UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS

KAREN CARRER RUMAN DE BORTOLI

RESILIÊNCIA E CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL HORIZONTAIS EM UBERLÂNDIA (MG): AVALIAÇÃO PARA ORIENTAÇÃO DE REFORMAS

UBERLÂNDIA
2023

KAREN CARRER RUMAN DE BORTOLI

RESILIÊNCIA E CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL HORIZONTAIS EM UBERLÂNDIA (MG): AVALIAÇÃO PARA ORIENTAÇÃO DE REFORMAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial obrigatório para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Área de concentração: Dinâmicas Territoriais e Estudos Ambientais

Linha de pesquisa: Dinâmicas Territoriais

Orientadora: Profª. Drª. Beatriz Ribeiro Soares

Coorientadora: Profª. Drª. Simone Barbosa Villa

UBERLÂNDIA
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

B739r 2023

Bortoli, Karen Carrer Ruman de, 1992-
Resiliência e conforto térmico em habitações de interesse social horizontais em Uberlândia (MG) [recurso eletrônico] : avaliação para orientação de reformas / Karen Carrer Ruman de Bortoli. - 2023.

Orientadora: Beatriz Ribeiro Soares.
Coorientadora: Simone Barbosa Villa.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.7059
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Geografia. I. Soares, Beatriz Ribeiro, 1952-, (Orient.). II. Villa, Simone Barbosa, 1972-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. IV. Título.

CDU: 910.1

Glória Aparecida
Bibliotecária Documentalista - CRB-6/2047

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - www.ppgeo.ig.ufu.br - posgeo@ufu.br

ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Tese de Doutorado Acadêmico, Número 250, PPGGEO				
Data:	25 de setembro de 2023	Hora de início:	14h:00min.	Hora de encerramento:	16h:40min.
Matrícula do Discente:	11913GEO012				
Nome do Discente:	KAREN CARRER RUMAN DE BORTOLI				
Título do Trabalho:	RESILIÊNCIA E CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL HORIZONTAIS EM UBERLÂNDIA (MG): AVALIAÇÃO PARA ORIENTAÇÃO DE REFORMAS				
Área de concentração:	DINÂMICAS TERRITORIAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS				
Linha de pesquisa:	DINÂMICAS TERRITORIAIS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se no Campus Santa Mônica (Sala 14) do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em GEOGRAFIA, assim composta: Professores Doutores: Joyce Correna Carlo - UFV - MG; Nayara Rodrigues Marques Sakiyama - UFVJM - MG; Paulo Cezar Mendes - PONTAL-UFU; Samuel do Carmo Lima - IG - UFU e Simone Barbosa Villa - FAUED-UFU (coorientadora da candidata). Os membros participaram de forma remota.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Professora Simone Barbosa Villa - FAUED-UFU, apresentou a Comissão Examinadora e o(a candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada com distinção.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutora.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Simone Barbosa Villa**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/09/2023, às 11:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cezar Mendes**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/09/2023, às 11:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Joyce Correna Carlo**, **Usuário Externo**, em 26/09/2023, às 13:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Nayara Rodrigues Marques Sakiyama**, **Usuário Externo**, em 27/09/2023, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Samuel do Carmo Lima**, **Usuário Externo**, em 27/09/2023, às 17:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4852865** e o código CRC **C5696CEB**.

Referência: Processo nº 23117.064559/2023-51 SEI nº 4852865

Ao Mauro e à Vânia.
Ao Victor.
À Hannah.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nunca ter me abandonado.
À Mãe Natureza, pelo privilégio da existência terrena.

Aos mestres:
À Profª. Beatriz Ribeiro Soares, pela imensidão de conhecimentos compartilhados, orientação assertiva e acolhimento.
À Profª. Simone Barbosa Villa, pela orientação assertiva, paciente e persistente, após todos esses anos, e por sempre incentivar o melhor de mim.
Ao Prof. Paulo Cezar Mendes e à Profª. Joyce Correna Carlo, pela generosidade, acolhimento, empréstimo de equipamentos e diversas contribuições para o desenvolvimento do trabalho.
Ao Prof. Samuel do Carmo Lima e à Profª. Nayara Rodrigues Marques Sakiyama, pelas contribuições que enriqueceram o debate proposto por este trabalho.
À Profª. Themis Lima Fernandes Martins e à Profª. Rita de Cássia Pereira Saramago, por serem, desde o início dessa história chamada “Arquitetura” em minha vida, fontes de inspiração, motivação e oportunidades.
Ao Prof. Lucio Borges de Araújo, pelo apoio persistente nas definições estatísticas e tratamento de dados.
À Profª. Nayara Rodrigues Marques Sakiyama, também, pela generosidade, atenção e auxílio na definição dos melhores procedimentos para obtenção de coeficientes de pressão de vento na etapa de simulações computacionais.

À família:
Aos meus pais, Mauro Ruman de Bortoli e Vânia Maria Carrer de Bortoli, por terem me dado a vida e pelo alicerce, amor e confiança na pessoa que me torno a cada dia.
À minha irmã, Nádia Carrer Ruman de Bortoli Pereira, por ser minha melhor amiga e maior incentivadora.
Ao meu parceiro de vida, Victor Francisco de Paula Resende, pela amorosidade, cumplicidade e sonhos incessantemente compartilhados desde o princípio. Além disso, como colega de profissão, pelas ajudas intermináveis e persistentes com a tese.
À minha sobrinha e afilhada, Hannah de Bortoli Pereira, pela alegria e esperança mais puras que habitam em meu coração.
Ao meu sogro, Gentil Monteiro de Resende, à minha sogra, Marisa de Paula Resende, à tia Sueli Resende Lopes e ao tio Nestor Henriques Lopes (*in memoriam*), pelo acolhimento, carinho, apoio e compreensão de sempre.
Ao meu cunhado, Wander de Bortoli Pereira, pelas palavras certas nas horas cruciais.
Ao meu cunhado, Giovani Monteiro de Paula Resende, pelo apoio e participação em etapas do trabalho.
Ao meu cunhado, André Monteiro de Paula Resende pela atenção e pronta ajuda de sempre.
Às minhas cunhadas, Sandra Vitória Crescêncio da Cunha e Judilaine Pereira de Lana Bonifácio, pelo carinho e incentivo.
À minha cachorrinha Ori, pela luz que acendeu quando chegou em minha vida.

Aos amigos:
À Helbaneth Macêdo Oliveira e Nélio Paulo Sartini Dutra Júnior, grandiosos presentes que a Geografia me deu.
À Lamonise Vasconcelos de Oliveira, pela afinidade e carinho que foram acalento em diversos momentos, facilitando o processo.
Ao Igor Antônio Silva, pela parceria e apoio imensuráveis na etapa de medições *in loco*.
Ao Leandro Oliveira Silva, pelo direcionamento e apoio essenciais no desenvolvimento das análises climática e morfológica.
À Angélica Pereira Marsicano Tavares, pelo incentivo, conversas e apoio na viabilização de períodos para realização de trabalhos de campo.
À Poliana Vale de Lima e Nayara Abadia dos Santos Pereira, pela parceria e apoio imensuráveis na etapa de coleta de dados em campo.
Ao Gabriel Felipe Vale de Paula, Gabriel Pereira de Souza e Bianca Almeida Furlanetto, pelo apoio na organização de dados.
À Emeli Lalesca Aparecida da Guarda, pela amizade, conversas e apoio nas análises climáticas.
À Eduarda Lorrany Sousa Gonçalves, pela pronta e gentil ajuda com as calibrações.
À Eliene Pereira Costa Borges, pelo carinho, apoio e alívio em diversos momentos.
À Bruna Cristina Martins e à Marcela Leão França, pelo carinho, apoio e incentivo.

Aos moradores:
Em especial, Joana e Beatriz, pela ajuda que foi essencial ao trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq):
Pelo financiamento da pesquisa institucional [CASA RESILIENTE], à qual estou vinculada, por meio da bolsa produtividade PQ nº 311624/2021-9, entre 2022 e 2025.

Um trabalho como esse não se faz por uma pessoa solitária e nem do dia para a noite. A cada uma das pessoas listadas e aos demais que me apoiaram e compartilharam caminhos comigo nesses últimos anos, minha profunda gratidão.
Pela compreensão, parceria, profissionalismo, confiança, incentivo, apoio, generosidade, amorosidade, carinho, amizade e por terem feito parte dessa história.
Espero também poder ser luz e esperança na vida de outras pessoas, enquanto me for permitido, na tentativa de retribuir o privilégio que o universo me concedeu por ter convivido e trocado experiências com cada um de vocês.

Sem vocês, essa realização não seria possível.

MUITO OBRIGADA!

Encerro essa etapa, ansiando pelas próximas e por tudo que o futuro nos reserva.

“Allegria
I see a spark of life shining
Allegria
I hear a young minstrel sing
Allegria
Beautiful roaring scream
Of joy and sorrow, so extreme
There is a love in me raging
Allegria
A joyous, magical feeling”

“The journey never ends...”

Allegria – Cirque du Soleil

RESUMO

Aceleradas transformações urbanas têm exposto principalmente os mais vulneráveis aos efeitos negativos do clima e suas mudanças. Paralelamente, Habitações de Interesse Social (HIS) ofertadas pelo programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) no Brasil têm favorecido situações de estresse térmico e insalubridade, derivados de sua inadequação climática. Isso, aliado ao adensamento do lote a partir de reformas autoconstruídas, sem atenção às possíveis interações negativas entre características construtivas e clima, prejudica o acesso à ventilação natural e radiação solar nas moradias. O resultado é o desconforto térmico, aumento na demanda energética e problemas de saúde relacionados à experiência habitual de temperaturas extremas, que comprometem a resiliência de HIS ao clima. A tese parte da hipótese de que é possível mensurar e promover a resiliência em HIS horizontais em uso a partir do Conforto Térmico por meio da observação dos indicadores "Edifício bioclimático" e “Sensibilidade ao clima", em estudo de caso. Para tanto, avaliou dois conjuntos de HIS horizontais do PMCMV situados na Zona Bioclimática 4 (Uberlândia/MG), utilizando instrumentos de Avaliação Pós-Ocupação (APO). Foram observados os impactos e a resiliência nessas HIS, por meio de questionários, análise morfológica, simulação computacional e uma régua de resiliência (avaliando os indicadores de “1” – para “não resiliente”, a “5” – para “muito resiliente”). Dentre os resultados da avaliação de impacto, chamaram a atenção o fato de que, em média, 81,05% dos sujeitos de pesquisa incomodam-se com calor, 43,17% acham a ventilação pouca e 78,3% relataram experienciar problemas de saúde gerados pelo calor na moradia. Além disso, constatou-se que, no interior das moradias ampliadas, o desconforto térmico por calor, segundo o método adaptativo, é, em média, 15,78% maior do que o observado ao ar livre. Esses resultados denotam a baixa qualidade do ambiente térmico de HIS horizontais em uso, ampliadas de maneira desassistida. Na avaliação de resiliência, a nota 2.13 (“pouco resiliente”), foi a média alcançada para os indicadores propostos no estudo de caso. Questões como a especificação de sistemas construtivos, a interação com o paisagismo e comportamentos dos usuários em termos de comunicação e busca de informações sobre o clima obtiveram notas abaixo de 2 (“não resiliente”), sendo aspectos prioritários de atenção para melhoria no estudo de caso. Com base no diagnóstico, foram elaboradas fichas de orientações para reformas visando a resiliência a partir do Conforto Térmico, apoiando a prestação assertiva de assistência técnica (ATHIS) para HIS no estudo de caso e em contextos semelhantes. O trabalho amplia o conhecimento sobre a relação entre as transformações em HIS horizontais e a resiliência baseada no conforto térmico dos usuários, contemplando simultaneamente o compromisso do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 11 de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Destaca o papel de metodologias virtuosas de projeto, como a APO, na promoção da resiliência e inspiração de melhores práticas por parte da administração pública, projetistas e usuários de HIS.

Palavras-chave: conforto térmico; resiliência; habitação de interesse social; avaliação pós-ocupação; saúde; ODS 11.

ABSTRACT

Accelerated urban transformations have primarily exposed the most vulnerable to the negative effects of climate and its changes. Simultaneously, Social Housing (SH), provided through the Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) program in Brazil, has led to situations of thermal stress and unhealthiness due to their climatic inadequacy. This, coupled with plot densification resulting from self-built renovations without considering potential negative interactions between construction features and climate, hinders access to natural ventilation and solar radiation in dwellings. The outcome is thermal discomfort, increased energy demand, and health problems related to the habitual experience of extreme temperatures, all of which compromise the resilience of SH to climate. The thesis starts from the hypothesis that it is possible to measure and promote resilience in in-use horizontal SH through Thermal Comfort by observing the indicators "Bioclimatic Building" and "Climate Sensitivity," in a case study. To this end, two developments of horizontal SH from the PMCMV located in Bioclimatic Zone 4 (Uberlândia/MG) were evaluated using Post-Occupancy Evaluation (POE) tools. The impacts and resilience in these SH were observed through questionnaires, morphological analysis, computational simulation, and a resilience ruler (evaluating indicators from "1" – for "non-resilient," to "5" – for "very resilient"). Among the impact assessment results, it stood out that, on average, 81.05% of the research subjects are bothered by heat, 43.17% perceived the ventilation as insufficient, and 78.3% reported experiencing health problems due to heat in their dwellings. Furthermore, it was found that within the expanded dwellings, thermal discomfort due to heat, according to the adaptive method, is, on average, 15.78% higher than what is observed outdoors. These results indicate the low quality of the thermal environment in self-expanded horizontal SH. In the resilience assessment, the average score achieved for the proposed indicators in the case study was 2.13 ("low resilience"). Aspects such as the specification of construction systems, interaction with landscaping, and user behaviors in terms of communication and seeking of information about the climate received scores below 2 ("non-resilient"), highlighting areas that require priority attention for improvement in the case study. Based on the diagnosis, guidance sheets for renovations were developed to enhance resilience through Thermal Comfort, supporting effective provision of technical assistance for SH in the case study and similar contexts. The work expands knowledge about the relationship between transformations in horizontal SH and resilience based on users' thermal comfort, simultaneously addressing the Sustainable Development Goal nº 11 commitment of making cities and human settlements inclusive, safe, resilient, and sustainable. It emphasizes the role of virtuous design methodologies, such as POE, in promoting resilience and inspiring best practices by public administration, designers, and residents of SH.

Keywords: thermal comfort; resilience; social housing; post-occupancy evaluation; health; SDG 11.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atividades humanas são responsáveis pelo aquecimento global. 36
Figura 2 - Aspectos que determinam vulnerabilidade ao clima..... 38
Figura 3 - Determinantes sociais da saúde. 41
Figura 4 - Práticas sobre o meio ambiente. 46
Figura 5 - Exemplo de tipologias horizontais semelhantes em realidades diferentes - São Gonçalo do Amarante (RN) e Marabá (PA). 49
Figura 6 - Exemplo de tipologias verticais semelhantes em realidades diferentes - Empreendimento Alterosas em Ribeirão das Neves (Região Metropolitana de BH) e Conjunto Cosmos na Região Metropolitana de Campinas (SP). 49
Figura 7 - Problemas na qualidade das habitações. 50
Figura 8 - Setorização de atividades. 52
Figura 9 - Sentidos de ampliação possíveis. 53
Figura 10 - Aquecimento promovido por ampliações contíguas ao embrião. 53
Figura 11 - Resultados da avaliação da resiliência por habilidades. 73
Figura 12 - Estrutura de entendimento da resiliência a partir do conforto térmico. 81
Figura 13 - Uberlândia-MG: Localização do município e perímetro urbano (2023)..... 83
Figura 14 - Comparação do crescimento urbano de Uberlândia entre 1985 e 2013. .. 85
Figura 15 - Evolução da mancha urbana de Uberlândia entre 1994-2016. 86
Figura 16 - Uberlândia-MG: Localização das unidades de análise nos CHIS dos bairros Pequis e Shopping Park (2023). 87
Figura 17 - Imagem de alta resolução do CHIS do Shopping Park, com RSB em destaque. 87
Figura 18 - Imagem de alta resolução do CHIS do Pequis, com 2A4 em destaque. ... 88
Figura 19 - Síntese de informações construtivas sobre os CHIS selecionados para estudo de caso. 90
Figura 20 - Uberlândia-MG: Médias das temperaturas médias (1970-2000). 94
Figura 21 - Uberlândia-MG: Médias das temperaturas mínimas (1970-2000). 95
Figura 22 - Uberlândia-MG: Médias das temperaturas máximas (1970-2000). 95
Figura 23 - Uberlândia-MG: Médias das precipitações médias (1970-2000). 96
Figura 24 - Uberlândia-MG: Climograma (1970-2000). 97
Figura 25 - Uberlândia-MG: Médias das temperaturas mínimas mensais (1961 - 2018). 98
Figura 26 - Uberlândia-MG: Médias das temperaturas médias mensais (1961 - 2018). 98
Figura 27 - Uberlândia-MG: Médias das temperaturas máximas mensais (1961 - 2018). 98
Figura 28 - Carta Bioclimática de Givoni para cidade de Uberlândia. 101
Figura 29 - Rosa dos ventos para cidade de Uberlândia (ano todo e estações)..... 103
Figura 30 - Atributos e indicadores da resiliência no sistema casa. 108
Figura 31 - Estrutura do questionário de impacto (sessão de exemplo). 114
Figura 32 - Estrutura do questionário complementar de impacto (sessão de exemplo). 114
Figura 33 - Procedimentos gerais de desenvolvimento - instrumentos 1A.1 e 1A.2. 115

Figura 34 - Procedimentos gerais de desenvolvimento - instrumento 1A.3 - análise 1 118
Figura 35 - Procedimentos gerais de desenvolvimento - instrumento 1A.3 - análise 2 119
Figura 36 - Modelo adaptativo corporativo x residencial. 122
Figura 37 - Procedimentos gerais de desenvolvimento - instrumento 1A.4. 125
Figura 38 - Escala de avaliação da resiliência. 127
Figura 39 - Estrutura da régua de resiliência. 128
Figura 40 - Exemplo de abordagem do Questionário do morador (sessão de exemplo). 131
Figura 41 - Exemplo de abordagem do roteiro de *Walkthrough* (sessão de exemplo). 132
Figura 42 - Procedimentos gerais de desenvolvimento - instrumento 1B.1. 133
Figura 43 - Uberlândia-MG: Casas avaliadas e instrumentos utilizados no CHIS do bairro Shopping Park - Res. Sucesso Brasil (2023). 137
Figura 44 - Uberlândia-MG: Casas avaliadas e instrumentos utilizados no CHIS do bairro Pequis - Loteamento 2A4 (2023). 138
Figura 45 - Uberlândia-MG: Uso e ocupação do solo no Res. Sucesso Brasil (Bairro Shopping Park), 2023. 153
Figura 46 - Uberlândia-MG: Uso e ocupação do solo no Loteamento 2A4 (Bairro Pequis), 2023. 154
Figura 47 - Características geométricas e materiais de ampliações - RSB 158
Figura 48 - Características geométricas e materiais de ampliações - 2A4 159
Figura 49 - Resultados médios para a cidade, CB e CA (8760 horas). 168
Figura 50 - Cobertura para frente no CA1/2A4. 171
Figura 51 - Coberturas para frente e fundo no CA2/2A4. 172
Figura 52 - Cobertura para o fundo no CA1/RSB. 172
Figura 53 - Coberturas para o fundo e lateral no CA2/RSB. 173
Figura 54 - Ampliação fechada no fundo do CA3/RSB. 173
Figura 55 - Ampliação fechada no fundo do CA3/2A4. 174
Figura 56 - Comparativo final de diferenças (CA-CB). 174
Figura 57 - Caso controle: MINGA House. 194
Figura 58 - Caso controle: Casa GEMINI. 195
Figura 59 - Caso controle: Casa Eficiente. 201
Figura 60 - Caso controle: Residencial Corruíras. 202
Figura 61 - Caso controle: Sobrados Novo Jardim. 203
Figura 62 - Caso controle: BEDZed. 208
Figura 63 - Caso controle: Casa no Pomar do Cafezal. 209
Figura 64 - Caso controle: Residência em Puebla. 210
Figura 65 - Caso controle: Casa Vila Matilde. 215
Figura 66 - Régua de Resiliência: indicador "Edifício bioclimático". 224
Figura 67 - Régua de Resiliência: indicador "Sensibilidade ao clima". 225
Figura 68 - Estrutura conceitual elaborada. 226
Figura 69 - Mapa de diagnósticos RSB. 239
Figura 70 - Mapa de diagnósticos 2A4. 239
Figura 71 - Influência de materiais de ampliação sobre a avaliação. 246
Figura 72 - Supressão de janelas e orientação solar. 247
Figura 73 - Inserção de elementos de proteção solar. 248

Figura 74 - Bloqueio parcial ou total da radiação solar. 250
Figura 75 - Área de ventilação insuficiente. 251
Figura 76 - Redução do pé-direito e coberturas sem forro. 252
Figura 77 - Pavimentação e supressão de vegetação no lote. 253
Figura 78 - Resultados por definição de resiliência. 258

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Problema, premissas, objetivos, perguntas e hipóteses da pesquisa. 32
Quadro 2 - Justificativa e contribuições da pesquisa. 33
Quadro 3 - Definições da resiliência urbana. 65
Quadro 4 - Definições de características de resiliência ao calor e fatores de risco. 68
Quadro 5 - Habilidades e requerimentos para resiliência. 71
Quadro 6 - Estrutura conceitual da pesquisa [CASA RESILIENTE]. 107
Quadro 7 - Instrumentos de APO para entendimento da resiliência em HIS. 108
Quadro 8 - Respostas às perguntas de resiliência e técnicas de pesquisa. 110
Quadro 9 - Síntese da relação entre perguntas e instrumentos de pesquisa. 139
Quadro 10 - Síntese de informações sobre instrumentos de avaliação propostos. ... 141
Quadro 11 - Percepção do incômodo e seus efeitos a partir das ameaças. 143
Quadro 12 - Percepção do incômodo e seus efeitos - detalhado. 145
Quadro 13 - Percepção do incômodo e seus efeitos - detalhado (cont.). 146
Quadro 14 - Sensação com ventilação. 147
Quadro 15 - Satisfação com ventilação. 147
Quadro 16 - Sensação térmica no verão e inverno - 2A4. 148
Quadro 17 - Sensação térmica no verão e inverno - RSB. 149
Quadro 18 - Ocorrência de problemas de saúde gerados por calor/frio. 149
Quadro 19 - Problemas de saúde prévios. 150
Quadro 20 - Verificação inicial sobre realização de ampliações e tipos. 151
Quadro 21 - Inferências 1A.1 x 1A.1 + 1A.1 x 1A.3. 162
Quadro 22 - Inferências 1A.2 x 1A.2 + 1A.2 x 1A.3. 163
Quadro 23 - Síntese de achados e resposta à pergunta 1. 178
Quadro 24 - Síntese de achados e resposta à pergunta 2.1. 180
Quadro 25 - Síntese de achados e resposta à pergunta 2.2. 181
Quadro 26 - Síntese de achados e resposta à pergunta 2.3. 182
Quadro 27 - Protocolo de pesquisa para RSL. 184
Quadro 28 - Filtros por temas da RSL. 185
Quadro 29 - Edifício bioclimático: sub-indicadores, itens e aspectos de avaliação da resiliência a partir do conforto térmico. 189
Quadro 30 - Sensibilidade ao clima: sub-indicadores, itens e aspectos de avaliação da resiliência a partir do conforto térmico. 217
Quadro 31 - Resultados por sub-indicador de resiliência. 259
Quadro 32 - Categorização de informações para indicador “Edifício bioclimático”. ... 264
Quadro 33 - Categorização de informações para indicador “Sensibilidade ao clima”. 265

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução das temperaturas entre 1961-2018 em Uberlândia. 99
Tabela 2 - Direções de ventos em Uberlândia (MG). 102
Tabela 3 - Velocidades de ventos em Uberlândia (MG)..... 102
Tabela 4 - Padrões de ampliação. 155
Tabela 5 - Padrões de uso e ocupação do solo. 155
Tabela 6 - Taxas de ocupação..... 156
Tabela 7 - Árvores e permeabilidade. 156
Tabela 8 - Ocorrência de sessões. 157
Tabela 9 - Caracterização de sessões. 157
Tabela 10 - Características geométricas e materiais de ampliações - RSB. 160
Tabela 11 - Características geométricas e materiais de ampliações - 2A4. 160
Tabela 12 - Resultados para índices nas horas ocupadas - RSB. 166
Tabela 13 - Resultados para índices nas horas ocupadas - 2A4. 166
Tabela 14 - Resultados para índices em todas as horas - RSB. 166
Tabela 15 - Resultados para índices em todas as horas - 2A4. 166
Tabela 16 - Relação entre indicadores avaliados - média de todas as orientações. . 167
Tabela 17 - Diferença entre CA e CB, para índices avaliados - RSB. 169
Tabela 18 - Diferença entre CA e CB, para índices avaliados - 2A4. 170
Tabela 19 - Resultados por item de avaliação: Sensibilidade ao clima. 227
Tabela 20 - Resultados por aspectos avaliados: Sensibilidade ao clima. 228
Tabela 21 - Resultados por sub-indicador: Sensibilidade ao clima. 229
Tabela 22 - Busca de informações sobre o clima..... 229
Tabela 23 - Influência sobre conforto térmico. 230
Tabela 24 - Ação frente ao clima. 232
Tabela 25 - Ação para melhorar temperatura..... 233
Tabela 26 - Ação para melhorar ventilação. 234
Tabela 27 - Existência de canais de comunicação para ajuda. 235
Tabela 28 - Resultados por aspectos avaliado: Edifício bioclimático. 240
Tabela 29 - Resultados por item de avaliação: Edifício bioclimático. 241
Tabela 30 - Resultados por sub-indicador: Edifício bioclimático..... 241

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

2A4	Gleba 2A4
ACH	*Air Changes per Hour*
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APO	Avaliação Pós-Ocupação
APP	Ambientes de permanência prolongada
AR	*Assessment Report*
ASHRAE	*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*
ATHIS	Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social
BDI	Banco de Dados Intermunicipal
BEM	*Building Energy Modelling*
CA	Caso alternativo
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CB	Caso base
CHIS	Conjunto Habitacional de Interesse Social
CP	Coeficiente de pressão de vento
CV(RMSE)	*Coefficient of Variation of the Root Mean Squared Error*
DSR	*Design Science Research*
DSS	Determinantes Sociais da Saúde
EQM	Erro quadrático médio
HIS	Habitação de Interesse Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC *Intergovernmental Pannel for Climate Change*

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITS Instituto de Tecnologia e Sociedade

[MORA] Grupo de Pesquisa “[MORA] Pesquisa em Habitação” da FAUeD/UFU

NBR Norma Brasileira

NMBE *Normalized Mean Bias Error*

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMM Organização Meteorológica Mundial

OMS Organização Mundial da Saúde

ONU/UN Organização das Nações Unidas/*United Nations*

PMCMV Programa Minha Casa, Minha Vida

PNA Plano Nacional de Adaptação

PNAD Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílio

PNUMA Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RR Régua de resiliência

RSB Residencial Sucesso Brasil

RSL Revisão sistemática de literatura

SEPLAN Secretaria de Planejamento Urbano

TCU Tribunal de Contas da União

VIESM Viés médio

ZB Zona Bioclimática

ZBBR Zoneamento Bioclimático Brasileiro

ZCAS Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 20

CAPÍTULO 1 – Fundamentos: clima, conforto térmico e resiliência em HIS horizontais 34

1.1 Clima e saúde no ambiente construído 38

1.2 Conforto térmico em HIS horizontais do PMCMV 45

1.3 Resiliência a partir do conforto térmico em HIS horizontais 63

1.4 Considerações parciais 81

CAPÍTULO 2 – Procedimentos metodológicos: avaliação da resiliência a partir do conforto térmico em HIS horizontais em Uberlândia-MG 83

2.1 Estudo de caso e unidades de análise 86

2.1.1 Clima de Uberlândia (MG) 91

2.1.2 Estratégias bioclimáticas para a ZB 4 99

2.2 Inserção, conceitos e proposta de abordagem 105

2.3 Artefato 1 - Instrumentos de avaliação de impacto e resiliência 112

2.3.1 Artefato 1A - Avaliação de impacto 112

2.3.2 Artefato 1B - Avaliação de resiliência 126

2.3.3 Amostragem e recrutamento 134

2.4 Considerações parciais 138

CAPÍTULO 3 – Resultados e discussões: avaliação para orientação de reformas 142

3.1 Avaliação de impacto 142

3.1.1 Instrumento 1A.1: Questionário de impacto 142

3.1.2 Instrumento 1A.2: Questionário complementar 147

3.1.3 Instrumento 1A.3: Análise morfológica 152

3.1.4 Inferências: Instrumentos 1A.1, 1A.2 e 1A.3 161

3.1.5 Instrumento 1A.4: Simulação computacional 164

3.1.6 Síntese dos achados e resposta às perguntas de pesquisa 175

3.2 Avaliação de resiliência 183

3.2.1 Indicadores, subindicadores, itens/aspectos e requisitos de avaliação da resiliência 183

3.2.2 Instrumento 1B.1.1: Questionário do morador 227

3.2.3 Instrumento 1B.1.2: *Walkthrough* 238

3.2.4 Síntese dos achados e resposta às perguntas de pesquisa 257

3.3 Considerações parciais 266

CONCLUSÃO **269**
REFERÊNCIAS **277**
GLOSSÁRIO **296**
APÊNDICES **299**

INTRODUÇÃO

As transformações urbanas aceleradas, a impermeabilização dos solos, o desvio e/ou supressão de cursos d'água e vegetação urbanos, somados ao *déficit* habitacional quantitativo e qualitativo e à ocupação de áreas de risco por meio da construção informal ou autoconstrução são fatores que favorecem situações de vulnerabilidade/exposição ao clima e suas mudanças em grandes cidades brasileiras (SANTOS, 2014; TOMINAGA, SANTORO e AMARAL, 2012).

O 6º relatório de avaliação (AR) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022), alertou que o mundo deve atingir uma temperatura 1,5°C mais alta que a pré-industrial já nas próximas duas décadas (por volta de 2040), sendo a escala local, das cidades, aquela mais afetada pelo aumento projetado nas médias de temperaturas globais.

Dentre as consequências previstas, para os setores da agricultura, energia, transportes, infraestrutura, entre outros, chamam a atenção os impactos previstos sobre a saúde e bem-estar humanos. O clima interfere diretamente no conforto térmico humano, e suas variações podem favorecer o surgimento e/ou agravamento de enfermidades. De acordo com Ayoade (2013, p. 290),

> A saúde humana, a energia e o conforto são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente. As flutuações fisiológicas do homem respondem às mudanças no tempo atmosférico (termorregulação). Certas doenças são induzidas pelo clima em tempos diferentes; essas moléstias que afligem o homem demonstram em suas incidências correlações íntimas com as condições climáticas e com a estação do ano.

A *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) definiu o conforto térmico como "condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico" (ASHRAE, 2004). Outra definição o coloca como estado em que não há estímulos indutores de impulsos comportamentais para correção do ambiente (HENSEN, 1991). O conforto térmico é influenciado por diferenças pessoais de humor, cultura, fatores organizacionais e sociais peculiares a cada indivíduo (DJONGYANG, TCHINDA e NJOMO, 2010). A norma nacional de conforto térmico, ABNT NBR 16.401-2

(ASSOCIAÇÃO..., 2008), vem corroborar com essas definições, explicando o conforto térmico como

> a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. Como existem grandes variações fisiológicas e psicológicas de pessoa para pessoa, é muito difícil satisfazer todos em um mesmo ambiente. Por esse motivo, pode-se afirmar que as condições ambientais que resultam em conforto não são as mesmas para todos.

A interação entre diversas variáveis relativas ao indivíduo e ao ambiente irá determinar a qualidade do ambiente térmico experimentado, sendo a taxa metabólica, o isolamento da vestimenta, a temperatura do ar, a temperatura radiante média, a umidade relativa e a velocidade do ar as principais (ASSOCIAÇÃO..., 2008). Quando essas interações ocasionam situações de estresse térmico, manifestado na forma de desconforto por frio ou calor, mecanismos fisiológicos termorreguladores são acionados para equilibrar a temperatura do corpo humano em torno de 37°C.

Em uma situação de frio, por exemplo, o organismo saudável responde provocando arrepios, vasoconstrição periférica e aumento do metabolismo, visando compensar as perdas de calor com o meio. Já em uma situação de calor, a viscosidade do sangue aumenta devido à transpiração/perda de água, ao passo em que o ritmo metabólico é naturalmente reduzido, visando compensar os ganhos de calor pelo meio e evitar a eventual desnaturação de células (KOVATS e HAJAT, 2008).

A experiência habitual de desconforto térmico ocasiona o surgimento ou agravamento de doenças cardíacas e circulatórias, no calor, e doenças respiratórias e reumáticas, no frio, por exemplo (BARROS, 2021; PASCOALINO, 2013; KOVATS e HAJAT, 2008; SARTORI, 2000). Neste ponto, projeta-se foco sobre a qualidade ambiental do *habitat* humano como determinante social da saúde, uma vez que, dada sua constituição física e material, pode contribuir ou não para a proteção do homem frente aos rigores e inconstâncias do clima e seus elementos. Destacam-se aqui as moradias como espaços onde o homem permanece a maior parte de seu tempo, sendo diretamente influenciado por seus atributos (BOTTON, 2007).

A obtenção de casas termicamente confortáveis depende fundamentalmente da provisão de habilidades que as permitam lidarem

positivamente com as características do clima e suas mudanças, sem perder sua essência e funcionalidade, isto é, manifestando resiliência (GARCIA E VALE, 2017; STOCKHOLM RESILIENCE CENTER, 2014; PICKETT *et al.*, 2014; HASSLER E KOHLER, 2014; WALKER *et al.*, 2004). São qualidades que devem ser consideradas integral e sistemicamente no projeto, execução e uso/operação pós-ocupação de uma moradia, viabilizando variações, ajustes e adaptações dentro de um caráter ergonômico cognitivo, ao longo da vida útil do projeto (GONÇALVES, BODE, 2015).

Agendas urbanas de relevância internacional – como a *New Urban Agenda* (NUA) de 2017[1], a Agenda 2030[2] de 2015 e o Acordo de Paris de 2015 – colocam a resiliência como estratégia-chave para lidar com as vulnerabilidades das cidades contemporâneas. Dentre os objetivos da NUA está a previsão de cidades e aglomerados urbanos que "(g) Adotem e implementem a redução e gestão do risco de catástrofes, reduzam a vulnerabilidade, construam a resiliência e capacidade de resposta a perigos naturais e gerados pelo homem, e promovam a mitigação e a adaptação às alterações climáticas [...]" (UN, 2016, p. 7).

A NUA inclui, dessa forma, os compromissos firmados pela Agenda 2030 com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre os quais figuram o "ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis" e seu compromisso de "tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis [...]" e o "ODS 13 - ação contra a mudança global do clima"[3]. Corroboram para as mesmas causas os objetivos do Acordo de Paris (do qual o Brasil é signatário), em especial aquele que prevê a necessidade de "(b) aumentar a capacidade de adaptação aos impactos adversos das mudanças climáticas e promover a resiliência climática e o desenvolvimento com baixas emissões de gases causadores do efeito estufa".

Moradias são bens de longa duração, para os quais espera-se garantia de durabilidade, habitabilidade e sustentabilidade por período igual ou superior a 40 anos – para vedações externas, condicionados à devida realização de manutenções –, de acordo com a NBR15575/2013: Norma de Desempenho

[1] Disponível em: http://habitat3.org. Acesso em jul. 2018.
[2] Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs. Acesso em jul. 2018.
[3] Disponível em: http://www.agenda2030.com.br/ods/11/. Acesso em jul. 2018.

Edifícios Habitacionais (ASSOCIAÇÃO..., 2013). Tendo isso em vista, o AR6 (IPCC, 2022) coloca soluções pautadas na compreensão das formas de morar e viver de comunidades locais como caminho viável e exequível para a adaptação frente às mudanças climáticas.

> O AR6 destaca soluções de adaptação e até que ponto elas são bem-sucedidas e adequadas na redução do risco climático, aumentando a resiliência e buscando outras metas sociais relacionadas ao clima. Para a adaptação, uma solução é definida como uma opção efetiva, viável e adequada aos princípios de justiça. Eficácia refere-se à medida em que uma ação é antecipada ou observada para reduzir o risco relacionado ao clima. A viabilidade refere-se à medida em que uma medida é considerada possível e desejável em um determinado contexto. Uma ação bem-sucedida é aquela observada como efetiva, viável e justa. Adequação refere-se a um conjunto de soluções que juntas são suficientes para evitar riscos climáticos perigosos, intoleráveis ou severos.
>
> O conhecimento indígena e o conhecimento local (CI e CL) podem fornecer um entendimento importante para atuar efetivamente sobre o risco climático e podem ajudar a diversificar o conhecimento que pode enriquecer a política e a prática de adaptação (alta confiança). (...) Valorizar CI e CL também é importante para o reconhecimento, um componente chave da justiça climática (IPCC, 2022 – tradução livre).

No contexto de habitações de interesse social (HIS) brasileiras, esses temas são especialmente relevantes, posto que beneficiários de programas habitacionais governamentais são em sua maioria grupos social e economicamente mais vulneráveis, isto é, mais expostos a quaisquer impactos derivados dos desequilíbrios inerentes ao sistema de produção social e econômica correntes e sua forma de manejo dos recursos naturais e humanos (ELIAS-TROSTMANN *et al*., 2018; HARVEY, 2016). Nas palavras de Triana (2018, p. 54)

> Quando se considera a vida útil da edificação e o seu desempenho termoenergético em 50 anos, várias variáveis podem entrar em jogo, entre elas, as mudanças climáticas, mudanças no comportamento dos usuários, flexibilidade, entre outras. Dessa forma, muitas das estratégias adotadas nos projetos podem ser abordadas e julgadas a partir de uma outra perspectiva. Isto é de particular importância em projetos de habitação de interesse social, em que a perspectiva do menor custo ainda se torna muito presente.

No entanto, as HIS ofertadas pelo programa governamental brasileiro “Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV), têm falhado na consideração dessas questões. Pesquisas recentes mostraram que projetos e especificações construtivas padrão para HIS do PMCMV repetem-se em diferentes regiões climáticas brasileiras, frequentemente ocasionando desconforto térmico e dispêndio de recursos e eletricidade na busca pelo conforto durante a fase de uso e operação nas habitações, comumente agravadas quando da realização de reformas autoconstruídas (VILLA *et al.*, 2022c; BORTOLI, 2018; SENADO, 2018; VILLA *et al.,* 2017; BRASILEIRO, MORGADO, LUZ, 2017; TRIANA, LAMBERTS, SASSI, 2018; OLIVEIRA, 2015; AMORE, SHIMBO e RUFINO, 2015, entre outros). Destacando tal percepção, resultados de pesquisas de satisfação realizadas recentemente em várias regiões do país apontaram o quesito temperatura como um dos que gera maior insatisfação entre moradores de Conjuntos Habitacionais de Interesse Social (CHIS) (BORTOLI, 2018; VASQUEZ, 2017; IPEA, 2014).

O Programa MCMV foi a maior política de habitação brasileira, em números, destinado à população de mais baixa renda. Entre 2009 e 2020, mais de 6 milhões de unidades habitacionais foram contratadas, contabilizando um total de R$ 223,2 bilhões investidos entre subsídios públicos e privados. No entanto, o número de domicílios inadequados vem apresentando crescimento nos últimos anos, constituindo o chamado *déficit* habitacional qualitativo, passando de 23 milhões em 2016 para quase 25 milhões em 2019 (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021), o que representa enorme demanda para reformas e requalificações.

Diante disso, moradores de HIS confrontados com a insatisfação em relação às suas moradias conduzem reformas e ampliações por conta própria, na tentativa de adequarem o meio às suas necessidades, bem como de acomodarem adequadamente as transformações nos perfis familiares sucedidas e esperáveis ao longo do tempo (DE LA JARA, HIDALGO e HANSEN, 2011). Ocorre que os projetos de HIS horizontais ofertados frequentemente desfavorecem tais intervenções (devido às características da planta, implantação no lote, setorização de cômodos e estrutura em alvenaria autoportante). Além disso, o conhecimento e ação de moradores para lidar com o risco climático no contexto da habitação brasileira são aspectos

consideravelmente deficitários, conforme apontado por Elias-Trostmann *et al.* (2018) e Pott (2022)[4]. Ademais, o reduzido acesso por parte desses moradores a informações e serviços de arquitetura e urbanismo para orientação das reformas agrava o prognóstico quanto à qualidade da moradia em uso, especialmente após transformações. Intervenções desassistidas que tendem ao completo adensamento do lote comprometem consideravelmente questões como o acesso à luz e ventilação naturais, prejudicando o conforto térmico e salubridade de HIS horizontais (SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2021).

De acordo com a página virtual do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU/BR)[5], "mais de 85% dos brasileiros constroem e reformam sem orientação de arquitetos e urbanistas ou engenheiros. Esse número foi levantado a partir da pesquisa realizada pelo CAU/BR e pelo Instituto DataFolha, em 2015". Tem-se como resultante da autoconstrução o agravamento das condições iniciais e a geração de novos problemas anteriormente imprevistos (VILLA *et al.,* 2017). Nas palavras de Villa *et al.* (2022c),

> A inadequação das moradias sociais possui uma ligação direta da ausência da ATHIS como políticas públicas em loteamentos populares que são implantados de forma simplificada, onde a fiscalização e regulação não estão presentes e onde impera a informalidade e a construção que utiliza prioritariamente o pedreiro como responsável pela reforma. A informalidade aumenta a inadequação pois introduz na moradia a incerteza gerada pela obra sem assessoria técnica profissional (CAU/SC, 2020).

Paralelamente, a Lei de Assistência Técnica para Habitações de Interesse Social (ATHIS), nº 11.888 (BRASIL, 2008a), assegura desde 2008 o acesso à assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social.

> Art. 1º Esta Lei assegura o direito das famílias de baixa renda à assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social, como parte integrante do direito social à moradia previsto no art. 6º da Constituição Federal, e consoante o especificado na alínea *r* do inciso V do caput do art. 4º da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição

[4] Disponível em: https://www.percepcaoclimatica.com.br/_files/ugd/6dff39_1b4e74741ceb4777839ace998e106d59.pdf . Acesso em: maio de 2022.
[5] Disponível em: https://www.caubr.gov.br/athis-2/. Acesso em: setembro de 2020.

> Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
> Art. 2º As famílias com renda mensal de até 3 (três) salários mínimos, residentes em áreas urbanas ou rurais, têm o direito à assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social para sua própria moradia.
> § 1º O direito à assistência técnica previsto no *caput* deste artigo abrange todos os trabalhos de projeto, acompanhamento e execução da obra a cargo dos profissionais das áreas de arquitetura, urbanismo e engenharia necessários para a edificação, reforma, ampliação ou regularização fundiária da habitação.
> § 2º Além de assegurar o direito à moradia, a assistência técnica de que trata este artigo objetiva:
> I - otimizar e qualificar o uso e o aproveitamento racional do espaço edificado e de seu entorno, bem como dos recursos humanos, técnicos e econômicos empregados no projeto e na construção da habitação;
> II - formalizar o processo de edificação, reforma ou ampliação da habitação perante o poder público municipal e outros órgãos públicos;
> III - evitar a ocupação de áreas de risco e de interesse ambiental;
> IV - propiciar e qualificar a ocupação do sítio urbano em consonância com a legislação urbanística e ambiental.
> Art. 3º A garantia do direito previsto no art. 2º desta Lei deve ser efetivada mediante o apoio financeiro da União aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios para a execução de serviços permanentes e gratuitos de assistência técnica nas áreas de arquitetura, urbanismo e engenharia (BRASIL, 2008).

No entanto, em função de sua ainda reduzida aplicação, falha em prover assessoria técnica a quem precisa. Como resultado, HIS em uso, concebidas e transformadas sem considerar as características do clima e as necessidades de populações locais, culminam em ambientes termicamente desconfortáveis para seus usuários. Esses ambientes interagem de formas não intencionais e frequentemente pouco virtuosas com a atmosfera externa e seus elementos, notadamente a radiação solar e ventilação natural. O desconforto resultante potencializa não só o consumo energético para correção do ambiente térmico, como também, favorece a ocorrência de problemas de saúde associados à experiência de temperaturas extremas, reduzindo a resiliência das casas e pessoas ao clima e suas mudanças.

Diante dessa realidade, o grupo “[MORA] Pesquisa em habitação”[6], da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia - FAUeD/UFU, tem se debruçado, desde 2016, sobre o entendimento dos problemas vivenciados por moradores de CHIS horizontais e verticais na cidade de Uberlândia (MG) que comprometem sua resiliência. Uma estrutura conceitual para entendimento da resiliência foi elaborada pelo grupo, baseando-se em instrumentos de Avaliação Pós-Ocupação (APO), que minimizam vieses ao contemplar análises técnicas e opinião de usuários simultaneamente (VILLA, SARAMAGO e GARCIA, 2015; VOORDT e WEGEN, 2013).

Entende-se que a manifestação de resiliência em HIS está condicionada à presença de certas qualidades, quais sejam: o conforto térmico, a eficiência energética, a flexibilidade e a acessibilidade. Resultados pregressos denotaram esses como sendo atributos caros à realidade de HIS horizontais, capazes de instrumentalizar as casas para serem resilientes a impactos de diferentes ordens. Além disso, são necessários diagnósticos compreensivos da vulnerabilidade/exposição de um sistema a impactos, de forma a calibrar melhores ações e estratégias de abordagem do problema visando a resiliência (VILLA *et al.*, 2022b; GARCIA e VALE, 2017).

No contexto de HIS, essa resiliência pode ser compreendida como oposta a um estado de vulnerabilidade (IPCC, 2014), em que condições de precariedade físico-territorial e social, dos modos de vida e históricas de populações, amplificam a exposição a diversos impactos, impedindo um estado de resiliência (SMITH, KLEIN e HUQ, 2003). Essa exposição está expressa em envoltórias não estanques às chuvas e ventos, na baixa qualidade de materiais construtivos, na rigidez construtiva de embriões que não preveem transformações, nas dimensões reduzidas e estratégias de implantação no lote que ameaçam a locomoção e privacidade, na localização periférica de empreendimentos, na falta de equipamentos públicos essenciais, etc.

Objetivando entender a extensão e magnitude dessas questões, no escopo da pesquisa institucional “[CASA RESILIENTE] Estratégias projetuais para a promoção da resiliência em habitação social a partir de métodos de

[6] Ver em: https://morahabitacao.com/pesquisas/ . Acesso em dezembro de 2022.

avaliação pós-ocupação”[7], atualmente em desenvolvimento pelo grupo, é pretendida a consolidação de instrumentos de avaliação de impactos e resiliência (Artefato 1) em HIS, bem como o encaminhamento de estratégias de orientação para reformas, destinadas a usuários, prestadores de serviços e projetistas, com enfoque na ampliação de sua resiliência (Artefato 2).

Alinhando-se aos objetivos da pesquisa [CASA RESILIENTE] e contribuindo para seu desenvolvimento, insere-se a presente tese, que tem como objetivo geral: avaliar HIS horizontais em uso do PMCMV em Uberlândia (MG) visando facilitar a orientação de reformas para obtenção de resiliência a partir do conforto térmico. Para tanto, são objetivos específicos:

i. Identificar e discutir a importância e aspectos definidores da resiliência a partir do conforto térmico em habitações de interesse social (HIS) horizontais, especialmente aquelas em uso;
ii. Desenvolver metodologia de avaliação do conforto térmico como atributo de resiliência de HIS horizontais em uso;
iii. Aplicar metodologia em estudo de caso composto por conjuntos habitacionais de interesse social (CHIS) horizontais em uso, situados na cidade de Uberlândia (MG), Zona Bioclimática 4;
iv. Elaborar e encaminhar diretrizes para reformas visando a resiliência a partir do conforto térmico, em forma de fichas orientativas destinadas ao estudo de caso e contextos similares.

Para atender a esses objetivos, foram instrumentalizados procedimentos metodológicos em torno das seguintes perguntas de pesquisa:

1. Em que medida o desconforto térmico é um impacto percebido no estudo de caso?
2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico?
3. Quais critérios subsidiam o entendimento e mensuração da resiliência a partir do conforto térmico em HIS?
4. Qual o nível de resiliência das casas e das pessoas no estudo de caso, segundo critérios propostos?

[7] Financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq (Bolsa Produtividade em Pesquisa – PQ), em desenvolvimento entre 2022 e 2025. Ver mais em: https://morahabitacao.com/pesquisas-em-andamento-2/casa-resiliente-estrategias-projetuais-para-a-promocao-da-resiliencia-em-habitacao-social-a-partir-de-metodos-de-avaliacao-pos-ocupacao/ . Acesso em dezembro de 2022.

5. Quais diretrizes para orientações podem ser fornecidas visando aprimorar a resiliência a partir do conforto térmico no estudo de caso?

As perguntas 1 e 2 são respondidas através da concepção e aplicação de instrumentos de avaliação de impacto. Essa avaliação reúne instrumentos de pesquisa entre questionários, análises morfológicas e simulações computacionais, permitindo verificar a sensação e satisfação térmica de usuários de HIS horizontais, situações de saúde e transformações da paisagem urbana e sua relação com o clima, bem como índices de renovação de ar e conforto térmico a partir de modelo adaptativo. A partir dessa avaliação, observou-se o cenário de impacto em estudo de caso, levantando aspectos que intervém sobre a qualidade do ambiente térmico e prioridades de ação.

A pergunta 3 foi respondida através de revisão bibliográfica, a partir da qual verificou-se a relação entre o conforto térmico e os atributos físicos de edificações e comportamentais de seus ocupantes, capazes de gerar resiliência. Essa resiliência, por sua vez, pauta-se em habilidades de resistência, robustez, adaptabilidade e elasticidade do ambiente físico (SCHWEIKER, 2020; HOMAEI E HAMDY, 2021 GARCIA E VALE, 2017; RODIN, 2015; MEEROW *et. al.*, 2015), ao passo que as pessoas precisam estar preparadas, serem conscientes, capazes de se adaptar e recuperar após eventos climáticos extremos (HOMAEI E HAMDY, 2021; GARCIA E VALE, 2017; RODIN, 2015; BROOKS, 2003).

Tais habilidades são entendidas como indicadores de resiliência do sistema casa a partir do conforto térmico, intituladas respectivamente como “Edifício bioclimático” e “Sensibilidade ao clima”. Dessa investigação, enunciou-se a hipótese do presente trabalho, de que é possível mensurar e promover a resiliência em HIS horizontais em uso a partir do Conforto Térmico por meio da observação dos indicadores "Edifício bioclimático" e “Sensibilidade ao clima", em estudo de caso.

As perguntas de 4 e 5, por fim, foram contempladas por uma avaliação de resiliência, baseada na revisão bibliográfica relatada, em consulta a documentos e normas técnicas e estudos de casos controle. Esse estudo viabilizou a elaboração de uma estrutura para avaliação da resiliência a partir do conforto térmico segundo seus indicadores, sub-indicadores, itens, aspectos e requisitos de avaliação e instrumentos auxiliares de coleta de dados (mais um questionário

e *Walkthrough* – visita guiada). A partir de sua aplicação em estudo de caso, instrumentalizada pela chamada régua de resiliência, foram inferidos aspectos do ambiente físico e das pessoas que vulnerabilizam/expõem o sistema casa aos impactos do clima, demandando aprimoramentos.

As avaliações e seus instrumentos propostos foram aplicados em estudo de caso duplo na cidade de Uberlândia (MG), situada na Zona Bioclimática 4 (ASSOCIAÇÃO..., 2005), compreendendo unidades de análise situadas nos setores Sul e Oeste da cidade, como tipologias horizontais do PMCMV destinadas à faixa 1, que ia de 0 a 3 salários-mínimos. Os Residenciais Sucesso Brasil – RSB (situado no bairro Shopping Park) e gleba 2A4 (no bairro Pequis), foram entregues em 2010/2011 e 2016/2017, respectivamente. Apresentam diferenciações quanto à materialidade de sua envoltória e implantação no lote, compreendendo, dessa forma, um recorte representativo da tipologia habitacional em foco, conforme se apresenta na cidade de Uberlândia (SAMPAIO, SABADINI e KOLLER, 2022; YIN, 2005).

A pesquisa utiliza a abordagem exploratória e a postura fenomenológica do método de pesquisa conhecido como *Design Science Research* (DSR), que é voltado à produção de artefatos ou prescrições a partir do entendimento de um problema, compreendendo suas etapas típicas de (i) Conscientização – levantamento do problema; (ii) Análise sistemática da literatura; (iii) Identificação da classe de problemas; (iv) Construção de artefato; (v) Observação e avaliação do artefato; (vi) Consolidação e extrapolamento dos conhecimentos aprendidos (SANTOS, 2018; DRESCH, LACERDA, ANTUNES JR., 2015).

Justifica-se na medida em que o clima e suas mudanças colocam a iminência de emergências climáticas especialmente ameaçadoras para as populações mais vulneráveis, entre as quais incluem-se moradores de HIS em uso. Visa colaborar para maior assertividade na prestação de assistência técnica para habitação de interesse social (ATHIS), por meio de orientações derivadas de avaliações que consideram as especificidades e necessidades reais de seu público-alvo, enfocando a promoção de resiliência a partir do conforto térmico – sendo essa a lacuna de pesquisa identificada.

A tese estrutura-se em 3 capítulos e conclusão. O primeiro capítulo objetiva discutir a importância e os aspectos definidores da resiliência a partir do conforto térmico em habitações de interesse social brasileiras, especialmente

aquelas em uso. Também contextualiza a relação entre clima e conforto térmico, evidenciando a importância de sua consideração quando do planejamento urbano com vistas à manutenção e promoção de saúde pública.

O segundo capítulo apresenta o estudo de caso e o processo de desenvolvimento e aplicação de instrumentos de avaliação do impacto e da resiliência a partir do conforto térmico, contextualizando as teorias que fundamentaram sua concepção e a relação das mesmas com as perguntas de pesquisa propostas.

Finalmente, o terceiro capítulo reúne os resultados e discussões da tese, advindos da aplicação dos instrumentos para avaliação do impacto e da resiliência propostos, a partir do atributo "Conforto Térmico", apresentando e problematizando os achados da pesquisa derivados da aplicação de cada um dos instrumentos de APO confeccionados, à luz das perguntas de pesquisa enunciadas.

Os quadros 1 e 2 trazem, em resumo, o problema, premissas e perguntas de pesquisa, bem como a hipótese, objetivos, justificativa e contribuições para a área do conhecimento ora apresentados.

Quadro 1 - Problema, premissas, objetivos, perguntas e hipóteses da pesquisa.

PROBLEMA DE PESQUISA

- Impactos do clima urbano e suas mudanças sobre conforto térmico e, com isso, bem-estar, saúde de populações mais vulneráveis, como aquelas residentes em HIS do PMCMV.
- Falta de conforto térmico de HIS horizontais brasileiras em uso, cujas reformas foram autoconstruídas e, com isso, falta de resiliência ao clima urbano e suas mudanças.
- Necessidade de subsidiar ATHIS visando obtenção de resiliência a partir do conforto térmico.

PREMISSAS

- O conforto térmico é um atributo relevante de resiliência do ambiente construído em HIS horizontais do PMCMV, dado o contexto de mudanças climáticas e autoconstrução sem ATHIS.
- É preciso mensurar a condição atual de conforto térmico de HIS horizontais em uso para endereçar estratégias para novos projetos ou reformas visando à resiliência do ambiente construído (incluindo a materialidade e as pessoas).
- Para ter conforto térmico enquanto atributo de resiliência em HIS horizontais, devem ser providos atributos passivos ao edifício (edifício bioclimático) incluindo fornecimento de oportunidades adaptativas e incentivo a seu uso (sensibilidade ao clima).
- Não adianta proporcionar qualidades projetuais/físicas (edifício bioclimático) sem entender e considerar a extensão da capacidade de atuação/necessidades dos usuários (sensibilidade ao clima) no desempenho das qualidades programadas.

OBJETIVOS

- Geral: Avaliar HIS horizontais em uso do PMCMV em Uberlândia (MG) visando facilitar a orientação de estratégias para obtenção de resiliência a partir do conforto térmico
- Específicos:
  i. Identificar e discutir a importância e aspectos definidores da resiliência a partir do conforto térmico em habitações de interesse social (HIS) horizontais, especialmente aquelas em uso.
  ii. Desenvolver metodologia de avaliação do conforto térmico como atributo de resiliência de HIS horizontais em uso.
  iii. Aplicar metodologia em estudo de caso composto por conjuntos habitacionais de interesse social (CHIS) horizontais em uso, situados na cidade de Uberlândia (MG), ZB 4;
  iv. Elaborar e encaminhar diretrizes para reformas visando a resiliência a partir do conforto térmico, em forma de fichas orientativas destinadas ao estudo de caso e contextos similares.
     _ Capítulo 1 - discorre sobre o "para quem", "onde", "quando" e "por que?" da resiliência a partir do conforto térmico, sua importância e definições.
     _ Capítulo 2 - descreve o estudo de caso e processo de desenvolvimento e aplicação de instrumentos avaliação da resiliência a partir do Conforto Térmico - Artefato 1 (avaliação de impacto e avaliação de resiliência) – responde ao “a que?” e “como” da resiliência.
     _ Capítulo 3 – apresenta e discute resultados e justificativas para elaboração do Artefato 2 - Orientações para reformas.

PERGUNTAS

1. Em que medida o desconforto térmico é um impacto percebido no estudo de caso?
2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico?
3. Quais critérios subsidiam o entendimento e mensuração da resiliência a partir do conforto térmico em HIS?
4. Qual o nível de resiliência das casas e das pessoas no estudo de caso, segundo critérios propostos?
5. Quais diretrizes para orientações podem ser fornecidas visando aprimorar a resiliência a partir do conforto térmico no estudo de caso?

HIPÓTESE

- É possível mensurar e promover a resiliência em HIS horizontais em uso a partir do conforto térmico por meio da observação dos indicadores "edifício bioclimático" e “sensibilidade ao clima", em estudo de caso.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quadro 2 – Justificativa e contribuições da pesquisa.

JUSTIFICATIVA

- Clima urbano e suas mudanças colocam iminência de emergência climática, somado ao crescimento nº domicílios, inclusive HIS, e perspectiva de sobreaquecimento do ambiente construído para parcela vulnerável/exposta da população;
- Ampliações autoconstruídas sem ATHIS interferem, de formas não intencionais, na relação entre edificação e atmosfera externa (radiação solar e ventilação natural);
- O desconforto térmico ocasionado prejudica saúde e bem-estar, principalmente dos mais vulneráveis, que dispõem de recursos limitados para correção do ambiente térmico.

CONTRIBUIÇÕES PARA ÁREA DO CONHECIMENTO E ATUAÇÃO PROFISSIONAL

- Ampliar o conhecimento sobre relações entre ampliações empreendidas em CHIS horizontais e o conforto térmico de seus usuários, bem como seus impactos sobre a resiliência do ambiente construído;
- Subsidiar ATHIS visando ampliação do conforto térmico em CHIS horizontais, enquanto contribuição para ampliar a resiliência de moradias e populações vulneráveis/expostas, em consonância ao ODS 11, em seu compromisso de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;
- Reforçar e evidenciar a contribuição de instrumentos de Avaliação Pós-Ocupação (APO) para promoção de qualidade no ambiente construído, inclusive visando a resiliência a partir do conforto térmico.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

CAPÍTULO 1 – Fundamentos: clima, conforto térmico e resiliência em HIS horizontais

A compreensão das relações entre conforto térmico e resiliência de HIS em uso passa pelo entendimento das interações entre clima, paisagem e ambiente construído e suas consequências para a saúde e bem-estar humanos, sendo esse o enfoque do presente capítulo. Sabe-se que as transformações vivenciadas pelas cidades em seu processo de urbanização contribuem, especialmente, para variações e mudanças climáticas em nível local. Essas inconstâncias do clima podem impactar negativamente atividades humanas essenciais, como a alimentação, o transporte e a moradia (MENDONÇA, 2021; AYOADE, 2013; ELIAS-TROSTMANN, 2018).

Para Monteiro (1976), o clima é influenciado por alterações da paisagem natural simultâneas à consolidação de um ambiente construído, processados sobre a camada limítrofe urbana. Na concepção desse autor, o clima é tanto produtor quanto produto das dinâmicas do espaço geográfico pela ação antrópica. O campo que estuda esses fenômenos é a climatologia geográfica, subdividida em diversas abordagens, com destaque para a climatologia aplicada, que “enfatiza a aplicação do conhecimento e princípios climatológicos nas soluções dos problemas práticos que afetam a humanidade” (AYOADE, 2013, p. 3).

Dois conceitos essenciais para compreensão do assunto são o tempo e o clima. Ao passo em que o tempo é a condição momentânea da atmosfera, o clima é definido pela sucessão habitual dos tempos (MONTEIRO, 1976; SORRE, 1933). Os climas ao redor do mundo variam naturalmente, determinando as estações do ano, os regimes de produtividade e os comportamentos humanos desde os primórdios.

Para Ayoade (2013), “uma mudança no clima implica uma mudança na circulação geral da atmosfera”, envolvendo a hidrosfera, biosfera, litosfera e criosfera, bem como sistemas extraterrestres, como o Sol. Com isso, o clima é dado pela interação entre os componentes do sistema climático, pela quantidade de energia solar recebida pelo planeta e pela forma como essa energia se distribui e é absorvida/refletida pela atmosfera e superfícies.

No rol de causas terrestres para a mudança do clima e sua recente aceleração, diversas teorias de mudança climática colocam a alteração na composição atmosférica como determinante. Gases como dióxido de carbono (CO_2), ozônio (O_3) e vapor d'água interferem na quantidade de energia solar retida pelo globo proporcionalmente às suas concentrações, que estão diretamente relacionadas às características do fato urbano subjacente (SANTOS, 2014). A urbanização, a industrialização, o desmatamento, as alterações nos cursos das águas urbanas entre outras ações antrópicas, exercem significativo impacto sobre essas concentrações, alterando o clima nas cidades e o diferenciando essencialmente do rural.

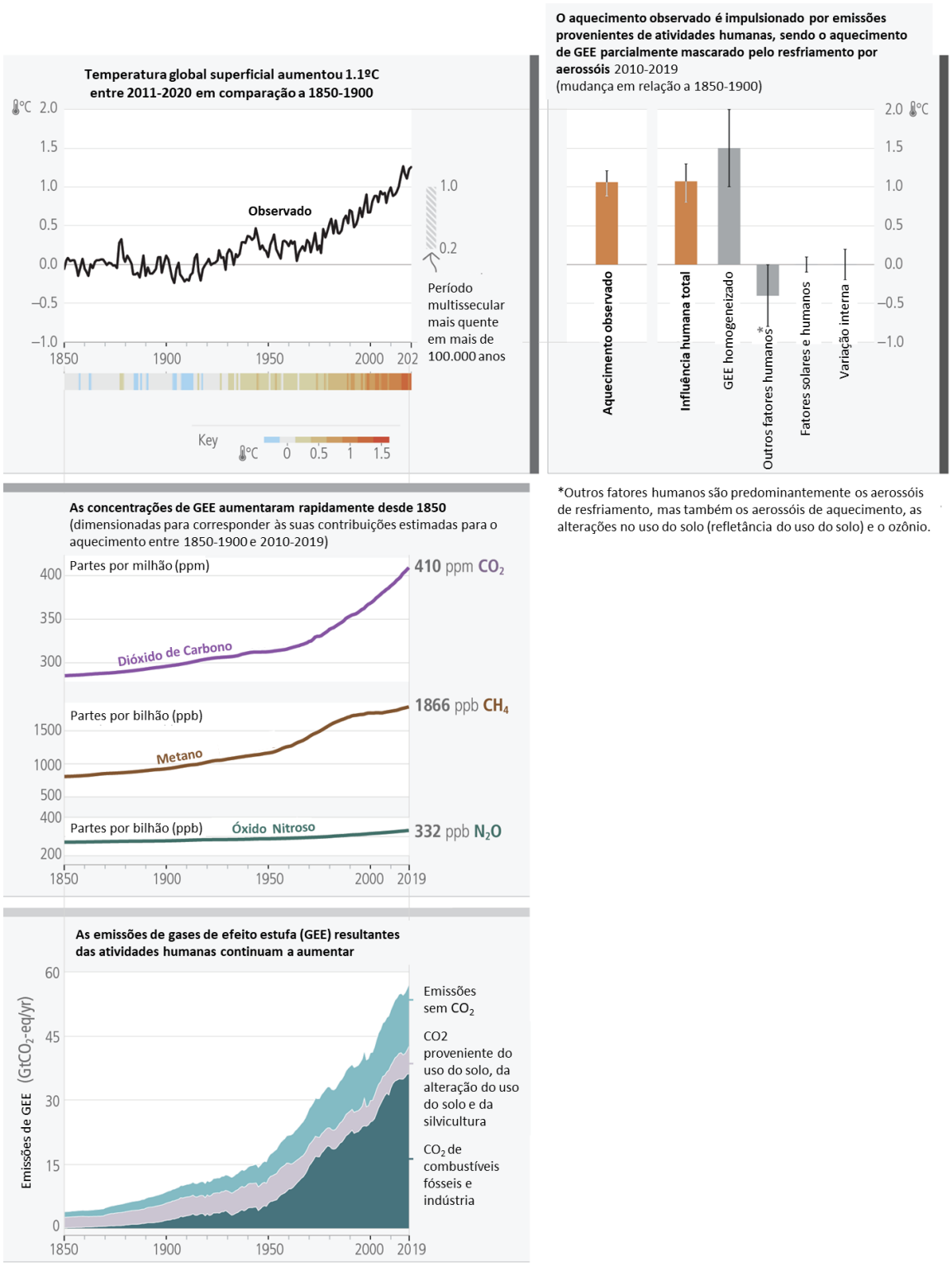
> Nas áreas urbanas altera-se a composição química da atmosfera. As propriedades térmicas hidrológicas da superfície terrestre, assim como os seus parâmetros aerodinâmicos são modificados pelos processos de urbanização e industrialização. Os pântanos são drenados e as superfícies naturais são substituídas por superfícies pavimentadas, ruas e telhados de prédios. Como resultado, a radiação em ondas longas e a de ondas curtas são reduzidas sobre as áreas urbanas. As temperaturas elevam-se, mesmo quando diminui a duração da insolação. A umidade é reduzida, mas há um certo aumento na precipitação e, também, na quantidade de nebulosidade. (AYOADE, 2013, p. 300)

Alterações na composição atmosférica são historicamente associadas a variações na temperatura terrestre, determinando a quantidade de calor absorvido e retido e, com isso, a intensidade do aquecimento global – fenômeno natural responsável pela manutenção da vida na Terra. Observa-se que períodos de glaciação (baixas temperaturas) e períodos interglaciais (altas temperaturas) alternaram-se desde o período pré-cambriano em estreita relação com as concentrações de CO_2 e outros gases de efeito estufa (GEE), desenvolvendo paralelo com atividades humanas, conforme ilustra a Figura 1.

O interesse no estudo das mudanças climáticas devidas à intensificação do aquecimento global pós-industrialização levou à criação do Painel Intergovenamental sobre Mudanças Climáticas, ou IPCC, em 1988, por iniciativa da OMM e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA/ONU)[8].

[8] Fonte: https://www.ipcc.ch/about/history/

Figura 1 – Atividades humanas são responsáveis pelo aquecimento global.



Fonte: Adaptado de IPCC (2023).

Seu último relatório alertou que o mundo deve atingir uma temperatura 1,5°C mais alta que a pré-industrial já nas próximas décadas (por volta de 2040), condição essa evitável apenas diante de cortes drásticos nas emissões de CO_2 a partir de já (IPCC, 2018). Por outro lado, mantendo-se o ritmo atual de

produção econômica e os combustíveis fósseis como principais fontes energéticas, estima-se que até 2100 as concentrações de CO_2 terão alcançado o dobro dos valores atuais, repercutindo em elevação de até 4°C na temperatura da Terra (IPCC, 2022).

As principais consequências climáticas previstas em simulações considerando modelos matemáticos futuros são a intensificação das secas em regiões continentais e de condições climáticas adversas, como tempestades e chuvas, além do alargamento das faixas tropicais e subtropicais, dentre outras.

A complexa interação entre os elementos que integram e interagem com o sistema atmosférico pode ser subestimada ou superestimada pelos modelos matemáticos futuros, oferecendo previsões incertas sobre a amplitude e efeitos das mudanças no clima. Ainda assim, não devem ser ignoradas, posto que a incerteza é variável por excelência do planejamento urbano, conforme discute Mendonça (2021),

> Embora se observe uma crença geral entre os cientistas da atmosfera de que o aquecimento global apresenta uma tendência de intensificação considerável neste século XXI, momento no qual as implicações sobre a saúde humana, dentre outros, se fará mais evidente, observa-se também posições que consideram a ocorrência do processo contrário, ou seja, do resfriamento da atmosfera (céticos). A pouco expressiva aceitação no âmbito da ciência internacional desta perspectiva conduz a tomarmos, neste texto, a posição da perspectiva hegemônica, não isenta de um ponto de vista crítico (críticos) sustentado pela incerteza inerente na formulação de cenários futuros da configuração da superfície do planeta; deste ponto de vista, nossa posição se aproxima daquela exposta pelo INPE (2011), formulada anteriormente por Pittock (2005) quando afirmou que: *The role of UNCERTAINTY is of course central to the question of climate change. (…). Thus, any projection of the future will be uncertain and depend in part on human behaviour. (…) Every politician, business person and decisionmaker lives with uncertainty every day, and has to make policy, investment and planning decisions despite uncertainty*[9].

Com isso, o clima e suas mudanças devem ser variáveis do planejamento e projeto das cidades na medida em que têm significativo potencial de influência

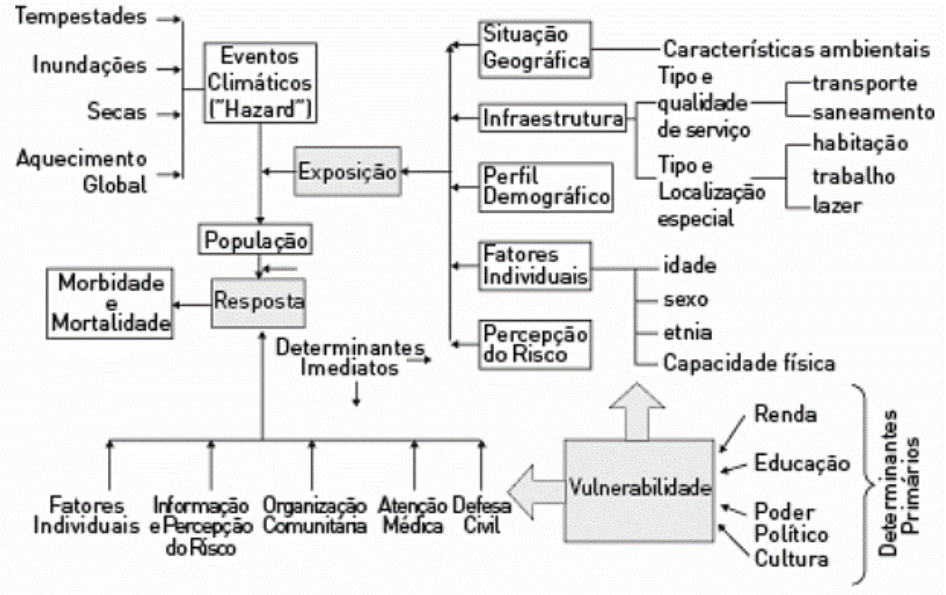
[9] Tradução livre: O papel da INCERTEZA é, obviamente, central para a questão das mudanças climáticas. (…). Assim, qualquer projeção do futuro será incerta e dependerá em parte do comportamento humano. (…) Todo político, empresário e tomador de decisões vive com incerteza todos os dias e tem que tomar decisões políticas, de investimento e planejamento apesar da incerteza.

sobre o bem-estar e saúde humanos, podendo favorecer ou desfavorecer a resistência do organismo em relação ao seu meio, dentre outras interferências. A bioclimatologia humana é o campo de interesse da climatologia geográfica que estuda essas interfaces entre o clima e a saúde humana, dando enfoque à compreensão da influência do primeiro sobre a segunda (AYOADE, 2013; MENDONÇA, 2021).

1.1 Clima e saúde no ambiente construído

Sorre (1933) foi pioneiro ao abordar a relação entre clima e saúde no campo geografia moderna, desenvolvendo o conceito de Complexo Patogênico (MENDONÇA, 2021). Segundo Aleixo e Murara (2021), o conceito é composto por três planos: "físico, biológico e social que podem ser abrangidos como a 'extensão de ocorrência de uma determinada doença, cujo núcleo é a interligação entre os agentes causais, os vetores, o meio geográfico e os homens (suscetíveis e imunes)". A sazonalidade climática associada a aspectos de ordem ambiental, cultural, infra estrutural, econômica e outros parcialmente compreendidos em combinação culminam em epidemias de doenças que assolam regiões geográficas periodicamente. No entendimento e manejo desses aspectos é que residem as bases para elaboração de políticas públicas destinadas à promoção da saúde, bem como à prevenção e combate às doenças.

Figura 2 – Aspectos que determinam vulnerabilidade ao clima.



Fonte: MENDONÇA (2021).

Convém compreender circunstanciadamente a susceptibilidade de uma determinada região à ocorrência de doenças, isto é, sua vulnerabilidade. Nos estudos de clima nas cidades, é necessário entender as configurações espaciais que favorecem maior ou menor exposição das pessoas a questões como a poluição do ar, ilhas de calor, ruídos, inundações e poluição das águas. Além disso, é importante analisar as desigualdades na produção do espaço que se concretiza em termos de conteúdo, bem como a capacidade de as pessoas manejarem os riscos (vulnerabilidade e capacidade de adaptação) (MENDONÇA, 2021; ALEIXO e MURARA, 2021; SANTOS, 2014). A Figura 2 relaciona diferentes aspectos que devem ser analisados com finalidade de compreender o cenário de vulnerabilidade ao clima nas cidades.

Sorre (1933) também foi um dos primeiros estudiosos a relacionar ritmo climático e ritmo biológico, observando coincidências entre variações dos estados atmosféricos e a manifestação de epidemias em determinadas localidades. Diversos trabalhos mais atuais também vêm correlacionando alterações nas condições climáticas locais à ocorrência de doenças como a malária, dengue e Zica, por exemplo (GARREFA *et al*., 2021; MAGALHÃES e ZANELLA, 2021; GARCÊS JÚNIOR *et al*., 2021), incluindo a influência de determinantes sociais sobre o contágio. Com relação aos chamados Determinantes Sociais da Saúde (DSS), Buss e Pelegrino Filho (2007, p. 78) esclarecem que

> Para a Comissão Nacional sobre os Determinantes Sociais da Saúde (CNDSS), os DSS são os fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais, psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população. A comissão homônima da Organização Mundial da Saúde (OMS) adota uma definição mais curta, segundo a qual os DSS são as condições sociais em que as pessoas vivem e trabalham. Nancy Krieger (2001) introduz um elemento de intervenção, ao defini-los como os fatores e mecanismos através dos quais as condições sociais afetam a saúde e que potencialmente podem ser alterados através de ações baseadas em informação. Tarlov (1996) propõe, finalmente, uma definição bastante sintética, ao entendê-los como as características sociais dentro das quais a vida transcorre.

Paralelamente, a variabilidade climática também está relacionada ao agravamento de enfermidades e surgimento de outras, que podem ser

classificadas de acordo com Solimene, Brugnoli e Minelli (2002) como: doenças de condicionamento sazonal (resfriados); doenças induzidas pela radiação (queimaduras de sol, enxaqueca); doenças infecciosas (gripe, sarampo, rubéola); e distúrbios do hipotálamo (termorregulador).

A esse propósito, Sartori (2000) e Pascoalino (2013) observaram a coincidência entre ondas de calor no verão e recorrência de falhas do sistema cardíaco e circulatório, ao passo que Sartori e Farinha (2000) observaram correlação entre o período mais frio do ano em Santa Maria (RS) e a elevação no número de ocorrências de doenças respiratórias. As autoras discorrem sobre a influência das chuvas, umidade, ventos, temperatura e neblina no comprometimento da resistência do organismo a estímulos externos. De acordo com Barros (2021),

> As temperaturas exercem notada influência sobre o organismo humano. O calor propicia a multiplicação de germes, reduz a secreção gástrica, diminui as reações de defesa orgânica e favorece bastante as doenças infecciosas intestinais, enquanto o frio pode causar alguns efeitos locais agudos e agravar determinadas enfermidades como, por exemplo, as doenças reumáticas.

O ser humano é um animal homeotérmico, isto é, necessita manter uma temperatura operante de aproximadamente 37°C. Em uma situação de frio extremo, por exemplo, o organismo saudável responde provocando arrepios, vasoconstrição periférica e aumento do metabolismo, visando compensar as perdas de calor com o meio. Já em uma situação de calor, a viscosidade do sangue aumenta devido à transpiração/perda de água, ao passo em que o ritmo metabólico é naturalmente reduzido, visando compensar os ganhos de calor pelo meio e evitar a eventual desnaturação de células (KOVATS e HAJAT, 2008).

O acionamento desses mecanismos internos ao ser humano garante a manutenção do intervalo de temperatura operante do organismo (entre 36,1 e 37,2°C) e sua funcionalidade até certo limiar em que mecanismos externos de adaptação são demandados (FROTA & SCHIFFER, 2001; CORBELLA & YANNAS, 2003). A manifestação de enfermidades frente às condições de tempo é fruto desse acionamento em frequência habitual, que ocasiona estresse térmico ao organismo forçando situações de ajuste metabólico que podem comprometer seu bom funcionamento sistêmico.

As condições do tempo e do clima também determinam parcialmente os modos pelos quais nos vestimos e mesmo construímos, sendo fatores relevantes na escolha de melhores localizações, materiais e projetos para edificações em geral e, especialmente, de moradias.

> As construções são geralmente obrigatórias por dois motivos, particularmente proteger dos elementos climáticos e dos animais selvagens em lugares despovoados e criação de um clima artificial adequado para se viver, armazenar, trabalhar ou para outros propósitos específicos. Além disso, a construção deve ser estruturalmente segura e capaz de suportar a pressão do clima predominante em seu período de durabilidade (AYOADE, 2013, p. 293).

O conforto fisiológico do homem, estudado pela disciplina do Conforto Ambiental, é determinado principalmente pela exposição aos elementos: temperatura, ventos e umidade (AYOADE, 2013). Neste ponto, projeta-se foco sobre a qualidade ambiental dos *habitats* humanos como também determinantes sociais da saúde, uma vez que, dada sua constituição física e material, podem contribuir ou não para a proteção do homem frente aos rigores de condições de tempo, destacando-se o valor de métodos de abordagem interdisciplinares para compreensão das diversas variáveis que concorrem na promoção da saúde humana, esquematizadas na Figura 3.

Figura 3 – Determinantes sociais da saúde.



Fonte: DAHLGREN e WHITEHEAD (1991).

Na década de 1950, a partir do surgimento da Organização Mundial de Saúde (OMS), a saúde passa a ser definida como “um estado de bem-estar

completo, físico, mental e social e não simplesmente ausência de doença ou de enfermidade". Dessa forma, a saúde adquire uma dimensão cultural e social, reforçada nos anos de 1960 pela emergência da noção de meio ambiente e a valorização da qualidade de vida. Nesse ínterim, a geografia deixa de ser utilizada como simples ferramenta para os estudos em medicina, "mapeadora" da doença no espaço, ocupando-se agora, também, da compreensão sobre os fatores ambientais, físicos e de ordem social que interferem na saúde humana (BARROS, 2021).

Frente às estimativas de aquecimento global projetadas até o final do século, o estudo dos agravos de saúde decorrentes das mudanças climáticas tem adquirido relevância. As alterações na temperatura, umidade e no regime de chuvas podem aumentar os efeitos das doenças respiratórias e cardiovasculares, conforme visto, assim como alterar as condições de exposição aos gases que poluem a atmosfera, como o CO_2 (UCHOA, LUSTOSA e UCHOA, 2019). Além disso, de acordo com a OMS (2014), se a mudança climática continuar conforme projetado, os maiores aumentos de problemas de saúde em comparação com nenhuma mudança climática ocorrerão por:

- Maior risco de lesões, doenças e morte devido a ondas de calor mais intensas e incêndios;
- Aumento do risco de desnutrição resultante da diminuição da produção de alimentos em regiões pobres;
- Consequências para a saúde da perda de capacidade de trabalho e redução da produtividade do trabalho em populações vulneráveis;
- Aumento dos riscos de doenças transmitidas por alimentos e água e doenças transmitidas por vetores.

Nessa perspectiva, é importante pensar em formas de melhorar a resposta por meio de programas que implementem ou melhorem medidas de saúde pública básicas onde necessário, dando-se prioridade às pessoas mais vulneráveis e com menos recursos para lidar com os perigos climáticos (UCHOA, LUSTOSA e UCHOA, 2019), compreendendo os diversos aspectos que determinam a saúde, anteriormente descritos.

Conforme diretrizes da OMS (2014), os países e comunidades precisam desenvolver soluções de adaptação e implementar ações para responder aos

impactos das mudanças climáticas que já estão acontecendo, bem como se preparar para impactos futuros. Ações de adaptação devem seguir abordagens orientadas à realidade de cada público, considerando gêneros, grupos, comunidades e ecossistemas vulneráveis. Além disso, devem ser baseadas e guiadas pela melhor ciência disponível e, conforme apropriado, no conhecimento tradicional, de povos indígenas e conhecimentos locais.

Nesse ensejo, relevantes agendas e tratados internacionais versam sobre o enfrentamento às mudanças climáticas visando a preservação da saúde e subsistência humanas. Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) propostos pela ONU para a Agenda 2030 em 2015 são "um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade"[10]. O objetivo 13 – ação contra a mudança global do clima, especificamente, propõe a adoção de medidas urgentes para combater as alterações climáticas e seus impactos, colocando como diretrizes:

> 13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países
> 13.2 Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais
> 13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima
> 13.a Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] para a meta de mobilizar conjuntamente US$ 100 bilhões por ano a partir de 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações de mitigação significativas e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível
> 13.b Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas
> (*) Reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] é o fórum internacional intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima.

[10] Fonte: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: maio de 2022.

Paralelamente, o acordo de Paris é um tratado mundial cujo objetivo é reduzir o aquecimento global, no contexto do desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza (UNITED NATIONS, 2015). Foi discutido por 195 países durante a Conferência das Partes de 2015, em Paris, entrando em vigor 2016, propondo:

> (a) Manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C acima dos níveis pré-industriais e buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, reconhecendo que isso reduzi significativamente os riscos e impactos das mudanças climáticas;
> (b) Aumentar a capacidade de adaptação aos impactos adversos das mudanças climáticas e promover a resiliência climática e o desenvolvimento com baixas emissões de gases causadores do efeito estufa, de forma a não ameaçar a produção de alimentos; e
> (c) Tornar os fluxos financeiros consistentes com um caminho de baixas emissões de gases causadores do efeito estufa e desenvolvimento resiliente ao clima (UNITED NATIONS, 2015, p. 3. Tradução livre).

Signatário do Acordo de Paris, o Brasil foi convidado a desenvolver um Plano Nacional de Adaptação (PNA) à Mudança do Clima, com a função de orientar medidas para reduzir a vulnerabilidade ao clima no país “frente aos efeitos adversos associados à mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos e construir instrumentos que permitam a adaptação dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016) no horizonte de longo prazo para 2040.

Para isso, ampara-se na expectativa de cooperação entre órgãos públicos e sociedade civil para elaboração de estratégias de capacitação em adaptação voltadas a públicos-alvo diversos. Além disso, sugere a implementação de “ações de não-arrependimento” nos diversos setores da sociedade com vistas a instrumentalização para enfrentamento ao clima, reduzindo vulnerabilidade e construindo resiliência. As referidas “ações de não-arrependimento” são ações de adaptação que promovem benefícios aos setores independentemente dos impactos previstos pelo IPCC para a mudança do clima se realizarem ou não (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016).

Esses documentos colocam a saúde e bem-estar humanos no cerne da questão quando o assunto é o clima e sua relação com aspectos sociais, físicos e ambientais, corroborando para as articulações teóricas ora apresentadas. Vê-se neles, ainda, a preocupação quanto ao combate da vulnerabilidade de grupos sociais minorizados, os quais encontram-se em situação de exposição mais alarmante frente aos efeitos das mudanças climáticas.

Essas considerações são especialmente relevantes para o contexto de Habitações de Interesse Social (HIS) brasileiras, cujos beneficiários são em sua maioria grupos social e economicamente mais vulneráveis. Nesse mesmo recorte, o cenário construtivo nacional tem demonstrado graves deficiências projetuais e construtivas, agravando sua condição de exposição e com isso, de vulnerabilidade aos impactos do clima e suas mudanças.

1.2 Conforto térmico em HIS horizontais do PMCMV

Resultados de uma pesquisa realizada pelo Instituto de Tecnologia e Sociedade – ITS em parceria com o Programa de Mudança Climática da Universidade de Yale e o Ipec Inteligência foram publicados em março de 2022, expondo a percepção dos brasileiros sobre as mudanças climáticas e as queimadas na Amazônia[11]. A pesquisa foi realizada com 2600 brasileiros acima de 18 anos de idade, de todas as regiões do país, via telefone, incluindo perguntas sobre: questões sociodemográficas, posicionamento político, meios de acesso à informação, importância, preocupação e conhecimento sobre aquecimento global e mudanças climáticas, bem como queimadas na Amazônia.

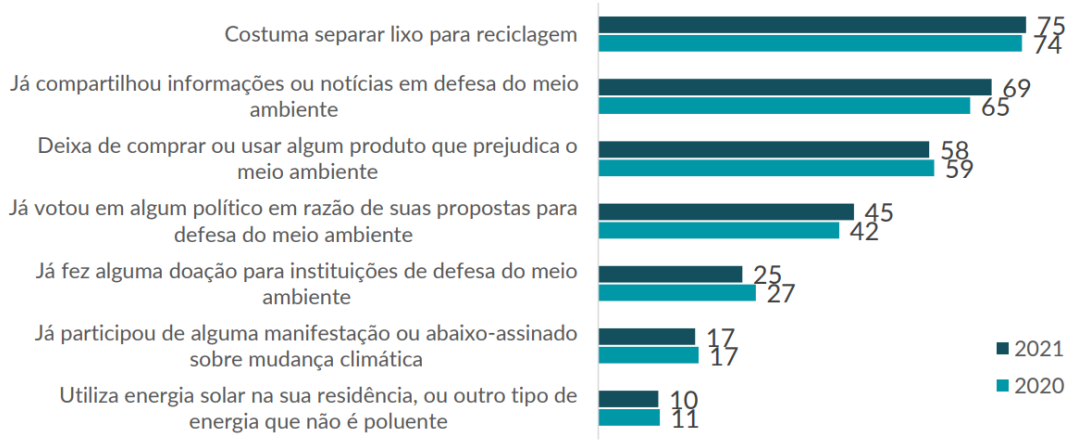
De acordo com Pott (2022)[12], pesquisadora envolvida na execução da pesquisa, “é importante identificar a percepção da população brasileira quanto a mudança climática e o aquecimento global, bem como suas causas e responsabilidade pela ocorrência do fenômeno”. A pesquisa, que se propõe a ocorrer anualmente, pretende instrumentalizar a elaboração de políticas orientadas à ação/adaptação frente ao aquecimento global.

[11] Disponível em: https://itsrio.org/wp-content/uploads/2022/03/Apresentacao_Percepcao-mudancas-climaticas-2021_v09.03.pdf . Acesso em: maio de 2022.
[12] Disponível em: https://www.percepcaoclimatica.com.br/_files/ugd/6dff39_1b4e74741ceb4777839ace998e106d59.pdf . Acesso em: maio de 2022.

Quanto ao tema mudanças climáticas, observou-se, comparativamente à primeira edição desse estudo, lançada em 2021, que houve acréscimo no número de pessoas que consideram muito importante a questão do aquecimento global, indo de 78% para 81% dos respondentes, sendo o erro amostral de 2%. Paralelamente, 61% estão muito preocupados com o meio ambiente atualmente (mesmo número de 2021) ao passo que o número de respondentes que relataram saber muito sobre o assunto foi de 25% (em 2021) para 21% em 2022.

Quando questionados sobre o que consideram mais importante, 77% disseram que é proteger o meio ambiente, mesmo que isso signifique menos crescimento econômico e menos empregos, contra 13% que preferem promover o crescimento econômico e a geração de empregos, mesmo que isso prejudique o meio ambiente. Paralelamente, 96% acreditam que o aquecimento global está acontecendo, enquanto 77% o atribuem à ação humana e 90% acreditam que o mesmo possa ser muito prejudicial às gerações futuras. Quando questionados sobre a responsabilidade na resolução do problema das mudanças climáticas, 37% a atribuíram aos governos, 32% às empresas e indústrias, 24% aos cidadãos e 4% às ONGs.

Figura 4 – Práticas sobre o meio ambiente.



Fonte: POTT (2022).

Quando avaliadas algumas práticas dos respondentes, a pesquisa aponta tendências nacionais quanto ao engajamento em questões relativas ao meio ambiente (Figura 4) que são insuficientes quando confrontadas ao elevado nível de conhecimento e consciência aferidos. Segundo Pott (2022, p. 12),

> Embora a população brasileira lide diariamente com o negacionismo climático disseminado na internet, as pesquisas

> apontam que a população possui um nível de consciência a respeito dos tópicos mudanças climáticas e aquecimento global. Ou seja, compreendem a dimensão do problema enfrentado. No entanto, nota-se uma cerca ausência de mobilização social, bem como dificuldade de levar os dados para ouras esferas. A sugestão é que a partir dos dados apresentados se faça uma avaliação de formas de divulgação que alcance tanto as esferas acadêmicas que incluem áreas que pouco lidam ainda com a temática, bem como alcance a população no geral, levando maior conhecimento a camadas mais pobres e sem acesso à internet.

Em linhas gerais, a pesquisa mostra que o brasileiro entende a importância do assunto “aquecimento global e mudanças climáticas”, sem, no entanto, levar esse conhecimento à prática cotidiana. Uma série de barreiras culturais, econômicas e mesmo técnicas precisam ser superadas a fim de que a consciência seja efetivamente transmutada em ação para adaptação frente às mudanças do clima, inclusive na área da construção civil.

A esse propósito, um estudo publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2019, utilizando dados da Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílio (PNAD Contínua), levantou características dos domicílios brasileiros e de seus habitantes (incluindo HIS e aglomerados subnormais) em termos de cor/raça, idade, situação de moradia, número de moradores, características construtivas entre outros indicadores. A PNAD Contínua é uma alternativa ao Censo, oferecendo informações anuais sobre a população. De acordo com o IBGE (2019),

> Além das características dos domicílios, a PNAD Contínua investiga, regularmente, informações sobre sexo, idade e cor ou raça dos moradores, que não somente auxiliam o entendimento e a caracterização do mercado de trabalho, como também permitem entender aspectos sociais e demográficos do país.

De acordo com Maria Lucia Pontes, gerente da PNAD Contínua, “esses dados se referem à adequação da moradia em termos de saúde e bem-estar da família” (PERET, 2019, p.10). Forneceram, com isso, um retrato sobre as condições de vida da população brasileira, incluindo questões relativas ao impacto ambiental das moradias, visando instrumentalizar a administração pública para a tomada de decisões estratégicas. Foram aproximadamente 168 mil os domicílios que participaram da amostra da pesquisa, avaliados quanto a diferentes indicadores, quais sejam:

- Domicílios nas cidades por tipo;
- Condição de ocupação de domicílios;
- Disponibilidade da rede geral de distribuição de água nos domicílios;
- Esgotamento sanitário de domicílios;
- Destino do lixo de domicílios;
- Fontes de energia de domicílios;
- Número de moradores por domicílio;
- Tipos de paredes de domicílios;
- Tipos de telhados de domicílios;
- Tipos de pisos de domicílios.

Alguns resultados dessa pesquisa podem ser vistos a seguir:

- Ocorre adensamento de 5,3% dos lares no país (mais de 3 pessoas por dormitório);
- 18,1% dos domicílios ainda são alugados;
- Telhado sem laje predomina em 50% do total de domicílios;
- Piso cerâmico predomina em 77,6% dos domicílios;
- Alvenaria/taipa com revestimento predomina em 88,2% dos domicílios;
- Em 7,5% dos domicílios queima-se lixo na propriedade;
- 48,8% possuem automóveis, 22,2% possuem moto e 11,1% possuem ambos.

As informações disponibilizadas sugerem um cenário de inadequação das moradias brasileiras, expresso na homogeneidade de soluções construtivas em um país que possui diferentes características climáticas; na permanência do hábito de queimar lixo doméstico; e na dependência do uso do automóvel. São padrões que têm como consequência elevados custos sociais e ambientais, implicando, também, em importantes impactos sobre a saúde e bem-estar das pessoas.

As habitações de interesse social (HIS) ofertadas pelo programa governamental brasileiro conhecido como “Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV), têm especialmente falhado em termos de adaptação ao clima. Pesquisas recentes demonstraram que projetos e especificações construtivas padrão para HIS do PMCMV repetem-se em diferentes regiões climáticas brasileiras, frequentemente ocasionando desconforto térmico e dispêndio de recursos na busca pelo conforto durante a fase de uso e operação nas habitações (BORTOLI, 2018; SENADO, 2018; VILLA *et al*., 2017; VASQUEZ, 2017; BRASILEIRO,

MORGADO, LUZ, 2017; TRIANA, LAMBERTS, SASSI, 2015; AMORE, SHIMBO e RUFINO, 2015; OLIVEIRA, 2015).

As Figuras 5 e 6, retiradas do trabalho de Rufino (2015), exemplificam tal situação. Mostram empreendimentos muito parecidos morfologicamente, situados em diferentes regiões, desconsiderando a variedade cultural e climática que caracterizam diferentes regiões situadas um país de dimensões continentais, como é o Brasil.

Figura 5 – Exemplo de tipologias horizontais semelhantes em realidades diferentes – São Gonçalo do Amarante (RN) e Marabá (PA).



Fonte: RUFINO (2015, p. 63).

Figura 6 – Exemplo de tipologias verticais semelhantes em realidades diferentes – Empreendimento Alterosas em Ribeirão das Neves (Região Metropolitana de BH) e Conjunto Cosmos na Região Metropolitana de Campinas (SP).



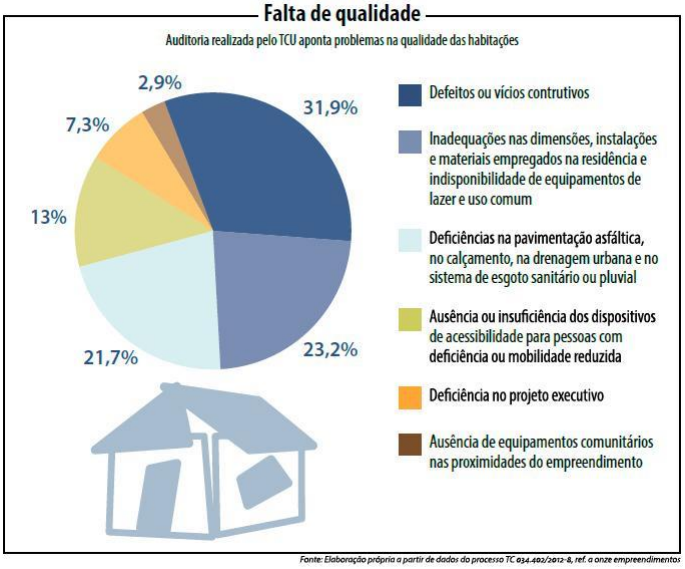
Fonte: Rufino (2015, p. 63).

Uma pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) com representantes de mais de 7 mil famílias em 2014 demonstrou aspectos subjetivos da satisfação de beneficiários quanto às moradias da Faixa 1 do PMCMV. Questões como desempenho, entorno, inserção urbana e bem-estar foram avaliadas por meio de perguntas objetivas que visavam capturar as

diferentes dimensões do problema habitacional. A satisfação com a inserção urbana foi o item pior avaliado, seguido pela percepção de mudança no custo de vida, pela satisfação em relação à unidade habitacional e pela percepção de bem-estar. Dentro do item “satisfação em relação à unidade habitacional” as dimensões foram o subitem pior avaliado, seguido pela temperatura, umidade, distribuição dos cômodos e iluminação (IPEA, 2014).

Outra pesquisa realizada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) em HIS do PMCMV, divulgada em 2018, apontou que “73,4% dos moradores sofrem com a falta de escolas e creches nas redondezas; 70,2% afirmam não ter unidade básica de saúde; 68,1% não têm comércio próximo; e 46,8% julgam o transporte público insuficiente para a demanda” (SENADO, 2018). A Figura 7 traz problemas associados à baixa qualidade das HIS entregues, de acordo com essa pesquisa.

Figura 7 - Problemas na qualidade das habitações.



Fonte: https://www12.senado.leg.br. Acesso em set. 2018.

Confrontados com a insatisfação frente às características de suas moradias, os usuários das tipologias horizontais empreendem melhorias por conta própria. A tentativa é a de adequarem o ambiente físico às suas necessidades, bem como de acomodarem adequadamente as transformações nos perfis familiares esperáveis ao longo do tempo (DE LA JARA, HIDALGO, HANSEN, 2011), o que faz da autoconstrução prática comum em HIS brasileiras. Essa prática ocorre quando a família, na medida de sua disponibilidade “decide e constrói, por conta própria, a sua casa, utilizando seus próprios recursos e, em

vários casos, mão-de-obra familiar, de amigos ou ainda contratada" (MENDONÇA e COSTA, 2011).

Para Santos (2014), "a paisagem não é dada para todo o sempre, é objeto de mudança. É um resultado de adições e subtrações sucessivas. É uma espécie de marca da história do trabalho, das técnicas." Ocorre que quando tal mudança se dá de maneira predominantemente espontânea, consequências para além da estética podem ser percebidas por quem as habita, como o desconforto térmico e insalubridade do ar. Esses decorrem de aspectos relativos à materialidade de superfícies, densidades edilícias, graus de permeabilidade/impermeabilidade do solo e presença/ausência de vegetação urbana.

A inflexibilidade dos projetos ofertados pelo PMCMV frequentemente associa-se à rigidez construtiva caracterizada pela utilização de tecnologias autoportantes, dificultando a realização de intervenções (VILLA *et al.,* 2017). Em alguns conjuntos, as plantas oferecidas ainda restringem o sentido de ampliação para frente e/ou fundos do lote padrão. Decorrem dessa limitação a obstrução de aberturas para iluminação e ventilação quando da realização de ampliações e, com isso, a criação de cômodos sem acesso à radiação solar e ventilação natural nas habitações, representando riscos à saúde de seus moradores (SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2021).

Resultados de pesquisa anterior (BORTOLI, 2018)[13] identificaram maneiras através das quais reformas autoconstruídas podem comprometer o conforto térmico e colocar em risco o bem-estar e a saúde de seus moradores. A referida pesquisa, dentre outros objetivos, pretendia compreender a realidade de HIS do PMCMV com enfoque na análise do conforto ambiental em conjunto habitacional de interesse social (CHIS) conhecido como Residencial Sucesso Brasil (RSB), situado em Uberlândia (MG).

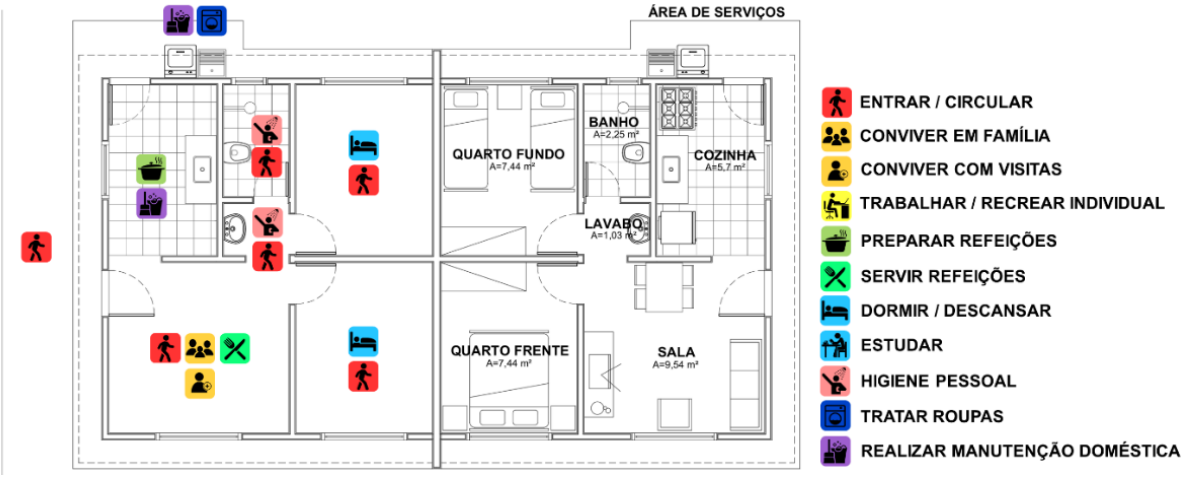
Para isso, teve suas análises sistematizadas sobre quatro indicadores de conforto ambiental endereçados a HIS, quais sejam: o desempenho térmico; ventilação, iluminação e umidade; estanqueidade de vedos e esquadrias e estanqueidade acústica. Os indicadores elencados encontram relevância nas palavras de Pasternak (2016, p. 56), quanto aos aspectos que definem uma habitação saudável:

[13] Refere-se à dissertação de mestrado desenvolvida pela autora.

> Para que uma casa seja saudável, é necessário que se reúna as condições impostas pelas necessidades fisiológicas do homem, a saber: temperatura adequada, fornecendo um microclima agradável; ar interior puro e com condições adequadas de circulação, iluminação natural e artificial, bem-estar acústico e projeto adequado, de tal forma que os ocupantes possam realizar seus afazeres sem fadiga excessiva, oportunidade de exercício e lazer ativo e passivo.

Bortoli (2018) observou que a proposta de compartimentação do embrião entregue no RSB, contemplando dois quartos, sala, cozinha, banheiro e circulação, favorece a sobreposição de usos, além de desfavorecer a realização de duas das atividades essenciais defendidas por Pereira (2015): trabalhar/recrear individual e estudar, conforme ilustra a Figura 8.

Figura 8 - Setorização de atividades.



Fonte: PEREIRA (2015), adaptado por BORTOLI (2018).

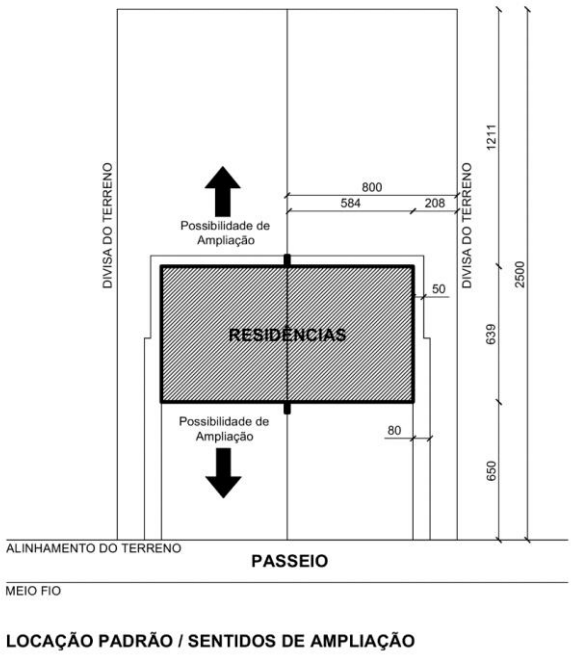
Apesar de ser previsível a transformação dessas casas no decorrer do tempo para melhor se adequarem às necessidades dos moradores, devido à sua forma de implantação e setorização, tem-se que as possibilidades para realização de tais ampliações são restritas à frente e fundos do lote (Figura 10).

Com relação ao indicador “desempenho térmico”, de especial interesse para a presente tese, foi verificado que, tanto nos embriões como nas ampliações, são utilizados materiais construtivos incompatíveis à realidade climática da Zona Bioclimática 4, na qual se encontra a cidade de Uberlândia (elevados coeficientes de absortância e transmitância térmica), como o concreto para vedações e o fibrocimento para coberturas. Nesse cenário, mais da metade

dos moradores entrevistados avaliaram suas casas como quentes durante o período da primavera-verão, no que a utilização de dispositivos mecanizados para atenuação da sensação climática chamou especial atenção (70% os utilizavam – ventiladores, umidificadores, ares-condicionados).

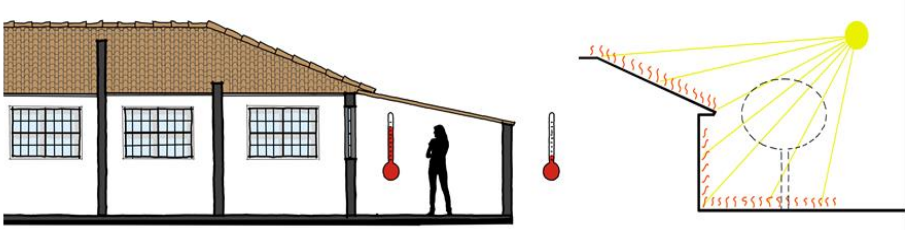
Em visita às moradias, constatou-se que a construção de novas coberturas contíguas ao projeto embrião contribuem para o aquecimento e abafamento da edificação (Figuras 9 e 10). Soma-se a isso a ausência de vegetação em 12,5% das casas e a impermeabilização acima do coeficiente permitido por lei em 43% das casas, que também contribuem para sensação de calor no interior dos ambientes, aumentando a absorção superficial da radiação solar.

Figura 9 – Sentidos de ampliação possíveis.



Fonte: BORTOLI (2018).

Figura 10 - Aquecimento promovido por ampliações contíguas ao embrião.



Fonte: BORTOLI (2018).

Foi verificado que 82,5% dos entrevistados ainda tinham desejo de modificar algo na casa, incluindo nas motivações o desejo de torná-las mais arejadas. Sobre a ventilação, em 4 casas visitadas a velocidade do ar nos quartos dos fundos não superou os 0,1 m/s. Nos demais cômodos originais de 6 casas, as velocidades do ar superaram os 0,1 m/s, chegando a 0,24 m/s em uma casa onde não foram realizadas intervenções/ampliações na frente e as varandas dos fundos e lateral são permeáveis (não vedadas verticalmente).

Paralelamente, em outra casa, observou-se que a velocidade do ar na sala atingiu apenas 0,02 m/s, o que se deveu principalmente ao fato de não existirem janelas na sala e cozinha: a janela da cozinha foi removida e a parede onde ficava a janela da sala tornou-se acesso para uma varanda frontal criada para acomodar os serviços de um salão de beleza.

Simões, Leder e Labaki (2021) também discutiram os efeitos negativos de ampliações autoconstruídas sem apropriada orientação técnica sobre o conforto térmico, que se tornam ainda mais graves frente à tendência de adensamento total do lote. Outro impacto especialmente significativo para beneficiários de HIS é a dependência de energia elétrica condicionada pelo desconforto térmico constante, ameaçando o orçamento familiar de um público que já é de baixa renda. De acordo com as autoras,

> Conforto térmico – um importante determinante nas avaliações globais de vida [20] – é imediatamente afetado pela construção e, consequentemente, impacta diretamente seus ocupantes. Nas casas, condições mínimas de conforto são essenciais, principalmente quando se considera que para a população de baixa renda desconforto térmico da população levará a altos custos de energia ao tentar minimizar seus efeitos. O cenário de construção precária de habitação social tem sido bem discutido ao longo dos anos, mas também devemos considerar o agravamento da saúde e conforto dos moradores causados pela reforma quando feita sem assistência técnica (SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2021. p. 1 – Tradução livre).

A esse respeito, Ayoade (2013, p. 295) ainda coloca que

> Infelizmente, os contatos culturais muito intensos têm levado recentemente à adoção de estilos de residências e escolhas de materiais de construção que não estão em harmonia com as condições climáticas reinantes. Isto acontece particularmente no caso das áreas de baixas latitudes, onde os tipos de construções adaptadas as regiões temperadas estão sendo erguidas em

> nome da modernização. É desnecessário dizer que tais estruturas não são naturalmente tão confortáveis quanto as tradicionais, embora sejam mais elegantes e esteticamente agradáveis. Tais estruturas são habitáveis somente por causa da modificação artificial do clima interior, através do uso de ventiladores e de condicionadores de ar que são, além de caros, de um elevado custo de manutenção e uso, porque consomem muita energia elétrica. Por causa da ineficiência do suprimento de energia em muitas áreas dos países tropicais, essas estruturas tornam-se muito desconfortáveis quando há corte de energia, fato que infelizmente ocorre com frequência.

Outras pesquisas denotaram os impactos das metamorfoses urbanas sobre o conforto térmico humano e outros indicadores associados, expondo reflexões sobre alternativas de planejamento para correção ambiental. Freitas *et al.* (2019) verificaram que o processo de urbanização causou aumento do acúmulo de calor e agravamento do microclima urbano em 10 recintos estudados em Recife (PE). Relacionaram o adensamento urbano e a verticalização com taxas mais elevadas de acúmulo de calor em 2018, comparativamente a levantamentos feitos em 1998. Observaram um aumento de 3 (em 1998) para 7 pontos (em 2018) sendo considerados como desconfortáveis termicamente. Sugerem a utilização da vegetação como recurso para modificar o microclima em áreas urbanas consolidadas. Ademais, indicam a alternativa de redução de coeficientes de aproveitamento e aumento em taxas de permeabilidade como diretrizes para planejamento urbano.

Paralelamente, o trabalho de Costa *et al.* (2019) apresentou uma análise do desempenho climático em sítios urbanos com diferentes densidades construtivas e padrões morfológicos, na cidade de Arapiraca (AL). Compararam medições aferidas a partir de termo-higrômetros em 7 localidades diferentes, durante período tipicamente quente e seco, com tecidos urbanos variando entre horizontal, geminado, adensado e/ou disperso até vertical disperso, com mais ou menos arborização urbana. Constataram que os menores valores de temperatura se encontram nas tipologias dispersas, horizontais e verticais, seguidos da tipologia horizontal geminada arborizada. Verifica-se, por um lado, a importância da porosidade urbana à passagem do vento, favorecida por tipologias dispersas, além da evapotranspiração proporcionada pela arborização também contribuir nesse sentido. Por outro lado, observa-se que a verticalização

não necessariamente gera influência negativa sobre condições ambientais, sendo essa uma relação complexa entre geometria, materialidades, ocupação e entorno. Com isso, os autores encaminham a necessidade de revisão de instrumentos de planejamento com enfoque no urbanismo bioclimático, considerando a relação entre as dinâmicas territoriais, o adensamento urbano e o microclima.

Codemo, Favargiotti e Albatici (2022), por sua vez, destacaram a carência de ações visando resiliência ao clima e baixo carbono, devido à falta de ferramentas de planejamento adaptativas e inovadoras e à incapacidade de coordenação de múltiplos setores e escalas. Apontaram alguns desafios na obtenção dessa resiliência, principalmente relacionados à dificuldade de intervir sobre edifícios já consolidados. Com isso, sugerem a importância de assessorar a transformação do ambiente construído em relação a novas construções, para evitar ocupação urbana e regenerar o estoque existente de edificações. Por este prisma, os autores propõem um catálogo preliminar de soluções para transformações urbanas e sua experimentação em estudo de caso, analisando-se os impactos sobre as variáveis: regulação da temperatura, manejo sustentável das águas, sustentabilidade energética e saúde e bem-estar. As soluções propostas dividem-se em:

- Infraestrutura urbana: para promover equilíbrio do fluxo de águas, resiliência ecossistêmica, benefícios sociais, bio-físicos e psicológicos.
- Infraestrutura azul: para promover benefícios ao manejo sustentável de águas e resfriamento através da evaporação.
- Dispositivos de sombreamento: inclui soluções para proteger da radiação solar direta e adaptar a edificação ao aumento de temperatura, bem como reduzir a carga térmica.
- Tecnologias da edificação: tecnologias passivas para encorajar ventilação natural e melhorar relação com ganhos solares diretos.

Os trabalhos citados expõem preocupações e alternativas quanto à qualidade do ambiente térmico, salubridade do ar, sustentabilidade e eficiência energética no contexto do planejamento urbano e ambiental. A pandemia de COVID-19, em março de 2020, colocou em maior em evidência tais padrões de qualidade, especialmente no contexto residencial. De acordo com Bonduki

(2021)[14], no momento pandêmico “a moradia torna-se o lugar central da vida familiar, profissional e social. Passa a ser o lugar do trabalho, do estudo, do lazer, dos exercícios físicos, do relacionamento social”. Por essa razão, o acesso à habitação digna e saudável ganhou enorme centralidade, especialmente para a população de baixa renda.

A esse respeito, Villa *et al*. (2021) analisaram os impactos da pandemia sobre a satisfação de moradores de casas térreas e apartamentos em relação à convivência familiar e com vizinhos e outros atributos da residência. Foi aplicado um questionário via web sem restrição de público que obteve 188 respostas vindas de todo o território nacional. Os resultados indicaram um acirramento dos problemas supracitados no contexto de residências térreas, dentre os quais, merecem aqui destaque:

- O fato de que 38% sentiam-se insatisfeitos com a capacidade dos cômodos para hospedar atividades como trabalho e estudo, sendo que 37,5% relataram que no momento pandêmico essa percepção piorou;
- 20,1% sentiam-se insatisfeitos com a quantidade de cômodos em relação ao número de moradores e 19,1% tiveram essa insatisfação agravada durante a pandemia.
- 16,2% sentiam-se insatisfeitos quanto à sensação térmica e 6,4% tiveram essa percepção agravada durante a pandemia;
- 12,3% sentiam-se insatisfeitos com a ventilação natural e, para 3,7%, a percepção piorou.

A crise sanitária imposta pela pandemia rapidamente transformou-se em crise econômica, gerando perda de renda, desemprego e alta nos valores de aluguéis, repercutindo sobre estimativas de elevação do *déficit* habitacional no Brasil[15]. A população de menor renda não dispôs de recursos para rápidas melhorias habitacionais ao passo em que o tempo de permanência e lotação domiciliares aumentaram repentinamente.

Campos e Guedes (2020)[16] afirmam que, em domicílios, os riscos de transmissão da COVID-19 acontecem em várias situações. O contato entre

[14] Fonte: https://www1.folha.uol.com.br/colunas/nabil-bonduki/2021/04/as-mudancas-que-a-pandemia-gerou-nas-cidades-vieram-para-ficar.shtml . Acesso em: dezembro de 2021.
[15] Fonte: https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/09/crise-economica-deve-elevar-deficit-habitacional-para-61-milhoes-de-moradias-no-pais-diz-estudo.shtml . Acesso em: dezembro de 2021.
[16] Fonte: https://www.bbc.com/portuguese/geral-54128261. Acesso em: dezembro de 2021.

moradores é o principal, seguido da transmissão por meio de aerossóis – partículas contaminantes em suspensão no ar ou sobre superfícies, existindo algumas estratégias para minimizar a contaminação. Os autores destacam que, frente ao aumento no uso de condicionadores de ar observado no país, é importante discutir métodos de circulação de ar mais saudáveis, eficientes e acessíveis. Isso porque a maioria dos domicílios e estabelecimentos brasileiros que dispõem de ar-condicionado possuem máquinas que apenas reciclam o ar interno sem renová-lo, o que favorece a permanência de contaminantes no ambiente.

A utilização de equipamentos capazes de também renovar o ar além de condicioná-lo durante picos de temperatura, seria ideal, mas envolve altos investimentos, reduzindo significativamente sua popularidade. Ainda de acordo com os autores, “mesmo em locais com renovação mecânica, a abertura para o ar externo também é desejável”, contando com o ar-condicionado para refrigeração ou aquecimento e com a ventilação natural e seu enorme potencial de dispersão para renovação do ar.

Observa-se, no entanto, que a realidade do uso de ares-condicionados não é majoritária em moradias populares, dado seu alto custo de aquisição e manutenção (BUONOCORE *et al.*, 2023). Paralelamente e conforme visto, as ampliações autoconstruídas comprometem não só o conforto térmico como também o potencial de renovação do ar por meio da ventilação natural nas HIS brasileiras, revelando um cenário de urgente intervenção (SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2021).

As populações que dispõem de menos recursos, como as beneficiadas por HIS, são especialmente mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas, bem como à escassez de recursos naturais, esperados para o futuro próximo (ELIAS-TROSTMANN *et al.,* 2018). Nesse cenário, o clima, seus elementos e inconstâncias, incidentes sobre as moradias expostas e pessoas vulneráveis, constituem-se como estresses crônicos ou “desastres lentos que enfraquecem o tecido de uma cidade” (ARUP & THE ROCKEFELLER FOUNDATION, 2015; VILLA *et al*., 2022c).

Em seus processos e dinâmicas territoriais, principalmente em decorrência da urbanização acelerada e sem planejamento bioclimático

(DUARTE, 2015), percebe-se que o provimento de moradia adequada ao clima tem falhado no país. Tais fatores vem comprometendo, em última análise, a saúde pública e o efetivo exercício de cidadania nas cidades brasileiras.

Entre 2009 e 2019, o PMCMV contratou a construção de mais de 6 milhões de moradias (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021). Defronte a magnitude dos investimentos públicos realizados até então e a baixa qualidade do estoque de moradias disponível, constatada por diversos trabalhos (de iniciativa acadêmica e governamental), considera-se necessário discutir a orientação adequada de reformas que deverão ocorrer nesse setor. Nas palavras de Kowaltowski *et al.* (2018, p. 726 - tradução livre),

> as construções do PMCMV demandarão melhoramentos a fim de atender as necessidades e aspirações de seus usuários. Reforços estruturais, eficiência energética e conforto ambiental são os alvos primários de reformas, mas as questões de *design* arquitetônico funcional e estético devem também ser incluídas.

O descompasso entre os elevados números da oferta de moradias do PMCMV, por um lado, e os diversos problemas que as mesmas têm hospedado é alarmante, especialmente em termos de sua adequação climática (BORTOLI, 2018). Nesse sentido, alguns estudos recentes demonstraram o papel central do projeto arquitetônico no favorecimento (ou não) de oportunidades de controle e adaptação ambiental em edificações residenciais (TORRIANI *et al.,* 2023), alinhados com requisitos atuais de conforto térmico e salubridade.

Cheshmehzang (2021) analisou a desigualdade no conforto térmico percebido em 10 tipologias residenciais diferentes no Reino Unido. Ele constatou que as mais compactas, com menos aberturas (consideradas como janelas e portas) e sem acesso a varandas ou jardins comuns, geralmente destinadas a baixa renda, tinham as menores avaliações de satisfação em geral, especialmente em relação aos indicadores de privacidade, iluminação e fluxo de ar.

Por sua vez, Thapa *et al.* (2020) observaram que durante a pandemia, a insatisfação dos indianos com a temperatura de suas casas se acentuou proporcionalmente ao aumento do número de dias de confinamento, optando por manter as janelas fechadas durante o dia para evitar ganhos de calor por convecção e por fazer uso mais cedo do ventilador, em comparação com um

estudo pré-pandemia - o que favoreceu uma redução na renovação do ar e um aumento nas contas de energia.

Em um estudo envolvendo medições de campo e simulação computacional de uma residência estudantil no Egito, Elshafei *et al.* (2017) constataram que o ambiente construído não oferece condições de conforto térmico em nenhum período do ano, seja com janelas fechadas ou abertas. Variações propostas na posição e dimensões da área de ventilação efetiva, por meio de simulação computacional, aumentaram consideravelmente a velocidade do ar e o conforto térmico.

Malta, Rabbi e Nico-Rodrigues (2022) estudaram o potencial do sistema de cobertura e percentuais de áreas de ventilação efetivas na melhoria do conforto térmico e velocidade do ar em habitações sociais brasileiras localizadas na Zona Bioclimática 8. As estratégias consideraram as recomendações estabelecidas pela Norma NBR 15220 - parte 3 (ASSOCIAÇÃO..., 2003) e a Norma NBR 15575 - parte 1 (ASSOCIAÇÃO..., 2021). Os melhores resultados combinados para as coberturas foram telhas termoacústicas de 30 mm com revestimento de PVC, ático ventilado, janelas com duas persianas verticais e área de ventilação efetiva de 20%.

Loche, Fonseca e Carlo (2018), por sua vez, assumem como fato dado a tendência de autoconstrução e completo adensamento de lotes urbanos ocupados por HIS e assentamentos informais. Amparando-se em análise previa realizada por Mororó (2012) sobre os padrões de ampliação de moradias em uma ocupação irregular no Planalto Pici, em Fortaleza, as autoras simularam a influência de estratégias passivas de construção (bioclimáticas) sobre seu conforto térmico, utilizando a simulação termoenergética como ferramenta de tomada de decisões.

A partir disso, identificaram propostas de reformas com elevado potencial, destacando a importância de reconhecer e considerar “costumes e técnicas construtivas da população local e, ao mesmo tempo, agregando estratégias que garantam qualidade às habitações em terrenos com diversas limitações físicas, contribuindo assim para diminuição do consumo de energia”.

Diante das reflexões expostas, entende-se que importantes investimentos precisam ser feitos a fim de garantir provisão de moradias adequadas para quem precisa – e tudo aquilo que essa adequada provisão envolve. A expectativa é

que os aprendizados rendidos de experiências anteriores se reflitam nas práticas de projeto de HIS novas e reformas de HIS existentes.

Com relação às HIS novas, a iniciativa habitacional governamental passou por reformulações em 2021, no escopo do então proposto Programa Casa Verde e Amarela, que anunciou o interesse em se engajar na oferta de moradias e na melhoria habitacional por meio da adequação fundiária e realização de reformas (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

Importantes alterações nas especificações mínimas para unidades habitacionais foram publicadas, por meio da Portaria 959/2021[17], colocando em evidência a obrigatoriedade de cumprir níveis mínimos de desempenho em todos os subsistemas edificados. No item “Estratégias de Conforto”, o uso da simulação computacional, quando o método simplificado pela NBR 15575 (2021) não se enquadrar, é requerido. Além disso, a necessidade de aplicar estratégias passivas para garantia de conforto nas novas unidades habitacionais foi exigida pela primeira vez:

> I. Estratégias passivas:
> a) O projeto deve explorar ao máximo estratégias passivas para garantir o conforto das unidades habitacionais, com o aproveitamento da iluminação e ventilação natural, por meio da forma do edifício, escolha adequada de fechamentos, escolha adequada de paredes externas e coberturas, disposição e tamanho das aberturas, tipos de esquadrias, sempre de acordo com o clima local para aumentar o conforto ambiental e o desempenho termoenergético da Unidade Habitacional.

Retomado a partir da Portaria MCID 725[18], em 2023, o PMCMV manteve as exigências quanto ao Conforto Ambiental. Além disso, a área mínima de casas foi de 36 m² para 40 m², e, de apartamentos, foi de 39 m² para 41,5 m². Com isso, as portarias tornaram-se marcos regulatórios para a produção de novas HIS mais adequadas ao clima e necessidades funcionais de seus usuários.

[17] Estabelece requisitos para a implementação de empreendimentos habitacionais no âmbito da linha de atendimento Aquisição subsidiada de imóveis novos em áreas urbanas, integrante do Programa Casa Verde e Amarela.
[18] Dispõe sobre as especificações urbanísticas, de projeto e de obra e sobre os valores de provisão de unidade habitacional para empreendimentos habitacionais no âmbito das linhas de atendimento de provisão subsidiada de unidades habitacionais novas em áreas urbanas com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial e do Fundo de Desenvolvimento Social, integrantes do Programa Minha Casa, Minha Vida, de que trata a Medida Provisória nº 1.162, de 14 de fevereiro de 2023.

Com relação ao estoque de moradias existentes (mais de 6 milhões entre 2009 e 2020, apenas pelo PMCMV), sua inadequação (inclusive climática) é fruto de especificações mínimas de programas habitacionais menos compreensivas (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021). Além disso, segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU), possui ligação direta com a ausência da Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social (ATHIS) no pós-entrega e realização de transformações. Observa-se que a autoconstrução informal aumenta a inadequação pois introduz na moradia a incerteza gerada pela obra sem assessoria técnica profissional.

Um estudo de Villa *et al.* (2022a) com 20 moradores de um CHIS horizontal em Uberlândia (MG) verificou que todos realizaram reformas, dentre os quais apenas 2 tiveram ajuda de pedreiro ou servente e nenhum de profissional Arquiteto e Urbanista. Apesar disso, 6 disseram que contratariam um Arquiteto e Urbanista caso tivessem o recurso disponível. Paralelamente, apenas 15% dos brasileiros constroem recebendo orientação de Arquiteto e Urbanista ou Engenheiro Civil, segundo pesquisa do CAU/SC em 2015[19], figurando entre os principais motivos a falta de recurso e o desconhecimento.

Desde 2008, a Lei de ATHIS nº 11.888[20] assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de HIS. No entanto, em função de sua ainda reduzida aplicação, falha em prover assessoria técnica a quem precisa. Enquanto isso, há estudos sugerindo que os arquitetos não têm acesso a informações confiáveis sobre modelos e abordagens de sucesso para projeto de HIS e que há maneiras limitadas para que profissionais experientes compartilhem suas metodologias e experiências obtidas no campo (AHRENTZEN, 2006).

Diante desse cenário, desde 2017, o CAU/BR e UFs têm dedicado uma parcela de 2% dos recolhimentos para incentivo a assistência técnica gratuita e de qualidade para HIS. Diversos editais de patrocínio com enfoque na prestação de ATHIS, produção e disseminação de conhecimentos sobre a área têm sido lançados pelo conselho[21], contribuindo para ampliar seu alcance como um direito

[19] Disponível em: https://caubr.gov.br/pesquisa2015/ . Acesso em: setembro de 2020.
[20] Fonte: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11888.htm . Acesso em: setembro de 2020.
[21] Fonte: https://caubr.gov.br/moradiadigna/ . Acesso em: maio de 2022.

humano, capaz de aproximar a Arquitetura e Urbanismo da população de baixa renda (AMIRATI, 2019, p. 64).

Solidariamente a essas iniciativas, considera-se essencial que novas pesquisas na área (independentemente da obtenção de patrocínio) desenvolvam-se cada vez mais com enfoque na disseminação de dados de avaliações para elaboração de propostas inovadoras baseadas em evidências (KOWALTOWSKI, 2018), capazes de orientar a obtenção de moradias mais saudáveis e resilientes ao clima.

Afinal, o acolhimento de projetistas e usuários por meio do provimento de informações e orientações para obtenção de HIS resilientes a partir da garantia de conforto térmico é uma preocupação legítima, haja vista os impactos do clima urbano e suas mudanças ora discutidos. Com isso, entende-se que o manejo combinado da exposição do ambiente e da vulnerabilidade das pessoas sejam passos essenciais nesse processo. O objetivo é a obtenção de edificações cada vez mais eficientes em sua relação com o clima, que subsidiem e encorajem a manifestação de comportamentos adaptativos por parte de seus usuários.

1.3 Resiliência a partir do conforto térmico em HIS horizontais

A resiliência é qualidade fundamental às HIS brasileiras, cuja produção impressiona pelo número de unidades entregues e contratadas, pela mobilização financeira proporcionada e pela contraditória baixa qualidade arquitetônica, urbanística e construtiva apresentada. A reduzida adequação climática, especialmente, compromete social e financeiramente comunidades inteiras beneficiadas por programas habitacionais sociais (BORTOLI, 2018).

O termo resiliência surgiu na área da ecologia, na década de 70, gerando debate entre economistas, engenheiros, psicólogos, e outros especialistas. As raízes etimológicas do termo vêm da palavra latina *resilio*, significando capacidade de se recuperar. Como conceito acadêmico, suas origens e significado são mais ambíguos (MEEROW *et al.*, 2015). De acordo com Holling (1973), ecólogo e um dos primeiros teóricos a postular sobre o termo, há duas principais definições: uma que foca na eficiência, constância e previsibilidade como atributos desejáveis na engenharia e *design* à prova de falhas; e outra que foca na persistência, mudança e imprevisibilidade, celebrados entre biólogos

como características de um *design* que admite falhas seguras como forma de evolução.

De acordo com o autor, a primeira definição, e a mais tradicional, refere-se a busca ou manutenção de um sistema estável, onde a resiliência é mensurada pela resistência contra uma dada perturbação e a velocidade de retorno à condição anterior de equilíbrio. Tal conceito provê fundamentos à teoria da economia e é conhecido como *Engineering Resilience*. A segunda definição se refere a um sistema onde instabilidades alteram completamente seu regime de operação rumo a um novo domínio de estabilidade. Nesse caso, a resiliência é definida pela quantidade de distúrbio que esse sistema pode absorver antes de transformar sua própria estrutura para ser capaz de lidar com a nova situação colocada. O autor nomeia tal conceito como *Ecological Resilience* (HOLLING, 1973).

A variedade conceitual do termo resiliência pode ser benéfica ao permitir seu funcionamento como um conceito comum aplicável a múltiplos contextos sociais, capaz, portanto, de promover a colaboração científica multidisciplinar. Nos últimos anos, a popularidade do termo explodiu no meio acadêmico e em discursos políticos, devido ao seu apelo revolucionário, ao oferecer uma alternativa ao atual modelo de produção social. À medida que as cidades continuam a crescer e a lidar com incertezas e desafios, como a mudança climática e instabilidades econômicas e sociais, a resiliência urbana torna-se um conceito cada vez mais atraente (GARCIA & VALE, 2017).

A propósito das cidades, Meerow *et al.* (2015) concluíram que não há explícita definição da resiliência urbana, com base em um estudo sobre os principais autores que discutiram o termo nas últimas quatro décadas. O Quadro 3 apresenta uma revisão das 25 principais definições de “resiliência urbana” encontradas na literatura pelos autores, categorizadas de acordo com a autoria, a área do conhecimento em que se inserem e o número de citações (ou relevância).

Os autores que discutem o tema abordam superficialmente as questões inerentes à complexidade do sistema urbano, tornando difícil aplicar ou testar a teoria empiricamente. Considerando isso, Meerow *et al.* (2015) propuseram uma definição integradora para o termo, capaz abranger as especificidades do urbano e permanecer flexível para se adaptar a outras disciplinas:

Resiliência Urbana se refere à habilidade de um sistema urbano – e todas as redes socioecológicas que a compõem através das escalas temporal e espacial – em manter ou rapidamente retornar às funções desejadas face a distúrbios, se adaptar e mudar, e rapidamente transformar sistemas que limitam a capacidade adaptativa futura ou atual (MEEROW *et al.*, 2015, p. 2 – Tradução livre).

Quadro 3 - Definições da resiliência urbana.

	Author (year)	Subject area	Citation count	Definition
1	Alberti et al. (2003)	Agricultural and biological sciences; environmental science	212	"... the degree to which cities tolerate alteration before reorganizing around a new set of structures and processes" (p. 1170).
2	Godschalk (2003)	Engineering	113	"... a sustainable network of physical systems and human communities" (p. 137).
3	Pickett et al. (2004)	Agricultural and biological sciences; environmental science	101	"... the ability of a system to adjust in the face of changing conditions" (p. 373).
4	Ernstson et al. (2010)	Environmental science; social sciences	46	"To sustain a certain dynamic regime, urban governance also needs to build transformative capacity to face uncertainty and change" (p. 533).
5	Campanella (2006)	Social sciences	44	"... the capacity of a city to rebound from destruction" (p. 141).
6	Wardekker et al. (2010)	Business management and accounting; psychology	30	"... a system that can tolerate disturbances (events and trends) through characteristics or measures that limit their impacts, by reducing or counteracting the damage and disruption, and allow the system to respond, recover, and adapt quickly to such disturbances" (p. 988).
7	Ahern (2011)	Environmental science	24	"... the capacity of systems to reorganize and recover from change and disturbance without changing to other states ... systems that are "safe to fail" (p. 341).
8	Leichenko (2011)	Environmental science; social sciences	20	"... the ability ... to withstand a wide array of shocks and stresses" (p. 164).
9	Tyler and Moench (2012)	Environmental science; social sciences	11	"... encourages practitioners to consider innovation and change to aid recovery from stresses and shocks that may or may not be predictable" (p. 312).
10	Liao (2012)	Environmental science	6	"... the capacity of the city to tolerate flooding and to reorganize should physical damage and socioeconomic disruption occur, so as to prevent deaths and injuries and maintain current socioeconomic identity" (p. 5).
11	Brown et al. (2012)	Environmental science; social sciences	5	"... the capacity ... to dynamically and effectively respond to shifting climate circumstances while continuing to function at an acceptable level. This definition includes the ability to resist or withstand impacts, as well as the ability to recover and re-organize in order to establish the necessary functionality to prevent catastrophic failure at a minimum and the ability to thrive at best" (p. 534).
12	Lamond and Proverbs (2009)	Engineering	5	"... encompasses the idea that towns and cities should be able to recover quickly from major and minor disasters" (p. 63).
13	Lhomme et al. (2013)	Earth and planetary sciences	4	"... the ability of a city to absorb disturbance and recover its functions after a disturbance" (p. 222).
14	Wamsler et al. (2013)	Business management and accounting; energy; engineering; environmental science	3	"A disaster resilient city can be understood as a city that has managed... to: (a) reduce or avoid current and future hazards; (b) reduce current and future susceptibility to hazards; (c) establish functioning mechanisms and structures for disaster response; and (d) establish functioning mechanisms and structures for disaster recovery" (p. 71).
15	Chelleri (2012)	Earth and planetary sciences; social sciences	2	"... should be framed within the resilience (system persistence), transition (system incremental change) and transformation (system reconfiguration) views" (p. 287).
16	Hamilton (2009)	Engineering; social sciences	2	"ability to recover and continue to provide their main functions of living, commerce, industry, government and social gathering in the face of calamities and other hazards" (p. 109)
17	Brugmann (2012)	Environmental science; social sciences	1	"the ability of an urban asset, location and/or system to provide predictable performance – benefits and utility and associated rents and other cash flows – under a wide range of circumstances" (p. 217).
18	Coaffee (2013)	Social sciences	1	"... the capacity to withstand and rebound from disruptive challenges ..." (p. 323).
19	Desouza and Flanery (2013)	Business management and accounting; social sciences	1	"ability to absorb, adapt and respond to changes in urban systems" (p. 89).
20	Lu and Stead (2013)	Business management and accounting; social sciences	1	"... the ability of a city to absorb disturbance while maintaining its functions and structures" (p. 200).
21	Romero-Lankao and Gnatz (2013)	Environmental science; social sciences	1	"... a capacity of urban populations and systems to endure a wide array of hazards and stresses" (p. 358).
22	Asprone and Latora (2013)	Engineering	0	"... capacity to adapt or respond to unusual often radically destructive events" (p. 4069).
23	Henstra (2012)	Social sciences	0	"A climate-resilient city ... has the capacity to withstand climate change stresses, to respond effectively to climate-related hazards, and to recover quickly from residual negative impacts" (p. 178).
24	Thornbush et al. (2013)	Energy; engineering; social sciences	0	"... a general quality of the city's social, economic, and natural systems to be sufficiently future-proof" (p. 2).
25	Wagner and Breil (2013)	Agricultural and biological sciences	0	"... the general capacity and ability of a community to withstand stress, survive, adapt and bounce back from a crisis or disaster and rapidly move on" (p. 114).

Fonte: MEEROW *et al.* (2015, p. 4).

Mais recentemente, a discussão em resiliência tem incluído especialmente a dimensão social e a criatividade humana como chaves para lidar com impactos diversos nos grandes centros urbanos. Ganha destaque a capacidade de superar e responder positivamente ao estresse após três etapas:

> 1. Resiliência como estabilidade: capacidade de absorção;
> 2. Resiliência como restabelecimento: recuperação;
> 3. Resiliência como transformação: criatividade.
> (MAGUIRE & CARTWRIGHT, 2008, p. 10 – Tradução livre).

A resiliência como estabilidade define a quantidade de perturbação que um sistema urbano é capaz de absorver antes de se alterar, sendo que uma comunidade resiliente apresenta limites elevados de tolerância ao estresse. A resiliência como restabelecimento está relacionada à capacidade de se recuperar, mensurada em termos de tempo necessário à recuperação após impacto, sendo que uma comunidade mais resiliente recupera-se relativamente rápido. Já a resiliência como transformação se refere à capacidade de uma comunidade em responder à mudança adaptativamente. Isto é, ao invés de simplesmente restabelecer o estado original, significa ter a capacidade de estabelecer um novo estado mais adaptado ao novo contexto colocado (MAGUIRE & CARTWRIGHT, 2008).

Rodin (2015) endossa que a resiliência é a capacidade de qualquer entidade – seja um indivíduo, comunidade, organização, sistema urbano ou natural – em antecipar rupturas, se recuperar após estresses e se adaptar e crescer a partir da experiência. Para a autora, na medida em que se desenvolve a resiliência de um sistema, este torna-se mais preparado a prevenir e mitigar impactos: “à medida em que um sistema se torna mais experiente no gerenciamento de rupturas e especializado na construção da resiliência, torna-se capaz de criar e tirar vantagem de novas oportunidades em tempos favoráveis ou não” (RODIN, 2015).

Agendas urbanas de relevância internacional – como a *New Urban Agenda* (NUA) de 2017[22], a Agenda 2030[23] e seus objetivos de desenvolvimento sustentável, de 2015, e o Acordo de Paris, de 2016 e o IPCC, desde 2014 com o AR4, reforçado em 2022 no AR5 (vide tópico 1.1) – têm colocado

[22] Fonte: http://habitat3.org . Acesso em: jul. 2018.
[23] Fonte: https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs. Acesso em: jul. 2018.

recorrentemente a resiliência como força motora no combate à vulnerabilidade das cidades. Nesse sentido, a resiliência pode ser compreendida como oposta a um estado de vulnerabilidade (IPCC, 2014), no qual as condições de precariedade físico-territorial e social, dos modos de vida e históricas de populações, amplificam sua vulnerabilidade, impedindo um estado de resiliência dos sistemas urbanos (SMITH, KLEIN e HUQ, 2003).

Diversas disciplinas dedicaram-se ao estudo da resiliência, como a física, a ecologia, a psicologia e o urbanismo, sendo, no entanto, ainda recentes as pesquisas relacionando os temas “resiliência no ambiente construído”, “clima” e “conforto térmico”, como as citadas na sequência.

Homaei e Hamdy (2021) defendem que, frente às incertezas trazidas pelas mudanças climáticas, “edifícios como instalações com custos significativos devem ser capazes de reagir a essas mudanças e manter seu desempenho e funcionalidade”. Para isso, desenvolveram uma métrica de avaliação da resiliência térmica de edificações no contexto de eventos disruptivos, como ondas de calor. A métrica baseia-se na aferição do quanto as edificações em cenários disruptivos distanciam-se de uma performance térmica esperada, em termos de temperatura do ar, de acordo com a fase da resiliência em que ocorrem. As fases propostas são: preparação, absorção, adaptação e recuperação.

A partir de aplicação em caso hipotético, deduziram que a introdução de estratégias passivas de *design* elevaria significativamente a resiliência durante eventos disruptivos. Sugerem ainda, que a métrica de resiliência térmica proposta auxilia o (re)*design* de edifícios novos ou existentes termicamente resilientes, podendo subsidiar revisões em métodos de certificação de sustentabilidade e eficiência energética, provendo mais uma informação útil para consumidor.

Attia *et al.* (2021) definiram um conjunto de critérios – vulnerabilidade, resistência, robustez e capacidade de recuperação –, que influenciam a resiliência de edificações (em contexto de risco de sobreaquecimento), detalhados no Quadro 4. Tais fatores podem ajudar a desenvolver indicadores de desempenho de soluções de resfriamento passivo e ativo em edifícios contra dois fatores disruptivos da qualidade ambiental térmica interna - ondas de calor e quedas de energia.

Além disso, sugeriram questões essenciais a serem consideradas em projetos de edifícios termicamente resilientes, tais como: a identificação dos impactos e eventos climáticos contra os quais os edifícios devem ser resilientes; a escala do sistema avaliado; a cronologia e estágios da resiliência; os limites e condições de conforto críticas do sistema e os fatores que influenciam a habilidade de edifícios serem resilientes ao clima, com enfoque na capacidade de resfriamento.

Quadro 4 – Definições de características de resiliência ao calor e fatores de risco.

	VULNERABILIDADE	RESISTÊNCIA	ROBUSTEZ	RECUPERABILIDADE
Características da resiliência para resfriamento	**Risco de exposição ao sobreaquecimento**	**Severidade da exposição ao sobreaquecimento**	**Ajuste à exposição ao sobreaquecimento**	**Recuperação pós exposição ao sobreaquecimento**
Fatores de risco	Cenários de mudanças climáticas Eventos de ondas de calor Quedas de energia Ilhas de calor urbanas Alteração de cargas (ocupação, solar ou outras cargas térmicas)	Design da edificação (área envidraçada, massa térmica, ...) Características da tecnologia de refrigeração Nível de autonomia energética	Potencial de adaptação do usuário Potencial de interação usuário x sistemas Potencial de adaptação do edifício (zonas de segurança térmica, ...) Nível de prontidão inteligente (adaptação do sistema) Possibilidade de controle de emergência Disponibilidade de back-up para sistema energético	Design da edificação Características da tecnologia de refrigeração Habilidade de aprendizado do edifício, sistemas e usuários

FATORES QUE INFLUENCIAM RESFRIAMENTO RESILIENTE DE EDIFÍCIOS

Fonte: ATTIA *et al.* (2021, p. 8 – tradução livre).

Além disso, sugeriram questões essenciais a serem consideradas em projetos de edifícios termicamente resilientes, tais como: a identificação dos impactos e eventos climáticos contra os quais os edifícios devem ser resilientes; a escala do sistema avaliado; a cronologia e estágios da resiliência; os limites e condições de conforto críticas do sistema e os fatores que influenciam a habilidade de edifícios serem resilientes ao clima, com enfoque na capacidade de resfriamento.

Shweiker (2020) problematiza a componente do comportamento humano na obtenção de resiliência a partir do conforto térmico. Destaca a necessidade de mudar foco de soluções ótimas restritas ao ambiente físico para o entendimento da relação entre *design* e operação que ampliem resiliência humana e interações com ambiente. Com isso, sugere que uma associação

entre a resiliência das pessoas e do edifício propriamente dito tem direta repercussão sobre a experiência do ambiente térmico e magnitude no consumo de energia elétrica para lidar com o clima. Como contribuição, define habilidades não só dos edifícios, como também das pessoas, que concorrem para obtenção de resiliência e conforto térmico frente ao clima:

- *Resiliência do edifício:* depende de características do edifício (massa térmica, diferença de temperaturas externas e internas, aberturas, controles, etc) capazes de conferir robustez e elasticidade frente ao impacto climático;
- *Resiliência das pessoas:* depende de características pessoais (fisiológicas, comportamentais, controle percebido, personalidade, conhecimento, etc) capazes de conferir resistência, adaptabilidade e recuperabilidade frente ao impacto climático.

Ademais, uma associação entre essas habilidades de resiliência e paradigmas da área de conforto térmico foi apresentada, chamando a atenção: a neutralidade térmica, baseada na robustez e elasticidade das edificações; e o conforto adaptativo, baseado na resistência, adaptabilidade e recuperabilidade das pessoas. Em relação à adaptabilidade das pessoas, Brooks (2003) também faz uma contribuição ao assunto, do ponto de vista social, ao defini-la como a habilidade ou capacidade humana de modificar ou ajustar comportamentos para lidar melhor com estresses reais ou antecipados.

Abordando os temas "resiliência do ambiente construído" e "conforto térmico" especificamente em relação à produção de HIS, mais alguns estudos contribuíram com importantes reflexões, merecendo destaque na sequência. Segundo a EY (2018), no relatório "*Should resilience begin with the home? How cities can finance and deliver resilient social housing to deliver better outcomes for residentes*"[24], um projeto de HIS resiliente é aquele em que os investimentos em infraestrutura física e programas sociais ajudam os moradores a resistir aos choques e estresses cada vez mais frequentes do século XXI. Para isso,

[24] Tradução livre: A resiliência deve começar com o lar? Como as cidades podem financiar e fornecer habitação social resiliente para oferecer melhores resultados para os moradores. Fonte: https://resilientcitiesnetwork.org/downloadable_resources/UR/Should-Resilience-Begin-At-Home.pdf . Acesso em: janeiro de 2022

colocam 10 princípios de design que HIS resilientes devem possuir, dentre os quais destacaram-se:

> 1 - Compreender os riscos físicos de longo prazo que os edifícios podem enfrentar e construí-los para permanecerem operacionais e habitáveis sob essas ameaças;
> 2 - Minimizar os custos do ciclo de vida considerando as operações de longo prazo e os requisitos de manutenção e integrando recursos de sustentabilidade;
> 3 - Incorporar infraestrutura verde no projeto para melhorar a qualidade do ar, reduzir os efeitos da ilha de calor e tornar as inundações menos graves;
> 6 - Incorporar design ativo e criar espaços que promovam comportamentos saudáveis; (...)
> 7 - Por meio de infraestrutura física e tecnologias, além de programas sociais, facilitar a comunicação entre os moradores e com a gestão. E fornecer fácil acesso às informações, especialmente em situações de emergência. (...)
> (EY E ROCKEFFELER FOUNDATION, 2018, p. 10)

Bigolin (2018), em sua tese de doutorado intitulada "*Towards Evolutionary Resilience in The House Building Sector: A Framework Proposal and an Application to Building Skin*"[25] definiu um conjunto de requerimentos e indicadores para a resiliência da pele (envoltório) de edificações habitacionais e os aplicou em um conjunto habitacional de interesse social do PMCMV situado em Porto Alegre (RS) de tipologia horizontal. A autora utilizou o conceito de resiliência evolucionária, como aquela que permite ao sistema absorver distúrbios e se reorganizar conduzindo mudanças sem perder sua funcionalidade, estrutura, identidade e *feedbacks* (BIGOLIN, 2018, p. 57).

Tendo isso em mente, propôs uma matriz de avaliação da resiliência evolucionária em HIS, compreendendo 4 habilidades: capacidade de sobrevivência, adaptabilidade, reconfigurabilidade e capacidade de aprendizado, a partir dos impactos mais frequentemente observados sobre esse sistema, quais sejam: inundações, temperaturas extremas, crise energética e ameaças estruturais (fogo, explosões, terremotos, deslizamentos de terra, enchentes). Com isso, especificou requerimentos para cada habilidade, ilustrados pelo Quadro 5.

[25] Tradução livre: Em direção à resiliência evolucionária no setor da construção de casas: uma proposta de estrutura de avaliação e uma aplicação à pele de uma construção. Fonte: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/194591 . Acesso em: janeiro de 2022.

Quadro 5 – Habilidades e requerimentos para resiliência.

ABILITIES	REQUIREMENTS
SURVIVABILITY	Provide an inspection plan system Provide access to the parts of the building quickly and without barriers Provide the possibility of use of Social Technology Selection of durable components using precautionary principle Easily obtainable building materials Standardisation: minimise the use of different materials and elements
ADAPTABILITY	Flood adaptability Storms adaptability Extreme temperatures adaptability Energy crisis adaptability Severe loading condition adaptability
RECONFIGURABILITY	Components Modularity and Interchangeability Robust components and connections Human-scale components Independence of other building systems Disassemblability of the connections Provide adequate reconfiguration documentation
LEARNABILITY	Operation and Maintenance Information User's requirements Information Risks and environmental constraints mapping Construction Information Design Information

Fonte: BIGOLIN, 2018, p. 117.

A autora propôs uma estrutura de avaliação prescritiva (do tipo *check-list*) em que cada requerimento é avaliado de 1 a 5 segundo seu desempenho no estudo de caso, sendo 1 uma solução pobre, minimamente aceitável e 5 uma solução excelente, em que o objetivo foi alcançado. Para a habilidade de adaptabilidade, que tem maior relação com questões de cunho climático e ambiental, em seus requerimentos "adaptabilidade a temperaturas extremas" e "adaptabilidade à crise energética", respectivamente, a autora parametriza:

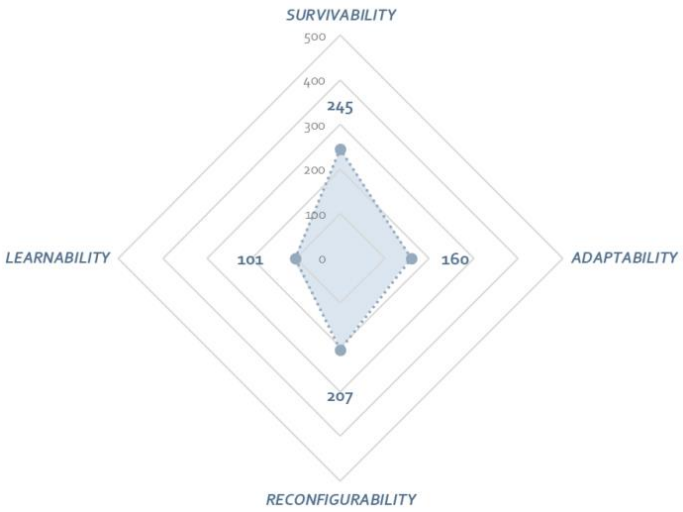
> Em relação à adaptabilidade a temperaturas extremas, o sistema deve fornecer condições de abrigo e segurança com temperatura interna confortável em caso de rajadas de calor e frio extremos, reduzindo a necessidade de climatização artificial e consumo de energia. No entanto, é aceita a necessidade de climatização e sistema de aquecimento em temperaturas

extremas, a ideia é alcançar melhor conforto interno através da construção de estratégias de ventilação e controle de radiação na pele da edificação. A equipe de projeto deve encorajar a pensar em sistemas que sejam capazes de se adaptar às variações de temperatura, com sistemas de controle de ventilação e radiação. O indicador para este requisito foi proposto como o nível de ventilação e controle de radiação. Considerando isso, a escala de avaliação considera: (1) Os elementos opacos da pele da edificação devem ter alta capacidade de armazenamento térmico, e sistemas de ventilação gerenciados pelo usuário (abertura e fechamento de janelas, por exemplo); (2) Os elementos opacos da pele da edificação devem ter alta capacidade de armazenamento térmico e sistema gerenciado pelo usuário de controle de luz solar e ventilação abrindo e fechando janelas e persianas para bloquear a luz solar; (3) Os elementos opacos da pele do edifício devem ter maior capacidade de armazenamento térmico e a fachada deve ser capaz de reagir e variar em resposta à mudança do clima exterior e conforto interior, aplicado à quantidade de radiação que passa; (4) Os elementos opacos da pele do edifício devem ter maior capacidade de armazenamento térmico e a fachada deve ser capaz de reagir e variar em resposta à mudança do clima externo e do conforto interno, aplicado à quantidade de radiação que passa e ao controle da ventilação; (5) Os elementos opacos da pele do edifício devem ter maior capacidade de armazenamento térmico e a fachada deve ser capaz de reagir e variar em resposta à mudança do clima exterior e conforto interior, aplicado à quantidade de radiação que passa, controlo da ventilação. O sistema deve ter recursos de monitoramento, armazenamento e aprendizado, também capaz de aprender os principais parâmetros internos e externos. Presença de ativação de dispositivos em tempo real, utilizando estratégias *Machine-to-Machine* (M2M).

A adaptabilidade à crise energética deve considerar que o sistema deve ser capaz de auxiliar a adaptação da edificação em caso de escassez ou crise de energia, causada por eventos naturais extremos ou possível crise energética por falta de combustível. Este requisito visa permitir condições de iluminação e ventilação naturais ao longo de um dia. Também, como objetivo, deve ser associada a produção de energia renovável no sistema, permitindo uma melhor adaptação às variações na distribuição de energia. O indicador para isso deve atingir tanto o nível de conforto do usuário durante crises energéticas quanto a suficiência de produção de energia. Seguindo o indicador, a escala de avaliação proposta foi: (1) Iluminação natural e condições de conforto interno em todos os ambientes do edifício; (2) Iluminação natural e condições de

> conforto interno em todas as divisões do edifício associadas a sistemas solares de aquecimento de águas; (3) Iluminação natural e condições de conforto interno em todas as divisões do edifício associadas à produção de energia fotovoltaica ligada à rede eléctrica pública; (4) Iluminação natural e condições de conforto interno em todas as divisões do edifício associadas à produção de energia fotovoltaica ligada à rede eléctrica pública e sistema de bateria solar para geração de armazenamento suficiente para emergências temporárias; (5) Iluminação natural e condições de conforto interno em todas as divisões do edifício associadas à produção de energia fotovoltaica ligada à rede eléctrica pública e sistema de bateria solar para geração de armazenamento suficiente para utilização posterior e autossuficiência (BIGOLIN, 2018, p. 136 - Tradução livre).

Figura 11 – Resultados da avaliação da resiliência por habilidades.



Fonte: BIGOLIN (2018, p. 169).

Aplicando os requisitos em estudo de caso, a autora observou que adaptabilidade e capacidade de aprendizado foram as habilidades que apresentaram o pior desempenho (Figura 11), destacando a vulnerabilidade desse modelo construtivo (que se repete em território nacional com poucas adaptações) e de seus habitantes frente às deficiências do fato urbano em que são inseridos ao tornarem-se beneficiários de programas habitacionais.

Triana, Lamberts e Sassi (2018), em seu artigo *"Should we consider climate change for brazilian social housing? Assessment of energy efficiency adaptation measures"*[26] colocam em perspectiva o ciclo de vida de materiais e a

[26] Tradução livre: Devemos considerar mudanças climáticas para HIS brasileiras? Avaliação de medidas de adaptação para eficiência energética". Fonte: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778817315578?via%3Dihub . Acesso em dezembro de 2021.

perspectiva de longa vida útil de edificações construídos hoje frente aos desafios climáticos e ambientais futuros como questões a serem refletidas, especialmente, para o contexto da produção de HIS no Brasil.

Segundo os autores, devido à longa vida útil de edificações, as mudanças climáticas poderão alterar demandas energéticas para resfriamento e aquecimento de edificações. No entanto, a maioria dos estudos nacionais sobre desempenho térmico e energético de edificações são feitas considerando padrões climáticos passados, utilizando modelos com base em 3 décadas pregressas (normais climatológicas representativas). Isto posto, defendem que mais estudos sobre o desempenho de edificações sejam feitos considerando também os cenários futuros de emissão de gases de efeito estufa propostos pelo IPCC.

No referido trabalho, arquivos climáticos transformados das cidades de São Paulo e Salvador foram utilizados para verificar o impacto de certas estratégias projetuais de adaptação sobre o desempenho térmico de HIS horizontais padrão do PMCMV. Segundo os autores:

> A revisão da literatura destacou a importância da implementação de medidas para melhorar o desempenho térmico e energético da habitação social. Assim, com base em referências nacionais como a Etiquetagem da Eficiência Energética, o Selo Casa Azul (Selo Casa Azul) e um projeto nacional (SUSHI), foram elencadas 33 possíveis medidas de adaptação. Destas, foram analisadas e selecionadas para este estudo as medidas que apresentaram maiores benefícios potenciais relacionados ao conforto do usuário com menores custos associados. Assim, as medidas de adaptação consideradas foram: • Melhor desempenho térmico dos componentes da envolvente: com opções de parede, cobertura e teto, considerando componentes com maior resistência térmica, diferentes absorvências solares e utilização de isolantes; • Redução da radiação direta no verão: com sombreamento das janelas através do uso de persianas externas apenas para os quartos ou para todos os cômodos principais; • Ventilação melhorada: duas medidas foram testadas incluindo o aumento do fator de ventilação das janelas para os cômodos principais, de 45% para 90% e o aumento do tamanho das janelas, primeiro para atender aos requisitos mínimos da Norma Brasileira de Desempenho (NBR 15575) e, posteriormente, ultrapassá-lo em 20%. Ambas as medidas também foram testadas simultaneamente. • Também foi testado o efeito do edifício em contato com o solo (TRIANA, LAMBERTS e SASSI, 2018, p. 7 – Tradução livre).

Os resultados mostraram que muitas dessas medidas, quando comparadas às especificações padrão ofertadas pelo programa, elevam o desempenho atual e futuro das HIS, sendo clara a importância de incorporar medidas de conforto térmico e eficiência energética em novos projetos desde já. A implementação de duas ou mais estratégias projetuais simultaneamente viabilizou ainda melhores resultados, reforçando sua validade como diretrizes de políticas habitacionais visando resiliência mediante adaptação frente aos efeitos das mudanças do clima.

Guarda (2019) utilizou arquivos climáticos futuros para a cidade de Cuiabá (MT) com vistas a mensurar a resiliência de HIS do PMCMV frente às mudanças climáticas, na dissertação intitulada “Resiliência de Habitações de Interesse Social Unifamiliar em Região de Savanna Frente às Mudanças Climáticas”[27]. Em seu trabalho, a autora problematiza o impacto da insustentabilidade da construção civil e HIS sobre clima e suas mudanças, além de sumarizar resultados de diversos estudos recentes que investigaram os impactos do clima sobre o ambiente construído no futuro, segundo diversas variáveis que descrevem o ambiente térmico. Segundo a autora (GUARDA, 2019, p. 55),

> percebe-se que a temperatura média do ar e o consumo de energia são as variáveis analisadas nas publicações sobre os efeitos das mudanças climáticas e ressalta-se que, em todas, verificou-se o aumento da temperatura média, do consumo de energia, da radiação global média e do desconforto térmico.

Isso indica a urgência de discutir questões relativas ao impacto de diretrizes construtivas correntemente praticadas sobre o desempenho futuro de quaisquer edificações, estendendo-se por todo o território nacional e enquadrando-se a questão no processo de planejamento, projeto, execução e pós-ocupação, especialmente, de HIS, que atingem um público-alvo inerentemente mais vulnerável a impactos de diversas ordens.

A autora coloca como diretrizes para obtenção de edifícios mais resilientes ao clima, em acordo com o AR3 do IPCC (2007), questões como “i) orientação do edifico; ii) massa térmica e geometria; iii) envoltória de alto desempenho; iv) aproveitamento da ventilação, iluminação, aquecimento e resfriamento natural; v) dimensionamento eficiente do sistema energético e vi)

[27] Disponível em: https://ri.ufmt.br/handle/1/2633 . Acesso em: dezembro de 2021.

conscientização da população", destacando as chamadas soluções verdes como estratégias passivas para melhoria do conforto térmico e redução de demandas energéticas.

Diante dos trabalhos e ideias ora apresentados, é proposta uma interpretação da resiliência a partir do conforto térmico em HIS pautada em habilidades das edificações e das pessoas que nela habitam. As edificações precisam ser resistentes, robustas, adaptáveis e elásticas (SCHWEIKER, 2020; HOMAEI E HAMDY, 2020; GARCIA E VALE, 2017; RODIN, 2015; MEEROW *et. Al.*, 2015), ao passo que as pessoas precisam ser conscientes, preparadas, adaptáveis e capazes de se recuperar (HOMAEI E HAMDY, 2021; GARCIA E VALE, 2017; RODIN, 2015; BROOKS, 2003) para lidar com o clima e suas mudanças.

Uma associação equilibrada entre habilidades não só físicas como também sociais concorre para que as pessoas e suas casas sejam efetivamente capazes lidar com os impactos do clima e suas mudanças sem perder sua essência e funcionalidade (IPCC, 2014). Trata-se de habilidades que apresentam diferentes níveis de complexidade, podendo ocorrer simultaneamente, ou não. Interessa que sejam previstas e viabilizadas pelo projeto do ambiente construído em questão a fim de facilitar sua resiliência, contemplando simultaneamente os espaços físicos e pessoas para lidar positivamente com os desafios previstos e esperados para o futuro próximo.

Relativamente às pessoas, importa salientar conteúdo do AR6 (IPCC, 2022) sobre a importância do conhecimento popular e de povos originais para viabilização da adaptação frente ao clima:

> Para adaptação, uma solução é definida como uma opção que é efetiva, viável e conforme aos princípios de justiça. Eficácia refere-se à medida em que uma ação é antecipada ou pensada para reduzir o risco relacionado ao clima. A viabilidade refere-se à medida em que uma ação é considerada possível e desejável em um contexto específico. Uma ação bem-sucedida é aquela observada como efetiva, viável e justa. (...)
>
> O conhecimento indígena e o conhecimento local (CI e CL) podem fornecer um entendimento importante para agir efetivamente sobre o risco climático e podem ajudar a diversificar o conhecimento que pode enriquecer a política de adaptação e a prática (alta confiança) (IPCC, 2022, p. 3 – Tradução livre).

Paralelamente, Garcia, Vale e Vale (2021), em sua obra "*Collapsing gracefully: making a built environment that is fit for the future*"[28] discorrem sobre a necessidade de projetar edificações menos complexas em termos de dependência de tecnologias e insumos externos para que sejam resilientes ao futuro. Para os autores,

> Outro fator que confunde a percepção do que sustentabilidade significa na arquitetura é a diferença entre o desempenho teórico de um projeto no papel e seu desempenho após ser construído e utilizado pelas pessoas. (…) O foco nos aspectos tecnológicos de um "edifício sustentável" não pode ser separado do comportamento de seus habitantes. (…) A dependência de máquinas para lidar com questões de mudanças climáticas pode ser equivalente, para a Terra, a um ventilador para um paciente em coma. Se a máquina for desligada, o paciente pode morrer, como temos visto na pandemia de Covid-19. (…) Essas observações sugerem que novas adições ao ambiente construído devem ser flexíveis, de forma que possam ser adaptadas a diversos usos, e também utilizar métodos de construção que permitam fácil desmontagem e materiais que possam ser reutilizados ou reciclados. (…) Uma maneira de enxergar o papel dos projetistas é como responsáveis por materializar em forma física o nível de complexidade de uma sociedade. Nas cidades contemporâneas, o design só acontece porque pessoas com dinheiro para construir um edifício solicitam. O projetista não passa de um intermediário na gestão disso. No entanto, uma vez que o resultado de projetar algo será adicionar algo mais à complexidade de um ambiente, talvez o papel do projetista como intermediário deva ser o de criar soluções com o menor investimento possível em complexidade e, mais problemático, de persuadir os clientes a aceitarem essas soluções. Isso é um paradoxo. E se os projetistas começassem a pensar em minimizar o legado de problemas que eles irão gerar? (GARCIA, VALE e VALE, 2021. Tradução livre).

Conforme Garcia e Vale (2017), não só problemas a serem resolvidos como também valores a serem perseguidos devem ser estabelecidos quando a meta é a obtenção de resiliência. Os estudos e excertos trazidos reforçam a importância de estratégias passivas de construção associadas ao maior engajamento dos projetistas e usuários em torno de sua adequada performance no decorrer da vida útil de edificações.

[28] Tradução livre: Colapsando graciosamente: fazendo um ambiente construído que se adeque ao futuro. Fonte: https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-77783-8 . Acesso em: dezembro de 2022.

A partir dessas reflexões, foram obtidos subsídios para um entendimento da resiliência ao clima a partir do conforto térmico em HIS, pautada nos valores de arquitetura passiva (resiliência do edifício) e comportamentos adaptativos (resiliência das pessoas). Originaram-se, assim, os chamados indicadores de resiliência[29] a partir do conforto térmico ora propostos, intitulados, respectivamente, como “Edifício bioclimático” e “Sensibilidade ao clima”.

O edifício bioclimático é aquele cuja concepção foi amparada em princípios de desenho que utilizam a adequação ao lugar, seu clima e sua cultura, reduzindo sua exposição e amplificando seus potenciais, como parâmetros fundamentais de projeto (GONÇALVES e BODE, 2015; ROMERO e FERNANDES, 2015; WIDERA, 2014; OZARISOY e ALTA, 2019; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016). Paralelamente, a sensibilidade ao clima é entendida como uma capacidade humana de perceber a influência exercida por condições climáticas, e sua sucessão ao longo do tempo, sobre indivíduos e o ambiente físico vulneráveis e agir para mitigar seus efeitos negativos (AYOADE, 2013 e MENDONÇA, 2021).

Em síntese, as definições de resiliência a partir do conforto térmico relacionadas ao indicador “Edifício Bioclimático” são:

- Resistência: “Habilidade de amortecer mudanças/impactos sem alterar a organização ou estrutura de um sistema” (GARCIA E VALE, 2017). “Capacidade de absorver mudança e disrupção sem colapsar ou perder seu ritmo e alcançar novo estado de estabilidade” (RODIN, 2015). “A resiliência como estabilidade define a quantidade de perturbação que um sistema urbano é capaz de absorver antes de se alterar, sendo que uma comunidade resiliente apresenta limites elevados de tolerância ao estresse” (MAGUIRE E CARTWRIGHT, 2008).
- Robustez: “Sistemas bem concebidos, construídos e gerenciados” (GARCIA E VALE, 2017). “A robustez é definida como a capacidade de um edifício funcionar de forma eficaz e permanecer dentro das margens aceitáveis sob a maioria das possíveis mudanças em ambientes internos e/ou externos” (HOMAEI E HAMDY, 2020). Pressupõe a existência de

[29] São os elementos ou aspectos de análise que explicam e/ou detalham os atributos de resiliência (aqui, o Conforto Térmico), contribuindo para efetivá-los. Essa e outras definições serão melhor contempladas no capítulo 2.

estratégias construtivas que confiram redundância/complementação às soluções mais tradicionais;

- Adaptabilidade do ambiente: “A entidade tem a capacidade de se ajustar para modificar circunstâncias desenvolvendo novos planos, tomando novas atitudes, ou modificando comportamentos. A entidade é flexível: tem a habilidade de aplicar recursos existentes para novos objetivos ou para que um elemento desempenhe diversos papéis” (RODIN, 2015, p. 14; MEEROW *et al.*, 2015). “Adaptabilidade é sobre fazer mudanças na trajetória de forma a aumentar (se a situação é desejável) ou diminuir (se indesejável) sua proximidade com um dado limite” (GARCIA E VALE, 2017).
- Elasticidade: Refere-se ao acionamento de medidas suplementares de estabilização, que podem, por exemplo, demandar energia elétrica para condicionamento ativo durante eventos extremos (ATTIA *et al.,* 2021; SCHWEIKER, 2020).

Paralelamente, as definições de resiliência a partir do conforto térmico relacionadas ao indicador “Sensibilidade ao clima” são:

- Consciência: “A entidade tem conhecimento de suas forças e ativos, responsabilidades e vulnerabilidades, e das ameaças e riscos que enfrenta. Estar consciente inclui consciência situacional: habilidade e disposição para constantemente avaliar, obter novas informações e ajustar compreensão em tempo real” (RODIN, 2015).
- Preparação: “Essa capacidade mostra o quanto o sistema em foco está preparado para o evento disruptivo e por quanto tempo ele pode funcionar acima do limite de robustez e minimizar o potencial impacto adverso do evento disruptivo” (HOMAEI E HAMDY, 2021).
- Adaptabilidade das pessoas: “A habilidade ou capacidade de um sistema de modificar ou ajustar suas características ou comportamento para lidar melhor com tensões reais ou antecipadas” (BROOKS, 2003).
- Recuperabilidade: “A capacidade para retornar ao nível de desempenho alvo definido após o evento perturbador. A restauração do nível de desempenho alvo definido depende da intensidade do impacto do evento

disruptivo, do grau das habilidades mencionadas anteriormente, por exemplo, preparação, absorção e adaptação" (HOMAEI E HAMDY, 2021). Também pode ser maximizada pela experiência e aprendizado rendidos do manejo ativo de recursos para lidar com eventos perturbadores pregressos (SCHWEIKER, 2020).

Esses indicadores e suas respectivas definições de resiliência associadas ao conforto térmico são evocativos de certas qualidades projetuais e do ambiente construído em uso, incluindo o comportamento das pessoas que nele habitam. Essas qualidades derivadas, que detalham os indicadores aproximando-os de sua operacionalização em projeto, por sua vez, são definidas como sub-indicadores.

Dessa forma, enunciam-se para o indicador "Partido bioclimático" os sub-indicadores:

- Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural;
- Geometria considerando interações com a radiação solar;
- Geometria considerando interações com a ventilação natural;
- Paisagismo funcional.

Paralelamente, são sub-indicadores propostos para o indicador "Sensibilidade ao clima":

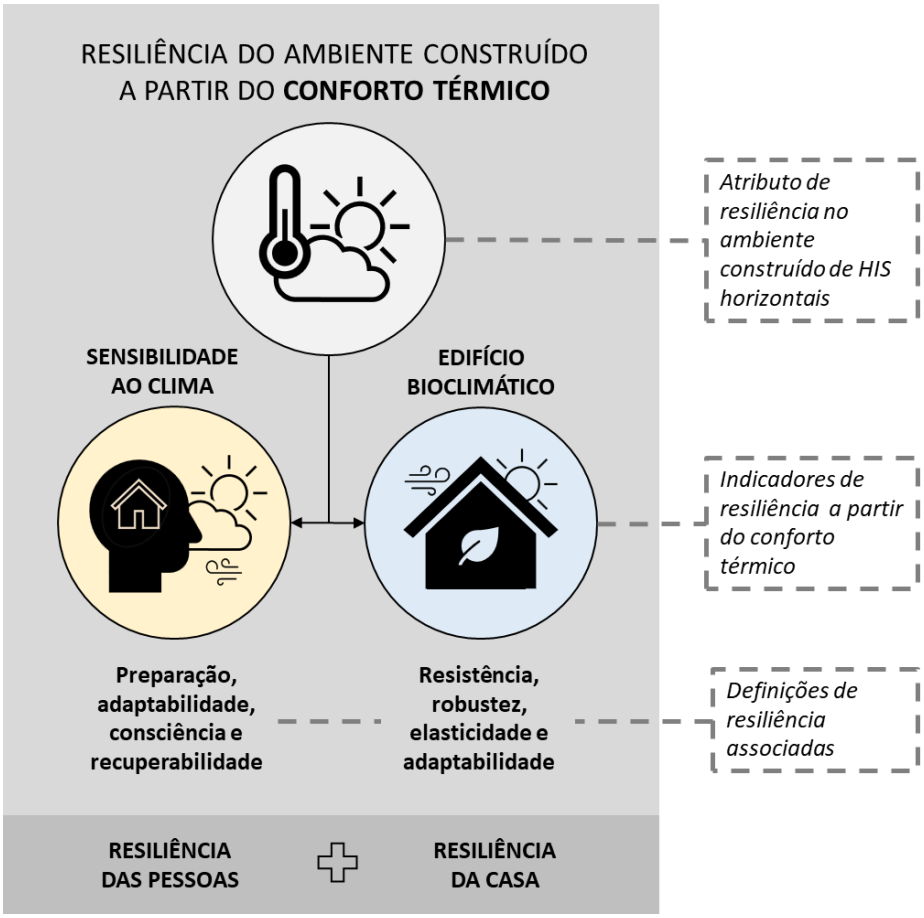
- Busca de informações sobre o clima;
- Ação para lidar com o clima;
- Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído no conforto térmico;
- Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda.

A proposição do indicador "sensibilidade ao clima" e seus sub-indicadores utilizando o conceito de clima ao invés de tempo é intencional. Baseando-se em Mendonça (2021), considera-se que a manifestação de resiliência em termos de preparabilidade, consciência, ação e recuperabilidade esteja condicionada à compreensão da sucessão habitual de tempos, isto é do clima local.

Os sub-indicadores para ambos os indicadores propostos e sua abordagem são melhor fundamentados no capítulo 3, compondo parte dos

resultados da presente pesquisa. A Figura 12 sumariza a estrutura de entendimento da resiliência a partir do conforto térmico proposta, relacionando seus indicadores e definições associadas.

Figura 12 – Estrutura de entendimento da resiliência a partir do conforto térmico.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

1.4 Considerações parciais

O capítulo 1 teve como objetivo específico identificar e discutir a importância e os aspectos definidores da resiliência a partir do conforto térmico em habitações de interesse social brasileiras, especialmente aquelas em uso. Para isso, em seu primeiro subitem enfocou as definições de clima como produto-produtor da ação antrópica, estabelecendo paralelos entre as alterações da paisagem urbana e as características do microclima urbano e suas variações. Questões como o estado de exposição ambiental e a vulnerabilidade humana foram contextualizadas como determinantes da capacidade de resposta do ambiente construído ao clima e seus efeitos negativos. Além disso, a

repercussão negativa de estresses térmicos sobre a saúde humana, nomeadamente aqueles derivados de ondas de frio e calor, foram abordados, destacando-se a importância internacional desses assuntos e de sua discussão conjunta quando do planejamento urbano e ambiental de cidades.

O segundo tópico relacionou achados de pesquisas acadêmicas e institucionais que avaliaram o conforto térmico, a sustentabilidade e a adequação ambiental de habitações brasileiras, com enfoque para aquelas de interesse social (HIS). As metamorfoses espontâneas e predominantemente desorientadas do espaço habitado como manifestação da personalidade e necessidades de beneficiários de programas habitacionais foram problematizadas, sendo agravadoras da exposição de HIS aos impactos do clima. Características das edificações entregues, bem como especificações mínimas de programas habitacionais governamentais no passado e antigamente foram discutidas, apontando-se as responsabilidades dos entes governamentais, profissionais projetistas e usuários de moradias para o incentivo e obtenção de conforto térmico como atributo de resiliência em HIS. As recentes iniciativas do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU/BR e UFs) na instrumentalização e divulgação da lei 11.888/2008, ou “lei de ATHIS” (que prevê assistência técnica gratuita para construção e reforma a cidadãos de baixa renda) foram identificadas como exemplos e motivações para continuidade de trabalhos acadêmicos, priorizando a elaboração de diagnósticos baseados em evidências e capazes de instrumentalizar intervenções enfocando a resiliência de HIS novas e, especialmente, em uso.

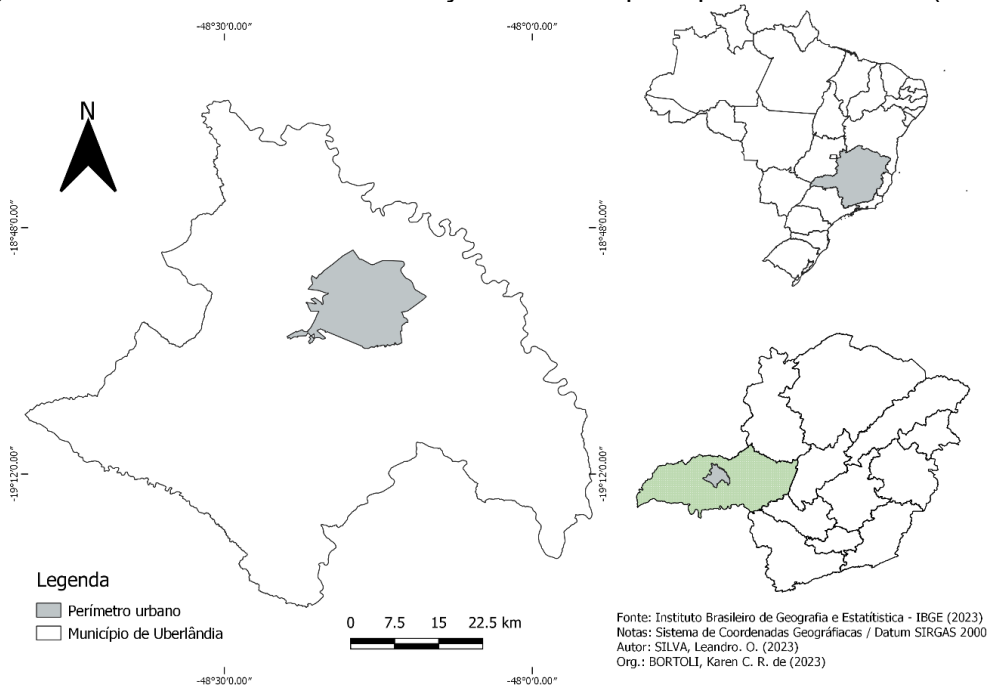
Finalmente, o tópico 3 ocupou-se da definição do conceito de resiliência no ambiente construído e suas interpretações para o contexto de HIS. Os conceitos de "resiliência da edificação" e "resiliência das pessoas" foram apresentados, discutindo-se sua indissociabilidade quando o objetivo é a obtenção de resiliência ao clima a partir da manifestação de conforto térmico. Através desse entendimento, indicadores de resiliência a partir do conforto térmico foram propostos, quais sejam: o "Edifício bioclimático" e a "Sensibilidade ao clima", que instrumentalizam o desenvolvimento de etapas subsequentes do presente trabalho.

CAPÍTULO 2 – Procedimentos metodológicos: avaliação da resiliência a partir do conforto térmico em HIS horizontais em Uberlândia-MG

A elaboração de procedimentos metodológicos antecedida pelo reconhecimento das características gerais do objeto de estudo, subsidia a elaboração de estratégias de investigação mais bem ajustadas ao contexto e suas especificidades. Tendo isso em mente, o presente capítulo apresenta, inicialmente, a descrição geral do estudo de caso e suas unidades de análise, para em seguida descrever os procedimentos direcionados ao estudo aprofundado do mesmo, de acordo com valores essenciais para a compreensão da resiliência a partir do conforto térmico.

A cidade de Uberlândia, onde se situa o estudo de caso, está localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais, Região Sudeste do Brasil, destacando-se no cenário nacional como importante polo atacadista (Figura 13). Em virtude de sua localização no território nacional, constitui-se em ponto de passagem de pessoas e mercadorias entre Sul e Sudeste e Norte e Centro-Oeste do país, principalmente após a construção de Brasília, na década de 1950.

Figura 13 – Uberlândia-MG: Localização do município e perímetro urbano (2023).



Fonte: elaborado por SILVA, Leandro O. (2023), organizado pela autora (2023).

É atrativa pela prestação de serviços, pois se localiza em uma região estratégica, importante eixo logístico, destacando-se na agroindústria (grãos, carne, frutas, vegetais e laticínios) e na biotecnologia e comunicação (SEPLAN, 2021; MICHELOTTO e SOBRINHO, 2018). A partir da década de 1970, a industrialização da cidade, a instalação dos *campi* da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e a instalação de um entreposto à Zona Franca de Manaus (ZFM), somados à presença do setor aeroportuário, culminaram em importante crescimento populacional e econômico para a cidade (VITAL, 2012). Com a geração de empregos e importante migração observados a partir de então, o município passou de 124.706 habitantes, em 1970, para 604.013, em 2010 (IBGE, 2012) em um território de 4.115,82 km².

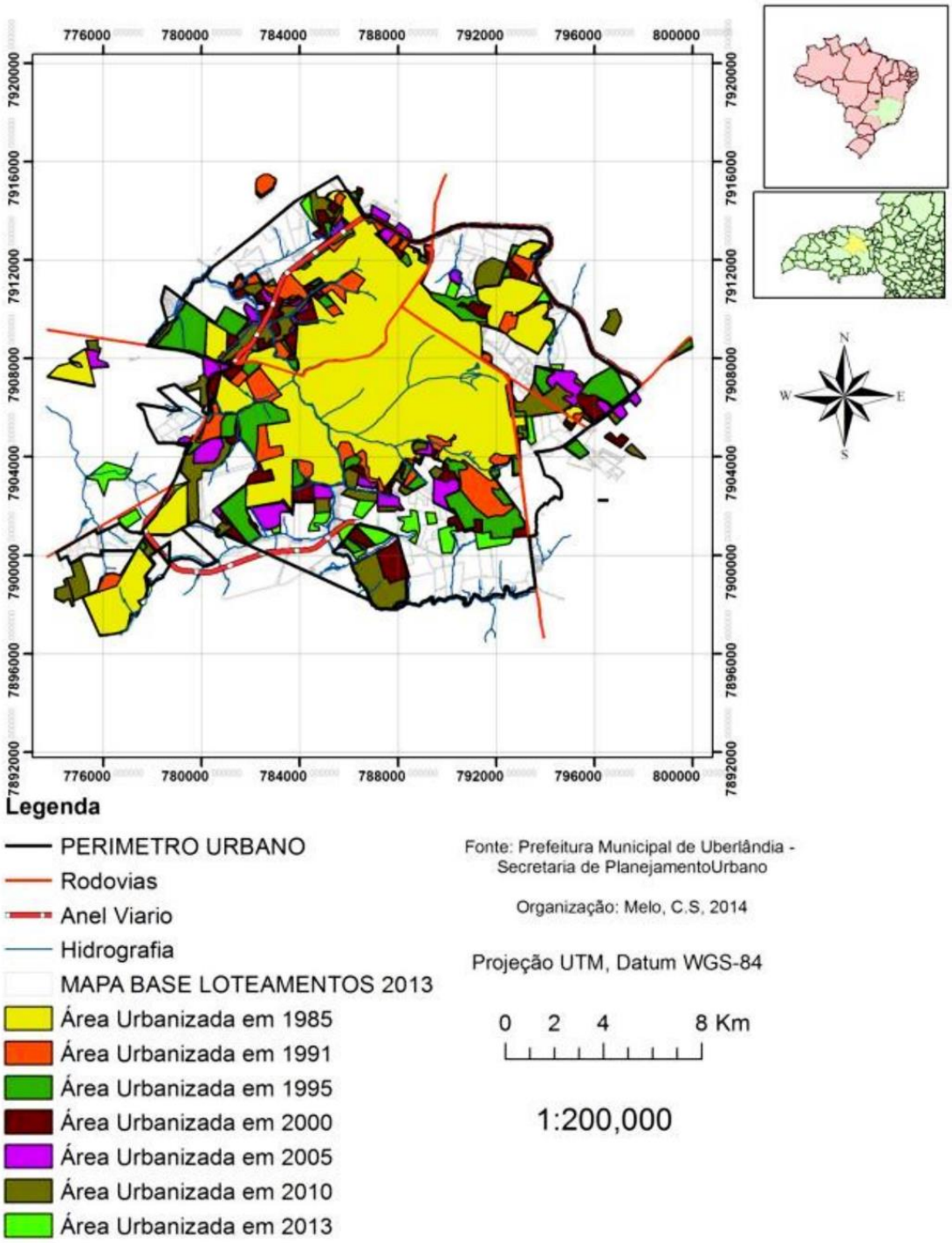
A cidade possui padrão de crescimento disperso, espalhando-se sobre o território em todas as direções e avançando progressivamente sobre as áreas do cerrado, e induzindo a expansão do perímetro urbano, segundo interesses de grandes proprietários e especuladores de terras. Alternam-se, assim, grandes áreas vazias e áreas urbanizadas, predominando a distribuição de conjuntos habitacionais populares nas periferias, cada vez mais distantes do centro. Segundo Melo e Sampaio (2014, p. 4),

> Diante dessa problemática, Uberlândia se destaca no setor imobiliário, pois há muita especulação que beneficia os investidores desse ramo e os proprietários de terras urbanas. Enquanto a população de baixa renda assume as despesas de morar em localidades cada vez mais distantes do centro, onde a prefeitura tem que viabilizar transporte, água, energia e estruturas básicas que onera o preço desses serviços a toda a população. (...) Ou seja, os espaços vazios localizados mais próximos ao centro, continuarão intocáveis, valorizando cada vez mais, enquanto a população de baixa renda é instalada em locais mais distantes. Esse fato gera mais custos com relação ao transporte urbano, serviço de água e esgoto, e controle dos impactos ambientais, visto que será desmatado e impermeabilizado mais áreas.

A Figura 14 mostra o crescimento por período entre 1985 e 2013, ilustrando a tendência de espraiamento no entorno das rodovias que atravessam o território. Originam-se, com isso, bairros de difícil acesso por parte de população de baixa renda, como o Shopping Park (no extremo Sul) e o Pequis (no extremo Sudoeste), cujo acesso, em veículo privado, pode levar até 40

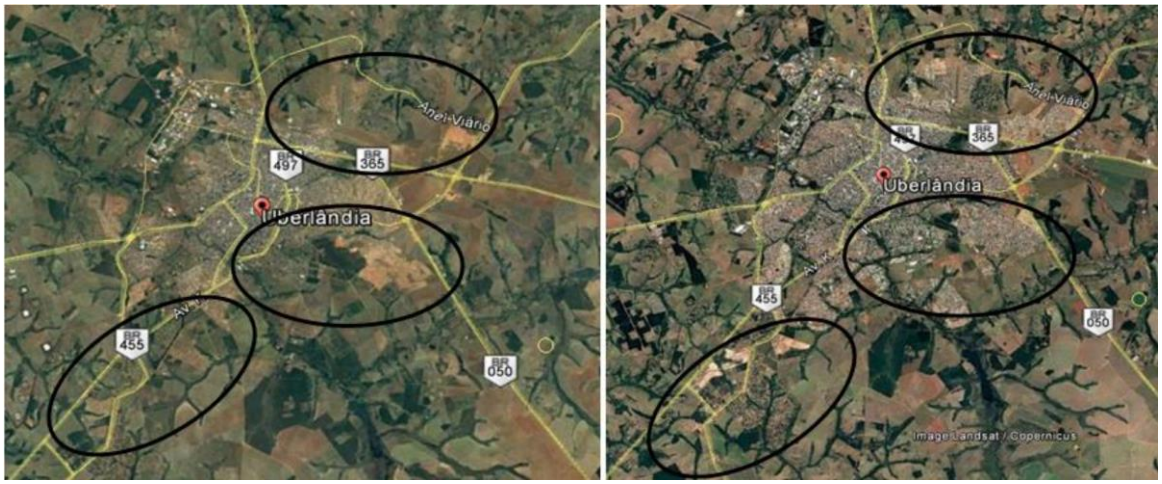
minutos a partir do centro (VILLA *et al.*, 2017). A Figura 15 permite analisar a evolução da urbanização do território uberlandense entre 1994 e 2016.

Figura 14 – Comparação do crescimento urbano de Uberlândia entre 1985 e 2013.



Fonte: MELO e SAMPAIO (2014, p. 12).

Figura 15 – Evolução da mancha urbana de Uberlândia entre 1994-2016.



Fonte: MICHELOTTO e SOBRINHO (2018, p. 4).

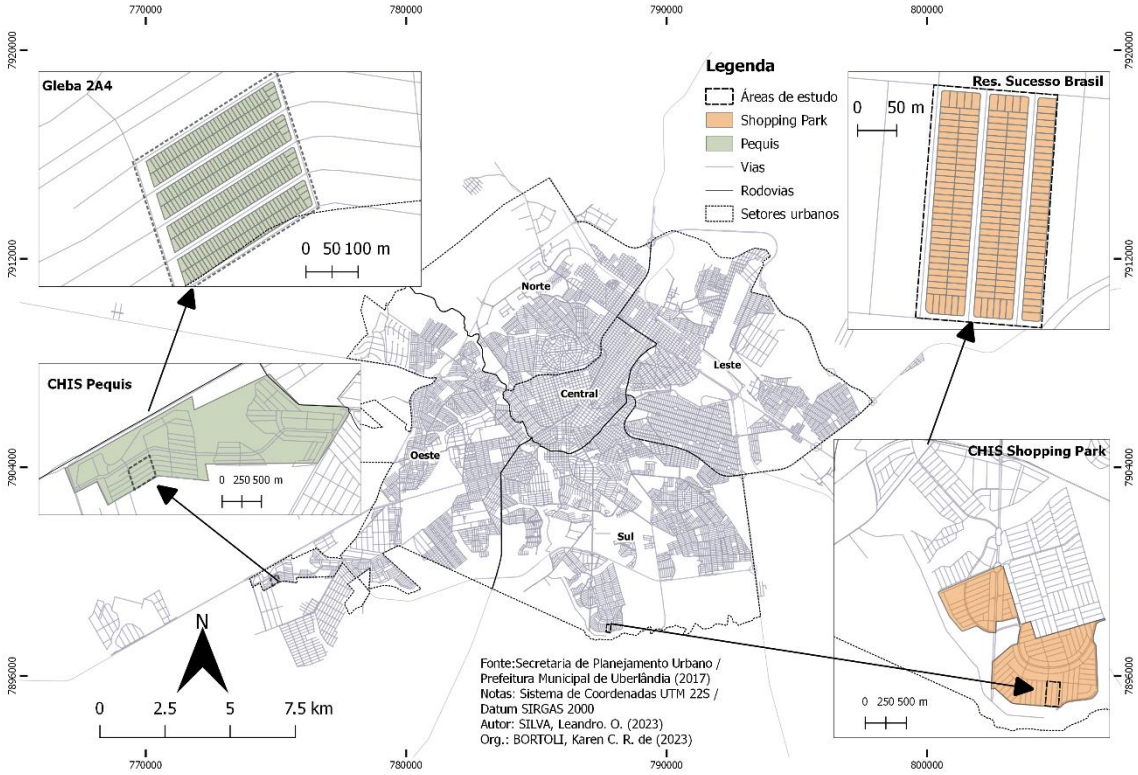
2.1 Estudo de caso e unidades de análise

Nos bairros Shopping Park e Pequis situam-se dois Conjuntos Habitacionais de Interesse Social (CHIS) horizontais, selecionados para estudo de caso. Neles, situam-se o Residencial Sucesso Brasil (RSB) e a gleba 2A4, respectivamente, selecionados como unidades de análise (Figuras 16, 17 e 18). Constitui-se, desse modo, um estudo de caso duplo, prestando-se a descrever uma intervenção e o contexto de vida real em que ela ocorre, (...) além de ilustrar tópicos em análise dentro de uma avaliação. Segundo Yin (2005, p. 26),

> O estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. (...) conta com muitas das técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas das pessoas neles envolvidas.

Ao conduzir um estudo de caso múltiplo, é essencial que o pesquisador inclua casos representativos do fenômeno em questão na amostra o que amplia sua compreensão (SAMPAIO, SABADINI e KOLLER, 2022). O RSB e 2A4 representam momentos distintos do PMCMV na cidade de Uberlândia, sendo um entregue entre 2010/2011 e o outro entre 2016/2017, respectivamente. Assemelham-se por serem ambos CHIS horizontais voltados à antiga faixa 1 de renda (que ia de 0 a 3 salários-mínimos), situados na cidade de Uberlândia (MG).

Figura 16 – Uberlândia-MG: Localização das unidades de análise nos CHIS dos bairros Pequis e Shopping Park (2023).



Fonte: elaborado por SILVA, Leandro O. (2023), organizado pela autora (2023).

Figura 17 – Imagem de alta resolução do CHIS do Shopping Park, com RSB em destaque.



Fonte: acervo da autora (2023).

Figura 18 – Imagem de alta resolução do CHIS do Pequis, com 2A4 em destaque.



Fonte: acervo da autora (2023).

Possuem algumas diferenças entre si, como a técnica construtiva que no primeiro é composta por tijolos cerâmicos (19 cm, CT = 153 kJ/(m².K) e no segundo, paredes maciças de concreto moldadas *in loco* (10 cm, CT = 240 kJ/(m².K), ambas autoportantes (ASSOCIAÇÃO..., 2005). Os sistemas de coberturas também diferem, sendo de telhas cerâmicas no RSB e telhas de concreto no 2A4. Além disso, a estratégia de implantação no primeiro é de casas geminadas, ao passo que no segundo, as casas foram entregues isoladas no lote.

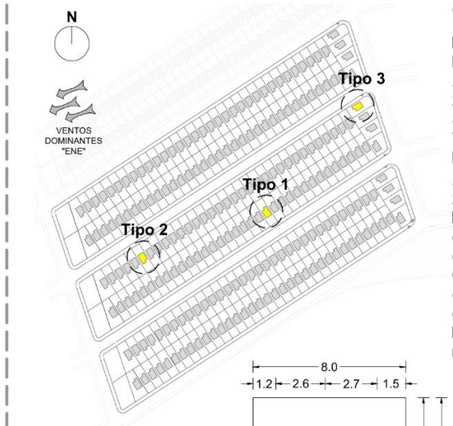
A partir de informações obtidas junto às construtoras dos CHIS e à Prefeitura Municipal de Uberlândia (incluindo acesso aos Manuais de Proprietários), bem como de visitas preliminares aos bairros, foram sintetizadas as principais características de ambos os empreendimentos, conforme ilustrado pela Figura 19. Além das diferenças em termos de técnicas construtivas e estratégia de implantação no lote, observa-se que, no 2A4 houve previsão de sentido de ampliação para as casas, no que uma extensão da sala e um novo quarto são previstos. No RSB não houve essa previsão. Ocorre quem em ambos os empreendimentos as paredes são autoportantes, e ampliações em todos os sentidos puderam ser observadas, indicando a existência de riscos estruturais e humanos envolvidos na demolição e recriação de paredes por meio da

autoconstrução desassistida, nos dois CHIS.

Considera-se que as diferenças relatadas entre os dois empreendimentos, dentro de um universo similar, contribuam para a representatividade dos dados recolhidos a partir dos instrumentos de pesquisa propostos. O objetivo do estudo de caso não é a generalização estatística, e sim analítica, corroborando para a descrição de cenários, expansão e generalização de teorias A esse respeito, Yin (2005, p. 76) afirma que “se sob tais condições variadas você ainda puder chegar a conclusões comuns a partir de ambos os casos, elas terão estendido de forma incomensurável a capacidade externa de generalização de suas descobertas”.

Ademais, relativamente às técnicas de pesquisa utilizadas para realização de um estudo de caso, Sampaio, Sabadini e Koller (2022) ainda recomendam que o pesquisador leve em consideração diversas fontes de dados, permitindo a triangulação. A utilização de múltiplos instrumentos (como entrevistas, observações ou documentos) confere maior credibilidade ao estudo, visto que a triangulação é uma maneira de assegurar a validade do estudo de caso e da pesquisa qualitativa.

Figura 19 – Síntese de informações construtivas sobre os CHIS selecionados para estudo de caso.

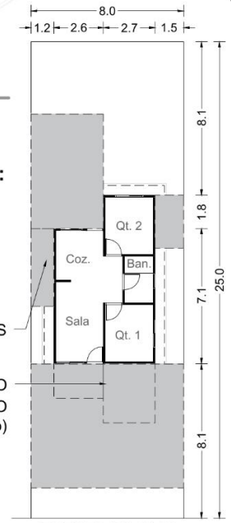


GLEBA 2A4

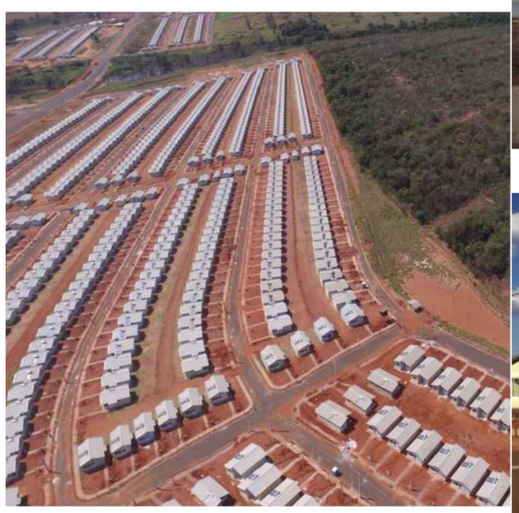
Pograma e Faixa: PMCMV - Faixa1
Ano de implementação: 2016-17
Setor da cidade: Oeste
Tipologia: Horizontal
Inserção no lote: Isolada
Áreas: UH - 42.35 m²; Lote - 200 m²
Paredes: Estruturais maciças de concreto com 10 cm de espessura.
Cobertura: Telhas de concreto sobre estrutura galvanizada + forro PVC
Esquadrias: Portas em madeira e janelas metálicas

Esc.: 1/5.000

Tipos de orientações solares (frente do lote):
Tipo 1 - Sudeste
Tipo 2 - Noroeste
Tipo 3 - Nordeste



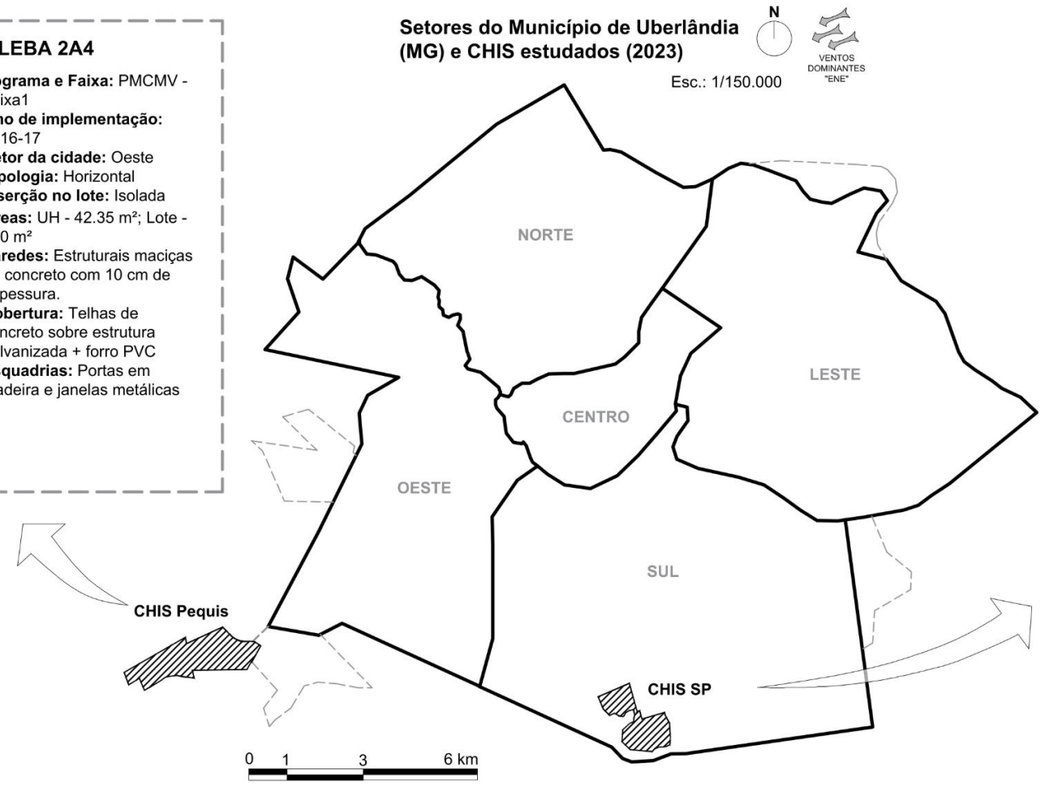
Esc.: 1/300



(a cima e à direita) CHIS Pequis - UH entregues (2016-17). Fonte: Marca Registrada, 2021.

Setores do Município de Uberlândia (MG) e CHIS estudados (2023)

Esc.: 1/150.000





(a cima) CHIS Pequis - Sistema construtivo em concreto maciço. Fonte: Marca Registrada, 2021.



Segundo a Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de Uberlândia (MG) - Lei 525 (2011), ambos CHIS situam-se na Zona Residencial III:
Taxa de ocupação - até 80%
Permeabilidade mínima: 20%
Coeficiente de aproveitamento - 2,5

Segundo as diretrizes para elaboração de projetos e especificações mínimas do PMCMV - Portaria 269 do MCIDADES (2017):
Sobre árvores - Mínimo 1 a cada 2 UH, ao longo de vias, preferencialmente nativas
Sobre ampliabilidade: UH deve ser projetada de forma a possibilitar futura ampliação sem prejudicar iluminação e ventilação natural.

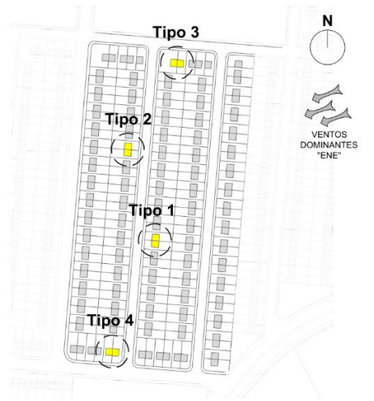
(abaixo) CHIS SP - UH entregues, recém ocupadas (2012). Fonte: Google Street View, 2012. (à direita) CHIS SP. Fonte: Silvia drones, sem data.





RESIDENCIAL SUCESSO BRASIL - RSB

Pograma e Faixa: PMCMV - Faixa1
Ano de implementação: 2010-11
Setor da cidade: Sul
Tipologia: Horizontal
Inserção no lote: geminada
Áreas: UH - 37.9 m²; Lote - 200 m²
Paredes: Estruturais de bloco cerâmico 9x9x19 cm.
Cobertura: Telhas portuguesas, sobre estrutura em madeira + forro PVC
Esquadrias: Portas em madeira e janelas metálicas



Esc.: 1/5.000

Tipos de orientações solares (frente do lote):
Tipo 1 - Oeste
Tipo 2 - Leste
Tipo 3 - Norte
Tipo 4 - Sul



Esc.: 1/300



(a cima) CHIS SP - UH entregues, recém ocupadas (2012). Fonte: Facebook, 2023.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

2.1.1 Clima de Uberlândia (MG)

De acordo com dados do Banco de Dados Intermunicipal (BDI) de 2021[30] da Prefeitura Municipal de Uberlândia, a cidade de Uberlândia está localizada na intersecção das coordenadas 18° 55' Sul e 48° 17' Oeste, tendo altitude média de 865 metros, e estando inserida na porção sul da Zona Intertropical do planeta. Com isso, está sob influências de circulação de sistemas atmosféricos tropicais e extratropicais. O clima é controlado por massas de ar de origem continental, as massas Equatorial e Tropical (mEc e mTc) e, massas de ar de origem Atlântica, as massas Polar e Tropical (mPa e mTa). A interação entre esses sistemas atmosféricos e características locais, são responsáveis pela caracterização climática do município que, segundo a classificação de Köppen, adotada universalmente e adaptada ao Brasil, tem a classificação "Aw", ou seja:

A - Mesotérmico (quente o ano todo, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C);
w - Chuvas de verão;

Não é normal a ocorrência de geadas na região do Triângulo, no entanto, pode haver ocorrências esporádicas, especialmente nas áreas de várzeas durante a estação de inverno. Pela sua localização geográfica, Uberlândia encontra-se numa faixa de temperatura moderada, que, associada à altitude, contribuiu para que a temperatura média anual se situasse em torno de 23,4°C no período entre 2010-2020. As temperaturas máxima e mínima registradas nos últimos quarenta anos foram: 38,5ºC em 2020 e 1,0ºC em 1981, respectivamente (SEPLAN, 2021).

O regime pluviométrico é do tipo Tropical, com a estação chuvosa concentrada nas estações de Primavera-Verão, entre os meses de Novembro a Março e, estação seca bem definida, nas estações de Outono-Inverno, entre os meses de Abril a Setembro. É esperado que, durante o período chuvoso, ocorra aproximadamente 80% da precipitação esperada para o todo o ano. A precipitação média anual é de 1606,1 mm, de acordo com as Normais Climatológicas do período 1981-2010. As precipitações máximas e mínimas

[30] Disponível em: https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/planejamento-urbano/banco-de-dados-integrados/ . Acesso em fevereiro de 2022.

históricas ocorridas foram de 1959,3 mm no ano de 2000 e, 1086,2 mm no ano de 2008[31].

Uma análise complementar das variáveis climáticas para a cidade de Uberlândia foi realizada especialmente para a presente tese, a partir de dados históricos disponibilizados pela plataforma *online WorldClim*, que organizou e sistematizou dados das estações meteorológicas de vários institutos de pesquisa e universidades espalhados pelo mundo. Os dados são apresentados de duas maneiras distintas e em diferentes resoluções espaciais. Na página *"Historical monthly weather data"* os dados são apresentados em intervalos de décadas do período que vai de 1960 até 2018.

Para cada década, o arquivo .zip baixado contém os dados dos meses de todos os anos compreendidos naquele intervalo, por exemplo, para a década de 1960, o ano de 1961 contém imagens na extensão ".tif" com os dados de temperatura mínima, temperatura máxima e precipitação de todos os meses do ano. O mesmo vale para os demais anos do intervalo e para dos os intervalos do período citado.

Quanto à resolução espacial, esses dados mensais são disponibilizados numa resolução de 2.5 minutos, o que equivale a aproximadamente 21 km², segundo o *site* do *WorldClim*. Com relação às unidades de medida, esses dados estão disponibilizados em Graus Celsius (ºC), no caso das temperaturas e em milímetros (mm), no caso da precipitação.

A outra forma de apresentação dos dados históricos se dá pela versão 2.1 do *WorldClim*[32], com os dados condensados pelos meses do ano do período que vai de 1970 até 2000. Nesse caso, cada arquivo ".zip" disponibilizado pelo *site* contém apenas 12 imagens ".tif" relativas às médias de cada mês do ano para todo o período analisado.

Esses dados contemplam outras variáveis climáticas além da temperatura e da precipitação, tais como: a radiação solar (kJ m^{-2} day^{-1}), velocidade do vento (m s^{-1}) e pressão do vapor de água (kPa). A resolução espacial dessa versão está entre 30 segundos (~1 km²) e 10 minutos (~340 km²). Dada a escala de

[31] Segundo dados da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Uberlândia – MG (Código da Organização Meteorológica Mundial - OMM: 86776), está localizada nas dependências do Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), nas coordenadas -18,92° de latitude e -48,26 de longitude, a uma altitude de 874,77 metros.
[32] Disponível em: https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html . Acesso em: abril de 2022.

análise da presente pesquisa (escala de bairro), optou-se pela resolução de 30 segundos.

Os dados foram extraídos das imagens GeoTiff (.tif), um dado raster, para uma camada vetorial de pontos. Essa camada foi obtida por meio do centroide dos bairros, utilizando-se a base vetorial de polígonos dos bairros integrados, da Secretaria de Planejamento Urbano, da Prefeitura Municipal de Uberlândia (SEPLAN, 2021).

A extração dos valores de um dado raster para uma camada vetorial de pontos foi realizada no *software* QGIS, versão 3.2.0, utilizando o *plugin Point Sampling Tool*. O *plugin* extrai para cada ponto o valor presente na matriz do dado raster. Em seguida, utilizando também o QGIS, porém em sua versão 2.18.22, foi realizada a interpolação espacial com base no inverso do quadrado da distância (IQD) – IDW na sigla em inglês, que "emprega a Lei de Tobler estimando medidas conhecidas de pontos próximos, dando o maior peso para os pontos mais próximos" (LONGLEY *et al*, 2013, p. 375). Este método é tido como um modelo determinístico tendo "por base critérios puramente geométricos em que as distâncias são euclidianas" (YAMAMOTO, 2013, p. 22).

A partir da aplicação do método é gerada novamente uma imagem raster GeoTiff (.tif) que apresenta as áreas com predominância de valores mais altos ou baixos – temperaturas mais ou menos elevadas – partindo dos valores obtidos para cada ponto da camada vetorial, no caso o centroide dos bairros de Uberlândia-MG.

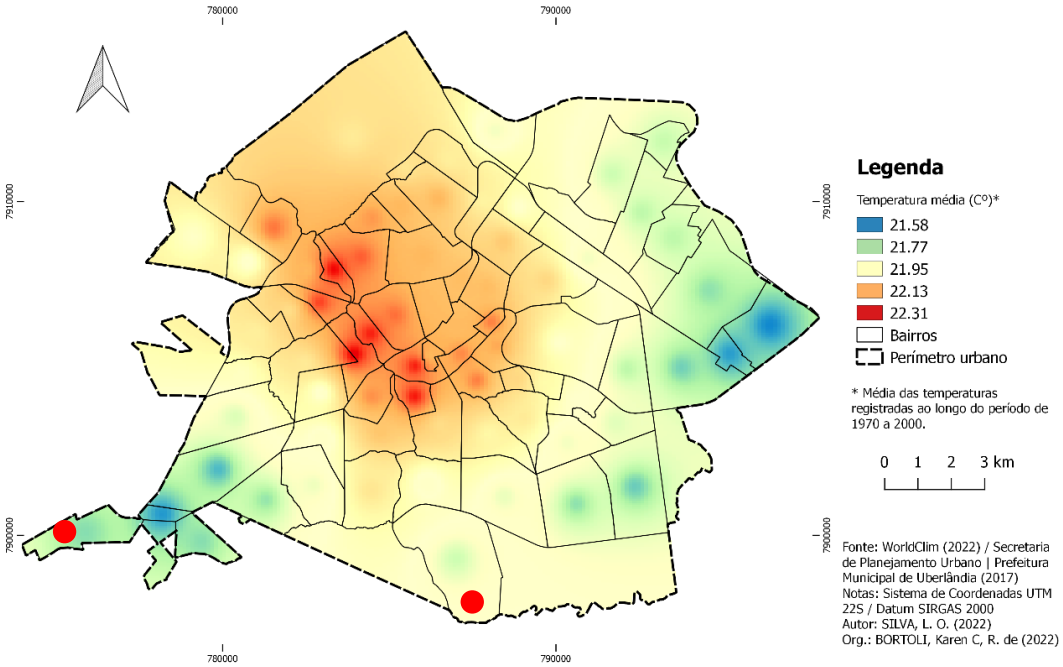
O mesmo método de extração dos valores para pontos foi utilizado para os dados das décadas, de 1961 a 2018. A mesma camada vetorial, os centroides dos bairros, foi utilizada como base para esse processo. Porém, nesse caso os valores foram exportados no formato .xlsx e tratados no Excel e no Planilhas Google. A partir desses dados, organizados em meses, por ano, em cada intervalo (década), foram calculadas as médias mensais por década de cada mês do ano.

Essa forma de organização possibilitou a elaboração do climograma de 1961 a 2018, com os dados de precipitação, temperaturas mínima, máxima e média – esta última obtida com bases nos valores de temperatura mínima e máxima extraídos da base do *WorldClim*. Além disso, foram elaborados gráficos de série histórica das temperaturas mínima, máxima e média, por décadas,

mostrando o comportamento de cada intervalo (1961-69; 1970-79; 1980-89; 1990-99; 2000-09; 2010-18) ao longo dos meses do ano. Todos os gráficos e quadros foram produzidos tendo-se como base os dados obtidos para o centroide do bairro Santa Mônica, também utilizado pelo BDI para caracterização do clima no município.

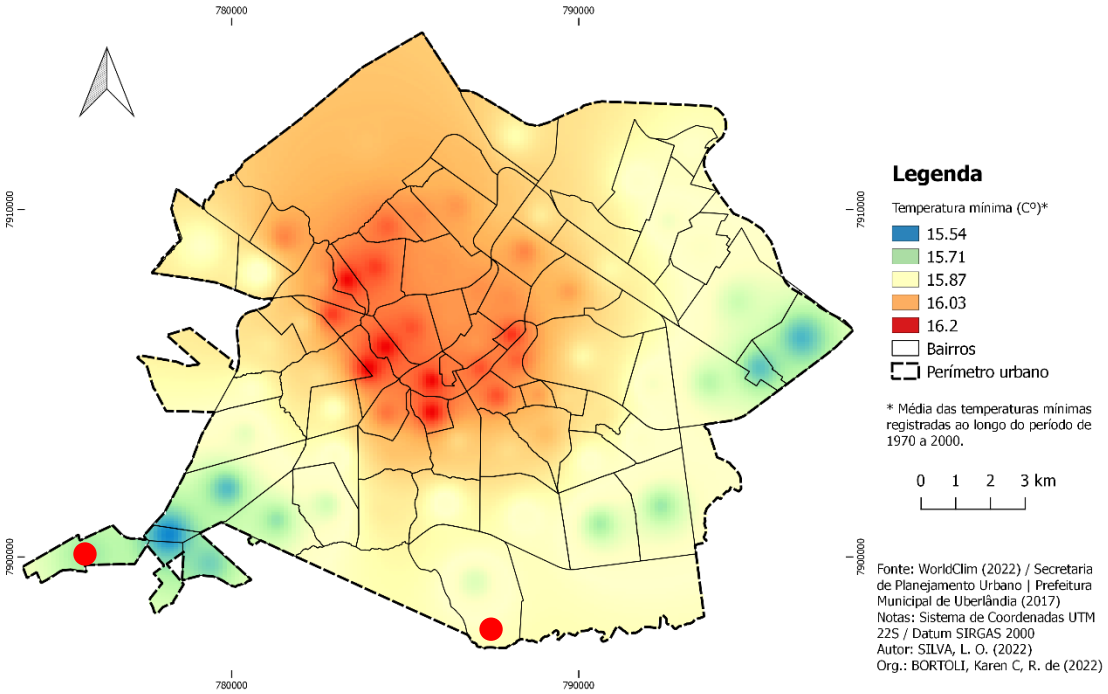
As Figuras 20, 21, 22 e 23 apresentam a espacialização das temperaturas médias, mínimas e máximas e pluviosidade no território. Para todos os mapas, observa-se uma concentração de temperaturas mais elevadas nas imediações do centro da cidade, ao passo que as periferias e diversas zonas intermediárias apresentam as temperaturas mais baixas, devido à proximidade com o cinturão verde urbano periférico, por um lado, e à recente urbanização, predominantemente por meio de conjuntos habitacionais horizontais populares e de alto padrão, onde a impermeabilização e adensamento urbanos ainda não atingiram os mesmos níveis observados no centro.

Figura 20 – Uberlândia-MG: Médias das temperaturas médias (1970-2000).



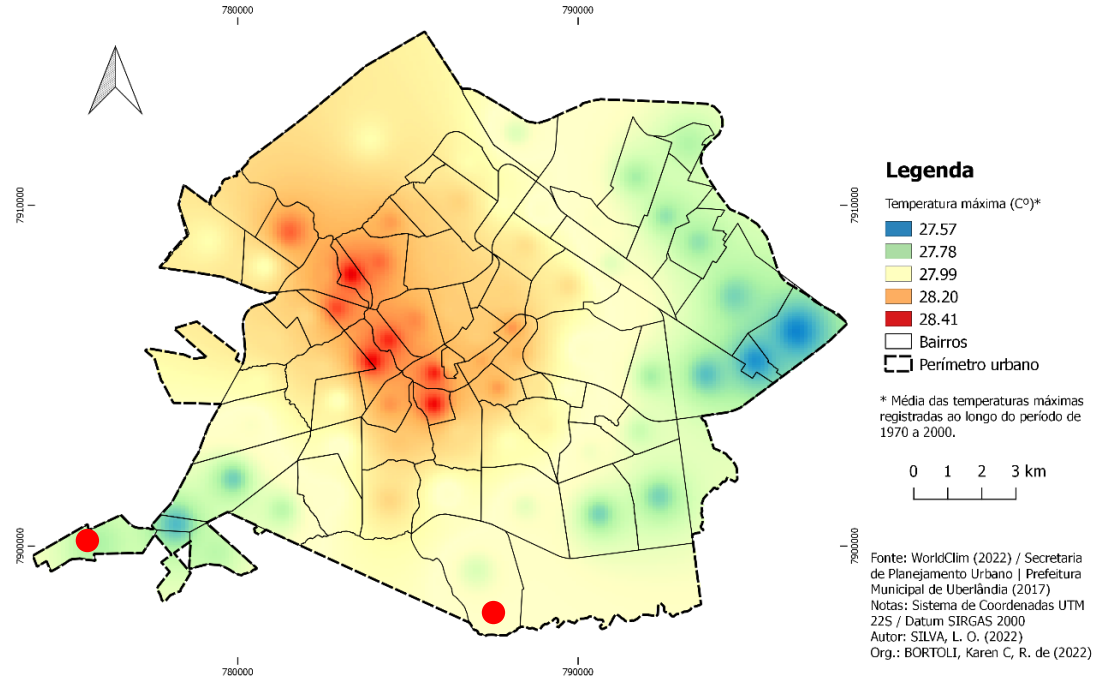
Fonte: *WorldClim*, elaborado por SILVA, L. O. (2022), organizado pela autora (2022).

Figura 21 - Uberlândia-MG: Médias das temperaturas mínimas (1970-2000).



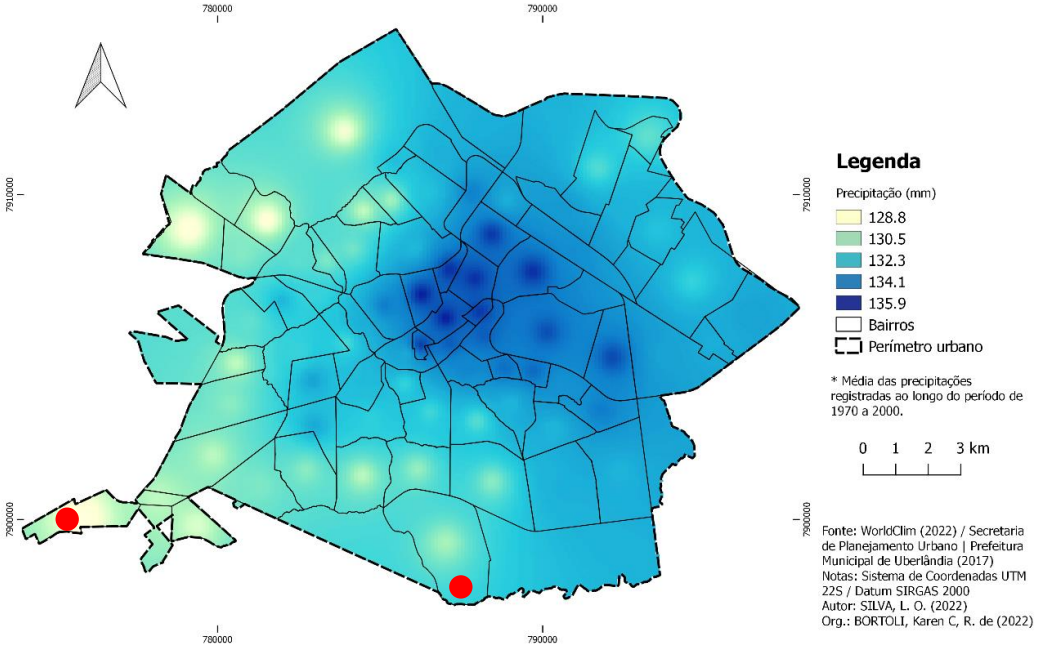
Fonte: *WorldClim*, elaborado por SILVA, L. O. (2022), organizado pela autora (2022).

Figura 22 - Uberlândia-MG: Médias das temperaturas máximas (1970-2000).



Fonte: *WorldClim*, elaborado por SILVA, L. O. (2022), organizado pela autora (2022).

Figura 23 - Uberlândia-MG: Médias das precipitações médias (1970-2000).



Fonte: *WorldClim*, elaborado por SILVA, L. O. (2022), organizado pela autora (2022).

Quanto à precipitação, observa-se que a média é mais elevada próximo ao centro e setor Leste da cidade, onde se observa, não só, maiores taxas de arborização urbana – evapotranspiração, com o campus Santa Mônica da UFU e o Parque do Sabiá, como também significativa concentração de calor devido à elevada impermeabilização do solo característica dessas áreas, intensificando o fenômeno das ilhas de calor urbanas e corroborando para maior intensidade dos eventos de precipitação nesse local.

Observando as figuras de 22 a 25, chama a atenção a diferença de temperaturas médias, máximas, mínimas e precipitações médias observadas nas localidades dos CHIS onde se situam o RSB e o 2A4 (identificadas em vermelho). Ainda que diminuta, trata-se de diferença digna de nota, indicando para a maior frequência de experiências de temperaturas elevadas no RSB, bem como maiores intensidades em termos de precipitações.

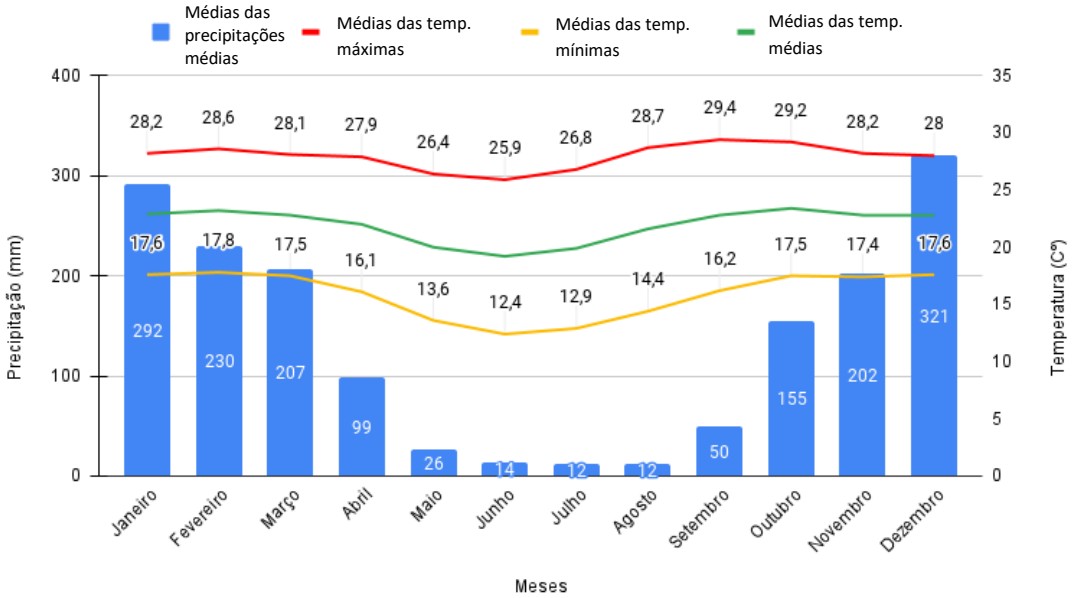
Infere-se que a situação do RSB em tecido urbano mais consolidado (urbanizado há mais tempo, mais impermeabilizado, com maiores índices de supressão de áreas verdes, barreiras à ventilação e maior absorção de radiação solar, etc) contribuam para experiências térmicas mais intensas nesse local. O 2A4, por outro lado, situa-se em localidade recém integrada ao perímetro urbano, urbanizada por edificações predominantemente térreas e ainda pouco

modificadas, cercado pelo cerrado e com menor obstrução à ventilação natural e alteração de propriedades térmicas superficiais (menor impermeabilização do solo). Essas condições contribuem para constituição de microclimas com ligeiras diferenças, influenciando, também, na dinâmica das massas de ar, umidade relativa e pluviosidade locais.

A partir da combinação de elementos climáticos – em especial temperaturas e precipitações –, e sob influência dos diferentes fatores geográficos que interferem no comportamento desses elementos, resultam diferentes tipos de climas. O climograma é uma representação gráfica das temperaturas médias e índices pluviométricos mensais de um local (ALMEIDA & RIGOLINI, 2002).

A Figura 24 apresenta o climograma da cidade de Uberlândia (MG), produzido a partir da base de dados de 1970 a 2000, compreendendo período suficientemente representativo de 3 décadas. É possível observar que a cidade apresenta dois momentos relativamente bem definidos no decorrer do ano: um período predominantemente frio e seco, entre maio e setembro, e outro predominantemente quente e úmido, entre outubro e abril (PETRUCCI, 2018).

Figura 24 – Uberlândia-MG: Climograma (1970-2000).



Fonte: *WorldClim*, elaborado por SILVA, L. O. (2022), organizado pela autora (2022).

Figura 25 – Uberlândia-MG: Médias das temperaturas mínimas mensais (1961 – 2018).

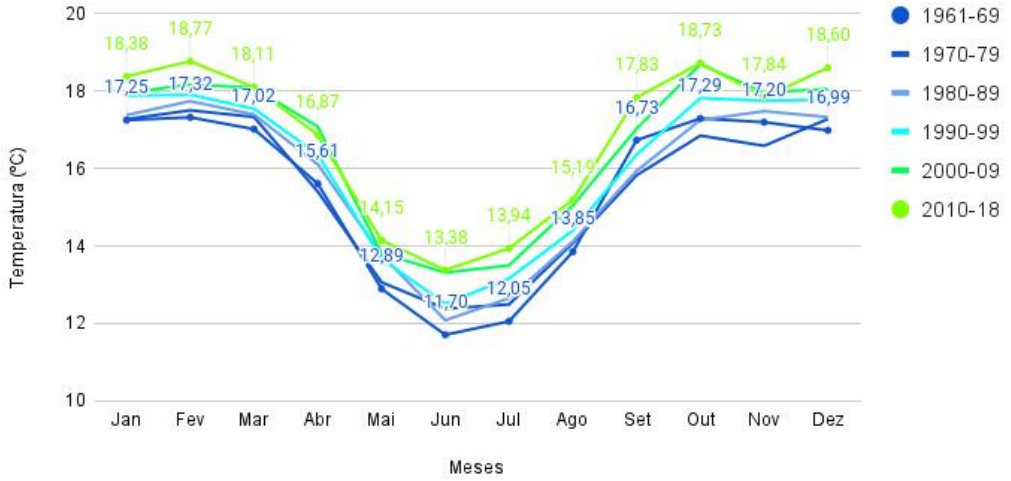
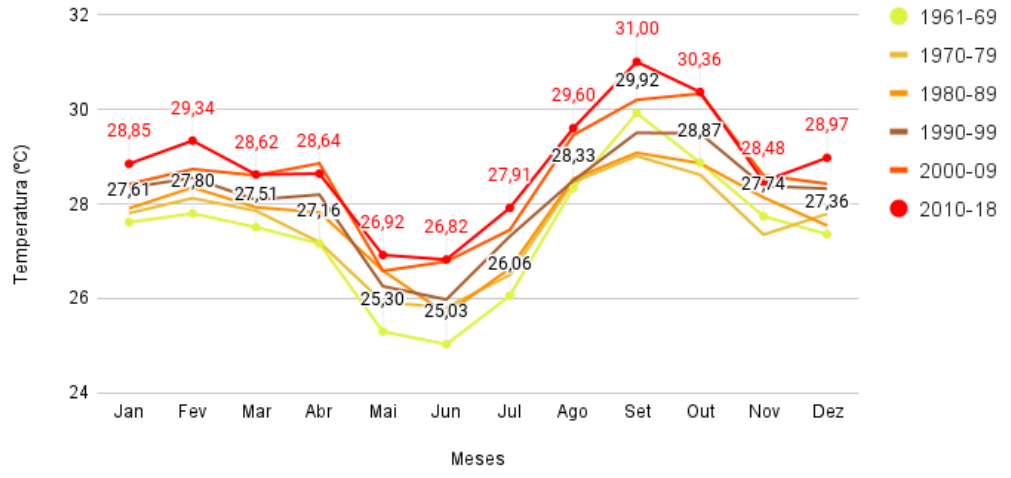


Figura 26 – Uberlândia-MG: Médias das temperaturas médias mensais (1961 – 2018).



Figura 27 – Uberlândia-MG: Médias das temperaturas máximas mensais (1961 – 2018).



Fonte: *WorldClim*, elaborado por SILVA, L. O. (2022), organizado pela autora (2022).

As Figuras 25, 26 e 27 e Tabela 1, apresentam a evolução por décadas das temperaturas mínimas, médias e máximas para Uberlândia, desde 1961 até 2018, refletindo a interferência dos processos urbanos na gradativa elevação dos valores observados, denotando a interferência das dinâmicas e processos urbanos na variação do clima e tendências de aquecimento para a cidade.

Tabela 1 - Evolução das temperaturas entre 1961-2018 em Uberlândia.

	PERÍODO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MÍNIMAS	1961-69	17.25	17.32	17.02	15.61	12.89	11.70	12.05	13.85	16.73	17.29	17.20	16.99
	1970-79	17.28	17.51	17.33	15.40	13.06	12.38	12.49	14.07	15.83	16.85	16.59	17.28
	1980-89	17.38	17.74	17.39	16.11	13.77	12.08	12.65	14.12	15.94	17.25	17.48	17.33
	1990-99	17.88	17.91	17.55	16.37	13.67	12.51	13.16	14.40	16.36	17.82	17.75	17.78
	2000-09	17.96	18.17	18.09	17.08	13.81	13.31	13.50	15.05	17.03	18.69	17.96	18.06
	2010-18	18.38	18.77	18.11	16.87	14.15	13.38	13.94	15.19	17.83	18.73	17.84	18.60

	PERÍODO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MÉDIAS	1961-69	22.43	22.56	22.26	21.39	19.10	18.37	19.06	21.09	23.33	23.08	22.47	22.17
	1970-79	22.54	22.81	22.59	21.30	19.49	19.09	19.49	21.27	22.42	22.73	21.97	22.53
	1980-89	22.64	23.04	22.66	21.97	20.18	18.88	19.64	21.32	22.51	23.06	22.81	22.44
	1990-99	23.11	23.23	22.82	22.28	19.96	19.24	20.24	21.45	22.93	23.66	23.06	23.05
	2000-09	23.19	23.45	23.35	22.97	20.20	20.05	20.47	22.25	23.61	24.51	23.28	23.24
	2010-18	23.61	24.05	23.36	22.75	20.53	20.10	20.93	22.40	24.42	24.55	23.16	23.79

	PERÍODO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
MÁXIMA	1961-69	27.61	27.80	27.51	27.16	25.30	25.03	26.06	28.33	29.92	28.87	27.74	27.36
	1970-79	27.80	28.12	27.85	27.19	25.92	25.81	26.50	28.46	29.01	28.61	27.35	27.79
	1980-89	27.91	28.35	27.93	27.82	26.59	25.68	26.63	28.53	29.08	28.86	28.14	27.54
	1990-99	28.34	28.55	28.09	28.20	26.26	25.98	27.31	28.49	29.50	29.49	28.38	28.32
	2000-09	28.42	28.74	28.60	28.86	26.58	26.78	27.45	29.45	30.20	30.33	28.60	28.43
	2010-18	28.85	29.34	28.62	28.64	26.92	26.82	27.91	29.60	31.00	30.36	28.48	28.97

Fonte: *WorldClim*, elaborado por SILVA, L. O. (2022), organizado pela autora (2022).

2.1.2 Estratégias bioclimáticas para a ZB 4

A NBR15220 (ASSOCIAÇÃO..., 2005), traz, em sua terceira parte, o Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ZBBR) e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. O ZBBR traz uma série de parâmetros que contribuem na minimização de ganhos térmicos[33] através da envoltória das edificações (composta por paredes, aberturas e sistema de cobertura).

[33] De forma simplificada, os ganhos térmicos se referem à parcela de calor absorvida pela edificação ao longo do dia através da envoltória por radiação solar (ganhos externos), que, somada ao eventual calor produzido por equipamentos eletrônicos e pela iluminação artificial (ganhos internos), podem gerar situações de desconforto por calor no interior da edificação, tal como sobrecarregar o sistema de condicionamento de ar.

O ZBBR compreende 8 Zonas Bioclimáticas diferentes, determinadas em função de características climáticas relativamente homogêneas no território brasileiro. Para cada Zona Bioclimática estão determinadas estratégias e diretrizes construtivas orientadas pelas características do clima local, capazes de permitir o estabelecimento de uma condição de conforto térmico a partir de estratégias passivas (que não demandam uso de eletricidade). Para seu estabelecimento foram considerados os seguintes parâmetros:

- tamanho das aberturas para ventilação;
- proteção das aberturas;
- vedações externas (tipo de parede externa e tipo de cobertura); e
- estratégias de condicionamento térmico passivo.

Com isso, tem-se que para as zonas localizadas mais ao Sul do país são recomendadas estratégias de aquecimento solar e vedações externas pesadas para a edificação durante o inverno e ventilação cruzada no verão, enquanto para as zonas mais a Norte, são recomendadas estratégias de resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento, no verão, e apenas vedações externas pesadas para a edificação, no inverno. Para a Zona Bioclimática 4 (ZB 4) em que se situa a cidade de Uberlândia (MG), por exemplo, recomendam-se aberturas para ventilação médias (entre 15% e 25% de área de piso) e sombreamento de aberturas, bem como paredes pesadas (com transmissão térmica “U” igual ou inferior a 2,2 W/m².K e capacidade térmica ≥ 130 kJ/m2.K) e coberturas leves isoladas (com U ≤ 2), variando-se tais valores de acordo com suas combinações (ASSOCIAÇÃO..., 2005; ASSOCIAÇÃO..., 2021).

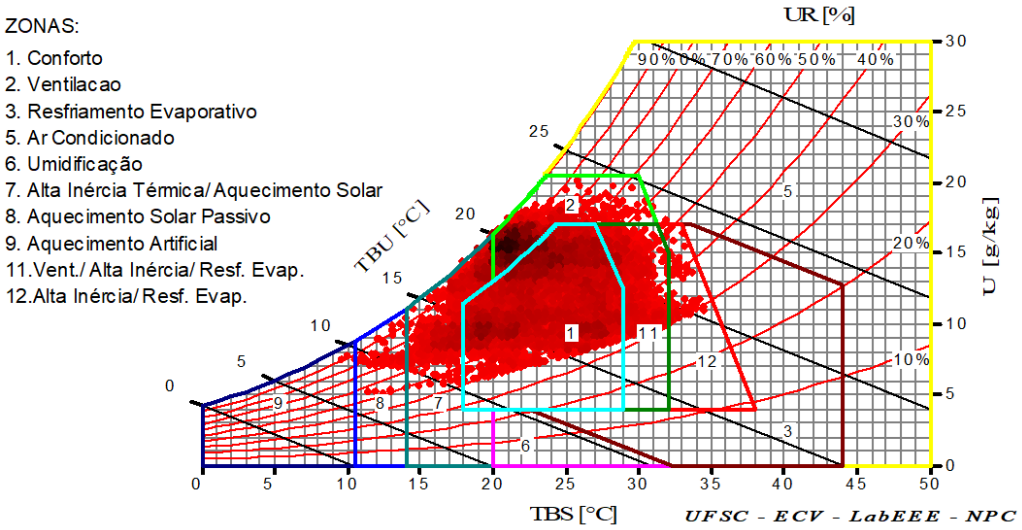
Tal variabilidade reflete a diversidade de sensações climáticas que se experimentam no Brasil, em uma mesma época do ano. A carta bioclimática de Givoni (1991), que se baseia na medição da condição climática interna à edificação para proposição de estratégias construtivas adequadas ao clima, deu origem ao Diagrama Bioclimático Brasileiro, que representa estratégias passivas para lidar com calor e frio, quais sejam: ventilação natural, ar-condicionado, inércia térmica para resfriamento, umidificação, resfriamento evaporativo, inércia térmica para aquecimento, aquecimento solar ou aquecimento artificial.

Trata-se de um diagrama psicrométrico, cujas variáveis são temperatura de bulbo seco (no eixo x horizontal), razão de umidade (no eixo y vertical) e

umidade relativa do ar (no eixo diagonal), e que é dividido em zonas correspondentes a cada uma das estratégias bioclimáticas recomendadas para determinadas situações climáticas. O diagrama é preenchido com dados correspondentes ao cruzamento das variáveis (temperatura e umidade) para cada hora de cada dia do ano climático de referência na cidade estudada, um dado para cada hora do ano, em um total de 8760 pontos.

Com isso, os pontos referentes a cada dia são distribuídos no diagrama, ocupando zonas diferentes, a partir do que o projetista obtém as estratégias bioclimáticas recomendadas para a cidade estudada, como pode ser conferido na Figura 28, referente à cidade de Uberlândia[34].

Figura 28 – Carta Bioclimática de Givoni para cidade de Uberlândia.



Fonte: *Software* Analysis BIO (LabEEE/UFSC), com base em GUARDA (2019).

A partir da carta bioclimática de Uberlândia, obtêm-se o seguinte diagnóstico, segundo o programa Analysis BIO:

- Análise geral do conforto/desconforto:
  >>Conforto:59%
  >>Desconforto:41%
  -Frio:11.6%
  -Calor:29.4%

- Estratégias Bioclimáticas recomendadas para o calor:
  >>Ventilação: 28.2%
  >>Alta Inércia p/ Resfr.: 10.1%
  >>Resfr. Evap.: 10.1%

[34] Diagrama produzido utilizando o *software* Analysis BIO, do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC, segundo metodologia adotada por Guarda (2019) para transformação de arquivo climático na extensão EPW para CSV, com base em dados do arquivo climático de referência TRY extraídos do site Climate.OneBuilding.Org: BRA_MG_Uberlandia.867760_INMET.

>>Ar-Condicionado: 0.0228%

- Estratégias Bioclimáticas recomendadas para o frio:
  >>Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar: 10.9%
  >>Aquecimento Solar Passivo: 0.685%
  >>Aquecimento Artificial: 0.0228%
  >>Umidificação: 0%

Tabela 2 - Direções de ventos em Uberlândia (MG).

		DIREÇÕES DE VENTOS (%)							
ESTAÇÃO	**PERÍODO**	*N*	*NE*	*L*	*SE*	*S*	*SO*	*O*	*NO*
TODAS (ano todo)	integral	15.54	**26.74**	**28.13**	6.62	8.16	4.14	3.86	3.86
	diurno	20.92	31.03	21.01	3.73	4.48	3.99	5.39	5.39
	noturno	9.47	21.9	36.15	9.88	12.31	4.32	2.14	2.14
OUTONO	integral	15.05	26.08	30.24	8.69	9.27	3.05	3.18	3.18
	diurno	23.05	29.96	23.32	3.9	5.41	3.1	4.96	4.96
	noturno	6.88	22.1	37.32	13.59	13.22	2.99	1.36	1.36
INVERNO	integral	11.61	28.8	34.03	6.29	8.99	3.85	2.22	2.22
	diurno	14.48	35.17	27	4.71	4.71	4.44	3.91	3.91
	noturno	8.75	22.46	41.03	7.87	13.26	3.27	0.53	0.53
PRIMAVERA	integral	15.42	24.07	22.78	6.48	9.81	6.99	6.16	6.16
	diurno	21.26	28.21	16.35	3.43	5.72	6.38	7.11	7.11
	noturno	7.79	18.68	31.16	10.46	15.15	7.79	4.91	4.91
VERÃO	integral	20.36	27.94	25.05	4.92	4.45	2.7	3.98	3.98
	diurno	24.74	31.01	17.87	2.92	2.06	1.89	5.41	5.41
	noturno	14.98	24.16	33.86	7.38	7.38	3.69	2.22	2.22

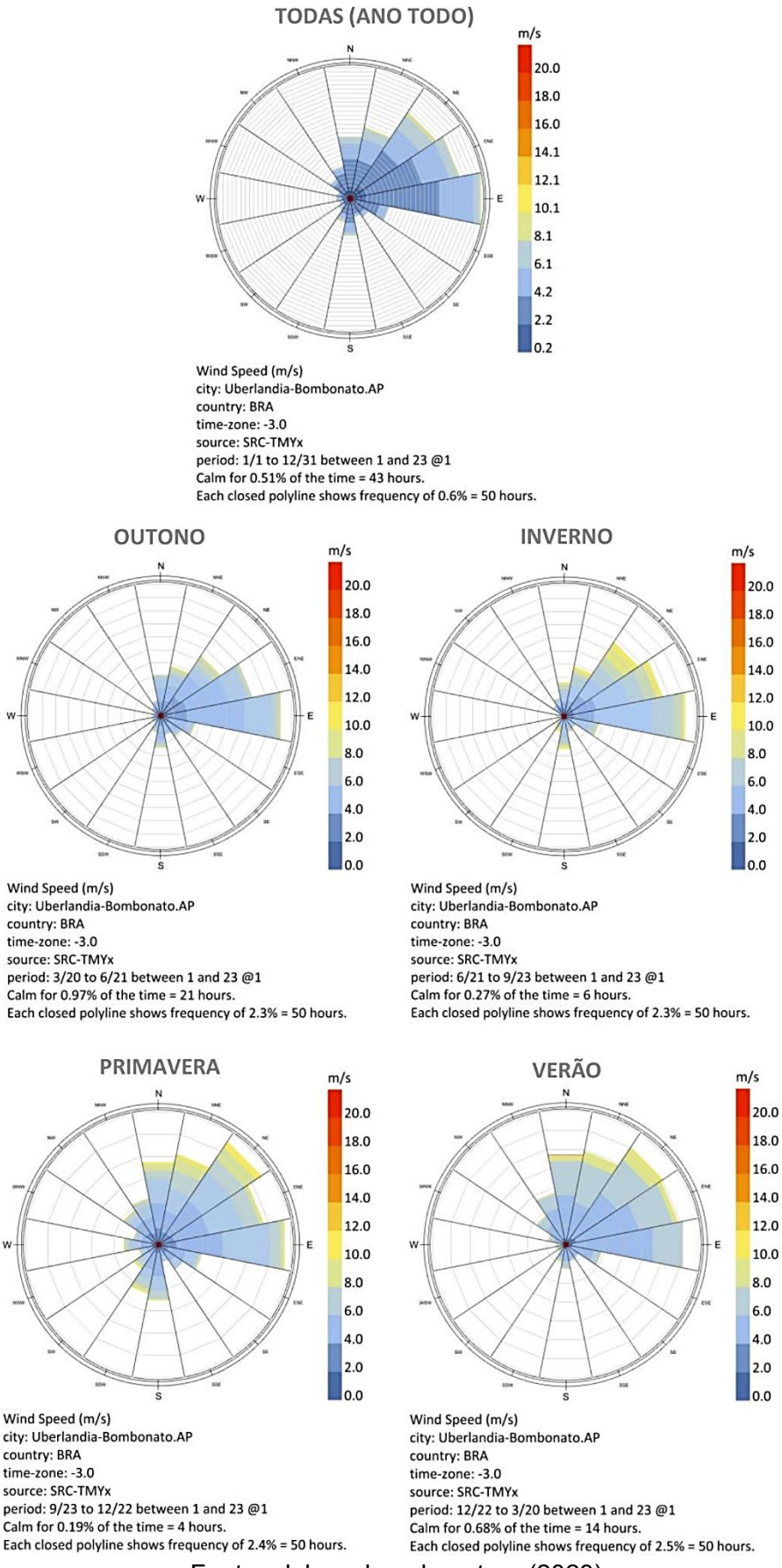
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 3 – Velocidades de ventos em Uberlândia (MG).

		VELOCIDADES DE VENTOS (m/s)										
ESTAÇÃO	**PERÍODO**	*N*	*NE*	*L*	*SE*	*S*	*SO*	*O*	*NO*	*MIN.*	*MED.*	*MAX.*
TODAS (ano todo)	integral	3.79	4.15	3.76	3.39	3.83	4.1	3.84	3.84	0	3.84	20.1
	diurno	4.23	4.78	4.13	3.53	3.91	4.26	4.14	4.14	0	4.29	20.1
	noturno	2.7	3.15	3.52	3.34	3.8	3.92	3	3	0	3.33	12.9
OUTONO	integral	3.62	3.64	3.65	3.35	3.56	3.45	3.28	3.28	0	3.57	10.3
	diurno	3.97	4.23	3.95	3.39	3.98	3.73	3.49	3.49	0	3.96	10.3
	noturno	2.41	2.82	3.46	3.34	3.38	3.15	2.47	2.47	0	3.16	10.3
INVERNO	integral	3.74	4.62	4.13	4.08	4.61	4.78	4.29	4.29	0	4.25	11.8
	diurno	4.54	5.41	4.65	4.25	4.27	4.52	4.47	4.47	0	4.8	11.8
	noturno	2.42	3.39	3.79	3.98	4.73	5.15	3	3	0	3.71	11.8
PRIMAVERA	integral	4.18	4.39	3.81	3.14	3.74	4.19	3.76	3.76	0	3.94	12.9
	diurno	4.5	4.87	4.1	3.13	3.86	4.27	4.09	4.09	0	4.32	12.3
	noturno	3.02	3.43	3.61	3.14	3.68	4.1	3.14	3.14	0	3.45	12.9
VERÃO	integral	3.65	3.93	3.31	2.88	2.95	3.57	4.19	4.19	0	3.57	20.1
	diurno	4.03	4.5	3.63	3.09	3.05	4.53	4.57	4.57	0	4.07	20.1
	noturno	2.88	3.02	3.11	2.78	2.91	2.97	3.06	3.06	0	2.96	8.8

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 29 – Rosa dos ventos para cidade de Uberlândia (ano todo e estações).



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os dados obtidos mostram que a cidade de Uberlândia (MG) é termicamente confortável durante a maior parte do ano (59% do tempo), com desconforto por calor predominando em 29.4% do tempo. Para esse desconforto, a ventilação natural é a principal estratégia passiva de climatização recomendada, em 28.2% do tempo. A fim de melhor compreender o comportamento da ventilação natural na cidade, um estudo sobre a frequência de ocorrência de direções e velocidades de vento observadas na cidade de Uberlândia (MG)[35] pode ser conferido a partir das Tabelas 2 e 3 e Figura 29.

Outra estratégia essencial é a inércia térmica, tanto para resfriamento (10.1%) quanto para aquecimento (10.9%)[36]. Essa estratégia está diretamente vinculada a adequabilidade de materiais construtivos para o clima local. Especialmente no período do ano mais quente e seco, a ventilação diurna pode trazer contribuições térmicas indesejáveis, rendendo à inércia térmica notável importância como barreira à entrada de calor. Outra estratégia recomendada com frequência durante o calor é o resfriamento evaporativo (10.1%), proporcionado pela vegetação e águas urbanas entre diversos outros recursos construtivos para sua incorporação na escala do lote.

A NBR 15220-3 (ASSOCIAÇÃO..., 2005) recomenda diretrizes construtivas compatíveis para localidades situadas na Zona Bioclimática 4:

- Aberturas para ventilação médias (15% a 25% de área de piso);
- Aberturas sombreadas;
- Paredes pesadas ($U \leq 2{,}20$; $\varphi \geq 6{,}5$; $FSo \leq 3{,}5$);
- Coberturas leves e isoladas ($U \leq 2{,}00$; $\varphi \geq 3{,}3$; $FSo \leq 6{,}5$);
- No verão: resfriamento evaporativo, massa térmica para resfriamento e ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa);
- No inverno: aquecimento solar da edificação e vedações internas pesadas (inércia térmica).

[35] Utilizando o arquivo climático extraído do site Climate.OneBuilding.Org: BRA_MG_Uberlandia-Bombonato.AP.835250_TMYx.2007-2021.

[36] A propriedade térmica associada à inércia térmica é a capacidade térmica (CT), que refere-se à quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema, mensurada em kJ/m2.K. Componentes com capacidade térmica elevada possuem maior inércia térmica, prestando-se ao emprego da massa térmica para resfriamento (ASSOCIAÇÃO..., 2005).

Evidencia-se, assim, a importância da proteção solar de aberturas, admissão seletiva de ventilação natural, propriedades térmicas e óticas de materiais construtivos e vegetação urbana na obtenção de conforto térmico passivo em edificações situadas na cidade de Uberlândia (MG), Zona Bioclimática 4.

2.2 Inserção, conceitos e proposta de abordagem

HIS brasileiras precisam ser especialmente resilientes a fim de otimizar o aproveitamento recursos destinados à sua produção e posterior manutenção, proporcionando qualidade de vida, bem-estar, saúde e economia no decorrer de sua vida útil. Essa demanda se traduz a partir de atributos desejáveis ao ambiente construído (Figura 30), tais como o conforto térmico, a eficiência energética, a flexibilidade e a acessibilidade (VILLA *et al*., 2022c).

Pesquisas desenvolvidas[37] pelo grupo [MORA] Pesquisa em Habitação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia - FAUeD/UFU[38], evidenciaram problemas vivenciados por moradores de CHIS horizontais e verticais na cidade de Uberlândia (MG) relacionados a carência desses atributos[39].

Desde 2016, o grupo tem se debruçado sobre o entendimento da resiliência no ambiente construído de HIS do PMCMV, elaborando estrutura conceitual acerca do assunto (Quadros 6 e 7), instrumentos para sua mensuração e, mais recentemente, estratégias para sua obtenção voltadas à orientação de usuários e projetistas[40]. Iniciações científicas, mestrados e doutorados têm se desenvolvido em torno dessa estrutura, contemplando diferentes atributos e, por vezes, interfaces entre os mesmos[41]. Diversos trabalhos acadêmicos originaram-se dessas pesquisas, merecendo destaque:

---

[37] Ver em: https://morahabitacao.com/pesquisas/ . Acesso em dezembro de 2022.
[38] Ao qual vincula-se a autora do presente trabalho.
[39] Importantes resultados que corroboraram para essa percepção podem ser conferidos na publicação: VILLA, S. B.; VASCONCELLOS, P. B.; DE BORTOLI, K. C. R.; DE ARAUJO, L. B. Lack of adaptability in Brazilian social housing: impacts on residents. Buildings and Cities, v. 3, p. 376-397, 2022b. Disponível em: https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.180 . Acesso em dezembro de 2022.
[40] No escopo da pesquisa "[CASA RESILIENTE] Estratégias projetuais para a promoção da resiliência em habitação social a partir de métodos de avaliação pós-ocupação", financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq (Bolsa Produtividade em Pesquisa – PQ), em desenvolvimento entre 2022 e 2025. Ver mais em: https://morahabitacao.com/pesquisas-em-andamento-2/casa-resiliente-estrategias-projetuais-para-a-promocao-da-resiliencia-em-habitacao-social-a-partir-de-metodos-de-avaliacao-pos-ocupacao/ . Acesso em dezembro de 2022.
[41] Ver em: https://morahabitacao.com/dissertacoes-ppgaufaued/ . Acesso em dezembro de 2022.

- Bortoli *et al.* (2023) - Thermal comfort and air renewal in social housing: a case study in Uberlândia, Brazil. Revista ES Engineering and Science. Disponível em: https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/15165
- Villa, Bortoli e Vasconcellos (2023) - Assessing the built environment resilience in Brazilian Social Housing: Challenges and reflections. Revista Caminhos de Geografia. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/66504/36535
- Villa *et al.* (2022a) - Relatório Final: Estratégias "na palma da mão" para uma casa saudável e resiliente. CAU/Universidade Federal de Uberlândia.
- Villa *et al.* (2022b) - (The lack of) Adaptability in Brazilian Social Housing: understanding its impacts through residents' lens. Revista Building and Cities. Disponível em: https://www.journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.180/
- Villa *et al.* (2022c) – Relatório Final: BER HOME - Resiliência no ambiente construído em habitação social: métodos de avaliação tecnologicamente avançados. Universidade Federal de Uberlândia.
- Garrefa *et al*. (2021) - Resilience in social housing developments through post-occupancy evaluation and coproduction. Revista AMBIENTE CONSTRUÍDO (ONLINE). Disponível em https://seer.ufrgs.br/ ambienteconstruido/article/view/101129
- Bortoli e Villa (2020a) - Conforto ambiental como atributo para a resiliência em habitações de interesse social brasileiras. Revista PROJETAR – PROJETO E PERCEPÇÃO DO AMBIENTE. Disponível em: https://morahabitacao.files.wordpress.com/2021/03/artigo-projetar.pdf
- Bortoli e Villa (2020b) - Adequação ambiental como atributo facilitador da resiliência no ambiente construído em Habitações de Interesse Social. Revista AMBIENTE CONSTRUÍDO (ONLINE). Disponível em: https://morahabitacao.files.wordpress.com/2020/01/bortoli-e-villa_2020_rac.pdf
- Villa *et al.* (2017) - Relatório Final: Método de análise da resiliência e adaptabilidade em conjuntos habitacionais sociais através da avaliação pós-ocupação e coprodução. Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: https://morahabitacao.files.wordpress.com/2021/09/relatorio-final_resapo-1-pt_resumo.pdf

A premissa de todas as pesquisas é a de que "para aprimorar a resiliência de um sistema você precisa saber de onde está começando – o que implica em medir algo –, e precisa saber para onde vai, o que implica traçar possibilidades futuras" (GARCIA e VALE, 2017)". Infere-se a necessidade de compreender os impactos a que estão sujeitas as HIS bem como os atributos e indicadores de resiliência a elas desejáveis antes de intervir sobre as mesmas.

Esse entendimento dá-se através da Avaliação Pós-Ocupação (APO), metodologia extensamente utilizada para obtenção da qualidade do projeto por meio de diagnósticos consistentes relacionados aos aspectos que caracterizam o ambiente construído (ONO *et al.*, 2019; VILLA, SARAMAGO e GARCIA, 2015; VILLA e ORNSTEIN, 2013), recorrentemente aplicada pelo grupo.

Quadro 6 – Estrutura conceitual da pesquisa [CASA RESILIENTE].

RESILIÊNCIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: É uma capacidade do ambiente construído de lidar positivamente com mudanças ou impactos impostos ao longo do tempo, sem perder sua essência e funcionalidade, segundo certas habilidades que variam de acordo com a natureza do impacto (GARCIA; VALE, 2018; RODIN, 2015; PICKETT et al., 2014).

AMBIENTE CONSTRUÍDO: Todo o ambiente erigido, moldado ou adaptado pelo homem. São os artefatos humanos ou estruturas físicas realizadas pelo homem (ORNSTEIN, BRUNA & ROMERO, 1995). Resulta das interações entre o ambiente físico e o comportamento humano. Ao mesmo tempo, influencia e é influenciado por aspectos culturais e temporais, comportamentos socioespaciais humanos, relações afetivas e experiências ambientais (ELALI e PINHEIRO, 2013).

SISTEMA: A pesquisa assume que o ambiente construído de HIS é um sistema composto de diferentes elementos: ambiente natural, edifícios, infraestruturas, residentes, gestores e lideranças comunitárias.

EXPOSIÇÃO/VULNERABILIDADE: Refere-se ao estado de sensibilidade/suscetibilidade a determinadas ameaças, principalmente decorrentes de características inerentes ao projeto entregue, à situação do edifício e comportamento dos usuários no momento da incidência dessas ameaças (VILLA *et al.*, 2017; LEMOS, 2014; MAGUIRE e CARTWRIGHT, 2008; SMIT e WANDEL, 2006; BROOKS, 2003).

IMPACTO: O termo impacto refere-se ao conjunto de choques agudos e/ou estresses crônicos que ameaçam a vida, os meios de subsistência, a saúde, os ecossistemas, as economias, a cultura, os serviços e a infraestrutura de uma sociedade exposta e ambiente construído, gerando efeitos negativos proporcionais ao estado de vulnerabilidade do sistema em um dado momento (ELIAS-TROSTMANN *et al.*, 2020; GARCIA e VALE, 2017; ARUP e THE ROCKEFELLER..., 2015; LEMOS, 2014). Os impactos incidentes sobre o urbano são causados, *a priori*, por grandes eventos ou desafios globais (aqui chamados de grandes causas), com os quais os governos e a sociedade como um todo têm se deparado contemporaneamente, chamando para si grande atenção (VILLA *et al.*, 2022).

AMEAÇAS: Referem-se aos fenômenos climáticos, ambientais, sociais, econômicos e/ou políticos incidentes sobre o urbano capazes de gerar efeitos sensíveis sobre o ambiente construído de HIS, na medida de sua vulnerabilidade. Podem classificar-se como choques agudos – eventos agudos repentinos que ameaçam uma cidade, como terremotos, chuvas fortes, ondas de calor, etc, ou estresses crônicos – desastres lentos que enfraquecem o tecido de uma cidade, como *déficit* habitacional quantitativo e qualitativo, ausência ou ineficiência de políticas públicas, etc (ARUP & THE ROCKEFELLER FOUNDATION, 2015).

EFEITOS NEGATIVOS: Prejuízos sofridos ou causados por algo ou alguém, como danos físicos, morais, patrimoniais. Mais especificamente, referem-se às consequências negativas das ameaças incidentes, enfraquecendo laços sociais e afetivos entre moradores e entre estes e o ambiente construído que ocupam. Podem ser percebidos na escala do terreno, da estrutura, das vedações verticais e horizontais, das infraestruturas, ambientes e mobiliários (BRAND, 1994). Sua extensão deriva da e amplifica a exposição do ambiente e vulnerabilidade das pessoas às ameaças.

ATRIBUTO DE RESILIÊNCIA: Objetivos que o ambiente construído deve buscar a fim de alcançar a resiliência (VILLA *et al.*, 2017).

INDICADOR/SUB-INDICADOR DE RESILIÊNCIA: Derivado da análise de fatores identificados como importantes para permitir que as comunidades urbanas se recuperem de choques e tensões. Juntos, formam o "sistema imunológico" da edificação. São os sub-elementos ou sub-aspectos de análise que explicam e/ou detalham os atributos (VILLA *et al.*, 2017).

RECOMENDAÇÕES PARA RESILIÊNCIA: Ações ou estratégias que favorecem a resiliência do sistema.

Fonte: Adaptado de VILLA, BORTOLI e VASCONCELLOS (2023).

Figura 30 – Atributos e indicadores da resiliência no sistema casa.



Fonte: Adaptado de VILLA *et al.*, 2022c.

Quadro 7 – Instrumentos de APO para entendimento da resiliência em HIS.

QUESTIONÁRIO DE IMPACTO

OBJETIVO	*ESTRUTURA*
Medir o nível de incômodo causado por impactos de diferentes ordens incidents nas casas.	• Grandes causas: Origem, motivo ou razão para algo acontecer (Dicionário). Refere-se aos grandes eventos no tempo e no espaço que fazem parte da vida no planeta Terra (GARCIA & VALE, 2018). Podem ser de ordem climática, ambiental, social, econômica e/ou política. • Ameaças: As ameaças referem-se a fenômenos de diferentes ordens que afetam o urbano, capazes de gerar efeitos sensíveis sobre o ambiente construído das unidades habitacionais, na medida de sua vulnerabilidade. Eles podem ser classificados como choques agudos ou estresses crônicos. • Efeitos: Referem-se às consequências negativas das ameaças a bens e pessoas, que geram patologias no ambiente construído e fragilizam os laços sociais e emocionais entre os residentes e destes com o ambiente construído que ocupam.

RÉGUA DE RESILIÊNCIA

OBJETIVO	*ESTRUTURA*
Avaliar o nível de resiliência das casas por meio de critérios parametrizados, com base em normas técnicas e casos de controle representativos da resiliência ótima para cada atributo e seus indicadores/subindi-cadores.	• Indicadores/subindicadores: Derivados da análise de fatores identificados como importantes para permitir que as comunidades urbanas sejam resilientes contra choques agudos e estresses crônicos. Sintetizam problemas, são "o que falta". • Itens de avaliação: Reunem aspectos do indicador que importam ou são possíveis de avaliar quanto ao seu nível de resiliência. • Escala de pontuação da resiliência: de 1 a 5, sendo 1 "não resiliente" e 5 "muito resiliente" (ELIAS-TROSTMANN et al., 2018). Para obter cada pontuação, existe um critério que o aspecto avaliado deve cumprir, cuja definição se baseia em normas técnicas e casos de controle representativos de uma resiliência ótima para cada atributo e seus indicadores. • Referências: Documentação técnica e referências que suportam a definição de critérios. • Instrumentos de avaliação: As técnicas utilizadas para verificar os critérios elencados variam de acordo com a natureza do aspecto avaliado para cada indicador/subindicador, podendo ser questionários, walkthroughs, análises de desempenho, entrevistas, entre outros.

Fonte: Adaptado de VILLA, BORTOLI e VASCONCELLOS (2023).

A presente tese insere-se na pesquisa institucional ao aprofundar-se no estudo da resiliência apenas a partir do atributo “Conforto Térmico”. Contribui, dessa forma, para execução das etapas de (i) a (vi), a partir de seus objetivos específicos:

1. Discutir a importância e aspectos definidores da resiliência a partir do conforto térmico em habitações de interesse social, especialmente aquelas em uso – etapas (i), (ii) e (iii);
2. Desenvolver e aplicar metodologia de avaliação do conforto térmico como atributo de resiliência de HIS horizontais em uso (Artefato 1) – etapas (iv) e (v);
3. Encaminhar diretrizes de orientação para reformas, visando obtenção de conforto térmico para resiliência, a partir de exemplo de avaliação em estudo de caso na ZB 4 (Artefato 2) – etapa (vi).

Cada um dos capítulos da tese contempla um dos objetivos específicos enunciados e, com isso, a execução parcial das etapas previstas pela pesquisa [CASA RESILIENTE][42].

A partir de Meerow e Newell (2016) e Homaei e Hamdy (2021), infere-se que um estudo sobre resiliência deve partir da resposta às seguintes perguntas: “1. A que?”, “2. Onde?”, “3. Por quê?”, “4. Para quem?”, “5. Quando” e “6. Como?”.

O clima é um entre os diversos impactos a que o sistema HIS estudados pelo grupo de pesquisa, enfocado na presente tese. A interação pouco resiliente das casas com o clima está expressa na falta de qualidade em uso de seus ambientes térmicos, descrita no primeiro capítulo. Características dos projetos de HIS entregues, somadas as transformações empreendidas pelos moradores sem orientação, prejudicam a relação virtuosa da edificação com a radiação solar e a ventilação natural.

O desconforto térmico resultante prejudica a saúde e bem-estar humanos, aumentando a dependência de eletricidade para correção térmica e, com isso, sobrecarregando o orçamento familiar. A limitação financeira, combinada às

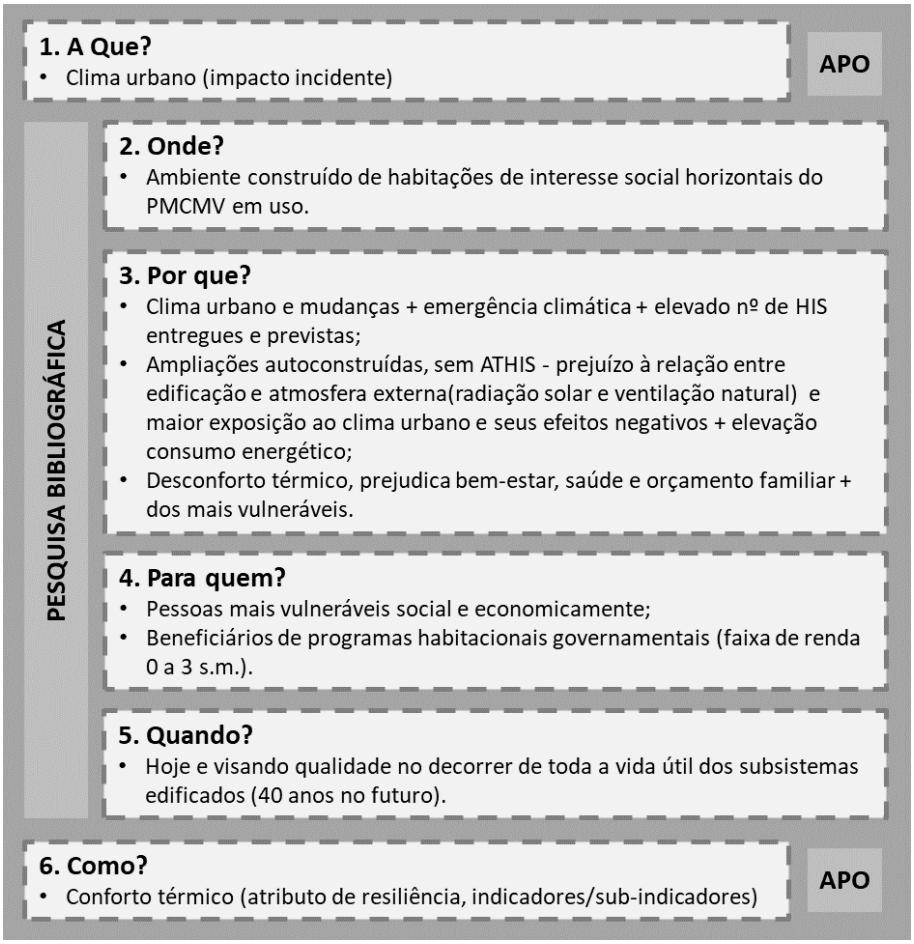
[42] A mesma recebe e continuará recebendo contribuições de outros pesquisadores para sua conclusão, sendo importante frisar que a resiliência de HIS não se resolve, apenas, por meio do atributo conforto térmico.

mudanças climáticas e ao desconforto térmico em HIS torna seus usuários especialmente mais expostos e vulneráveis ao clima e seus efeitos negativos.

Diante do elevado número de moradias entregues no país nessas condições, torna-se questão de saúde pública a elaboração de ações de adaptação compatíveis às especificidades de cada local. A prioridade está na compreensão para requalificação de HIS em uso, tendo em vista a obtenção de resiliência a partir do conforto térmico no decorrer de toda sua vida útil.

O Quadro 8 sintetiza as respostas às perguntas e as técnicas de pesquisa adotadas para seu estudo e operacionalização no escopo da presente tese. As respostas às perguntas de 2 a 4 advém da pesquisa bibliográfica, contemplada pelo capítulo 1.

Quadro 8 – Respostas às perguntas de resiliência e técnicas de pesquisa.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Paralelamente, segundo metodologia da pesquisa [CASA RESILIENTE], as respostas às perguntas “1. A que?” e “6. Como?” demandam pesquisas de

campo utilizando instrumentos de APO para melhor entendimento e subsídio à intervenção, no escopo específico de cada atributo de resiliência proposto – Artefato 1 (essencialmente composto apenas por questionário de impacto e régua de resiliência).

Para a presente pesquisa, uma avaliação mais ampla do impacto (Artefato 1A) e outra da resiliência propriamente dita (Artefato 1B) são propostas, incluindo o questionário de impacto e régua de resiliência, aprofundando-se no entendimento do clima como impacto incidente sobre HIS e do conforto térmico como atributo de resiliência capaz de prepará-las para lidar positivamente com esse impacto.

A avaliação de impacto visa responder às questões de pesquisa:

1. Em que medida o desconforto térmico é um impacto percebido no estudo de caso? (instrumentos 1A.1, 1A.2 e 1A.3)
2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico?
    2.1 Quanto aos efeitos das ampliações sobre o incômodo por calor/frio (instrumentos 1A.1 e 1A.3)
    2.2 Quanto aos efeitos do calor/frio e ampliações sobre a saúde (instrumentos 1A.2 e 1A.3)
    2.3 Quanto aos efeitos das ampliações sobre o conforto térmico e renovação do ar? (instrumentos 1A.3 e 1A.4)

A avaliação de resiliência propriamente dita visa responder às questões de pesquisa:

1. Quais critérios subsidiam o entendimento e mensuração da resiliência a partir do conforto térmico em HIS? (pesquisa bibliográfica, casos controle)
2. Qual o nível de resiliência das casas e das pessoas no estudo de caso, segundo critérios propostos? (instrumentos 1B.1)
3. Quais orientações podem ser fornecidas visando aprimorar a resiliência a partir do conforto térmico no estudo de caso? (instrumentos 1B.1)

Em APO, a obtenção de dados confiáveis é pautada na utilização de múltiplos métodos ou técnicas de avaliação, permitindo redundância capaz de respaldar eventuais ajustes de inconsistências nos dados obtidos, bem como o fortalecimento de conclusões quando conveniente ou descarte daquelas que se

mostrarem menos representativas. Entende-se que o conhecimento produzido através de uma única técnica pode apresentar resultados duvidosos, uma vez que diferentes técnicas têm seus próprios pontos positivos e negativos (MARANS & AHRENTZEN, 1987).

Cada pergunta ou conjunto de perguntas que a tese pretende responder conta com um instrumento de pesquisa específico para sua investigação. Na avaliação de impacto (1A) esses instrumentos vão de 1A.1 a 1A.4, ao passo que na avaliação de resiliência propriamente dita (1B) existe apenas o 1B.1, subdividido em 1B.1.1 e 1B.1.2.

2.3 Artefato 1 - Instrumentos de avaliação de impacto e resiliência

2.3.1 Artefato 1A - Avaliação de impacto

A avaliação de impacto caracteriza, de maneira geral, os problemas relacionados ao conforto térmico, visando identificar sua extensão e prioridade de ações em estudos de caso. É composta por instrumentos de APO especialmente concebidos visando a aquisição de informações contextuais, na escala do conjunto, da unidade habitacional/lote e da opinião dos moradores, que denotam e mensuram a existência de impactos derivados do clima sobre o sistema casa (ver todos os instrumentos na íntegra no Apêndice 1 – Instrumentos de Avaliação de Impacto). São eles:

- Instrumento 1A.1 (Questionário de impacto) – Avalia percepção dos moradores quanto ao nível de incômodo gerado por efeitos negativos do clima e seus elementos: ondas de calor e frio, chuvas e secas intensas, rajadas de ventos, impactos na saúde e no abastecimento e custos de água e energia.
- Instrumento 1A.2 (Questionário complementar de impacto) – Avalia percepção dos moradores quanto à sensação e satisfação com temperatura e movimento de ar; Efeitos do clima sobre a saúde e condições de saúde prévias. Verifica características construtivas gerais.
- Instrumento 1A.3 (Análise morfológica) – Avalia tecnicamente a situação geográfica descrita pelos padrões de ampliação (direção, dimensões, contato com embrião), materialidades, permeabilidade e

impermeabilidade de terrenos e sua arborização, como fenômenos da paisagem urbana e suas transformações que contribuem para constituição do clima.

- Instrumento 1A.4 (Simulação computacional) – Avalia tecnicamente embrião e ampliações representativas (a partir de 1A.3) quanto ao conforto térmico e renovação de ar segundo normativas. Parte de modelo computacional calibrado/validado a partir de medições de temperatura, umidade relativa do ar e refletância em campo.

O questionário de impacto (**instrumento 1A.1**) é um dos dois instrumentos de APO principais desenvolvidos pelo grupo de pesquisa. Conforme descrito na Figura 31, estrutura-se a partir de grandes causas, ameaças e efeitos negativos a elas relacionadas, visando mensurar o grau de incômodo percebido pelos sujeitos de pesquisa. A grande causa de impacto enfocada pela tese é o clima, entendido como "produto-produtor da ação antrópica sobre o ambiente natural. Relacionado à percepção dos elementos do clima (radiação, ventilação, umidade, chuvas) e sua repercussão sobre o contexto da moradia através das estações" (Villa *et al.,* 2022c).

Assim, as ameaças associadas a essa grande causa são: chuvas intensas, longos períodos de estiagem/seca, ondas de calor, ondas de frio, rajadas de vento, alterações no abastecimento de água e energia. Os efeitos negativos sobre a casa e a família vão desde o aparecimento de goteiras e infiltrações, passando pela sensação de calor e frio dentro de casa, até a ocorrência de problemas de saúde e elevação de contas de energia em decorrência do desconforto térmico.

A Figura 31 exemplifica a estrutura do questionário de impacto e seus índices de avaliação. Primeiramente, verifica-se se há percepção de efeitos negativos (sim ou não), para então aferir o nível de incômodo por eles gerado (pouco, muito ou nenhum).

Figura 31 – Estrutura do questionário de impacto (sessão de exemplo).

CAUSA (GRANDE EVENTO): Clima							
Ameaças	Efeitos Negativos sobre a casa e a família	Percebe o efeito		Nível de incômodo			Coment.
		Sim	Não	Pouco	Muito	Nenhum	
( ) Ondas de calor	Calor dentro de casa						
	Abafamento de cômodos (calor + umidade)						
	Necessidade de ventilador / umidificador						
	Necessidade de ar-condicionado						
	Custo elevado de contas de água/luz						
	Ocorrência de desidratação						
	Ocorrência de infarto do miocárdio						
	Ocorrência de outros problemas de saúde devidos ao calor						

Fonte: VILLA *et al.* (2022c).

O questionário complementar de impacto (**instrumento 1A.2**) avança na análise de impacto caracterizando a sensação e satisfação percebidos pelos moradores em relação à temperatura e ventilação. Tem como referências principais os questionários de satisfação e sensação térmica utilizados pela norma 55 (ASHRAE, 2014) e indicados por Lamberts *et al.* (2013) para avaliação do conforto em edifícios existentes. A Figura 32 ilustra a estrutura de uma parte do questionário complementar de impacto, que utiliza a escala de 7 pontos para avaliação de sensação térmica e índices simplificados para aferição de sensação com ventilação e satisfação para ambos os aspectos avaliados.

Figura 32 – Estrutura do questionário complementar de impacto (sessão de exemplo).

Responda as perguntas de 2 a 6 com base na sua experiência nos cômodos listados, considerando o último ano:

3. Como você avalia a quantidade de movimento do ar (ventilação) na sala/quarto da frente/quarto do fundo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Pouca ventilação ( ) Muita ventilação ( ) Ventilação suficiente
QUARTO FRENTE	( ) Pouca ventilação ( ) Muita ventilação ( ) Ventilação suficiente
QUARTO FUNDO	( ) Pouca ventilação ( ) Muita ventilação ( ) Ventilação suficiente

4. No geral, qual seu nível de satisfação com a ventilação na sala/quarto da frente/quarto do fundo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito
QUARTO FRENTE	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito
QUARTO FUNDO	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito

7. No geral, qual seu nível de satisfação com a temperatura na sala/quarto da frente/quarto do fundo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito
QUARTO FRENTE	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito
QUARTO FUNDO	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito

5. Durante os meses quentes (verão), como você se sente na sala/quarto da frente/quarto do fundo, na maior parte do tempo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio
QUARTO FRENTE	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio
QUARTO FUNDO	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio

6. Durante os meses frios (inverno), como você se sente na sala/quarto da frente/quarto do fundo, na maior parte do tempo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio
QUARTO FRENTE	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio
QUARTO FUNDO	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio

Fonte: elaborado pela autora (2022).

O instrumento 1A.2 também afere a existência de problemas de saúde gerados pelo frio e pelo calor e a existência de doenças pré-existentes, tomando por base as terminologias adotadas pelas fichas de notificação do Sistema de

Informação de Agravos de Notificação (SINAN), além de levantar características construtivas gerais das casas e suas ampliações.

Os dois questionários possuem abordagens quantitativas, sendo compostos por questões fechadas, aplicando-se à avaliação em moradias com e sem ampliações, com orientações solares variadas. Juntos, permitem avançar na compreensão da exposição do ambiente e vulnerabilidade das pessoas ao clima. A Figura 33 esquematiza os procedimentos gerais para concepção, aplicação e organização de resultados dos instrumentos 1A.1 e 1A.2.

Figura 33 – Procedimentos gerais de desenvolvimento – instrumentos 1A.1 e 1A.2.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

O **instrumento 1A.3** (análise morfológica) constituiu-se em um esforço de conhecer as mutações da paisagem definidoras do fato geográfico em estudo (SANTOS, 2014), que influenciam e são influenciadas pelo clima. O estudo das formas exteriores de HIS transformadas após alguns anos de sua entrega contextualiza no conteúdo urbano as ações arquitetônicas e privadas da escala do lote. Isto é, observando-se as características e comportamento de certos elementos na escala do lote, obtém-se indícios de sua repercussão na escala da cidade, uma vez que “a forma do lote é condicionante da forma do edifício e, consequentemente, da forma da cidade” (LAMAS, 2004, p. 86). Ainda segundo Panerai (2014, p. 131),

> O lote edificado parece constituir o nível cuja análise é a mais frutífera, porque nele podemos entender de imediato a relação do edifício com a porção de território urbano que o suporta. Ao privilegiar esse nível, é evidente que findamos por abranger também questões colocadas pela análise parcelar. Contudo, o objetivo é ultrapassar a leitura cadastral em planta, para observar na espessura da massa construída como está construído o tecido.

As leis que regem a urbanização, como o parcelamento do solo urbano, diretrizes do sistema viário, zoneamento e uso e ocupação do solo e códigos de obras municipais aplicam objetivos essenciais a qualquer ocupação humana. Um desses objetivos é a salubridade, obtida, dentre outras formas, por meio de afastamentos e dimensões mínimos, taxas de ocupação e coeficientes de aproveitamento máximos e permeabilidade do solo e arborização mínimos, na escala do lote.

Entende-se que a realização de ampliações e customização da moradia, especialmente quando não assistidas e fiscalizadas por profissionais e pela administração, têm repercussões sensíveis sobre esses coeficientes. Conforme visto no primeiro capítulo, ampliações espontâneas, predominantemente sem ATHIS, ocasionam situações de inacesso à luz e ventilação naturais. Somadas à supressão de áreas verdes e uso de materiais inadequados ao clima, favorecem o desconforto térmico humano e alterações do microclima local, interagindo com toda a vizinhança.

A interação de aspectos como a posição, geometria e dimensões de ampliações, permeabilidade/impermeabilidade do solo e presença de vegetação

determina a exposição do ambiente construído ao clima. Portanto, é imprescindível observá-los, quando possível, à luz das restrições urbanísticas impostas pelas leis municipais.[43]

Com isso, duas análises morfológicas, de abordagem quantitativa, foram propostas. A análise 1 visa compreender padrões gerais de uso e ocupação do solo para a escala dos loteamentos completos, analisando as classes: tipos de ampliação (frente, fundo, lateral, edícula), permeabilidade e impermeabilidade do solo e arborização. A análise 2 visa compreender padrões geométricos e dimensionais de ampliação das casas visitadas nos loteamentos (material da cobertura, posição da cobertura, nº de sessões de ampliação, dimensões longitudinais e transversais, contato com embrião, área, perímetro).

Na análise 1, o mapeamento de dados geográficos foi realizado utilizando os *softwares* de geoprocessamento e visualização de dados espaciais QGIS e Google Earth. Foram utilizados softwares e ferramentas de análise e tabulação de dados como as Planilhas do Google.

Na etapa de identificação dos usos do solo de interesse na pesquisa, foi realizado um levantamento de fotografias aéreas por meio de drone, nas duas unidades de análise do estudo de caso, que após análise em um ambiente GIS (Sistema de Informação Geográfica), foi exportado para o Google Earth Pro, permitindo a identificação dos usos e a aquisição vetorial de dados espaciais. Posteriormente, tais camadas vetoriais foram exportadas para o QGIS, onde os dados coletados foram verificados, padronizados e então a área dos recursos digitalizados foi calculada para quantificar a área ocupada por cada classe nas áreas de estudo.

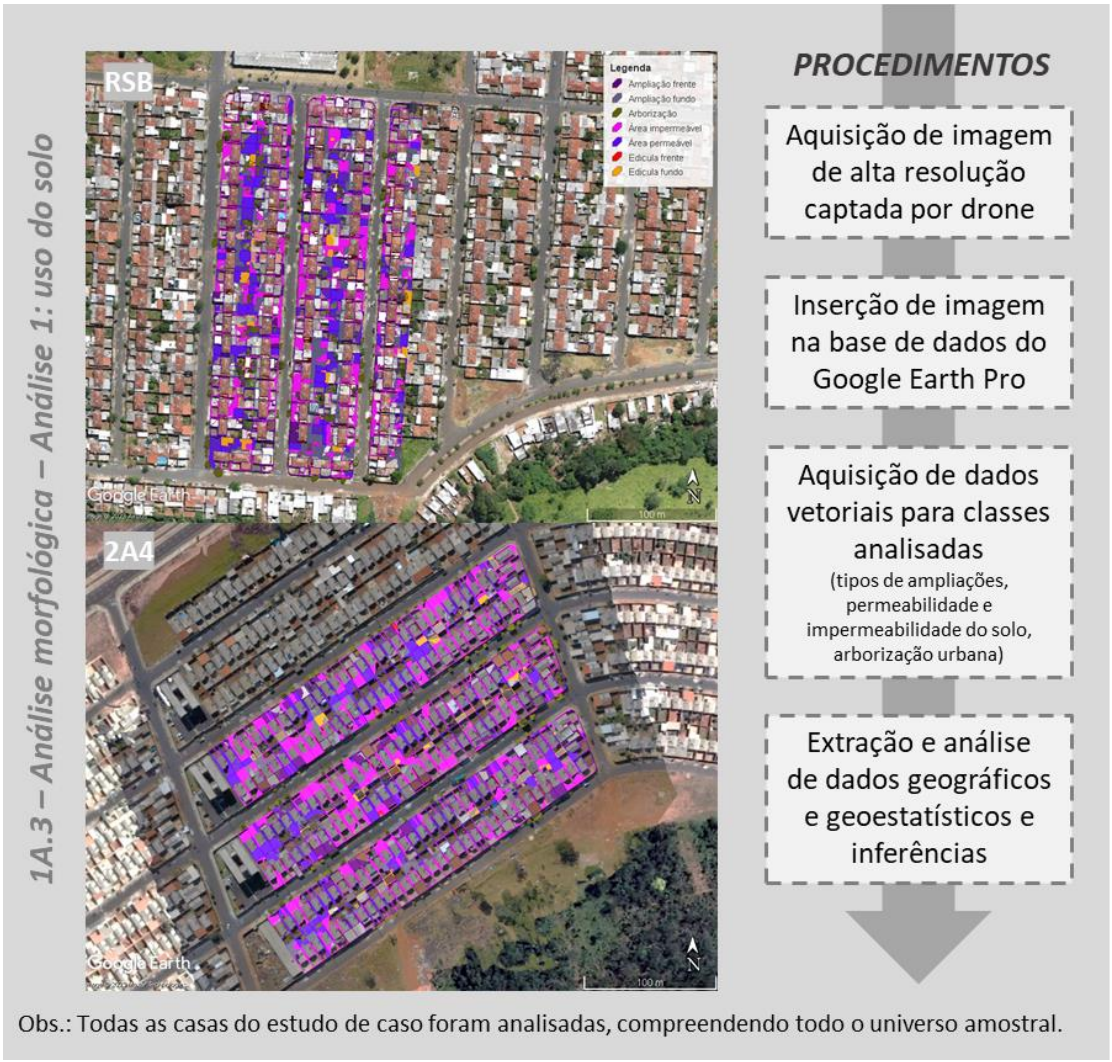
Após isto, a geolocalização foi realizada utilizando códigos de identificação padronizados para cada lote do estudo de caso (em suas duas unidades de análise) no *software* QGIS. A análise 1 rendeu mapas e quadros descritivos e a análise 2 apenas quadros descritivos dos parâmetros analisados, indicando padrões de ampliações que subsidiaram análises propostas por meio

[43] Segundo a Lei Complementar nº 525, de 14 de Abril de 2011, que dispõe Sobre o Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo do município de Uberlândia, para a Zona Especial de Interesse Social III (em que se situa o RSB e 2A4), taxa de ocupação máxima de 80%, coeficiente de aproveitamento de 2,5, afastamento frontal de 3 m, laterais e posterior de 1,5 m, testada mínima de 8 m e área de terreno mínima de 200 m, área permeável mínima de 20% para lotes com 200 m² ou mais. Segundo a Lei complementar nº 524, de 08 de Abril de 2011, que institui o código de obras do município de Uberlândia e de seus distritos, mínimo de 1 árvore a cada 10 m de testada.

de outros instrumentos (1A.4) e inferências (com resultados dos instrumentos 1A.1 e 1A.2).

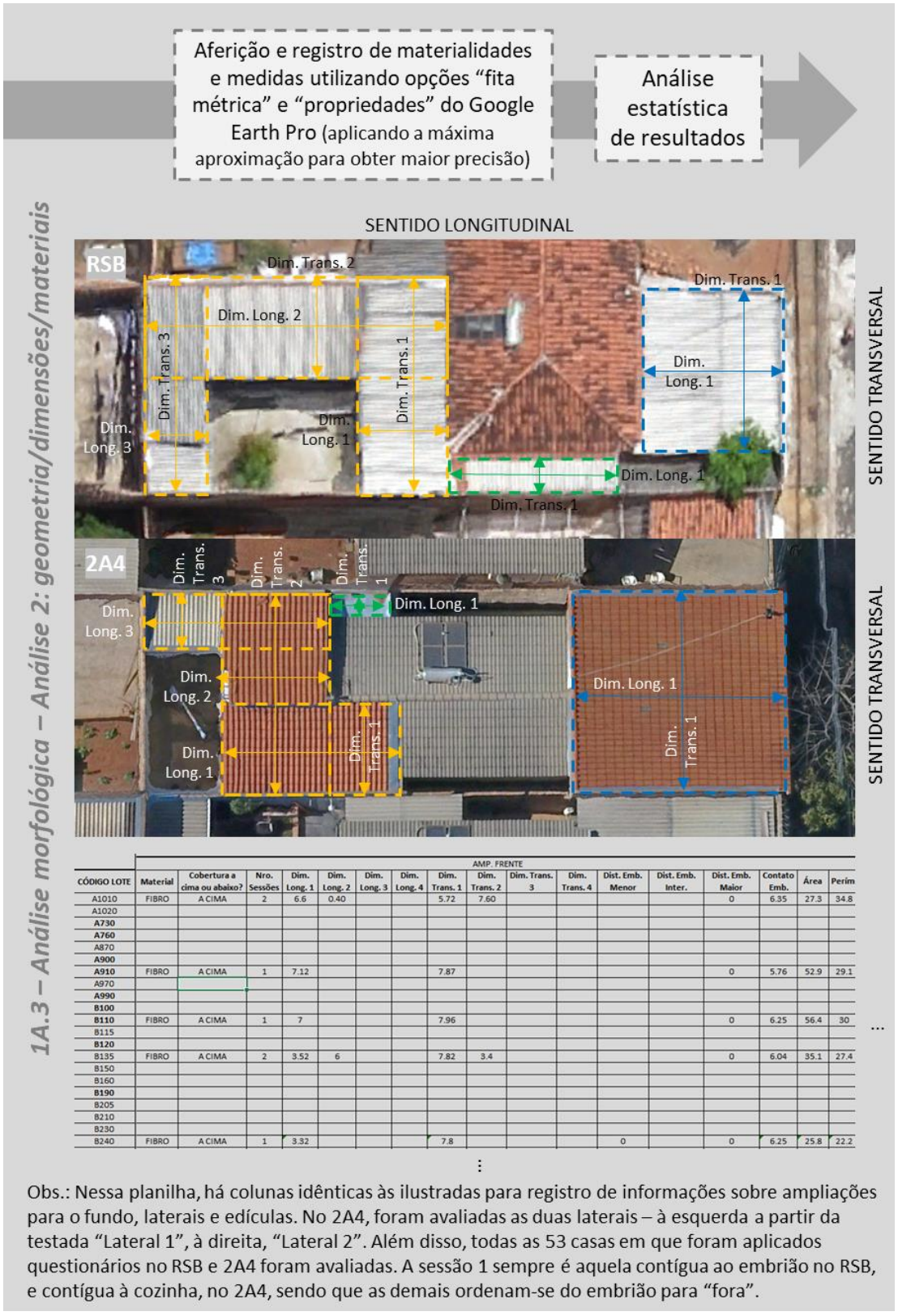
Com relação às inferências, as variáveis quantitativas extraídas da análise morfológica e questionários de impacto e complementar foram descritas em termos de médias, medianas e desvios padrão. Além disso, aplicou-se o teste de normalidade Shpiro-Wilk. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal aplicou-se o t-Student para a comparação dos grupos, caso contrário foi aplicado o teste de Mann-Whitney (ZAR, 1999). As variáveis qualitativas foram descritas (frequência e porcentagem) por meio tabelas de duplas entradas. As associações de variáveis qualitativas foram verificadas por meio do teste razão de verossimilhança (AGRESTI, 2007).

Figura 34 – Procedimentos gerais de desenvolvimento – instrumento 1A.3 – análise 1.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 35 – Procedimentos gerais de desenvolvimento – instrumento 1A.3 – análise 2.



				AMP. FRENTE													
CÓDIGO LOTE	Material	Cobertura a cima ou abaixo?	Nro. Sessões	Dim. Long. 1	Dim. Long. 2	Dim. Long. 3	Dim. Long. 4	Dim. Trans. 1	Dim. Trans. 2	Dim. Trans. 3	Dim. Trans. 4	Dist. Emb. Menor	Dist. Emb. Inter.	Dist. Emb. Maior	Contato Emb.	Área	Perím
A1010	FIBRO	A CIMA	2	6.6	0.40			5.72	7.60					0	6.35	27.3	34.8
A1020																	
A730																	
A760																	
A870																	
A900																	
A910	FIBRO	A CIMA	1	7.12				7.87						0	5.76	52.9	29.1
A970																	
A990																	
B100																	
B110	FIBRO	A CIMA	1	7				7.96						0	6.25	56.4	30
B115																	
B120																	
B135	FIBRO	A CIMA	2	3.52	6			7.82	3.4					0	6.04	35.1	27.4
B150																	
B160																	
B190																	
B205																	
B210																	
B230																	
B240	FIBRO	A CIMA	1	3.32				7.8				0		0	6.25	25.8	22.2

...

⋮

Obs.: Nessa planilha, há colunas idênticas às ilustradas para registro de informações sobre ampliações para o fundo, laterais e edículas. No 2A4, foram avaliadas as duas laterais – à esquerda a partir da testada "Lateral 1", à direita, "Lateral 2". Além disso, todas as 53 casas em que foram aplicados questionários no RSB e 2A4 foram avaliadas. A sessão 1 sempre é aquela contígua ao embrião no RSB, e contígua à cozinha, no 2A4, sendo que as demais ordenam-se do embrião para "fora".

Fonte: elaborado pela autora (2023).

As análises morfológicas proporcionaram, assim, a identificação dos tipos edificados no estudo de caso em termos de direções de ampliação e aspectos materiais e dimensionais predominantes.

> O tipo é o conjunto de caracteres organizados em um todo, constituindo um instrumento de conhecimento por meio da abstração racional e permitindo distinguir categorias de objetos ou fatos. Dito de outro modo, um tipo é um objeto abstrato, construído pela análise, que reúne as propriedades essenciais de uma categoria de objetos reais e permite explicá-las com economia (PANERAI, 2014, p. 127).

Assim, a análise morfológica tipológica "exprime a essência de um conjunto de objetos e pessoas" (PANERAI, 2014), permitindo seu conhecimento e interpretação para generalização analítica e proposições teóricas. A Figura 34 esquematiza os procedimentos gerais de desenvolvimento da análise 1 do instrumento 1A.3, ao passo que a Figura 35 explicita os procedimentos para aferição de informações dimensionais nas HIS do estudo de caso – análise 2.

Building Energy Modeling (Modelo Energético de Edificações, ou BEM) é todo modelo gerado por meio de um programa de simulação computacional com base físico-matemática capaz de descrever o balanço energético de edificações. Simulações computacionais (**instrumento 1A.4**), permitem compreender interações entre sistemas e componentes construtivos e padrões de uso e operação de modelos energéticos (BRACKNEY *et al.*, 2018). Analisam-se assim, por meio de ferramentas computacionais, as demandas energéticas e características do ambiente térmico de edificações nas mais variadas situações climáticas e geométricas que se deseje compreender. Segundo Gonçalves, Brunelli e Bode (2015, p. 237), simulações computacionais prestam-se a "testar, validar, aprimorar e mesmo ilustrar estratégias de projeto para um melhor desempenho ambiental dos edifícios".

Simulações fornecem ferramental para aprimoramento da performance térmica e energética geral de edifícios, viabilizando a minimização de gastos energéticos a curto, médio e longo prazos (ANDERSON, 2014). Por meio da simulação termo energética de alternativas projetuais na fase de concepção projetual, é possível prestar um melhor serviço às pessoas que viverão e atuarão nos ambientes construídos. Essa oportunidade está disponível não apenas para

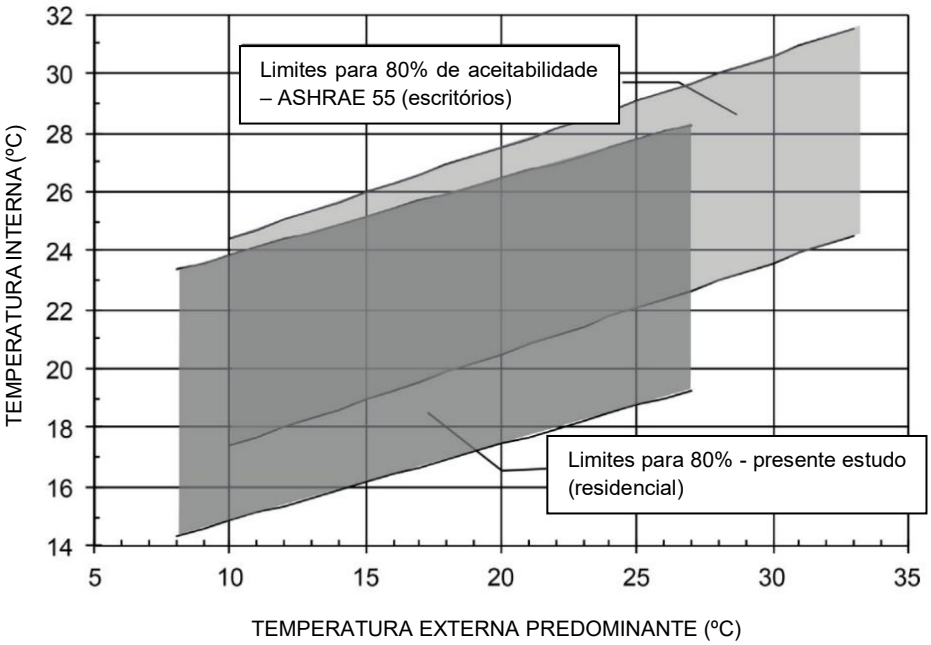
novos projetos e construções, como também para a requalificação/reforma do amplo estoque de edificações já existentes (AIA, 2012).

Com isso em mente e a partir da definição de modelos representativos da realidade construtiva no estudo de caso (obtidos a partir da análise morfológica tipológica viabilizada pelo instrumento 1A.3), foram simuladas casas com e sem ampliações visando conhecer seu desempenho para os indicadores: conforto térmico adaptativo e renovação de ar. Esses indicadores foram selecionados para análise mediante simulação computacional por sua capacidade de mensurar tecnicamente impactos do clima sobre o conforto térmico humano e salubridade do ambiente interno, fornecendo complemento à declaração de opinião proporcionada pelos instrumentos 1A.1 e 1A.2.

O chamado modelo adaptativo tem sido muito utilizado como indicador de conforto térmico. Ampara-se na ideia de que as pessoas podem alcançar o conforto térmico dentro de um certo intervalo de temperaturas internas em torno de uma temperatura neutra, intervalo esse que varia de acordo com as temperaturas externas (AMERICAN…, 2014; DE DEAR, BRAGER e COOPER, 1997). A premissa é a de que o ser humano dispõe de estratégias fisiológicas, psicológicas e comportamentais para se adaptar ao ambiente térmico. Alterações nas vestimentas, mudança de posicionamento no ambiente, controle de janelas/portas, de dispositivos de condicionamento de ar e ajuste das expectativas térmicas são alguns exemplos das chamadas estratégias ou oportunidades adaptativas (SOUSA e LEDER, 2019; DE DEAR, BRAGER e COOPER, 1997).

A norma americana nº 55 (ASHRAE, 2014), constitui-se como principal referência para a determinação dos procedimentos de avaliação de conforto por meio do modelo adaptativo, sendo extensamente utilizada para análise do conforto térmico em quaisquer categorias de edificações. Um estudo publicado por Bortoli *et al.* (2023), porém, evidenciou resultados promissores de análises de conforto térmico pelo método adaptativo utilizando a proposta de De Dear, Kim e Parkinson (2017).

Figura 36 – Modelo adaptativo corporativo x residencial.



Fonte: DE DEAR, KIM e PARKINSON (2017).

Nessa, os limites de aceitabilidade de temperaturas internas, em função das externas, são mais compatíveis à realidade de edificações residenciais, descritos conforme Figura 36 e Equações 1 e 2.

$$Limite\ superior\ para\ 80\%\ de\ aceitabilidade\ (°C) = 0.26 \times T_{pma\,(out)} + 21.25 \quad \text{(Eq. 1)}$$

$$Limite\ inferior\ para\ 80\%\ de\ aceitabilidade\ (°C) = 0.26 \times T_{pma\,(out)} + 12.25 \quad \text{(Eq. 2)}$$

Em que,
$T_{pma\,(out)}$ refere-se à temperatura do ar externa predominante nos últimos 7 a 30 dias.

Com relação à renovação do ar, não existem normativas nacionais que deliberem sobre o assunto para ambientes residenciais naturalmente ventilados. Utilizam-se frequentemente os parâmetros estabelecidos pela norma de nº 62.2 (ASHRAE, 2016), que define as funções e os requisitos mínimos para sistemas de ventilação mecânica e natural e o envelope de construção destinado a fornecer qualidade do ar interno aceitável em edifícios residenciais (WALKER *et al.*, 2021; NG *et al.*, 2019; CLARK *et al.*, 2019). Essa norma é anterior ao período pandêmico, ainda não tendo sido atualizada, oferecendo, no entanto, um parâmetro sobre condições mínimas de qualidade do ar aceitáveis no ambiente

residencial. A norma requere uma taxa de ventilação total (Q_{tot}) dada pela equação 3:

$$Q_{tot} = 0.15\ x\ A_{floor} + 3.5\ (N_{br} + 1) \quad \text{(Eq.3)}$$

Em que,
Q_{tot} refere-se à taxa de ventilação total requerida L/s;
A_{floor}refere-se à área de piso da unidade habitacional em m²;
N_{br}refere-se ao número de quartos na casa (não menos que 1).

Essa equação assume duas pessoas para um dormitório e uma pessoa para cada dormitório adicional. Quando é conhecida uma maior densidade de ocupantes, a taxa encontrada deve ser acrescida de 3.5 L/s para cada pessoa adicional. A vazão de ar que entra nos ambientes, o Q_{tot}, é frequentemente referido em pesquisas e análises de desempenho em termos de trocas de ar por hora (ACH, dada em m³/h), sendo necessária sua conversão. O ACH expressa a razão entre o volume de ar adicionado ou removido de um espaço em uma hora e o volume do espaço.

O ACH é um indicador de qualidade do ar interno, tendo adquirido relevância no contexto de uma pandemia causada por vírus cuja principal via de transmissão é a respiratória. As trocas de ar em um ambiente dão-se por meio das aberturas (janelas e portas) e suas frestas, sendo que quanto maior for a área efetiva de uma abertura e seus coeficientes de infiltração, maior será o potencial de renovação de ar de um ambiente. Além disso, os padrões de uso e comportamento dos usuários nos diferentes períodos do dia têm importante impacto nas taxas de renovação do ar.

Todos os modelos computacionais do estudo de caso (incluindo embriões em todas as orientações solares em que se encontram e 3 casas representativas dos padrões de ampliações encontrados) tiveram padrões de ocupação, iluminação e equipamentos, bem como os parâmetros de ventilação e infiltração, baseados nas prescrições da NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021), enquanto as propriedades térmicas dos materiais foram obtidas a partir de Weber *et al.*, 2017, NBR 15220 (ASSOCIAÇÃO..., 2005), Dornelles (2008) e Dornelles (2021) – ver configurações completas no Apêndice 2.

De acordo com a norma NBR 15575, esses valores consideram uma quantidade de dois ocupantes por quarto. Portanto, o máximo de quatro

ocupantes é estabelecido para a sala de estar. Todas as janelas e portas externas dos quartos e cozinhas foram configuradas com vidros simples de 3 mm de espessura, transmitância solar de 0,837 e refletância solar de 0,075 (ASSOCIAÇÃO..., 2021). Foram instaladas venezianas de alumínio para as janelas dos quartos e para a porta externa da cozinha, juntamente com quadros de 5 cm de espessura nas janelas do banheiro e da cozinha, e na porta externa da sala de estar.

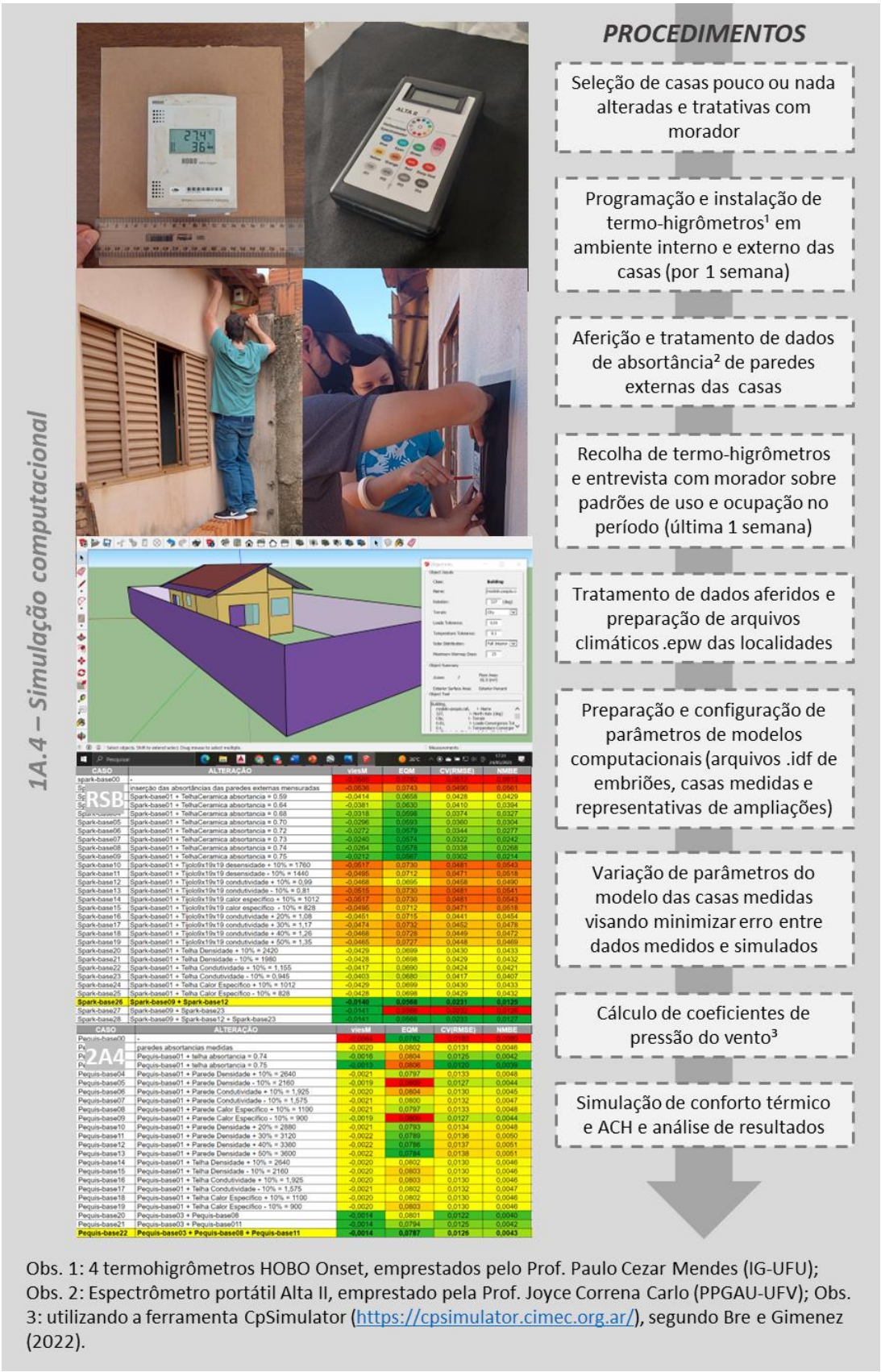
As geometrias 3D foram modeladas utilizando a interface gráfica do software SketchUp Make 2017 e a extensão Euclid 9.3 para comunicação com o motor de simulação EnergyPlus, versão 8.7. Este *software* permite a determinação do comportamento térmico de edifícios sob condições dinâmicas de exposição ao clima, sendo capaz de reproduzir os efeitos de inércia térmica, bem como ventilação natural através do módulo *AirFlowNetwork* incorporado ao programa, validado pelo Padrão ASHRAE 140. Com isso, foi necessário realizar o cálculo de coeficientes de pressão (CP) para cada modelo, o que foi feito com auxílio da ferramenta CpSimulator, segundo recomendações de Bre e Gimenez (2022)[44].

As simulações foram realizadas utilizando o arquivo climático do Climate.OneBuilding.Org: BRA_MG_Uberlandia-Bombonato.AP.835250_TMYx. 2007-2021, que contém informações horárias do ano climático de referência (TRY) para as variáveis: temperatura do bulbo seco, temperatura do ponto de orvalho, umidade relativa, pressão atmosférica, radiação, iluminância, direção e velocidade do vento, entre outras.

Em experimentos reais, nos quais são feitas medições de propriedades físicas de objetos, é comum expressar as incertezas derivadas das imprecisões dos equipamentos de medição em si, conferindo maior confiabilidade aos resultados (SILVA, ALMEIDA e GHISI, 2016). Ao mesmo tempo, em experimentos teóricos, como simulações computacionais, também existem incertezas derivadas de simplificações geométricas, imprecisões nas propriedades térmicas e ópticas, imprecisões nos dados climáticos utilizados, limitações do próprio programa de simulação, entre outras (WESTPHAL e LAMBERTS, 2005).

[44] Disponível em: https://cpsimulator.cimec.org.ar/ . Acesso em: março de 2023.

Figura 37 – Procedimentos gerais de desenvolvimento – instrumento 1A.4.



Obs. 1: 4 termohigrômetros HOBO Onset, emprestados pelo Prof. Paulo Cezar Mendes (IG-UFU); Obs. 2: Espectrômetro portátil Alta II, emprestado pela Prof. Joyce Correna Carlo (PPGAU-UFV); Obs. 3: utilizando a ferramenta CpSimulator (https://cpsimulator.cimec.org.ar/), segundo Bre e Gimenez (2022).

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Nestes casos, é comum expressar as incertezas por meio de indicadores como o viés médio (viesM), o erro quadrático médio (EQM), o *Coefficient of Variation of the Root Mean Squared Error* CV(RMSE) e o *Normalized Mean Bias Error* (NMBE) (AMERICAN..., 2014). A partir de medições *in loco* em HIS minimamente modificadas nas duas unidades de análise do estudo de caso, segundo metodologia expressa por Gonçalves *et al.* (2021); Galvarro *et al.* (2013), Pereira (2009) e Westphal e Lamberts (2005), foi realizada calibração de modelos computacionais para subsidiar as simulações pretendidas.

Foram medidos dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar a partir de termo-higrômetros em ambiente interno e externo no decorrer de 1 semana, bem como dados de absortância solar de paredes a partir de refletômetro portátil. Os ambientes internos medidos foram sempre os quartos voltados para a frente dos terrenos. A partir dos dados medidos e da rotina de uso e operação reais dos moradores para os ambientes, os modelos foram configurados para simular a temperatura do ar interna.

O arquivo climático utilizado foi alterado com as medições externas e as temperaturas internas medidas foram matematicamente comparadas com as simuladas. Alterações em série e combinadas foram realizadas nos modelos (absortância, densidade, condutividade e calor específico), combinando-se aquelas que apresentaram menores erros (viesM, EQM, CV(RMSE) e NMBE) até a seleção de um modelo final calibrado – ver mais informações sobre a calibração no Apêndice 2. A Figura 37 sumariza os procedimentos adotados para desenvolvimento da simulação computacional e calibração, propostas pelo instrumento 1A.4.

2.3.2 Artefato 1B - Avaliação de resiliência

A avaliação de resiliência observa a condição de exposição e vulnerabilidade do sistema casa à luz de certas características desejáveis às pessoas e ao ambiente para que sejam resilientes. Para isso, se baseia na observação dos indicadores de conforto térmico “edifício bioclimático” e “sensibilidade ao clima” propostos, como “aquilo que falta” para que o ambiente construído de HIS horizontais sejam resilientes, a partir do conforto térmico. As características desejáveis ao sistema vinculam-se diretamente às definições de

resiliência a partir do atributo conforto térmico, apresentadas no capítulo 1 – item 1.3.

Inspirando-se no trabalho de Elias-Trostmann *et al.* (2018), que objetivava avaliar a resiliência comunitária frente a eventos climáticos extremos, a resiliência do ambiente construído de HIS é mensurada a partir de uma escala de 5 pontos e avaliações qualitativas correspondentes, sendo 1 – "não resiliente" e 5 – "muito resiliente" (ver escala de avaliação na Figura 38). Foram elaborados itens de avaliação por meio de aspectos do atributo conforto térmico e seus indicadores/subindicadores que importam ou são passíveis de mensuração.

Figura 38 – Escala de avaliação da resiliência.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Esses itens advêm dos resultados da avaliação de impacto quanto ao que é prioritário no estudo de caso, bem como da análise de normativas nacionais e internacionais, leis municipais, referencial bibliográfico e estudos de casos representativos de boas práticas de projeto na área do conforto térmico - casos controle (ver capítulo 3). Os aspectos e requisitos de avaliação propostos são ajustados e calibrados para aplicação no estudo de caso, compondo a chamada "régua de resiliência", ou apenas "RR" (VILLA, BORTOLI E VASCONCELLOS, 2023).

Segundo Villa *et al.* (2022c, p. 100),

> A régua de avaliação tem como objetivo ampliar a importância dos métodos utilizados, sendo responsável por indicar o nível dos atributos, no estudo de caso, e sua relação com os problemas identificados. De tal maneira, que permite a associação de dados quantitativos e qualitativos relacionando-os aos parâmetros estabelecidos. Permitindo também respaldar fatores que, em um primeiro momento, podem parecer subjetivos, mas são de suma importância para as questões abordadas nas pesquisas.

Dessa forma, a RR se organiza a partir de atributos, indicadores, subindicadores, itens de avaliação, aspectos avaliados, requisitos (para cada pontuação de 1 a 5) e referências. Nessa escala, a pontuação 4 – "resiliente" é considerada como meta principal de resiliência do sistema casa, ao passo que a

pontuação 5 representa condições suplementares de resiliência, aplicáveis em apenas alguns requisitos. A pontuação 3 – “moderadamente resiliente”, por sua vez, representa um estágio intermediário rumo à resiliência, indicativo da permanência de necessidade de aprimoramentos. A pontuação 2 – “pouco resiliente” reconhece a existência de potencial para o desenvolvimento da meta de resiliência (notas 4 e 5), porém sua ainda incipiência. A pontuação 1 – “não resiliente” aplica-se quando nenhuma das demais se aplica, indicando maior vulnerabilidade/exposição do sistema estudado.

Os requisitos de resiliência são propostos tomando por base o que há de mais atual em termos de normativas e práticas virtuosas de projeto e construção na área de arquitetura relacionando-se ao atributo conforto térmico. Nem sempre os aspectos avaliados possuem requisitos para todas as pontuações, por um lado, devido à eventual inexistência de parâmetros normativos suficientes e, por outro lado, devido ao caráter binário ou ternário dos aspectos avaliados, que frequentemente ocupam-se da simples verificação da existência/uso ou não de determinados elementos e comportamentos. A Figura 39 exemplifica e estrutura da régua de resiliência, que será apresentada na íntegra no capítulo 3.

Figura 39 – Estrutura da régua de resiliência.

IMPACTO: CLIMA ATRIBUTO: RESILIÊNCIA A PARTIR DO CONFORTO TÉRMICO										
Indicadores	Subindicadores	Itens de avaliação	Aspectos avaliados	Comentário/descrição	1 Não Resiliente	2 Pouco Resiliente	3 Moderadamente Resiliente	4 Resiliente	5 Muito Resiliente	Referência
Edifício bioclimático	Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural	Propriedades térmicas e óticas de componentes construtivos	Absorção de calor de paredes externas (média)	Determina absorção do calor incidente, em função da cor, considerando envelhecimento/falta de manutenção. Avaliação a partir de média ponderando pontuação obtida pela combinação de materiais e dimensões de suas respectivas superfícies de aplicação. Paredes em metros lineares e coberturas em metros quadrados - resistência	Fora dos intervalos			α ≤ 0,6 - U ≤ 3,7 α ≥ 0,6 - U ≤ 2,5		EEDUS (2022); ABNT - NBR 15575-4 (2021)
			Absorção de calor de coberturas (média)		Fora dos intervalos		α ≤ 0,6 - U ≤ 2,3 α ≥ 0,6 - U ≤ 1,5	α ≤ 0,6 - U ≤ 1,5 α ≥ 0,6 - U ≤ 1	α ≤ 0,6 - U ≤ 1 α ≥ 0,6 - U ≤ 0,5	EEDUS (2022); ABNT - NBR 15575-5 (2021)
			Transmissão de calor de paredes externas (média)	Determina transmissão do calor absorvido, em função da espessura e densidade do sistema. Avaliação a partir de média ponderando pontuação obtida pela combinação de materiais e dimensões de suas respectivas superfícies de aplicação. Paredes em metros lineares e coberturas em metros quadrados - resistência	Fora dos intervalos			α ≤ 0,6 - U ≤ 3,7 α ≥ 0,6 - U ≤ 2,5		EEDUS (2022); ABNT - NBR 15575-4 (2021)
			Transmissão de calor de coberturas (média)		Fora dos intervalos		α ≤ 0,6 - U ≤ 2,3 α ≥ 0,6 - U ≤ 1,5	α ≤ 0,6 - U ≤ 1,5 α ≥ 0,6 - U ≤ 1	α ≤ 0,6 - U ≤ 1 α ≥ 0,6 - U ≤ 0,5	EEDUS (2022); ABNT - NBR 15575-5 (2021)
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Importa salientar que a definição dos requisitos da RR parte de uma análise da possibilidade que conferem ao sistema casa (HIS) de conquistar as definições de resiliência propostas para os indicadores de resiliência a partir do conforto térmico (resistência, adaptabilidade, robustez, elasticidade, etc – ver capítulo 1, tópico 1.3). Infere-se a necessidade de que passem por revisões periódicas, segundo o avanço de normativas e entendimentos na área consolidada do Conforto Térmico. A RR proposta tem sua aplicabilidade restrita

a objetos de estudo situados em climas similares, preferencialmente na Zona Bioclimática 4, para a qual a régua foi originalmente concebida, sendo facultadas adaptações.

Ademais, a RR é um instrumento que, no escopo da pesquisa institucional à qual a tese se vincula, tem como objetivo observar em conjunto os atributos desejáveis às HIS para que as mesmas sejam resilientes (rever item 2.2). Com isso, não se pretende ao detalhamento/estudo exaustivo de aspectos e requisitos de avaliação, senão, à verificação de seu comportamento de forma geral, no estudo de caso. Por esse motivo, alguns aspectos de avaliação são mais e outros menos detalhados, condicionados à disponibilidade e abordagens trazidas por referências externas capazes de justificá-los. A potência da RR e, com isso, da contribuição proposta pela tese, está na possibilidade de fornecer diagnósticos e correlações gerais. A partir desses diagnósticos, é possível identificar diretrizes capazes de endereçar diversas necessidades das HIS simultaneamente, otimizando a prestação de ATHIS.

A RR é um instrumento de APO (1B.1) alimentado por outros instrumentos, que variam de acordo com as características específicas dos aspectos avaliados. Para avaliação do atributo conforto térmico, foram propostos dois instrumentos de pesquisa (ver todos os instrumentos na íntegra no Apêndice 3 – Instrumentos de Avaliação de Resiliência), sendo um para cada indicador proposto:

- 1B.1.1 (Questionário do morador) – Avalia o indicador “Sensibilidade ao clima” a partir da percepção das pessoas, sobre ações para lidar com o clima, busca de informações sobre o clima, disponibilidade de socorro e consciência sobre relação entre clima, ambiente construído e conforto térmico.
- 1B.1.2 (*Walkthrough*) – Avalia tecnicamente a casa para o indicador “Edifício bioclimático”, seus tipos de materiais e sistemas construtivos e sua relação com radiação, ventilação e vegetação.

O instrumento 1B.1.1 (**questionário do morador**) possui uma abordagem quanti-qualitativa, sendo composto de 10 questões entre abertas e fechadas. O instrumento viabiliza observação de práticas e comportamentos das pessoas capazes de denotar sua sensibilidade ao clima. Baseia-se na interpretação

proposta pela *Practice Theory* (ou Teoria da Prática), que evidencia a participação de estruturas sociais (instituições, grupos sociais, etc) na prática cotidiana de indivíduos, mesmo aquelas mais ordinárias (interação com eletrodomésticos, infraestrutura doméstica, etc).

A teoria, conforme desenvolvido por Gram-Hanssen (2010), permite acessar aspectos mais profundos da interação entre pessoas e entre pessoas e o meio em que habitam. Inclui diversos elementos para explicação/composição/compreensão das práticas (GRAM-HANSSEN, 2010; FRANCES e STEVENSON, 2019), quais sejam:

- Regras institucionalizadas e regras explícitas: refere-se a políticas e regulamentos institucionais, instruções escritas ou qualquer conhecimento que influencie o conhecimento sobre determinadas práticas.
- Capacidades (saber-fazer) e hábitos: Inclui as capacidades e habilidades (know-how) que os profissionais têm ou adquiriram em termos de como conduzir certas práticas; referem-se a agir/ fazer.
- Engajamento: refere-se ao significado simbólico, expectativas sociais, inspirações, objetivos e crenças, que guiam atitudes e práticas.
- Coisas: Refere-se às próprias características dos objetos no ambiente construído e à forma como condicionam atitudes e práticas.

O instrumento também se inspira nas lições trazidas por Araújo (2020) quanto à relação entre resiliência no ambiente construído de HIS e a viabilização dos chamados "*five ways to wellbeing*" – 5W, ou cinco caminhos para o bem-estar. Os 5W são "ações comportamentais que podem ser utilizadas por comunidades, organizações e poderes políticos para ajudar, apoiar e melhorar a qualidade de vida dos indivíduos (AKED e THOMPSON, 2011). São eles: conectar, ser ativo, continuar aprendendo, tomar conhecimento e doar, evocando as chamadas ações "*upstream*" (ao nível do ambiente) e "*downstream*" (ao nível individual), como mudanças do ambiente e de comportamento para melhorar o bem-estar (ANDERSON *et al.*, 2016).

O questionário, cuja estrutura é exemplificada pela Figura 40, propõe a compreensão da sensibilidade dos moradores ao clima, em termos de conhecimentos, práticas e recursos a partir de quatro aspectos (entendidos

como subindicadores), diretamente relacionados aos elementos da prática e 5W, conforme relacionado:

- Busca de informações sobre o clima: elementos da prática (regras institucionalizadas, capacidades e hábitos) e 5W (continuar aprendendo, tomar conhecimento);
- Ação para lidar com o clima: elementos da prática (capacidades e hábitos, características de objetos) e 5W (ser ativo);
- Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído no conforto térmico: elementos da prática (motivações e aspirações) e 5W (continuar aprendendo, tomar conhecimento);
- Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda: elementos da prática (regras institucionalizadas, capacidades e hábitos) e 5W (continuar aprendendo, tomar conhecimento).

Figura 40 – Exemplo de abordagem do Questionário do morador (sessão de exemplo).

3. Na sua opinião, esses itens têm influência na temperatura (calor ou frio) dentro da sua casa? (perguntar todos)
***Utilizar "NA" apenas quando não existir o item na casa da pessoa**

Proximidade com rio (curso d'água)	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Proximidade com vegetação (áreas de proteção, parques etc.)	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Mudanças climáticas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Localização do bairro na cidade	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Quantidade de vento que entra/sai pelas janelas e portas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Materiais das janelas e portas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Tamanho das janelas e portas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Modelo das janelas e portas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Materiais das paredes	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Espessura das paredes	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Materiais do telhado	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Altura do telhado	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Características do forro	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Largura e comprimento dos ambientes	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Posição das varandas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Posição dos cômodos da casa em relação uns aos outros	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Tempo que janelas permanecem abertas durante o dia	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Tempo que portas permanecem abertas durante o dia (inclusive portas internas)	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Horários do dia em que janelas e portas permanecem abertas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Muros externos	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Prédios vizinhos	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Cortinas/black-outs	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Quantidade de pessoas que ficam nos cômodos durante o dia	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Uso de eletrodomésticos durante o dia (tevê, geladeira, micro-ondas etc.)	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Uso de lâmpadas durante o dia	( ) Não ( ) Sim ( ) NA

4. Para se informar sobre o clima, você consulta (resposta tipo sim ou não – perguntar todos): ( ) Canais oficiais da defesa civil ( ) WhatsApp ( ) Facebook ( ) Aplicativo do celular ( ) Não me informo sobre o clima ( ) Analisa o céu ( ) Usa termômetro ou outro sensor ( ) Quais outros? Por favor especifique ___

5. Se está muito calor, você (resposta tipo sim ou não – perguntar todos): ( ) Hidrata-se mais ( ) Faz refeições mais leves ( ) Consome mais bebidas/alimentos gelados ( ) Evita exposição prolongada ao sol ( ) Toma banhos mais frios ( ) Diminui esforços físicos ( ) Usa roupas mais

Fonte: elaborado pela autora (2022).

O instrumento 1B.1.2 (***Walkthrough***) constitui-se em forma de roteiro, também de abordagem quanti-qualitativa, incluindo perguntas fechadas e uma lista de itens a serem observados e registrados pelo(a) pesquisador(a), em visita guiada pelo morador (KOWALTOWSKI *et al.,* 2013). As perguntas roteirizam a observação de aspectos da moradia (incluindo calçada, lote e unidade

habitacional) capazes de descrevê-la como sendo ou não uma “edificação bioclimática” (em referência ao indicador proposto), tais como a orientação solar, tipos de ampliações realizados e suas materialidades e características de sistemas construtivos e prediais. A Figura 41 exemplifica a abordagem proposta pelo instrumento.

Figura 41 - Exemplo de abordagem do roteiro de *Walkthrough* (sessão de exemplo).

<table>
<tr><td colspan="2">1. Observar qual é o lado da geminação (para quem olha de frente para a entrada – apenas para RSB): ( ) Esquerdo ( ) Direito</td></tr>
<tr><td colspan="2">2. Observar qual é a orientação solar da testada/entrada da casa: ( ) N ( ) S ( ) L ( ) O ( ) NE ( ) NO ( ) SE ( ) SO</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Observar materiais da envoltória do embrião e tirar muitas fotos externas e internas. Listar materiais paredes, janelas e cobertura:</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Do embrião, fazer croqui geral identificando ambientes internos e respectivos materiais de paredes, piso e teto. Observar se houve alteração de uso, compartimentação e materiais dos ambientes internos e tirar muitas fotos externas e internas. Comentários:</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5. Observar se houve ampliação:
( ) Sim ( ) Não</td><td>8.1 Se “Sim”, fazer croqui geral da casa original + ampliação no terreno (contorno, compartimentação, nomes e função cômodos, posição aberturas) + muitas fotos externas e internas. Comentários:</td></tr>
<tr><td>8.2 Se “Sim”, observar materiais da envoltória da ampliação (marque mais de uma opção quando necessário) – fotos externas e internas. Listar materiais paredes, janelas e cobertura:</td></tr>
<tr><td>8.3 Se “Sim”, descrever tipo de ampliação em poucas palavras. Ex.: nova área coberta frente e fundo, nova área coberta apenas frente, novo cômodo frente e lateral, novo cômodo lateral e fundo, novo cômodo fundo, etc. Descrever geometria:</td></tr>
<tr><td colspan="2">6. Observar presença de estratégias passivas/bioclimáticas na casa (análise total embrião + ampliações + terreno) (marque mais de uma opção quando necessário) – tirar fotos externas e internas para ilustrar presença ou ausência.
( ) Jardim de inverno ( ) Poço de luz e ventilação ( ) Iluminação zenital ( ) Aproveitamento de iluminação natural
( ) Recursos para sombreamento externos (pergolado, brise, marquise) ( ) Vegetação proporcionando sombreamento de fachada ( ) Paisagismo funcional ( ) Vedação permeável (cobogó, similares) ( ) Pátio ( ) Materiais de melhor desempenho térmico (tinta externa reflexiva, telha termoacústica, outro) ( ) Construção de laje ( ) Outra estratégia, Qual? ___</td></tr>
</table>

Fonte: elaborado pela autora (2022).

O *Walkthrough* viabiliza assim a aquisição de evidências complementares sobre os valores em avaliação, intermediadas pela visão do pesquisador. Segundo Ono *et al.* (2018a, p. 122),

> Consiste num “percurso dialogado” (Rheingantz *et al.*, 2009) entre o(s) especialista(s) e a(s) pessoa(s)-chave pelos principais espaços do edifício e de seu entorno (dentro e fora do lote), com o intuito de realizar um reconhecimento geral dos espaços e seus usos, assim como identifica e registrar aspectos relevantes para a APO apontadas pelos participantes da pesquisa.

Os resultados da aplicação do *Walkthrough* foram registrados por meio de Mapas de diagnósticos e quadros detalhados de materiais e esquadrias (ver Apêndice 4), que sintetizam as características de cada casa visitada (ONO *et al.*, 2018b), capazes de subsidiar a avaliação da RR para o indicador “Edifício bioclimático”, conforme será apresentada no capítulo 3.

Mediante aplicação dos instrumentos 1B.1.1 (Questionário do morador) e 1B.1.2 (*Walkthrough*) são obtidos os dados necessários à alimentação da RR (instrumento 1B.1), registrados por meio de memoriais de avaliação por

indicador (utilizando planilhas eletrônicas no MS Excel), que calculam automaticamente as notas gerais do atributo, indicadores e subindicadores.

Figura 42 - Procedimentos gerais de desenvolvimento – instrumento 1B.1.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os dois instrumentos de avaliação da resiliência (Questionário do morador e *Walkthrough*) foram inicialmente concebidos para serem aplicados em conjunto no estudo de caso. Porém, percebeu-se que nem sempre os sujeitos

de pesquisa dispostos a responderem o Questionário do morador permitiram, também, ingresso em sua moradia para análises técnicas incluindo registros fotográficos, por meio do *Walkthrough*. Dada essa limitação, entendeu-se que a amostragem entre esses instrumentos poderia variar, sem prejuízo da validade das conclusões obtidas. A Figura 42 sumariza os procedimentos adotados para desenvolvimento da avaliação de resiliência, propostas pelo instrumento 1B.1.

Da aplicação dos instrumentos de avaliação de impacto, obtiveram-se informações concretas sobre a existência, magnitude e grau de percepção de incômodos derivados da relação entre casa e clima, isto é, as consequências de sua exposição/vulnerabilidade ao impacto enfocado. Além disso, os resultados derivados da avaliação de impacto indicam aspectos prioritários para ação no estudo de caso, calibrando a definição de requisitos da RR.

A avaliação de resiliência, por sua vez, mensurou o "quão longe/perto" o sistema avaliado encontra-se de uma situação considerada resiliente, segundo o atributo conforto térmico. Baseia-se na observação circunstanciada de características das casas e das pessoas que as tornam mais ou menos expostas/vulneráveis ao impacto, uma vez que os itens e aspectos de análise da RR derivam justamente de um entendimento das qualidades que as casas e pessoas precisam ter para serem resilientes (ver capítulo 3). A avaliação fornece, assim, subsídio à compreensão sobre o tipo e magnitude das ações demandadas para obter resiliência, já que os requisitos propostos funcionam como um *check-list* de qualidades desejáveis ao sistema casa.

A metodologia proposta para avaliação do impacto e da resiliência propriamente dita cumpre, dessa forma, etapas sequenciais e indissociáveis. Os resultados que viabilizaram têm o potencial de subsidiar a orientação de projetos (novos e reformas) mais resilientes ao clima por meio da manifestação de conforto térmico, como atributo enfocado pelo presente trabalho.

2.3.3 Amostragem e recrutamento

O RSB compreende um total de 175 lotes, ao passo que o 2A4 possui 208 lotes, juntos, 383 lotes compondo o universo amostral. Uma vez definido o universo (ou população), objetivando aproximar-se do conhecimento de seus parâmetros (características que se desconhece), foi necessário definir uma

amostra suficientemente representativa e capaz de fornecer estatísticas calculadas com certo grau de precisão e confiabilidade.

Decidiu-se pela definição estatística de uma amostra para o número de domicílios onde deveriam ser aplicados os instrumentos confeccionados. Inicialmente considerou-se um erro amostral de 7%, e depreendeu-se a aplicação de 82 questionários no RSB e 82 na gleba 2A4 do 2A4, totalizando 164 questionários.

No entanto, durante as tentativas de aplicação em ambas as unidades de análise, houve muitas negativas, optando-se por fixar o erro amostral em 8.15%[45]. A técnica utilizada no cálculo do tamanho de amostras para populações finitas (N) foi a seguinte:

$$N = Z^2.p.q.\ N.d^2\ (N-1) + Z^2.p.q \qquad \text{(Eq. 4)}$$

Em que:

Z = abscissa da normal padrão (1,96)
p. q = variabilidade dos dados ¼ = (0,25)
N = tamanho da população (383)
d = erro amostral 0,0815 (8.15%)

De sua aplicação, resultou a definição das seguintes amostras, para os instrumentos confeccionados:

- Instrumento 1A.1 - Questionário de impacto: 106 aplicações (53 no RSB e 53 no 2A4);
- Instrumento 1A.2 - Questionários complementar de impacto: 106 aplicações (53 no RSB e 53 no 2A4);
- Instrumento 1B.1.1 – Questionário do morador: 106 aplicações (53 no RSB e 53 no 2A4);

Esses instrumentos, que envolvem participação de sujeitos de pesquisa (1A.1, 1A.2 e 1B.1.1) foram devidamente apreciados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (CEP/CONEP/UFU), sob nº.

[45] Sob orientação do Prof. Dr. Lúcio Borges de Araújo, docente da Faculdade de Matemática (FAMAT) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

CAAE 56151522.3.0000.5152.[46] Esses instrumentos foram testados previamente em Dezembro de 2022, a partir de aplicação com 20 moradores do RSB, rendendo importantes *insights* quanto a simplificação da linguagem e redução do número e extensão de perguntas.

O instrumento 1A.3 (análise morfológica), Análise 1, foi aplicado em todo o universo amostral (175 casas do RSB e 208 casas do 2A4), ao passo que a Análise 2 foi aplicada nas mesmas casas onde o instrumento 1A.2 foi aplicado (53 casas do RSB e 53 casas do 2A4). O instrumento 1A.4 (simulação computacional) foi aplicado nos embriões em todas as orientações solares em que ocorrem nas duas unidades de análise (Figura 21), além de 3 casas representativas dos padrões de ampliações para cada unidade de análise (a partir dos resultados do instrumento 1A.3).

O instrumento 1B.1.2 (*Walkthrough*) foi aplicado apenas nas casas abordadas pelo 1B.1.1 em que seus moradores permitiram acesso e registros fotográficos, perfazendo um total de 21 casas para cada unidade de análise. Os instrumentos foram aplicados em períodos ora simultâneos ora subsequentes, da seguinte forma:

- Instrumento 1A.1 (Questionário de impacto): Fevereiro – Maio 2022;
- Instrumento 1A.2 (Questionário complementar de impacto): Fevereiro – Maio 2022;
- Instrumento 1A.3 (Análise morfológica, 1 e 2): Outubro/2022 – Março/2023;
- Instrumento 1A.4 (Simulação computacional): Medições in loco (Junho – Setembro / 2022); Calibração (Outubro / 2022 – Março / 2023); Simulações (Abril – Maio / 2023);
- Instrumento 1B.1.1 (Questionário do morador): Fevereiro – Maio/ 2022;
- Instrumento 1B.1.1 (*Walkthrough*): Coleta de dados (Fevereiro – Maio/ 2022); Análise (Abril – Maio / 2023).

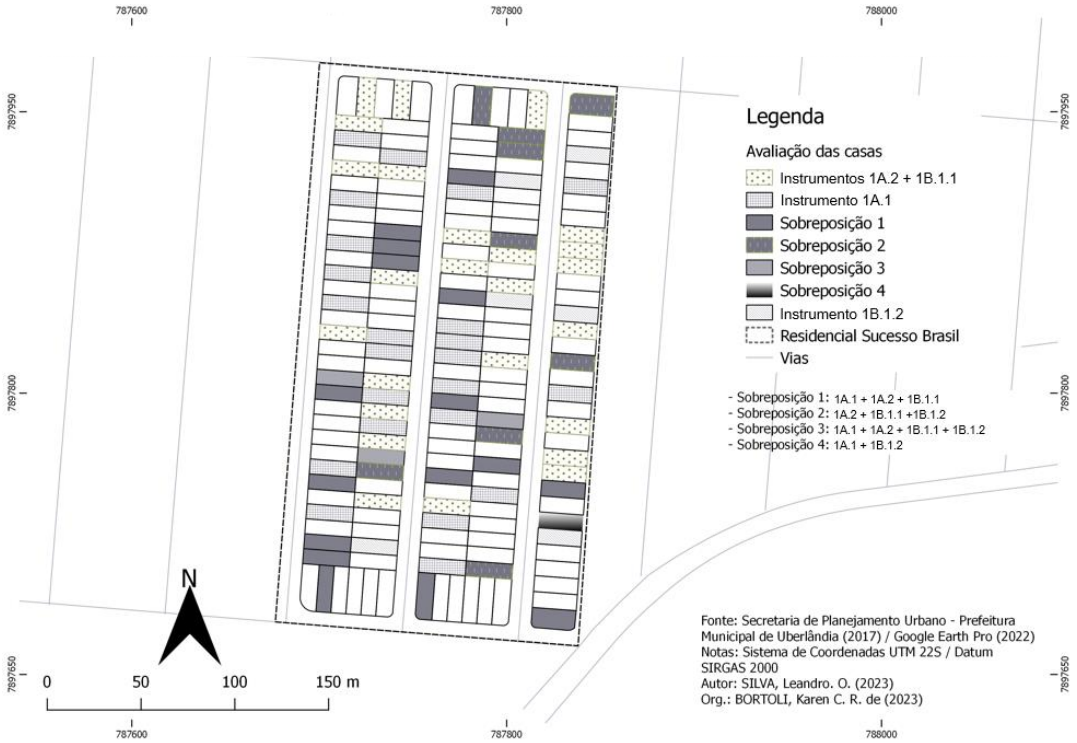
As figuras 43 e 44 indicam as casas visitadas no estudo de caso para aplicação de parte dos instrumentos de pesquisa (1A.1, 1A.2, 1B.1.1 e 1B.1.2).

[46] No escopo da pesquisa institucional [CASA RESILIENTE].

Nota-se que houve casas onde foi aplicado um instrumento apenas, ao passo que há outras onde foram aplicados todos, entre outras possibilidades. Isso se deveu, principalmente, ao fato de que nem sempre o morador disposto a participar da aplicação de um instrumento participou dos demais. Uma vez que o universo amostral é o mesmo, ainda assim, é possível analisar os dados conjuntamente, apesar de nem sempre ser possível realizar inferências. Assim, as chamadas análises de dupla entrada, referidas no tópico 2.3.1, apenas puderam ser realizadas com elementos da amostra que participaram da aplicação dos instrumentos cujas respostas se desejava cruzar.

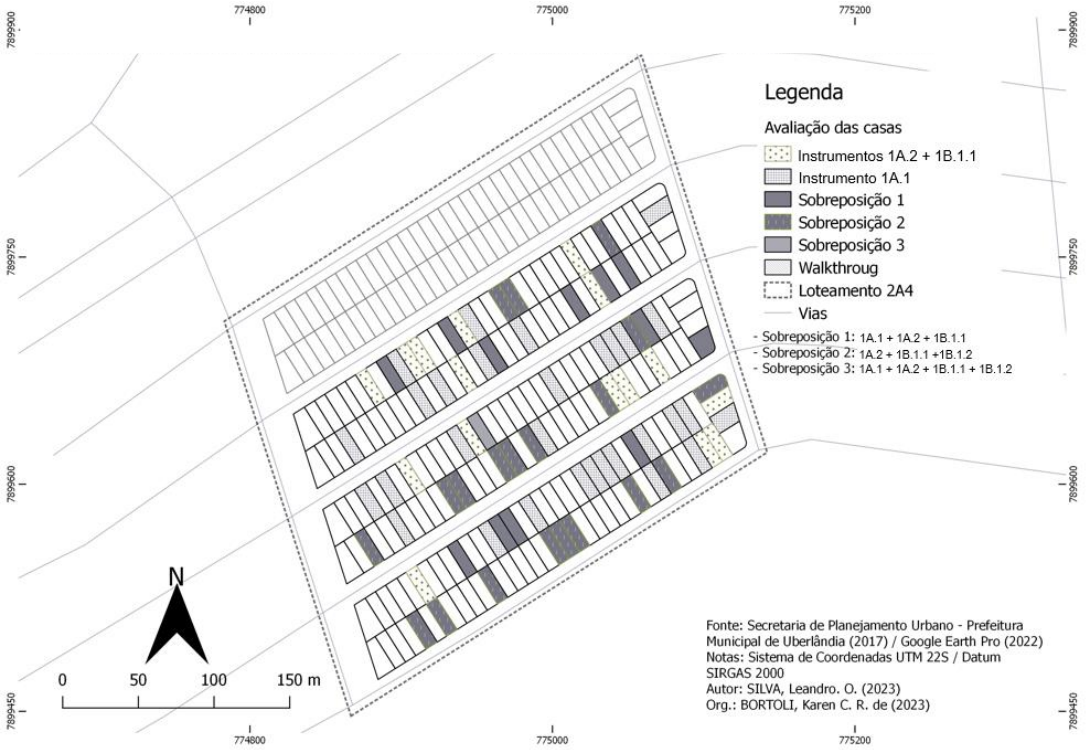
Os questionários (instrumentos 1A.1, 1A.2 e 1B.1.1) e *Walkthorugh* foram aplicados a partir de impressões em papel, tendo seus resultados posteriormente tabulados utilizando os Formulários do Google e planilhas do MS Excel. Para viabilizar tratamento e cruzamento de dados, as casas participantes receberam um código de identificação que foi posteriormente utilizado para montagem de banco de dados, reunindo resultados de todos os instrumentos, que, quando possível, subsidiaram a realização de análises inferenciais.

Figura 43 – Uberlândia-MG: Casas avaliadas e instrumentos utilizados no CHIS do bairro Shopping Park – Res. Sucesso Brasil (2023).



Fonte: elaborado por SILVA, Leandro O. (2023), organizado pela autora (2023).

Figura 44 – Uberlândia-MG: Casas avaliadas e instrumentos utilizados no CHIS do bairro Pequis – Loteamento 2A4 (2023).



Fonte: elaborado por SILVA, Leandro O. (2023), organizado pela autora (2023).

2.4 Considerações parciais

O capítulo 2 teve como objetivo apresentar o estudo de caso e o processo de desenvolvimento de instrumentos de avaliação do impacto e da resiliência a partir do conforto térmico, contextualizando as teorias que fundamentaram sua concepção e a relação dos mesmos com as perguntas de pesquisa propostas.

Em sua primeira sessão, apresenta o estudo de caso e suas duas unidades de análise, o Residencial Sucesso Brasil (RSB) e a gleba 2A4, enquanto CHIS horizontais em uso entregues pelo PMCMV em diferentes momentos, situados na cidade de Uberlândia (MG). Uma descrição compreensiva das características do clima em Uberlândia (MG) também é apresentada, baseando-se em dados de fontes secundárias e no tratamento de dados primários. Caracteriza-se assim a cidade como possuidora de um clima ameno, com estação quente e seca bem demarcada, e predominância de horas em desconforto devido ao calor. Verificou-se que, para essa cidade, situada na Zona Bioclimática 4, a ventilação natural e propriedades térmicas e óticas de materiais tem papel preponderante na obtenção de conforto térmico por meio de

estratégias passivas. Ademais, verificou-se pequena diferença de temperaturas (mínimas, médias e máximas) entre as duas unidades de análise enfocadas, sendo o RSB mais quente provavelmente em função de sua situação em área urbana mais consolidada.

No segundo subitem, é apresentada a inserção da tese no escopo de pesquisa institucional maior [CASA RESILIENTE], em desenvolvimento. Os repertórios conceitual e metodológico essenciais de avaliação de resiliência da pesquisa institucional são apresentados, bem como a contribuição da presente tese ao grupo e comunidades externas, qual seja: o entendimento aprofundado do atributo de resiliência "Conforto Térmico" no ambiente construído de HIS horizontais em uso.

No terceiro subitem, os instrumentos específicos concebidos para avaliação desse atributo são devidamente apresentados, reforçando-se a validade de cada um para o conjunto e a indissociabilidade entre avaliações de resiliência e avaliações de impacto na compreensão do atributo em estudo de caso.

Quadro 9 – Síntese da relação entre perguntas e instrumentos de pesquisa.

	PERGUNTAS DE PESQUISA	**INSTRUMENTOS DE PESQUISA**
Avaliação de impacto	1. Em que medida o desconforto térmico é um impacto percebido no estudo de caso?	**1A.1 -** Questionário de Impacto **1A.2 -** Questionário complementar
	2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico? 2.1 Quanto aos efeitos das ampliações sobre o incômodo por calor/frio	**1A.1 -** Questionário de Impacto **1A.3 -** Análise Morfológica
	2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico? 2.2 Quanto aos efeitos do calor/frio e ampliações sobre a saúde	**1A.2 -** Questionário complementar **1A.3 -** Análise Morfológica
	2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico? 2.3 Quanto aos efeitos das ampliações sobre conforto térmico e renovação do ar?	**1A.3 -** Análise Morfológica **1A.4 -** Simulação computacional
Avaliação de resiliência	3. Quais critérios subsidiam o entendimento e mensuração da resiliência a partir do conforto térmico em HIS?	Pesquisa bibliográfica, documental e estudo de casos controle
	4. Qual o nível de resiliência das casas e das pessoas no estudo de caso, segundo critérios propostos?	**1B.1.1 -** Questionário do morador **1B.1.2 -** *Walkthrough*
	5. Quais diretrizes para orientações podem ser fornecidas visando aprimorar a resiliência a partir do conforto térmico no estudo de caso?	**1B.1 -** Régua de resiliência

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Esclarecimentos sobre a amostragem e recrutamento de sujeitos de pesquisa também são incluídos, destacando-se a importância da apreciação ética em pesquisas envolvendo seres humanos. Afinal, o Quadro 9 sintetiza as perguntas de pesquisa enunciadas e sua relação com os instrumentos concebidos. O Quadro 10, por sua vez, traz em resumo a identificação de objetivos, métodos de abordagem, amostragem, meios de performance, períodos de aplicação e referências que embasaram a concepção de cada um dos instrumentos propostos.

Quadro 10 – Síntese de informações sobre instrumentos de avaliação propostos.

INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO			
1A - AVALIAÇÃO DO IMPACTO	**1A.1** Questionário de Impacto	**Objetivo:** Avalia percepção dos moradores quanto ao nível de incômodo gerado por efeitos negativos de ondas de calor e frio, chuvas e secas intensas, rajadas de ventos, impactos na saúde e no abastecimento e custos de água e energia. **Abordagem:** Quantitativa (apenas questões fechadas) **Amostragem:** 53 casas (RSB e 2A4) – ampliadas e não ampliadas, orientações solares variadas. **Meio de performance:** Questionários impressos em papel **Período de aplicação:** Fevereiro – Maio/ 2022	**Referências:** VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; VASCONCELLOS, P. B.; PARREIRA, F. V. M., ARAÚJO, G. M.; BRAGA, T. H. C.; MORAES, R. A.; OLIVEIRA, M. N.; OLIVEIRA, N. F. G.; BARBOSA, M. C. R.; FILHO, M . O. C.; PENA, I. C.; FARIA, J. G. BER HOME - Resiliência no ambiente construído em habitação social: métodos de avaliação tecnologicamente avançados. RELATÓRIO FINAL: Uberlândia, Minas Gerais: PPGAU, FAUED, Universidade Federal de Uberlândia, Março de 2022. VILLA, S. B.; VASCONCELLOS, P. B.; BORTOLI, K. C. R.; ARAUJO, L. B. Lack of adaptability in Brazilian social housing: impacts on residents. Buildings and Cities, v. 3, p. 376-397, 2022.
	1A.2 Questionário complementar	**Objetivo:** Avalia percepção dos moradores quanto à sensação e satisfação com temperatura e movimento de ar; Efeitos do clima sobre a saúde e condições de saúde prévias; Verifica características construtivas gerais. **Abordagem:** Quantitativa **Amostragem:** 53 casas (RSB e 2A4) – ampliadas e não ampliadas, orientações solares variadas. **Meio de performance:** Questionários impressos em papel **Período de aplicação:** Fevereiro – Maio/ 2022	**Referências:** AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (2014). Thermal environmental conditions for human occupancy, ASHRAE Standard 55-2010, Atlanta, Georgia, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Ficha de notificação SINAN Dengue e Chikungunya: https://portalsinan.saude.gov.br LAMBERTS, R.; CANDIDO, C.; DE DEAR, R. DE VECCHI, R. Towards a Brazilian standard on thermal comfort. Research report. Universidade Federal de Santa Catarina, The University of Sidney, 2013.
	1A.3 Análise Morfológica	**Objetivo:** Avalia tecnicamente a situação geográfica descrita por padrões de ampliação (direção, dimensões, contato com embrião), materialidades, permeabilidade e impermeabilidade de terrenos e sua arborização, como fenômenos da paisagem urbana e suas transformações que contribuem para constituição do clima. **Abordagem:** Quantitativa **Amostragem:** 1ª – universo completo (RSB – 175 casas e 2A4 – 208 casas); 2ª – 53 casas (RSB e 2A4). **Meio de performance:** Digital, via Google Earth e planilhas Excel. **Período de aplicação:** Outubro / 2022 – Março / 2023	**Referências:** LAMAS, J. M. R. G. Morfologia urbana e o desenho da cidade. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1992. GARREFA, F.; VILLA, S. B.; STEVENSON, F.; BORTOLI, K. C. R.; VASCONCELLOS, P. B.; MENDES, P. C.; LIMA; S. C.; BARBOSA, G.; BORGES, L.; CARVALHO, N. L.; MIRANDA; N. L.; MIRANDA, R. Final Report – CO-PRODUCING HEALTHY COMMUNITIES: Backyard retrofit to prevent arboviruses epidemics in Brazilian social housing developments. 2021. Uberlândia: UFU/PPGAU/FAUED, TUoS/SSoA. Global Challenges Research Fund (Research Report). PANERAI, P. Análise urbana. Brasília: Universidade de Brasília, 2014. SANTOS, M. Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014.
	1A.4 Simulação computacional	**Objetivo:** Avalia tecnicamente embrião e ampliações padrão (a partir de 1A.3) quanto ao conforto térmico e renovação de ar segundo normativas. Parte de modelo computacional calibrado/validado a partir de medições de temperatura, umidade relativa e refletância em campo. **Abordagem:** Quantitativa **Amostragem:** 3 casas representativas (RSB e 2A4), a partir de resultados da análise morfológica. **Meio de performance:** Roteiro impresso em papel e digital, por meio de software de simulação termo energética (Energy Plus) e planilhas Excel. **Período de aplicação:** Medições *in loco* (Junho – Setembro / 2022); Calibração (Outubro / 2022 – Março / 2023); Simulações (Abril – Maio / 2023).	**Referências:** ANDERSON, K. Design Energy Simulation for Architects. Guide to 3D Graphics. 1st ed. New York: Routledge, 2013. BORTOLI, K. C. R., RESENDE, V. F. P.; CARLO, J. C.; VILLA, S. B. Thermal comfort and air renewal in social housing: a case study in Uberlândia, Brazil. E&S Engineering and Science, 2023, 12:2. DE DEAR, R. D.; KIM, J.; PARKINSON, T. 2017. Residential adaptive comfort in a humid subtropical climate – Sydney Australia. Energy and Buildings. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.028 WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. Building Simulation Calibration Using Sensitivity Analysis. In: BUILDING SIMULATION, 9., 2005, Montreal. Proceedings… Montreal: IBPSA, 2005. p. 1331-1338.
1B - AVALIAÇÃO DA RESILIÊNCIA	**1B.1** Régua de resiliência	**Objetivo geral:** Avalia a resiliência propriamente dita (da casa e das pessoas), a partir do detalhamento dos itens de avaliação derivados dos indicadores de conforto térmico propostos visando a resiliência. Subdivide-se em outros dois instrumentos:	**Referências:** ELIAS-TROSTMANN, K., D. CASSEL, L. BURKE, AND L. RANGWALA. Stronger Than The Storm: Applying the Urban Community Resilience Assessment to Extreme Climate Events. Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute, 2018. Available online at www.wri.org/publication/strongerthan-the-storm.
	1B.1.1 Questionário do morador	**Objetivo:** Avalia o indicador sensibilidade ao clima a partir da percepção das pessoas, sobre ações para lidar com o clima, busca de informações sobre o clima, disponibilidade de socorro e consciência sobre relação entre clima, ambiente construído e conforto térmico. **Abordagem:** Quanti-qualitativa (possui questões fechadas e abertas) **Amostragem:** 53 casas (RSB e 2A4) – ampliadas e não ampliadas, orientações solares variadas. **Meio de performance:** Questionários impressos em papel **Período de aplicação:** Fevereiro – Maio/ 2022	**Referências:** ARAÚJO, G. M. BEM-ESTAR E RESILIÊNCIA EM HABITAÇÃO SOCIAL: UMA RELAÇÃO NECESSÁRIA. ESTRATÉGIAS ORIENTADAS AOS USUÁRIOS. 2020. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020." FRANCES, Z.; STEVENSON, F. A relational approach to understanding inhabitants' engagement with Photovoltaic (PV) technology in homes, Architectural Science Review, 2019. DOI: 10.1080/00038628.2019.1682962 GRAM-HANSSEN, K. Standby Consumption in Households Analyzed With a Practice Theory Approach, Research and Analysis. Volume 14, Number 1, 2009.
	1B.1.2 *Walkthrough*	**Objetivo específico:** Avalia tecnicamente a casa para o indicador edifício bioclimático, seus tipos de materiais e sistemas construtivos e sua relação com radiação, ventilação e vegetação. **Abordagem:** Quanti-qualitativa **Amostragem:** 21 casas (RSB e 2A4) em que foi permitido acesso e registros **Meio de performance:** Roteiro e questionários impressos em papel **Período de aplicação:** Coleta de dados (Fevereiro – Maio/ 2022); Análise (Abril – Maio / 2023).	**Referências:** KOWALTOWSKI, D. C. K. K.; GRANJA, A. D.; SILVA, V. G.; PINA, A. A. M. G. Métodos e instrumentos de avaliaçãode projetos destinados à habitação de interesse social. In VILLA, S. B., ORNSTEIN, S. W. (Orgs.) Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação (pp. 113-148). São Paulo: Oficina de Textos, 2013. ONO, R.; VILLA, S. B.; ABATE, T. P.; BARBOSA, M. B.; FRANÇA, M. J. G. L.; ORNSTEIN, S. W. Métodos qualitativos para aferição da percepção dos usuários. In. ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. G. L. (Orgs) Avaliação Pós-Ocupação: da teoria à prática. 2018a. Pp. 121-134. ONO, R.; FRANÇA, A. J. G. L.; ORNSTEIN, S. W. Formas de apresentação de resultados. 2018b. In. ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. G. L. (Orgs) Avaliação Pós-Ocupação: da teoria à prática. 2018a. Pp. 135-146.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

CAPÍTULO 3 – Resultados e discussões: avaliação para orientação de reformas

O terceiro capítulo da tese concentrou-se nos resultados e discussões gerados pela aplicação dos instrumentos de avaliação de impacto e resiliência propostos, com foco no atributo "Conforto Térmico". Os achados da avaliação de impacto, associados à pesquisa bibliográfica e reconhecimento inicial do estudo de caso, fundamentaram a proposição de itens, aspectos e requisitos de avaliação da resiliência para o atributo em foco.

A avaliação de resiliência, por sua vez, permitiu verificar o nível de resiliência das casas e das pessoas no estudo de caso, segundo a estrutura proposta. A partir dessas avaliações, obteve-se diagnóstico capaz de embasar a elaboração de fichas de orientações para reformas, subsidiando ATHIS assertivas para o estudo de caso e contextos similares, conforme descrito pelos tópicos que se seguem.

3.1 Avaliação de impacto

3.1.1 Instrumento 1A.1: Questionário de impacto

Conforme exposto a partir do quadro 4, no 2A4, as ameaças derivadas do clima mais percebidas pelos moradores são os longos períodos de estiagem (com 69.9% dos respondentes percebendo seus efeitos negativos), as chuvas intensas (69.02%) e as ondas de calor (62.75%). No RSB, a estiagem também é a ameaça mais percebida (com 62.5% das respostas), seguida pelas ondas de frio (62.18%) e chuvas intensas (59.6%). Em ambos os CHIS, as demais ameaças são percebidas pela maioria dos respondentes, porém em menor frequência que as anteriormente listadas (Quadro 11).

No 2A4, entre aqueles que percebem as ameaças, observa-se que muitos não se incomodam com as mesmas (sendo o incômodo "nenhum" da ordem de 33.94% para longos períodos de estiagem, 50.1% para chuvas intensas e 54.21% para ondas de calor). Por outro lado, entre os que se incomodam, prevalecem as respostas extremas, sendo que 43.84% incomodam-se muito

com longos períodos de estiagem, 38.97% com chuvas intensas e 36.5% com ondas de calor.

Quadro 11 – Percepção do incômodo e seus efeitos a partir das ameaças.

Ameaças	Percebe o Efeito		Nível de Incômodo (%)					
	2A4	RSB	2A4			RSB		
	Sim (%)		Pouco	Muito	Nenhum	Pouco	Muito	Nenhum
Chuvas Intensas	**69.02**	**59.60**	10.92	**38.97**	**50.10**	13.12	**53.06**	**33.83**
Longos Períodos de Estiagem	**69.90**	**62.50**	22.22	**43.84**	**33.94**	18.02	**63.18**	**18.80**
Ondas de Calor	**62.75**	56.49	9.30	**36.50**	**54.21**	12.90	43.47	43.63
Ondas de Frio	59.53	**62.18**	12.82	26.91	60.28	14.94	**49.10**	**35.96**
Rajadas de Vento (Ventos Fortes)	61.90	54.49	3.10	24.32	72.58	8.51	48.15	43.38
Alt. No Abast. De Água	60.54	54.48	13.37	29.97	56.67	13.73	39.96	46.31
Alt. No Abast. De Energia	62.13	58.44	12.04	36.64	51.32	14.58	**50.13**	**35.29**
Média	**63.68**	**58.31**	**11.97**	**33.88**	**54.16**	**13.69**	**49.58**	**36.74**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

No RSB, a quantidade de pessoas que percebem os efeitos, mas acusam incômodo como "nenhum" é menor quando comparada ao 2A4 (em média 36.74% contra 54.16% no 2A4). Paralelamente, o número de respostas extremas é maior (em média 49.58% respondendo "muito" no RSB, contra 33.88% no 2A4). Longos períodos de estiagem são o efeito que mais incomoda os respondentes no RSB, com 63.18%, seguido de chuvas intensas, com 53.06% e ondas de frio, com 49.1% muito incomodados.

É interessante observar que, em média, no CHIS 2A4 é maior o número de pessoas que percebem a existência de efeitos negativos, sendo 63.68% contra 58.31% no RSB. No entanto, no 2A4 o número médio de pessoas que não se incomodam é consideravelmente maior que no RSB (54.16% contra 36.74% no RSB). Isso pode ser devido ao fato do CHIS do 2A4 ter sido entregue mais recentemente que o RSB (entre 2016 e 2017), o que pode contribuir, por um lado, para que a gravidade percebida dos problemas seja efetivamente menor (devido a serem "recentes"). Além disso, o tempo de exposição e a recorrência de problemas tende a ser menor no 2A4, ao passo que no RSB as pessoas já convivem com problemas há mais de uma década (sendo que as casas foram entregues entre 2010 e 2011), o que pode contribuir para intensificação de sua percepção de incômodo, de maneira geral.

Falando-se mais especificamente sobre o conforto térmico (foco do presente trabalho), observa-se uma diferença interessante entre os CHIS. Ao

passo que no 2A4 a percepção de ondas de calor é mais frequente (com em média 62.75% dos respondentes percebendo seus efeitos negativos e 45.79% muito ou pouco incomodados), no RSB são as ondas de frio os efeitos mais percebidos (por 62.18%), incomodando muito ou pouco 64.04% dos respondentes. Ao passo que no CHIS 2A4 é mais frequente o incômodo com o calor (45.79% incomodados), no RSB é mais frequente por frio (64.04%). Este fator pode ser explicado devido ao RSB ser contornado por grande área vegetada que guarnece um rio, arrefecendo o microclima, contribuindo para intensificação de ondas de frio, fato esse que não ocorre no 2A4. No RSB, também há incomodo com o calor, ainda mais frequente que no 2A4, com 56.38% incomodados contra 45.79% no 2A4.

No entanto, outras ameaças provocam incômodo mais frequentemente no RSB, corroborando, por um lado, para a conclusão de que no RSB a percepção de incômodos, de maneira geral é mais intensa, talvez devido à sua recorrência e ao tempo de exposição. Por outro lado, supõe-se que as características projetuais e materiais do RSB possam favorecer o aparecimento e gravidade de vícios construtivos.

A partir dos quadros 12 e 13, é possível ainda observar os resultados por efeito detalhados, no que o incomodo por calor dentro de casa, especificamente, chega a 83.78% no 2A4, contra 78.38 no RSB (em ambos, somando-se percepções como muito e pouco). Paralelamente, a sensação de frio dentro de casa incomoda 33.33% no 2A4 e 82.84% no RSB, o que confirma, em detalhamento, a magnitude da percepção de incômodo e suas diferenças causado pelo calor e frio nas duas unidades de análise.

Em suma, observa-se que no 2A4, mais pessoas percebem os efeitos negativos do clima investigados, sendo que, dentre essas, a menor parte sente-se incomodada com os mesmos. No RSB, o número de pessoas que percebem efeitos negativos é um pouco menor em relação ao 2A4, mas, dentre essas, aquelas que se incomodam (muito ou pouco) predominam, em frequência maior que a observada no 2A4.

Quadro 12 - Percepção do incômodo e seus efeitos – detalhado.

Causa (Grande Evento): CLIMA									
Ameaças	**Efeitos Negativos Sobre a Casa e a Família**	**Percebe o Efeito**		**Nível de Incômodo (%)**					
		2A4	**RSB**	**2A4**			**RSB**		
		Sim (%)		**Pouco**	**Muito**	**Nenhum**	**Pouco**	**Muito**	**Nenhum**
Chuvas Intensas	Goteiras	87.75	85.19	13.95	69.77	16.28	10.87	82.6	6.53
	Infiltrações	73.47	72.22	11.1	52.8	36.1	7.7	71.8	20.5
	Surgimento de Mofo	65.3	70.37	6.25	37.5	56.25	18.42	57.9	23.68
	Enxurradas	59.2	48.15	6.9	24.14	68.96	19.23	34.61	46.16
	Alagamentos/Acúmulo de água no lote (incluindo a calçada)	73.47	55.56	8.33	41.67	50	10	60	30
	Desgaste de Materiais (telhas, forros, paredes, revestimentos, pisos/pavimentação, no lote e calçadas)	71.4	59.3	11.4	42.9	45.72	21.9	53.1	25
	Deslizamentos de terra	49	29.63	0	4.17	95.83	0	12.5	87.5
	Mau cheiro advindo do sistema de esgotos e/ou drenagem pluvial	63.3	61.1	12.9	41.9	45.16	9.09	66.7	24.24
	Retorno de esgoto nos aparelhos sanitários	63.26	51.85	9.68	32.25	58.07	3.57	39.28	57.15
	Surgimento de insetos	87.75	75.93	30.22	53.5	16.28	19.51	73.17	7.32
	Ocorrência de arboviroses (dengue, zika vírus, chikungunya, etc)	65.3	46.3	9.38	28.1	62.5	24	32	44
	Média	**69.0**	**59.6**	**10.9**	**39.0**	**50.1**	**13.1**	**53.1**	**33.8**
Longos Períodos de Estiagem	Baixa Umidade do Ar ("Secura")	67.35	69.23	21.2	48.5	30.3	30.55	50	19.45
	Queimadas	75.51	67.3	13.51	67.57	18.92	11.44	74.28	14.28
	Problemas de Saúde Devidos à "Secura" do Ar	69.38	59.61	11.76	44.12	44.12	19.35	67.74	12.91
	Piora/Surgimento de Problemas Respiratórios	67.35	53.85	42.42	15.16	42.42	10.72	60.71	28.57
	Média	**69.9**	**62.5**	**22.2**	**43.8**	**33.9**	**18.0**	**63.2**	**18.8**
Ondas de Calor	Calor Dentro de Casa	75.51	71.15	10.81	72.97	16.22	16.22	62.16	21.62
	Abafamento de Cômodos (Calor + Umidade)	73.45	61.54	8.34	58.33	33.33	15.62	56.25	28.13
	Necessidade de Ventilador ou Umidificador	79.59	75	30.76	43.6	25.64	17.95	64.1	17.95
	Necessidade de Ar-Condicionado	57.14	44.23	0	25	75	13.05	30.43	56.52
	Custo Elevado de Contas de Água/Luz	67.35	75	12.12	75.76	12.12	7.69	84.62	7.69
	Ocorrência de Desidratação	48.98	42.3	8.33	8.33	83.34	9.1	13.63	77.27
	Ocorrência de Infarto do Miocárdio	48.98	40.38	0	0	100	19.05	4.76	76.19
	Ocorrência de Outros Problemas de Saúde Devidos ao Calor	51.02	42.3	4	8	88	4.55	31.82	63.63
	Média	**62.8**	**56.5**	**9.3**	**36.5**	**54.2**	**12.9**	**43.5**	**43.6**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quadro 13 - Percepção do incômodo e seus efeitos – detalhado (cont.).

Causa (Grande Evento): CLIMA									
Ameaças	Efeitos Negativos Sobre a Casa e a Família	Percebe o Efeito		Nível de Incômodo (%)					
		2A4	RSB	2A4			RSB		
		Sim (%)		Pouco	Muito	Nenhum	Pouco	Muito	Nenhum
Ondas de Frio	Frio Dentro de Casa	61.23	67.3	20	13.33	66.67	31.42	51.42	17.16
	Necessidade de Aquecedor de Ar	51.02	46.15	4	0	96	8.33	25	66.67
	Necessidade de Ligar Chuveiro Elétrico no Modo Inverno	61.23	75	13.33	26.67	60	23.08	43.59	33.33
	Custo Elevado de Contas de Água/Luz	63.26	73.08	19.35	74.19	6.46	15.79	78.95	5.26
	Aumento de Dores no Corpo	61.23	63.45	13.33	30	56.67	3.03	63.64	33.33
	Ocorrência de Outros Problemas de Saúde Devidos ao Frio	59.18	48.08	6.9	17.24	75.86	8	32	60
	Média	**59.5**	**62.2**	**12.8**	**26.9**	**60.3**	**14.9**	**49.1**	**36.0**
Rajadas de Vento (Ventos Fortes)	Poeira / Fuligem / Material Particulado Dentro da Casa (Sujeira)	87.75	69.23	9.31	60.46	30.23	8.33	77.78	13.89
	Destelhamentos / Queda de Forros	48.98	57.69	0	12.5	87.5	6.66	66.67	26.67
	Queda de Árvores	48.98	36.54	0	0	100	10.53	0	89.57
	Média	**61.9**	**54.5**	**3.1**	**24.3**	**72.6**	**8.5**	**48.2**	**43.4**
Alt. no Abast. de Água	Baixa Qualidade da Água que Chega na Torneira	55.1	40.38	11.11	11.11	77.78	9.52	19.05	71.43
	Elevação nos Custos da Conta de Água	57.14	76.92	14.29	46.43	39.28	15	67.5	17.5
	Interrupções no Abastecimento de Água	69.39	46.15	14.7	32.36	52.94	16.67	33.33	50
	Média	**60.5**	**54.5**	**13.4**	**30.0**	**56.7**	**13.7**	**40.0**	**46.3**
Alt. no Abast. de Energia	Elevação nos Custos da Conta de Energia	65.3	69.23	9.38	75	15.62	8.33	83.34	8.33
	Interrupções no Abastecimento de Energia	65.3	63.46	9.38	25	65.62	24.25	57.57	18.18
	Média	**62.1**	**58.4**	**12.0**	**36.6**	**51.3**	**14.6**	**50.1**	**35.3**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

O fato é que, em ambos os bairros, a maioria dos moradores percebem a existência dos efeitos negativos investigados (em média 63.68% no 2A4 e 58.31% no RSB), sendo que um número considerável incomoda-se (seja muito ou pouco) com os mesmos (em média 45.84% no 2A4 e 63.26% no RSB), denotando a existência de exposição e vulnerabilidades, sejam físicas ou pessoais, que tendem a tornar o ambiente construído das HIS propenso a lidar de forma pouco ou não resiliente com o clima.

3.1.2 Instrumento 1A.2: Questionário complementar

A partir do questionário complementar de impacto, aprofundou-se o conhecimento sobre o conforto térmico no estudo de caso. Verificou-se que em ambos os bairros a sensação com relação à ventilação nos APP é similar, com a maioria dos moradores achando a mesma suficiente (2A4 - 47.8% e RSB - 48.43%, em média). No entanto, a quantidade de pessoas que avaliaram a ventilação como sendo pouca nos APP também é considerável, perfazendo 42.14% no 2A4 e 44.03% no RSB. Ademais, um número menor de pessoas acha que a ventilação é muita - um total de 10.07% no 2A4 e 7.55% no RSB (quadro 14).

Quando a ventilação é pouca a renovação do ar fica comprometida, favorecendo redução na qualidade desse ar. A ventilação natural é uma componente passiva no provimento de conforto térmico, especialmente importante no contexto financeiramente restrito de HIS. Quando a ventilação é pouca, combinando-se a propriedades térmicas de materiais construtivos utilizados há importante prejuízo do conforto térmico, favorecendo maior desconforto por calor. Por outro lado, quando a ventilação é muita, especialmente durante a noite, combinando-se à não estanqueidade de edificações ao vento, pode-se favorecer o surgimento de situações de desconforto por frio.

Quadro 14 - Sensação com ventilação.

	2A4 (%)			RSB (%)		
Sensação com ventilação:	**Pouca**	**Sufic.**	**Muita**	**Pouca**	**Sufic.**	**Muita**
Na sala	43.40	47.17	9.43	37.74	49.06	13.21
No quarto da frente	45.28	45.28	9.45	47.17	47.17	5.66
No quarto do fundo	37.74	50.94	11.32	47.17	49.06	3.77
Média	**42.14**	**47.80**	**10.07**	**44.03**	**48.43**	**7.55**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quadro 15 - Satisfação com ventilação.

	2A4 (%)		RSB (%)	
Satisfação com ventilação:	**Instatisf.**	**Satisf.**	**Instatisf.**	**Satisf.**
Na sala	24.53	75.47	30.19	69.81
No quarto da frente	30.19	69.81	37.74	62.26
No quarto do fundo	30.19	69.81	41.51	58.49
Média	**28.30**	**71.70**	**36.48**	**63.52**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Apesar de no RSB o número de pessoas que acham a ventilação suficiente nos APP ser um pouco maior que no 2A4 (RSB - 48.43% e 2A4 - 47.8%, em média), observa-se no quadro 15 que no RSB o número de pessoas insatisfeitas com a ventilação é consideravelmente maior (RSB – 36.48% e 2A4 – 28.30%, em média). Talvez devido ao maior tempo de exposição ao problema, ou em função de características das aberturas. Em ambos os bairros, observa-se que a insatisfação com a ventilação é maior nos dormitórios.

A partir dos quadros 16 e 17, observa-se que a sensação térmica durante o verão nos APP das casas, para ambos os bairros, é predominantemente de calor (fazendo-se a média das respostas para os APP, entre levemente calor, calor e muito calor, tem-se para o 2A4 - 88.05% e RSB - 91.98%). Dentre aqueles que sentem calor, a maioria o sente como muito, nos dois bairros (2A4 - 55.35% e RSB - 59.28%, em média). No inverno, a situação é um pouco diferente, com moradores do RSB sentindo-se com frio em 69.18% das vezes, dentre os quais a resposta "muito frio" foi dada em 38.99%, em média para os APP. A neutralidade térmica ocorre com 28.92% dos moradores durante o inverno no RSB. No 2A4, por outro lado, há sensação de frio para apenas 30.18% dos respondentes, em média, predominando a sensação de neutralidade nos APP, em 61.63% das respostas. Nos dois bairros, também houve respostas relatando sensação de leve calor, em 6.29% das respostas no 2A4 e 1.88% das respostas no RSB, em média.

Quadro 16 - Sensação térmica no verão e inverno - 2A4.

	2A4 (%)						
Sensação com temperatura (verão):	**Mt. Frio**	**Frio**	**Lv. Frio**	**Neutro**	**Lv. Calor**	**Calor**	**Mt. Calor**
Na sala	0.00	0.00	0.00	15.09	16.98	15.09	52.83
No quarto da frente	0.00	0.00	0.00	11.32	16.98	16.98	54.72
No quarto do fundo	0.00	0.00	0.00	9.43	16.98	15.09	58.49
Média	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**11.95**	**16.98**	**15.72**	**55.35**
Sensação com temperatura (inverno):	**Mt. Frio**	**Frio**	**Lv. Frio**	**Neutro**	**Lv. Calor**	**Calor**	**Mt. Calor**
Na sala	15.09	3.77	11.32	62.26	5.66	0.00	1.89
No quarto da frente	15.09	3.77	11.32	62.26	5.66	0.00	1.89
No quarto do fundo	15.09	3.77	11.32	60.38	7.55	0.00	1.89
Média	**15.09**	**3.77**	**11.32**	**61.63**	**6.29**	**0.00**	**1.89**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quadro 17 - Sensação térmica no verão e inverno - RSB.

	RSB (%)						
Sensação com temperatura (verão):	**Mt. Frio**	**Frio**	**Lv. Frio**	**Neutro**	**Lv. Calor**	**Calor**	**Mt. Calor**
Na sala	0.00	0.00	1.89	5.66	15.09	20.75	56.60
No quarto da frente	0.00	0.00	0.00	5.66	13.21	18.87	62.26
No quarto do fundo	0.00	0.00	1.89	9.43	13.21	16.98	58.98
Média	**0.00**	**0.00**	**1.26**	**6.92**	**13.84**	**18.87**	**59.28**
Sensação com temperatura (inverno):	**Mt. Frio**	**Frio**	**Lv. Frio**	**Neutro**	**Lv. Calor**	**Calor**	**Mt. Calor**
Na sala	39.62	16.98	11.32	30.18	1.88	0.00	0.00
No quarto da frente	37.73	13.20	16.98	30.18	1.88	0.00	0.00
No quarto do fundo	39.62	15.10	16.98	26.41	1.88	0.00	0.00
Média	**38.99**	**15.09**	**15.09**	**28.92**	**1.88**	**0.00**	**0.00**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Em resumo, os resultados sugerem que no RSB as moradias são mais suscetíveis às variações de temperatura, talvez em função do sombreamento proporcionado pela geminação dos quartos, que diminui a contribuição da radiação solar para o aquecimento da casa como um todo, durante o inverno. Outra e a mesma possibilidade anteriormente elencada é que no RSB o frio seja mais intenso em função do arrefecimento proporcionado pela massa vegetada que cerca o conjunto. Ainda assim, há neutralidade térmica para um número considerável de respondentes no RSB (28.92% em média).

Quadro 18 - Ocorrência de problemas de saúde gerados por calor/frio.

	2A4 (%)	RSB (%)
Problemas de saúde gerados pelo calor/tipo:	**85.87**	**70.73**
Alergia na pele	2.17	3.66
Alergia respiratória	8.70	7.32
Asma	2.17	0.00
Dificuldade para respirar	5.43	2.44
Exaustão	11.96	4.88
Gripes/resfriados	3.26	2.22
Letargia	17.39	13.41
Mal-estar	22.83	19.51
Aumento de pressão	1.09	1.22
Nenhum	14.13	29.27
Problemas de saúde gerados pelo frio/tipo:	**53.62**	**56.25**
Aumento de pressão	18.52	19.30
Dores no corpo	7.25	7.81
Alergia respiratória	15.94	9.38
Gripes/resfriados	10.14	15.63
Letargia	2.90	9.38
Mal-estar	7.25	4.69
Nenhum	46.38	43.75

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quadro 19 - Problemas de saúde prévios.

	2A4 (%)	RSB (%)
Problemas de saúde prévios:	**42.59**	**49.12**
Diabetes	5.56	3.51
Doenças do coração	18.52	19.30
Doenças articulares	0.00	3.51
Doenças autoimunes	0.00	1.75
Doenças respiratórias	11.10	8.77
Outra	7.41	12.28
Não há	57.41	50.88

Fonte: elaborado pela autora (2023).

No 2A4 os resultados indicam que as casas interagem mais satisfatoriamente com o frio, retendo calor, o que não é tão interessante no verão, haja vista o elevado número de pessoas muito desconfortáveis com o calor nesse CHIS, durante o verão (55.35%).

É preocupante o número de pessoas que relataram manifestar problemas de saúde nos CHIS derivados da sensação de calor, sendo de 85.87% no 2A4 e 70.73% no RSB (quadro 18). O frio também ocasiona situações de saúde indesejáveis, afetando 46.38% dos respondentes no 2A4 e 43.75% no RSB. Os principais problemas relacionados ao calor nos dois CHIS são mal-estar (2A4 - 22.83% e RSB - 19.51%) e letargia (2A4 - 17.39% e RSB - 13.41%), ao passo que durante o frio, destacam-se o aumento da pressão (2A4 - 18.52% e RSB - 19.3%), alergias respiratórias (2A4 - 15.94% e RSB - 9.38%) e gripes/resfriados (2A4 - 10.14% e RSB - 15.63%). Ao analisar a pré-existência de doenças (quadro 19), observou-se que nos dois bairros é frequente o número de pessoas com doenças do coração (2A4 - 18.52% e RSB - 19.3%) e doenças respiratórias (2A4 - 11.1% e RSB - 8.77%).

Infere-se que a situação desses moradores em termos de conforto térmico no contexto da moradia não só desfavorece o enfrentamento de doenças pré-existentes, haja vista que, conforme discutido no capítulo 1, existe relação entre frio e calor excessivos e doenças do trato respiratório e cardiovasculares, respectivamente. A situação do ambiente térmico também tem relação com o surgimento de situações de saúde desfavoráveis, conforme visto. Destaca-se, dessa forma, a necessidade de atenção ao conforto térmico como atributo de resiliência a ser proporcionado em projetos novos e reformas em CHIS. Trata-se de questão de saúde pública, cujos custos sociais recaem sobre toda a

sociedade. Além disso, há também os custos ambientais associados à tendência pela adoção de recursos mecanizados para a correção do ambiente térmico.

Quadro 20 - Verificação inicial sobre realização de ampliações e tipos.

	2A4 (%)	RSB (%)
Unidades que sofreram ampliação/tipo:	**63.80**	**94.40**
Área coberta frente	26.41	1.07
Área coberta fundo	35.80	40.90
Área coberta lateral	0.00	21.50
Novo cômodo frente	9,4	6.45
Novo cômodo fundo	24.50	24.73

Fonte: elaborado pela autora (2023).

O questionário complementar de impacto também realizou uma verificação inicial sobre a realização de ampliações nos conjuntos (quadro 20). Dentro da amostra de 53 casas para cada unidade de análise, verificou-se que no 2A4 63.8% sofreram ampliação, ao passo que no RSB esse número é consideravelmente maior (chegando a 94.4%). Observa-se assim uma tendência à realização de ampliações nas moradias, compatível ao tempo transcorrido após a entrega do empreendimento aos usuários. Relativamente ao tipo de ampliação, por meio desse instrumento, verificou-se que a criação de área coberta no fundo é o tipo mais frequente nos dos bairros (2A4 - 35.8% e RSB - 40.90%). No 2A4, a criação de ambiente coberto na frente e novo cômodo fechado no fundo também são muito frequentes (26.41% e 24.5%, respectivamente). Já no RSB, também são frequentes áreas cobertas na lateral (21.5%) e novos cômodos fechados para o fundo (24.73%). Os padrões citados podem ser observados combinados ou não em ambos os bairros, sendo que uma análise mais detalhada nesse sentido será apresentada na sessão referente aos resultados da análise morfológica (instrumento 1A.3 - ver adiante, em mais detalhes).

Durante a aplicação do questionário complementar de impacto, também foi possível observar os usos predominantes para as ampliações realizadas, conforme sumarizado:

No CHIS do 2A4

- Ampl. Fundo: quarto, cozinha e/ou área de refeições, área de serviços e área de convívio
- Ampl. Laterais: área de serviços, depósito e sanitário

- Ampl. Frente: garagem e área de convívio

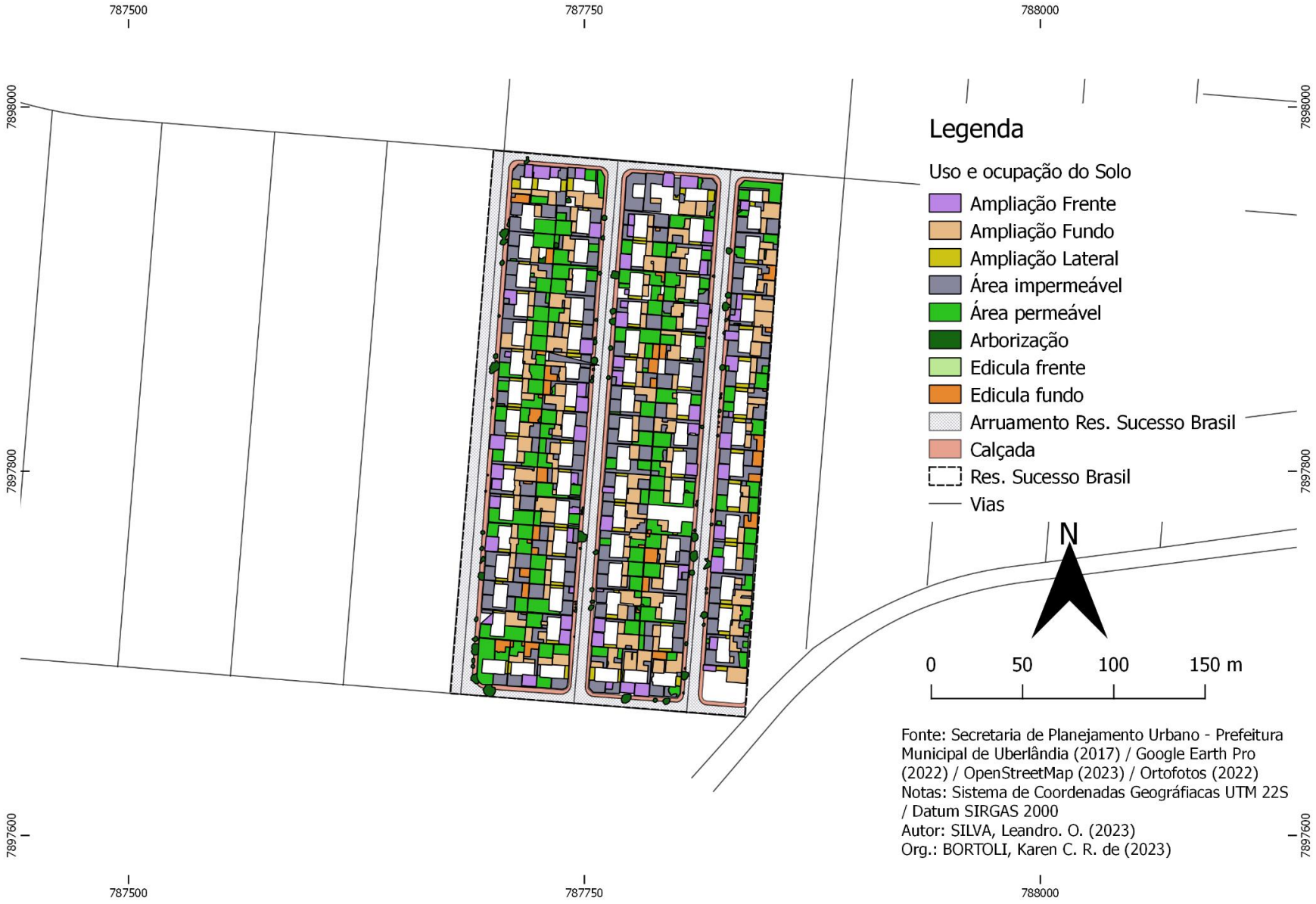
No CHIS do RSB

- Ampl. Fundo: cozinha e/ou área de refeições, quarto, sanitário, área de serviços, área de convívio e depósito
- Ampl. Lateral: área de convívio e área de serviços
- Ampl. Frente: garagem e área de convívio

3.1.3 Instrumento 1A.3: Análise morfológica

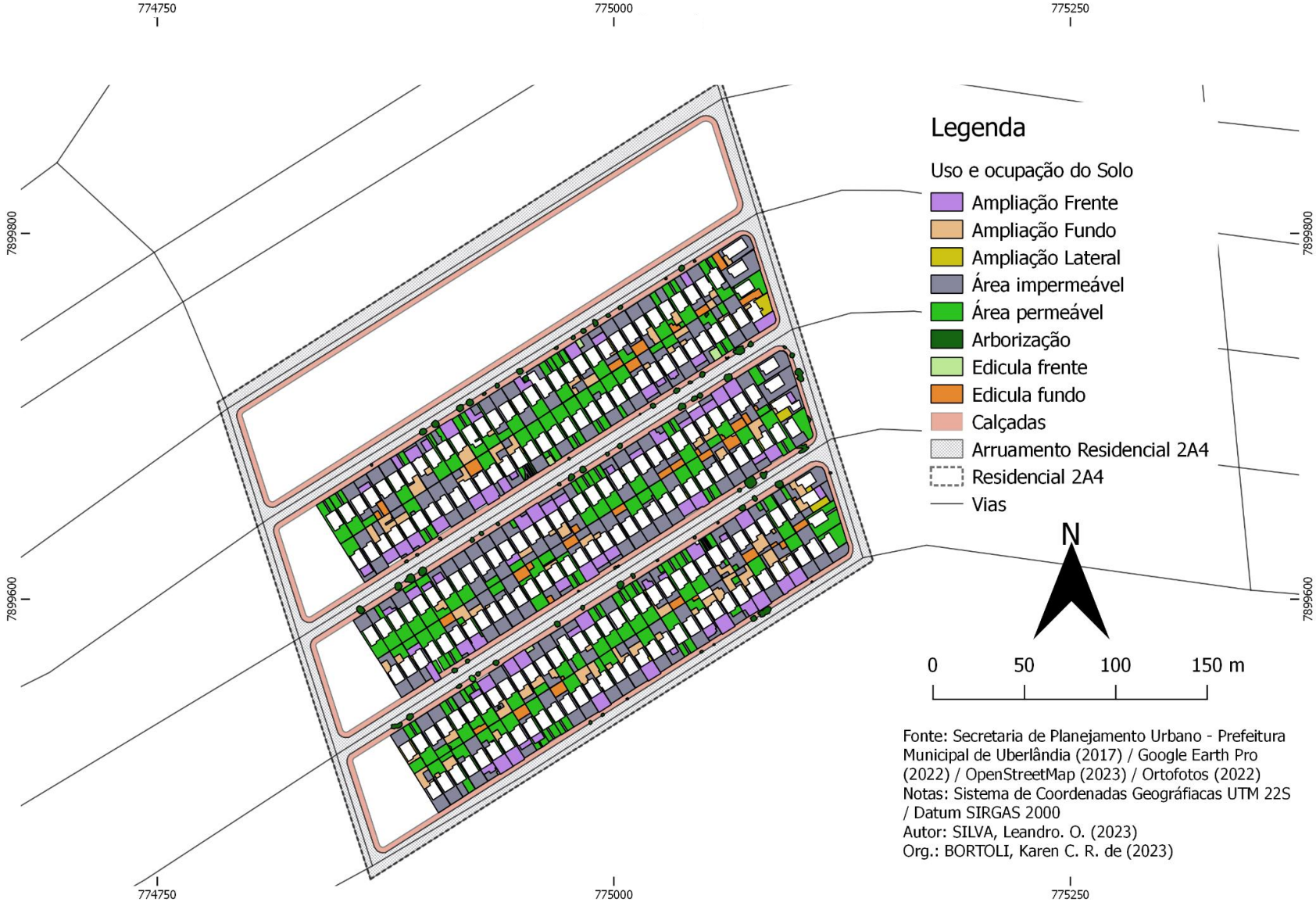
A análise morfológica dos CHIS 2A4 e RSB indicou um grau elevado de transformações na paisagem urbana, que pode ser observado a partir das figuras 45 e 46. Por meio da análise 1 - uso do solo (amostra RSB - 175 e 2A4 - 208), validou-se, a partir de amostragem maior quando comparada ao questionário de impacto complementar (1A.2), o elevado número de casas que sofreram ampliação no RSB, da ordem de 91.43%. Paralelamente, constatou-se que pouco mais da metade do universo amostral no 2A4 sofreu ampliações, com 52.4% das casas estendidas. No RSB, predominam casas ampliadas apenas para o fundo (29.71%), seguidas de casas que ampliaram fundos e lateral (24%) e por fim, de casas que ampliaram em todas as direções (23.43%), conforme sumarizado pela tabela 4.

Figura 45 – Uberlândia-MG: Uso e ocupação do solo no Res. Sucesso Brasil (Bairro Shopping Park), 2023.



Fonte: elaborado por SILVA, Leandro O. (2023), organizado pela autora (2023).

Figura 46 – Uberlândia-MG: Uso e ocupação do solo no Loteamento 2A4 (Bairro Pequis), 2023.



Fonte: elaborado por SILVA, Leandro O. (2023), organizado pela autora (2023).

No 2A4, o padrão de ampliações distribui-se mais homogeneamente, com 12.98% tendo ampliado apenas para a frente, 10.58% para frente e fundo, 9.62% para todas as direções e 9.13% apenas para o fundo.

Tabela 4 - Padrões de ampliação.

	RSB	2A4
Unidades que ampliaram/padrão:	**91.43%**	**52.40%**
Fundo	29.71%	9.13%
Lateral e fundo	24.00%	4.33%
Frente, lateral e fundo	23.43%	9.62%
Frente e fundo	11.43%	10.58%
Lateral	2.29%	1.44%
Frente e lateral	0.00%	4.33%
Frente	0.57%	12.98%
Não ampliaram	8.57%	47.60%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 5 - Padrões de uso e ocupação do solo.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO				
CLASSES	RSB (em m²)		2A4 (em m²)	
	ÁREA	*MÉDIA POR LOTE*	*ÁREA*	*MÉDIA POR LOTE*
Ampliações	8456.83	48.32	7196.74	34.60
Frente	1866.79	10.67	3459.39	16.63
Fundo	4897.43	27.99	2088.30	10.04
Laterais	888.19	5.08	516.47	2.48
Edícula frente	0.00	0.00	58.88	0.28
Edícula fundo	804.42	4.60	1073.70	5.16
Embrião + ampliações	16408.83	93.76	19589.38	94.18
Arborização	1628.99	9.31	873.45	4.20
Área permeável	5366.60	30.67	8897.32	42.78
Área impermeável (piso)	6939.53	39.65	11726.45	56.38

* Desconsidera-se arruamento
* Considerando-se 208 lotes no 2A4
* Considerando-se 175 lotes no RSB

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Verificou-se, também, a magnitude da área ocupada por construções (embrião + ampliações) em ambos os CHIS (RSB - 93.76 m² em média por lote e 2A4 - 94.18 m²). Considerando-se a taxa de ocupação máxima de 80% estabelecida pelo zoneamento urbano do município de Uberlândia, tem-se que nos lotes de 200 m² entregues nos dois CHIS, o potencial construtivo máximo é de 160 m².

Paralelamente, observa-se uma tendência à supressão de áreas permeáveis, haja vista que no RSB, entregue há mais tempo pelo PMCMV, a

média de áreas permeáveis por lote é de 30.66 m², quando deveria ser de 40 m² (ou 20% de acordo com o zoneamento para terrenos a partir de 200 m²). No 2A4, a média de áreas permeáveis por lote é de 42.78 m², ainda dentro do esperado. No entanto, analisando-se a área construída média para lotes nesse CHIS de 94.18 m², confrontados com os 160 m² possíveis, verifica-se que apenas 59% do potencial construtivo foi consolidado (tabela 6). Além disso, a área impermeável média por lote, no 2A4, já é elevada (56.38 m²), contra 39.65 m² no RSB, em média (tabela 7). Observa-se, com isso, uma tendência à supressão de áreas permeáveis simultânea à consolidação do potencial construtivo em ambos os CHIS, agravadas pela impermeabilização do solo, que já é maior que a área permeável nos dois.

Tabela 6 - Taxas de ocupação.

REAL X REGULAMENTADO E POTENCIAL PARA TAXA DE OCUPAÇÃO						
CLASSES	RSB			2A4		
	REAL	*MÁXIMO*	*/*	*REAL*	*MÁXIMO*	*/*
Área construída (m² total)	16408.83	28000	59%	19589.38	28000	59%
Área construída (m² média por lote)	93.76	160		94.18	160	

* Considerando-se máximo de 80% de taxa de ocupação para ZEIS III

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 7 - Árvores e permeabilidade.

REAL X MÍNIMO E POTENCIAL DE ÁRVORES E ÁREAS PERMEÁVEIS						
CLASSES	RSB			2A4		
	REAL	*MÍNIMO*	*/*	*REAL*	*MÍNIMO*	*/*
Árvores (unidades - total)	121	175	69%	106	208	51%
Árvores (unidades - média por lote)	0.69	1		0.51	1	
Área permeável (m² total)	5366.00	7000	77%	8897.32	8320	107%
Área permeável (m² média por lote)	30.66	40		42.78	40	

* Considerando-se ao menos 1 árvore por lote e 20% de permeabilidade mínima do solo

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Ademais, o número total de árvores em cada unidade de análise (considerando-se um mínimo de 1 árvore por lote mesmo que as especificações mínimas do PMCMV exijam apenas 1 árvore a cada 2 unidades autônomas) é considerado baixo. Ao passo que no RSB há 121 árvores no total (distribuídas não homogeneamente através dos 175 lotes), no 2A4 o número é proporcionalmente menor, com 106 árvores através de 208 lotes, ainda menos homogeneamente distribuídas (tabela 7).

Por meio da análise 2 - geometria/dimensões/materiais (amostra RSB - 53 e 2A4 - 53), observou-se que maioria das casas ampliadas o fizeram em

apenas uma sessão (um único segmento edificado), sendo que essa sessão possui em média 6.3 m de prolongamento longitudinal a partir do embrião, para o 2A4, e 5.4 m para o RSB, em direção à frente e fundo do lote (tabelas 8 e 9).

Tabela 8 - Ocorrência de sessões.

OCORRÊNCIA DE SESSÕES DE AMPLIAÇÕES					
NR. SESSÕES	*FRENTE*		*NR. SESSÕES*	*LATERAL 1*	
	RSB	2A4		RSB	2A4
0	0	1	0	0	1
1	13	17	1	30	10
2	4	1	2	0	1
3	0	1	3	0	0
NR. SESSÕES	*FUNDO*		*NR. SESSÕES*	*LATERAL 2*	
	RSB	2A4		RSB	2A4
1	35	11	1	NA	3
2	11	9	2	NA	0
3	4	3	3	NA	0
4	1	0	4	NA	0

Fonte: elaborado pela autora (2023).

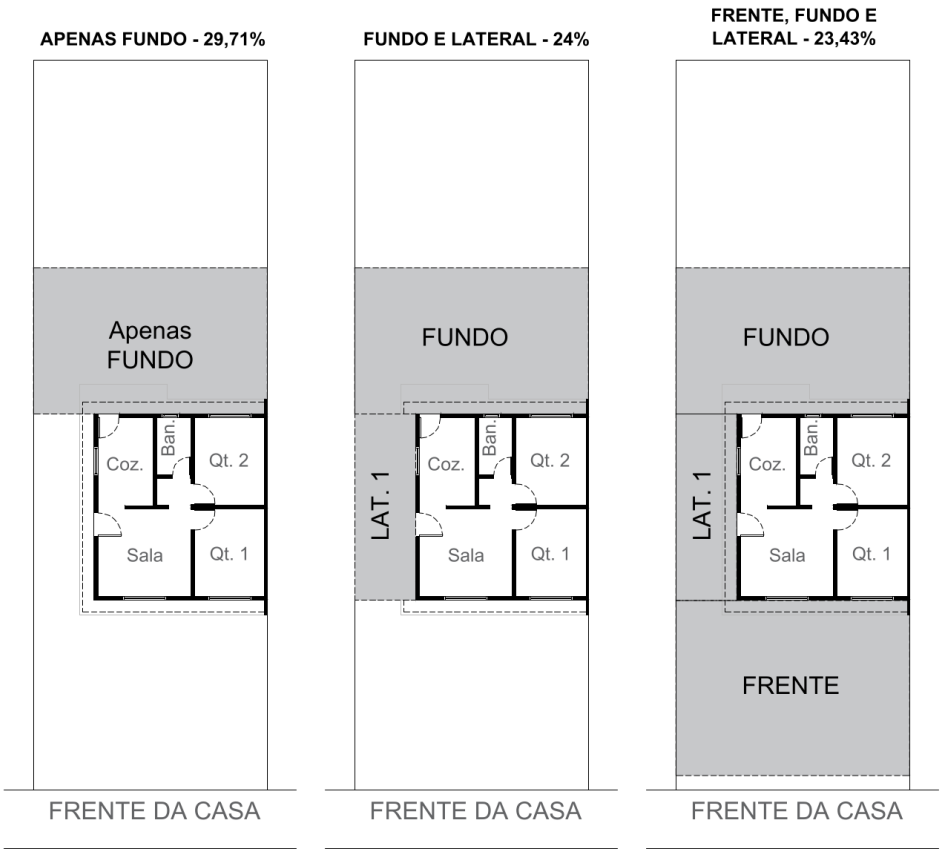
Tabela 9 - Caracterização de sessões.

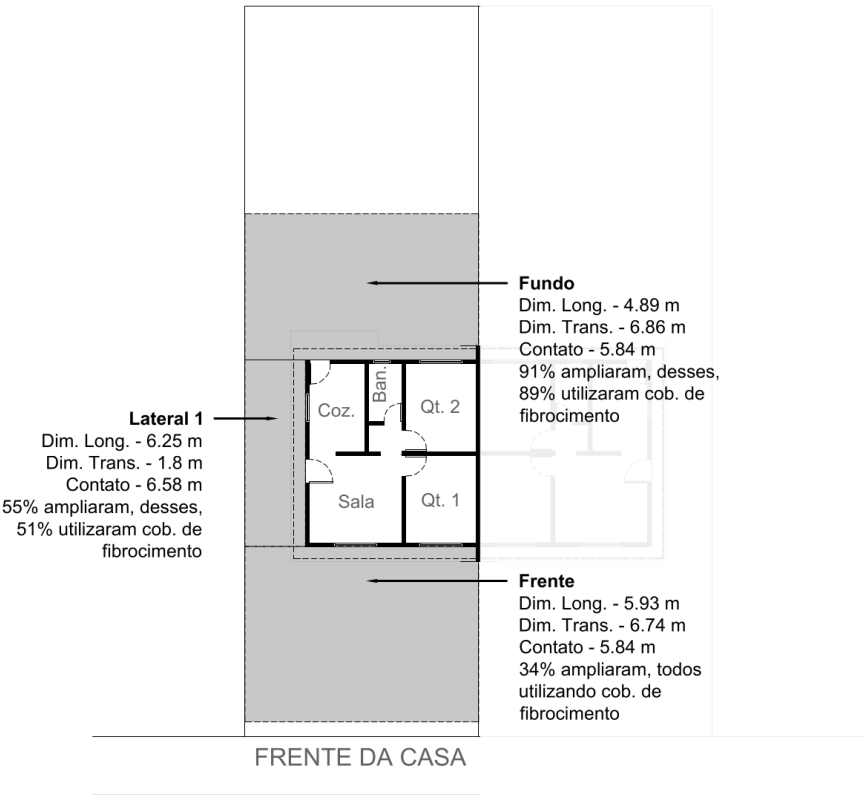
CARACTERIZAÇÃO DE SESSÕES "1"				
DIMENSÕES AFERIDAS	*MÉDIA (m)*		*MEDIANA (m)*	
	RSB	2A4	RSB	2A4
Frente Dim. Long. 1	5.93	6.42	6.53	6.86
Frente Dim. Trans. 1	6.74	7.01	7.8	7.87
Frente Contato Embrião	5.84	5.91	6.25	6.36
Fundo Dim. Long. 1	4.89	6.18	3.6	5.65
Fundo Dim. Trans. 1	6.86	2.99	7.65	3.47
Fundo Contato Embrião	5.84	4.99	6.16	6.35
Lateral 1 Dim. Trans. 1	1.8	1.87	1.64	0.86
Lateral 1 Dim. Long. 1	6.25	4.08	6.86	3.69
Lateral 1 Contato Embrião	6.58	3.8	6.86	3.69
Lateral 2 Dim. Trans. 1	NA	0.73	NA	0.69
Lateral 2 Dim. Long. 1	NA	2.78	NA	3.7
Lateral 2 Contato Embrião	NA	2.78	NA	3.7

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Complementarmente, foram verificadas as materialidades de coberturas das ampliações, observando-se que o fibrocimento é o material mais utilizado (RSB - 97% e 2A4 - 76.6%, dentre aqueles que ampliaram), com casos esporádicos de aplicação de cerâmica e metal. As figuras 47 e 48 e tabelas 10 e 11 registram e sumarizam as características geométricas e materiais das ampliações, que embasaram a seleção de casas representativas para simulação computacional, a partir do instrumento 1A.4.

Figura 47 - Características geométricas e materiais de ampliações - RSB.

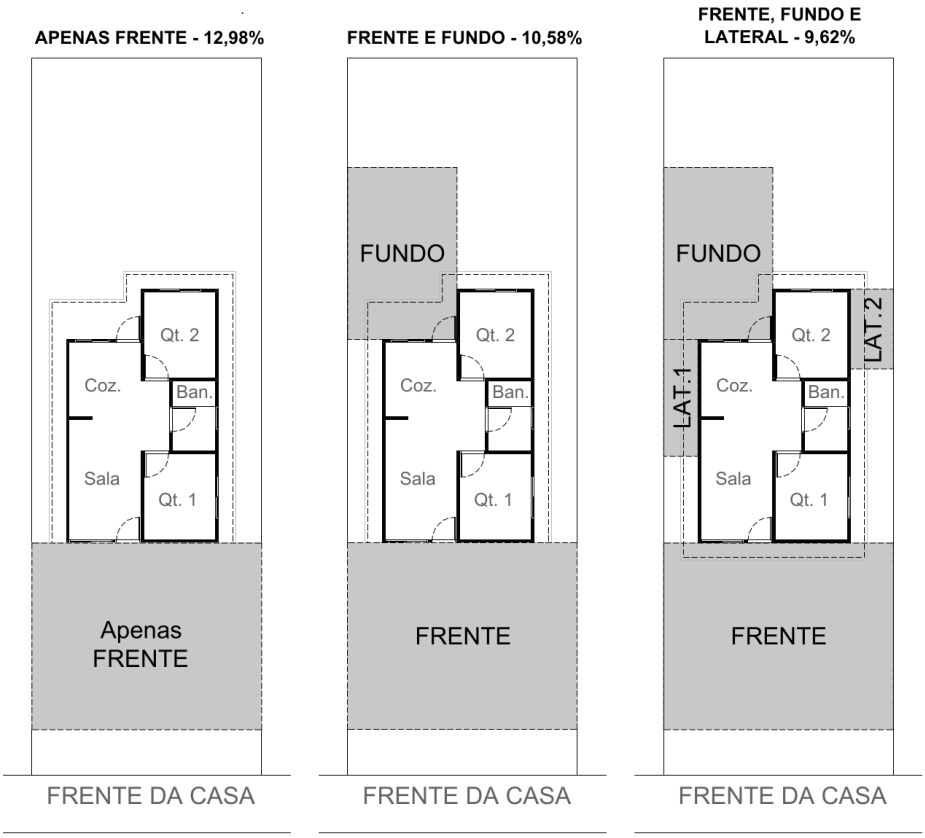


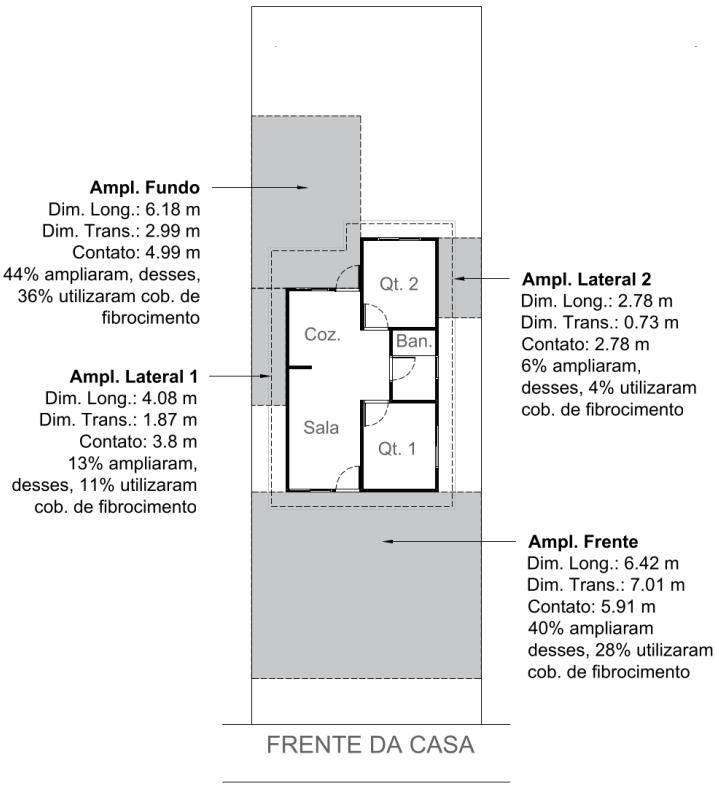


* Em todas as casas onde foi permitido ingresso para tirar fotos, observou-se que paredes de ampliações fizeram uso de bloco cerâmico.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 48 - Características geométricas e materiais de ampliações – 2A4.





* Em todas as casas onde foi permitido ingresso para tirar fotos, observou-se que paredes de ampliações fizeram uso de bloco cerâmico.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 10 - Características geométricas e materiais de ampliações – RSB.

CARACTERÍSTICAS DE AMPLIAÇÕES (MATERIAL, POSIÇÃO, CONDIÇÃO)					
RSB					
Material Cob. Frente		**Material Cob. Fundo**		**Material Cob. Lateral**	
Fibrocimento	33.96%	Fibrocimento	88.68%	Fibrocimento	50.9%
Não ampliou	66.04%	Laje	1.89%	Cerâmica	3.8%
		Não ampliou	9.43%	Não ampliou	43.4%
Posição Cob. Frente		**Posição Cob. Fundo**		**Posição Cob. Lateral**	
Acima	18.87%	Acima	22.64%	Acima	15.1%
Abaixo	15.09%	Abaixo	67.92%	Abaixo	41.5%
Não ampliou	66.04%	Não ampliou	9.43%	Não ampliou	43.4%
Condição Cob. Frente		**Condição Cob. Fundo**		**Condição Cob. Lateral**	
Aberta	18.87%	Aberta	67.92%	Aberta	52.8%
Fechada	15.09%	Fechada	20.75%	Fechada	1.9%
Não Ampliou	66.04%	Não Ampliou	9.43%	Não ampliou	43.4%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 11 - Características geométricas e materiais de ampliações – 2A4.

CARACTERÍSTICAS DE AMPLIAÇÕES (MATERIAL, POSIÇÃO, CONDIÇÃO)							
2A4							
Material Cob. Frente		**Material Cob. Fundo**		**Material Cob. Lateral 1**		**Material Cob. Lateral 2**	
Fibrocimento	28.3%	Fibrocimento	35.8%	Fibrocimento	11.3%	Fibrocimento	3.77%
Cerâmica	11.3%	Cerâmica	7.5%	Cerâmica	1.9%	Metal	1.89%
Não Ampliou	60.4%	Não ampliou	56.6%	Não ampliou	86.8%	Não ampliou	94.34%
Posição Cob. Frente		**Posição Cob. Fundo**		**Posição Cob. Lateral 1**		**Posição Cob. Lateral 2**	
Acima	26.4%	Acima	13.2%	Acima	1.9%	Acima	1.89%
Abaixo	13.2%	Abaixo	30.2%	Abaixo	11.3%	Abaixo	3.77%
Não ampliou	60.4%	Não ampliou	56.6%	Não ampliou	86.8%	Não ampliou	94.34%
Condição Cob. Frente		**Condição Cob. Fundo**		**Condição Cob. Lateral 1**		**Condição Cob. Lateral 2**	
Aberta	17.0%	Aberta	15.1%	Aberta	5.7%	Aberta	3.77%
Fechada	22.6%	Fechada	28.3%	Fechada	7.5%	Fechada	1.89%
Não Ampliou	60.4%	Não Ampliou	56.6%	Não Ampliou	86.8%	Não Ampliou	94.34%

*No 2A4, foram avaliadas as duas laterais da casa. Lateral 1 - à esquerda, Lateral 2 - à direita (testada).

Fonte: elaborado pela autora (2023).

As características de uso de solo e materiais, especialmente, ora relatadas, contribuem para uma situação de fragilidade ambiental em ambas as unidades de análise, com tendência ao agravamento, simultâneo às transformações esperadas nas unidades habitacionais no decorrer de sua vida útil. A elevada impermeabilização do solo interfere no ciclo natural das águas, reduzindo a infiltração de águas de chuvas e a evapotranspiração proporcionada por cobertura vegetal. A pavimentação também altera o albedo/absortância da superfície do solo, o que, somado à predominância no uso de materiais de cobertura também mais absorventes que o desejável nas ampliações (como o

fibrocimento - inserir nota de rodapé com propriedades), contribui para a formação de ilhas de calor urbanas.

Somando-se a escassez de árvores como sombreadoras e arrefecedoras naturais do ar, verifica-se uma situação geral de ambos os CHIS à maior vulnerabilidade ao clima e seus elementos. Paralelamente, entendendo-se o clima como produto-produtor das dinâmicas do espaço geográfico, as transformações da paisagem também influenciam o microclima local, agravando o desconforto térmico e outros problemas dele derivados (expostos nos resultados dos instrumentos 1A.1 e 1A.2).

3.1.4 Inferências: Instrumentos 1A.1, 1A.2 e 1A.3

As análises inferenciais vieram trazer respostas às perguntas de pesquisa anteriormente enunciadas, que descrevem a relação entre ampliações e conforto térmico, notadamente quanto à percepção de incômodos por calor/frio e ocorrência de problemas de saúde. Associações de resultados dos instrumentos 1A.1, 1A.2 e 1A.3 subsidiaram a análise dessas perguntas, conforme enunciadas:

- Para quem se incomoda (pouco ou muito) com calor/frio, quantos ampliaram?
- Para quem sente calor/frio nos ambientes, quantos têm problemas de saúde relacionados ao calor?
- Para quem tem problemas de saúde devidos ao calor/frio, quantos ampliaram?

Os quadros 21 e 22, a seguir, sumarizam os dados cruzados e as respostas obtidas para os dois CHIS, revelando, em suma, que: não é possível afirmar tendências de melhora na sensação térmica e ocorrência de problemas de saúde, nas casas ampliadas – eventualmente ocorre piora. Isso revela uma subutilização de recursos quando da realização de intervenções sem ATHIS, já que, idealmente, espera-se que reformas tragam melhoras sensíveis em diversos aspectos da qualidade da moradia, inclusive o conforto térmico e salubridade ambiental, especialmente caros em um contexto de HIS – onde os recursos disponíveis são mais exíguos e, seus usuários, mais vulneráveis.

Quadro 21 - Inferências 1A.1 x 1A.1 + 1A.1 x 1A.3.

QUESTÃO	RSB	2A4	Comentários/considerações quanto às tendências observadas
1. Para quem se incomoda (pouco ou muito) com calor, quantos ampliaram?	23/44 incomodam-se com calor (52.3%) 3/44 não ampliaram (6.82%) - 1/3 sente incômodo por calor (33.3%) - 2/3 não sentem incômodo por calor (66.7%) 41/44 ampliaram (93.2%) - 22/41 sentem incômodo por calor (53.6%) - 19/41 não sentem incômodo por calor (46.4%) ↓ (p = 0.49)	29/45 incomodam-se com calor (64.4%) 17/45 não ampliaram (37.78%) - 12/17 sente incômodo por calor (70.5%) - 5/17 não sentem incômodo por calor (29.4%) 28/45 ampliaram (62.22%) - 17/28 sentem incômodo por calor (60.7%) - 11/28 não sentem incômodo por calor (39.3%) ↑ (p = 0.50)	• O calor incomoda a maioria dos respondentes nos dois CHIS, 52.3% no RSB e 64.4% no 2A4). ○ No 2A4 o incômodo por calor é 18.7% maior que no RSB - menor sombreamento de ambientes em relação à radiação solar, com isso, mais aquecimento passivo. • No RSB o número de pessoas incomodadas com calor nas casas ampliadas é 37% maior que nas casas não ampliadas • No 2A4, o número de pessoas incomodadas com calor nas casas ampliadas é um pouco menor que nas casas não ampliadas. ○ Há indícios que no 2A4 as ampliações (direção e planta) contribuam para diminuir incômodo por calor em uma parte da amostra. • Nos dois CHIS, foram consideradas como "ampliações" aquelas extensões de área construída contíguas aos embriões, variando entre aquelas que são apenas cobertas (RSB – 76.2%, 2A4 – 46.7%) até aquelas que são fechadas por paredes (RSB – 23.8%, 2A4 – 53.3%). Além disso, a área de contato com o embrião é significativa nos dois. No RSB, em que frente e fundo têm 6.4 m, a média de contato é de 5.84 m. No 2A4, a frente tem 6.5 m, com área de contato média de 6.42 m, ao passo que o fundo tem 6.5 m e área de contato média de 5 m. Nos dois CHIS o fibrocimento é material utilizado para cobertura na maioria das ampliações (RSB – 97% e 2A4 – 76.6%). • No 2A4, o sombreamento proporcionado por ampliações as protege do sobreaquecimento – explicando parcialmente o menor incômodo por calor nas casas ampliadas. Nesse CHIS, predominam ampliações fechadas por paredes, com área de em média 34.6 m² (menor que no RSB) somadas a telhas de fibrocimento, o que faz com que se comportem como "baterias de calor" e ao mesmo tempo grandes "sombreadoras". Durante o inverno, o calor armazenado diminui o incômodo por frio, ao passo que no verão, o mesmo calor armazenado pode gerar incômodo por calor, não sendo essa, porém, uma explicação suficiente para a realização de ampliações com redução no incômodo relacionado a frio ou calor. Por ainda serem pouco frequentes as ampliações nesse CHIS (63.8% dos respondentes ampliaram), muitas envoltórias ainda estão predominantemente expostas à atmosfera, interagindo com a radiação solar e proporcionando aquecimento passivo no inverno e sobreaquecimento no verão. Somado ao uso de concreto maciço (material de elevada transmissão de calor) e exposição de mais fachadas à atmosfera (devido às casas serem isoladas no lote), essas casas manifestam menor inércia térmica, o que pode justificar a diferença na percepção do incômodo por frio e calor em relação ao RSB. • No RSB, por outro lado, o adensamento já é bastante elevado, com área construída de ampliações de em média 48.32 m² e 94.4% dos respondentes tendo realizado ampliações. O fato de as casas serem geminadas nas paredes dos dormitórios já origina um grande sombreamento nesses ambientes de longa permanência, o que pode contribuir para que o incômodo com calor seja menor, quando comparado ao 2A4. Paralelamente, esse mesmo sombreamento, somado àquele proporcionado por ampliações, faz com que essas casas se beneficiem menos do aquecimento passivo durante o inverno, justificando em parte seu maior incômodo com frio, em relação ao 2A4. Além disso, nesse CHIS, a contribuição da APP para arrefecimento do microclima também contribui para que a sensação térmica durante o inverno seja de maior frio, comparativamente ao 2A4. O incômodo por calor também é elevado, relacionando-se ao mesmo efeito de "bateria de calor" observado nas ampliações em fibrocimento do 2A4. • Nos dois CHIS, a realização de ampliações, tanto aquelas apenas cobertas como as fechadas por paredes, interferem na entrada e circulação do ar dentro dos ambientes, prejudicando as funções térmica e higiênica da ventilação. Com isso, no verão pode-se experimentar mais calor e abafamento, ao passo que no frio, a umidade retida e baixas temperaturas podem favorecer proliferação e retenção de patógenos que comprometem a salubridade do ar. • Nos dois CHIS, a quantidade de árvores está aquém do mínimo desejável, com RSB atendendo 69% e 2A4 apenas 51% do total esperado para o número de lotes. Em relação à permeabilidade do solo, o RSB tem uma média de 15% de permeabilidade (5% abaixo dos 20% esperados), ao passo que o 2A4 tem 21% (ainda dentro do mínimo esperado). Considerando que em ambos os CHIS apenas 59% do potencial construtivo (máx. 80%) foi consolidado, e que no RSB – mais antigo entre os dois, a área permeável já é inferior ao esperado, é prevista uma tendência de continuidade de supressão de áreas verdes e permeáveis simultânea à consolidação do potencial construtivo. Com isso, os benefícios trazidos pela vegetação, como o arrefecimento do microclima e menor amplitude térmica proporcionada pela evapotranspiração, cada vez mais deixarão de ser aproveitados.
2. Para quem se incomoda (pouco ou muito) com frio, quantos ampliaram?	25/44 incomodam-se com frio (56.8%) 3/44 não ampliaram (6.82%) - 1/3 sente incômodo por frio (33.3%) - 2/3 não sentem incômodo por frio (66.7%) 41/44 ampliaram (93.2%) - 24/41 sentem incômodo por frio (58.5%) - 17/41 não sentem incômodo por frio (41.5%) ↓ (p = 0.39)	10/45 incomodam-se com frio (22.2%) 17/45 não ampliaram (37.8%) - 3/17 sentem incômodo por frio (17.6%) - 14/17 não sentem incômodo por frio (82.4%) 28/45 ampliaram - 7/28 sentem incômodo por frio (25%) - 21/28 não sentem incômodo por frio (75%) ↓ (p =0.56)	• O frio incomoda a maioria dos respondentes no RSB (56.8%) e a minoria no 2A4 (22.2%) ○ No 2A4 o incômodo por frio é 39% menor que no RSB. • Em ambos CHIS, número de pessoas incomodadas com frio é maior nas casas ampliadas em relação às não ampliadas (em média 34.5% maior).
Conclusões	• RSB – muitos incomodam-se com calor (52.3%) e frio (56.8%); 2A4 – muitos incomodam-se com calor (64.4%) e poucos com frio (22.2%); ○ RSB – nas casas ampliadas e não ampliadas, incômodo com calor é equivalente – ou seja, ampliação não parece melhorar esse aspecto de qualidade nas HIS. ○ 2A4 – casas ampliadas, incômodo por calor diminui – sombreamento, sozinho, pode ter efeito positivo no arrefecimento da casa, no verão, para uma parte da amostra. ○ RSB e 2A4 – nas casas ampliadas, incômodo por frio é maior – sombreamento diminui aquecimento passivo, no inverno • Ampliações aumentam o incômodo por frio e ora aumentam ora diminuem incomodo por calor, a depender de outras características da geometria, implantação e materialidades do embrião. ○ RSB – elevado sombreamento de ambientes (elevado adensamento do lote + geminação) + material de cobertura muito transmissivo + comprometimento da ventilação natural + carência de vegetação = baixa resistência ao frio e ao calor e, com isso, elevado incômodo com frio e calor ○ 2A4 – maior exposição de ambientes (adensamento ainda moderado dos lotes + casa isolada no lote) + material de cobertura e paredes muito transmissivos + comprometimento da ventilação natural + carência de vegetação = baixa resistência ao calor e, com isso, elevado incômodo com calor • A associação entre ampliações e incômodo por calor e frio existe e é complexa. Explica-se por diversas características da edificação (embrião + ampliações), como: materialidades, implantação no lote e permeabilidade à passagem do vento. • A questão é que não foi possível observar tendências de melhora no incômodo com temperatura derivada da realização de ampliações, o que reforça a ideia de que o investimento realizado não atende a essa proposta. O objetivo principal costuma ser o ganho de área construída para acomodação de novos usos, no entanto, quando não há preocupação com a relação dessa ampliação com o clima, novos problemas podem surgir ou, ainda pior, serem mantidos, indicando que a intervenção na casa não trouxe qualidade compatível à magnitude do esforço financeiro realizado (proporcionalmente elevado para famílias de baixa renda). • Considerando que horas em desconforto por calor predominam em Uberlândia (MG) e vislumbrando as mudanças climáticas globais e uma tendencia à continuidade do adensamento dos lotes e prejuízo de sua relação com radiação solar e ventilação natural, verifica-se que as pessoas em ambos os CHIS tendem a ser igualmente vulneráveis ao clima e suas mudanças. Além disso, reforça-se a ideia de que a realização de intervenções sem devida orientação não pode ser mais tolerada em um cenário de busca por resiliência e sustentabilidade, especialmente para as populações mais vulneráveis.		

↓ piora do índice avaliado em relação à casa não ampliada
↑ melhora do índice avaliado em relação à casa não ampliada

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quadro 22 - Inferências 1A.2 x 1A.2 + 1A.2 x 1A.3.

QUESTÃO	RSB	2A4	Comentários/considerações
3. Para quem sente calor nos ambientes, quantos têm problemas de saúde relacionados ao calor?	30/53 têm problemas de saúde relacionados ao calor (56.6%) - 24/30 sentem calor na casa (80%) - 6/30 não sentem calor na casa (20%) 44/53 sentem calor na casa (83%) - 20/44 não têm problemas de saúde relacionados ao calor (45.5%) - 24/44 têm problemas de saúde relacionados ao calor (54.5%) (p=0.49)	40/53 têm problemas de saúde relacionados ao calor (75.5%) - 36/40 sentem calor na casa (90%) - 4/40 não sentem calor na casa (10%) 45/53 sentem calor na casa (84.9%) - 9/45 não têm problemas de saúde relacionados ao calor (20%) 36/45 têm problemas de saúde relacionados ao calor (80%) (p=0.08)	• Nos dois CHIS, a proporção de entrevistados que relataram manifestar problemas de saúde engatilhados pelo calor é considerável (RSB – 56.6% e 2A4 – 75.5%); • Paralelamente, uma quantidade elevada de respondentes relata sentir calor nos ambientes da casa (RSB – 83% e 2A4 – 84.9%). Desses, a maioria (RSB – 55.35% e 2A4 – 59.28%) sentem o calor como sendo "muito". • Além disso, dentre aqueles que têm problemas de saúde relacionados ao calor, a maioria sente calor em casa (RSB – 80% e 2A4 – 90%); • Os resultados indicam que existe uma vulnerabilidade ao clima entre os respondentes, que manifestam problemas de saúde relacionados ao calor. Ademais, observa-se que a casa não contribui para atenuação desse problema, posto que a maioria dos entrevistados que relatam manifestar problemas de saúde relacionados ao calor também sentem calor dentro de casa. Isto é, a moradia deixa de funcionar como abrigo e proteção aos intemperismos e suas consequências, favorecendo, por outro lado, a manifestação de seus efeitos negativos (problemas de saúde).
4. Para quem tem problemas de saúde devidos ao calor, quantos ampliaram?	30/53 têm problemas de saúde relacionados ao calor (56.6%) - 2/30 não ampliaram (6.7%) - 28/30 ampliaram (93.3%) 23/53 não têm problemas de saúde relacionados ao calor (43.4%) - 1/23 não ampliou (4.3%) - 22/23 ampliaram (95.6%) (p=0.71)	40/53 têm problemas de saúde relacionados ao calor (75.5%) - 12/40 não ampliaram (30%) - 28/40 ampliaram (70%) 13/53 não têm problemas de saúde relacionados ao calor (24.5%) - 5/13 não ampliaram (38.5%) - 8/13 ampliaram (61.5%) (p=0.57)	• Em ambos os CHIS, a ocorrência de problemas de saúde por calor não tem relação significativa com a realização de ampliações, já que a quantidade de pessoas que ampliaram e não ampliaram é próxima entre aqueles que têm e não têm problemas de saúde
5. Para quem sente frio nos ambientes, quantos têm problemas de saúde relacionados ao frio?	25/53 têm problemas de saúde relacionados ao frio (47.2%) - 16/25 sentem frio na casa (64%) - 9/25 não sentem frio na casa (36%) 35/53 sentem frio na casa (66%) - 19/35 não têm problemas de saúde relacionados ao frio (54.3%) - 16/35 têm problemas de saúde relacionados ao frio (45.7%) (p=0.77)	21/53 têm problemas de saúde relacionados ao frio (39.6%) - 5/21 sentem frio na casa (23.8%) - 16/21 não sentem frio na casa (76.2%) 16/53 sentem frio na casa (30.2%) - 11/16 não têm problemas de saúde relacionados ao frio (68.7%) - 5/16 têm problemas de saúde relacionados ao frio (31.3%) (p =0.41)	• Um número menor de moradores, porém ainda considerável, relatou ter problemas de saúde relacionados ao frio nos dois CHIS (RSB – 47.2% e 2A4 – 39.6%); • Observa-se que no RSB um número maior de pessoas sente frio dentro de casa (66%), comparativamente ao 2A4 (apenas 30.2%). • No RSB, dentre aqueles que têm problemas de saúde relacionados ao frio, a maioria (64%) o sentem dentro de casa, ao passo que no 2A4, a minoria (23.8%) sente frio em casa. • Esse resultado corrobora para leituras anteriormente realizadas, de que nas unidades habitacionais no RSB calor e frio são problemas equivalentes, relacionando-se às condições de implantação e materialidade da casa. • Paralelamente, no 2A4, o uso de materiais de parede e cobertura mais transmissivos que no RSB faz com que essas casas retenham mais calor, mesmo no inverno. Dessa forma, a sensação de frio é menos frequente que no RSB. ○ Talvez, e não à toa, isso explique o porquê de o número de respondentes com problemas de saúde relacionados ao frio ser um pouco menor no 2A4 que no RSB (2A4 – 39.6% contra RBS – 47.2%).
6. Para quem tem problemas de saúde devidos ao frio, quantos ampliaram?	25/53 têm problemas de saúde relacionados ao frio (47.2%) - 2/25 não ampliaram (8%) - 23/25 ampliaram (92%) 28/53 não têm problemas de saúde relacionados ao frio (52.8%) - 1/28 não ampliou (3.6%) - 27/28 ampliaram (96.4%) (p=0.91)	21/53 têm problemas de saúde relacionados ao frio (39.6%) - 6/21 não ampliaram (28.6%) - 15/21 ampliaram (71.4%) 32/53 não têm problemas de saúde relacionados ao frio (60.4%) - 11/32 não ampliaram (34.4%) - 21/32 ampliaram (65.6%) (p=0.88)	• Em ambos os CHIS, a ocorrência de problemas de saúde por frio não tem relação significativa com a realização de ampliações, já que a quantidade de pessoas que ampliaram e não ampliaram é próxima entre aqueles que têm e não têm problemas de saúde.
Conclusões	• A ocorrência de problemas de saúde relacionados ao calor e frio não tem associação significativa com a realização de ampliações; • O fato é que muitas pessoas têm problemas de saúde relacionados ao calor e, dessas, a maioria o sente dentro de casa. Infere-se que as condições da moradia, favorecem, dessa forma, a manifestação de problemas de saúde relacionados ao calor. • Relativamente aos problemas de saúde relacionados ao frio, apesar de serem presentes nos dois CHIS, verificou-se que no RSB o são mais frequentemente que no 2A4, corroborando a hipótese de que aspectos relacionados à materialidade e implantação das casas no lote tenham influência considerável nos aspectos analisados.		

Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.1.5 Instrumento 1A.4: Simulação computacional

De forma complementar às análises inferenciais, a simulação computacional visou explorar mais uma hipótese no estudo de caso, expressa por meio da questão 2.3. Qual a relação entre ampliações e o conforto térmico e renovação do ar?

Para subsidiar essa análise, primeiramente, foi aplicado o método adaptativo de avaliação de conforto térmico proposto por De Dear, Kim e Parkinson (2017), apresentado no capítulo 2, para análise das temperaturas externas (*Site Outdoor Drybulb Temperature*) na cidade de Uberlândia (MG), utilizando arquivo climático de referência. Os resultados demonstraram que a cidade tem predominância de horas em conforto térmico ao longo do ano (74.16%), com 25.85% de horas anuais em desconforto, sendo 13.24% por calor e 12.6% por frio. Foram consideradas as 8760 horas do ano nessa análise, verificando-se o percentual dessas horas em que a temperatura excede um limite de tolerabilidade térmica (superior - para calor e inferior - para frio). Com isso, experimenta-se calor acima do tolerável durante 1159.824 horas - o equivalente a 48.33 dias do ano, ao passo que o frio ocorre em 1103.76 horas, ou 46 dias do ano. Equipara-se assim a proporção de dias em desconforto por frio e por calor ao ar livre, por meio desse método de análise. A partir do arquivo climático de referência, também foram verificadas as direções predominantes do vento, considerando-se a direção ENE (lés-nordeste) para análises – azimute entre 45º e 67.5º (Tabela 2, capítulo 2).

No estudo de caso, há diferentes tipologias de orientações solares, decorrentes do desenho e implantação geral das quadras nos CHIS (Figura 19, capítulo 2). Cada uma dessas tipologias foi modelada e calibrada considerando-se apenas o embrião e muros externos, funcionando como casos base (CB) para comparação. Dessa forma, ocorrem as seguintes tipologias:

No RSB

- CB_Tp1: frente da casa para Oeste
- CB_Tp2: frente da casa para Leste
- CB_Tp3: frente da casa para Norte
- CB_Tp4: frente da casa para Sul

E no 2A4

- CB_Tp1: frente da casa para Sudeste
- CB_Tp2: frente da casa para Noroeste
- CB_Tp3: frente da casa para Nordeste

Foram selecionados 3 modelos representativos para cada CHIS, considerando a predominância de tipos de ampliações e a disponibilidade de informações coletadas em casas reais, condicionada à permissão de ingresso nas casas durante o trabalho de campo (rever Apêndice 2, onde os modelos são apresentados). A seguir, estão relacionados os casos alternativos elencados (CA), com suas respectivas orientações solares, frequência com que ocorrem nos CHIS e condição de fechamento.

No RSB

- CA1_Tp2_Fun: ampliação apenas para o fundo (29.71%), apenas cobertura;
- CA2_Tp1_LatFun: ampliações para lateral e fundo (24%), apenas cobertura;
- CA3_Tp2_FrLatFun: ampliações para frente, lateral e fundo (23.43%), frente e lateral apenas cobertura e fundo ambiente fechado.

No 2A4

- CA1_Tp2_Fr: ampliação apenas para a frente (12.98%), apenas cobertura;
- CA2_Tp1_FrFun: ampliações para frente e fundo (10.58%), apenas cobertura;
- CA3_Tp1_FrLatFun: ampliações para frente, lateral e fundo (9.62%), frente apenas cobertura e lateral e fundo ambientes fechados.

Ao todo, 13 modelos foram configurados (reunindo casos base e alternativos das duas unidades de análise) e simulados, obtendo-se resultados para o ano todo e horas ocupadas (Tabelas de 12 a 15) para os indicadores:

- Horas em conforto térmico (%)
- Horas em desconforto por calor (%)
- Horas em desconforto por frio (%)
- Renovação de ar média (em trocas de ar por hora - ach)

Tabela 12 - Resultados para índices nas horas ocupadas - RSB.

ÍNDICES AVALIADOS - HORAS OCUPADAS (MÉDIAS DA CASA)				
RSB	*Conforto (%)*	*Desconforto (%)*		*Renov. de ar média (ach)*
		Calor	*Frio*	
CB_Tp1	74.32	25.60	0.08	8.76
CB_Tp2	73.25	26.67	0.08	12.00
CB_Tp3	74.06	25.86	0.08	10.85
CB_Tp4	77.14	22.78	0.08	10.31
CA1_Tp2_Fun	72.66	27.25	0.08	9.80
CA2_Tp1_LatFun	75.23	24.66	0.11	8.74
CA3_Tp2_FrLatFun	72.25	27.68	0.06	9.85

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 13 - Resultados para índices nas horas ocupadas - 2A4.

ÍNDICES AVALIADOS - HORAS OCUPADAS (MÉDIAS DA CASA)				
2A4	*Conforto (%)*	*Desconforto (%)*		*Renov. de ar média (ach)*
		Calor	*Frio*	
CB_Tp1	81.49	18.34	0.17	6.64
CB_Tp2	79.17	20.77	0.05	7.52
CB_Tp3	80.52	19.42	0.05	7.01
CA1_Tp2_Fr	91.66	8.29	0.06	6.60
CA2_Tp1_FrFun	84.84	15.07	0.08	6.56
CA3_Tp1_FrLatFun	81.89	17.94	0.16	4.61

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 14 - Resultados para índices em todas as horas - RSB.

ÍNDICES AVALIADOS - 8760 HORAS (MÉDIAS DA CASA)				
RSB	*Conforto (%)*	*Desconforto (%)*		*Renov. de ar média (ach)*
		Calor	*Frio*	
CB_Tp1	65.68	34.17	0.15	3.55
CB_Tp2	62.55	37.34	0.11	4.99
CB_Tp3	68.06	31.79	0.15	4.45
CB_Tp4	66.15	33.73	0.13	4.29
CA_Tp2_Fun	61.66	38.23	0.11	4.03
CA_Tp1_LatFun	66.95	32.86	0.19	3.54
CA_Tp2_FrLatFun	60.85	39.05	0.10	4.05

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 15 - Resultados para índices em todas as horas - 2A4.

ÍNDICES AVALIADOS - 8760 HORAS (MÉDIAS DA CASA)				
2A4	*Conforto (%)*	*Desconforto (%)*		*Renov. de ar média (ach)*
		Calor	*Frio*	
CB_Tp1	73.46	26.44	0.10	2.70
CB_Tp2	74.33	25.63	0.05	3.04
CB_Tp3	71.79	28.17	0.03	2.87
CA_Tp2_Fr	83.03	16.85	0.12	2.41
CA_Tp1_FrFun	76.86	23.10	0.04	2.65
CA_Tp1_FrLatFun	68.54	31.38	0.09	1.85

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Observou-se pouca variação entre as tipologias para os indicadores analisados, em ambos os CHIS. Analisando todas as horas do ano, destaca-se no RSB o CB_Tp3 (que volta à frente da casa para Norte), com maior percentual de horas em conforto térmico (68.06%) e menor percentual de horas em calor (31.79%), em relação aos demais. No 2A4, destaca-se o CB_Tp2 (cuja frente volta-se para Noroeste), com maior percentual de horas em conforto (74.33%) e menor percentual de horas em calor (25.63%).

Em todos os tipos, observa-se que o percentual de horas em desconforto por frio é reduzido, em nenhum caso chegando a 1% das horas anuais. No entanto, as horas em calor são consideravelmente mais altas, nos dois conjuntos, quando comparadas ao aferido para a cidade de Uberlândia (ao ar livre). Infere-se que, em ambos os conjuntos, as envoltórias praticamente anulam o desconforto por frio, agravando, porém, o desconforto por calor.

Tabela 16 - Relação entre indicadores avaliados - média de todas as orientações.

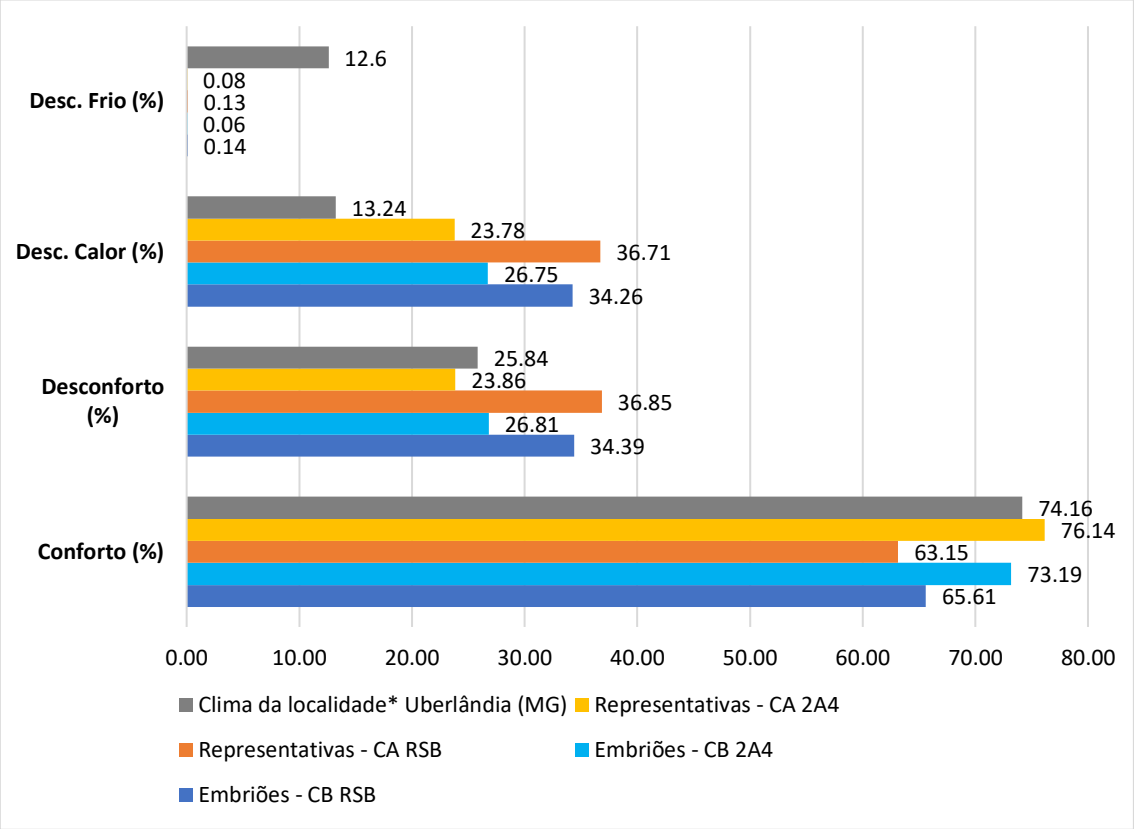
8760 HORAS	**Embriões - CB**		**Representativas - CA**		**Clima da localidade***
	RSB	*2A4*	*RSB*	*2A4*	*Uberlândia (MG)*
Conforto (%)	65.61	73.19	63.15	76.14	74.16
Desconforto (%)	34.39	26.81	36.85	23.86	25.84
Desc. Calor (%)	34.26	26.75	36.71	23.78	13.24
Desc. Frio (%)	0.14	0.06	0.13	0.08	12.6
Ren. ar méd. (ach)	4.32	2.87	3.87	2.30	NA

* Com base no arquivo climático de referência.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

A tabela 16 e figura 49 sumarizam os valores médios obtidos para os CB e CA em todas as orientações, em cada CHIS. Os embriões do RSB possuem o maior percentual de horas em desconforto térmico, composto por 34.26% das horas em desconforto por calor e 0.14% por frio. No 2A4 o desconforto térmico experimentado nos embriões praticamente equivale ao ambiente externo, com a diferença de que o mesmo é quase completamente por calor (26.75%) e quase nada por frio (0.06%). A renovação de ar média, por sua vez, é maior no RSB (4.32 ach) que no 2A4 (2.87 ach). Questões como a implantação de janelas de ambientes em direções opostas e geminação das casas no RSB contribuem para que, nesse CHIS, seja mais intensa a influência do vento, ora contribuindo para sobreaquecimento e hora para resfriamento das casas.

Figura 49 - Resultados médios para a cidade, CB e CA (8760 horas).



Fonte: elaborado pela autora (2023).

No 2A4, a implantação de casas isoladas no lote, somada ao posicionamento das janelas dos quartos adjacentes entre si contribuem, simultaneamente, para facilitar trocas térmicas entre a envoltória e atmosfera e para a redução da velocidade dos ventos no interior da casa. Isso justifica, em parte, o menor desconforto por frio e calor experimentado nessa tipologia, em relação ao RSB. Além disso, no RSB, as implantações tipo 1 e 2 alinham-se à direção predominante dos ventos, aumentando a influência desse elemento sobre o aquecimento do ambiente térmico nesse CHIS, especialmente no verão.

Ainda convém destacar que o 2A4, por ter paredes de concreto maciço (10 cm, CT = 240 kJ/m².K), contra bloco cerâmico de 8 furos no RSB (19 cm, CT = 153 kJ/m².K), apesar de apresentar maior transmitância térmica, também confere maior inércia ao envelope edificado, atenuando picos térmicos. Com isso, o desconforto por calor é um problema em ambos os CHIS, sendo, porém, menos frequente no 2A4, também, devido ao atraso térmico proporcionado pelo concreto.

Tabela 17 - Diferença entre CA e CB, para índices avaliados - RSB.

RSB - ÍNDICES AVALIADOS POR ZONAS										
CA1_Tp2_Fun	**8760 HORAS**									
	Qua. Fr. (Do2)			*Qua. Fun. (Do1)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp2	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	62.61	61.52	-1.10	64.26	63.5	-0.74	60.76	60	-0.81	-0.88
Desc. Calor (%)	37.33	38.42	1.10	35.68	36.4	0.74	39.01	39.8	0.82	0.89
Desc. Frio (%)	0.057	0.057	0.00	0.057	0.06	0.00	0.228	0.22	-0.01	0.00
Ren. ar méd. (ach)	10.48	7.89	-2.60	1.974	1.8	-0.17	2.514	2.39	-0.12	-0.96
CA1_Tp2_Fun	**HORAS OCUPADAS**									
	Qua. Fr. (Do2)			*Qua. Fun. (Do1)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp2	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	97.45	96.79	-0.66	95.1	94.4	-0.71	27.19	26.8	-0.38	-0.58
Desc. Calor (%)	2.41	3.068	0.66	4.795	5.51	0.71	72.81	73.2	0.38	0.58
Desc. Frio (%)	0.14	0.137	0.00	0.11	0.11	0.00	0	0	0.00	0.00
Ren. ar méd. (ach)	25.00	18.79	-6.21	4.656	4.26	-0.40	6.354	6.34	-0.01	-2.21
CA2_Tp1_LatFun	**8760 HORAS**									
	Qua. Fr. (Do2)			*Qua. Fun. (Do1)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp1	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	65.63	66.99	1.36	65.86	67.5	1.62	65.56	66.4	0.83	1.27
Desc. Calor (%)	34.28	32.89	-1.39	34.08	32.4	-1.64	34.14	33.3	-0.88	-1.31
Desc. Frio (%)	0.09	0.13	0.03	0.068	0.09	0.02	0.30	0.34	0.05	0.03
Ren. ar méd. (ach)	1.98	1.94	-0.04	6.645	6.69	0.05	2.04	2.01	-0.03	-0.01
CA2_Tp1_LatFun	**HORAS OCUPADAS**									
	Qua. Fr. (Do2)			*Qua. Fun. (Do1)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp1	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	94.30	94.96	0.66	96.22	96.7	0.49	32.43	34	1.58	0.91
Desc. Calor (%)	5.56	4.85	-0.71	3.671	3.15	-0.52	67.57	66	-1.58	-0.94
Desc. Frio (%)	0.14	0.19	0.05	0.11	0.14	0.03	0	0	0.00	0.03
Ren. ar méd. (ach)	4.71	4.61	-0.10	15.89	16	0.11	5.695	5.61	-0.08	-0.02
CA3_Tp2_FrLatFun	**8760 HORAS**									
	Qua. Fr. (Do2)			*Qua. Fun. (Do1)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp2	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	62.61	60.91	-1.70	64.26	62.21	-2.04	60.76	59.4	-1.35	-1.70
Desc. Calor (%)	37.33	39.04	1.71	35.68	37.74	2.05	39.01	40.4	1.37	1.71
Desc. Frio (%)	0.06	0.05	-0.01	0.06	0.05	-0.01	0.23	0.21	-0.02	-0.02
Ren. ar méd. (ach)	10.48	7.974	-2.51	1.974	1.77	-0.21	2.514	2.41	-0.11	-0.94
CA3_Tp2_FrLatFun	**HORAS OCUPADAS**									
	Qua. Fr. (Do2)			*Qua. Fun. (Do1)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp2	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	97.45	96.77	-0.68	95.10	94.03	-1.07	27.19	26.0	-1.23	-1.00
Desc. Calor (%)	2.41	3.12	0.71	4.79	5.89	1.10	72.81	74.0	1.23	1.01
Desc. Frio (%)	0.14	0.11	-0.03	0.11	0.08	-0.03	0	0.0	0.00	-0.02
Ren. ar méd. (ach)	25.00	18.99	-6.01	4.66	4.18	-0.48	6.354	6.4	0.02	-2.16

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 18 - Diferença entre CA e CB, para índices avaliados – 2A4.

2A4 - ÍNDICES AVALIADOS POR ZONAS										
CA1_Tp2_Fr	**8760 HORAS**									
	Qua. Fr. (Do1)			*Qua. Fun. (Do2)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp2	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	74.76	84.28	9.52	76.07	81	4.93	72.15	83.80	11.66	8.70
Desc. Calor (%)	25.19	15.62	-9.58	23.84	18.8	-5.05	27.85	16.15	-11.70	-8.77
Desc. Frio (%)	0.05	0.10	0.06	0.09	0.21	0.11	0.00	0.05	0.05	0.07
Ren. ar méd. (ach)	1.72	3.05	1.33	5.17	2.56	-2.61	2.23	1.61	-0.61	-0.63
CA1_Tp2_Fr	**HORAS OCUPADAS**									
	Qua. Fr. (Do1)			*Qua. Fun. (Do2)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp2	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	*CB_Tp2*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	95.92	97.43	1.51	96.90	96.9	0.00	44.69	80.75	36.06	12.53
Desc. Calor (%)	4.027	2.50	-1.53	2.99	2.99	0.00	55.31	19.25	-36.06	-12.53
Desc. Frio (%)	0.055	0.07	0.01	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ren. ar méd. (ach)	4.102	7.35	3.25	12.33	3.12	-9.21	6.12	6.21	0.08	-1.96
CA2_Tp1_FrFun	**8760 HORAS**									
	Qua. Fr. (Do1)			*Qua. Fun. (Do2)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp1	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	74.27	74.41	0.14	71.31	76.30	4.99	74.79	79.87	5.08	3.40
Desc. Calor (%)	25.67	25.56	-0.11	28.49	23.61	-4.89	25.16	20.13	-5.03	-3.34
Desc. Frio (%)	0.06	0.03	-0.02	0.19	0.09	-0.10	0.05	0.00	-0.05	-0.06
Ren. ar méd. (ach)	2.98	2.97	-0.01	2.93	3.11	0.19	2.20	1.86	-0.34	-0.06
CA2_Tp1_FrFun	**HORAS OCUPADAS**									
	Qua. Fr. (Do1)			*Qua. Fun. (Do2)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp1	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	96.41	97.04	0.63	95.01	97.84	2.82	53.05	59.66	6.61	3.35
Desc. Calor (%)	3.48	2.88	-0.60	4.58	2.00	-2.58	46.95	40.34	-6.61	-3.26
Desc. Frio (%)	0.11	0.08	-0.03	0.41	0.16	-0.25	0.00	0.00	0.00	-0.09
Ren. ar méd. (ach)	7.14	7.03	-0.11	6.96	7.37	0.41	5.82	5.28	-0.54	-0.08
CA3_Tp1_FrLatFun	**8760 HORAS**									
	Qua. Fr. (Do1)			*Qua. Fun. (Do2)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp1	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	74.27	72.34	-1.93	71.31	66.05	-5.26	74.79	72.04	-2.75	-3.31
Desc. Calor (%)	25.67	27.61	1.94	28.49	33.95	5.46	25.16	27.93	2.77	3.39
Desc. Frio (%)	0.06	0.05	-0.01	0.19	0.00	-0.19	0.05	0.02	-0.02	-0.08
Ren. ar méd. (ach)	2.98	2.97	-0.01	2.93	0.00	-2.93	2.20	2.50	0.30	-0.88
CA3_Tp1_FrLatFun	**HORAS OCUPADAS**									
	Qua. Fr. (Do1)			*Qua. Fun. (Do2)*			*Sala*			*/ Média*
	CB_Tp1	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	*CB_Tp1*	*CA*	*/*	
Conforto (%)	96.41	95.10	-1.32	95.01	86.77	-8.25	53.05	47.71	-5.34	-4.97
Desc. Calor (%)	3.48	4.82	1.34	4.58	13.23	8.66	46.95	52.29	5.34	5.11
Desc. Frio (%)	0.11	0.08	-0.03	0.41	0.00	-0.41	0.00	0.00	0.00	-0.15
Ren. ar méd. (ach)	7.14	7.09	-0.05	6.96	0.00	-6.96	5.82	6.77	0.94	-2.02

Fonte: elaborado pela autora (2023).

As análises dos casos alternativos (CA) exemplificam os impactos de ampliações típicas sobre o conforto térmico e renovação de ar nos CHIS analisados, não sendo pretendida uma descrição exaustiva. As tabelas 17 e 18 e figura 56 indicam, para cada CA, a piora/melhora nos indicadores em relação ao seu respectivo caso base (de mesma orientação solar). Em todos os CA a renovação de ar foi prejudicada nos APP, especialmente durante as horas ocupadas para aqueles que realizaram ampliações fechadas por paredes (CA3_Tp2_FrLatFun, no RSB e CA3_Tp1_FrLatFun, no 2A4).

A construção de coberturas contíguas ao embrião altera a rugosidade do entorno imediato às aberturas pré-existentes, oferecendo barreira à passagem dos ventos. Por outro lado, as mesmas coberturas barram a incidência solar direta, podendo contribuir para redução da carga térmica da edificação. Vê-se esse efeito positivo nos CA1 e CA2 do 2A4, que, apesar de terem tido sua ventilação prejudicada pela criação de coberturas na frente e fundo (figuras 50 e 51) tiveram ganho em horas de conforto (2A4 - CA1_Tp2_Fr teve ganho de 8.7% e CA2_Tp1_FrFun, 3.4%, em média).

Figura 50 - Cobertura para frente no CA1/2A4.



Fonte: acervo da autora (2022).

Figura 51 - Coberturas para frente e fundo no CA2/2A4.



Fonte: acervo da autora (2022).

No RSB - CA1_Tp2_Fun, a criação de área coberta no fundo (a Oeste – figura 52) aqueceu todos os APP, gerando piora de 0.96 ach na renovação do ar e aumento de 0.89% das horas em calor (em média). Ainda nesse CHIS, no CA2_Tp1_LatFun, a criação de cobertura na lateral e fundo teve pequeno impacto positivo na redução 1.31% de horas em calor. Nessa casa, a cobertura criada na lateral (figura 53), à Norte pode ter contribuído para redução da carga térmica na edificação, gerando, porém, pequeno acréscimo de horas em desconforto por frio (0.03%), não observado no CA1, onde o desconforto por frio permaneceu igual em relação ao CB.

Figura 52 - Cobertura para o fundo no CA1/RSB.



Fonte: acervo da autora (2022).

Figura 53 - Coberturas para o fundo e lateral no CA2/RSB.



Fonte: acervo da autora (2022).

Figura 54 – Ampliação fechada no fundo do CA3/RSB.



Fonte: acervo da autora (2022).

Em ambos os CHIS, as ampliações fechadas em direção ao fundo foram aquelas que tiveram maior impacto negativo sobre todos os indicadores. No RSB - CA3_Tp2_FrLatFun, foi criada uma cozinha fechada por paredes contígua ao fundo, obstruindo completamente a janela do quarto do fundo e banheiro (Figura

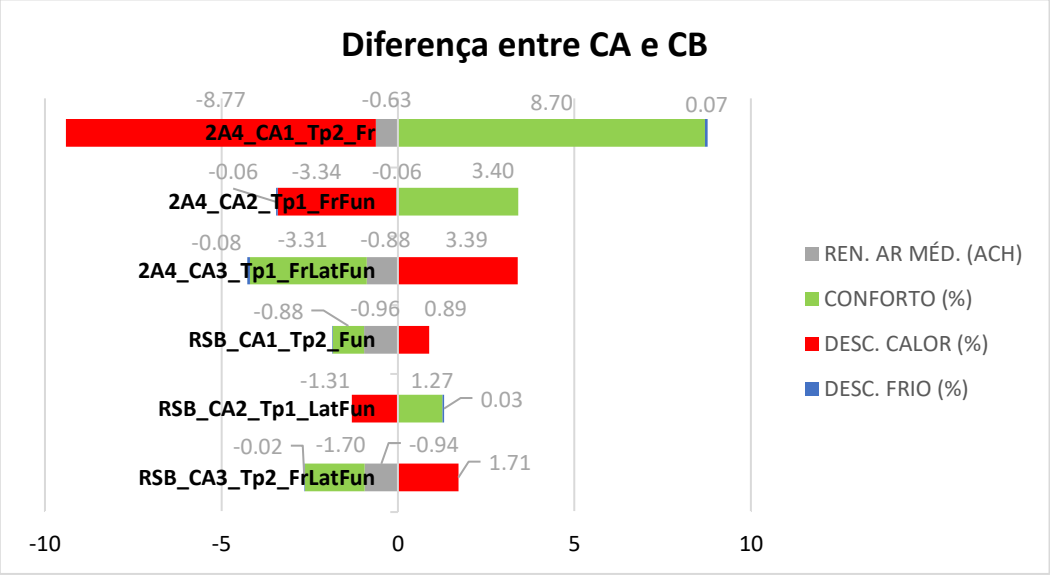
54). No 2A4 - CA3_Tp1_FrLatFun, uma nova cozinha e um novo quarto, antecedido por estreito espaço fechado, foram construídos em contato com o embrião (Figura 55), obstruindo as janelas do quarto do fundo e da cozinha originais. Com isso, os quartos do fundo foram os APP mais prejudicados nos dois casos, no RSB havendo perda de 2.04% nas horas de conforto e no 2A4, 5.26%.

Figura 55 – Ampliação fechada no fundo do CA3/2A4.



Fonte: acervo da autora (2022).

Figura 56 – Comparativo final de diferenças (CA-CB).



*Considerando médias para 8760 horas.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Observando-se as médias para os CA, representativos das ampliações realizadas nas duas unidades de análise (Quadro 32 e figura 60), observa-se que houve prejuízo nos indicadores em ambos os CHIS. No RSB a piora é mais frequente, ao passo que no 2A4 houve pequena melhora no conforto devido à redução no calor e frio em seus casos alternativos 1 e 2. No entanto, o percentual de horas em desconforto por calor, nos dois CHIS, é considerável, persistindo após ampliações (RSB - em 36.71% do tempo e 2A4 - em 23.78%).

Em suma, ao se comparar a diferença entre casos base e casos alternativos, verificaram-se valores percentuais pequenos, à primeira vista, mas que, quando convertidos em valores absolutos (considerando as 8760 horas que compõem o ano) apontam tendências preocupantes. Conforme observado por Simões, Leder e Labaki (2021) e Loche, Fonseca e Carlo (2018), há uma tendência ao adensamento total do lote em moradias populares. A ampliação é um meio para melhor acomodar as necessidades dos moradores, através do qual as pessoas melhoram suas condições de vida e moradia. No entanto, quando realizadas sem considerar o conforto térmico, há impactos sensíveis sobre a salubridade e bem-estar de seus moradores, conforme mostraram os resultados.

Trata-se de novas condições ambientais que serão experienciadas no decorrer de diversos anos (minimamente 40, de acordo com a NBR 15575-1, para vida útil de estruturas), interagindo com o clima e suas mudanças, que podem prejudicar, especialmente, aqueles mais expostos/vulneráveis, como beneficiários de CHIS, colocando à prova sua resiliência. Os resultados apresentados são demonstrativos dessa tendência, reforçando a existência de relação negativa entre ampliações desassistidas e a qualidade do ambiente térmico.

3.1.6 Síntese dos achados e resposta às perguntas de pesquisa

Defronte os resultados obtidos a partir da aplicação dos instrumentos de avaliação do impacto, retomam-se as perguntas que originalmente guiaram sua concepção:

1. Em que medida o desconforto térmico é um impacto percebido no estudo de caso? (instrumentos 1A.1, 1A.2 e 1A.3)
2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico?

2.1 Quanto aos efeitos das ampliações sobre o incômodo por calor/frio (instrumentos 1A.1 e 1A.3)
2.2 Quanto aos efeitos do calor/frio e ampliações sobre a saúde (instrumentos 1A.2 e 1A.3)
2.3 Quanto aos efeitos das ampliações sobre o conforto térmico e renovação do ar? (instrumentos 1A.3 e 1A.4)

Interessa respondê-las, à luz dos achados, de forma a orientar o olhar da pesquisa para as questões mais relevantes e prioritárias no estudo de caso. Com relação à primeira pergunta **"1. Em que medida o desconforto térmico é um impacto percebido no estudo de caso?",** respondida prioritariamente pelos instrumentos 1A.1 e 1A.2, os resultados demonstraram que o desconforto térmico é efetivamente um impacto no estudo de caso, para as duas unidades de análise selecionadas.

No RSB, calor e frio provocam incômodos de maneira equivalente (para 78.32% e 92.84% dos respondentes), ao passo que no 2A4, o frio é consideravelmente menor que o calor (33.33% e 83.78%, respectivamente). Nos períodos mais quentes do ano (verão), é elevado o número de pessoas que sentem muito calor dentro de casa nos dois CHIS (RSB – 59.28% e 2A4 – 55.32%), o que indica a propensão das envoltórias à passagem e retenção desse calor. Quanto à sensação térmica nos períodos mais frios (inverno), no RSB há considerável número de respondentes relatando sentir muito frio (38.99%), ao passo que no 2A4, menos da metade (15.09%) relatam sensação extrema. Isso trouxe um indicativo de que a envoltória das moradias no 2A4 isola melhor o frio (e retém mais o calor) que a do RSB.

A ventilação é considerada pouca nos dois CHIS por número equivalente de respondentes (RSB – 44.03% e 2A4 – 42.14%), prejudicando especialmente a qualidade do ar e o arrefecimento passivo das casas. Entende-se que os processos de transformação da paisagem urbana, a partir de ampliações, especialmente aquelas contíguas aos embriões e que adensam todo o lote, intervenham de formas insuspeitas nas dinâmicas térmicas e de ventilação no interior das moradias (AYOADE, 2013). Uma vez que a predominância observada para ampliações é de novas áreas de serviços e de lazer, o impacto maior ocorre nas APP originais dos embriões, onde as pessoas passam a maior

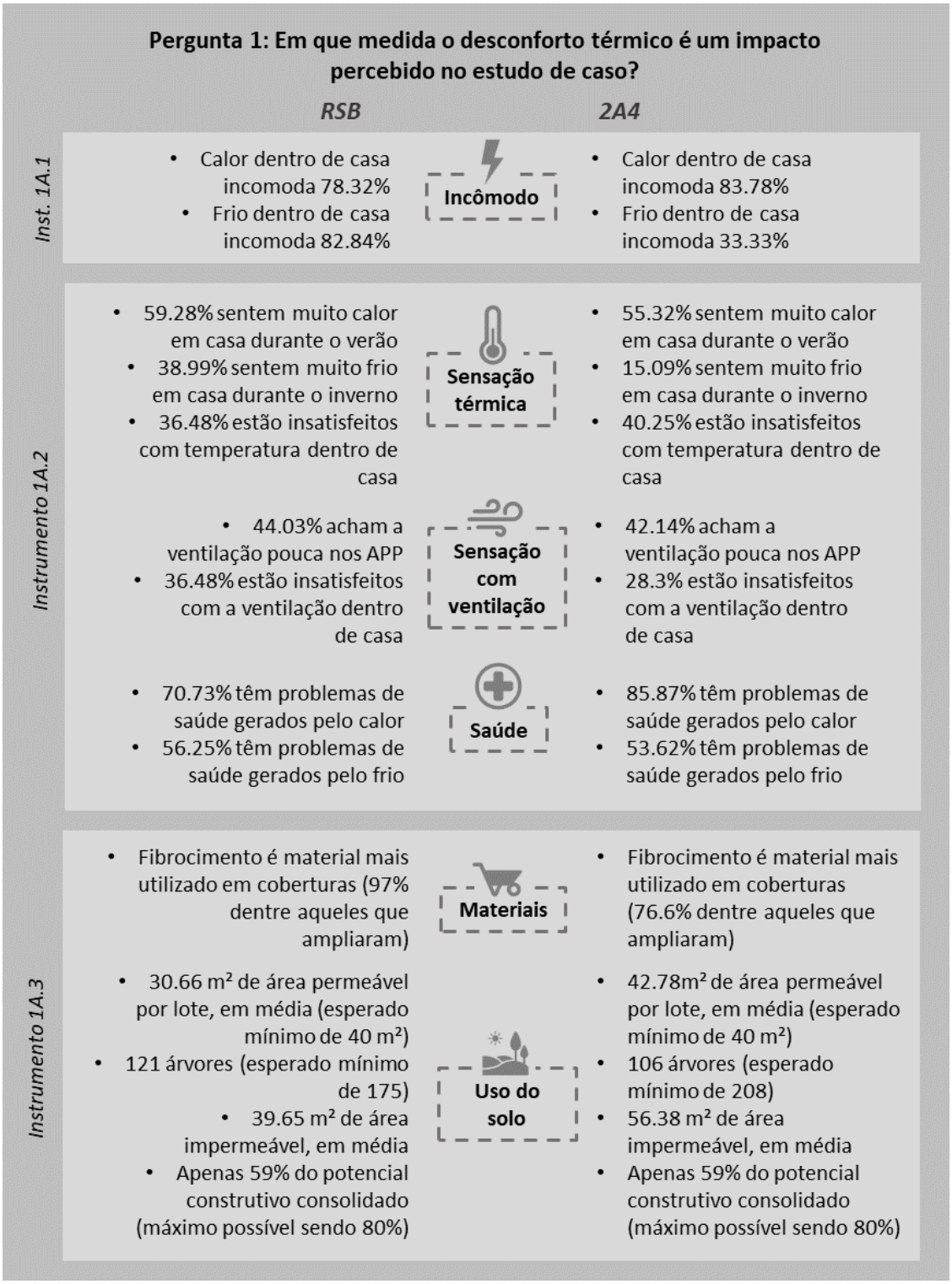
parte de seu tempo e mais sentem os impactos negativos das transformações empreendidas.

O número de pessoas insatisfeitas com temperatura (RSB – 36.48% e 2A4 – 40.25%) e ventilação (RSB – 36.48% e 2A4 – 28.3%) é considerável, mas ainda assim inferior ao esperado, dada a intensidade dos incômodos e sensações relatadas. Leva-se, porém, em conta, o viés de desejabilidade social presente em pesquisas envolvendo aspectos sensíveis (BISPO JUNIOR, 2022; KRUMPAL, 2013), como a declaração de satisfação em relação à moradia, fruto de concessão de benefício a partir de programa de financiamento governamental. O uso de múltiplos métodos para avaliação de impacto, característico de APO, contorna esse viés, mostrando por meio de outras abordagens e instrumentos a magnitude do impacto causado pelo desconforto térmico sobre o estudo de caso.

Nesse sentido, a verificação da existência de problemas de saúde gerados pelo calor e frio é um forte reforço quanto a existência de impactos negativos causados pelo desconforto térmico no estudo de caso. É elevado o número de pessoas que relataram ter problemas de saúde causados pelo calor nos dois CHIS (RSB – 70.73% e 2A4 – 85.87%). O frio também tem sua participação, com 56.25% manifestando problemas dele derivados no RSB contra 53.62% no 2A4. Entre os problemas mais sentidos no calor estão mal-estares, alergias respiratórias e dificuldade para respirar, ao passo que, no inverno, estão aumento de pressão, alergias respiratórias e gripes e resfriados. Além disso, muitos já têm doenças de base como aquelas do coração e trato respiratório.

Uma vez que o calor e frio são experienciados pelos entrevistados em frequência considerável, infere-se que a moradia não favorece o bem-estar das pessoas, ao contrário, facilitando a manifestação de problemas de saúde cujo gatilho são temperaturas extremas. Dessa forma, as moradias expõem seus moradores aos rigores impostos pelo clima e suas mudanças, participando de uma forma negativa da determinação social da saúde humana e custos sociais e ambientais decorrentes (MENDONÇA, 2021).

Quadro 23 – Síntese de achados e resposta à pergunta 1.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A partir do instrumento 1A.3, constatou-se, também na escala urbana, que a condição dos conjuntos é preocupante. A maioria das coberturas de ampliações utilizam o telhado de fibrocimento, de baixo desempenho térmico, somando-se ao fato de que a quantidade de árvores é muito inferior ao mínimo

esperado nos dois CHIS (que seria de 175 no RSB e 208 no 2A4, equivalente ao número de lotes das amostras). Além disso, verificou-se que no RSB a quantidade de áreas permeáveis já é inferior ao mínimo recomendado (20%) e, no 2A4, o número beira o mínimo. Com isso, deixa-se de usufruir do potencial de evapotranspiração e arrefecimento proporcionado pela vegetação urbana, tanto na escala pública, da rua, quanto privada, do interior da moradia (COSTA *et al.*, 2019; FREITAS *et al.*, 2019).

Paralelamente, o potencial construtivo consolidado nos dois conjuntos, coincidentemente, é de apenas 59%, podendo chegar ainda até 80%. Isto é, ainda há possibilidade de muitas novas construções serem realizadas até que o potencial construtivo máximo seja alcançado, simultaneamente à supressão de áreas verdes e permeáveis. A alteração da paisagem natural, dessa forma, ameaça o ciclo das águas, a estabilidade dos solos e, principalmente, o microclima urbano e conforto, como produto-produtor da ação antrópica (CODEMO, FAVARGIOTTI e ALBATICI, 2022). O Quadro 23 sumariza os achados dos instrumentos 1A.1, 1A.2 e 1A.3, que responderam à pergunta 1 enunciada, segundo os principais temas abordados por esses instrumentos.

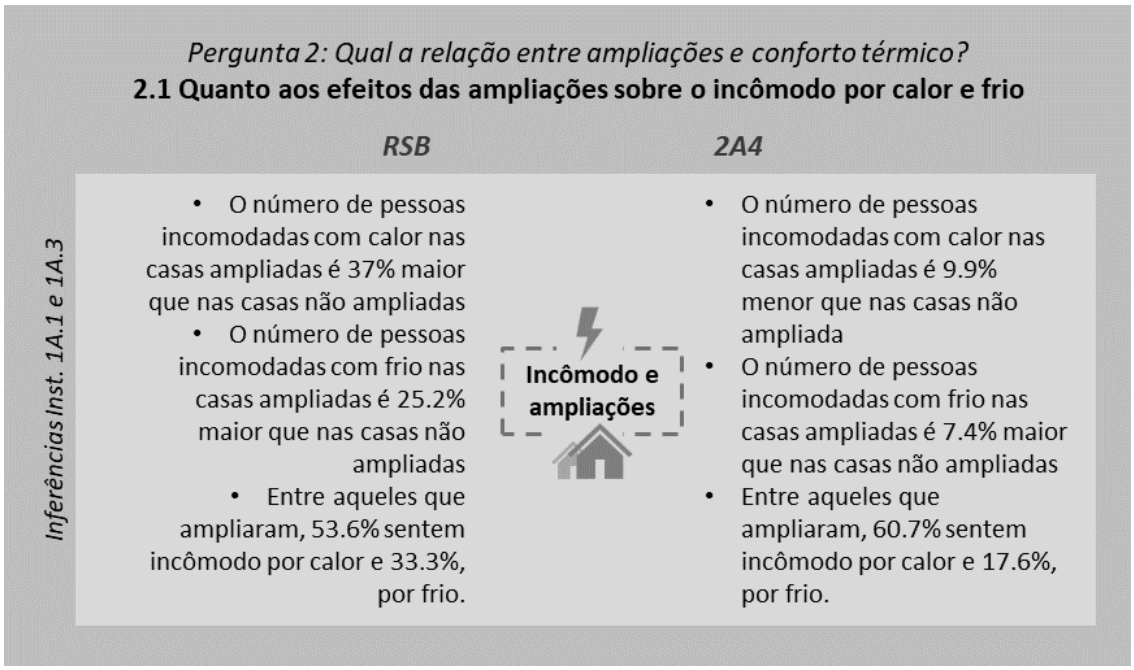
Relativamente à pergunta **“2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico? 2.1 Quanto aos efeitos das ampliações sobre o incômodo por calor/frio”,** os resultados das inferências indicaram tendências quanto ao impacto das ampliações sobre o incômodo por frio e calor no estudo de caso. É possível observar que no RSB esse impacto tende a ser maior, com aumento de 37% no número de pessoas incomodadas com calor e 25.2% no de pessoas incomodadas com frio. Infere-se que questões como a implantação no lote, modelo e materiais construtivos e mesmo questões de entorno interagem de forma complexa sobre a qualidade do ambiente térmico nos dois conjuntos, considerando-se a situação do RSB um pouco pior. A geminação das casas e, com isso, maior sombreamento *a priori*, quando comparado ao 2A4, favorecem menor aquecimento passivo durante o inverno e maior retenção de calor no verão, ambos relacionados à menor área de contato com a atmosfera (SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2022).

Paralelamente, observa-se que no 2A4 as ampliações têm pequeno impacto sobre a redução no número de pessoas incomodadas com calor (-9.9%). O sombreamento de fachadas nesse modelo habitacional isolado no lote reduz

a carga térmica no verão e contribui para tornar a casa um pouco mais fria no inverno, justificando o aumento de 7.4% no número de incomodados por frio nas casas ampliadas. Posto que o principal problema no 2A4 é o calor (dos resultados do instrumento 1A.2 verificou-se que 55.32% sentem muito calor ao passo que apenas 15.09% sentem muito frio), há indícios de que, nesse conjunto, as ampliações tenham tido melhores resultados sobre o conforto térmico. Não se pode deixar de notar, porém, que entre aqueles que ampliaram, ainda é considerável o número de pessoas que sentem incômodo por calor (RSB – 53.6% e 2A4 – 33.3%) e frio (RSB – 60.7% e 2A4 – 17.6%).

Observa-se, no geral, que o investimento financeiro na ampliação não traz qualidade compatível à magnitude do esforço realizado, o que, defronte o cenário de crise econômica e climática vivenciados é especialmente preocupante para o contexto de HIS. O Quadro 24 sumariza os achados das inferências, que responderam à pergunta 2.1.

Quadro 24 – Síntese de achados e resposta à pergunta 2.1.

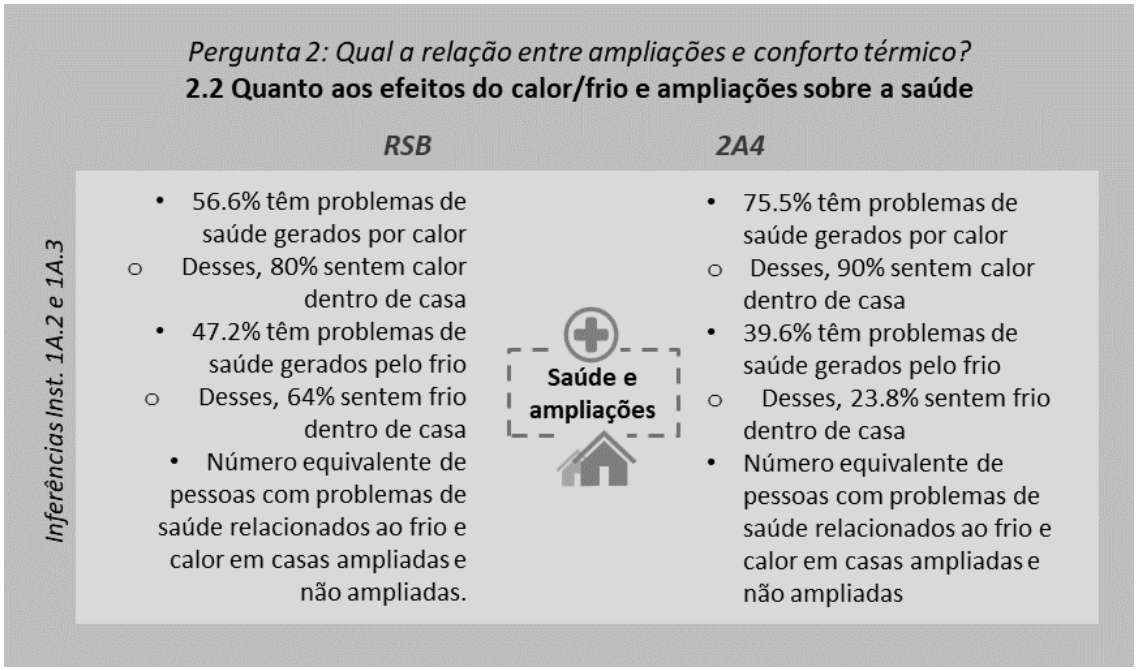


Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quanto à pergunta **"2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico? 2.2 Quanto aos efeitos do calor/frio e ampliações sobre a saúde",** observa-se em ambos os CHIS um número elevado de respondentes que têm problemas de saúde relacionados ao frio e, especialmente, ao calor. Observa-se, ainda, que a maioria dessas pessoas experiencia sensações térmicas

extremas em suas casas. Comparando-se casas ampliadas e não ampliadas, o número de pessoas que manifestam problemas de saúde relacionado à temperatura é equivalente.

Quadro 25 – Síntese de achados e resposta à pergunta 2.2.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

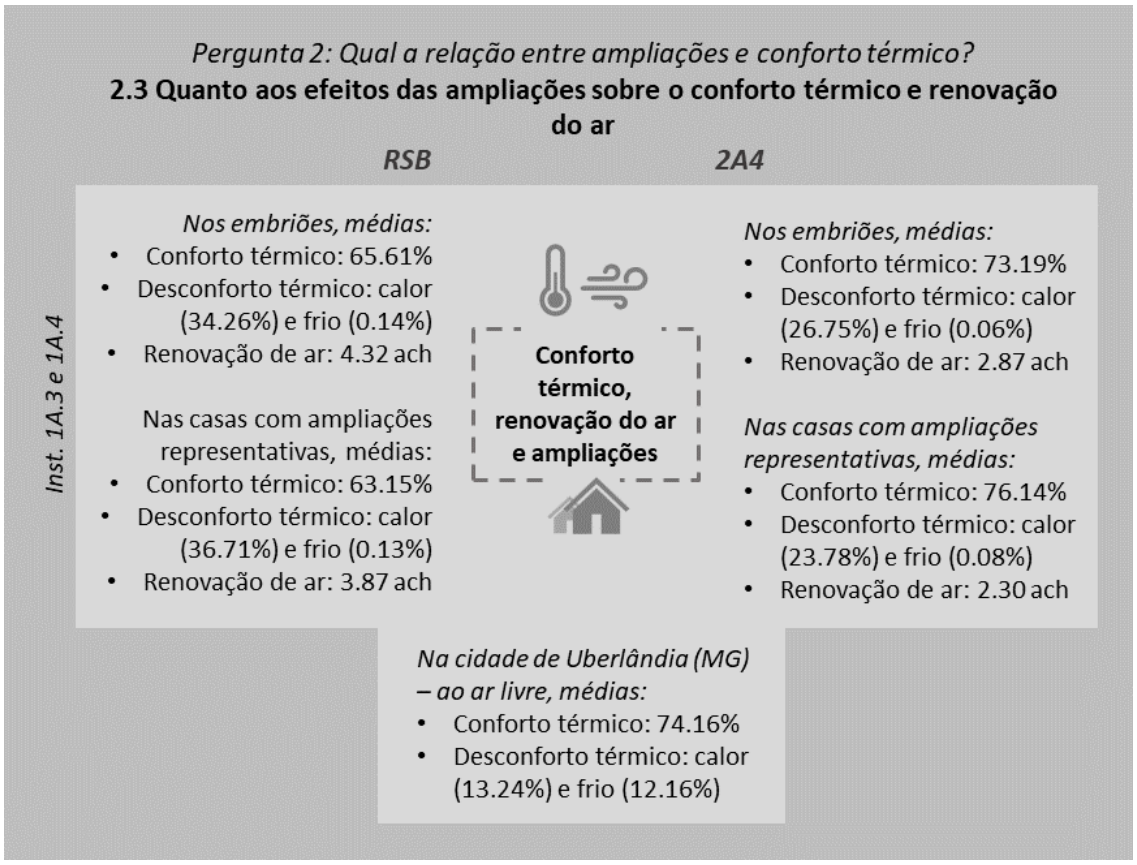
Conforme visto, a experiência de calor e frio é pouco menor (apenas para calor, no 2A4) ou muito maior (para frio no 2A4 e frio e calor no RSB) nas casas ampliadas, relativamente às não ampliadas. Reitera-se assim a percepção de que as intervenções para ampliações, muito onerosas aos moradores, não vêm acompanhadas de benefícios compatíveis em termos de conforto térmico e salubridade.

Ocorre que essa tentativa, predominantemente desassistida, de adequação do espaço físico às necessidades, principalmente, dimensionais (DE LA JARA, HIDALGO e HANSEN, 2011), traz consigo outros riscos. A inadequação climática e ambiental resultante (BORTOLI, 2018) expõe os usuários de HIS ao clima atual e a maiores aumentos de problemas de saúde, doenças e morte devido a ondas de calor esperadas (OMS, 2014). O Quadro 25 sumariza os achados das inferências, que responderam à pergunta 2.2.

Finalmente, para a pergunta **"2. Qual a relação entre ampliações e conforto térmico? 2.3 Quanto aos efeitos das ampliações sobre o conforto**

térmico e renovação do ar", observa-se que nos dois CHIS, o desconforto por calor é significativo, sendo mais frequente dentro de casa do que ao ar livre. No RSB, as ampliações aumentaram em 2.45% o desconforto por calor, ao passo que o diminuíram em 2.97%, no 2A4. Apesar de o desconforto por frio ser pouquíssimo frequente nos dois CHIS (em menos de 1% das horas do ano), verificou-se que as ampliações o aumentaram no 2A4, em 0.02% das horas, e o diminuíram em 0.01% no RSB.

Quadro 26 – Síntese de achados e resposta à pergunta 2.3.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os números corroboram a hipótese anteriormente levantada de que o 2A4 se beneficia mais do sombreamento proporcionado pelas ampliações, apesar do quase insignificante aumento nas horas em desconforto por frio observado. No 2A4, a implantação da casa isolada no lote e geometria da casa e aberturas também podem ter influência na melhor relação entre ampliações e radiação solar e ventilação natural.

Importa, porém, salientar que nos dois CHIS, a renovação de ar foi comprometida em todas as casas ampliadas. Ainda que sua depreciação tenha

sido aparentemente reduzida, não deixa de ser preocupante, principalmente em uma perspectiva de continuidade no adensamento desassistido de lotes. A ventilação natural é estratégia acessível e especialmente pertinente para o condicionamento passivo de HIS (ASSOCIAÇÃO..., 2005; BORTOLI *et al.*, 2023). Além de importante componente do arrefecimento passivo em edificações brasileiras, possui elevando potencial natural de dispersão de poluentes e renovação do ar (BUONOCORE *et al.*, 2023) especialmente após uma pandemia em que o contágio ocorre por via aérea (OLIVEIRA e VILLA, 2022).

Quanto ao percentual de horas em desconforto por calor, mesmo que em alguns casos alternativos tenham se observado melhoras, este é ainda consideravelmente maior que o mensurado para a experiência térmica ao ar livre, indicando a pouca resiliência das envoltórias ao clima e suas mudanças (que tendem ao aquecimento), repetindo-se indiscriminadamente em diferentes regiões climáticas, conforme apresentado por Rufino (2015). O Quadro 26 sumariza os achados dos instrumentos 1A.3 e 1A.4, que responderam à pergunta 2.3.

3.2 Avaliação de resiliência

3.2.1 Indicadores, subindicadores, itens/aspectos e requisitos de avaliação da resiliência

Um conjunto robusto de informações subsidiaram a definição de indicadores, sub-indicadores, itens e aspectos de avaliação da resiliência a partir do atributo conforto térmico. Da fundamentação teórica foram inferidos os indicadores de “Edifício bioclimático” e “Sensibilidade ao clima”, pautados nas habilidades do ambiente e das pessoas em lidar de maneiras resilientes com os impactos impostos pelo clima sobre o conforto térmico humano (ver capítulo 1). Da compreensão inicial do estudo de caso (cidade de Uberlândia-MG, ZB 4) foram identificadas estratégias passivas de condicionamento ambiental caras ao clima local, quais sejam: o sombreamento de janelas, a ventilação natural, a inércia térmica para resfriamento/aquecimento e o resfriamento evaporativo, direcionando a definição de sub-indicadores (ver capítulo 2). Finalmente, a partir da avaliação de impacto (tópico 3.1, capítulo 3), foram inferidos aspectos relativos à materialidade e geometria de ampliações e tendências de uso de solo

que corroboram para a baixa qualidade do ambiente térmico experienciada nas duas unidades de análise, valorando questões como a escolha de materiais e formas construtivas, estratégias de ocupação do lote e a arborização urbana para obtenção da resiliência ora defendida.

A avaliação de impacto ainda comprovou a experiência de desconforto térmico no estudo de caso (CHIS horizontais em uso na ZB 4, em Uberlândia-MG), expressa em sensações térmicas e com ventilação negativas e sua associação com ocorrência de problemas de saúde, destacando a relevância de iniciativas para sua compreensão capazes de subsidiar intervenções mais resilientes, envolvendo aspectos ambientais e individuais, especialmente em moradias em uso.

Referências consagradas da área, normas técnicas e estudos de casos controles de projetos arquitetônicos representativos de práticas virtuosas relacionadas aos temas levantados também subsidiaram a definição da estrutura de avaliação da resiliência, em seus itens/aspectos de avaliação e requisitos, especialmente para o indicador “Edifício bioclimático”. Uma revisão sistemática de literatura (RSL) complementou a defesa dos itens/aspectos de avaliação e requisitos para ambos os indicadores, fornecendo alguns *insights*.

Quadro 27 – Protocolo de pesquisa para RSL.

BASES DE DADOS

- Scopus, Science Direct, SciELO, eventos especializados (ENTAC, PLEA, ENCAC, WINDSOR) e indicações diretas de outros pesquisadores.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Últimos 7 anos completos (2017-2023);
- Incluindo resultados em inglês, português e espanhol;
- Relação com áreas de Arquitetura e Urbanismo e Construção Civil;
- Relação direta ou possível com habitação (avaliação, projeto, construção);
- Relação com palavras-chaves;
- Disponíveis para *download* livre/acesso aberto/CAFe-CAPES.

PERGUNTAS/*STRINGS*/PALAVRAS-CHAVE

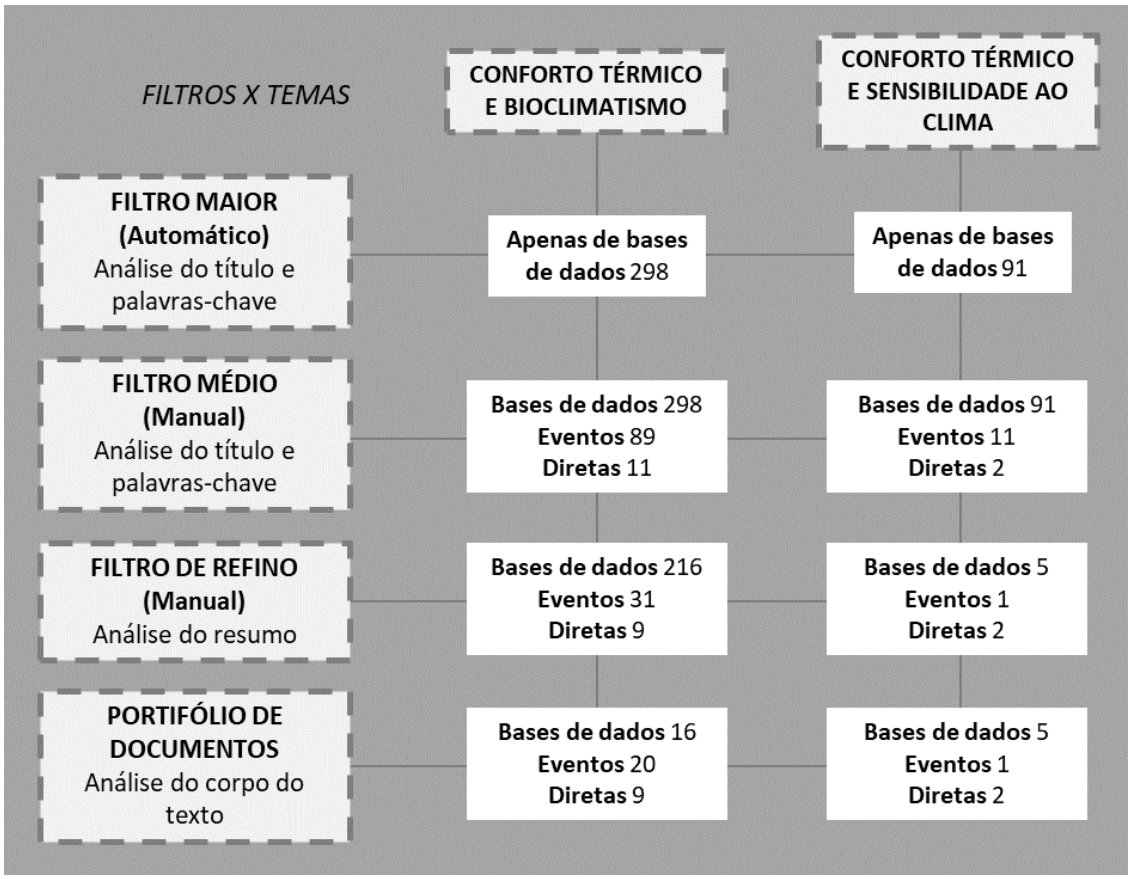
1. O que está sendo discutido sobre conforto térmico e bioclimatismo?
String: TITLE-ABS-KEY ("thermal comfort" AND bioclimatic OR bioclimatics) PUBYEAR > 2016
Palavras-chaves: Bioclimatic, Bioclimatics, Naturaly ventilated/iluminated, Passive design, Passive house, Passive strategies, Passive facade, Passive energy, Building geometry, Building envelope, Building materials, Alternative materials, Shading, Opening properties, Vegetation, Evaporative cooling, Green roof, Green wall, Courtyard

2. O que está sendo discutido sobre conforto térmico e sensibilidade ao clima?
String: TITLE-ABS-KEY ("thermal comfort" AND "climate" OR "weather" AND "user behavior") PUBYEAR > 2016
Palavras-chaves: Climate/weather, Vulnerability, Action, Observation, Sensors, Learnability, Consciousness, House management, Education, Knowledge, Practices, Pedagogy

Fonte: elaborado pela autora (2023).

O Quadro 27 explicita o protocolo de pesquisa adotado para RSL, ao passo que o Quadro 28 resume o fluxo de busca desde a seleção automática de referências até a escolha daquelas que vieram efetivamente inspirar as discussões do trabalho.

Quadro 28 – Filtros por temas da RSL.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

O aplicativo Zotero[47] foi utilizado para gerenciar as referências levantadas, permitindo categorizações, anotações e geração automática de citações e referências bibliográficas. Para os temas conforto térmico e bioclimatismo, relacionados ao indicador “Edifício bioclimático”, um elevado número de resultados foi obtido. Nessa pesquisa, houve retorno de muitos resultados associados às áreas de manejo de florestas e biologia, sendo esse o principal motivo para exclusões.

Observou-se, de maneira geral, que estudos sobre conforto térmico e bioclimatismo no ambiente construído são numerosos, principalmente para o contexto residencial e empresarial, ao passo que há ainda poucos estudos sobre

[47] Disponível para *download* em: https://www.zotero.org/ . Acesso em Janeiro de 2023.

conforto térmico urbano ou de outras categorias de edificações. O mesmo, porém, não se repete quanto a estudos envolvendo conforto térmico e sensibilidade ao clima, que parece ser uma associação de temas menos explorada pela bibliografia na área.

Ao passo que a primeira área parece ser mais consolidada (bioclimatismo), a segunda (sensibilidade ao clima) ainda se encontra em construção, por um lado, restringindo as possíveis discussões sobre o assunto e, por outro, valorando novas pesquisas interessadas em avançar no conhecimento em relação ao mesmo, como a presente. Na sequência, os trabalhos selecionados são apresentados, em conjunto a outras referências normativas e projetuais, incluídas para enriquecimento do trabalho, visando fundamentar especificamente os sub-indicadores, seus itens/aspectos e requisitos de avaliação.

Edifício bioclimático: sub-indicadores, itens/aspectos e requisitos de avaliação

Um edifício bioclimático pode ser entendido como aquele cuja concepção foi amparada em princípios de desenho que utilizam a adequação ao lugar, seu clima e sua cultura, como parâmetros fundamentais de projeto (GONÇALVES e BODE, 2015). Nas palavras de Romero e Fernandes (2015, p. 401),

> Esta concepção leva em conta os elementos do meio onde o espaço construído está inserido, procura o seu acondicionamento natural, utilizando para isso a avaliação integrada dos elementos térmicos, da luz, do som e da cor. Daí afirmamos que o desenho urbano resultante da aplicação destes princípios inevitavelmente deverá demonstrar o domínio histórico, cultural, ambiental e tecnológico. (...) uma forma lógica de desenho que reconhece a persistência do existente, culturalmente adequada ao lugar e aos materiais locais e que utiliza a própria concepção arquitetural como mediadora entre o homem e o meio.

Segundo Silva e Rodrigues (2021, p. 341) a bioclimatologia humana é uma área de estudo que investiga “as interações e reações do homem frente ao ambiente atmosférico (...) abrangendo estudos relacionados à proteção da saúde, planejamento urbano, desenho de espaços abertos, vários aspectos das áreas de turismo e recreação e pesquisa em mudanças climáticas”. Paralelamente, Lengen (2008) endereça esse conceito em seu livro “Manual do

Arquiteto Descalço” ao propor uma diversidade de estratégias construtivas de baixo custo de execução e posterior operação baseadas no uso de materiais locais e tecnologias tradicionais como estratégias para responder aos desafios atuais da questão habitacional.

Widera (2014) defende a arquitetura bioclimática como sendo lógica, bem adaptada ao clima e com isso, também econômica, criando oportunidades e soluções, especialmente, para países em desenvolvimento. A autora apresenta 3 estudos de caso mostrando que a arquitetura bioclimática vai além de apenas reduzir consumo energético, sendo construída a partir de materiais renováveis e naturalmente incorporando recomendações de sistemas internacionais de certificação de sustentabilidade. Em seu trabalho, ferramentas típicas da disciplina de conforto têm sua importância exaltada como: cartas solares e *softwares* de simulação dinâmica de balanço termo energético e ventilação natural. Destaca estratégias passivas nos projetos estudados, como sombreamento, cobertura ventilada, superfícies verdes, captação de água, chaminés e captadores de vento, responsividade e outras tecnologias associadas às estratégias passivas. Dessa combinação surge a melhor síntese arquitetônica que o conhecimento tradicional aprimorado pelas tecnologias de ponta são capazes de proporcionar.

Ozarisoy e Altan (2019), por sua vez, discutiram a aplicabilidade e viabilidade de instalar estratégias de resfriamento passivo em envelopes de edificações existentes, por meio de revisão sistemática de literatura e experimento com simulação. O estudo inova ao alternar a visão de sustentabilidade, associada a tecnologias de ponta, para uma abordagem interessada em práticas culturais e recursos locais que otimizem passivamente o consumo e conforto humano. A esse propósito, o próprio Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) brasileiro traz entre seus objetivos específicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016):

> 1. Orientar a ampliação e disseminação do conhecimento científico, técnico e tradicional apoiando a produção, gestão e disseminação de informação sobre o risco climático, e o desenvolvimento de medidas de capacitação de entes do governo e da sociedade em geral;
>
> 2. Promover a coordenação e cooperação entre órgãos públicos para gestão do risco climático, por meio de processos

> participativos com a sociedade, visando a melhoria contínua das ações para a gestão do risco climático;
>
> 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco associado à mudança do clima.

Sugere ainda a implementação de “ações de não arrependimento” como aquelas capazes de promoverem benefícios aos setores independentemente dos impactos previstos pelo IPCC para a mudança do clima se realizarem ou não (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016). O texto do PNA ainda considera que tais ações devem observar, sempre que possível, princípios de adaptação baseada na natureza (em ecossistemas - AbE), a fim de ampliar a capacidade de adaptação às mudanças do clima, juntamente à adoção de conceitos urbanísticos sustentáveis, com menor uso de recursos naturais, capazes de contribuir para a maior adaptação das cidades.

Afinal, considera-se o bioclimatismo, suas repercussões e características discutidas sobre o projeto de edificações como qualidades desejáveis para o contexto de vulnerabilidade ao clima e restrição financeira observado em HIS brasileiras. Por esse motivo, o edifício bioclimático é defendido como indicador de resiliência a partir do conforto térmico em HIS, justificando-se os sub-indicadores e seus itens e aspectos de avaliação elencados, sumarizados pelo Quadro 29 e na sequência explicados.

Conforme anteriormente exposto, os sub-indicadores evocam qualidades projetuais e do ambiente construído em uso capazes de concretizar o ideal de um edifício bioclimático. Além disso, agrupam itens e aspectos da arquitetura que respondem às habilidades/definições de resiliência propostas para a casa, quais sejam: a resistência, a robustez, a adaptabilidade e a elasticidade.

Quadro 29 – Edifício bioclimático: sub-indicadores, itens e aspectos de avaliação da resiliência a partir do conforto térmico.

IMPACTO: CLIMA URBANO ATRIBUTO: RESILIÊNCIA A PARTIR DO CONFORTO TÉRMICO				
Indicador	**Sub-indicadores**	**Itens de avaliação**	**Aspectos avaliados**	**Comentário/descrição**
Edifício bioclimático	Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural	Propriedades térmicas e óticas de componentes construtivos	Absorção de calor de paredes externas (média)	Determina absorção do calor incidente, em função da cor, considerando envelhecimento/falta de manutenção. Avaliação a partir de média ponderando pontuação obtida pela combinação de materiais e dimensões de suas respectivas superfícies de aplicação. Paredes em metros lineares e coberturas em metros quadrados - resistência.
			Absorção de calor de coberturas (média)	
			Transmissão de calor de paredes externas (média)	Determina transmissão do calor absorvido, em função da espessura e densidade do sistema. Avaliação a partir de média ponderando pontuação obtida pela combinação de materiais e dimensões de suas respectivas superfícies de aplicação. Paredes em metros lineares e coberturas em metros quadrados - resistência.
			Transmissão de calor de coberturas (média)	
		Estratégias de bioconstrução	Uso de materiais alternativos para vedação horizontal	Presença de telhado verde, espelho d'água ou outro material de vedação horizontal alternativo ao convencional, com contribuição para o conforto térmico reconhecida - robustez.
			Uso de materiais alternativos para vedação vertical	Uso de terra crua, madeira, bambu, palha, ou outro(s) material(is) de vedação vertical, compósitos ou não, reconhecidos pelo comportamento virtuoso em relação às trocas de calor, incluindo acabamentos, rejuntamentos e revestimentos, quando comparados aos materiais convencionalmente utilizados - robustez.
			Uso de técnicas construtivas alternativas (estrutura)	Uso de adobe ou superadobe, COB, bambu, tijolo ecológico de solo cimento ou outro material estrutural reconhecido pelo comportamento virtuoso em relação às trocas de calor, quando comparados aos materiais convencionalmente utilizados - robustez.
		Autonomia energética	Presença de fontes de energia elétrica alternativas	Presença de equipamentos aproveitadores de energias limpas, como a energia fotovoltaica e suas combinações - elasticidade.
	Geometria considerando interações com a radiação solar	Posição, características e condição de uso de janelas	Orientação solar da janela (média todos os ambientes)	Com base na análise da carta solar de Uberlândia (-18º), e considerando importância da disponibilidade de radiação solar durante todo o ano nas áreas molhadas e de evitar sobreaquecimento ou resfriamento excessivo de APPs. Considerando Leste entre 45º e 135º, Sul entre 135º e 225º, Oeste entre 225º e 315º e Norte entre 315º e 45º - resistência.
			Percentual de elementos transparentes (média todos os ambientes)	Considerando luz proveniente de janelas, eventuais poços de luz, aberturas zenitais ou outras estratégias de captação de radiação solar, em relação à área do ambiente - resistência.
			Área efetiva de iluminação de janelas (média APPs)	Área transparente dos modelos de esquadrias existentes - resistência.
			Condição de uso das janelas - obstrução (média todos os ambientes)	Considerando existência de obstruções internas (mobiliário, equipamentos, entulho) que afetam o uso das janelas e podem sombrear ambientes internos - adaptabilidade.
		Proteção solar de janelas	Presença de elementos de sombreamento em janelas (média APPs)	Elementos de sombreamento externos, intermediários e internos, como cortinas, venezianas, brises e marquises, projetados para a demanda - resistência.
			Presença de venezianas em janelas (média APPs)	Elementos que dão flexibilidade para o uso conforme atividade e preferências do usuário, garantindo salubridade - adaptabilidade.
			Presença de prateleira de luz em janelas (média APPs)	Elementos que filtram a componente calor da radiação, garantindo simultaneamente uma boa distribuição da iluminação - resistência.
		Projeto da cobertura	Prolongamento da cobertura (média todas as orientações)	Elementos que bloqueiam a radiação solar direta nas fachadas nos horários em que o sol está mais alto no céu ou "mais quente" para a latitude 18ºS - AS > 50º - resistência.
		Posição de ampliações	Situação da janela em relação à ampliação/própria edificação (média todos os ambientes)	Considera existência de obstruções externas da janela por ampliações, que geram barreira à radiação - adaptabilidade.
	Geometria considerando interações com ventilação natural	Posição, características e condição de uso de aberturas	Orientação da janela em relação ao vento predominante (média todos os ambientes)	Com base na análise da rosa dos ventos e verificação da angulação das janelas em relação à direção predominante dos ventos para Uberlândia (ENE - 67,5º), a partir de uma linha de referência perpendicular à janela considerada como 0. - resistência.
			Posição relativa entre janela e janela/porta (média todos os ambientes)	Considera as posições mais favoráveis para ocorrência de ventilação cruzada - resistência.
			Percentual de abertura para ventilação (média todos os ambientes)	Considerando ventilação proveniente de janelas, eventuais poços de ventilação, aberturas altas e outras estratégias de ventilação, em relação à área do ambiente - resistência.
			Área efetiva de ventilação de janelas (média APPs)	Área útil para ventilação dos modelos de esquadrias existentes - resistência.
			Condição de uso das janelas - funcionamento (média todos os ambientes)	Considera estado de integridade e funcionamento de trincos, trilhos e outros componentes e seu efeito no uso/abertura das janelas e por consequencia, na ventilação - adaptabilidade.
			Uso de elementos de vedação vertical permeáveis (todos os ambientes)	Presença de cobogós, muxarabis, tijolos deitados e outras estratégias nas ampliações - robustez.
			Uso de janelas flexíveis e ventilação seletiva (todos os ambientes)	Presença de modelos de janelas que permitem alternância de função higiênica e térmica e maior variação de áreas efetivas de ventilação de acordo com a conveniência para o usuário - robustez.
			Uso de estratégias para exaustão	Como aquelas que favorecem renovação do ar atavés de convecção forçada ou natural - robustez.
		Projeto da cobertura	Altura do ático	Distância entre telha e forro/laje, quando existente, que contribui para inércia térmica da edificação - resistência.
			Ventilação da cobertura	Destacamento da cobertura em relação ao teto das zonas internas ou presença de aberturas no ático que permitem remoção de camada de ar entre forro/laje e cobertura - robustez.
		Dimensões de ambientes	Altura do pé direito (média todos os ambientes)	Que determina condição de separação salubre do ar quente/frio no interior dos ambientes - resistência.
		Posição de ampliações	Situação da janela em relação a ampliação/própria edificação (média todos os ambientes)	Considera impacto negativo da obstrução da janela por ampliações que geram baeeira à ventilação - adaptabilidade.
	Paisagismo funcional	Vegetação no lote	Permeabilidade do solo	Altera capacidade do solo de realizar trocas úmidas com o ar, alterando sua temperatura - resistência.
			Vegetação na calçada	Interage com radiação solar e ventilação, projetando sombras e umidificando e refrescando o ar - resistência.
			Vegetação dentro do terreno	Interage com radiação solar e ventilação, projetando sombras e umidificando e refrescando o ar - resistência.
		Vegetação em casa	Superfícies verdes	Interage com atmosfera interna externa à casa ,sombreando e umidificando e refrescando o ar, como exemplo telhados verdes, paredes verdes, paredes vivas e jardins verticais - robustez.

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Em um edifício bioclimático, os sistemas construtivos, incluindo vedações verticais e horizontais, estruturas e infraestrutura energética precisam ser pensados para otimizar as interações com a radiação solar de forma a prover conforto térmico passivo e autonomia energética para refrigeração ativa (com uso de condicionadoras de ar) em momentos de necessidade.

O enfoque está, primeiramente, nas propriedades térmicas e óticas de paredes e coberturas, cuja adequabilidade ao clima confere resistência passiva ao envelope, minimizando a absorção e transmissão de cargas térmicas. Além disso, o uso de materiais construtivos alternativos, de reconhecido potencial na promoção de inércia térmica (para resfriamento e aquecimento), como aqueles utilizados em bioconstrução, é diferencial capaz de ampliar a robustez do sistema à passagem de radiação solar, complementando, por exemplo, o efeito da aplicação de revestimentos externos menos absorvedores de calor. Durante picos de calor, a autonomia energética ainda proporciona condicionamento ambiental ativo, resguardando o bem-estar dos moradores por períodos limitados à duração do evento extremo (elasticidade).

Dessa forma, para concretização do sub-indicador **"Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural"** são aspectos passíveis de implementação as propriedades adequadas de absortância e transmitância térmica[48] de paredes e coberturas, capacidade térmica de paredes, o uso de materiais construtivos alternativos em paredes e coberturas e a presença de fontes de energia elétrica alternativas (complementares à rede).

De acordo com Silva e Ghisi (2013), a absortância e transmitância térmica são parâmetros termo físicos de edificações consideravelmente influentes em seu desempenho térmico. Paralelamente, Moreno, Morais e Souza (2017), em estudo contemplando os principais materiais utilizados em empreendimentos habitacionais do PMCMV, constataram que paredes maciças de concreto não

[48] De acordo com o RTQ-R (PROCEL, 2012), tem-se as seguintes definições: transmitância térmica (U) – Transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo; neste caso, dos vidros e dos componentes opacos das paredes externas e coberturas, incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes. A transmitância térmica deve ser calculada utilizando o método de cálculo da NBR 15220-2 ou determinada através do método da caixa quente protegida da NBR 6488; Absortância térmica (a) – Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície. A absortância é utilizada apenas para elementos opacos, com ou sem revestimento externo de vidro (exclui-se a absortância das parcelas envidraçadas das aberturas).

obtém aprovação por nenhuma normativa brasileira de avaliação de desempenho térmico em nenhuma ZB brasileira, ao passo que coberturas em telhas de concreto com forro em PVC obtém aprovação apenas para a ZB 1, onde o clima é predominantemente frio. Paralelamente, paredes em bloco cerâmico com reboco interno e externo obtém aprovação nas ZB 1, 2, 3, 5 e 8 e cobertura em telha cerâmica e forro PVC, apenas na ZB 8.

Com essas e outras preocupações em mente, a NBR15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021) em suas partes 4 e 5, que versam respectivamente sobre requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas e requisitos para os sistemas de coberturas apresentam valores ótimos de absortância e transmitância térmica adequados para as ZB brasileiras. Recomendam ainda que esses valores sejam observados considerando a degradação do desempenho das superfícies, relacionada ao depósito de sujidades e microorganismos e depreciação natural do material.

Adicionalmente, as apostilas do projeto EEDUS[49] fornecem limites de absortância e transmitância mais restritivos, que servem de referência para definição dos requisitos para esses aspectos de análise. Esses documentos propõem critérios para a avaliação de desempenho térmico em edificações habitacionais, que é diferente de conforto térmico. Essa avaliação, porém, contabiliza a frequência de temperaturas internas dentro de certo limite condicionado a faixas de conforto térmico inferidas de trabalhos envolvendo diversas regiões brasileiras (KRELLING *et al.*, 2020). Isto posto, considera-se que, na ausência de normativas especializadas na definição de propriedades térmicas e óticas de materiais visando especificamente o conforto térmico em HIS, tais requisitos reflitam satisfatoriamente essa demanda.

Quanto à capacidade térmica (CT), essa propriedade (rever definição na nota de rodapé 35) determinará o atraso térmico de paredes externas, atributo que pode ser especialmente caro em contexto de calor excessivo em que a ventilação natural diurna deve ser controlada. Para a ZB 4, a NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021) recomenda que CT seja ≥ 130 kJ/m².K. Os materiais de

[49] Projeto de cooperação técnica intitulado “Eficiência Energética no Desenvolvimento Urbano Sustentável, Foco: Habitação Social”, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Eedificações (LabEEE) em parceria entre a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) e a Secretaria Nacional de Habitação (SNH) do Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR), em 2022. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/APOSTILA_DialagoEE_ZB.pdf . Acesso em dezembro de 2022.

paredes utilizados no estudo de caso (embriões e casas visitadas, conforme verificado na aplicação do *Walkthorugh* – ver tópico 3.2.3) possuem capacidades térmicas superiores ao recomendado, sendo tijolos cerâmicos de 19 cm, CT = 153 kJ/(m².K) e paredes maciças de concreto moldadas *in loco* de 10 cm, CT = 240 kJ/(m².K). Por esse motivo, esse aspecto não entrou na avaliação da RR para a ZB 4.

Relativamente à bioconstrução, a mesma pode ser entendida como uma "construção de ambientes sustentáveis por meio do uso de materiais de baixo impacto ambiental, adequação da arquitetura ao clima local e (que realize) tratamento de resíduos" (BRASIL, 2008b). Dessa forma, a bioconstrução difere das práticas construtivas convencionais ao valorizar a arquitetura tradicional, mais adaptada ao contexto climático local, tomar como premissa a utilização de materiais locais e ao considerar resíduos como recursos. É um sistema de ciclo fechado, onde não há resíduos. Para tanto, propõe a utilização de materiais disponíveis na região onde se constrói, tais como terra, palha, serragem, madeira, pedras, bambu, folhas de palmeiras, cal, leite, sumo de cactos, e os próprios rejeitos provenientes da construção civil, como portas e esquadrias para as aberturas e telhas, revestimentos e vidro quebrados, garrafas pet e de vidro, dentre outros, para acabamentos e adornos.

A relativa simplicidade das técnicas construtivas é mais um fator que depõe a favor da bioconstrução, no que geralmente basta que uma pessoa seja conhecedora das técnicas, transmitindo-as para os outros e supervisionando o processo. A simplicidade das técnicas soma-se à disponibilidade de materiais locais, principalmente a terra, diminuindo gastos com manejo e transporte de matéria-prima e mão de obra. Essa, por sua vez, não demanda especialização, contribuindo para um menor custo global de construção, quando comparado ao mesmo processo em técnicas convencionais (BRASIL, 2008).

O estudo de Dunel e Barbosa (2021) demonstrou o desempenho de tijolos ecológicos misturados com resíduos sólidos para o clima da zona bioclimática 8 em habitação de interesse social padrão. Comparado ao desempenho do bloco cerâmico convencional, observou-se um desempenho sensivelmente melhor, que se eleva quando o material é rebocado e pintado com cor clara. Posto que se trata de material mais ecológico e com menor pegada de carbono, o mesmo mostra-se como alternativa interessante ao convencionalmente praticado.

Paralelamente, em estudo comparativo sobre a transferência de calor proporcionada por bloco cerâmico, bloco de concreto, tijolo de solo-cimento e tijolo de solo-cimento com adição de argila expandida, Romão (2019) constatou que o melhor desempenho foi obtido pelo último. Com isso, há evidências sobre os benefícios sociais, ambientais e econômicos e para o desempenho térmico que o uso de técnicas de bioconstrução podem proporcionar, complementando as soluções mais tradicionais e sendo especialmente caras ao contexto de vulnerabilidade observado em HIS.

A propósito da autonomia energética, estudiosos da área afirmam que é mais barato economizar energia do que gerá-la (KWOK e GRONDZIK, 2013; LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014). No entanto, mesmo as edificações mais passivas e eficientes, durante eventos climáticos extremos, como ondas de calor, precisarão de mecanismos ativos de condicionamento ambiental para assegurar a saúde e bem-estar de seus usuários frente ao clima e suas mudanças (TRIANA, LAMBERTS e SASSI, 2018).

Nessa toada, Taborianski e Pacca (2022) realizaram um estudo analisando o potencial de redução em emissões de CO^2 derivado da instalação de painéis fotovoltaicos em HIS do PMCMV. Verificaram que reduções anuais, por unidade, variam de 29 a 33 $kgCO^2$ para as oito zonas bioclimáticas brasileiras, com uma diferença de 12% entre aquela que apresentou maior e a que apresentou menor potencial. Os autores ainda consideraram o potencial que esses números apresentam quando escalados para o número real de moradias sociais existentes no Brasil, que supera os 6 milhões. Além disso, atestam a validade desse tipo de sistema, em um contexto de instabilidades climáticas que alteram regimes pluviais e, com isso, a produção de energia a partir de usinas hidrelétricas. Essa alteração, por sua vez, ocasiona acionamento de usinas termelétricas, elevando os custos de aquisição da energia elétrica, o que é especialmente impactante para públicos de baixa renda.

Krippner e Flade (2022) discorrem sobre projetos exemplares em termos de aproveitamento da energia solar fotovoltaica, participantes de competições no escopo da *Architectural Award Building-Integrated Solar Technology*. Projetos envolvendo coberturas e fachadas solares tiveram seus conceitos apresentados, evidenciando potenciais energéticos e estéticos de sua incorporação em projetos.

Figura 57 – Caso controle: MINGA House.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 58 – Caso controle: Casa GEMINI.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os autores também apresentaram inovações em termos de aplicações e manifestação de cores de painéis fotovoltaicos, que permitem a criação de edificações solares que não se pareçam como tal. Infere-se, dessa forma, a importância e possibilidades de dispor de fontes de energia elétrica alternativas, capazes de assegurar a qualidade do ambiente térmico, especialmente em HIS, durante eventos climáticos extremos, ampliando sua resiliência.

Afinal, a MINGA House e a casa GEMINI, ilustradas pelas figuras 57 e 58, sumarizam distinções em termos de estratégias passivas e oportunidades de adaptação e controle da moradia para usuários, que contemplam, especialmente, o sub-indicador “Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural” (sem no entanto se restringirem ao mesmo), inspirando a definição dos requisitos de avaliação.

Seguindo a mesma lógica de que o edifício bioclimático, especialmente de HIS, deve desenvolver uma relação otimizada com a atmosfera externa e seus elementos, infere-se o sub-indicador de **“Geometria considerando interações com a radiação solar”.** Para esse sub-indicador, são itens passíveis de observação a posição, características e condição de uso de janelas; a existência de proteções solares em janelas; o projeto da cobertura e a posição de ampliações.

Em loteamentos urbanos, as possibilidades de implantação de edificações são frequentemente condicionadas pelas restrições urbanísticas locais, levando a situações que podem limitar as opções de design bioclimático. A esse respeito, Bekkouche *et al*. (2013), afirmaram que a orientação solar é um dos fatores do projeto bioclimático que “relaciona fortemente um edifício ao seu ambiente natural, definindo como será o aproveitamento da inércia térmica, onde será demandado isolamento térmico e a relação da edificação com a radiação solar, ventos, padrões climáticos, topografia, paisagem e vistas”.

Kruger *et al.* (2019) avaliaram a diferenciação no desempenho térmico e conforto térmico de usuários em câmara de testes cuja abertura volta-se para Sul e Norte, em Curitiba (onde predomina clima frio), com vistas a discutir o impacto da orientação sobre a valorização de imóveis. O estudo é complementado por APO aferindo opinião de usuários, corroborando para as descobertas feitas a partir de medições de parâmetros ambientais. Os autores comprovaram o benefício térmico de fachadas com janelas voltadas para Norte

em situação de inverno em Curitiba. Além disso, obtiveram *insights* sobre os efeitos térmicos derivados de sombreamentos causados pelo adensamento urbano, capazes de alterar sensivelmente um atributo inicialmente considerado como agregador de valor para um imóvel térreo.

Tendo isso em mente, os requisitos de observação da orientação solar de aberturas em HIS situadas em Uberlândia-MG (latitude 18ºS) foram elaborados considerando, primeiramente, a garantia de insolação farta para áreas molhadas (cozinhas e áreas de serviços) (FROTA, 2004). Além disso, foi atribuída maior pontuação a janelas de dormitórios voltadas para o Sol Leste, nascente. Ademais, em um cenário de frequente supressão de aberturas quando da realização de ampliações, apenas tal cenário foi considerado como "não resiliente", sendo que mesmo quartos situados a Oeste ou Sul e áreas molhadas a Sul tiveram uma pontuação mínima de resiliência atribuída (2 – "pouco resiliente").

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) afirmam que consideráveis trocas térmicas em edificações ocorrem através de fechamentos transparentes, especialmente através do mecanismo de trocas térmicas conhecido como radiação[50]. A orientação e tamanho da abertura, o tipo de vidro e o uso de proteções solares internas e externas desempenham importantes papéis no favorecimento ou não de ganhos térmicos por radiação. Nesse sentido, Veiga *et al.* (2019) constataram a existência de relação positiva entre o aumento do fator solar de aberturas[51] e sua sensibilidade em termos de ganhos térmicos a partir do aumento no percentual de áreas transparentes. Constataram também que fixando-se o ganho térmico obtido quando o percentual de abertura é de 17% em relação à área de piso, é possível aumentar o percentual de abertura a até 30% desde que exista redução no fator solar do vidro. Com isso, concluíram que a alteração do tipo de vidro pode ser utilizada como estratégia para otimização de ganhos térmicos em edificações através de superfícies transparentes.

Dutta, Samanta e Neogi (2017), por sua vez, discutiram as superfícies envidraçadas como responsáveis por 45% dos ganhos e perdas térmicas em

[50] A radiação solar é um mecanismo de troca térmica seca, que ocorre independentemente da presença de ar – i. e., até mesmo no vácuo. É a principal fonte de calor na Terra, sendo um dos mais importantes contribuintes para o ganho térmico em edificações (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).
[51] O fator solar de uma abertura pode ser entendido como a razão entre a quantidade de energia solar que atravessa a janela pelo que nela incide. Esse valor é característico para cada tipo de abertura e varia com o ângulo de incidência da radiação solar (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

edificações, enquanto telhados respondem por 8%, paredes 8% e piso, 9%, o que destaca os vidros como parte vital das edificações quando o objetivo é otimizar as cargas térmicas. Os autores destacaram o impacto que dispositivos de sombreamento adequadamente projetados e orientados podem exercer na redução de gastos com condicionamento de ar em curtos períodos de *pay-back*. Discutiram ainda a importância de vincular o projeto de dispositivos de proteção às trajetórias solares no sítio de análise ao longo do ano, destacando o potencial de proteções móveis na redução dos ganhos térmicos e admissão otimizada da luz natural no decorrer do dia. Segundo Barbosa (2017, p. 25),

> Existem alguns procedimentos que controlam os ganhos de calor advindos do sol, quais sejam: reduzir a energia solar recebida pelas aberturas; reduzir a energia solar absorvida por paredes externas; e utilizar isolantes térmicos. Nesse sentido, a correta orientação da edificação é capaz de reduzir o ganho de calor. Portanto, quando o objetivo é reduzir o ganho de calor devido à absorção solar, o primeiro passo a ser definido durante a concepção do projeto arquitetônico é orientar a edificação adequadamente para que os ambientes de permanência prolongada absorvam pouca carga térmica.

Com isso em mente, a transferência de calor a partir das janelas, para o caso específico de HIS horizontais unifamiliares, é avaliada pela régua com enfoque nas suas características dimensionais, expressas no percentual de elementos transparentes e área efetiva de iluminação de janelas[52]. Esses aspectos são prioritariamente parametrizados pelo Código de Obras da cidade de Uberlândia (MINAS GERAIS, 2011), sendo também abordados pela cartilha do projeto EEDUS (anteriormente referido). Adicionalmente, considerando a sobreposição de usos e exiguidade dos espaços internos de HIS, com base em investigações anteriores, afirma-se como requisito para relação virtuosa com a radiação admitida por aberturas sua desobstrução, que eventualmente pode ocorrer pela superposição de mobiliários (SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2021).

Conforme visto, o sombreamento também é aspecto determinante do ambiente térmico em edificações, podendo ser proporcionado desde as formas mais simples até aquelas mais estruturadas. De acordo com a Portaria 959/2021, endossado pela Portaria MCID 725/2023, é requisito obrigatório que em todas

[52] Que correspondem à quantidade de áreas envidraçadas em relação à área de piso e à porção de vão de janela efetivamente ocupada por elemento transparente, respectivamente.

as ZB, ao menos os dormitórios de HIS disponham de esquadria com veneziana que permita escurecimento do cômodo, com garantia de ventilação natural da janela para a entrada de luz natural quando desejado. Após a pandemia de COVID-19, atributos como a multifuncionalidade de ambientes, inclusive para isolamento de pessoas contaminadas, foram destacados (OLIVEIRA e VILLA, 2022). Com isso, entende-se que outros ambientes da casa podem se beneficiar de venezianas, motivo pelo qual sua presença também em salas foi proposta como aspecto capaz de trazer resiliência para o atributo Conforto Térmico (KHAMPORN e CHAIYAPINUNT, 2014).

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014), as proteções solares internas também são um recurso de sombreamento pertinente em edificações. São elas as cortinas e persianas, “bastante flexíveis do ponto de vista de operação, bastando abri-las ou fechá-las conforme a necessidade”. Apesar de menos eficientes em termos de barramento do calor, conferem oportunidades adaptativas os usuários das moradias, juntamente com as venezianas, incluindo o morador no controle de condições ambientais no interior de sua moradia, aspecto também relevante à obtenção de resiliência. Outro recurso de filtragem da porção calor da radiação solar incidente são as prateleiras de luz, que também “podem ser usadas para sombrear as janelas para visibilidade externa, distribuir a luz de forma uniforme e reduzir o ofuscamento” (BROWN e DEKAY, 2004).

Como elementos de proteção solar solidários à estrutura da edificação figuram os brises *soleil*, beirais e prolongamentos de coberturas e o auto sombreamento proporcionado por volumes/ambientes da própria edificação. Esses elementos previnem que raios solares em horários indesejados atinjam diretamente a superfície externa das paredes e vidros (HEYWOOD, 2015; CORBELLA e CORNER, 2010), sendo especialmente caros à realidade climática de regiões tropicais.

Importa, porém, salientar que há uma razão ideal de sombreamento que deve ser prevista em projeto e calculada considerando aspectos da geometria de insolação local, evitando que o sombreamento excessivo ocasione desconforto por frio no interior das edificações. Nesse sentido, o Código de Obras de Uberlândia estabelece dimensões recomendadas para beirais que se aproximam daquelas necessárias para o bloqueio parcial da radiação solar sobre

fachadas nos horários de pico (mais “quentes”), aproximadamente entre 10:30 da manhã e 13 h (para carta solar da latitude 18ºS). Além disso, define distâncias mínimas entre fachadas com janelas e muros ou outras fachadas, fornecendo parâmetro para garantia de insolação mínima em ambientes internos. Essa questão é especialmente cara em um contexto de moradia em que ampliações são realizadas suprimindo-se aberturas pré-existentes e criando-se alcovas – ambientes mal ou não iluminados e ventilados, conforme discutido no capítulo 1.

Considera-se que essas características combinadas atribuam habilidade de resistência e adaptabilidade às HIS em relação à radiação solar, em termos de aproveitamento virtuoso dos benefícios que o Sol e capaz de trazer (desinfecção, iluminação natural, acionamento de ciclo circadiano, entre outros), sem prejuízo do conforto térmico derivado do superaquecimento ou resfriamento excessivo.

A Casa Eficiente, o Residencial Corruíras e os Sobrados Novo Jardim, ilustrados pelas Figuras 59, 60 e 61, sumarizam as distinções em termos de estratégias passivas e oportunidades de adaptação e controle da moradia para usuários, que contemplam, especialmente, o sub-indicador “Geometria considerando interações com radiação solar” (mais uma vez, sem se restringirem ao mesmo), inspirando a definição dos requisitos de avaliação para esse sub-indicador.

Com relação ao sub-indicador **“Geometria considerando interações com a ventilação natural”**, itens similares condicionam sua observação. A posição, características e condição de uso de aberturas; o projeto da cobertura; as dimensões de ambientes e a posição de ampliações influenciam diretamente o fluxo natural do ar através das aberturas e seu entorno, passíveis de avaliação.

Uma pesquisa realizada por Buonocore (2023) envolvendo coleta de 1384 respostas advindas de todas as regiões brasileiras sobre hábitos e padrões de uso de ventilação natural em moradias (não exclusivamente HIS) constatou que

> A ventilação natural (VN) é a estratégia principal de condicionamento no setor residencial brasileiro, embora a percepção dos moradores sobre a VN vá além da definição de uma estratégia de condicionamento. Os múltiplos benefícios da VN são percebidos pelos ocupantes e são entendidos como inalcançáveis com o uso de ar-condicionado (BUONOCORE, 2023, p. 7 – tradução livre).

Figura 59 - Caso controle: Casa Eficiente.



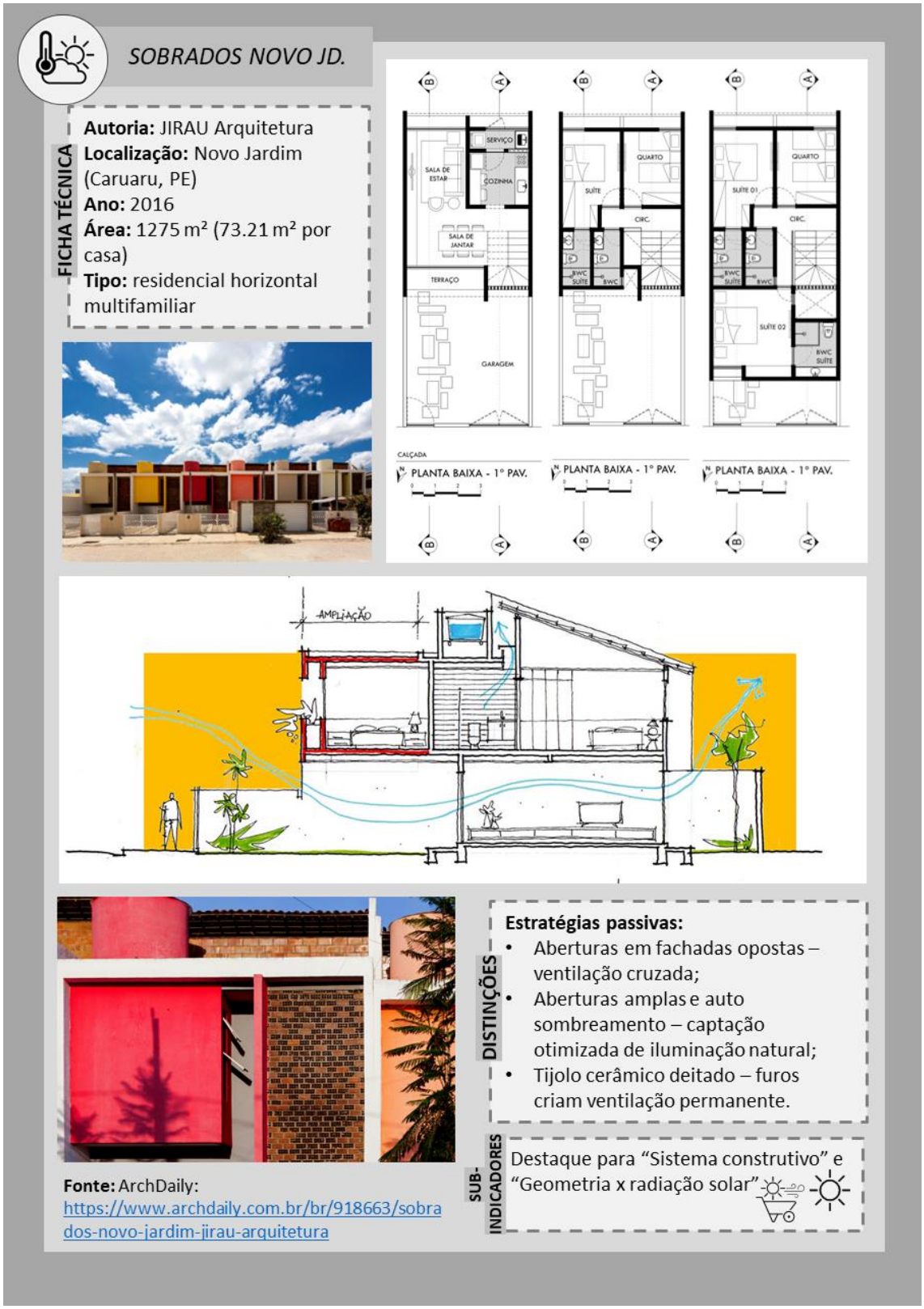
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 60 - Caso controle: Residencial Corruíras.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 61 - Caso controle: Sobrados Novo Jardim.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A maioria dos participantes dessa pesquisa (88%) relataram preferir manter portas e janelas abertas durante o verão, para promover refrescamento interno. Dentre esses, 47% também fazem uso de ventiladores em momentos de sobreaquecimento, ao passo que 71% possuem ar-condicionado e 7% não utilizam ventiladores. A autora ainda observou a questão da renda como principal limitante para a adoção de condicionadoras de ar, validando a importância da ventilação natural como recurso democrático e acessível para arrefecimento em edificações.

Ocorre que a própria urbanização e as transformações da paisagem urbana a que as cidades estão sujeitas, inclusive a partir da realização de reformas envolvendo ampliações, impõem dificuldades ao acesso da ventilação natural por parte de quem mais precisa, as populações de baixa renda.

A esse respeito, Nazareth *et al.* (2019a) realizaram estudo da influência de um edifício multifamiliar de 70 m sobre a ventilação natural em outro condomínio de 30 m, a sotavento em relação ao primeiro. Concluíram que a construção do condomínio de 70 m causa grandes perturbações ao nível do pedestre, diminuindo a capacidade de ventilação natural do condomínio de 30 m consideravelmente – aproximadamente pela metade. Os autores contextualizam os impactos ambientais decorrentes do adensamento urbano que, por um lado, é uma estratégia de urbanização sustentável, sendo, por outro lado, potencialmente prejudicial em termos de perturbação sobre a radiação solar, iluminação e ventilação naturais e concentração de ruídos.

Em outro trabalho sobre o mesmo estudo de caso, Nazareth *et al.* (2019b) concluíram que a construção do condomínio de 70 m fez com que o prédio mais baixo perdesse em torno de 60% de seu potencial de renovação de ar, no último pavimento, demonstrando a imprevisibilidade dos efeitos aerodinâmicos de edificações, mesmo quando construídas em acordo às restrições urbanísticas. Os resultados indicaram que a legislação urbana pode favorecer situações de restrição quanto ao acesso à recursos naturais (como a ventilação) para seus cidadãos, indicando necessidade de repensar práticas em favor de um urbanismo bioclimático.

Sakiyama *et al.* (2020), por sua vez, falam sobre estudos de potencial de ventilação natural como subsídio ao projeto de edificações. Verificam que estudos sobre ventilação natural estão sendo desenvolvidos nos dois

hemisférios, indicando que essa questão tem sido vista ao redor de todo o mundo. Estabelecem dois pontos de vista a partir dos quais a ventilação pode ser analisada: um que investiga o potencial do lugar e outro, as características do edifício que interferem na ventilação. No segundo caso, elencam questões como orientação da edificação, tamanhos, posição relativa, rotina de uso de aberturas, taxas de ventilação e o comportamento do usuário, os quais precisam ser analisados conjuntamente.

Considerando essas reflexões, a orientação de janelas em relação aos ventos predominantes é um aspecto concorrente na obtenção de edifícios bioclimáticos. A partir de estudo do arquivo climático de referência de Uberlândia quanto à direção predominante de ventos no decorrer das estações do ano (ver tópico 2.1.2 – Quadro 4), verificou-se que as direções NE e L são aquelas a partir das quais vêm ventos com maior frequência. Com isso, optou-se por considerar a direção ENE (lés-nordeste) como predominante, subsidiando as análises.

Segundo Corbella e Corner (2017), além de orientar as janelas considerando a admissão dos ventos predominantes, as janelas devem ser posicionadas em relação a outras aberturas (outras janelas ou portas) preferencialmente em paredes opostas ou adjacentes, de forma que o vento possa percorrer o ambiente proporcionando a chamada ventilação cruzada (KWOK e GRONDZIK, 2013).

Paralelamente, Sorgato, Versage e Lamberts (2011) demonstraram que maiores áreas efetivas de ventilação atribuem melhor desempenho em termos de graus-hora de resfriamento[53] acumulados. Somando-se a estratégias de sombreamento, é intensificado o efeito positivo do aumento da área de abertura efetiva de janelas. Ademais, verificou-se que ambientes com 8% a 15% de percentual de abertura para ventilação apresentam os melhores desempenhos. O Código de Obras de Uberlândia e as cartilhas do projeto EEDUS também estabelecem percentuais de abertura para ventilação ótimos ao clima da cidade, bem como valores de área efetiva de ventilação capazes de proporcionar melhores desempenhos térmicos para moradias, inspirando a definição desses

[53] Um método muito utilizado para analisar o desempenho térmico de edificações residenciais naturalmente ventiladas no Brasil é o método dos graus-hora de resfriamento e aquecimento. Os graus-hora de resfriamento são obtidos pelo somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e uma temperatura de base superior, quando a primeira está acima de uma temperatura de base (BORGSTEIN e LAMBERTS, 2014; OLIVEIRA, SAKIYAMA e MIRANDA, 2017).

requisitos. Considera-se que os mesmos proporcionem resistência às moradias, permitindo amortecimento e admissão da ventilação natural conforme ideal para o sistema casa.

Outros aspectos, como a flexibilidade de janelas (permitindo diferentes configurações para admissão seletiva/alternada de ventilação para fins térmicos e/ou higiênicos, segundo condições climáticas externas), bem como a garantia de bom funcionamento de componentes dessa janela (trincos, trilhos, folhas e outros) atribuem ao sistema de ventilação natural dessa casa certa adaptabilidade, participando o usuário do controle das condições ambientais de sua moradia.

O uso de elementos de vedação permeáveis, como cobogós, muxarabis, tijolos deitados, etc., e estratégias de exaustão que apliquem o efeito chaminé conferem ainda robustez ao sistema, ampliando sua redundância e capacidade de lidar positivamente com os fluxos de ar no interior da edificação.

Andrade e Dornelles (2019) propuseram a combinação de torres de vento e coberturas verdes associadas para arrefecimento passivo de edificações. Os autores consideram que em momentos em que o ar está parado, o telhado verde compensa o arrefecimento passivo da edificação. Constataram que o uso de torres unidirecionais de vento (aberturas altas) associadas a telhados verdes têm efeitos consideráveis na redução da temperatura na zona bioclimática 6, durante os períodos quentes. Paralelamente, na ZB 1, mais fria, a cobertura verde aumenta a inércia térmica minimizando perdas térmicas durante o inverno.

Giraldo e Herrera (2017) analisaram a efetividade de chaminés solares no provimento de renovação de ar e melhoria do conforto térmico em HIS tradicionais de Cali (Colômbia). Verificaram experimentalmente o impacto positivo de chaminés modulares, compatíveis às capacidades estruturais de telhados de fibrocimento, sobre a velocidade e temperatura do ar. Com isso, apontaram a possibilidade de obter HIS que ofereça boa qualidade de ar e conforto, mesmo em situações de intensa insolação e ar parado. A chaminé solar é, nesse sentido, uma alternativa econômica e viável para melhorar passivamente a qualidade ambiental de HIS. Oliveira e Carlo (2021) também verificaram seu potencial no aumento de trocas de ar e do conforto dos usuários. Melhores resultados para esses indicadores foram aferidos para as ZB de 1 a 5,

chegando a aumentos médios da ordem de 28% e 21% para edifícios escolares e de escritórios, e renovações de ar médias entre 2,4 e 13,5 trocas/hora.

Conforme visto no tópico 2.1.2, para a ZB 4 são recomendadas as chamadas coberturas leves isoladas, cuja transmitância térmica seja igual ou inferior aos 2 W/m².K. Segundo o anexo D da NBR15220-3 (ASSOCIAÇÃO..., 2005), os tipos de sistemas de coberturas que se aproximam de tal propriedade são aqueles que combinam o uso de telhas e forros, originando um bolsão de ar denominado como ático. Segundo a Plataforma ProjetEEE[54], esses bolsões de ar em coberturas situadas na cidade de Uberlândia devem ser maiores de 5 cm, sendo este valor adotado como requisito para avaliação.

Considerando que o ar quente, em função de sua menor densidade, tende a se movimentar para e acumular nas partes mais elevadas do interior de ambientes, a retirada desse ar pode trazer não só maior salubridade como também criar um fluxo ascendente por convecção natural, arrefecendo o ar na altura dos usuários (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014). Aberturas no telhado, exaustores eólicos ou mesmo lanternins podem propiciar esses benefícios. Além disso, a altura do pé-direito tem importante contribuição na separação do ar quente e poluído daquele que envolve a extensão da altura dos usuários (CORBELLA e CORNER, 2017).

Associado a aberturas altas e recursos para exaustão, é mais um aspecto que contribui para o conforto térmico nas edificações. Importa, porém, salientar, que se as propriedades térmicas e óticas das coberturas favorecerem a transmissão e retenção de calor, esse recurso pode ser pouco benéfico. Nesse aspecto, mais uma vez, o Código de Obras de Uberlândia e as cartilhas do projeto EEDUS fornecem parâmetros para avaliação de pés-direitos ótimos, considerando as reflexões postas.

De maneira similar ao que ocorre no sub-indicador que avalia a relação entre geometria e radiação solar, o auto sombreamento proporcionado pelas ampliações também gera impactos sobre a velocidade e sentidos dos ventos, conforme anteriormente refletido a partir de Nazareth *et al.* (2019 a e b), Costa *et al.* (2019) e Duarte (2015). Por esse motivo, as distâncias entre fachadas com aberturas e outras superfícies são novamente analisadas, a partir dos mesmos

[54] Disponível em: http://www.mme.gov.br/projeteee/componentes-construtivos/#pisos-e-coberturas . Acesso em maio de 2023.

requisitos derivados da interpretação do Código de Obras de Uberlândia, sendo essa questão portanto considerada duas vezes, dado seu duplo impacto.

Figura 62 - Caso controle: BEDZed.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 63 - Caso controle: Casa no Pomar do Cafezal.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 64 - Caso controle: Residência em Puebla.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

O BEDZed, a Casa no Pomar do Cafezal e a Residência em Puebla, ilustrados pelas Figuras 62, 63 e 64, sumarizam as distinções em termos de estratégias passivas e oportunidades de adaptação e controle da moradia para

usuários, que contemplam, especialmente, o sub-indicador “Geometria considerando interações com ventilação natural”, inspirando a definição de seus itens, aspectos e requisitos de avaliação.

O **“paisagismo funcional”** é o último sub-indicador proposto para a obtenção de um edifício bioclimático. Diversos estudos demonstraram o potencial não só de embelezamento e preservação da biodiversidade, como também de alívio térmico proporcionado pela vegetação urbana, quando inserida no lote e seu entorno, incluindo o próprio “corpo” de unidades habitacionais.

Segundo Niemeyer (2019), com o modernismo, foi consolidada a ideia de que o paisagismo deve integrar-se funcionalmente ao entorno edificado e à sua proposta de uso, sendo assim uma extensão do *habitat* humano. Sua função estética e arquitetônica deve atender simultaneamente questões de privacidade e conforto ambiental, considerando as interações proporcionadas com a radiação em suas componentes luz e calor, bem como com a ventilação (MASCARÓ e MASCARÓ, 2010).

Para Romero e Fernandes (2015, p. 224-232),

> As diferenças sensitivas entre centros urbanos arborizados e não arborizados são facilmente identificadas por meio das sensações térmica, acústica, respiratória, que, associadas à questão paisagística, traduzem-se em valorização /desvalorização imobiliária (...) Árvores são controladores naturais de temperatura do ar e alguns cálculos comparam uma árvore adulta ao poder de resfriamento de cinco aparelhos de ar-condicionado.

Pastore, Corrao e Heiselberg (2017) analisaram o efeito de diferentes cenários de inserção de vegetação sobre o microclima e conforto em residências multifamiliares. Foram analisados cenários de aplicação de grama, arbustos, árvores e paredes verdes. Os resultados mostraram redução considerável nas temperaturas internas e internas, reforçando a importância de investigações multidisciplinares quanto à performance térmica durante reformas.

Araujo, Andrade e Batista (2022) avaliaram a efetividade de pátios internos como recursos para iluminação, radiação e cultivo de vegetação no desempenho térmico de uma residência na ZB 3 – cidade de São Paulo, caracterizada por clima variável. Testaram, nessa casa, a influência de diferentes áreas de pátio e características de vegetação sobre a temperatura e

umidade do ar. Verificaram que as versões menores minimizam ganhos térmicos durante o inverno e têm pouca diferença em relação aos demais modelos no verão. Por outro lado, o modelo de pátio maior e mais vegetado tem maior contribuição para redução de absorção térmica durante o verão e captação suficiente de calor durante o inverno. Este, é o modelo original proposto pela casa vencedora do prêmio *Archdaily* 2016 – Casa Vila Matilde (Figura 55, ao final do presente tópico).

Vieira e Bartholomei (2021) consideraram a importância da vegetação no conforto térmico de usuários em espaços públicos verdes e de lazer, incentivando a maior ou menor frequência de uso desses espaços e, com isso, interferindo diretamente na vitalidade urbana. Foi analisada a sensação e satisfação térmica de usuários na Praça do Centenário situada em Presidente Prudente (SP), confrontadas com leituras de temperatura e umidade locais e análises de conforto através dos índices UTCI e PET. O trabalho constatou a preferência de situações de temperatura mais amenas durante período de outono/inverno. Além disso, verificaram que a sensação térmica neutra foi mais recorrente nos pontos sombreados por árvores, onde a temperatura radiante era menor e a umidade maior.

Takeda, Monteiro e Hernandez Neto (2019) analisaram o efeito de fachadas verdes como tecnologias de revestimento de fachadas, sobre o desempenho térmico de protótipos na cidade de Campinas (SP) por meio de simulação. Constataram a melhor eficiência de sistemas indiretos na redução de temperaturas internas, destacando a influência das condições externas e metabolismo foliar envolvidos na predição de efeitos da vegetação sobre a transmissão de calor em edificações.

Paralelamente, Muñoz e Fontes (2022) estudaram o efeito de fachadas verdes indiretas sobre a atenuação da radiação solar e potencial de sombreamento em um espaço de transição situado no campus da USP – São Paulo. As autoras compararam o desempenho de três espécies de trepadeiras, verificando a melhor adequabilidade da *Ipomoea horsifalliae* quanto aos índices avaliados. As autoras definiram fachadas verdes como estratégias bioclimáticas que podem promover a mitigação de temperaturas em ambientes construídos e melhorar a performance térmica de edificações devido a quatro mecanismos: sombreamento, resfriamento evaporativo, isolamento térmico e barreira ao

vento. Salientam que questões como a cobertura proporcionada pelas folhas e poder de evaporação das espécies influenciam no sombreamento e barreira ao vento, e no resfriamento evaporativo, respectivamente, ao passo que o acréscimo de espessura que conferem à parede atua como isolante térmico para os ambientes internos.

Richards, Belcher e Edwards (2020) compararam o efeito de resfriamento promovido por diferentes tipos de vegetação nos espaços urbanos da cidade de Singapura. Os autores consideram que altas temperaturas e umidades ao longo do ano podem ser especialmente prejudiciais à saúde das pessoas em áreas tropicais, o que pode desencorajar pessoas de permanecerem nos espaços livres, bem como contribuir para aumento nos gastos com energia elétrica. Afirmam que a vegetação vem como estratégia passiva para arrefecimento mediante complexas interações que desenvolve com seu meio, notadamente, o poder de o evapotranspiração proporcionado pelas gotículas de água liberadas durante a fotossíntese, que removem calor latente do ar próximo à superfície; e o sombreamento proporcionado pelas copas, que reduz absorção de radiação nas superfícies construídas, variando de acordo com a estrutura, largura e a densidade da folhagem da copa das árvores.

O efeito de refrescamento deriva de características da vegetação, como: sua estrutura vertical, a taxa de transpiração e capacidade das folhas de interceptar e evaporar a água de chuva. Com isso, diferentes tipos de vegetação performam diferentemente no resfriamento do ambiente, sendo que um bom projeto de paisagismo deve amparar-se em informações sobre essas capacidades. Os autores estudaram 5 tipos de vegetação: grama, arbustos, árvores isoladas, árvores sobre arbustos e conjunto de árvores (floresta secundária), na cidade de Singapura, utilizando sensores de temperatura instalados em áreas onde predominava cada um desses tipos no decorrer de 1 ano e meio. Aferiram um total de 755.912 registros de temperatura horária, concluindo o seguinte:

- A vegetação do tipo florestas secundárias foi associada com a mais ampla redução da temperatura (-1,5 ºC), seguida por árvores sobre arbustos (-0,8 ºC) e árvores isoladas (-0,5 ºC);
- A vegetação do tipo florestas secundárias refrescam o ar porque impedem

que radiação chegue ao chão, além de proverem amplas superfícies para resfriamento evaporativo;

- A vegetação do tipo árvores sobre arbustos é menos potente provavelmente devido a menor densidade de folhagem;
- Grama e arbustos não propiciaram significativa redução de temperatura em virtude de seu sombreamento e evapotranspiração serem insuficientes;
- À noite os efeitos de refrescamento proporcionados por todos os tipos de vegetação são menos pronunciados, já que à noite dispõe-se de menos evapotranspiração e menos movimento de ar, gerando retenção de umidade e calor.

Finalmente, Domingos *et al.*, (2019) analisaram o efeito da sombra proporcionada pelas copas de árvores no consumo energético para resfriamento de habitações de interesse social situadas em Cuiabá (MT). Utilizando simulação computacional, foram simuladas situações em que as árvores se posicionaram diferentemente no terreno e para as quatro orientações solares possíveis. Nas palavras das autoras (2019, p. 62 – Tradução livre),

> Analisando o consumo anual de energia por tipologia e fachadas, pode-se observar que tanto as tipologias orientadas a oeste apresentaram valores mais baixos de consumo de energia para refrigeração, 3.423 kWh e 3.463 kWh e, a orientação sul apresentou valores mais elevados, 3.656,9 kWh e 3.834,5 kWh respectivamente. A diferença entre essas fachadas é de 370,6 kWh na tipologia sem sombreamento e 142,1 kWh na tipologia com sombreamento, assim, o sombreamento das árvores reduz o consumo anual de energia de habitações orientadas a sul em 7% e 1,16% para aquelas orientadas a oeste.

Com base nos aprendizados trazidos por esses estudos, e pautando-se nas exigências da Lei de Zoneamento e Uso e Ocupação do Solo do Município de Uberlândia (MINAS GERAIS, 2011), quanto às taxas de permeabilidade mínimas para lotes urbanos, foram definidos os requisitos de resiliência para o sub-indicador em questão, conferindo ao sistema casa as habilidades de resistência e robustez. A figura 65 ainda traz a Casa Vila Madalena como projeto inspirador de benefícios que a vegetação inserida no contexto da moradia é capaz de trazer. Outros projetos anteriormente mostrados também são dignos de nota quanto à incorporação do paisagismo para fins funcionais na residência,

tais como: a Casa GEMINI (figura 58), a Casa Eficiente (figura 59) e o BEDZed (figura 62).

Figura 65 - Caso controle: Casa Vila Matilde.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Sensibilidade ao clima: sub-indicadores, itens/aspectos e requisitos de avaliação

J. O. Ayoade, em seu clássico “Introdução à Climatologia para os Trópicos”, correlaciona a resiliência de sociedades ao clima não só a condições físicas e infraestruturais, como também a aspectos da coesão, consciência e moral das pessoas, determinantes de sua vulnerabilidade e resiliência frente a riscos climáticos. De acordo com o autor (2013, p. 288),

> A resiliência da sociedade em face dos impactos climáticos adversos também depende de um certo número de fatores semelhantes. Uma sociedade tem a probabilidade de resistir de maneira eficaz se:
>
> - Há acúmulo ou não de estoques ou reservas de alimentos e de outros materiais;
> - Há capacidade de reserva embutida no projeto de suas infraestruturas, como no suprimento de água e força;
> - Há controle de recursos financeiros e materiais, tecnologia e transporte, com os quais possa combater o impacto.
> - Os fatores intangíveis, tais como a coesão social, moral e a confiança da população nos governos e instituições sociais, também podem ser importantes. Quando estes estão faltando, a resiliência pode ser consideravelmente reduzida.

Mendonça (2021, p. 362) contextualiza o termo “climatosensibilidade” para designar a “influência que as condições climáticas exercem sobre um certo número de indivíduos vulneráveis à ação de seus elementos no interior de um mesmo grupo”. Segundo o autor, cada um reage segundo seu “ponto fraco”, no que “ondas de calor” nos trópicos e no equador e “ondas de frio” nas latitudes médias, por exemplo, não influenciam a todos da mesma maneira. Considera tal perspectiva como central para as atuais abordagens da vulnerabilidade humana aos efeitos dos fenômenos naturais (BESANCENOT, 1999, p. 100).

Por meio dessas e outras reflexões (anteriormente expostas), justificou-se indicador “Sensibilidade ao clima” e suas repercussões sobre o comportamento humano, como qualidades esperadas frente ao risco climático e visando a obtenção de resiliência a partir do conforto térmico. Essas repercussões estão expressas a partir de quatro sub-indicadores e seus itens e aspectos de avaliação elencados, sumarizados pelo Quadro 30 e na sequência explicados.

Quadro 30 – Sensibilidade ao clima: sub-indicadores, itens e aspectos de avaliação da resiliência a partir do conforto térmico.

IMPACTO: CLIMA ATRIBUTO: RESILIÊNCIA A PARTIR DO CONFORTO TÉRMICO				
Indicador	**Sub-indicadores**	**Itens de avaliação**	**Aspectos avaliados**	**Comentário/descrição**
Sensibilidade ao clima	Busca de informações sobre o clima	Busca de informações intermediada	Consulta a canais da defesa civil	Favorece a preparação para lidar com os efeitos do clima sobre o ambiente construído - preparação.
			Consulta a redes sociais sobre clima	
			Consulta a aplicativo de celular sobre o clima	
		Busca de informações direta	Observação própria da atmosfera	
			Utilização de sensores (termômetro, termo-higrômetro, anemômetro, etc)	
	Ação para lidar com o clima	Ação durante período mais quente do ano	Se está muito calor, adapta vestimentas	Denota a capacidade de adaptação das pessoas e da casa frente ao clima e seus efeitos negativos sobre o ambiente construído, seja preventivamente ou paliativamente - adaptabilidade.
			Se está muito calor, adapta alimentação	
			Se está muito calor, se expõe menos ao sol	
			Se está muito calor, fecha cortinas/venezianas	
			Se está muito calor, abre janelas durante o dia	
			Se está muito calor, abre janelas durante a noite	
			Se está muito calor, usa ventilador	
			Se está muito calor, usa ar-condicionado	
		Ação durante período mais frio do ano	Se está muito frio, adapta vestimentas	
			Se está muito frio, adapta alimentação	
			Se está muito frio, evita choques térmicos no corpo	
			Se está muito frio, evita abrir janelas durante o dia	
			Se está muito frio, evita abrir janelas durante a noite	
			Se está muito frio, usa aquecedor de ar	
		Ação durante período mais seco do ano	Se está muito seco, melhora hidratação	
			Se está muito seco, se expõe menos ao sol	
			Se está muito seco, mantém venezianas fechadas para barrar poeira de dia	
			Se está muito seco, mantém venezianas fechadas para barrar poeira à noite	
			Se está muito seco, usa umidificador/climatizador	
			Se está muito seco, pendura toalha úmida	
			Se está muito seco, coloca bacia com água	
		Ação durante período mais chuvoso do ano	Se está chovendo muito, evita sair de casa	
			Se está chovendo muito, evita sair de carro	
			Se está chovendo muito, verifica se estrutura da casa está estável	
			Se está chovendo muito, verifica se solo em volta da casa está estável	
			Se está chovendo muito, verifica se árvores no terreno ou próximas estão estáveis	
			Se está chovendo muito, observa se está ficando água parada em lugares e objetos	
			Se está chovendo muito, abre janelas quando possível para trocar o ar	
			Se está chovendo muito, usa desumidificador de ar	
		Ação preventiva espontânea	Já fez intervenções na casa para melhorar temperatura	
			Já fez intervenções na casa para melhorar ventilação	
	Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído no conforto térmico	Compreensão sobre influência de características de janelas e portas	Influência de materiais das janelas e portas	Antecede e fundamenta a tomada de atitudes para lidar com o clima e seus efeitos negativos sobre o ambiente construído - consciência.
			Influência do tamanho das janelas e portas	
			Influência do modelo das aberturas	
			Influência da quantidade de vento que passa por aberturas	
			Influência do tempo que janelas permanecem abertas	
			Influência do tempo que portas permanecem abertas	
			Influência dos horários em que janelas e portas permanecem abertas	
			Influência de cortinas/black-outs	
		Compreensão sobre influência de materiais construtivos	Influência dos materiais das paredes	
			Influência da espessura das paredes	
			Influência de materiais do telhado	
			Influência das características do forro	
		Compreensão sobre influência da geometria da	Influência da altura do telhado	
			Influência da largura e comprimento dos ambientes	
			Influência da posiçãodos cômodos da casa em relação uns aos outros	
		Compreensão sobre influência de elementos externos à casa	Influência da proximidade com rio/curso d'água	
			Influência da proximidade com a vegetação	
			Influência de muros externos	
			Influência de prédios vizinhos	
		Compreensão sobre influência do uso e	Influência da quantidade de pessoas nos ambientes	
			Influência do uso de eletrodomésticos	
			Influência do uso de lâmpadas	
	Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda	Contato com instituições	Contato com defesa civil	Favorece a capacidade de se adaptar e recuperar durante e/ou após um evento climático, frente aos seus efeitos negativos sobre o ambiente construído - recuperabilidade.
			Contato com assistente social	
		Contato com comunidade	Contato com liderança de bairro	
			Contato próximo com vizinhos	
			Participação em grupo de WhatsApp de alerta da vizinhança	

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os itens de avaliação da sensibilidade ao clima propostos baseiam-se na observação da simples existência ou não de aspectos do comportamento e conhecimento dos usuários de HIS, esperados para lidar de maneira resiliente com o clima. Por esse motivo, os requisitos são simplesmente “sim” e “não”, acusando, em conjunto, o nível de presença/percepção de tais aspectos. As respostas “sim”, a cada pergunta, associavam-se à nota 4 – classificação “resiliente”, ao passo que as respostas “não” indicavam a inexistência de uma prática considerada resiliente, rendendo a nota 1 – “não resiliente” ao aspecto avaliado. A frequência de respostas “sim” e “não”, ponderadas por suas respectivas notas de resiliência correspondentes, 4 e 1, sobre o número de participantes do questionário, indicou a tendência para cada CHIS, para o indicador “Sensibilidade ao clima”.

A sensibilidade das pessoas ao clima, conforme visto, é mensurada a partir dos conceitos de preparação, adaptabilidade, consciência e recuperabilidade. Cada um desses conceitos foi contemplado pelo questionário do morador, a partir dos sub-indicadores:

- Busca de informações sobre o clima – preparação;
- Ação para lidar com o clima – adaptabilidade;
- Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído – consciência;
- Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda – recuperabilidade.

Considera-se que os mesmos sejam capazes de instrumentalizar de diferentes maneiras os moradores para se prepararem, terem consciência, se adaptarem e recuperarem diante do impacto em questão. Sua observação instrumentaliza a elaboração de estratégias de qualificação por meio de ATHIS e mesmo, políticas públicas que favoreçam o fortalecimento da Sensibilidade ao clima no estudo de caso.

A **“Busca de informações sobre o clima”** é considerada um dos fatores determinantes da resiliência ao clima, constituindo-se no primeiro sub-indicador de Sensibilidade ao clima identificado. Pressupõe a necessidade de conhecimento e monitoramento dos elementos do clima, que é capaz de induzir e viabilizar a preparação do sistema casa para a manifestação de conforto térmico.

A consciência sobre o fenômeno climático e, mais ainda, suas mudanças, não é igual para todos. Aspectos financeiros, educacionais, territoriais e mesmo raciais condicionam o acesso à informação e oportunidades de adaptação no Brasil, originando recortes populacionais especialmente mais vulneráveis a esses impactos. Iacovini e Vieira (2022)[55] discutem que "a degradação ambiental e os impactos causados pelas mudanças climáticas não são democráticos. Eles têm cor, raça, gênero e classe social certa".

Após o grande desastre climático ocorrido na região serrana do Rio de Janeiro, em 2011, deixando quase mil mortos por deslizamentos, enchentes e alagamentos, a defesa civil brasileira passou a atuar mais veementemente na prevenção de desastres socioambientais (BACK, 2016). Uma das iniciativas em escala municipal é o envio de alertas meteorológicos via SMS, bastando a realização de um cadastro individual[56]. Aplicativos nativos de *smartphones* também apresentam a previsão do tempo, ao passo que páginas de internet locais em redes sociais também fornecem esse tipo de informação. São recursos condicionados ao acesso a dispositivos móveis com pacotes de dados contratados e, preferencialmente, conectados à internet, o que pode torná-los menos acessíveis a determinados públicos, ainda que pesquisas demonstrem a ampla difusão de aparelhos celulares conectados à internet em HIS brasileiras (FARIA e VILLA, 2023; VILLA *et al.*, 2022a).

Outra forma de se informar sobre o clima é a observação própria da atmosfera, seja ela assistida ou não por sensores, como termômetros de parede e mesmo termo-higrômetros. A obtenção de *feedbacks* em tempo real sobre a sucessão de condições de tempo instrumentaliza os moradores à tomada de ações preventivas para assegurar o conforto, segundo as possibilidades conferidas pelo ambiente construído (como o simples abrir e fechar de janelas e mesmo, separar de vestimentas para se adaptar ao estresse térmico, entre outras possibilidades adaptativas).

Estudos envolvendo a área da Eficiência Energética, correlata ao Conforto Térmico, abordaram a questão do *feedback* pessoal como recurso para ajuste de condutas e tomada de ações frente ao ambiente construído, reforçando sua

[55] Disponível em: https://pp.nexojornal.com.br/ponto-de-vista/2020/No-mesmo-mar-sim-mas-n%C3%A3o-no-mesmo-barco-desigualdades-e-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas . Acesso em maio de 2022.
[56] Ver sobre em: http://www.defesacivil.mg.gov.br/component/gmg/page/499-duvidas-frequentes-pg . Acesso em maio de 2023.

validade e fornecendo alguns aprendizados. A Agência Europeia Ambiental (European..., 2013) traz uma revisão da literatura disponível sobre medidas que visam o comportamento do consumidor a fim de alcançar economia de energia. Destacam a importância de *feedbacks* diretos e indiretos, auditorias energéticas e iniciativas baseadas na comunidade para efetividade das estratégias de economia de energia propostas.

Com relação aos *feedbacks*, estimam que auxiliam os usuários a estabelecerem metas próprias e as cumprirem. Entre os recursos para *feedback* direto (relacionados ao setor energético) figuram alertas recebidos em dispositivos eletrônicos sobre consumo frente a um teto/limite acordado/ideal, a partir de sensores e outros dispositivos inteligentes associados à casa. Como *feedback* indireto, citam envio mais frequente de históricos de consumo ou comparativos sobre consumo energético. Gianfrate *et al.* (2017) analisam maneiras de preencher a lacuna entre implementação de novas tecnologias para *retrofit* energético e comportamentos de usuários de habitações sociais. Sugerem que possíveis soluções consistem na combinação de medidas técnicas e sociais, através da adoção de sistemas energeticamente eficientes amigáveis aos usuários. Os autores listam algumas estratégias para otimização do consumo energético que demandam alta consciência e participação de usuários, indo desde aquelas *low-tech* (passivas) até as *high-tech* (ativas), incluindo: o uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) para recebimento de mensagens a partir de monitores de consumo, com *feedback* direto sobre o perfil de consumo do usuário; gamificação durante eventos específicos de conscientização a nível de comunidade/vizinhança e estabelecimento de metas em nível individual e comunitário associados.

Extrapolando as reflexões desses autores, considera-se que a tecnologia pode inclusive orientar usuários de edificações sobre quais atitudes adotarem frente a condições climáticas momentâneas locais, para a garantia do conforto térmico ora enfocado. A efetividade dessas soluções depende, porém, da propensão e habilidades pessoais de cada um para se efetivarem. Com isso, o sub-indicador **"Ação para lidar com o clima"** mensura no estudo de caso a frequência de ocorrência de ações adaptativas, fornecendo indícios sobre o grau de motivação e engajamento pessoal dos moradores na melhoria de suas próprias condições ambientais (GRAM-HANSSEN, 2010).

Compreende uma série de ações de adaptação envolvendo observação/manipulação de sub-sistemas da edificação, alteração de hábitos alimentares, escolha de vestimentas e a própria mobilidade dos moradores. Tratam-se de ações preventivas e paliativas, consideradas igualmente pertinentes ao longo do ano, mas especialmente durante seus períodos mais quentes, frios, secos e chuvosos.

A influência do padrão de ocupação e comportamentos adaptativos dos usuários sobre o desempenho térmico das diferentes categorias de edificações deve ser especialmente considerada. Eli (2020) constatou que diferentes padrões de ocupação e de acionamento de dispositivos para condicionamento do ar (ar-condicionado, janelas, ambos) geram variações de até 85% na demanda energética para resfriamento e de 75% no percentual de horas em conforto. Edificações consideradas eficientes, inicialmente pensadas para um certo padrão de ocupação e uso, podem apresentar desempenho muito diferente quando submetidas a alterações nesses padrões, demandando mais energia para correção do ambiente térmico e, com isso, tornando-se ineficientes.

Isto é, mesmo que uma edificação seja construída seguindo os princípios do partido bioclimático, sendo capaz de fornecer elevado desempenho em termos de conforto térmico, se o usuário não realizar de forma adequada seu uso e operação, os resultados pós-ocupação podem em nada se aproximar das estimativas. Destaca-se aqui a importância do usuário e de sua sensibilidade como definidores da qualidade da experiência com o ambiente térmico. Do entendimento de suas práticas em relação ao clima e ao ambiente construído deriva a elaboração de melhores estratégia para orientar ajustes necessários em termos de comportamento e características do ambiente físico, propriamente dito.

O terceiro sub-indicador **"Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído no conforto térmico"** mensura, em complementação ao anterior, a consciência dos moradores quanto aos aspectos da moradia que influenciam/são influenciados pelo clima na constituição do ambiente térmico. Tal como as ações, o conhecimento sobre a relação entre o clima e sistemas edificados na promoção de conforto parece ser fator essencial para gestão consciente da qualidade ambiental no lar.

Nesse sentido, a pesquisa de Soares *et al.* (2017) apresenta uma perspectiva holística sobre tópicos relevantes dentro do grande tema "sustentabilidade no ambiente construído", visando prover *insights* quanto a abordagem multidisciplinar no alcance de objetivos ambientais. Os autores observaram uma tendência a abordagem conjunta de questões relativas à qualidade do ambiente interno e economia de energia, como questões que, associadas, são capazes de ter impacto de longo termo na saúde pública.

Consideraram que a adaptação humana deveria ser um dos principais condutores à eficiência energética, sugerindo que a inclusão de educação pública em energia deveria iniciar na escola, abrangendo toda a sociedade, mas, principalmente, o ensino superior. Um estudo desenvolvido por Haines e Mitchel (2014) sobre as dificuldades envolvidas na efetivação de metas após *retrofits* energéticos em habitações populares vem ao encontro dessa reflexão. Os autores consideram que a compreensão das atitudes, expectativas e conhecimentos dos usuários em relação aos sistemas implementados na moradia seja fator preponderante para alcance das metas estabelecidas, em termos de economia de energia. Apesar de voltadas, mais uma vez, ao setor energético, tais pesquisas corroboram a validade de observar o grau de interação e conhecimento dos usuários de moradias como subsídio à elaboração de melhores estratégias de qualificação ambiental, inclusive para provimento de conforto térmico, já que, segundo Elias-Trostmann *et al*. (2018, p. 11),

> Cidadãos individuais são os primeiros a serem afetados e os primeiros a responder aos impactos climáticos; incentivar e possibilitar uma cultura de resiliência pode ajudar a reduzir os danos e acelerar a recuperação. Isso requer colocar os cidadãos no centro das estratégias de resiliência e planejar e medir as capacidades individuais dos cidadãos, como seus hábitos, conhecimento e percepção de risco. Indivíduos com conhecimento sobre risco podem influenciar demandas e ações políticas voltadas à redução do risco (Oltedal *et al.* 2004), o que, por sua vez, pode aumentar a resiliência climática comunitária e urbana como um todo.

Como último sub-indicador de Sensibilidade ao clima proposto figura a **"Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda"**. Segundo Elias-Trostmann *et al.* (2018), em situações de emergência é imprescindível que o morador disponha de serviços de saúde e abrigos, bem como o envolvimento

com lideranças de bairro e vizinhança, como fatores determinantes da capacidade adaptativa de populações.

Conforme visto (capítulo 1), juntamente às mudanças climáticas, notadamente o aquecimento global, é esperado acréscimo no risco de lesões, doenças e morte devido a ondas de calor mais intensas e incêndios (OMS, 2014). Com isso, considera-se que itens como o contato com instituições e comunidade favoreçam a capacidade de recuperação após um evento climático extremo, frente aos seus efeitos negativos sobre o sistema casa, incluindo o ambiente físico e as pessoas que ali habitam.

Régua de resiliência a partir do conforto térmico

Finalmente, as figuras 66 e 67 a seguir apresentam a estrutura completa da régua de resiliência a partir do conforto térmico, incluindo seus indicadores, sub-indicadores, itens e aspectos de avaliação, requisitos e principais referências. A figura 68, por sua vez, estabelece a relação entre esses elementos, explicitando a estrutura conceitual elaborada. Na sequência, os resultados de sua aplicação no estudo de caso são apresentados e discutidos.

Figura 66 - Régua de Resiliência: indicador "Edifício bioclimático".

ATRIBUTO: RESILIÊNCIA A PARTIR DO CONFORTO TÉRMICO									
Indicadores	**Subindicadores**	**Itens de avaliação**	**Aspectos avaliados**	1 **Não Resiliente**	2 **Pouco Resiliente**	3 **Moderadamente Resiliente**	4 **Resiliente**	5 **Muito Resiliente**	**Referências**
Edifício bioclimático	Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural	Propriedades térmicas e óticas de componentes construtivos	Absorção de calor de paredes externas (média)	Fora dos intervalos			α ≤ 0,6 - U ≤ 3,7 α ≥ 0,6 - U ≤ 2,5		EEDUS (2022); ABNT - NBR 15575-4 (2021)
			Absorção de calor de coberturas (média)	Fora dos intervalos		α ≤ 0,6 - U ≤ 2,3 α ≥ 0,6 - U ≤ 1,5	α ≤ 0,6 - U ≤ 1,5 α ≥ 0,6 - U ≤ 1	α ≤ 0,6 - U ≤ 1 α ≥ 0,6 - U ≤ 0,5	EEDUS (2022); ABNT - NBR 15575-5 (2021)
			Transmissão de calor de paredes externas (média)	Fora dos intervalos			α ≤ 0,6 - U ≤ 3,7 α ≥ 0,6 - U ≤ 2,5		EEDUS (2022); ABNT - NBR 15575-4 (2021)
			Transmissão de calor de coberturas (média)	Fora dos intervalos		α ≤ 0,6 - U ≤ 2,3 α ≥ 0,6 - U ≤ 1,5	α ≤ 0,6 - U ≤ 1,5 α ≥ 0,6 - U ≤ 1	α ≤ 0,6 - U ≤ 1 α ≥ 0,6 - U ≤ 0,5	EEDUS (2022); ABNT - NBR 15575-5 (2021)
		Estratégias de bioconstrução	Uso de materiais alternativos para vedação horizontal	Não			Sim		VAN LENGEN (2008); BRASIL (2008)
			Uso de materiais alternativos para vedação vertical	Não			Sim		VAN LENGEN (2008); BRASIL (2008); DUNEL E BARBOSA (2021); ROMÃO (2019)
			Uso de técnicas construtivas alternativas (estrutura)	Não			Sim		VAN LENGEN (2008); BRASIL (2008)
		Autonomia energética	Presença de fontes de energia elétrica alternativas	Não			Sim, pelo menos 1	2 ou mais fontes alternativas	ATTIA *et al.* (2021); SHWAKER (2020); KEELER (2018); TRIANA, LAMBERTS e SASSI (2017); KWOK e GRONDZIK (2013)
	Geometria considerando interações com a radiação solar	Posição, características e condição de uso de janelas	Orientação solar da janela (média todos os ambientes)	Janela inexistente	Quartos: Oeste ou Sul Sala: Oeste Cozinha, banheiro e AS: Sul		Quartos: Norte Sala: Sul ou Leste Cozinha, banheiro e AS: Leste ou Oeste	Quartos: Leste Sala: Norte Cozinha, banheiro e AS: Norte	FROTA (2004); CORBELLA e CORNER (2011); HEYWOOD (2015); LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA (2014)
			Percentual de elementos transparentes (média todos os ambientes)	Janela inexistente ou apenas no vão	Quartos < 23% Sala: < 17% Cozinha, banheiro e AS: < 12,5%		Quartos ≥ 23% Sala: entre 17% e 23% Cozinha, banheiro e AS: mínimo 12,5%		MINAS GERAIS (2011) - Código de Obras de Uberlândia; NBR1557-4 (2021); EEDUS (2022); ABNT - NBR 15220-3 (2005)
			Área efetiva de iluminação de janelas (média APPs)	0, janela inexistente ou apenas no vão	< 45%		≥ 45%	Possibilidade de obter 95% quando desejado	EEDUS (2022); ABNT - NBR 15220-3 (2005)
			Condição de uso das janelas - obstrução (média todos os ambientes)	Janela completamente obstruída por mobiliário	Parcialmente obstruída por mobiliário		Não obstruída		SIMÕES, LEDER e LABAKI (2021)
		Proteção solar de janelas	Presença de elementos de sombreamento em janelas (média APPs)	Não sombreada ou sem esquadria	Veneziana	Cortina/persiana	Brise fixo/marquise/beiral projetado para a demanda	Dispositivos móveis (brise móvel, toldo retrátil, zetaflex)	HEYWOOD (2015); CORBELLA e CORNER (2010)
			Presença de venezianas em janelas (média APPs)	Não ou sem esquadria			Sim		BROWN e DEKAY (2004); KHAMPORN e CHAIYAPINUNT (2014)
			Presença de prateleira de luz em janelas (média APPs)	Não			Sim		LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA (2014); BROWN e DEKAY (2004)
		Projeto da cobertura	Prolongamento da cobertura (média todas as orientações)	Inexistente	< 50 cm ou > 120 cm		Entre 50 e 120 cm		HEYWOOD (2015); VAN LENGEN (2008); MINAS GERAIS (2011) - Código de Obras de Uberlândia
		Posição de ampliações	Situação da janela em relação à ampliação/própria edificação (média todos os ambientes)	Janela completamente obstruída	Parcialmente obstruída por área coberta aberta	Sem ampliação ou distante da ampliação a pelo menos 1,2 m	Sem ampliação ou distante da ampliação a pelo menos 1,5 m	Distante da ampliação a pelo menos 1,5 m através de área vegetada configurando pátio	MINAS GERAIS (2011) - Código de Obras de Uberlândia; SIMÕES, LEDER e LABAKI (2021)
	Geometria considerando interações com ventilação natural	Posição, características e condição de uso de aberturas	Orientação da janela em relação ao vento predominante (média todos os ambientes)	Fora dos intervalos, janela obstruída por cômodo fechado ou inexistente	Entre 45º e 90º (para esquerda ou direita)		Entre 0 e 45º (para esquerda ou direita)		BROWN e DEKAY (2004); HEYWOOD (2015); CORBELLA e CORNER (2017)
			Posição relativa entre janela e janela/porta (média todos os ambientes)	Janela inexistente ou de folha fixa	Paralela		Oposta ou adjacente		BROWN e DEKAY (2004); KWOK e GRONDZIK (2013)
			Percentual de abertura para ventilação (média todos os ambientes)	0, janela inexistente ou apenas no vão	Sala e quartos: < 8,33% Cozinha, banheiro e AS: < 6,25%		Salas e quartos: entre 8,33% e 15% Cozinha, banheiro e AS: entre 6,25% e 15%	Entre 15% e 25%	MINAS GERAIS (2011) - Código de Obras de Uberlândia; ABNT - NBR1557-4 (2021); NBR 15520-3 (2005)
			Área efetiva de ventilação de janelas (média APPs)	Janela inexistente ou apenas no vão	< 45%		≥ 45%	Possibilidade de obter 95%, quando desejado	ABNT - NBR 15220-3 (2005); BROWN e DEKAY (2004)
			Condição de uso das janelas - funcionamento (média todos os ambientes)	Componentes da janela ou janela toda inoperante ou sem esquadria ou folha fixa ou inexistente ou inacessível			Janela em condições adequadas de uso		SIMÕES, LEDER e LABAKI (2021)
			Uso de elementos de vedação vertical permeáveis (todos os ambientes)	Não			Sim		VAN LENGEN (2008); LOCHE, FONSECA e CARLO (2018); SILVA e GÓES (2022)
			Uso de janelas flexíveis e ventilação seletiva (todos os ambientes)	Não			Nos APP	Nos APP e APT	BROWN e DEKAY (2004); LAMBERTS, DUTRA e RUTKAY (2014)
			Uso de estratégias para exaustão	Não	Abertura alta para exaustão ou exaustores elétricos	Veneziana de exaustão	Chaminé convencional ou poço de ventilação	Chaminé solar	OLIVEIRA e CARLO (2021); GIRALDO e HERRERA (2017)
		Projeto da cobertura	Altura do ático	Inexistente		< 5 cm	≥ 5 cm		ABNT - NBR 15220-3 (2005); ProjetEEE; EEDUS (2022)
			Ventilação da cobertura	Não			Sim		CORBELLA e CORNER (2017); LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA (2014)
		Dimensões de ambientes	Altura do pé direito (média todos os ambientes)	APTs < 2,4 m e APPs < 2,6 m	APTs ≥ 2,4 m e APPs ≥ 2,6 m (se nota 1 para absortância e transmitância)	APTs ≥ 2,4 m e APPs ≥ 2,6 m (se nota 3 para absortância e transmitância)	APTs ≥ 2,4 m e APPs ≥ 2,6 m (se nota 4 para absortância e transmitância)	APTs ≥ 2,4 m e APPs ≥ 2,6 m (se nota 5 para absortância e transmitância)	CORBELLA e CORNER (2017); MINAS GERAIS (2011) - Código de Obras de Uberlândia; EEDUS (2022)
		Posição de ampliações	Situação da janela em relação a ampliação/própria edificação (média todos os ambientes)	Janela completamente obstruída ou inexistente	Parcialmente obstruída por área coberta aberta	Distante da ampliação a pelo menos 1,2 m	Distante da ampliação a pelo menos 1,5 m	Distante da ampliação a pelo menos 1,5 m através de área vegetada configurando pátio	MINAS GERAIS (2011) - Código de Obras de Uberlândia; NAZARETH *et al.* (2019a e b); COSTA *et al.* (2019); DUARTE (2015)
	Paisagismo funcional	Vegetação no lote	Permeabilidade do solo	Inexistente	< 20%		≥ 20%		MINAS GERAIS (2011) - Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo de Uberlândia
			Vegetação na calçada	Ausente	Grama	Arbustos	Árvores	Árvores + arbustos e/ou grama	VIEIRA e BARTHOLOMEI (2021); MASCARÓ e MASCARÓ (2010)
			Vegetação dentro do terreno	Ausente	Grama	Arbustos	Árvores	Árvores + arbustos e/ou grama juntamente com árvores próximas a aberturas de APPs	NIEMEYER (2019); MASCARÓ e MASCARÓ (2010); DOMINGOS et al. (2019); ROMERO e FERNANDES (2015); RICHARD, BELCHER e EDWARDS (2020)
		Vegetação em casa	Superfícies verdes	Não			Sim		DOMINGOS *et al* . (2019); TAKEDA, MONTEIRO e HERNANDEZ NETO (2019); MÑOZ e FONTES (2022)

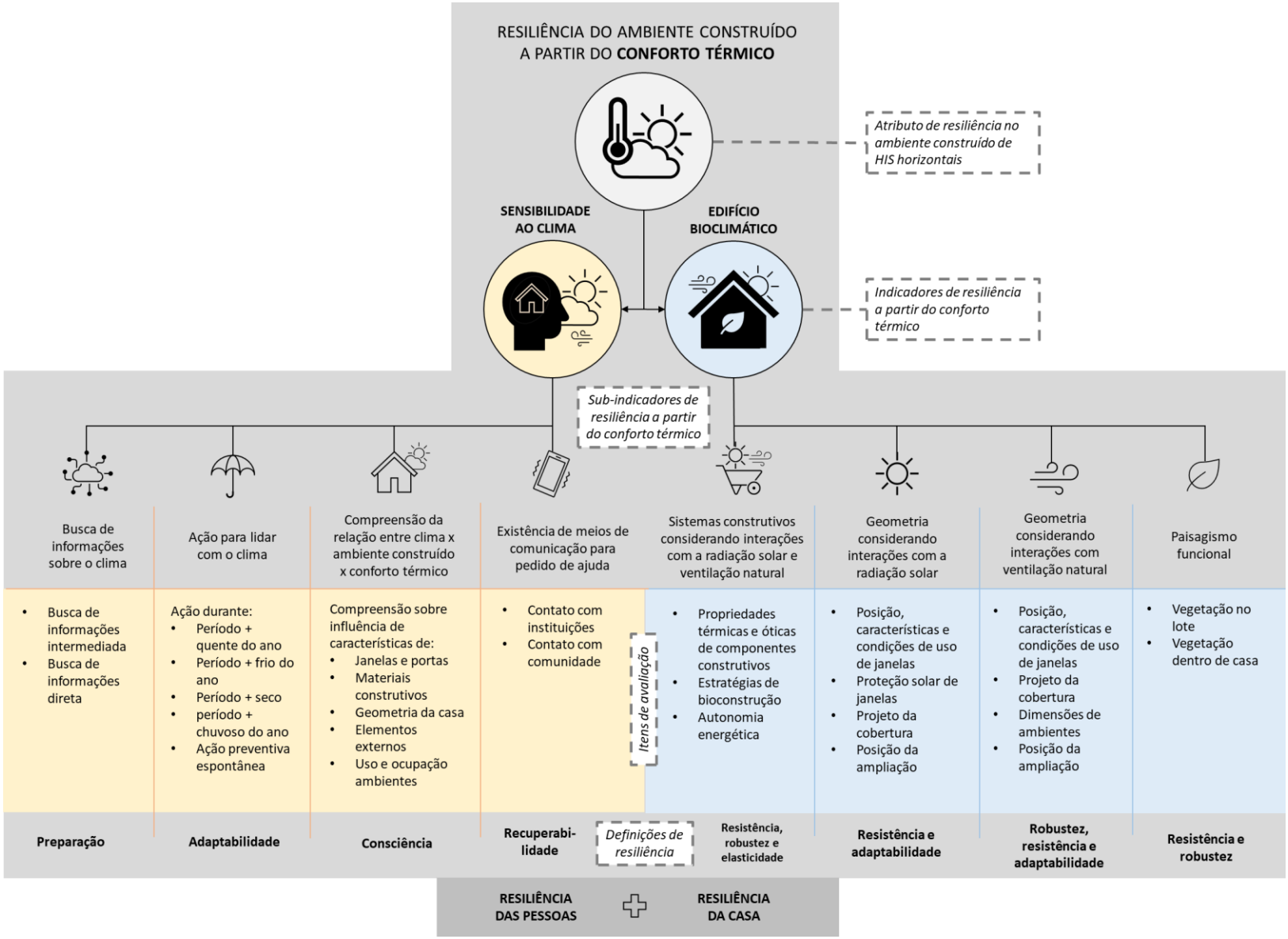
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 67 - Régua de Resiliência: indicador "Sensibilidade ao clima".

IMPACTO: CLIMA ATRIBUTO: RESILIÊNCIA A PARTIR DO CONFORTO TÉRMICO									
Indicador	**Subindicadores**	**Itens de avaliação**	**Aspectos avaliados**	1 **Não Resiliente**	2 **Pouco Resiliente**	3 **Moderadamente Resiliente**	4 **Resiliente**	5 **Muito Resiliente**	**Referências**
Sensibilidade ao clima	Busca de informações sobre o clima	Busca de informações intermediada	Consulta a canais da defesa civil	Não			Sim		HOMAEI e HAMDY (2021); FRANCES e STEVENSON (2019); ARAÚJO (2020); BAKER e STEEMERS (2019); ELIAS-TROSTMANN *et al.* (2018); AYOADE (2013)
			Consulta a redes sociais sobre clima	Não			Sim		
			Consulta a aplicativo de celular sobre o clima	Não			Sim		
		Busca de informações direta	Observação própria da atmosfera	Não			Sim		
			Utilização de sensores (termômetro, termo-higrômetro, anemômetro, etc)	Não			Sim		
	Ação para lidar com o clima	Ação durante período mais quente do ano	Se está muito calor, adapta vestimentas	Não			Sim		IPCC (2022); MENDONÇA (2021); ELIAS-TROSTMANN et al. (2018); GARCIA e VALE (2017); RODIN (2015); GRAM-HANSSEN (2010); BROOKS (2003)
			Se está muito calor, adapta alimentação	Não			Sim		
			Se está muito calor, se expõe menos ao sol	Não			Sim		
			Se está muito calor, fecha cortinas/venezianas	Não			Sim		
			Se está muito calor, abre janelas durante o dia	Não			Sim		
			Se está muito calor, abre janelas durante a noite	Não			Sim		
			Se está muito calor, usa ventilador	Não			Sim		
			Se está muito calor, usa ar-condicionado	Não			Sim		
		Ação durante período mais frio do ano	Se está muito frio, adapta vestimentas	Não			Sim		
			Se está muito frio, adapta alimentação	Não			Sim		
			Se está muito frio, evita choques térmicos no corpo	Não			Sim		
			Se está muito frio, evita abrir janelas durante o dia	Não			Sim		
			Se está muito frio, evita abrir janelas durante a noite	Não			Sim		
			Se está muito frio, usa aquecedor de ar	Não			Sim		
		Ação durante período mais seco do ano	Se está muito seco, melhora hidratação	Não			Sim		
			Se está muito seco, se expõe menos ao sol	Não			Sim		
			Se está muito seco, mantém venezianas fechadas para barrar poeira de dia	Não			Sim		
			Se está muito seco, mantém venezianas fechadas para barrar poeira à noite	Não			Sim		
			Se está muito seco, usa umidificador/climatizador	Não			Sim		
			Se está muito seco, pendura toalha úmida	Não			Sim		
			Se está muito seco, coloca bacia com água	Não			Sim		
		Ação durante período mais chuvoso do ano	Se está chovendo muito, evita sair de casa	Não			Sim		
			Se está chovendo muito, evita sair de carro	Não			Sim		
			Se está chovendo muito, verifica se estrutura da casa está estável	Não			Sim		
			Se está chovendo muito, verifica se solo em volta da casa está estável	Não			Sim		
			Se está chovendo muito, verifica se árvores no terreno ou próximas estão estáveis	Não			Sim		
			Se está chovendo muito, observa se está ficando água parada em lugares e objetos	Não			Sim		
			Se está chovendo muito, abre janelas quando possível para trocar o ar	Não			Sim		
			Se está chovendo muito, usa desumidificador de ar	Não			Sim		
		Ação preventiva espontânea	Já fez intervenções na casa para melhorar temperatura	Não			Sim		
			Já fez intervenções na casa para melhorar ventilação	Não			Sim		
	Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído no conforto térmico	Compreensão sobre influência de características de janelas e portas	Influência de materiais das janelas e portas	Não			Sim		IPCC (2022); ELIAS-TROSTMANN et al. (2018); GRAM-HANSSEN (2010); ELI (2018); BAKER e STEEMERS (2019); THOMPSON e AKED (2011).
			Influência do tamanho das janelas e portas	Não			Sim		
			Influência do modelo das aberturas	Não			Sim		
			Influência da quantidade de vento que passa por aberturas	Não			Sim		
			Influência do tempo que janelas permanecem abertas	Não			Sim		
			Influência do tempo que portas permanecem abertas	Não			Sim		
			Influência dos horários em que janelas e portas permanecem abertas	Não			Sim		
			Influência de cortinas/black-outs	Não			Sim		
		Compreensão sobre influência de materiais construtivos	Influência dos materiais das paredes	Não			Sim		
			Influência da espessura das paredes	Não			Sim		
			Influência de materiais do telhado	Não			Sim		
			Influência das características do forro	Não			Sim		
		Compreensão sobre influência da geometria da casa	Influência da altura do telhado	Não			Sim		
			Influência da largura e comprimento dos ambientes	Não			Sim		
			Influência da posiçãodos cômodos da casa em relação uns aos outros	Não			Sim		
		Compreensão sobre influência de elementos externos à casa	Influência da proximidade com rio/curso d'água	Não			Sim		
			Influência da proximidade com a vegetação	Não			Sim		
			Influência de muros externos	Não			Sim		
			Influência de prédios vizinhos	Não			Sim		
		Compreensão sobre influência do uso e ocupação de ambientes	Influência da quantidade de pessoas nos ambientes	Não			Sim		
			Influência do uso de eletrodomésticos	Não			Sim		
			Influência do uso de lâmpadas	Não			Sim		
	Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda	Contato com instituições	Contato com defesa civil	Não			Sim		SCHWEIKER (2020); AYOADE (2013); ARAUJO (2020); BAKER e STEEMERS (2019); ELIAS-TROSTMANN et al. (2018)
			Contato com assistente social	Não			Sim		
		Contato com comunidade	Contato com liderança de bairro	Não			Sim		
			Contato próximo com vizinhos	Não			Sim		
			Participação em grupo de WhatsApp de alerta da vizinhança	Não			Sim		

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 68 - Estrutura conceitual elaborada.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

3.2.2 Instrumento 1B.1.1: Questionário do morador

Antes de discorrer sobre os resultados da RR, é importante reforçar que as pontuações trazidas representam médias, obtidas a partir da avaliação dos requisitos no universo amostral dos instrumentos. Com isso, expressam tendências de desempenho em termos de nível de resiliência, subsidiando as discussões quanto “ao que falta” para que as casas no estudo de caso sejam mais resilientes.

Essa, por sua vez, é uma resiliência parcial do ambiente construído, neste trabalho focada no estudo do atributo “Conforto Térmico”, por meio dos indicadores “Edifício bioclimático” e “Sensibilidade ao clima”. Com isso, os resultados apresentam um diagnóstico parcial da moradia social, encontrando maior potência em possíveis futuras correlações, subsidiando a prestação assertiva de ATHIS. As tabelas de 19 a 21, a seguir, apresentam os resultados para o indicador “Sensibilidade ao clima”, por item de avaliação, aspecto de avaliação e sub-indicador, que serão referidos no decorrer da discussão.

Tabela 19 - Resultados por item de avaliação: Sensibilidade ao clima.

		TODAS AS CASAS	
		NÍVEL OBTIDO	
SUB-INDICADORES	**ITENS DE AVALIAÇÃO**	**RSB**	**2A4**
Busca de informações sobre o clima	Busca de informações intermediada	2.26	1.45
	Busca de informações direta	1.00	1.06
	Média	**1.76**	**1.29**
Ação para lidar com o clima	Ação durante período mais quente do ano	2.93	2.83
	Ação durante período mais frio do ano	2.83	2.62
	Ação durante período mais seco do ano	2.73	2.43
	Ação durante período mais chuvoso do ano	2.77	2.71
	Ação preventiva espontânea	1.28	1.85
	Média	**2.72**	**2.60**
Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído no conforto térmico	Compreensão sobre influência de características de janelas e portas	3.29	3.03
	Compreensão sobre influência de materiais construtivos	3.01	2.83
	Compreensão sobre influência da geometria da casa	3.36	2.68
	Compreensão sobre influência de elementos externos à casa	3.46	3.50
	Compreensão sobre influência do uso e ocupação de ambientes	2.57	2.40
	Média	**3.18**	**2.95**
Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda	Contato com instituições	1.06	1.06
	Contato com comunidade	1.43	1.51
	Média	**1.28**	**1.33**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 20 – Resultados por aspectos avaliados: Sensibilidade ao clima.

				TODAS AS CASAS	
				NÍVEL OBTIDO	
INDICADOR	SUB-INDICADORES	ITENS DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS AVALIADOS	RSB	2A4
Sensibilidade ao clima	Busca de informações sobre o clima	Busca de informações intermediada	Consulta a canais da defesa civil	2.87	1.00
			Consulta a redes sociais sobre clima	1.06	1.00
			Consulta a aplicativo de celular sobre o clima	2.87	2.36
		Busca de informações direta	Observação própria da atmosfera	1.00	1.11
			Utilização de sensores (termômetro, termo-higrômetro, anemômetro, etc)	1.00	1.00
			MÉDIA DO SUBINDICADOR	**1.76**	**1.29**
	Ação para lidar com o clima	Ação durante período mais quente do ano	Se está muito calor, adapta vestimentas	3.72	3.66
			Se está muito calor, adapta alimentação	2.98	3.26
			Se está muito calor, se expõe menos ao sol	3.77	3.43
			Se está muito calor, fecha cortinas/venezianas	1.96	1.74
			Se está muito calor, abre janelas durante o dia	3.26	3.55
			Se está muito calor, abre janelas durante a noite	3.32	3.21
			Se está muito calor, usa ventilador	3.15	2.58
			Se está muito calor, usa ar-condicionado	1.28	1.23
		Ação durante período mais frio do ano	Se está muito frio, adapta vestimentas	3.21	2.81
			Se está muito frio, adapta alimentação	2.92	3.09
			Se está muito frio, evita choques térmicos no corpo	3.32	3.32
			Se está muito frio, evita abrir janelas durante o dia	2.87	2.30
			Se está muito frio, evita abrir janelas durante a noite	3.49	3.09
			Se está muito frio, usa aquecedor de ar	1.17	1.11
		Ação durante período mais seco do ano	Se está muito seco, melhora hidratação	3.72	3.43
			Se está muito seco, se expõe menos ao sol	3.66	3.43
			Se está muito seco, mantém janelas fechadas para barrar poeira de dia	2.64	2.25
			Se está muito seco, mantém janelas fechadas para barrar poeira à noite	2.64	2.42
			Se está muito seco, usa umidificador/climatizador	1.74	1.74
			Se está muito seco, pendura toalha úmida	2.42	1.91
			Se está muito seco, coloca bacia com água	2.30	1.85
		Ação durante período mais chuvoso do ano	Se está chovendo muito, evita sair de casa	4.00	4.00
			Se está chovendo muito, evita sair de carro	2.87	2.81
			Se está chovendo muito, verifica se estrutura da casa está estável	1.62	1.51
			Se está chovendo muito, verifica se solo em volta da casa está estável	3.49	3.15
			Se está chovendo muito, verifica se árvores no terreno ou próximas estão estáveis	2.19	2.08
			Se está chovendo muito, observa se está ficando água parada em lugares e objetos	3.43	3.43
			Se está chovendo muito, abre janelas quando possível para trocar o ar	2.92	3.15
			Se está chovendo muito, usa desumidificador de ar	1.62	1.51
		Ação preventiva espontânea	Já fez intervenções na casa para melhorar temperatura	1.17	1.57
			Já fez intervenções na casa para melhorar ventilação	1.40	2.13
			MÉDIA DO SUBINDICADOR	**2.72**	**2.60**
		Compreensão sobre influência de características de janelas e portas	Influência de materiais das janelas e portas	2.98	2.47
			Influência do tamanho das janelas e portas	3.04	2.87
			Influência do modelo das aberturas	2.98	2.53
			Influência da quantidade de vento que passa por aberturas	3.55	3.04
			Influência do tempo que janelas permanecem abertas	3.60	3.43
			Influência do tempo que portas permanecem abertas	3.49	3.43
			Influência dos horários em que janelas e portas permanecem abertas	3.77	3.77
			Influência de cortinas/black-outs	2.92	2.70
		Compreensão sobre influência de materiais construtivos	Influência dos materiais das paredes	2.47	2.58
			Influência da espessura das paredes	2.58	2.53
			Influência de materiais do telhado	3.38	3.04
			Influência das características do forro	3.60	3.15
		Compreensão sobre influência da geometria da casa	Influência da altura do telhado	3.43	2.75
			Influência da largura e comprimento dos ambientes	3.38	2.81
			Influência da posição dos cômodos da casa em relação uns aos outros	3.26	2.47
		Compreensão sobre influência de elementos externos à casa	Influência da proximidade com rio/curso d'água	3.49	3.72
			Influência da proximidade com a vegetação	2.64	2.64
			Influência de muros externos	3.72	3.66
			Influência de prédios vizinhos	4.00	4.00
		Compreensão sobre influência do uso e ocupação de ambientes	Influência da quantidade de pessoas nos ambientes	2.92	2.25
			Influência do uso de eletrodomésticos	2.25	2.19
			Influência do uso de lâmpadas	2.53	2.75
			MÉDIA DO SUBINDICADOR	**3.18**	**2.95**
	Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda	Contato com instituições	Contato com defesa civil	1.00	1.00
			Contato com assistente social	1.11	1.11
		Contato com comunidade	Contato com liderança de bairro	1.06	1.06
			Contato próximo com vizinhos	1.51	1.62
			Participação em grupo de WhatsApp de alerta da vizinhança	1.74	1.85
			MÉDIA DO SUBINDICADOR	**1.28**	**1.33**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 21 - Resultados por sub-indicador: Sensibilidade ao clima.

	TODAS AS CASAS	
	NÍVEL OBTIDO	
SUB-INDICADORES	**RSB**	**2A4**
Busca de informações sobre o clima	1.76	1.29
Ação para lidar com o clima	2.72	2.60
Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído no conforto térmico	3.18	2.95
Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda	1.28	1.33
Média	**2.23**	**2.04**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 22 - Busca de informações sobre o clima.

Busca de informações sobre o clima:	**RSB**	**2A4**
Não buscam informações	67.9%	71.7%
Buscam informações	32.1%	28.3%
Consulta a canais da defesa civil	62.3%	0
Consulta a redes sociais sobre clima	1.9%	0
Consulta a aplicativo de celular sobre o clima	62.3%	45.3%
Observação própria da atmosfera	0	3.8%
Utilização de sensores (termômetro, termo-higrômetro, anemômetro, etc)	0	0

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Dentre aqueles que realizam a **"busca de informações sobre o clima"**, observa-se maior frequência no RSB (32.1%), chegando a 28.3% no 2A4. Além disso, no RSB as principais fontes de informações são canais da defesa civil (acessados a partir de redes sociais e serviços de SMS) e aplicativos de clima nativos dos próprios aparelhos celulares (Tabela 22). No 2A4, também predomina o número de pessoas que se informam sobre o clima verificando as condições de tempo a partir desses aplicativos, chamando a atenção, porém, a existência de 2 sujeitos de pesquisa (3.8% da amostra) que têm o hábito de observar/sentir a atmosfera para se prepararem para o clima local e as oscilações de condições de tempo. As maiores pontuações de resiliência para esse subindicador (RSB – 2.87 e 2A4 – 2.36 – classificadas como "pouco resilientes"), não à toa, foram para o aspecto "consulta a aplicativo de celular sobre o clima" (Tabela **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Os resultados demonstram, por um lado, a desinformação sobre o clima e condições de tempo no estudo de caso, indicando, por outro lado, a potência de dispositivos eletrônicos, nomeadamente os aparelhos celulares, na

popularização também desse tipo de informação, entre tantos outros tipos. Traça-se, assim, um paralelo às descobertas de Gianfrate *et al*. (2017) quanto à potência das TICs na preparação para e prevenção de riscos associados ao clima, inseridas em planejamentos comunitários de maior escala e divulgação.

Tabela 23 - Influência sobre conforto térmico.

INFLUÊNCIA SOBRE A TEMPERATURA (CALOR/FRIO)		RSB		2A4	
CATEGORIA	**ITEM**	*Sim*	*Não*	*Sim*	*Não*
Características de portas e janelas	Materiais das janelas e portas	66.0%	34.0%	49.1%	50.9%
	Tamanho das janelas e portas	67.9%	32.1%	62.3%	37.7%
	Modelo das aberturas	66.0%	34.0%	50.9%	49.1%
	Quantidade de vento que passa por aberturas	84.9%	15.1%	67.9%	32.1%
	Tempo que janelas permanecem abertas	86.8%	13.2%	81.1%	18.9%
	Tempo que portas permanecem abertas	83.0%	17.0%	81.1%	18.9%
	Horários em que janelas e portas permanecem abertas	92.5%	7.5%	92.5%	7.5%
	Cortinas/black-outs	64.2%	35.8%	56.6%	43.4%
	Média	**76.4%**	**23.6%**	**67.7%**	**32.3%**
Materiais construtivos	Materiais das paredes	49.1%	50.9%	52.8%	47.2%
	Espessura das paredes	52.8%	47.2%	50.9%	49.1%
	Materiais do telhado	79.2%	20.8%	67.9%	32.1%
	Características do forro	86.8%	13.2%	71.7%	28.3%
	Média	**67.0%**	**33.0%**	**60.8%**	**39.2%**
Geometria da casa	Altura do telhado	81.1%	18.9%	58.5%	41.5%
	Largura e comprimento dos ambientes	79.2%	20.8%	60.4%	39.6%
	Posição dos cômodos da casa em relação uns aos outros	75.5%	24.5%	49.1%	50.9%
	Média	**71.3%**	**28.7%**	**59.0%**	**41.0%**
Elementos externos à casa	Proximidade com rio/curso d'água	83.0%	17.0%	90.6%	9.4%
	Proximidade com a vegetação	54.7%	45.3%	54.7%	45.3%
	Muros externos	90.6%	9.4%	88.7%	11.3%
	Prédios vizinhos	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
	Média	**82.1%**	**17.9%**	**83.5%**	**16.5%**
Uso e ocupação de ambientes	Quantidade de pessoas nos ambientes	64.2%	35.8%	41.5%	58.5%
	Uso de eletrodomésticos	41.5%	58.5%	39.6%	60.4%
	Uso de lâmpadas	50.9%	49.1%	58.5%	41.5%
	Média	**52.2%**	**47.8%**	**46.5%**	**53.5%**
	Média geral	**69.8%**	**30.2%**	**63.5%**	**36.5%**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quanto ao subindicador **"compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído"**, verificou-se que o número de pessoas que apreendem a relação entre clima, características do ambiente construído e a sensação de calor e frio dentro de casa é elevado, com uma média de 69.8% no RSB e 63.5% no 2A4 respondendo "sim" às relações propostas pelo questionário. Uma vez que todas são relações verdadeiras, esse resultado ajuda

a mensurar a consciência e percepção das pessoas quanto à interferência de condições físicas e padrões de uso da moradia sobre o conforto térmico (Tabela 23). Este sub-indicador, aliás, foi aquele que recebeu maiores pontuações de resiliência, chegando à classificação de “moderadamente resiliente” no RSB (nota 3.18).

Conforme visto, a consciência sobre o risco climático é aspecto preponderante para tomada de atitudes adaptativas tempestivamente, rendendo ao usuário o protagonismo na promoção do próprio bem-estar. Ademais, instrumentaliza a participação dos moradores, como partes especialmente interessadas, na proposição de ações coletivas voltadas à redução do risco, potencializando sua resiliência ao clima e suas mudanças (ELIAS-TROSTMANN *et al.*, 2018; HAINES e MITCHEL, 2014). Isso coloca o estudo de caso em posição “moderadamente resiliente” (nota 3), para esse sub-indicador, demandando, porém, maiores incentivos para sua plena realização.

Observa-se que no RSB o número de pessoas conscientes é, em uma média geral, um pouco maior que no 2A4, repetindo-se para cada categoria analisada, exceto “Elementos externos à casa”, para a qual a frequência de respostas “sim” é um pouco maior no 2A4. Estima-se que o tempo de vivência maior na casa, observado no RSB, contribua para que essa percepção mais acentuada tenha se desenvolvido. Em relação à essa mesma categoria “Elementos externos à casa”, também chama atenção o fato de ter sido a mais frequentemente associada ao conforto dentro de casa, indicado uma tendência à culpabilização do “outro”, do externo, sobre o problema vivenciado no contexto doméstico. Simultaneamente, observa-se que a categoria “Uso e ocupação de ambientes” foi aquela menos frequentemente associada ao conforto, indicando uma possível minimização da participação do usuário em sua condição de conforto térmico.

Por outro prisma, vê-se elevado número de respostas associando características físicas (geometria, materiais construtivos e aberturas) às sensações térmicas no interior da casa, denotando a consciência dos sujeitos de pesquisa quanto à influência do projeto arquitetônico sobre o conforto térmico. No entanto, quando questionados sobre a **“ação frente ao clima”**, a média geral de respondentes que não adotam nenhuma ação é considerável, chegando a 39.5% no RSB e 45.1% no 2A4 (Tabela 24).

Tabela 24 - Ação frente ao clima.

AÇÃO FRENTE AO CLIMA		RSB		2A4	
CATEGORIA	**ITEM**	*Sim*	*Não*	*Sim*	*Não*
Quando está muito calor	Adapta vestimentas	90.6%	9.4%	88.7%	11.3%
	Adapta alimentação	66.0%	34.0%	75.5%	24.5%
	Se expõe menos ao sol	92.5%	7.5%	81.1%	18.9%
	Fecha cortinas/venezianas	32.1%	67.9%	24.5%	75.5%
	Abre janelas durante o dia	75.5%	24.5%	84.9%	15.1%
	Abre janelas durante a noite	77.4%	22.6%	73.6%	26.4%
	Usa ventilador	71.7%	28.3%	52.8%	47.2%
	Usa ar-condicionado	9.4%	90.6%	7.5%	92.5%
	Média	**64.4%**	**35.6%**	**61.1%**	**38.9%**
Quando está muito frio	Adapta vestimentas	73.6%	26.4%	60.4%	39.6%
	Adapta alimentação	64.2%	35.8%	69.8%	30.2%
	Evita choques térmicos no corpo	77.4%	22.6%	77.4%	22.6%
	Evita abrir janelas durante o dia	62.3%	37.7%	43.4%	56.6%
	Evita abrir janelas durante a noite	83.0%	17.0%	69.8%	30.2%
	Usa aquecedor de ar	5.7%	94.3%	3.8%	96.2%
	Média	**61.0%**	**39.0%**	**54.1%**	**45.9%**
Quando está muito seco	Melhora hidratação	90.6%	9.4%	81.1%	18.9%
	Se expõe menos ao sol	88.7%	11.3%	81.1%	18.9%
	Mantém venezianas fechadas para barrar poeira de dia	54.7%	45.3%	41.5%	58.5%
	Mantém venezianas fechadas para barrar poeira à noite	54.7%	45.3%	47.2%	52.8%
	Usa umidificador/climatizador	24.5%	75.5%	24.5%	75.5%
	Pendura toalha úmida	47.2%	52.8%	30.2%	69.8%
	Coloca bacia com água	43.4%	56.6%	28.3%	71.7%
	Média	**58%**	**42%**	**48%**	**52%**
Quando está chovendo muito	Evita sair de casa	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
	Evita sair de carro	62.3%	37.7%	60.4%	39.6%
	Verifica se estrutura da casa está estável	20.8%	79.2%	17.0%	83.0%
	Verifica se solo em volta da casa está estável	83.0%	17.0%	71.7%	28.3%
	Verifica se árvores no terreno ou próximas estão estáveis	39.6%	60.4%	35.8%	64.2%
	Observa se está ficando água parada em lugares e objetos	81.1%	18.9%	81.1%	18.9%
	Abre janelas quando possível para trocar o ar	64.2%	35.8%	71.7%	28.3%
	Usa desumidificador de ar	20.8%	79.2%	17.0%	83.0%
	Média	**59.0%**	**41.0%**	**56.8%**	**43.2%**
	Média geral	**60.5%**	**39.5%**	**54.9%**	**45.1%**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Com isso, apesar de a consciência sobre a influência de características do ambiente construído no conforto térmico ser bastante elevada, muitos ainda não agem deliberadamente em casa para melhor se adaptarem a ela durante eventos climáticos. Ou seja, ainda que a casa forneça oportunidades adaptativas

(minimamente aquelas salientadas em negrito no quadro 41), muitos ainda não as aproveitam (RSB – 37% e 2A4 – 42.9%, em média). Observa-se, assim, a existência de uma lacuna entre o saber e agir/se engajar, para uma parte considerável da amostra.

Tais resultados vem ao encontro dos apresentados por Pott (2022) e Bigolin (2018), quanto à percepção e práticas dos brasileiros em relação às mudanças climáticas. As autoras identificam a mesma lacuna entre saber e agir, expressando a necessidade de superação de barreiras econômicas, culturais e técnicas para efetiva obtenção de engajamento social. Com isso, relativamente ao subindicador "Ação para lidar com o clima", vê-se pontuações ligeiramente inferiores ao indicador anterior, nos dois conjuntos (RSB – 2.72 e 2A4 – 2.60), classificando ambos como "pouco resilientes".

Quando questionados sobre o que já fizeram/fariam para melhorar a temperatura em casa, a maioria indicou a instalação de ventilador e ar-condicionado (RSB – 36% e 2A4 – 43%), reforçando a percepção de que uma solução que envolva menor engajamento, porém muito maior investimento, é atrativa para número considerável de sujeitos de pesquisa – em proporção muito similar ao número de pessoas que não aproveitam as oportunidades adaptativas minimamente fornecidas pela casa. A nota obtida para o item ação preventiva espontânea figurou entre as menores para esse subindicador, nos dois conjuntos (RSB – 1.28 e 2A4 – 1.85).

Tabela 25 - Ação para melhorar temperatura.

Ação para melhorar temperatura:	**RSB**	**2A4**
Não sabem dizer	11%	18%
Ação proposta	89%	81%
Ar-condicionado	26%	27%
Ventilador	10%	16%
Ampliar aberturas	19%	3%
Ampliar cômodos	16%	7%
Aumentar pé-direito	4%	3%
Mudar posição de aberturas	2%	0
Utilizar vegetação	0	4%
Varanda	4%	13%
Laje/forro	4%	4%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

No entanto, algumas sugestões promissoras apareceram entre as respostas abertas, como a ampliação de aberturas (RSB – 19% e 2A4 – 3%), a

ampliação de cômodos (RSB – 16% e 2A4 – 7%) e a criação de varandas (RSB – 4% e 2A4 – 13%), denotando, mais uma vez, a existência de consciência sobre a relação entre características físicas da casa e conforto térmico para parte considerável da amostra (Tabela 25). O fato de que uma proporção menor de respondentes relatou não saber o que fazer para melhorar a temperatura (RSB – 11% e 2A4 – 18%) corrobora para essa percepção.

Quando questionados sobre o que já fizeram/fariam para melhorar a ventilação (Tabela 26), o número de respostas "não sabe dizer" chamou a atenção (RSB – 19% e 2A4 – 42%). Infere-se que esse pode ser um aspecto negligenciado ou menos refletido no imaginário das pessoas que a temperatura, ainda que um número elevado de pessoas ache a ventilação pouca nos APP (segundo o instrumento 1A.2, no RSB – 44.03% e no 2A4 – 42.14%). Nesse caso, ar-condicionado e ventilador juntos lideram nas respostas (RSB – 27% e 2A4 – 34%), como estratégias ativas para correção ambiental. Aumentar aberturas, ampliar cômodos e mesmo criar varandas foram também frequentemente citados como estratégias para melhorar a ventilação, dentre os 81% no RSB e 58% no 2A4 que propuseram alguma ação, confirmando a predominância de pessoas que têm conhecimento sobre o que fazer para melhorar a moradia.

Tabela 26 - Ação para melhorar ventilação.

Ação para melhorar ventilação:	RSB	2A4
Não sabem dizer	19%	42%
Ação proposta	81%	58%
Ar-condicionado	23%	12%
Ventilador	4%	22%
Aumentar aberturas	25%	10%
Ampliar cômodos	17%	10%
Aumentar pé-direito	4%	3%
Mudar posição de aberturas	9%	0
Varanda	4%	8%
Laje/forro	0	2%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Neste ponto, importa salientar que a não realização de reformas/melhorias na casa, na maioria das vezes, se justifica pela falta de recursos financeiros. A consciência sobre o que fazer para obter maior qualidade ambiental, por outro lado, independe da existência do recurso, conforme visto a partir dos resultados. Chama atenção, porém, a existência de considerável

número de respondentes que não aproveitam as oportunidades adaptativas minimamente oferecidas pela moradia (como simples manipulação de componentes de janelas para ora barrar, ora admitir, ora filtrar o vento e a radiação solar). Deduz-se que, para muitos, a ideia de melhoria vem necessariamente associada a grandes investimentos em construção (ampliações/reformas) e/ou tecnologias (ventiladores e condicionadores de ar), menosprezando-se o básico, quase sempre gratuito, e sua capacidade de aumentar a adaptação da casa ao clima. Essa constatação vem ao encontro das reflexões trazidas por Garcia, Vale e Vale (2017), quando afirmam a existência de enorme fé nas tecnologias para resolução de problemas humanos, destacando, porém, a importância de reduzir a dependência em tecnologias quando se almeja ampliar a adaptabilidade de sistemas edificados ao futuro.

Quando questionados sobre a **"Existência de meios de comunicação para pedido de ajuda em caso de emergência"**, surpreendeu o número de pessoas que disseram não existir (RSB – 47.2% e 2A4 – 41.8%) ou que não sabem dizer (RSB – 7.6% e 2A4 – 1.8%) – Tabela 27. Não à toa, o subindicador correspondente foi aquele com a menor avaliação média a partir da RR, para os dois conjuntos (RSB – 1.28 e 2A4 – 1.33).

Tabela 27 - Existência de canais de comunicação para ajuda.

Existência de canais de comunicação:	RSB	2A4
Não há	47.2%	41.8%
Não sabem dizer	7.6%	1.8%
Contato com defesa civil	0	0
Contato com assistente social	3.8%	3.8%
Contato com liderança de bairro	1.9%	1.9%
Contato próximo com vizinhos	16.7%	20.8%
Participação em grupo de WhatsApp de alerta da vizinhança	24.5%	28.3%

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Dentre as respostas afirmativas, a participação em grupo de WhatsApp da vizinhança como recurso para pedido de ajuda predominou (RSB – 24.5% e 2A4 – 28.3%), seguida de contato direto com vizinhos (RSB – 16.7% e 2A4 – 20.8%). Por um lado, de forma análoga ao item "Busca de informações sobre o clima", infere-se a baixa capacidade de recuperação de parcela significativa dos respondentes, quando defrontados com situações climáticas extremas (ELIAS-TROSTMANN *et al.* (2018). Destaca-se, por outro lado, a importância de redes

sociais como facilitadoras de laços comunitários, em prol de interesses em comum.

Em resumo, observaram-se alguns aspectos dignos de nota:

1. No RSB, há um pequeno número de respondentes a mais, em relação ao 2A4, capazes de se preparar, conscientizar e adaptar frente ao clima;
2. Dentre aqueles que se preparam para lidar com o clima e possuem meios de comunicação para se recuperar após eventos climáticos, destacam-se os usuários de aplicativos de celular e redes sociais;
3. A avaliação média do estudo de caso quanto à preparação e recuperabilidade são as mais baixas;
4. A avaliação, para a maioria dos subindicadores, fica entre “não resiliente” e “pouco resiliente”, com apenas um CHIS (RSB) sendo avaliado como “moderadamente resiliente”, em termos de conhecimento quanto ao clima.
5. Uma pontuação maior foi obtida para o sub-indicador correspondente à consciência sobre o clima, nos dois CHIS, chegando a “moderadamente resiliente” (nota acima de 3 pontos) no RSB. No entanto, uma pontuação menor aplicou-se ao sub-indicador correspondente à adaptabilidade frente ao clima;

Quanto ao ponto 1, estima-se que o maior tempo transcorrido desde a entrega do RSB (entre 2010/2011), somado ao acúmulo de experiências com problemas nas casas e mesmo, o contato pregresso com grupos de pesquisa universitários (ver tópico 2.2), possam ser fatores que contribuem para a avaliação do RSB ser um pouco melhor que do 2A4, para itens relacionados a preparação, conhecimento e ação frente ao clima. No entanto, é uma diferença pequena entre os conjuntos que, sozinha, não foi capaz de mudar a classificação geral média do RSB em relação ao 2A4 (permanecendo ambos como “pouco resilientes” – nota entre 2 e 3).

Quanto aos pontos 2 e 3, verificou-se a falta do hábito de se preparar para o clima, mediante busca antecipada de informações sobre suas oscilações em termos de condições de tempo. O subindicador “busca de informações sobre o clima” foi, por esse motivo, aquele que recebeu a segunda pior pontuação (RSB-1.76 e 2A4 – 1.29, em média), ficando à frente, apenas, do subindicador

“existência de meios de comunicação para pedido de ajuda”, ainda pior avaliado (RSB – 1.28 e 2A4 – 1.33). No entanto, entre aqueles que tem hábito de se preparar para o clima e dispor de meios de comunicação para pedido de ajuda, é notável a predominância no uso de aplicativos de celular e redes sociais, rendendo a esses itens a avaliação média de 2.30 para RSB e 2.10 para o 2A4.

Afinal, avaliação média para todos os sub-indicadores, é muito baixa, destacando-se apenas o RSB com 3.18 pontos em termos de consciência em relação ao clima, sendo o único a ser classificado como “moderadamente resiliente” (tópico 4). Ao passo que a mesma classificação não se aplica à “ação para lidar com o clima” (adaptabilidade), em nenhum dos CHIS. Os resultados mostraram indícios de uma fé na tecnologia para a resolução de problemas térmicos, com considerável número de pessoas sugerindo o uso de condicionadoras de ar e ventiladores para melhorar o ambiente térmico. Paralelamente, ações adaptativas minimamente fornecidas pela casa (como o simples abrir e fechar de janelas e venezianas, para lidar com o calor/frio), são ações ainda subestimadas por porção considerável da amostra (tópico 5). Entende-se que um longo caminho ainda resta a ser percorrido para que os conhecimentos encontrem viabilização e a participação e sensibilidade das pessoas venham a beneficiar, de fato, a obtenção de resiliência a partir do conforto térmico.

Os resultados fornecem abordagem preliminar de questões relacionando comportamento e ações dos usuários em direção à obtenção de conforto térmico, fornecendo indícios de lacunas entre o conhecimento e a ação que demandam maiores investigações em momento futuro. Considerando que o conforto térmico como atributo para a resiliência é aqui pautado na obtenção de edificações passivas (resiliência do ambiente) e comportamentos adaptativos (resiliência das pessoas), considera-se preponderante que novas pesquisas evoluam na transmissão de aprendizados para projetistas e usuários. Nesse sentido, o presente trabalho traz uma contribuição ao rastrear aspectos deficitários do estudo de caso, bem como ao delimitar estratégias para provimento de informações para às audiências interessadas (ver tópico 3.2.4).

3.2.3 Instrumento 1B.1.2: Walkthrough

A fim de subsidiar as análises técnicas propostas para o indicador “Edifício bioclimático”, informações sobre orientação solar, materialidades de paredes e coberturas e dimensionamento de esquadrias foram sistematicamente registradas para cada unidade de análise (RSB e 2A4), conforme sua ocorrência nas casas avaliadas.

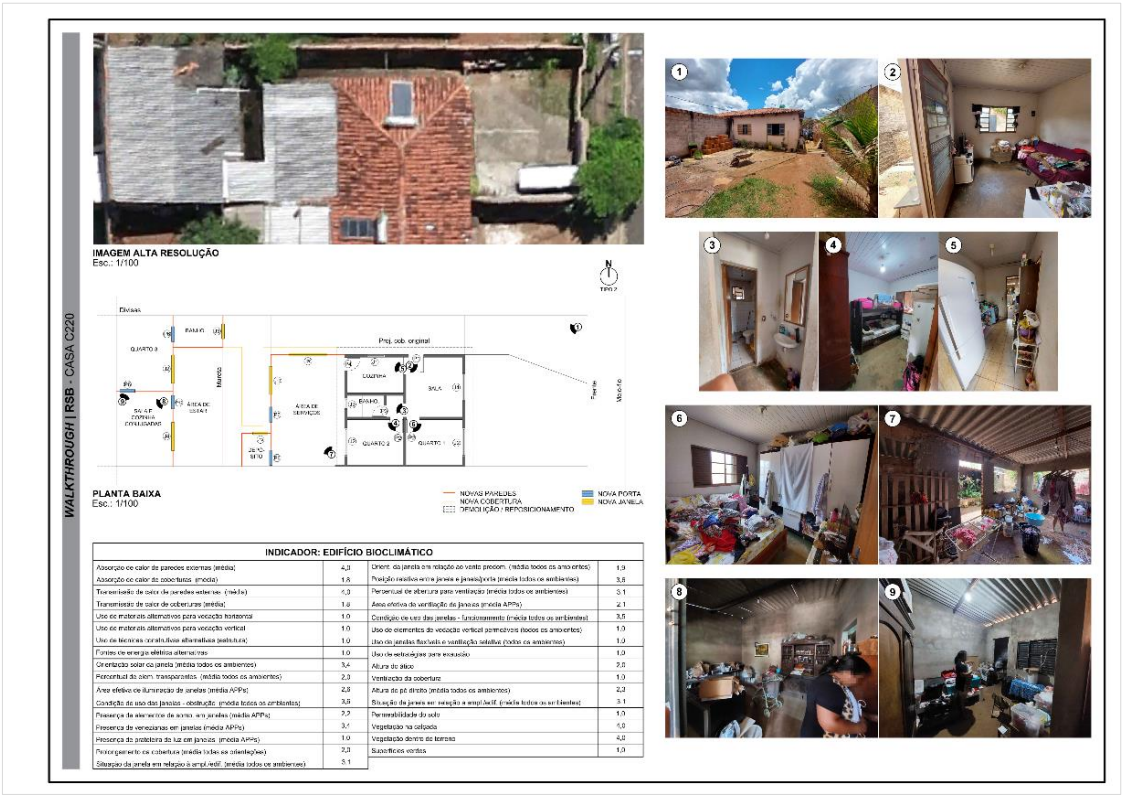
Apoiando-se em documentos técnicos da área para inferência de propriedades térmicas paredes e coberturas e áreas efetivas de ventilação e iluminação de janelas (TELLES, 2016; INMETRO, 2012; DORNELLES, 2021; DORNELLES, 2008; ASSOCIAÇÃO..., 2005; WBER *et al.*, 2017), paredes, coberturas e esquadrias foram previamente avaliadas segundo seu nível de resiliência (Apêndice 4), de acordo com os requisitos da RR.

Um primeiro olhar sobre esses quadros indica que o 2A4 tem, em média, menor resiliência quanto aos materiais de paredes e cobertura encontrados. Paralelamente, esse mesmo conjunto tem maior resiliência média quanto à área efetiva de ventilação e iluminação de janelas. Essas diferenças podem explicar, em parte, a magnitude e tipos de impactos sofridos nesses conjuntos devidos ao clima.

A partir do ingresso e visita guiada (*Walkthrough*) nas casas em que foi permitido, foram coletadas informações de uso e dimensionamento geral de ambientes, com posicionamento e identificação de esquadrias, áreas permeáveis/impermeáveis e modificações realizadas no embrião, registradas em forma de mapas de diagnósticos.

A partir desses mapas foi possível observar a extensão e tipos de ampliações realizadas pelos moradores. Além disso, os mapas de diagnósticos também sumarizaram os achados de cada casa, individualmente, quanto ao nível de resiliência médio para cada item de avaliação do indicador “Edifício bioclimático” (Figuras 69 e 70, que exemplificam conteúdo dos mapas). A RR foi aplicada com auxílio de memoriais de avaliação por casa, utilizando as planilhas do MS Excel, que, por sua vez, alimentaram o quadro final de avaliação por aspecto avaliado (Quadro 28).

Figura 69 - Mapa de diagnósticos RSB.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 70 - Mapa de diagnósticos 2A4.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 28 - Resultados por aspectos avaliado: Edifício bioclimático.

				TODAS AS CASAS			
				NÍVEL OBTIDO			
				VISITADAS		EMBRIÕES	
INDICADOR	SUB-INDICADORES	ITENS DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS AVALIADOS	RSB	2A4	RSB	2A4
Edifício bioclimático	Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural	Propriedades térmicas e óticas de componentes construtivos	Absorção de calor de paredes externas (média)	4.00	1.54	4.00	1.00
			Absorção de calor de coberturas (média)	1.99	1.00	3.00	1.00
			Transmissão de calor de paredes externas (média)	4.00	1.54	4.00	1.00
			Transmissão de calor de coberturas (média)	1.99	1.00	3.00	1.00
		Estratégias de bioconstrução	Uso de materiais alternativos para vedação horizontal	1.00	1.00	1.00	1.00
			Uso de materiais alternativos para vedação vertical	1.00	1.00	1.00	1.00
			Uso de técnicas construtivas alternativas (estrutura)	1.00	1.00	1.00	1.00
		Autonomia energética	Fontes de energia elétrica alternativas	1.00	1.00	1.00	1.00
			MÉDIA DO SUBINDICADOR	**2.00**	**1.14**	**2.25**	**1.00**
	Geometria considerando interações com a radiação solar	Posição, características e condição de uso de janelas	Orientação solar da janela (média todos os ambientes)	3.08	3.85	3.53	3.73
			Percentual de elementos transparentes (média todos os ambientes)	2.21	2.26	2.00	2.40
			Área efetiva de iluminação de janelas (média APPs)	2.98	3.79	2.70	4.00
			Condição de uso das janelas - obstrução (média todos os ambientes)	3.85	3.94	4.00	4.00
		Proteção solar de janelas	Presença de elementos de sombreamento em janelas (média APPs)	2.30	2.18	1.00	1.00
			Presença de venezianas em janelas (média APPs)	2.78	2.90	3.00	3.00
			Presença de prateleira de luz em janelas (média APPs)	1.00	1.00	1.00	1.00
		Projeto da cobertura	Prolongamento da cobertura (média todas as orientações)	2.03	3.31	2.00	4.00
		Posição de ampliações	Situação da janela em relação à ampliação/própria edificação (média todos os ambientes)	2.79	3.41	4.00	4.00
			MÉDIA DO SUBINDICADOR	**2.56**	**2.96**	**2.58**	**3.01**
	Geometria considerando interações com ventilação natural	Posição, características e condição de uso de aberturas	Orientação da janela em relação ao vento predominante (média todos os ambientes)	1.63	2.05	2.00	1.80
			Posição relativa entre janela e janela/porta (média todos os ambientes)	3.75	3.81	4.00	4.00
			Percentual de abertura para ventilação (média todos os ambientes)	3.36	3.72	4.00	4.00
			Área efetiva de ventilação de janelas (média APPs)	**2.34**	**3.79**	2.70	4.00
			Condição de uso das janelas - funcionamento (média todos os ambientes)	3.54	3.83	4.00	4.00
			Uso de elementos de vedação vertical permeáveis (todos os ambientes)	1.00	1.00	1.00	1.00
			Uso de janelas flexíveis e ventilação seletiva (todos os ambientes)	1.00	1.00	1.00	1.00
			Uso de estratégias para exaustão	1.00	1.00	1.00	1.00
		Projeto da cobertura	Altura do ático	2.28	2.53	4.00	4.00
			Ventilação da cobertura	1.00	1.00	1.00	1.00
		Dimensões de ambientes	Altura do pé direito (média todos os ambientes)	2.37	2.01	4.00	4.00
		Posição de ampliações	Situação da janela em relação a ampliação/própria edificação (média todos os ambientes)	2.79	3.26	4.00	4.00
			MÉDIA DO SUBINDICADOR	**2.17**	**2.42**	**2.63**	**2.82**
	Paisagismo funcional	Vegetação no lote	Permeabilidade do solo	2.29	2.43	4.00	4.00
			Vegetação na calçada	2.19	1.86	4.00	4.00
			Vegetação dentro do terreno	2.90	1.95	1.00	1.00
		Vegetação em casa	Superfícies verdes	1.00	1.00	1.00	1.00
			MÉDIA DO SUBINDICADOR	**2.10**	**1.81**	**2.50**	**2.50**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 29 - Resultados por item de avaliação: Edifício bioclimático.

		TODAS AS CASAS			
		NÍVEL OBTIDO			
		VISITADAS		EMBRIÕES	
SUBINDICADORES	ITENS DE AVALIAÇÃO	RSB	2A4	RSB	2A4
Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural	Propriedades térmicas e óticas de componentes construtivos	2.99	1.27	3.50	1.00
	Estratégias de bioconstrução	1.00	1.00	1.00	1.00
	Autonomia energética	1.00	1.00	1.00	1.00
	Média	**1.66**	**1.09**	**1.83**	**1.00**
Geometria considerando interações com a radiação solar	Posição, características e condição de uso de janelas	3.03	3.46	3.06	3.53
	Proteção solar de janelas	2.03	2.03	1.67	1.67
	Projeto da cobertura	2.03	3.31	2.00	4.00
	Posição de ampliações	2.79	3.41	4.00	4.00
	Média	**2.47**	**3.05**	**2.68**	**3.30**
Geometria considerando interações com ventilação natural	Posição, características e condição de uso de aberturas	2.20	2.52	2.46	2.60
	Projeto da cobertura	1.64	1.77	2.50	2.50
	Dimensões de ambientes	2.37	2.01	4.00	4.00
	Posição de ampliações	2.79	3.26	4.00	4.00
	Média	**2.25**	**2.39**	**3.24**	**3.28**
Paisagismo funcional	Vegetação no lote	2.46	2.08	2.50	2.50
	Vegetação em casa	1.00	1.00	1.00	1.00
	Média	**1.73**	**1.54**	**1.75**	**1.75**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Tabela 30 - Resultados por sub-indicador: Edifício bioclimático.

	TODAS AS CASAS			
	NÍVEL OBTIDO			
	VISITADAS		EMBRIÕES	
SUBINDICADORES	RSB	2A4	RSB	2A4
Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural	2.00	1.14	2.25	1.00
Geometria considerando interações com a radiação solar	2.56	2.96	2.58	3.01
Geometria considerando interações com ventilação natural	2.17	2.42	2.63	2.82
Paisagismo funcional	2.10	1.81	2.50	2.50
Média	**2.21**	**2.08**	**2.49**	**2.33**

Fonte: elaborado pela autora (2023).

A fim de subsidiar análises comparativas, a RR para o indicador “Edifício bioclimático” foi aplicada nas casas conforme entregues (embriões) nas duas unidades de análise, bem como nas casas visitadas. As Tabelas de 28 a 30 apresentam, respectivamente, os resultados da aplicação da RR por aspecto de

avaliação, item de avaliação e sub-indicador, os quais serão frequentemente referidos nos próximos tópicos de apresentação e discussão de resultados.

Avaliação dos embriões

A partir da aplicação da régua para o indicador “Edifício bioclimático” nas casas conforme entregues, considerando apenas variações de orientações solares (4 tipos para o RSB e 3 tipos para o 2A4), foram constatadas algumas diferenças importantes entre os CHIS. Primeiramente, a diferença nas avaliações para o subindicador **“Sistemas construtivos considerando interações com radiação solar e ventilação natural”.** As telhas cimentícias e paredes em concreto maciço utilizadas no 2A4 não atendem os requisitos mínimos para absortância e transmitância na ZB 4, conforme parametrizado pela régua. A avaliação desses itens fez com que o 2A4 fosse avaliado para esse subindicador como “não resiliente” – nota 1, enquanto o RSB foi avaliado como “pouco resiliente” – nota 2.25 (Tabela 30).

Os subindicadores “Geometria considerando interações com a radiação solar” e “Geometria considerando interações com ventilação natural” mantiveram pontuações próximas nos conjuntos, sendo um pouco melhores no 2A4. Observando a Tabela 29, vê-se que o 2A4 tem melhor desempenho que o RSB para os itens de avaliação “posição, características e condições de uso de janelas” e “projeto da cobertura”.

Para o subindicador “Geometria considerando interações com a radiação solar”, em seu item “posição, características e condições de uso de janelas”, o percentual de elementos transparentes é maior no 2A4, já que as janelas dos quartos e salas têm área efetiva de iluminação (AEI) um pouco maior que no RSB. Ao passo que no 2A4 janelas de quartos têm AEI = 0.675 m² e salas têm AEI = 1.56 m², no RSB esse número é de 0.6 m² nos quartos e 1.05 m² na sala, fazendo com que a proporção de área transparente em relação à área do cômodo seja maior (rever Apêndice 4, que contém informações sobre esquadrias nos conjuntos). Além disso, todas as janelas de quartos e salas no 2A4 têm AEI, em relação ao vão, superior a 45%, rendendo a classificação de “resiliente”, nota 4, a esse aspecto. No item “projeto da cobertura”, o simples fato de os beirais do

embrião serem 10 cm maiores no 2A4 fez com que o aspecto “prolongamento da cobertura” recebesse nota 4 (Tabela 28).

Aspectos análogos justificam a sutil diferença de pontuação observada para o subindicador “Geometria considerando interações com ventilação natural”, também para o item “posição, características e condições de uso de janelas”. Quanto à orientação de janelas dos ambientes em relação ao vento predominante, o 2A4 é 0.2 pontos pior que o RSB. Nesse conjunto, há janelas em APP em 3 diferentes direções, ao passo que no RSB, as janelas de APP voltam-se para apenas 2 direções. Com isso, as chances de haver uma tipologia no 2A4 orientada de tal forma que a maioria das janelas deem as costas aos ventos predominantes é maior, sendo o que de fato aconteceu, com a tipologia 2 (frente da casa voltada a Noroeste, em que apenas quarto 2 e cozinha dão face, parcialmente, aos ventos dominantes). Por outro lado, a área efetiva de ventilação das janelas no 2A4 é maior que no RSB, conforme visto anteriormente, rendendo maior pontuação a esse item para o 2A4.

Apesar disso, nos dois conjuntos, desde o embrião, chama a atenção a completa inexistência de elementos de proteção solar e/ou filtragem da radiação externos – como brises, marquises e prateleiras de luz, bem como de alternativas para melhor aproveitamento da ventilação natural – como janelas flexíveis, vedações verticais permeáveis e exaustores. Com efeito, observa-se que esses itens tiveram a pontuação mais baixa possível, na Tabela 28. Tratam-se de estratégias passivas implementadas desde o projeto arquitetônico que garantem uma relação mais virtuosa e adaptativa entre clima, edificação e pessoas, que inseridos desde o embrião poderiam diminuir os impactos percebidos e mesmo induzir a replicação dessas estratégias nas futuras ampliações.

Confirmam-se assim algumas hipóteses lançadas durante a avaliação de impactos, de que aspectos referentes, primeiramente, à materialidade no 2A4 comprometem sua resistência ao clima na ZB 4, justificando o elevado número de pessoas insatisfeitas especialmente com o calor. Além disso, questões relativas à geometria e posicionamento de aberturas e sua interação com a radiação e ventilação naturais também encontraram subsídio a partir dessa primeira análise dos embriões. Maiores áreas transparentes e de ventilação, somadas a inadequação de propriedades térmicas do envoltório, no 2A4, acentuam problemas com calor. Com isso, ampliações gerando sombreamento

dessas aberturas, apesar de favorecerem outros problemas relacionados à redução da salubridade do ar e mesmo a um pequeno aumento de horas em frio no inverno, trazem contribuição sensível para redução na carga térmica absorvida por elementos transparentes e paredes de concreto maciço, conforme sugerido na avaliação de impacto.

O subindicador “paisagismo funcional” recebe pontuações idênticas nos dois conjuntos. Os lotes entregues sem pavimentação e com mudas de árvores plantadas a cada duas casas, conforme padrão do PMCMV, garantem mínima aceitabilidade para esse aspecto. No entanto e conforme visto a partir dos resultados da avaliação de impacto por meio do instrumento 1A.3, após poucos anos de ocupação, há uma tendência à impermeabilização do lote simultânea à supressão de áreas verdes. Mais uma vez, verifica-se a ausência de projeto arquitetônico que, dessa vez, preveja a integração da vegetação com o lote e interiores da unidade habitacional, deixando de incentivar a conservação do verde e consequente usufruto de seus benefícios, inclusive, para o quesito conforto térmico.

Afinal, tem-se que os embriões, em todas suas orientações solares, já começam com pontuações baixas, em média 2.49 no RSB e 2.33 no 2A4 para o atributo Conforto térmico, a partir do indicador “Edifício bioclimático”. Tem-se, com isso, uma situação, *a priori*, de pouca resiliência no estudo de caso. As ampliações ora atenuam, ora agravam a situação, conforme apresentado na sequência.

Avaliação das casas visitadas

A Tabela 30 permite observar que, para quase todos os subindicadores, exceto um, as casas visitadas mantiveram ou pioraram sua pontuação de resiliência, em relação aos embriões conforme entregues. O subindicador **“Sistemas construtivos considerando interações som a radiação solar e ventilação”** é o único para o qual foi observada uma melhora, no 2A4. Ao observar a Tabela 28, é possível notar que essa melhora ocorre para o item de avaliação relativo às propriedades térmicas da envoltória, e que os aspectos absorção e transmissão de calor de paredes tiveram acréscimo de 0.54 pontos nas casas visitadas, em média, contribuindo para aumento de apenas 0.14 na média do subindicador. Essa alteração se deveu ao fato de, nas ampliações, ser

utilizado predominantemente o bloco cerâmico em paredes, que tem melhor avaliação que a parede de concreto maciça, segundo os critérios da RR (Apêndice 4). Avaliando-se o conjunto composto por embrião em concreto maciço e ampliações em bloco cerâmico, elevou-se a média proporcionalmente à quantidade utilizada de cada um, nas residências conforme encontravam-se nos dias de visita (Figura 71B).

No RSB, o inverso aconteceu. Devido ao uso predominante de telhas de fibrocimento sem forro ou laje como material de cobertura para ampliações (Figura 71A), considerando que esse material é pior avaliado pela RR que as telhas cerâmicas do embrião, há uma depreciação na média das avaliações para o aspecto absorção e transmissão de calor de coberturas. Com isso, a pontuação para esses aspectos foi de 3 – "moderadamente resiliente", para 1.99 – que se enquadra como "pouco resiliente". Ainda assim, a avaliação para esse subindicador nas casas visitadas permaneceu igual à dos embriões, como "pouco resiliente" – nota 2, no RSB e "não resiliente" – nota 1.14, no 2A4.

Observa-se, por um lado, o elevado impacto das propriedades térmicas dos materiais da envoltória sobre a avaliação geral da combinação embrião + ampliações (SILVA e GHISI, 2013). Paralelamente, evidenciam-se os atributos do bloco cerâmico na ampliação da resistência de paredes à transmissão de calor, corroborando os achados de Moreno, Morais e Souza (2017).

Ademais, a pontuação referente aos itens "estratégias de bioconstrução" e "autonomia energética" é a mínima para embriões e casas visitadas nos dois conjuntos, devido à ausência de tais estratégias, deixando de conferir robustez e elasticidade preconizados para concretização do sub-indicador.

A avaliação do subindicador **"Geometria considerando interações com a radiação solar"** comportou-se de forma similar ao que aconteceu na avaliação dos embriões. A pontuação das casas visitadas, no 2A4, permanece sendo um pouco maior que no RSB, no entanto, ambos os conjuntos passam a ser avaliados como "pouco resilientes", com pontuação abaixo de 3.

Observando a Tabela 28, percebe-se que os aspectos "orientação solar da janela", e "situação da janela em relação à ampliação/própria edificação" foram aqueles que tiveram maior depreciação nas casas visitadas em relação aos embriões. Em diversas casas, janelas foram suprimidas ou simplesmente não instaladas em ambientes criados (Figura 72A e 72C), ao passo que em

outras, a orientação solar foi desfavorável – com situação de janelas de quartos a Oeste ou Sul, por exemplo, puxando para baixo a avaliação do conjunto de janelas nas casas do RSB. No 2A4, o mesmo item teve avaliação pouco melhor nas casas visitadas, em relação aos embriões. Devido a forma como o loteamento está implantando em relação ao sol, essas ampliações quase sempre deram face ao norte (azimute 327º) – correspondente à nota 4 para áreas de serviços, contribuindo para melhora na pontuação geral da casa para esse aspecto (figura 72B).

Figura 71 – Influência de materiais de ampliação sobre a avaliação.



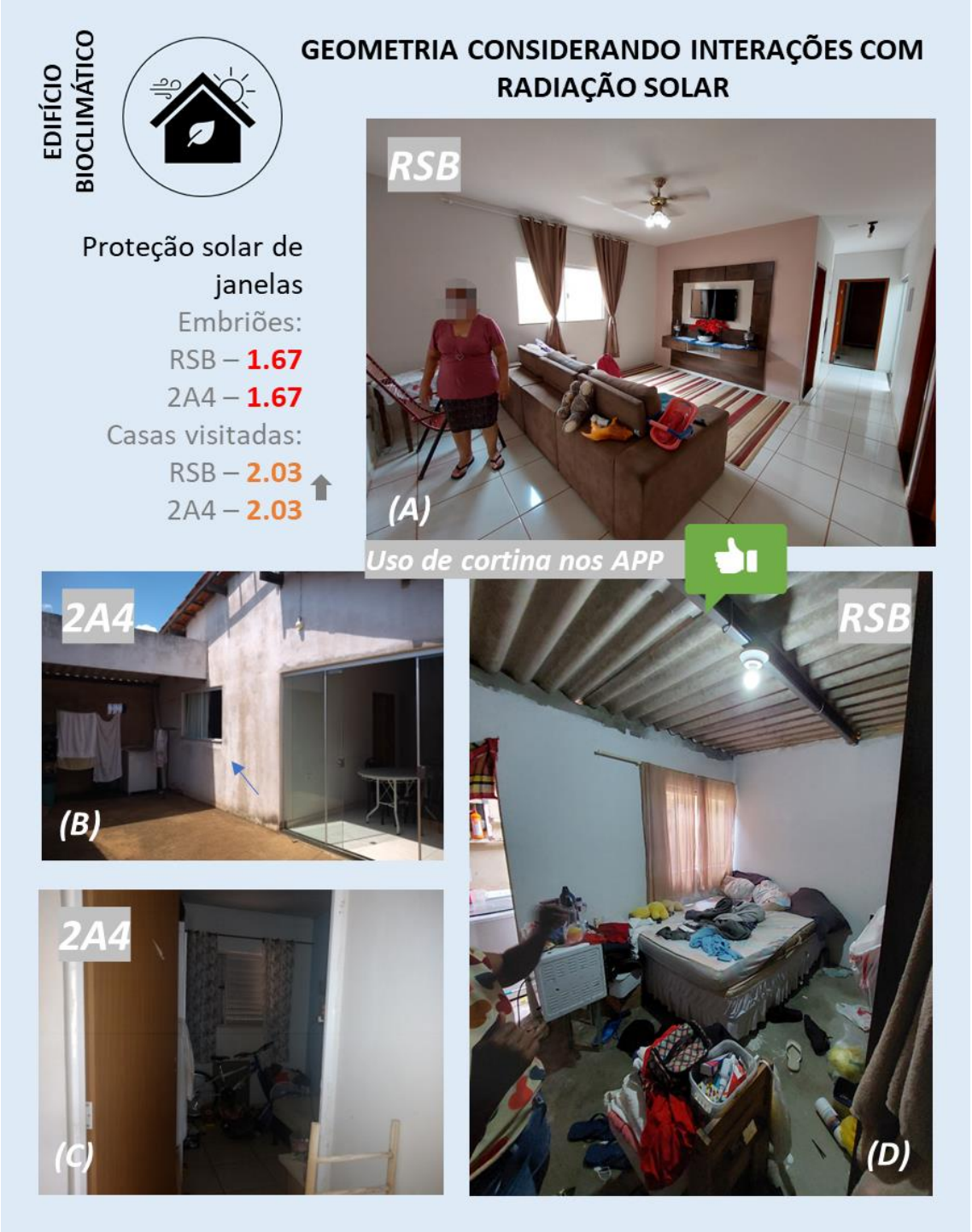
Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 72 - Supressão de janelas e orientação solar.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 73 – Inserção de elementos de proteção solar.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Paralelamente, a criação de ampliações frequentemente obstruiu janelas existentes por completo, o que ocorre com mais frequência no RSB, reduzindo consideravelmente a pontuação do aspecto “situação da janela em relação à ampliação/própria edificação”. De orientação solar não otimizada e criação de sombreamentos não propositais, decorre uma menor resistência do envoltório à

passagem de calor, favorecendo condições de desconforto (BEKKOUCHE *et al.*, 2013)

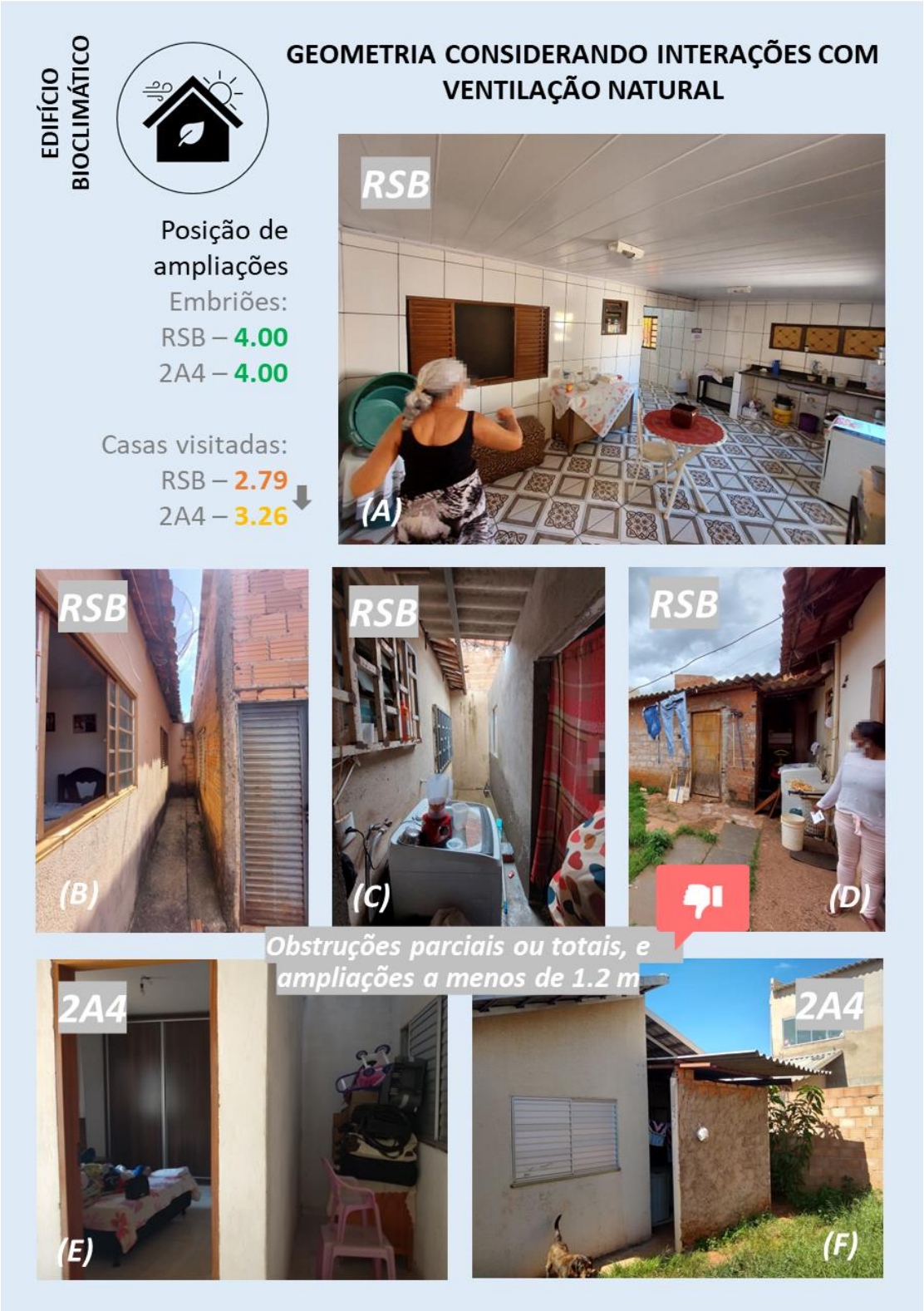
Por outro lado, a instalação de novas janelas com venezianas e utilização de cortinas nas casas contribuíram para um considerável aumento na pontuação das casas visitadas em relação aos embriões, para o aspecto “presença de elementos de sombreamento em janelas” (Figura 73). As cortinas conferem oportunidade de adaptação do ambiente térmico pelo usuário, sendo também recursos de proteção solar pertinentes, ainda que pouco eficientes do ponto de vista do barramento do calor (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014). Essa prática alterou a avaliação desse aspecto da nota 1 (não resiliente, para ambos os CHIS), para 2.3 no RSB e 2.18 no 2A4, não sendo capaz, porém, de aumentar a pontuação das casas visitadas para o sub-indicador em questão, que teve outras depreciações em relação aos embriões.

Outra alteração que trouxe benefício à avaliação no RSB, sem, no entanto, alterar a avaliação média do subindicador, foi um ligeiro aumento da nota para o aspecto “área efetiva de iluminação de janelas” (de 2.7 para 2.98), já que o modelo de esquadria preferido em quartos e salas criados é o *blindex*, cuja transparência em muito difere do modelo original entregue – a começar pelo fato de não ter folhas fixas de metal, ocupando todo o vão da janela (Figuras 72 e 73). No entanto, a ausência de venezianas nos APP (quartos e salas) foi penalizada por outro aspecto nas casas visitadas, uma vez que transparência absoluta tem também seus prejuízos para o conforto térmico, especialmente no verão, respondendo por 45% dos ganhos e perdas térmicas em edificações (DUTTA, SAMANTA e NEOGI, 2017).

A avaliação do sub-indicador **“Geometria considerando interações com a ventilação natural”** teve uma depreciação maior, comparando-se embrião e casas visitadas, em relação ao anterior (no RSB, foi de 2.63 para 2.17 e no 2A4, de 2.82 para 2.42). Analogamente à orientação solar, a avaliação do aspecto “orientação em relação aos ventos predominantes” também foi prejudicada pela criação de ambientes sem janelas ou remoção de janelas, no RSB. Simultaneamente, a obstrução parcial ou total de janelas gerada pela criação de ampliações contíguas ao embrião, também repercutiu em pior avaliação das casas visitadas para o aspecto “situação da janela em relação à ampliação/própria edificação” (figura 74). Ventilação cruzada e renovação de ar

deixam de ser, dessa forma, aspectos qualificadores do ambiente térmico nessas moradias, reduzindo sua habilidade de interagir virtuosamente com a ventilação natural (CORBELLA e CORNER, 2017; KWOK e GRONDZIK, 2013).

Figura 74 – Bloqueio parcial ou total da radiação solar.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

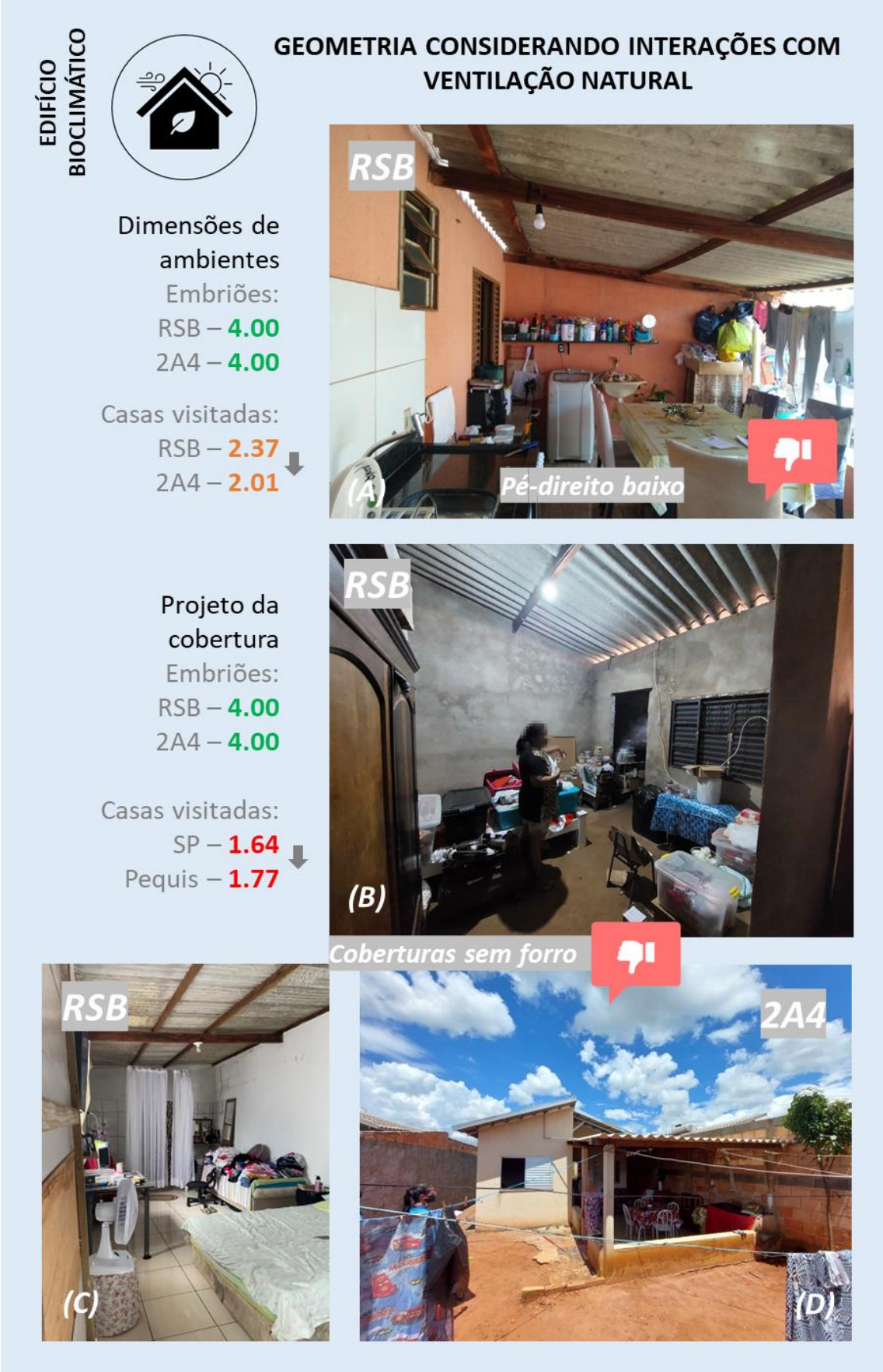
Em relação ao aspecto “percentual de abertura para ventilação”, houve casas ampliadas em que apenas uma janela ventilava grandes áreas (Figura 75A). Além disso, houve casos de instalação de janelas com maior proporção de áreas transparentes, porém, menor vão total e abertura efetiva para ventilação, repercutindo negativamente na avaliação dos aspectos “percentual de abertura para ventilação” (que no RSB, foi de 4 para 3.36 e no 2A4, de 4 para 3.72) e “área efetiva de ventilação” (indo de 2.7 para 2.34 RSB e de 4 para 3.79 no 2A4). A menor ventilação por área reduz o potencial passivo de arrefecimento proporcionado pela ventilação, prejudicando sua resistência aos rigores do clima (SORGATO, VERSAGE e LAMBERTS, 2011).

Figura 75 - Área de ventilação insuficiente.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 76 - Redução do pé-direito e coberturas sem forro.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 77 – Pavimentação e supressão de vegetação no lote.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Na maioria das casas onde houve ampliações, nos dois CHIS, fez-se uso de telhas de fibrocimento sem forro ou laje, para a cobertura. Além disso, em muitas ampliações a cobertura deu continuidade ao beiral do embrião,

observando-se uma sensível redução do pé-direito nos ambientes criados, em relação ao embrião (Figura 76). Em função dessas práticas, os aspectos “altura do ático” e “altura do pé-direito” tiveram suas avaliações consideravelmente comprometidas, saindo do nível “resiliente” – nota 4, para “pouco resiliente” – entre 2 e 3 pontos, para os dois CHIS. Essas transformações favorecem a retenção de ar quente e poluído em nível mais próximo dos usuários (CORBELLA e CORNER, 2017), aumentando a sensação de desconforto originalmente proporcionada pelas telhas de fibrocimento sem forro/laje, na ZB 4.

A ausência de estratégias como “o uso de elementos de vedação vertical permeáveis”, o “uso de janelas flexíveis e ventilação seletiva” e o “uso de estratégias para exaustão” deixam de atribuir as casas uma redundância na interação com a ventilação natural. Ainda que menos convencionais, tratam-se de estratégias financeiramente viáveis, que passivamente poderiam potencializar a relação virtuosa entre geometria e ventilação natural (GIRALDO e HERRERA, 2017; ANDRADE e DORNELLES, 2019; OLIVEIRA e CARLO, 2021).

Quanto ao subindicador **“Paisagem funcional”,** último para o indicador “Edifício Bioclimático”, a principal causa de redução na pontuação geral foi a supressão de áreas permeáveis e vegetação na calçada, simultâneos ao aumento na área construída e pavimentação do lote (figura 77A e B), repercutindo sobre a avaliação dos aspectos “permeabilidade do solo” e “vegetação na calçada”.

Apesar disso, houve melhora na avaliação para o aspecto “vegetação dentro do terreno”, com presença de arbustos e árvores em algumas casas visitadas (contra nenhuma, nos embriões conforme entregues) – figura 77C e D. Essa arborização, como recurso, demanda valorização e proteção, de um ponto de vista comunitário. Além dos benefícios ecossistêmicos que sua presença nas cidades representa, há aqueles diretamente relacionados à habilidade que conferem ao ambiente construído de resistir a eventos de calor extremos (RICHARD, BELCHER e EDWARDS, 2020; VIEIRA e BARTHOLOMEI, 2021). No entanto, interessa frisar que tal habilidade está diretamente condicionada às condições de saúde dessa vegetação, determinantes de sua habilidade de evapotranspiração e arrefecimento natural do ar (TAKEDA, MONTEIRO e

HERNANDEZ NETO, 2019). Ademais, a ausência de superfícies verdes (tais como telhados e paredes verdes) reduz a redundância do sistema, rendendo a esse item a menor nota possível. Com isso, a redução na transmissão de calor pelo envoltório, o arrefecimento do ar e mesmo efeitos psicossomáticos que seriam capazes de proporcionar deixam de ser percebidos (MUÑOZ e FONTES, 2022), depreciando a resiliência do conjunto.

Observando novamente a média dos resultados por sub-indicador e por CHIS, para os embriões e casas avaliadas (Tabela 30), chamaram a atenção alguns pontos:

1. O 2A4 tem melhor avaliação (nos embriões e casas visitadas) para os indicadores que relacionam geometria da edificação às interações com radiação solar e ventilação natural;
2. Os embriões do RSB têm melhor avaliação para o subindicador "sistemas construtivos". Apesar disso, nas casas visitadas, as ampliações pioraram essa avaliação para o RSB e a melhoraram, para o 2A4 – ainda assim mantendo sua classificação como "não resiliente" (entre 1 e 2 pontos);
3. A pior avaliação para o subindicador "paisagismo funcional" nas casas visitadas foi obtida pelo 2A4, derivadas de um processo mais intenso de supressão da vegetação no lote;
4. Há uma redução de, em média, 0.27 pontos de resiliência nas casas visitadas, em relação aos embriões (0.28 para RSB e 0.25 para 2A4);
5. A avaliação qualitativa geral dos embriões e casas visitadas é a mesma, classificando-se como "pouco resilientes" (já que pontuações permaneceram entre 2 e 3 pontos).

Encarando a régua de resiliência como uma métrica capaz de medir o quão preparadas estão as casas para lidar de forma resiliente com o clima e manifestar conforto térmico, encontram-se aqui algumas explicações para problemas aferidos a partir da avaliação de impacto, quanto às qualidades que as casas têm (ou não) e sua repercussão sobre o conforto térmico.

Quanto ao ponto 1, acima, verificou-se que a orientação de janelas em relação aos ventos, bem como suas áreas efetivas de ventilação e iluminação e o prolongamento de beirais de coberturas são melhores no 2A4 que no RSB.

Essas características associadas contribuem para melhor relação entre envoltória e elementos do clima, favorecendo trocas térmicas – menor retenção de calor durante o verão, devida às melhores condições de ventilação de ambientes e aquecimento passivo durante o inverno, por meio de maior área de superfícies transparentes. A evidência para essa interpretação é o fato de existir menor percentual de horas em desconforto por calor no 2A4 em relação ao RSB (26.75% nos embriões), que cai para 23.78% nas casas ampliadas. Isto é, além das características de aberturas serem mais favoráveis, estima-se que o sombreamento proporcionado pelas ampliações beneficie o conforto térmico das casas.

No RSB, o mesmo não ocorre, pelo contrário, as ampliações pioram em 37% o número de pessoas incomodadas com calor, elevando de 34.26% para 36.71% o percentual de horas em desconforto por calor. Observa-se ainda a piora considerável na avaliação dos aspectos absorção e transmissão de calor das coberturas na RR, indo de 3 pontos (moderadamente resiliente) no embrião, para 1.99 (não resiliente), nas casas visitadas, sendo essa, também, uma relação possível (ponto 2).

Quanto ao ponto 3, observando a avaliação média do subindicador “paisagismo funcional” para os dois conjuntos, vê-se que no 2A4, a piora da pontuação para esse subindicador, mais especificamente no aspecto “vegetação no lote”, é maior. Não à toa, a partir da avaliação de impacto, verificou-se que no 2A4, a quantidade média de áreas impermeáveis por lote é de 56.38 m², 16.73 m² a mais que no RSB, ao passo que a proporção de árvores é de apenas 0.51 árvores por lote, contra 0.69 no RSB. Pequenas diferenças que, nesse caso, tornaram as casas visitadas do 2A4 “não resilientes” para esse subindicador – pontuação de 1.81, ao passo que o RSB permaneceu pouco resiliente – nota 2.21.

Em todo caso, a variação nas pontuações verificada entre embrião e casas visitadas (em sua maioria ampliadas), para todos os subindicadores, é muito pequena, não representando efetiva melhora na resiliência das casas do estudo de caso (pontos 4 e 5). As variações foram observadas, em sua maioria, para aqueles aspectos avaliados que conferem resistência e adaptabilidade da edificação frente aos efeitos do clima. Podem ser considerados como a “linha

de frente” no “combate” aos rigores do clima, como técnicas passivas de mais fácil incorporação em processos de projeto tradicionais.

Itens menos convencionais de avaliação propostos, como “estratégias de bioconstrução”, “autonomia energética”, “uso de janelas flexíveis”, “superfícies verdes”, que trariam robustez e elasticidade à edificação, nem mesmo foram observados. Afinal, as casas conforme ofertadas(embriões) e após modificações (visitadas) são igualmente despreparadas para lidar com o clima, não cumprindo os requisitos de um “Edifício bioclimático”. Considera-se que a ausência do profissional Arquiteto e Urbanista devidamente instrumentalizado durante o projeto e posterior orientação de reformas tem impactos sensíveis sobre a resiliência desse tipo de moradia ao clima, prejudicando diretamente o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas que ali residem.

3.2.4 Síntese dos achados e resposta às perguntas de pesquisa

A partir dos resultados obtidos a partir da aplicação dos instrumentos de avaliação da resiliência, retomam-se as perguntas que guiaram sua concepção:

3. Quais critérios subsidiam o entendimento e mensuração da resiliência a partir do conforto térmico em HIS? (pesquisa bibliográfica, casos controle)
4. Qual o nível de resiliência das casas e das pessoas no estudo de caso, segundo critérios propostos? (instrumentos 1B.1)
5. Quais orientações podem ser fornecidas visando aprimorar a resiliência a partir do conforto térmico no estudo de caso? (instrumentos 1B.1)

Considera-se que a pergunta de nº 3 **“Quais critérios subsidiam o entendimento e mensuração da resiliência a partir do conforto térmico em HIS?”** tenha sido satisfatoriamente respondida a partir da definição e defesa de indicadores, sub-indicadores, itens/aspectos e requisitos de avaliação da resiliência a partir do Conforto Térmico, dos quais se ocupou inteiramente a sessão 3.2.1 do presente capítulo.

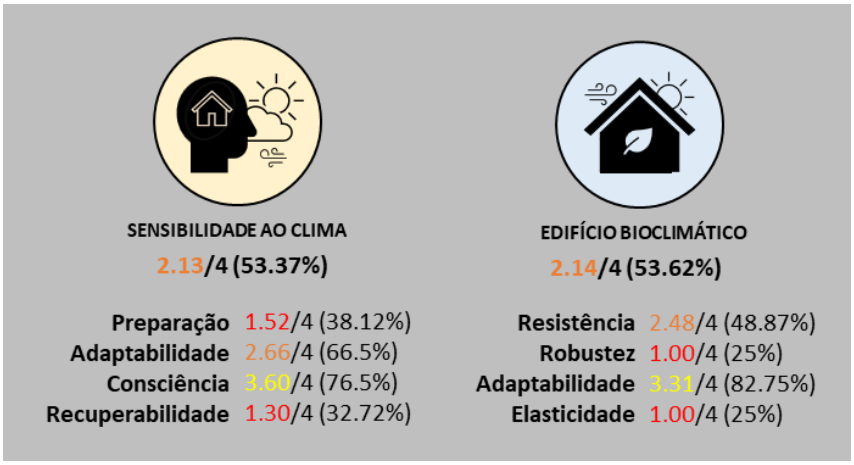
À luz da pergunta de pesquisa 4, da avaliação de impacto: **“Qual o nível de resiliência das casas e das pessoas no estudo de caso, segundo os critérios propostos?”**, e considerando a nota 4 como um nível desejável de

resiliência (100%), foram analisadas as pontuações obtidas para cada subindicador, indicador e atributo no estudo de caso em relação a essa nota.

Para o indicador “Edifício bioclimático”, as classificações do nível de resiliência foram desde o “não resiliente”, para “sistemas construtivos considerando interações com radiação solar e ventilação natural” e “paisagismo funcional”, até o “pouco resiliente” para “geometria considerando interações com radiação natural” e “geometria considerando interações com ventilação natural”. A média para esse indicador nos estudos de caso foi de 2.14, o que corresponde a 53.62% da meta de 4 pontos. Os principais problemas observados nesse indicador (notas mais próximas de 2), para o estudo de caso, foram: inadequação de materiais construtivos de paredes e cobertura; inexistência de estratégias de bioconstrução e de fontes de energia elétrica alternativas; reduzido percentual de elementos transparentes em janelas; escassez de elementos de sombreamento e filtragem da luz em janelas; orientação desfavorável de janelas em relação ao vento; reduzido percentual de aberturas para ventilação em janelas; inexistência de recursos alternativos para ventilação natural; supressão do verde no lote e unidade habitacional e inexistência de vegetação dentro de casa.

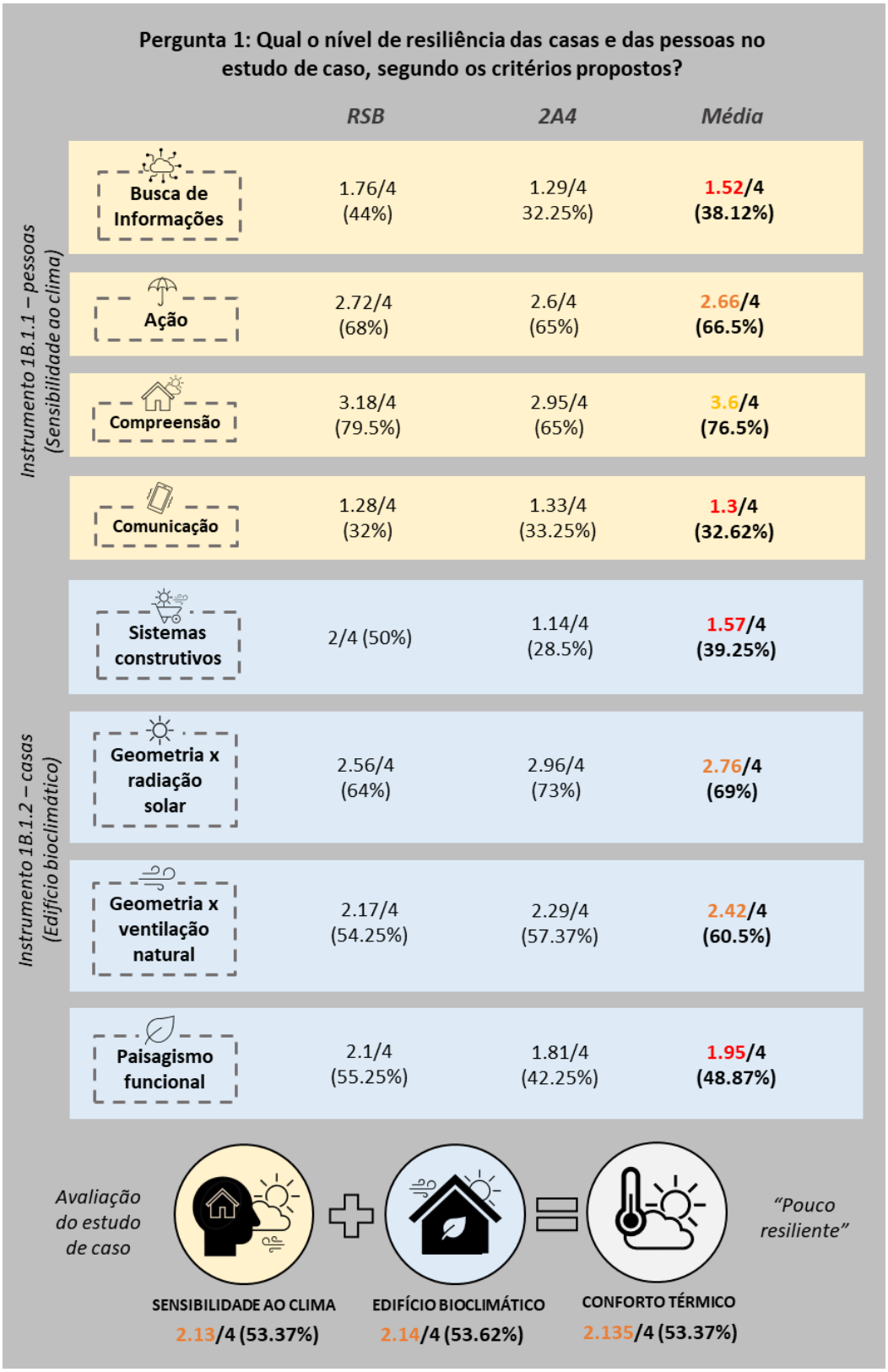
Com relação ao indicador “Sensibilidade ao clima”, as classificações variaram mais, indo desde o “não resiliente”, para “busca de informações sobre o clima” e “existência de meios de comunicação para pedido de ajuda”, passando pelo “pouco resiliente” para “ação para lidar com o clima”, até o “moderadamente resiliente” para “compreensão da relação clima x ambiente construído x conforto térmico”.

Figura 78 - Resultados por definição de resiliência.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quadro 31 – Resultados por sub-indicador de resiliência.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Constatou-se que as pessoas têm uma boa compreensão sobre a relação entre conforto térmico e características geométricas, materiais, de uso e entorno

de suas casas. No entanto, um número menor de pessoas relatou agir sobre as casas com vistas a adaptação frente ao clima, ao passo que um número ainda menor tem o hábito de se preparar para as oscilações do clima, bem como dispor de contatos para pedido de ajuda em casos de emergência.

Constata-se que as casas no estudo de caso possuem condições construtivas que as classificaram como “pouco resilientes” (nota 2.14). As pessoas, por sua vez, alcançaram nota equivalente de 2.13, sendo igualmente “pouco resilientes”. Isto é, a casa e as pessoas são pouco resilientes (nota 2.135) em termos de Conforto Térmico, sendo assim, mais propensas a lidarem de forma pouco resiliente com o clima, experienciando desconforto térmico e suas consequências negativas. A figura 78 e quadro 31 sumarizam os resultados por definição e sub-indicador de resiliência a partir do Conforto Térmico, bem como uma porcentagem expressando o quanto a casa e as pessoas estão sendo capazes de cumprir a meta de 100% desejável – nota 4 (resiliente). As notas expressas na figura 78 vieram de médias simples para os aspectos avaliados relacionados a cada definição de resiliência proposta.

Quanto à pergunta de nº 5, da avaliação de resiliência (**“Quais orientações podem ser fornecidas visando aprimorar a resiliência a partir do Conforto Térmico no estudo de caso?”**)**,** pode-se dizer que a avaliação apresentada apontou aspectos prioritários de ação no estudo de caso. Tratam-se de prioridades aplicáveis ao recorte da pesquisa: CHIS horizontais, situadas na ZB 4, na cidade de Uberlândia (MG). Para esse recorte, existe potencial de generalização dos resultados, ainda que pequenas variações em técnicas construtivas, plantas e hábitos/tendências culturais sejam observados. Isso porque o estudo procurou minimizar vieses e obter um cenário compreensivo da amostra no recorte, ao trabalhar com dois CHIS horizontais com diferenças em termos de técnica construtiva, planta e opção de implantação no lote.

Os resultados se propõem a subsidiar a prestação assertiva de assistência técnica para HIS (ATHIS), levando em conta o cenário avaliado. A Lei Federal 11.888/2008, ou lei de ATHIS, prevê o direito à assistência técnica gratuita para construção de moradias destinadas a famílias de baixa renda (BRASIL, 2008; IAB, 2010). Dessa forma, fomenta a produção de moradias dignas, capazes de abrigar as necessidades humanas e favorecer a qualidade de vida e saúde dos mais vulneráveis, como direito humano e questão de

interesse público. Com isso, inclui especialmente as necessidades de moradias em uso, que compõem enorme *déficit* habitacional qualitativo no Brasil – quase 25 milhões em 2019 (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021). Destaca-se, dessa forma, a relevância de se construírem pontes entre saberes técnicos/acadêmicos e a sociedade civil, visando o suprimento de necessidades reais da "cidade informal" (D'AMORE, 2019).

Nesse sentido, a efetiva implementação da Lei tem sido incentivada pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU-BR), que, desde 2017, direciona 2% de sua arrecadação anual ao patrocínio de iniciativas em ATHIS (AMIRATI, 2019). Esse incentivo cobre a prestação de ATHIS em todo o território nacional, por meio de variadas propostas e abordagens, apreciadas no escopo de editais de concorrência pública[57]. Entre os objetivos desses editais, figuram[58]:

a) Promover a produção de conhecimento na área de Assistência Técnica para a Habitação de Interesse Social (ATHIS) que oriente o exercício profissional e o seu aperfeiçoamento;
b) Estimular melhorias das moradias em assentamentos urbanos e/ou rurais;
c) Apresentar metodologia inovadora de práticas e técnicas de ATHIS;
d) Sensibilizar, informar, educar e difundir conhecimentos e/ou troca de experiências com vista a divulgação, ao desenvolvimento, implementação e fortalecimento da Lei Federal n° 11.888/2008;

Solidariamente a essas iniciativas, no escopo da pesquisa institucional [CASA RESILIENTE], desenvolvida pelo grupo "[MORA] Pesquisa em habitação", à qual vincula-se a tese, têm sido desenvolvidas desde 2019 estratégias de orientação para resiliência de HIS em uso, derivadas de processos avaliativos (rever tópico 2.2). O site "Casa resiliente" (https://www.casaresiliente.com/orientando) reúne parte dessas orientações, disponibilizando informações mais gerais para amplas audiências.

Em uma iniciativa piloto de ampla disponibilização de estratégias, com enfoque prioritário nas necessidades e linguagem dos usuários de HIS, foi ainda elaborada a plataforma *Web App* "Reforma na palma da mão" (http://reformacasa.facom.ufu.br/home.php). Essa plataforma é produto de

[57] Rever em: https://caubr.gov.br/moradiadigna/ . Acesso em junho de 2023.
[58] Do edital nº 01/2021, disponível em: https://www.caumg.gov.br/athis-2021/ . Acesso em junho de 2023.

patrocínio concedido pelo CAU-MG ao grupo, entre 2021 e 2022, por meio do edital nº 01/2021 cujo tema era “Casa saudável – moradia digna”, enfocando a elaboração de medidas de enfrentamento à pandemia de COVID-19 no contexto de HIS. Com isso, o projeto teve como objetivo fornecer um conjunto de soluções práticas visando à ampliação da funcionalidade e conforto térmico (incluindo umidade e ventilação) de HIS do PMCMV, como questões mais diretamente ligadas à salubridade dos espaços físicos da moradia frente ao coronavírus[59].

A partir da experiência adquirida com esses projetos e almejando alcançar usuários, prestadores de serviços e Arquitetos e Urbanistas a partir das reflexões propostas por esse trabalho, foram elaboradas fichas de orientações para reformas, focadas na resiliência a partir do atributo “Conforto Térmico”. As informações reúnem estratégias de melhoramento do espaço físico e comportamentos visando ampliação da resiliência a partir de suas definições.

Baseando-se em estrutura de categorização de informações proposta para elaboração do *Web App*, segundo Villa *et al.* (2022a), foram analisados os problemas frequentemente observados para cada aspecto avaliado, direcionando a melhor forma de abordar as chamadas para orientações através das fichas (Quadros 32 e 33). Nelas, o requisito da RR correspondente à nota 4 (resiliente) é detalhado em forma de orientação, partindo do pressuposto de que essa deve ser a meta principal de resiliência a partir do conforto térmico para CHIS similares aqueles avaliados no estudo de caso. Da mesma forma como foi realizado por Villa *et al.* (2022a), e por meio de abordagem que visa atender às necessidades de um público diversificado composto por usuários, prestadores de serviços e Arquitetos e Urbanistas, as fichas organizam-se em 7 sessões:

1. **O que verificar:** apresentando um diagnóstico e detalhamento de aspectos relacionados ao problema que se pretende resolver;
2. **O que fazer:** apresentação circunstanciada das possíveis soluções aos problemas, conforme detalhados;
3. **O que vou precisar:** descrição de instrumentos, materiais e outros insumos necessários à resolução do problema;
4. **Quais cuidados tomar:** descrição de procedimentos para resguardo à segurança;

[59] Ver mais em: https://morahabitacao.com/pesquisas-em-andamento-2/estrategias-na-palma-da-mao-para-uma-casa-saudavel-e-resiliente/ . Acesso em junho de 2023.

5. **Quem contratar:** apresentação inicial de profissionais importantes para a solução do problema;
6. **Qual a importância para a saúde:** descrição da relação do problema com desencadeamento de doenças, para fins de valoração da resolução do mesmo;
7. **Quais referências consultar:** listagem de normas e documentos importantes que estão envolvidos na resolução do problema.

O compilado de fichas produzidas, que podem ser vistas no Apêndice 5, tem maior enfoque no indicador “Edifício bioclimático”, como aquele mais relacionado às características construtivas do ambiente construído, que oportunizam maiores intervenções. No entanto, a resiliência das pessoas em certa medida também pode (ou não) ser favorecida pela existência de oportunidades adaptativas no ambiente e comportamentos individuais, que também foram contemplados quando da prescrição de orientações. Considerando isso, para facilitar a leitura das fichas, etiquetas identificando a contribuição da informação fornecida para cada indicador da resiliência a partir do conforto térmico estudado são utilizadas, segundo a codificação para:

DEFINIÇÕES DE RESILIÊNCIA DA CASA:

- Res - Resistência;
- Rob - Robustez;
- E - Elasticidade;
- AC - Adaptabilidade da casa.

DEFINIÇÕES DE RESILIÊNCIA DAS PESSOAS:

- P - Preparação;
- C - Consciência;
- AP - Adaptabilidade das pessoas;
- Rec - Recuperação.

Quadro 32 – Categorização de informações para indicador “Edifício bioclimático”.

INDICADOR	SUB-INDICADORES	ITENS DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS AVALIADOS	DEFINIÇÃO DE RESILIÊNCIA ASSOCIADA	AVALIAÇÃO MÉDIA	PROBLEMAS FREQUENTES	EFEITO NEGATIVO PERCEBIDO	REQUISITO	CHAMADA	DETALHAMENTO DA CHAMADA
					Todas as casas visitadas	*Observados no estudo de caso*	*Repercussão sobre a vida das pessoas*	*Nota 4 - meta principal de resiliência*	*O que precisa ser resolvido*	*Questões envolvidas na resolução*
Edifício bioclimático	Sistemas construtivos considerando interações com a radiação solar e ventilação natural	Propriedades térmicas e óticas de componentes construtivos	Absorção de calor de paredes externas	Resistência	2.77	Inadequação de propriedades de materiais construtivos	Sensação de calor (principalmente)	α ≤ 0,6 - U ≤ 3,7 α ≥ 0,6 - U ≤ 2,5	Quero refrescar minha casa	Escolher materiais e técnicas construtivas
			Absorção de calor de coberturas	Resistência	1.50			α ≤ 0,6 - U ≤ 1,5 α ≥ 0,6 - U ≤ 1		
			Transmissão de calor de paredes externas	Resistência	2.77			α ≤ 0,6 - U ≤ 3,7 α ≥ 0,6 - U ≤ 2,5		
			Transmissão de calor de coberturas	Resistência	1.50			α ≤ 0,6 - U ≤ 1,5 α ≥ 0,6 - U ≤ 1		
		Estratégias de bioconstrução	Uso de materiais alternativos para vedação horizontal	Robustez	1.00	Inexistência de estratégias de bioconstrução		Sim		
			Uso de materiais alternativos para vedação vertical	Robustez	1.00			Sim		
			Uso de técnicas construtivas alternativas	Robustez	1.00			Sim		
		Autonomia energética	Presença de fontes de energia elétrica alternativas	Elasticidade	1.00	Inexistência de fontes alternativas de energia elétrica	Elevação no consumo de energia	Sim, pelo menos 1		Implantar sistema de geração de energia elétrica
	Geometria considerando interações com radiação solar	Posição, características e condição de uso de janelas	Orientação solar da janela	Resistência	3.47	Orientação equivocada ou supressão/ausência de janelas	Sensação de calor (principalmente)	Quartos: Norte Sala: Sul ou Leste Cozinha, banheiro e AS: Leste ou Oeste	Quero refrescar minha casa	Posicionar e sombrear aberturas
			Percentual de elementos transparentes	Resistência	2.24	Reduzido percentual de elementos transparentes por m²		Quartos ≥ 23% Sala: entre 17% e 23% Cozinha, banheiro e AS: minimo 12,5%		Criar condições para ventilação e iluminação
			Área efetiva de iluminação de janelas	Resistência	3.39	Modelos de janelas com poucos ou sem elementos transparentes		≥ 45%		
			Condição de uso das janelas - obstrução	Adaptabilidade	3.89	Presença de mobiliário obstruindo janelas		Não obstruída		
		Proteção solar de janelas	Presença de elementos de sombreamento em janelas	Resistência	2.24	Reduzido uso de elementos de proteção (cortinas, brises, marquises, etc)		Brise fixo/marquise/beiral projetado para a demanda		Posicionar e sombrear aberturas
			Presença de venezianas em janelas	Adaptabilidade	2.84	Reduzido uso de venezianas em salas e dormitórios		Sim		
			Presença de prateleira de luz em janelas	Resistência	1.00	Não utilização de prateleira de luz		Sim		
		Projeto da cobertura	Prolongamento da cobertura	Resistência	2.67	Beirais curtos		Entre 50 e 120 cm		
		Posição de ampliações	Situação da janela em relação à ampliação/própria edificação	Adaptabilidade	3.10	Criação de novos cômodos obstruindo antigos		Sem ampliação ou distante da ampliação a pelo menos 1,5 m		
	Geometria considerando interações com ventilação natural	Posição, características e condição de uso de aberturas	Orientação da janela em relação ao vento predominante	Resistência	1.84	Orientação equivocada ou supressão/ausência de janelas	Sensação de calor/frio; Abafamento de ambientes; Insalubridade	Entre 0 e 45º (para esquerda ou direita)	Quero refrescar minha casa	Posicionar e sombrear aberturas
			Posição relativa entre janela e janela/porta	Resistência	3.78	Posicionamento paralelo de aberturas o uinexistência de janela		Oposta ou adjacente		Criar condições para ventilação e iluminação
			Percentual de abertura para ventilação	Resistência	3.54	Reduzido percentual de elementos porosos por m²		Salas e quartos: entre 8,33% e 15% Cozinha, banheiro e AS: entre 6,25% e 15%		
			Área efetiva de ventilação de janelas	Resistência	3.07	Janelas com reduzido vão livre disponível para ventilação		≥ 45%		
			Condição de uso das janelas - funcionamento	Adaptabilidade	3.69	Emperramento ou quebra de trincos		Janela em condições adequadas de uso		
			Uso de elementos de vedação vertical permeáveis	Robustez	1.00	Inexistência de estratégias alternativas para ventilação		Sim		
			Uso de janelas flexíveis e ventilação seletiva	Robustez	1.00			Nos APP		
			Uso de estratégias para exaustão	Robustez	1.00			Chaminé convencional ou poço de ventilação		
		Projeto da cobertura	Altura do ático	Resistência	2.41	Projeto da cobertura desconsidera potencial de arrefecimento através da ventilação		≥ 5 cm		
			Ventilação da cobertura	Robustez	1.00			Sim		
		Dimensões de ambientes	Altura do pé direito	Resistência	2.19	Ambientes baixos, rentes às telhas		≥ 2,4 m (se nota 4 para absortância e transmitância)		
		Posição de ampliações	Situação da janela em relação a ampliação/própria edificação	Adaptabilidade	3.02	Criação de novos cômodos obstruindo antigos		Distante da ampliação a pelo menos 1,5 m		Posicionar e sombrear aberturas
	Paisagismo funcional	Vegetação no lote	Permeabilidade do solo	Resistência	2.36	Pavimentação do lote priorizando materiais impermeáveis	Sensação de calor (principalmente)	≥ 20%	Quero refrescar minha casa	Posicionar e sombrear aberturas
			Vegetação na calçada	Resistência	2.02	Remoção/não inserção de vegetação		Árvores		
			Vegetação dentro do terreno	Resistência	2.43			Árvores		
		Vegetação em casa	Superfícies verdes	Robustez	1.00	Ausência de superfícies verdes		Sim		Escolher materiais e técnicas construtivas

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Quadro 33 - Categorização de informações para indicador "Sensibilidade ao clima".

INDICADOR	SUB-INDICADORES	ITENS DE AVALIAÇÃO	DEFINIÇÃO DE RESILIÊNCIA ASSOCIADA	AVALIAÇÃO MÉDIA	PROBLEMAS FREQUENTES	EFEITO NEGATIVO PERCEBIDO	REQUISITO	CHAMADA	DETALHAMENTO DA CHAMADA
				Todas as casas visitadas	*Observados no estudo de caso*	*Repercussão sobre a vida das pessoas*	*Nota 4 - meta principal de resiliência*	*O que precisa ser resolvido*	*Questões envolvidas na resolução*
Sensibilidade ao clima	Busca de informações sobre o clima	Busca de informações intermediada	Preparação	1.86	Maioria não busca informações	Sensação de calor/frio; Abafamento de ambientes; Insalubridade	Sim	Quero refrescar minha casa	Criar condições para ventilação e iluminação
		Busca de informações direta	Preparação	1.03					
	Ação para lidar com o clima	Ação durante período mais quente do ano	Adaptabilidade	2.88	Muitos ainda não agem por meio de estratégias passivas, rendendo às tecnologias a solução		Sim	Quero refrescar minha casa	Se adaptar à temperatura
		Ação durante período mais frio do ano	Adaptabilidade	2.73					
		Ação preventiva espontânea	Adaptabilidade	1.57					Se adaptar à umidade
		Ação durante período mais seco do	Adaptabilidade	2.58					
		Ação durante período mais chuvoso do ano	Adaptabilidade	2.74					
	Compreensão da relação entre clima e características do ambiente construído no conforto térmico	Compreensão sobre influência de características de janelas e portas	Consciência	3.16	Alguns ainda tem menor compreensão dessa relação, menosprezando principalmente contribuição de materiais construtivos e uso e ocupação de ambientes		Sim	Quero refrescar minha casa	Criar condições para ventilação e iluminação
		Compreensão sobre influência de materiais construtivos	Consciência	2.92					Escolher materiais e técnicas construtivas
		Compreensão sobre influência da geometria da casa	Consciência	3.02					Criar condições para ventilação e iluminação
		Compreensão sobre influência de elementos externos à casa	Consciência	3.48					
		Compreensão sobre influência do uso e ocupação de ambientes	Consciência	2.48					
	Existência de meios de comunicação para	Contato com instituições	Recuperabilidade	1.06	Maioria relatou inexistência de canais de		Sim	Quero refrescar minha casa	Criar condições para ventilação e iluminação
		Contato com comunidade	Recuperabilidade	1.47					

*Apenas a partir dos itens de avaliação pois as definições de resiliência são únicas para cada sub-indicador

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os sub-indicadores aos quais estão relacionadas as estratégias são também identificados, segundo a mesma iconografia anteriormente adotada na apresentação da RR e nas fichas de estudos de casos controles. Ademais, as estratégias são identificadas como efetivas e paliativas, expressando diferentes graus de dificuldade e investimento envolvidos, capazes de atingir diferentes públicos-alvo segundo seu conhecimento, recursos e ações, utilizando a codificação:

- Ef - ação efetiva (demanda arquiteto ou prestador de serviços)
- Pal - ação paliativa (pode ser feita pelo próprio morador)

Importa salientar que as fichas não são exaustivas em suas prescrições, reunindo dicas, demonstrações e recomendações para melhor informar a realização de reformas. Com isso, em nenhuma hipótese se propõem a eliminar a necessidade de participação de profissionais especializados na condução de serviços de maneira apropriada a cada caso. Assume-se a parcialidade de sua pertinência: são voltadas à HIS horizontais situadas na ZB 4 e dão enfoque apenas ao atributo de resiliência “Conforto Térmico”. Além disso, têm caráter generalizador e, com isso, poder limitado de ajuste a casos específicos. Ainda assim, servem como direcionador para abordagem desses casos específicos de forma mais assertiva, quando da prestação de ATHIS.

3.3 Considerações parciais

O capítulo 3 reuniu os resultados e discussões da tese, advindos da aplicação dos instrumentos para avaliação do impacto e da resiliência propostos, a partir do atributo "Conforto Térmico". Dessa forma, apresentou e problematizou os achados da pesquisa derivados da aplicação de cada um dos instrumentos de APO confeccionados, à luz das perguntas de pesquisa anteriormente enunciadas.

Da avaliação de impacto, verificou-se que o desconforto térmico é efetivamente um impacto percebido no estudo de caso, expresso através de elevado incômodo com calor e mesmo frio nas duas unidades de análise. A supressão de áreas verdes simultânea ao adensamento e impermeabilização urbanos constatados são aspectos morfológicos que desfavorecem a qualidade do ambiente térmico nos dois conjuntos. Tais processos de transformação da paisagem desassistidos ocasionaram sensível piora nos índices de conforto

térmico adaptativo e renovação de ar investigados. Observou-se, também, que parcela considerável dos sujeitos de pesquisa apresentam problemas de saúde gerados pelo calor e frio. Uma vez que a realização de ampliações pareceu não ter relação com melhora nos índices avaliados (sensação e satisfação térmicas, conforto térmico e renovação de ar), infere-se que a moradia é fator de exposição desse público aos rigores do clima e suas mudanças. Com isso, reitera-se a percepção de que intervenções desassistidas representam uso não otimizado de recursos originalmente escassos. Além disso, provocam prejuízos sobre o bem-estar, saúde e resiliência de HIS horizontais afetando, em última análise, a saúde e interesse públicos de maneira geral.

A avaliação de resiliência proposta amparou-se nos resultados sobre impacto, em extensa revisão bibliográfica de literatura, contando com referências consagradas, documentos técnicos e normativos e estudos de casos controles de projetos representativos de práticas virtuosas na área de conforto térmico. Como resultado, itens/aspectos e requisitos de avaliação foram propostos segundo as definições de resiliência da casa e das pessoas a que estão associados, subsidiando a observação do estudo de caso.

A aplicação da régua de resiliência (RR) rendeu percepções acerca das carências existentes no estudo de caso, constatando-se que, para ambos os indicadores elencados, as casas classificam-se como "pouco resilientes" (entre 2 e 2,99 pontos). Aspectos relativos à materialidade, características de aberturas e presença de vegetação urbana nas edificações em uso foram majoritariamente piorados após ampliações. Paralelamente, apesar do conhecimento sobre a relação entre clima e edificação entre os sujeitos de pesquisa ser razoável, a ação para adaptação mediante manejo da residência e o acesso a canais de comunicação e informações sobre o clima são deficitários, denotando reduzida capacidade dessas casas e pessoas para lidarem positivamente com o clima e suas mudanças.

Evidenciou-se, a partir da aplicação do RR no estudo de caso, a pertinência dos aspectos e requisitos de avaliação propostos, bem como uma distribuição padrão de pontuações de resiliência para o estudo de caso, segundo os critérios em foco. A partir dessa experiência, obteve-se um retrato de HIS horizontais na ZB 4, subsidiando abordagens visando ampliação de sua resiliência. Afinal, a partir desses aprendizados e reflexões, reforçados pela

experiência junto ao grupo [MORA] em projetos de pesquisa e extensão, foram propostas fichas de orientação para reformas visando ampliação da resiliência a partir do Conforto Térmico. Essas fichas não são exaustivas em suas prescrições, constituindo-se, ainda assim, como subsídio à prestação assertiva de ATHIS, com enfoque na ampliação da resiliência a partir do conforto térmico, especialmente para HIS em uso.

CONCLUSÃO

A produção de HIS no Brasil impressiona pelo número de moradias ofertadas, especialmente a partir do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) – mais de 6 milhões desde 2009, que elevaram as chances de estabilidade e ascensão social e econômica para milhares de brasileiros. O acesso à habitação formal, saneamento básico e mesmo a saída de situações de adensamento e coabitação ampliaram as perspectivas de justiça social e honram direitos humanos essenciais, como o acesso à moradia digna.

A propriedade privada de uma moradia mínima, regularizada e situada em terreno formal, cuja amplitude acomoda múltiplas potencialidades, concede autonomia e agência para beneficiários de programas habitacionais. A condição primeira para empreendimento das chamadas reformas é a situação financeira de que cada um dispõe, a qual frequentemente encontra maximização diante da simples apresentação de endereço fixo em assentamento regular, elevando imensuravelmente a dignidade da pessoa humana.

No entanto, a disponibilidade do recurso não é a única condição para que o acesso à moradia digna se concretize. A fase de ocupação e uso é aquela de maior extensão no ciclo de vida de uma edificação, cujos custos de manutenção e mesmo, adaptação, são proporcionalmente muito maiores do que aqueles investidos em sua execução. A variedade e necessidades de diferentes perfis familiares, preferências estéticas e demanda por abrigo de atividades para geração de renda são aspectos que frequentemente condicionam a realização de intervenções sobre o lar. Objetiva-se o aprimoramento das condições de vida e subsistência, simultâneo ao avanço econômico e social originalmente engatilhado pelo próprio acesso à moradia. É natural, e esperado, que esse processo aconteça após poucos anos de ocupação, simultaneamente à concretização do “interesse social” que inspirou e inspira, ainda hoje, a pauta de programas habitacionais governamentais.

O que se vê, contudo, é a produção de HIS no Brasil sem considerar, *a priori,* as interações da casa entregue e após ocupação com o clima e suas mudanças, entre outras deficiências que não são foco desse trabalho, levantando preocupações quanto à resiliência do ambiente físico e das pessoas

que nele habitam. Reformas em HIS desassistidas por profissionais Arquitetos e Urbanistas ocasionam o agravamento de deficiências originais da edificação entregue, tais como o desconforto térmico, elevado consumo energético e surgimento/agravamento de problemas de saúde, decorrentes da habitual experiência de temperaturas extremas, afetando especialmente os mais vulneráveis.

O clima, como produto-produtor da ação antrópica sobre a paisagem, influencia e é influenciado diretamente pelas dinâmicas políticas, territoriais, sociais e ambientais que envolvem a humanidade. O *habitat* humano, por sua vez, representa importante recurso evolutivo, capaz de filtrar as adversidades do meio e abrigar a subsistência. Suas qualidades condicionam a capacidade humana de lidar positivamente com impactos das mais diversas ordens (sociais, econômicos, políticos, ambientais, climáticos, etc), sem perder sua essência e funcionalidade, ou seja, manifestando resiliência.

Infere-se, com isso, que a assistência à transformação do *habitat* humano como recurso à subsistência deveria ser prática corrente e de amplo conhecimento em HIS, o que não ocorre, ainda que, desde 2008, a Lei de nº 11.888 – Assistência Técnica para HIS (BRASIL, 2008) assegure o direito às famílias de baixa renda à assistência gratuita para construir e reformar. Segundo pesquisa realizada pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo no Brasil (CAU/BR), mais de 85% dos brasileiros constroem e reformam sem orientação de arquitetos e urbanistas ou engenheiros, estatística que inclui HIS. Diante desse cenário, o CAU/BR, desde 2017, tem destinado 2% de sua arrecadação ao fomento de ATHIS por todo o território, contribuindo para divulgação da Lei, bem como, para efetiva obtenção de dignidade como direito humano em HIS brasileiras. Parte-se do pressuposto que a atuação do Arquiteto e Urbanista nos processos transformativos de HIS seja requisito para concretização de interesses sociais, minimizando a vulnerabilidade/exposição e assegurando a resiliência a partir do acesso à saúde e segurança públicos em contexto de moradia digna.

A resiliência é compreendida como força motora no combate aos impactos que ameaçam a sobrevivência humana. É afirmada por agendas urbanas de importância internacional (*New Urban Agenda*, Agenda 2030, com seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (OSD), e pelo Acordo de Paris, por

exemplo) como estratégia-chave de um planejamento “à prova” de colapsos. É, especialmente, endereçada pelo ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis, por meio de seu compromisso “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. Quando o impacto em questão é o clima e suas mudanças e o objetivo é o conforto térmico, pauta-se, no contexto de HIS, em habilidades capazes de reduzir a vulnerabilidade/exposição, tornando os ambientes e as pessoas capazes de manejar o impacto. As habilidades de resiliência elencadas por esse trabalho foram: a resistência, robustez, adaptabilidade, elasticidade, preparabilidade, consciência e recuperabilidade.

Objetivando-se, especificamente, atribuir Conforto Térmico como atributo de resiliência em HIS horizontais, o mesmo traduz-se segundo dois indicadores, evocativos de qualidades do ambiente e das pessoas para lidarem positivamente com o clima e suas mudanças, quais sejam: o “Edifício bioclimático” e a “Sensibilidade ao clima”. A partir dessas considerações, inseriu-se a proposta da presente tese, mensurando e viabilizando a promoção de resiliência a partir do Conforto Térmico, segundo esses indicadores.

Contribuindo para o desenvolvimento de pesquisa institucional conduzida pelo grupo “[MORA] Pesquisa em habitação”, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da UFU (FAUeD/UFU)[60], a tese objetivou avaliar HIS horizontais em uso do PMCMV em Uberlândia (MG) visando facilitar a orientação de estratégias para obtenção de resiliência a partir do conforto térmico. Por meio de estudo de caso composto por duas HIS horizontais do PMCMV situadas na cidade de Uberlândia (MG), Zona Bioclimática 4 (ZB 4), foi possível testar instrumentos de avaliação de impacto e resiliência. Esses instrumentos foram concebidos segundo estrutura inferida do estudo e proposição dos indicadores de resiliência a partir do conforto térmico (“Edifício bioclimático” e “Sensibilidade ao clima”).

Notadamente, a régua de resiliência (RR), que instrumentaliza a avaliação de resiliência, tem contribuição estratégica no rastreio de características físicas

[60] Pesquisa “[CASA RESILIENTE] Estratégias projetuais para a promoção da resiliência em habitação social a partir de métodos de avaliação pós-ocupação”, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq (Bolsa Produtividade em Pesquisa – PQ), em desenvolvimento entre 2022 e 2025. Ver mais em: https://morahabitacao.com/pesquisas-em-andamento-2/casa-resiliente-estrategias-projetuais-para-a-promocao-da-resiliencia-em-habitacao-social-a-partir-de-metodos-de-avaliacao-pos-ocupacao/ . Acesso em dezembro de 2022.

do ambiente e comportamentais das pessoas que condicionam sua resiliência. Baseada em estudos de bibliografias consagradas, documentos e normas técnicas e casos controle representativos de práticas virtuosas em projeto na área, constitui-se como um *check-list* para a resiliência a partir do conforto térmico. Estruturada em forma de sub-indicadores, itens, aspectos e requisitos de avaliação, a RR descreve circunstanciadamente qualidades caras à concretização de seus indicadores. Aplica-se a situações similares ao caso de estudo enfocado pela tese (HIS horizontais em uso na ZB 4), sendo facultadas adaptações.

A avaliação de impacto constatou que o desconforto térmico é um problema percebido no estudo de caso, com grande incômodo relacionado ao calor e ao frio nas duas áreas analisadas. Chamou atenção o fato de que, em média para os dois CHIS, 81,05% dos sujeitos de pesquisa incomodam-se com calor e 43,17% acham a ventilação pouca. O adensamento urbano, a partir da realização de ampliações, e a impermeabilização das áreas verdes contribuem negativamente para a qualidade do ambiente térmico nos dois conjuntos habitacionais, resultando em piora nos índices de conforto térmico adaptativo e renovação de ar. Além disso, uma parcela significativa dos residentes relatou problemas de saúde associados ao calor (78% em média) e ao frio (54,9%).

Verificou-se, ainda, que as ampliações desassistidas, realizadas por moradores participantes da pesquisa, não tiveram impacto positivo nos índices avaliados, o que indica que as moradias avaliadas estão expostas aos extremos climáticos, desperdiçando recursos escassos e afetando o bem-estar e a saúde de seus residentes. No interior das moradias ampliadas, o desconforto térmico por calor, segundo o método adaptativo, é, em média, 15,78% maior do que o observado ao ar livre. Esses resultados denotam a baixa qualidade do ambiente térmico de HIS horizontais em uso, ampliadas de maneira desassistida.

A avaliação de resiliência, por sua vez, mostrou que as casas visitadas em ambos os conjuntos são classificadas como "pouco resilientes” (nota média para os dois indicadores de 2.135), indicando maior vulnerabilidade/exposição do que resiliência do ambiente físico e das pessoas segundo os aspectos avaliados. Para o indicador “edifício bioclimático”, especificamente, a pontuação média foi de 2.14 (“pouco resiliente”). Aspectos relativos às materialidades, características de aberturas e da vegetação urbana tiveram contribuição

preponderantemente negativa nas avaliações. O item “propriedades térmicas e óticas de materiais” recebeu avaliação como “pouco resiliente” no RSB (2.9 pontos) e “não resiliente” no 2A4 (1.27 pontos), principalmente em função da ausência de acabamentos em paredes e uso de paredes em concreto maciço e telhas de fibrocimento sem forro ou laje nas coberturas. Os itens “proteção solar de janelas” e “posição, características e condição de uso de janelas” obtiveram notas médias de 2.03 e 2.36, respectivamente, sendo “pouco resilientes”. Os itens “vegetação no lote” e vegetação dentro de casa”, por sua vez, foram avaliados como “pouco resiliente” (média de 2.27) e “não resiliente” (1.0), respectivamente.

Para o indicador “sensibilidade ao clima”, apesar de existir um conhecimento razoável sobre a relação entre clima e edificação, os residentes têm dificuldades em tomar ações de adaptação e, especialmente, de acessar informações sobre o clima, o que indica uma reduzida capacidade de lidar com o clima de forma resiliente. A pontuação média de resiliência dos CHIS para esse indicador foi de 2.13 (“pouco resiliente”). A avaliação para os sub-indicadores “busca de informações sobre o clima” e “existência de meios de comunicação para pedido de ajuda” impactaram mais negativamente essa avaliação, rendendo pontuações de em média 1.52 e 1.3 (“não resiliente”), respectivamente, para os dois CHIS.

Com base nessas constatações, foram propostas fichas de orientação para reformas visando aumentar a resiliência através do conforto térmico em HIS em uso na ZB 4, voltadas a usuários, prestadores de serviços e Arquitetos e Urbanistas. As fichas reúnem informações que auxiliam na elaboração de projetos e condução de reformas, tendo como objetivo principal o de obter/tornar ambientes construídos termicamente confortáveis e resilientes ao clima. Não ambicionam eliminar a necessidade de participação de Arquitetos e Urbanistas e prestadores de serviços na condução de intervenções, senão de esclarecer a audiência interessada quanto às questões envolvidas na realização de reformas e à importância de contar com profissionais especializados. Como roteiro de observação e conjunto de dados que permitiu reunir, em forma de fichas de orientação, a RR para o atributo Conforto Térmico encontra maior potência combinada a outras elaboradas para atributos de HIS estudados pelo restante do grupo.

Como limitação do trabalho, considera-se que as fichas de orientação elaboradas não são exaustivas em suas prescrições, assumindo-se aqui a parcialidade de sua pertinência: são voltadas à HIS horizontais situadas na ZB 4 e dão enfoque apenas ao atributo de resiliência "Conforto Térmico". Com isso, têm caráter generalizador e poder limitado de ajuste a casos específicos. Além disso, os aspectos e itens de avaliação da RR e fichas de orientação não contemplam ações de resiliência ao clima futuro, apesar de serem crescentes as preocupações com as mudanças climáticas e seus efeitos negativos sobre o ambiente construído, especialmente de HIS. Isso se deve, principalmente, à escassez de referências normativas capazes de pautar essa avaliação. Entende-se, porém, que ajustes na RR e fichas orientativas deverão ser feitos acompanhando os avanços no estado da arte para esse assunto.

Paralelamente, o número reduzido de participantes no *Walkthrough* da RR (42, sendo 21 em cada CHIS) também foi considerado como limitação do trabalho. O contexto de pandemia de COVID-19 em que se desenvolveu a pesquisa de campo e a dificuldade de encontrar sujeitos de pesquisa dispostos a terem suas casas fotografadas restringiram a amostragem e, com isso, a abrangência das análises derivadas da aplicação desse instrumento (1B.1.2). Isso não reduziu, porém, o valor dos resultados obtidos a partir de sua aplicação, uma vez que os mesmos apontaram tendências nos conjuntos, satisfazendo os objetivos do trabalho.

A concepção, aplicação, tabulação e análise de resultados de elevado número de instrumentos de pesquisa (3 questionários, análise morfológica, simulação computacional e *Walkthrough*), em duas unidades de análise, assegurando rigor estatístico, foram as principais dificuldades do trabalho. Considera-se que os instrumentos e sua aplicação conforme propostos tiveram contribuição inestimável para cumprimento dos objetivos do trabalho. Com isso, recomenda-se que futuros ajustes e aplicações desses instrumentos e tabulações e análises dos resultados gerados sejam realizados por número maior de pesquisadores.

Ademais, a calibração dos modelos geométricos para simulação computacional de casas representativas de ampliações em ambos os CHIS, baseando-se em medições *in loco* de temperaturas e umidades relativas do ar e absortância solar de superfícies, foi etapa especialmente desafiadora do

trabalho. A especificidade dos equipamentos necessários (termo-higrômetro com *datalogger* HOBO Onset e espectrômetro portátil Alta II), a organização de seu empréstimo entre universidades, a obtenção de casas minimamente alteradas cujos moradores permitiram sua instalação e zelaram por sua integridade e o rigor metodológico envolvido na preparação e instalação dos equipamentos e tratamento/análise dos dados coletados tornaram essa etapa morosa e quase inviável. A partir de sua realização, que rendeu inestimável aprendizado e confiabilidade aos resultados do trabalho, reforçou-se a necessidade de investimento institucional não só em equipamentos adequados e modernos, como também no treinamento de pessoal para sua preparação, instalação e posterior análise de resultados.

Considera-se que a efetiva implementação dos artefatos desenvolvidos pela pesquisa como instrumentos de subsídio ao projeto arquitetônico e urbanístico alcance capilaridade principalmente a partir do direcionamento de recursos e interesse da administração pública. Paralelamente, também concerne às Instituições de Ensino Superior (IES), conselhos de classe de profissionais da construção e entidades comunitárias a disseminação de informações e oportunidades, bem como a capacitação de profissionais para aplicarem o conhecimento ora apresentado e auxiliarem efetivamente aqueles que dele se beneficiariam – principalmente, usuários de HIS horizontais em uso.

Como recomendações para trabalhos futuros, indica-se: a aplicação dos aspectos e itens de avaliação da resiliência a partir do conforto térmico propostos pela RR como diretrizes para projeto/reforma de HIS horizontais na ZB 4, durante ATHIS; simulação computacional de projetos/reformas de HIS horizontais na ZB 4 incorporando tais diretrizes, sua otimização e análises de sensibilidade, avançando na definição de requisitos e pesos para a RR; adequação de aspectos, itens e requisitos de avaliação da RR para o conforto térmico em diferentes contextos climáticos; análises comparativas e não apenas descritivas de diferentes configurações geométricas e materiais de CHIS horizontais ampliadas em uso, investigando vantagens e desvantagens de diferentes plantas e sistemas construtivos praticados e passíveis de implementação; e análises inferenciais de resultados dos questionários e análise morfológica segundo gênero, idade e cor/raça dos sujeitos participantes.

O vasto conjunto de informações reunidas pelo trabalho traz contribuição na ampliação do conhecimento sobre as relações inerentes à realização de reformas desassistidas em CHIS horizontais e a saúde de seus usuários. O trabalho evidencia a contribuição da Avaliação Pós-Ocupação (APO) como metodologia virtuosa para a efetiva promoção de qualidade no ambiente construído. Contribui, afinal, para a área do conhecimento, especialmente, ao subsidiar ATHIS baseada em evidências e visando resiliência a partir do conforto térmico no ambiente construído de HIS horizontais em uso.

REFERÊNCIAS

AGRESTI, A. **An Introduction to Categorical Data Analysis**, Second Edition, New York: John Wiley & Sons, 2007, 400p.

AIA. THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **An architect's guide to integrating energy modeling in the design process.** AIA, 2012.

AKED, J.; THOMPSON, S. Five ways to wellbeing: new applications, new ways of thinking. 2011. Disponível em: https://neweconomics.org/uploads/files/d80eba95560c09605d_uzm6b1n6a.pdf . Acesso em maio de 2022.

ALEIXO, N. C.; MURARA, P. G. S. **Aportes geográficos na bioclimatologia humana: conjunturas, técnicas estatísticas e interações**. In. MURARA, P. G. S.; ALEIXO, N. C. R. (Orgs.) Clima e Saúde no Brasil. Jundiaí: Paco Editorial, 2021.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Thermal environmental conditions for human occupancy, ASHRAE Standard 55-2010**, Atlanta, Georgia, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2014.

_____. **Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings, ASHRAE Standard 62.2-2016**, Atlanta, Georgia, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2016.

_____. **Standard 55.** Thermal Environment Conditions for Human Occupancy, 2004.

AMIRATI, L. B. **Direito humano à moradia digna e Lei da Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social: uma relação possível por meio da atuação do Conselho de Arquitetura e Urbanismo**. 2019. Dissertação (Mestrado em Direitos Humanos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFINO, M. B. C. (Org.) **Minha Casa... e a Cidade?** 1. Ed., Rio de Janeiro: Letra Capital, 11-28, 2015.

ANDERSON, J.; RUGGERI, K.; STEEMERS, K.; HUPPERT, F. Lively Social Space, Well-Being Activity, and Urban Design: Findings From a Low-Cost Community-Led Public Space Intervention. SAGE Publications, Inglaterra, 2016. DOI: https://doi.org/10.1177/0013916516659108

ANDERSON, K. **Design Simulation Basics**. In.: Design energy simulation for architects. Guide to 3D graphics. New York: Routledge, 2014.

ANDRADE, N. C.; DORNELLES, K. A. Estudo da torre unidirecional e cobertura verde no comportamento térmico das edificações. In. XVI ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Palmas, 2021.

ARAÚJO, G. M. **BEM-ESTAR E RESILIÊNCIA EM HABITAÇÃO SOCIAL: UMA RELAÇÃO NECESSÁRIA. ESTRATÉGIAS ORIENTADAS AOS USUÁRIOS**.

2020. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020."

ARAUJO, I.; ANDRADE, O.; BATISTA, J. Pátio Interno da Casa Vila Matilde: Avaliação da influência do tamanho e sombreamento vegetal no seu desempenho térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2022.

ARUP; THE ROCKEFELLER FOUNDATION. **City Resilience Index**, 2015, p. 16. Disponível em: https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/cityresilience-index. Acesso em: 01 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações Habitacionais.** Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.401-2. Instalações de ar-condicionado – sistemas centrais e unitários**. Rio de Janeiro, 2008.

ATTIA, S.; LEVINSON, R.; NDONGO, E.; HOLZER, P.; BERK KAZANCI, O.; HOMAEI, S.; ZHANG, C.; OLESEN, B. W.; QI, D.; HAMDY, M.; HEISELBERG, P. Resilient cooling of buildings to protect against heat waves and power outages: Key concepts and definition. **Energy and Buildings**, v. 239, p. 110869, maio 2021. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.110869.

AYOADE, K. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: BERTRAND BRASIL, 2013.

BACK, A. G. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil: avanços e limites na prevenção de desastres. **Revista Agenda Política**, v. 4, n. 1, p. 85-111, janeiro/abril 2016.

BARBOSA, K. H. **Avaliação da influência da orientação solar, associada ao comportamento do usuário, no desempenho térmico de uma tipologia de residência unifamiliar em Goiânia**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2017.

BARROS, J. R. **Abordagens teórico-metodológicas sobre a relação entre clima e saúde na geografia**. In. MURARA, P. G. S.; ALEIXO, N. C. R. (Orgs.) Clima e Saúde no Brasil. Jundiaí: Paco Editorial, 2021.

BEKKOUCHE, S. M. A.; BENOUAZ, T.; CHERIER, M. K.; HAMDANI, M.; YAICHE, R. M.; KHANNICHE, R. Influence of Building Orientation on Internal temperature in saharian climates, building located in Ghardaia Region (Algeria). **THERMAL SCIENCE.** Year 2013, Vol. 17, No. 2, pp. 349-364.

BESANCENOT, J. **Climat et santé**. Paris: PUF, 2001; Armand Coling, 1999.

BIGOLIN, M. **Towards evolutionary resilience in the house-building sector: a framework proposal and application to building skins** / Morgane Bigolin. -- 2018. 218 f.

BISPO JÚNIOR, J. P. Viés de desejabilidade social na pesquisa qualitativa em saúde. **Revista de Saúde Pública,** v. 56, p. 101, 18 nov. 2022. https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056004164.

BORGSTEIN, E. H.; LAMBERTS, R. Developing energy consumption benchmarks for buildings: bank branches in Brazil. **Energy and Buildings,** 82 (2014) 82-91, 2014.

BORTOLI, K. C. R.; RESENDE, V. F. P.; CARLO, J. C.; VILLA, S. B. Thermal comfort and air renewal in social housing: a case study in Uberlândia, Brazil. **ES Engineering and Science**, 2023, 12:2.

BORTOLI, K. C. R. 2018. **Avaliando a resiliência no ambiente construído: adequação climática e ambiental em habitações de interesse social no Residencial Sucesso Brasil (Uberlândia/MG)** - Uberlândia. 281 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

BOTTON, A. **A arquitetura da felicidade**. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

BRACKNEY, L.; PARKER, A.; MACUMBER, D.; BENNE, K. **Building Energy Modeling with OpenStudio. A Practical Guide for Students and Professionals**. Suiça: Springer, 2018.

BRAND, S. **How buildings learn: What happens after they're built.** New York: Penguin, 1994.

BRASIL. **Lei Da Assistência Técnica. Lei Nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008**. Brasília, 2008a. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=258240>.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Curso de Bioconstrução**. Brasília: MMA, 2008b. 64 p.

BRASILEIRO, A.; MORGADO, C.; LUZ, C. Conjunto do PMCMV no RJ: razões da (in)eficiência energética no decorrer de sua vida útil. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 15**.;** Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído: HABITAT HUMANO: EM BUSCA DE CONFORTO AMBIENTAL, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE NO SÉCULO XXI, 10., Camboriú, 2017. **Anais [...]** Camboriú: ANTAC, 2017.

BRE, F.; GIMENEZ, J. M. A cloud-based platform to predict wind pressure coefficients on buildings. **Build. Simul. 15**, 1507–1525, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s12273-021-0881-9

BROOKS, N. **Vulnerability, risk and adaptation**: A conceptual framework. 2003.

BROWN, G. Z.; DEKAY, M. **Sol, vento & luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Boookman, 2004.

BUONOCORE, C.; ANDRÉ, M.; CASTRO, L.; DE VECCHI, R.; LAMBERTS. R. A CROSS-COUNTRY SURVEY ON OCCUPANTS' USE OF NATURAL VENTILATION IN BRAZILIAN HOMES. In. 18th Healthy Buildings Europe Conference. **Proceedings…** Aachen, Germany, 2023.

BUSS, P. M.; PELEGRINI FILHO, A. A saúde e seus determinantes sociais. **PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 17(1):77-93, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/physis/a/msNmfGf74RqZsbpKYXxNKhm/?format=pdf&lang=pt . Acesso em julho de 2021.

CAU/SC. ATHIS – Guia da assistência técnica para habitação social: o passo a passo. Como fazer? [recurso eletrônico]. Florianópolis, 2020. Disponível em: https://www.causc.gov.br/wp-content/uploads/2020/08/Guia-de-ATHIS-o-passo-a-passo-1.pdf. Acesso em setembro de 2021.

CHESHMEHZANGI, A. (2021) Housing and health evaluation related to general comfort and indoor comfort satisfaction during the COVID-19 lockdown, **Journal of Human Behavior in the Social Environment**, 31:1-4, 184-209, 2021, DOI: 10.1080/10911359.2020.1817225

CLARK, J.D, LESS B. D., DUTTON S. M., WALKER, I. S., SHERMAN M. H. (2021) Efficacy of occupancy-based smart ventilation control strategies in energy-efficient homes in the United States, **Building and Environment**, Volume 156, 2019, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.03.002

CODEMO, A.; FAVARGIOTTI, S.; ALBATICI, R. Regenerating urban surfaces to achieve healthy and resilient neighbourhoods. Proceedings of 36th PLEA Conference – Will cities survive? The future of sustainable buildings and urbanism in the age of emergency. **Anais…** Santiago, Chile: Facultad de Arquiectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontifical Catholic University of Chile, 2022. v. 1. p. 765-770.

CORBELLA, O.; CORNER, V. **Manual de arquitetura bioclimática tropical**. Rio de Janeiro: Revan, 2017.

CORBELLA, O; YANNAS, S. **Em Busca de Uma Arquitetura Sustentável Para os Trópicos** [2.ed.]. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

COSTA, M. V. S.; OLIVEIRA, R. V. A.; SANTOS, AL. O. S.; TORRES, S. C. MORFOLOGIA URBANA, ADENSAMENTO CONSTRUTIVO E MICROCLIMA: ANÁLISE DO DESEMPENHO CLIMÁTICO DE TECIDOS URBANOS NA REGIÃO AGRESTE DE ALAGOAS. In. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa, 2019.

D'AMORE, A. D. A. **Projeta-se habitação social: a abordagem do tema em cursos de arquitetura e urbanismo**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

DAHLGREN, G; WHITEHEAD, M. **Policies and Strategies to Promote Social Equity in Health Stockholm**. Institute for Future Studies, 1991.

DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S.; COOPER, D. J. **Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference – Final Report on ASHRAE RP 884**. American Society of Heating, Refrigerating and AirConditioning Engineers, Inc. Atlanta, USA, 1997

DE DEAR, R. D.; KIM, J.; PARKINSON, T. 2017. Residential adaptive comfort in a humid subtropical climate – Sydney Australia. **Energy and Buildings**. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.028

DE LA JARA, J. J.; HIDALGO, M. T.; HANSEN, R. S. A cidade na perspectiva dos determinantes da saúde. In. **Determinantes ambientais e sociais da saúde.** Organização Pan-Americana da Saúde. Washington, DC: OPAS, 2011.

DJONGYANG, N.; TCHINDA, R.; NJOMO, D. Thermal comfort: A review paper, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 14, Issue 9, 2010.

DOMINGOS, R. M.; GUARDA, E. L. A.; GABRIEL, E.; SANCHES, J. C. M. Influence of trees on the energy consumption of a social housing in mid-western Brazil. 4 th International Conference on Energy, Environment and Economics, ICEEE2019, 20-22 August 2019, Edinburgh Conference Centre, Heriot-Watt University, Edinburgh, EH14 4AS, United Kingdom. **Proceedings...** WEENTECH Proceedings in Energy 5 (2019) 53-65, 2019.

DORNELLES, K. A. **Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2008.

DORNELLES, K. A. **Biblioteca de absortância de telhas: base de dados para análise de desempenho termoenergético de edifícios**. [S. l.]: Universidade de São Paulo. Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, 2021. DOI 10.11606/9786586810103. Disponível em: https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/571. Acesso em: 16 jul. 2023.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JR., J. A. V. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DUARTE, D. **O clima urbano e o ambiente construído**. In. GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. (Orgs.) Edifício ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, pp. 155-180, 2015

DUNEL, M. P.; BARBOSA, C. F. T. Estudo do conforto térmico de uma habitação de interesse social (HIS) com alvenaria de tijolos ecológicos produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos em Aracaju/SE. In. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa, 2019.

DUTTA, A.; SAMANTA, A.; NEOGI, S. Influence of Orientation and the Impact of External Window Shading on Building Thermal Performance in Tropical Climate, **Energy and Buildings,** 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.018

ELALI, G. A.; PINHEIRO, J. Q. **Analisando a experiência do habitar: algumas estratégias metodológicas**. In: VILLA, S.B; ORNSTEIN, S. W. (Orgs.).

Qualidade Ambiental na Habitação: Avaliação Pós-Ocupação. São Paulo: Oficina de textos, 2013. p. 15-35. ISBN: 978-85-7975-076-2

ELI, L. G. **O impacto do padrão de uso no desempenho térmico de edificações unifamiliares no Brasil.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2020.

ELIAS-TROSTMANN, K.; CASSEL, D.; BURKE, L.; RANGWALA, L. **Mais forte do que a tempestade: aplicando a avaliação de resiliência comunitária urbana aos eventos climáticos extremos.** Documento de Trabalho. Washington, DC: World Resources Institute. Disponível online em <https://www.wri.org/publication/stronger-than-the-storm>. Acesso em fev. 2020.

ELSHAFEI, G.; NEGM, A.; BADY, M.; SUZUKI, S.; IBRAHIM, M. G. Numerical and experimental investigations of the impacts of window parameters on indoor natural ventilation in a residential building, **Energy and Buildings**, Volume 141, Pages 321-332, 2017. ISSN 0378-7788, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.02.055.

EY; THE ROCKEFELLER FOUNDATION. **Should resilience begin with the home?** How cities can finance and deliver resiliente social housing to deliver better outcomes for residents. 2018.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?** LU: Publications Office, 2013. Disponível em: https://data.europa.eu/doi/10.2800/49941. Acesso em: 29 jun. 2023.

FRANCES, Z.; STEVENSON, F. A relational approach to understanding inhabitants' engagement with Photovoltaic (PV) technology in homes, **Architectural Science Review**, 2019. DOI: 10.1080/00038628.2019.1682962

FREITAS, R.; ALVES, J.; SILVA, T.; AZEREDO, J. DENSIFICAÇÃO CONSTRUTIVA E ACÚMULO DE CALOR: O CASO DE RECIFE/PE. In. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa, 2019.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Deficit habitacional no Brasil – 2016-2019** / Fundação João Pinheiro. – Belo Horizonte: FJP, 2021.

GALVARRO, S. F. S.; CARLO, J. C.; GUIMARÃES, Í. B. B.; TIBIRIÇÁ, A. C. G. Calibração de simulação térmica de uma unidade habitacional em edifício multifamiliar. In. XII ENCAC- Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VII Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Brasília - DF, 2013.

GARCÊS JR, A. R.; AQUINO JR, J. A.; TORRES, M. A. N.; ALVES, L. V. A.; RODRIGUES, Z. M. R.; MENDONÇA, F. A. **Saúde e ambiente: análise da dengue no município de São Luís/MA**. In. MURARA, P. G. S.; ALEIXO, N. C. R. (Orgs.) Clima e Saúde no Brasil. Jundiaí: Paco Editorial, 2021.

GARCIA, E. J.; VALE, B. **Unravelling Sustainability and Resilience in the Built Environment**. Londres, UK. Routledge, 2017

GARCIA, E.; VALE, B.; VALE, R.; **Collapsing gracefully: making a built environment that fits for the future.** Suíça: Springer, 2021.

GARREFA, F.; et al. Resilience in social housing developments through post-occupancy evaluation and coproduction. **AMBIENTE CONSTRUÍDO (ONLINE)**, v. 21, p. 151-175, 2021-a. Disponível em https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/101129. Acesso em 01 ago 2021.

GIANFRATE, V.; PICCARDO, C.; LONGO, D.; GIACHETTA, A. Rethinking social housing: Behavioural patterns and technological innovations. **Sustainable Cities and Society**, v. 33, p. 102–112, ago. 2017. https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.015

GIRALDO, W.; HERRERA, C. A. Ventilación pasiva y confort térmico en vivienda de interés social en clima ecuatorial. **Ingeniería y Desarrollo,** v. 35, n. 1, p. 77–101, jun. 2017. https://doi.org/10.14482/inde.35.1.8944.

GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K (Organizadores). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 591 p.

GONÇALVES, E.; MELO, AL.; ZEMERO, B. R.; BARATA, M. Calibração de um modelo computacional de uma habitação de interesse social com sistema construtivo de base cimentícia na região amazônica. In. XVI ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Palmas - TO, 2021.

GONÇALVES, J. C. S.; BRUNELLI, G.; BODE, K. **Projeto integrado e o papel da simulação computacional de desempenho ambiental (exemplos de projeto).** In. GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. (Orgs.) Edifício ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, pp. 237-284 2015.

GRAM-HANSSEN, K. Standby Consumption in Households Analyzed With a Practice Theory Approach, **Research and Analysis**. Volume 14, Number 1, 2009.

GUARDA, E. L. A. **Resiliência de habitação de interesse social unifamiliar em região de savanna frente às mudanças climáticas**. 2019. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá, 2019.

HAINES, V.; MITCHELL, V. A persona-based approach to domestic energy retrofit. **Building Research & Information**, v. 42, n. 4, p. 462–476, 4 jul. 2014. https://doi.org/10.1080/09613218.2014.893161.

HARVEY, D. **17 contradições e o fim do capitalismo**. São Paulo: Boitempo, 2016.

HASSLER, U. & KOHLER, N. Resilience in the built environment, Building **Research & Information**, 42:2, 119-129, 2015. DOI: https://doi.org/10.1080/09613218.2014.873593.

HEYWOOD, H. 101 **Regras básicas para uma arquitetura de baixo consumo energético.** São Paulo: Gustavo Gili, 2015.

HENSEN JLM. **On the thermal interaction of building structure and heating and ventilating system**. PhD thesis, Technische Universiteit Eindhoven; 1991.

HOLLING, C. S. **Resilience and stability of ecological systems**. In Annual Review of Ecology and Systematics. Luxemburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis, vol. 4, p. 1-23, 1973. https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245

HOMAEI, S.; HAMDY, M. Thermal resilient buildings: How to be quantified? A novel benchmarking framework and labelling metric. **Building and Environment**, v. 201, p. 108022, ago. 2021. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108022.

IAB. **Manual para a Implantação da Assistência Técnica Pública e Gratuita a Famílias de Baixa Renda para Projeto e Construção de Habitação de Interesse Social.** 2010. Disponível em: <http://www.iab.org.br/sites/default/files/documentos /manual-para-implantacao-da-assistencia-tecnica-publica-e-gratuita.pdf>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Características gerais dos domicílios e dos moradores 2018.** Informativo. 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101654_informativo.pdf Acesso em: 15 de dez. de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. Riscos das mudanças climáticas no Brasil. Análise conjunta Brasil-Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. 2011. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/relatorioport.pdf. Acesso em outubro de 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, 2023. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647 Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf.

_____. **Climate Change 2022 Impacts, Adaptation and Vulnerability**, 2022. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf.

_____. **Global Warming of 1.5 ºC. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 ºC above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty**. V. Masson-Delmotte et al. (Eds.). 2018. Disponível em:

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SR15_Full_Report_HR.pdf. Acesso em: 16 out. 2022.

_____. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summaries, Frequently Asked Questions, and Cross-Chapter Boxes. A Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, edited by C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee et al. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2014.

_____. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA, **Ministério das Cidades. Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida**. Relatório Técnico. Brasília, 2014.

KOVATS R.S.; HAJAT S. **HEAT STRESS AND PUBLIC HEALTH: A CRITICAL REVIEW. ANNU REV PUBLIC HEALTH**. 2008; 29:41-55.

KOWALTOWSKI, D. C. K. K.; GRANJA, A. D.; SILVA, V. G.; PINA, A. A. M. G. **Métodos e instrumentos de avaliação de projetos destinados à habitação de interesse social.** In VILLA, S. B., ORNSTEIN, S. W. (Orgs.) Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação (pp. 113-148). São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MUIANGA, E. A. D; GRANJA, D. C. M.; BERNARDINI, S. P; CASTRO, M. R. A critical analysis of research of a mass-housing programme. **Building Research & Information**, 2018, 19 p. DOI: https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1458551.

KRELLING, A. F.; ELI, L. G.; OLINGER, M. S.; VEIGA, R. K.S.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Proposta de método de avaliação do desempenho térmico de residências: NBR 15575**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

KRIEGER N. A Glossary for social epidemiology. J. **Epidemiology Community Health**, n. 55, p. 693-700, 2001

KRIPPNER, R.; FLADE, F. Building-integrated solar technology. Learning from more than 30 years of experience with solar buildings (examples from international competitions). **Proceedings** of 36th PLEA Conference – Will cities survive? The future of sustainable buildings and urbanism in the age of emergency. Santiago, Chile: Facultad de Arquiectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontifical Catholic University of Chile, 2022. v. 1. p. 480-485.

KRUGER, E.; TREVISAN, L. Y. I.; CELLIGOLI, G.; BATISTA JUNIOR, S.; SILVA, D. L.; TAMURA, C. A.; DI NÚBILA, C.; TORRES FILHO, R. J. A.; RIBEIRO, D. A. EFEITO DA ORIENTAÇÃO DE JANELAS NO AMBIENTE TÉRMICO E NA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO. In. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa, 2019.

KRUMPAL, I. Determinants of social desirability bias in sensitive surveys: a literature review. Qual Quant **47**, 2025–2047, 2013. DOI: https://doi.org/10.1007/s11135-011-9640-9

KWOK, A. G; GRONDZIK, W. T. **Manual de arquitetura ecológica**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LAMAS, J. M. R. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

LAMBERTS, R.; CANDIDO, C.; DE DEAR, R. DE VECCHI, R. **Towards a Brazilian standard on termal comfort.** Research report. Universidade Federal de Santa Catarina, The University of Sidney, 2013.

LAMBERTS, R; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O R. **Eficiência energética na arquitetura**. Florianópolis: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa Eficiente: Bioclimatologia e Desempenho Térmico**. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010.

LAZARUS, N. **BedZED: Toolkit Part II. A practical guide to producing affordable carbon neutral developments**. BioRegional – solutions for sustainability, 2003.

LEMOS, M. F. Sustentabilidade e Resiliência. In: III ENANPARQ - ARQUITETURA, CIDADE E PROJETO: UMA CONSTRUÇÃO COLETIVA, 3., 2014, São Paulo. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPARQ, 2014, p.1-14. LEMOS, S. M. C. Artefactos economizadores de espaço. 2006. 126f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2006.

LENGEN, J. V. **Manual do Arquiteto Descalço**. São Paulo: Editora Empório do Livro, 2008. 707 p.

LOCHE, I., FONSECA, L., CARLO, J. Proposta de inserção de estratégias bioclimáticas em habitações auto construídas, com o uso da gramática da forma. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

LONGLEY, P. A. *et al.* **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MAGALHÃES, G. B.; ZANELLA, M. E. **Clima urbano e dengue como construções sociais: aproximações teóricas para uma investigação focada na produção do espaço urbano.** In. MURARA, P. G. S.; ALEIXO, N. C. R. (Orgs.) Clima e Saúde no Brasil. Jundiaí: Paco Editorial, 2021.

MAGUIRE, B.; CARTWRIGHT, S. **Assessing a community's capacity to manage change: a resilience approach to social assessment**. Canberra: Comonwealth of Australia, 2008, 33 p.

MALTA, N. S.; RABBI, I. M.; RODRIGUES, E. A. N. Conforto térmico, eficiência energética e viabilidade econômica em HIS. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 13, p. e022020, 13 jun. 2022. https://doi.org/10.20396/parc.v13i00.8665076.

MARANS, R.; AHRENTZEN, S. Quantitative Method in Research Design. In: ZUBEE, H.; MOORE, G. T. (Ed.) **Advances in Enviroment, Behaviour and Design**. New York: Plenum Press, v.1, 1987, p. 251-277. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5345-2_10.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. L. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Editora Masquatro, 2010.

MELO, C. S.; SAMPAIO, A. C. F. **ANÁLISE DA EXPANSÃO URBANA DE UBERLÂNDIA-MG, USANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO**. Observatório Geográfico de America Latina, 2014.

MEEROW, S., NEWELL, J.P. Urban resilience for whom, what, when, where, and why? **Urban Geography**, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395

MEEROW, S.; NEWELL, J. P.; STULTS, M. Defining Urban Resilience: a review. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 147, 2016, p. 38-49. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011.

MENDONÇA, J.G.; COSTA, H. S. M. **Estado e capital imobiliário: convergências atuais na produção do espaço urbano brasileiro**. Editora Com Arte, 2011.

MENDONÇA. F. A. **Mudanças climáticas e saúde humana: concepções, desafios e particularidades do mundo tropical**. In. MURARA, P. G. S.; ALEIXO, N. C. R. (Orgs.) Clima e Saúde no Brasil. Jundiaí: Paco Editorial, 2021.

MICHELOTTO, L. D. G.; SOBRINHO, F. L. A. **A URBANIZAÇÃO DISPERSA DA CIDADE DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, BRASIL**. Para onde?! Revista Eletrônica Programa de Pós- Graduação em Geografia – UFRGS, 2018.

MINAS GERAIS. **Lei complementar nº 524, de 8 de abril de 2011**. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/mg/u/uberlandia/lei-complementar/2011/53/524/lei-complementar-n-524-2011-institui-o-codigo-municipal-de-obras-do-municipio-de-uberlandia-e-de-seus-distritos. Acesso em março de 2022.

MINAS GERAIS. **Lei complementar nº 525, de 14 de abril de 2011**. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-uberlandia-mg. Acesso em março de 2022.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Relatório de Avaliação Programa Minha Casa Minha Vida**, Brasília, DF: MECONOMIA, 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**, Brasília, 2016.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. Série Teses e Monografias, n. 25. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1976.

MORENO, A. C. R.; MORAIS, I. S. D.; SOUZA, R. G. D. Thermal Performance of Social Housing– A Study Based on Brazilian Regulations. **Energy Procedia**, v. 111, p. 111–120, mar. 2017. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.013.

MORORÓ, M. Habitação **Progressiva Autoconstruída: caracterização morfológica com uso da gramática da forma**. 2012. 182f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MUÑOZ, L. S.; FONTES, M. S. G. C. Green facades and its shading potential. **Proceedings of 36th PLEA Conference** – Will cities survive? The future of sustainable buildings and urbanism in the age of emergency. Santiago, Chile: Facultad de Arquiectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontifical Catholic University of Chile, 2022. v. 1. p. 474-479.

NAZARETH, S. B. M.; LEITE, R. C. V.; COSTA FILHO, A. C.; LINS, S. C. R. A VOLUMETRIA EDIFICADA E SEUS IMPACTOS NA VENTILAÇÃO NATURAL URBANA. UM ESTUDO DE CASO EM FORTALEZA, CEARÁ. In. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa, 2019a.

NAZARETH, S. B. M.; LEITE, R. C. V.; COSTA FILHO, A. C.; LINS, S. C. R.; MACFRANKLIN, S. B. A. O IMPACTO DE OBSTÁCULOS DO ENTORNO SOBRE O FLUXO DE AR NO INTERIOR DE UNIDADES HABITACIONAIS. In. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa, 2019b.

NG LC, ZIMMERMAN S, GOOD J, TOLL B, EMMERICH SJ, PERSILY AK. Estimating real-time infiltration for use in residential ventilation control. **Indoor and Built Environment.** 2020;29(4):508-526. doi:10.1177/1420326X19870229

OLIVEIRA, R. D. **Classificação do Desempenho Térmico da Envoltória de Habitação Popular em Concreto Armado**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

OLIVEIRA, M. M.; CARLO, J. C. Avaliação do conforto térmico e renovação de ar em ambientes com chaminés solares. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 293-314, jan./mar. 2021. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212021000100506

OLIVEIRA, L. V.; VILLA, S. B. Os impactos da Covid-19 nas habitações: uma revisão da literatura sobre adaptações, resiliência e flexibilidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. **Anais […].** Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–16.

OLIVEIRA, C. C.; SAKYIAMA, N. R. M.; MIRANDA, L. V. Desempenho Térmico de uma edificação unifamiliar naturalmente ventilada para o clima de Teófilo Otoni – MG Climate. Reec – **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. Vol. 13, nº 2, 57-72, Jul 2017 – Dez 2017, 2017.

OMS. World Health Organization. **Climate change and health: on the latest IPCC report**. Published by Elsevier Ltd/Inc/BV, 2014.

ONO, R.; VILLA, S. B.; ABATE, T. P.; BARBOSA, M. B.; FRANÇA, M. J. G. L.; ORNSTEIN, S. W. **Métodos qualitativos para aferição da percepção dos usuários.** In. ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. G. L. (Orgs) Avaliação Pós-Ocupação: da teoria à prática. 2018a. Pp. 121-134.

ONO, R.; FRANÇA, A. J. G. L.; ORNSTEIN, S. W. **Formas de apresentação de resultados.** 2018b. In. ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. G. L. (Orgs) Avaliação Pós-Ocupação: da teoria à prática. 2018b. Pp. 135-146.

ORNSTEIN, S. W.; BRUNA, G. C.; ROMERO, M. A. **Ambiente construído & comportamento: a avaliação pós-ocupação e a qualidade ambiental**. São Paulo: Nobel/Fauusp/Fupam. Acesso em: 17 jul. 2023, 1995

ORDOÑEZ, A. L.; OSUNA MOTTA, I.; TRIANA, M. A. Confort climático y eficiência energética em el trópico. Minga House em el Solar Decathlon LAC 2019. In. **CICSE 2021- IV Congreso de Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes**. Ediciones FADU, Universidad de Sevilla, 2019

OZARISOY, B.; ALTAN, H. Systematic literature review of bioclimatic design elements: Theories, methodologies and cases in the South-eastern Mediterranean climate. **Energy and Buildings**, v. 250, p. 111281, nov. 2021. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111281.

PANERAI, P. **Análise urbana**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília,2014.

PASCOALINO, A. **Variação térmica e a distribuição têmporo-espacial da mortalidade por doenças cardiovasculares na cidade de Limeira/SP**. 2013. 283f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2013.

PASTERNAK, S. Habitação e saúde. **Metrópole E Saúde. Estud. av. 30** (86). Jan-Apr 2016. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100004

PASTORE, L.; CORRAO, R.; HEISELBERG, P. K. The effects of vegetation on indoor thermal comfort: The application of a multi-scale simulation methodology on a residential neighborhood renovation case study. **Energy and Buildings**, v. 146, p. 1–11, jul. 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.022.

PEDRO, J. A. C. B. O. **Definição e avaliação da qualidade arquitetônica habitacional.** Tese de doutoramento. Lisboa, Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto – LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), 2000.

PEREIRA, C. D. **A influência do envelope no desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares ocupadas e ventiladas naturalmente**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

PEREIRA, G. M. **Funcionalidade e Qualidade Dimensional na Habitação: Contribuição à NBR 15.575/2013**. 234 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

PERET, E. **História de uma Casa. Retratos**. A revista do IBGE. Rio de Janeiro, n. 18 SET/OUT 2019, p. 8-16, 2019. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/47ad07161ac72b90ad0b2387ab2dda34.pdf. Acesso em novembro de 2019.

PETRUCCI, E. **Características do clima de Uberlândia-MG: análise da temperatura, precipitação e umidade relativa - Uberlândia**. 2018. 245 f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

PICKETT, S.T.A., McGRATH, B., CADENASSO, M.L. & FELSON, A.J. Ecological resilience and resilient cities, **Building Research & Information**, 42:2, 143-157, 2014. DOI: https://doi.org/10.1080/09613218.2014.850600.

PITTOCK, A. B. **Climate change: the science, impacts and solutions.** New York: Earthscan, 2. Edição, 2009.

POTT, A. C. **Mudança climática na era do antropoceno: a percepção dos brasileiros.** Disponível em: https://www.percepcaoclimatica.com.br/_files/ugd/6dff39_1b4e74741ceb4777839ace998e106d59.pdf. Acesso em agosto de 2022.

PROCEL EDIFICA. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R)**. 2012, 96 p.

RHEINGANTZ, P. A. *et al.* **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para avaliação pós-ocupação.** Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

RICHARDS, D. R.; FUNG, T. K. BELCHER, R. N.; EDWARDS, P. J. Differential air temperature cooling performance of urban vegetation types in the tropics. In. **Urban Forestry and Urban Greening** 50, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126651.

RIGOLIN, T. B.; ALMEIDA, L. M. A. **Aprendendo a ler climogramas**. In: _____(org). Tipos de Clima. 2a edição. Ática: São Paulo, 2005.

RODIN, J. **The Resilience Dividend**. Great Britain: Profile Books, 2015. 324 p.

ROMÃO, E. AL. **Análise do desempenho térmico em tijolo ecológico confeccionado com uso de argila expandida.** Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, 2020.

ROMERO, M. A. B.; FERNANTES, J. T. (Orgs.) **Reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanístico – registro de curso de especialização à distância Reabilita**. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2015.

RUFINO, M. B. **Métodos e instrumentos de avaliação de projetos destinados à habitação de interesse social**. In.: AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFINO, M. B. C. (Org.) Minha Casa... e a Cidade? 1. Ed., Rio de Janeiro: Letra Capital, cap. 3, 2015.

SAKIYAMA, N. R. M.; CARLO, J. C.; FRICK, J.; GARRECHT, H. Perspectives of naturally ventilated buildings: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 130, p. 109933, set. 2020. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109933.

SAMPAIO, M. I. C.; SABADINI, A. A. Z. P.; KOLLER, S. H. **Produção científica: um guia prático**. São Paulo: Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, 2022.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014.

SANTOS, **A. Seleção do método de pesquisa**. Guia para pós-graduandos em Design e áreas afim. Curitiba: Insight, 2018.

SARTORI, M. G. B. **Clima e percepção**. 2000. 488f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

SARTORI, M. G. B; FARINHA, M. T. Doenças do aparelho respiratório e tipos de tempo na região de Santa Maria, RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

SCHWEIKER, M. Rethinking resilient comfort – definitions of resilience and comfort and their consequences for design, operation, and energy use. **Proceedings of Windsor**, 2020.

SENADO NOTÍCIAS. **As novas possibilidades para o programa Minha Casa, Minha Vida** 05 maio 2018. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/as-novas-possibilidadespara-o-programa-minha-casa-minha-vida Acesso em: 15 set. 2018

SEPLAN – SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO. **Banco de dados integrados – 2021. Volume I.** 2021. Disponível em: https://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/BDI-2021-vol1.pdf . Acesso em fevereiro de 2022.

SILVA, A. S.; ALMEIDA, L. S. S.; GHISI, E. Análise de incertezas físicas em simulação computacional de edificações residenciais. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 1, p. 289–303, mar. 2017. https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000100136.

SILVA, E.; RODRIGUES, P. L. **Desafios da avaliação bioclimática nas áreas urbanas tropicais e os impactos na saúde humana**. In. MURARA, P. G. S.; ALEIXO, N. C. R. (Orgs.) Clima e Saúde no Brasil. Jundiaí: Paco Editorial, 2021.

SIMÕES, G. M. F.; LEDER, S. M.; LABAKI, L. C.; How uncomfortable and unhealthy can social (low-cost) housing in Brazil become with use? **Building and Environment**, Volume 205, 2021.

SMIT, B.; WANDEL, J. Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability. **Global Environmental Change,** 16, 282-292. 2006. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008

SOARES, N.; BASTOS, J.; PEREIRA, L. D.; SOARES, A.; AMARAL, A. R.; ASADI, E.; RODRIGUES, E.; LAMAS, F. B.; MONTEIRO, H.; LOPES, M. A. R.; GASPAR, A. R. A review on current advances in the energy and environmental performance of buildings towards a more sustainable built environment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 77, p. 845–860, set. 2017. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.027.

SOLIMENE, U.; BRUGNOLI, A. MINELLI, E. **Meteoropatie: le condizioni atmosferiche che influiscono sulla salute e sull'umore**. Novara: Red Edizioni, 2002.

SORGATO, M. J.; VERSAGE, R.; LAMBERTS, R. **A influência da área de ventilação no desempenho térmico de edificações residenciais**. Nota Técnica nº 02/2011. LabEEE: Florianópolis, 2011.

SORRE, M. Complexes pathogènes et géographie médicale. **Annales de Géographie**, Paris, t. 42, n. 235, p. 1-18, 1933.

SOUSA, M. C. B. de; LEDER, S. M. Reflexões sobre terminologias utilizadas para definir o conforto térmico humano. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019028, 2019. ISSN 1980-6809 DOI: https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653185

STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE. **What is Resilience?** Avalilable at http://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2015-02-19-what-is-resilience.html. 2014. Acessed 25 February 2018.

TABORIANSKI, V. M.; PACCA, S. A. Carbon dioxide emission reduction potential for low-income housing units based on photovoltaic systems in distinct climatic regions. **Renewable Energy**, v. 198, p. 1440–1447, out. 2022. https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.08.091.

TAKEDA, A. S.; MONTEIRO, L. M.; HERNANDEZ NETO, A. O uso de sistemas verticais de vegetação em fachadas – estudo comparativo do desempenho térmico. In. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa, 2019.

TARLOV, A. Social Determinants of Health: the sociobiological translation. In: 92 Paulo Marchiori Buss e Alberto Pellegrini Filho **PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, 17(1):77-93, 2007 BLANE, D.; BRUNNER,E.; WILKINSON, R. (Eds.). Health and Social Organization. London: Routledge. p. 71-93, 1996.

THAPA, S.; SINGH, R.; DUNDELE, M.; THAPA, S.; THADATHIL, G.; JAKHAR, Y. K. Study of thermal comfort in the residents of different climatic regions of India—Effect of the COVID-19 lockdown. **Indoor Air**, 31(3), 899-917, 2020.

TREIMAN, A. L. ALTA **Reflectance Spectrometer. Introduction and classroom lessons**. Disponível em: https://www.lpi.usra.edu/lpi/contribution_docs/LPI-000952.pdf. 1998. Acesso em: abril de 2022.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, A.; AMARAL, R. **Desastres naturais – conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.

TORRIANI, G.; LAMBERTI, G.; FANTOZZI, F.; BABICH, F.; EXPLORING THE IMPACT OF PERCEIVED CONTROL ON THERMAL COMFORT AND INDOOR AIR QUALITY PERCEPTION IN SCHOOLS, **Journal of Building Engineering**, Volume 63, Part A, 2023, 105419, ISSN 2352-7102, https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105419

TRIANA, M. A. MUDANÇA DE PARADIGMAS NOS PROJETOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ARQUITETURA RESILIENTE E

AVALIAÇÃO NO CICLO DE VIDA. **Revista Ímpeto**, n. 8 (2018): Habitar: Naturezas e Formas em Contextos Diversos e Adversos, 2018.

TRIANA, M. A., LAMBERTS, R., SASSI, P., Should we consider climate change for Brazilian social housing? Assessment of energy efficiency adaptation measures. **Energy and Buildings**, Volume 158, 1 January 2018, Pages 1379-1392, 2017. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.003

UCHOA, N. M.; LUSTOSA, R. P.; UCHOA, F. N. M. Relação entre mudanças climáticas e saúde humana. **Revista Intertox de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade** · February 2019 DOI: 10.22280/revintervol12ed1.400

UN - UNITED NATIONS. Nova Agenda Urbana. **Declaração de Quito sobre cidades e aglomerados urbanos sustentáveis para todos**. In: HABITAT III, 3., Quito, 2016. Disponível em: http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese.pdf. Acesso em: 23 out. 2019.

VASQUEZ, E. M. A. **Análise do conforto ambiental em projetos de habitações de interesse social segundo a NBR 15.575:2013**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VEIGA, R. K. S.; TEIXEIRA, C. A.; BRACHT, M. A.; BOLDRINI, L. C.; MACHADO, R. M. S.; MELO, A. P.; LABERTS, R. ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DE ABERTURA E O FATOR SOLAR FRENTE AO GANHO DE CALOR NO CONTEXTO BRASILEIRO. In. XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** João Pessoa, 2019.

VIEIRA, R. L.; BARTHOLOMEI, C. L. B. Influência da vegetação na variação dos parâmetros microclimáticos e no conforto térmico real e calculado. In. XVI ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais...** Palmas, 2021.

VILLA, S. B., CARNEIRO, G. P., MORAES, R. A., & CARVALHO, N. L. DE M. Reflexões sobre os impactos da pandemia de COVID-19 no espaço doméstico. **Gestão & Tecnologia De Projetos**, 16(4), 67-83, 2021. https://doi.org/10.11606/gtp.v16i4.176851

VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; OLIVEIRA, L. V.; MIRANDA, N. L.; BARBOSA, G. S.; QUEIROZ, J. G.; SILVA, F. O.; DE PAULA, G. F. V.; SILVA, V. G.; VASCONCELOS, P. B. **Relatório Final - Estratégias "na palma da mão" para uma casa saudável e resiliente.** Universidade Federal de Uberlândia, 2022a.

VILLA, S. B.; GARREFA, F., STEVENSON, F., SOUZA, A. R., BORTOLI, K. C. R., ARANTES, J. S., VASCONCELLOS, P. B., CAMPELO, V. A. **Método de análise da resiliência e adaptabilidade em conjuntos habitacionais sociais através da avaliação pós-ocupação e coprodução.** RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA: Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; Universidade de Sheffield, 2017, 393 p.

VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; VASCONCELLOS, P. B.; ARAÚJO, L. B. (THE LACK OF) ADAPTABILITY IN BRAZILIAN SOCIAL HOUSING: understanding its impacts through residents' lens. **Building and Cities**. 2022b.

VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; VASCONCELLOS, P. B.; PARREIRA, F. V. M., ARAÚJO, G. M.; BRAGA, T. H. C.; MORAES, R. A.; OLIVEIRA, M. N.; OLIVEIRA, N. F. G.; BARBOSA, M. C. R.; FILHO, M. O. C.; PENA, I. C.; FARIA, J. G. **BER HOME - Resiliência no ambiente construído em habitação social: métodos de avaliação tecnologicamente avançados**. RELATÓRIO FINAL: Uberlândia, Minas Gerais: PPGAU, FAUED, Universidade Federal de Uberlândia, Março de 2022c.

VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; VASCONCELLOS, P. B. ASSESSING THE BUILT ENVIRONMENT RESILIENCE IN BRAZILIAN SOCIAL HOUSING: CHALLENGES AND REFLECTIONS. **Caminhos de Geografia**, v. 24, n. 94, p. 293-312, 1º ago. 2023. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/66504/36535

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. (Org.) **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

VILLA, S. B.; SARAMAGO, R. C. P.; GARCIA, L. C. **Avaliação Pós-Ocupação no Programa Minha Casa Minha Vida: uma experiência metodológica**. 1. ed. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

VILLA, S. B. *et al*. **Método de análise da resiliência e adaptabilidade em conjuntos habitacionais sociais através da avaliação pós-ocupação e coprodução.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; Universidade de Sheffield, 2017. Relatório final de pesquisa.

VILCHES A.; GARCIA-MARTINEZ, A.; SANCHEZ-MONTAÑES, B. Life cycle assessment (LCA) of building refurbishment: A literature review, **Energy and Buildings**, Volume 135, 2017, Pages 286-301, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.11.042.

VITAL, G. T. D. **Projeto Sustentável para a Cidade: o caso de Uberlândia**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), FAUUSP, São Paulo, 2012.

VOORDT, T. J.M. van der; WEGEN, H. B.R. **Arquitetura sob o olhar do usuário. Programa de necessidades, projeto e avaliação de edificações**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2013. 237p.

WALKER, B.; HOLLING, C.; CARPENTER, S. e KINZIG, A. Resilience, adaptability and transformability in social: ecological systems. **Ecology and Society**, 9 (2), 5, 2004. https://doi.org/10.5751/ES-00650- 090205 YIN. R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2004.

WEBER, F. S.; MELO, A. P.; MARINOSKI, D. L.; GÜTHS, S.; LAMBERTS, R. **Desenvolvimento de um modelo equivalente de avaliação de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no EnergyPlus**. Florianópolis, 2017.

WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. Building Simulation Calibration Using Sensitivity Analysis. In: BUILDING SIMULATION, 9., 2005, Montreal. **Proceedings…** Montreal: IBPSA, 2005. p. 1331-1338.

WIDERA, B. Bioclimatic architecture as an opportunity for developing countries. **Proceedings** of 30th PLEA Conference. Ahmedabad: CEPT University, 2014.

YAMAMOTO, J. K.; LAMDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos + aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 4th edition, Prentice Hall, 1999, 663p.

GLOSSÁRIO

Ambiente construído

Todo o ambiente erigido, moldado ou adaptado pelo homem. São os artefatos humanos ou estruturas físicas realizadas pelo homem (ORNSTEIN, BRUNA & ROMERO, 1995). Resulta das interações entre o ambiente físico e o comportamento humano. Ao mesmo tempo, influencia e é influenciado por aspectos culturais e temporais, comportamentos socioespaciais humanos, relações afetivas e experiências ambientais (ELALI e PINHEIRO, 2013).

Ameaças

Referem-se aos fenômenos climáticos, ambientais, sociais, econômicos e/ou políticos incidentes sobre o urbano capazes de gerar efeitos sensíveis sobre o ambiente construído de HIS, na medida de sua vulnerabilidade. Podem classificar-se como choques agudos – eventos agudos repentinos que ameaçam uma cidade, como terremotos, chuvas fortes, ondas de calor, etc, ou estresses crônicos – desastres lentos que enfraquecem o tecido de uma cidade, como *déficit* habitacional quantitativo e qualitativo, ausência ou ineficiência de políticas públicas, etc (ARUP & THE ROCKEFELLER FOUNDATION, 2015).

ATHIS

Assistência Técnica de Habitação de Interesse Social - Forma de prestação de serviço prevista na lei 11888/2008 que permite o desenvolvimento de programas de atendimento de famílias de baixa renda que não podem pagar os serviços de arquitetos e engenheiros (CAU/SC, 2020).

Atributos facilitadores da resiliência

Objetivos que o ambiente construído deve buscar a fim de alcançar a resiliência (VILLA *et al.*, 2017).

Efeitos negativos

Prejuízos sofridos ou causados por algo ou alguém, como danos físicos, morais, patrimoniais. Mais especificamente, referem-se às consequências negativas das ameaças incidentes, enfraquecendo laços sociais e afetivos entre moradores e entre estes e o ambiente construído que ocupam. Podem ser percebidos na escala do terreno, da estrutura, das vedações verticais e horizontais, das infraestruturas, ambientes e mobiliários (BRAND, 1994). Sua extensão deriva da e amplifica a exposição do ambiente e vulnerabilidade das pessoas às ameaças.

Exposição /vulnerabilidade

Refere-se ao estado de sensibilidade/suscetibilidade a determinadas ameaças, principalmente decorrentes de características inerentes ao projeto entregue, à situação do edifício e comportamento dos usuários no momento da incidência dessas ameaças (VILLA *et al.*, 2017; LEMOS, 2014;

	MAGUIRE e CARTWRIGHT, 2008; SMIT e WANDEL, 2006; BROOKS, 2003).
Habitação	É a unidade em que se processa a vida de cada família, compreendendo a moradia e suas dependências. Compreende o conjunto de elementos urbanísticos para sua configuração – rua, infraestrutura, etc (PEDRO, 2000).
Impacto	Refere-se ao conjunto de choques agudos e/ou estresses crônicos que ameaçam a vida, os meios de subsistência, a saúde, os ecossistemas, as economias, a cultura, os serviços e a infraestrutura de uma sociedade exposta e ambiente construído, gerando efeitos negativos proporcionais ao estado de vulnerabilidade do sistema em um dado momento (ELIAS-TROSTMANN et al., 2020; GARCIA e VALE, 2017; ARUP e THE ROCKEFELLER..., 2015; LEMOS, 2014).
Indicadores/sub-indicadores de resiliência	Derivados da análise de fatores identificados como importantes para permitir que as comunidades urbanas se recuperem de choques e tensões. Juntos, formam o "sistema imunológico" da edificação. São os sub-elementos ou sub-aspectos de análise que explicam e/ou detalham os atributos (VILLA *et al.*, 2017).
Morador (usuário)	Quem habita o espaço privado, habitação térrea ou apartamento.
Pesquisadores (avaliadores)	Quem atua no processo de aplicação da Avaliação Pós-Ocupação (APO), dos instrumentos e técnicas empregados.
Projeto-embrião (casa-embrião)	Projeto de HIS proposto pelo PMCMV e construído pelas construtoras nos CHIS, composto por sala, cozinha, banheiro, área de serviços e 2 quartos.
Recomendações para resiliência	Ações ou estratégias que favorecem a resiliência do sistema.
Reforma	Renovação ou aperfeiçoamento, em parte ou no todo, dos elementos de uma edificação, a serem executados em obediência às diretrizes e especificações constantes de projeto arquitetônico de reforma. Envolvem alterações do aspecto físico/dimensional da moradia, envolvendo desde alterações pontuais até aquelas mais robustas, sendo a elevação de muros externos, criação de novos ambientes (fechados ou não por paredes), pavimentação do terreno e supressão de áreas verdes as mais comumente observadas em HIS (BORTOLI, 2018; VILCHES, GARCIA-MARTINEZ e SANCHEZ-MONTAÑEZ, 2017).
Resiliência no ambiente construído	É uma capacidade do ambiente construído de lidar positivamente com mudanças ou impactos impostos ao longo do tempo, sem perder sua essência e funcionalidade, segundo

certas habilidades que variam de acordo com a natureza do impacto (GARCIA; VALE, 2018; RODIN, 2015; PICKETT *et al.*, 2014).

Sistema

A pesquisa assume que o ambiente construído de HIS é um sistema composto de diferentes elementos: ambiente natural, edifícios, infraestruturas, residentes, gestores e lideranças comunitárias.

Tempo e Clima

Ao passo em que o tempo é a condição momentânea da atmosfera, o clima é definido pela sucessão habitual dos tempos (MONTEIRO, 1976; SORRE, 1933).

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO

1A.1) QUESTIONÁRIO DE IMPACTO – PESQUISA [CASA RESILIENTE][1]

Objetivo: avaliar percepção e nível de incômodo gerado por efeitos negativos de impactos incidentes sobre o sistema casa, com enfoque para aqueles que comprometem o atributo de conforto térmico, relacionados à causa "clima" (SP = 53 casas, Pequis = 53 casas).

Procedimentos (também se aplicam ao instrumento 1A.2 – Questionário complementar de impacto):

1. Concepção dos questionários, definição estatística de amostragem e submissão à apreciação ética;
2. Pré-teste dos questionários e correções;
3. Preparação de material para aplicação – impressões, TCLEs, crachás, bilhetes e brindes de agradecimento;
4. Treinamento de equipe (alunos e colaboradores externos) para abordagem de sujeitos de pesquisa;
5. Recrutamento de sujeitos de pesquisa em campo;
6. Tabulação de resultados por meio de formulário eletrônico;
7. Análise e discussão de resultados.

PERGUNTAS AO MORADOR

Identificação da unidade habitacional (código atribuído à rua e nº da casa): _____ Bairro: ( ) RSB ( ) 2A4
Data/hora:_____ Nome do morador (a):_____ Telefone(s) (WhatsApp): _____

Unidade Habitacional sofreu reforma (ampliação de cômodos/varanda)? ( ) Sim ( ) Não

Gênero: ( ) Masculino ( ) Feminino ( ) Não binário ( ) Prefere não identificar

Idade do entrevistado:
( ) Jovem – até 19 anos ( ) Adulto – de 20 a 59 anos
( ) Idoso – a partir de 60 anos de idade

Renda média mensal total da família (R$):
( ) Não têm renda ( ) 1 a 2 salários mínimos ( ) 2 a 3 salários mínimos ( ) 3 a 4 salário mínimos ( ) Mais de 4 salários mínimos

A qual tipo de família você pertence hoje?
( ) Pessoa só ( ) Casal + Filhos ( ) Pai ou Mãe + filhos ( ) Casal sem Filhos ( ) Casal de idosos ( ) Casal + Filhos + Parente ( ) Pai ou Mãe + Filhos + Parentes ( ) Coabitação (sem vínculo familiar) ( ) Coabitação (com vínculo familiar)

Quantas pessoas moram na sua casa (incluindo você)?
( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5 ( )6 ( )7 ( )8 ( )9 ( )10 ou +

Quanto você paga de energia em média (em reais)?
( ) Até R$30,00 ( ) De R$30,00 a R$50,00 ( ) De R$50,00 a R$70,00 ( ) De R$70,00 a R$100,00 ( ) De R$100,00 a R$150,00 ( ) De R$150,00 a R$200,00 ( ) De R$200,00 a R$250,00 ( ) Mais de R$250,00

Para você, *quais dos seguintes* itens representam ou representaram incômodos em seu dia a dia no local de moradia? Quais, dentre os listados, são efeitos negativos sobre sua casa e sua família? *Qual o nível de incômodo* gerado?
(Obs.: anotar eventuais comentários dos moradores sobre temas levantados. Eles podem apontar informações imprevistas. Considerar qualquer tipo de impacto desde quando mora nessa unidade habitacional – impactos ao longo do tempo)

CAUSA (GRANDE EVENTO): Clima								
Ameaças	Efeitos Negativos sobre a casa e a família	Percebe o efeito		Nível de incômodo			Coment.
		Sim	Não	Pouco	Muito	Nenhum	
( ) Chuvas intensas	Goteiras						
	Infiltrações						
	Surgimento de mofo						
	Enxurradas						
	Alagamentos / acúmulo de água no lote (incluindo a calçada)						
	Desgaste de materiais, tais como forros, paredes, revestimentos, pisos/pavimentação no lote e calçadas						
	Deslizamentos de terra						
	Mau-cheiro advindo do sistema de esgotos e/ou drenagem pluvial						
	Retorno de esgoto nos aparelhos sanitários						
	Surgimento de insetos						
	Ocorrência de arboviroses (dengue, zika vírus, chikungunya, etc)						

[1] Produzido pelo grupo de pesquisa, contando com colaboração da autora, enquanto integrante, entre os anos de 2020/22. Ref: VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; VASCONCELLOS, P. B.; PARREIRA, F. V. M., ARAÚJO, G. M.; BRAGA, T. H. C.; MORAES, R. A.; OLIVEIRA, M. N.; OLIVEIRA, N. F. G.; BARBOSA, M. C. R.; FILHO, M. O. C.; PENA, I. C.; FARIA, J. G. BER HOME - Resiliência no ambiente construído em habitação social: métodos de avaliação tecnologicamente avançados. RELATÓRIO FINAL: Uberlândia, Minas Gerais: PPGAU, FAUED, Universidade Federal de Uberlândia, Março de 2022.

( ) Longos períodos de estiagem (seca)	Baixa umidade do ar (“secura”)							
	Queimadas							
	Problemas de saúde devidos à “secura” do ar							
	Piora/surgimento de doenças respiratórias							
( ) Ondas de calor	Calor dentro de casa							
	Abafamento de cômodos (calor + umidade)							
	Necessidade de ventilador / umidificador							
	Necessidade de ar-condicionado							
	Custo elevado de contas de água/luz							
	Ocorrência de desidratação							
	Ocorrência de infarto do miocárdio							
	Ocorrência de outros problemas de saúde devidos ao calor							
( ) Ondas de frio	Frio dentro de casa							
	Necessidade de aquecedor de ar							
	Necessidade de utilizar chuveiro elétrico no modo inverno							
	Custo elevado de contas de água/luz							
	Aumento de dores no corpo							
	Ocorrência de outros problemas de saúde devidos ao frio							
( ) Rajadas de vento (ventos fortes)	Poeira / fuligem / material particulado dentro de casa (sujeira)							
	Destelhamentos / queda de forros							
	Queda de árvores							
( ) Alterações no abastecimento de água	Elevação nos custos da conta de água							
	Baixa qualidade da água que chega na torneira							
	Interrupções no abastecimento de água							
( ) Alterações no abastecimento de energia	Elevação nos custos conta de energia							
	Interrupções no abastecimento de energia							

1A.2) QUESTIONÁRIO COMPLEMENTAR DE IMPACTO

Objetivo: verificar sensação térmica, satisfação térmica, a produtividade/saúde térmica dos moradores e condições de saúde pré-existentes – determinantes da qualidade do ambiente térmico. Verificar características construtivas gerais (RSB = 53 casas, 2A4 = 53 casas).

Procedimentos: Mesmos do Questionário de Impacto (instrumento 1A.1 – vide acima).

PERGUNTAS AO MORADOR

Identificação da unidade habitacional (código atribuído à rua e nº da casa): _____ Bairro: ( ) RSB ( ) 2A4
Data/hora:_____ Nome do morador (a):_____ Telefone(s) (WhatsApp): _____

1. Unidade Habitacional sofreu reforma (ampliação de cômodos/varanda)? ( ) Sim ( ) Não
Qual o tipo da ampliação? (resposta aberta) *Ex.: nova área coberta frente e fundo, nova área coberta apenas frente, novo cômodo frente e lateral, novo cômodo lateral e fundo, novo cômodo fundo, edícula fundo, etc.*

2. A sua cor ou raça é (resposta tipo sim ou não – perguntar todos): ( ) Amarela ( ) Branca ( ) Indígena ( ) Parda ( ) Preta ( ) Não declarada

Responda as perguntas de 2 a 6 com base na sua experiência nos cômodos listados, considerando o último ano:

3. Como você avalia a quantidade de movimento do ar (ventilação) na sala/quarto da frente/quarto do fundo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Pouca ventilação ( ) Muita ventilação ( ) Ventilação suficiente
QUARTO FRENTE	( ) Pouca ventilação ( ) Muita ventilação ( ) Ventilação suficiente
QUARTO FUNDO	( ) Pouca ventilação ( ) Muita ventilação ( ) Ventilação suficiente

4. No geral, qual seu nível de satisfação com a ventilação na sala/quarto da frente/quarto do fundo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito
QUARTO FRENTE	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito
QUARTO FUNDO	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito

5. Durante os meses quentes (verão), como você se sente na sala/quarto da frente/quarto do fundo, na maior parte do tempo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio
QUARTO FRENTE	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio
QUARTO FUNDO	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio

6. Durante os meses frios (inverno), como você se sente na sala/quarto da frente/quarto do fundo, na maior parte do tempo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio
QUARTO FRENTE	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio
QUARTO FUNDO	( ) Com muito calor ( ) Com calor ( ) Levemente com calor ( ) Neutro ( ) Levemente com frio ( ) Com frio ( ) Com muito frio

7. No geral, qual seu nível de satisfação com a temperatura na sala/quarto da frente/quarto do fundo (resposta pelo índice – para cada cômodo):

SALA	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito
QUARTO FRENTE	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito
QUARTO FUNDO	( ) Satisfeito ( ) Insatisfeito

8. Quais problemas de saúde o calor está gerando em você ou pessoa que mora com você? (resposta espontânea – pesquisadora marca o que enquadrar) ( ) Alergia respiratória ( ) Alergia na pele ( ) Gripes/resfriados ( ) Pneumonia ( ) Asma ( ) Dificuldade para respirar ( ) Aumento de pressão ( ) Queda de pressão ( ) Dores no corpo ( ) Mal-estar ( ) Letargia ( ) Exaustão ( ) Dificuldade de concentração ( ) Desidratação ( ) Dificuldade para dormir ( ) Dificuldade para trabalhar ( ) Dificuldade para estudar ( ) Dificuldade para realizar tarefas domésticas ( ) Nenhum ( ) Outro problema, por favor especifique ___

9. Quais problemas de saúde o frio está gerando em você ou pessoa que mora com você? (resposta espontânea – pesquisadora marca o que enquadrar) ( ) Alergia respiratória ( ) Alergia na pele ( ) Gripes/resfriados ( ) Pneumonia ( ) Asma ( ) Dificuldade para respirar ( ) Aumento de pressão ( ) Queda de pressão ( ) Dores no corpo ( ) Mal-estar ( ) Letargia ( ) Exaustão ( ) Dificuldade de concentração ( ) Desidratação ( ) Dificuldade para dormir ( ) Dificuldade para trabalhar ( ) Dificuldade para estudar ( ) Dificuldade para realizar tarefas domésticas ( ) Nenhum ( ) Outro problema, por favor especifique ___

10. Você ou alguém da família tem alguma doença pré-existente? (resposta espontânea – pesquisadora marca o que enquadrar) ( ) Não ( ) Doenças do coração (hipertensão, isquemia, cardiopatia, etc) ( ) Doenças articulares (reumatismo, artrose, artrite, etc) ( ) Doenças respiratórias (asma, bronquite, sinusite, etc) ( ) Doenças dos rins ( ) Doenças do fígado ( ) Diabetes ( ) Doenças ósseas ( ) Doenças auto-imunes (lúpus, vitiligo, hepatite autoimune, etc) ( ) Outra doença, qual? ____

11. Comentários da pesquisadora (por favor, inclua aqui qualquer observação complementar sobre o que foi conversado, inclusive problemas com o questionário do morador):

12. Essa casa é elegível para instalação de instrumentos para medição de temperatura, umidade e velocidade de ventos (visando calibração)? ( ) Sim ( ) Não *Obs.: O que torna a casa elegível é ter sofrido pouca ou nenhuma alteração dimensional ou de materiais, independentemente de qual seja sua orientação solar.*	*12.1 Se "Sim", morador aceitaria receber instalação nos APP por período de aproximadamente 10 dias? Perguntar*: ( ) Sim ( ) Não *Comentários:*

ATENÇÃO!

Quando permitido ingresso na casa, fazer croqui da casa, contendo:

- Compartimentação e identificação de usos dos cômodos (embrião e ampliação);

- Posição de aberturas (janelas e portas)

- Posição e extensão de áreas permeáveis;

Quando permitido pelo morador, tirar muitas fotos, mostrando:

- Fotos de conjunto e específicas - sempre dar contexto, cuidar do enquadramento;

- Materiais construtivos paredes, janelas e coberturas (embrião e ampliação);

- Toda a casa vista de fora (embrião e ampliações), fotos suficientes para ver todas as superfícies/paredes/pisos/cobertura;

1A.3) ANÁLISE MORFOLÓGICA

Objetivo geral: Avalia tecnicamente padrões de ampliação (direção, dimensões, contato com embrião), materialidades, permeabilidade e impermeabilidade de terrenos, e sua arborização. Permite traçar relações entre uso e ocupação do solo, geometria de ampliações e qualidade do ambiente térmico aferida através dos instrumentos 1A.1 e 1A.2.

- Análise 1: compreender padrões gerais de uso e ocupação do solo para a escala dos loteamentos completos (RSB = 175 casas, 2A4 = 209 casas).
- Análise 2: compreender padrões geométricos/dimensionais de ampliação das casas visitadas nos loteamentos (RSB = 53 casas, 2A4 = 53 casas).

APÊNDICE 1 – INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO

Análise 1 – Padrões de uso e ocupação do solo

Procedimentos:

1. Aquisição de imagem de alta resolução captada por drone;
2. Inserção de imagem na base de dados do Google Earth Pro;
3. Aquisição de dados vetoriais para classes analisadas (tipos de ampliações, permeabilidade e impermeabilidade do solo, arborização urbana), de acordo com a Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV), da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) - https://www.inde.gov.br/ ;
4. Extração e análise de dados geográficos e geoestatísticos.

Análise 2 – Padrões geométricos/dimensionais

Procedimentos:

1. Aferição e registro de medidas utilizando opções “fita métrica” e “propriedades” do Google Earth Pro (aplicando a máxima aproximação para obter maior precisão);
2. Análise estatística de resultados.

1A.4) SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Objetivo: Avalia tecnicamente embrião e ampliação padrão (a partir de 1A.3) quanto ao conforto térmico e renovação de ar segundo normativas. Parte de modelo computacional calibrado/validado a partir de medições de temperatura, umidade e refletância em campo. Permite verificar percentual de horas em faixa operativa de conforto e trocas de ar suficientes em modelos representativos dos padrões de ampliações observados nas casas visitadas e sua relação com embrião em diferentes orientações solares (RSB = 3 casas, 2A4 = 3 casas).

Procedimentos:

1. Seleção de casas pouco ou nada alteradas e tratativas com morador;
2. Programação e instalação de termo-higrômetros (HOBO Onset) em ambiente interno e externo das casas;
3. Aferição e tratamento de dados de absortância (Alta II) de paredes externas das casas;
4. Recolha de equipamentos e entrevista com morador sobre padrões de uso e ocupação no período;
5. Tratamento de dados aferidos e preparação de arquivos climáticos .epw das localidades;
6. Preparação e configuração de parâmetros de modelos computacionais (arquivos .idf de embriões e casas representativas de ampliações) – padrões de uso, operação e ocupação segundo NBR 15575 (ABNT... 2021), materiais e componentes construtivos segundo NBR 15220 (ABNT..., 2003) e Weber et al. (2017);
7. Variação de parâmetros do modelo visando conhecer e minimizar erro entre dados medidos e simulados;
8. Cálculo de coeficientes de pressão do vento – utilizando ferramenta CpSimulator, (https://cpsimulator.cimec.org.ar/), segundo Bre e Gimenez (2022);
9. Simulação de conforto térmico e ACH e análise de resultados.

APÊNDICE 2 – CONFIGURAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE MODELOS

CONFIGURAÇÕES MODELOS

RSB

Figura 1 – Planta baixa e ambientes analisados no RSB.

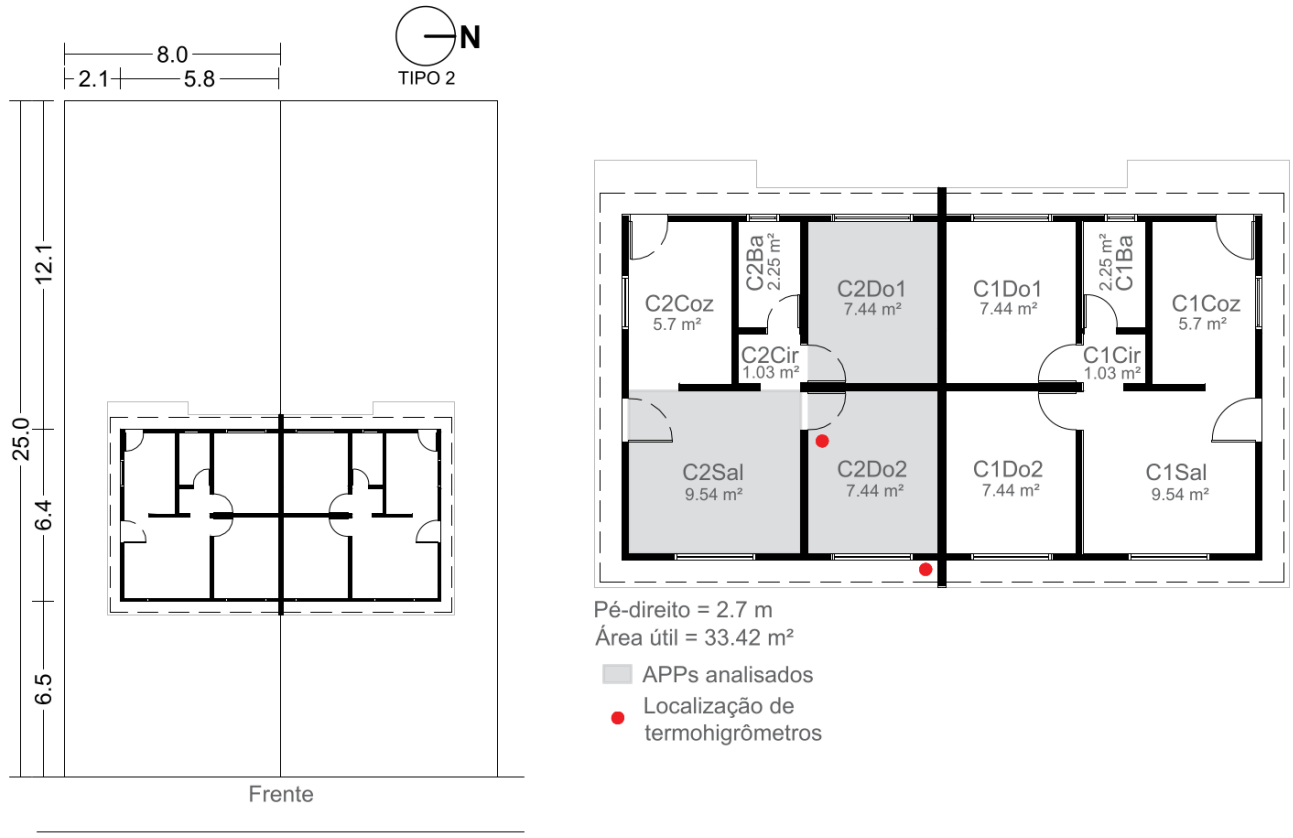
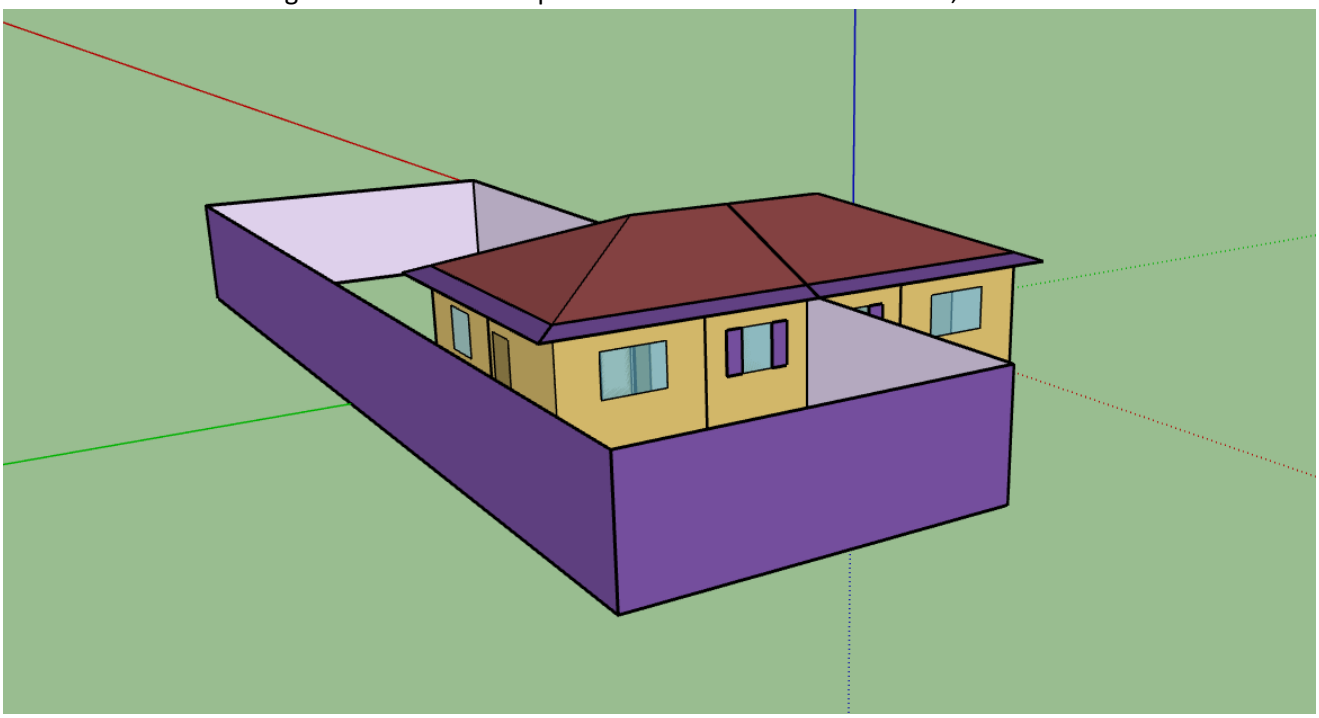


Figura 2 – Modelo computacional do caso base – embrião, no RSB.



APÊNDICE 2 – CONFIGURAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE MODELOS

Quadro 1 - Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante para equipamentos dos APPs.

Ambiente	Número de pessoas	Períodos de uso e fração de uso	Atividade realizada	Calor produzido por área de superfície corporal (W/m²)	Calor produzido por uma pessoa com 1,8 m² de área de superfície corporal (W)	Fração radiante
Dormitórios	2	00:00 – 7:59 – 1 22:00 – 23:59 – 1	Dormindo ou descansando	45	81	0.30
Sala	4	14:00 – 21:59 – 1	Sentado ou assistindo TV	60	108	0.30

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 2 – Parâmetros de ventilação natural.

Parâmetros	Portas	Janelas
Coeficiente de fluxo de ar por frestas quando abertura está fechada (kg/(s.m))	0.0024	0.00063
Expoente de fluxo de ar por frestas quando a abertura está fechada (adimensional)	0.59	0.63
Coeficiente de descarga (C_d) da abertura (adimensional)	0.60	0.60

Source: NBR 15575 (ABNT..., 2021).

Quadro 3 - Rotinas de ocupação e iluminação para os dias de semana e finais de semana.

	Dormitório (%)	Sala (%)
Ocupação	100% - 22:00 - 7:59	50% - 14:00h - 17:59 100% - 18:00h - 21:59
Iluminação	100% - 6:00 - 07:59 e 22:00 - 23:59	100% - 16:00 - 21:59

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 4 - Densidade de potência instalada, fração radiante e fração visível para o sistema de iluminação.

Ambiente	DPI (W/m²)	Fração radiante	Fração visível
Dormitório	5.00	0.32	0.23
Sala	5.00	0.32	0.23

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 5 - Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante equipamentos APPs.

Ambiente	Períodos de uso	Potência (W)	Fração radiante
Dormitório	14:00 – 21:59	120	0.30
Sala	14:00 – 21:59	120	0.30

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 6 - Propriedades térmicas dos materiais utilizados na simulação.

Material	Espessura (m)	Condutividade - λ [W/m.K]	Densidade - ρ [kg/m3]	Calor Específico - c [J/kg.K]
Tijolo 9x19x19 + câmara de ar 0.18 m².K/W	0.013	0.9	1600	920
Tijolo 12x19x19 + câmara de ar 0.18 m².K/W	0.013	0.9	1600	920
Argamassa Ext. Abs. 0.29	0.0175	1.15	2000	1000
Argamassa Ext. Abs. 0.11	0.0175	1.15	2000	1000
Argamassa Int. Abs. 0.11	0.0125	1.15	2000	1000
Argamassa Par. Geminada	0.0175	1.15	2000	1000
Forro PVC	0.01	0.071	273	960
Telha Cerâmica	0.01	1.05	2000	920
Piso Azulejo	0.0075	1.05	2000	920
Contrapiso	0.07	1.75	2200	1000
Porta Madeira	0.03	0.15	650	2300
Porta Metal	0.0001	230	2700	880

Fonte: NBR 15220 (ASSOCIAÇÃO..., 2003), Weber *et al.* (2017), Dornelles (2008) e Dornelles (2021).

Figura 3 – Planta baixa e ambientes analisados no 2A4.

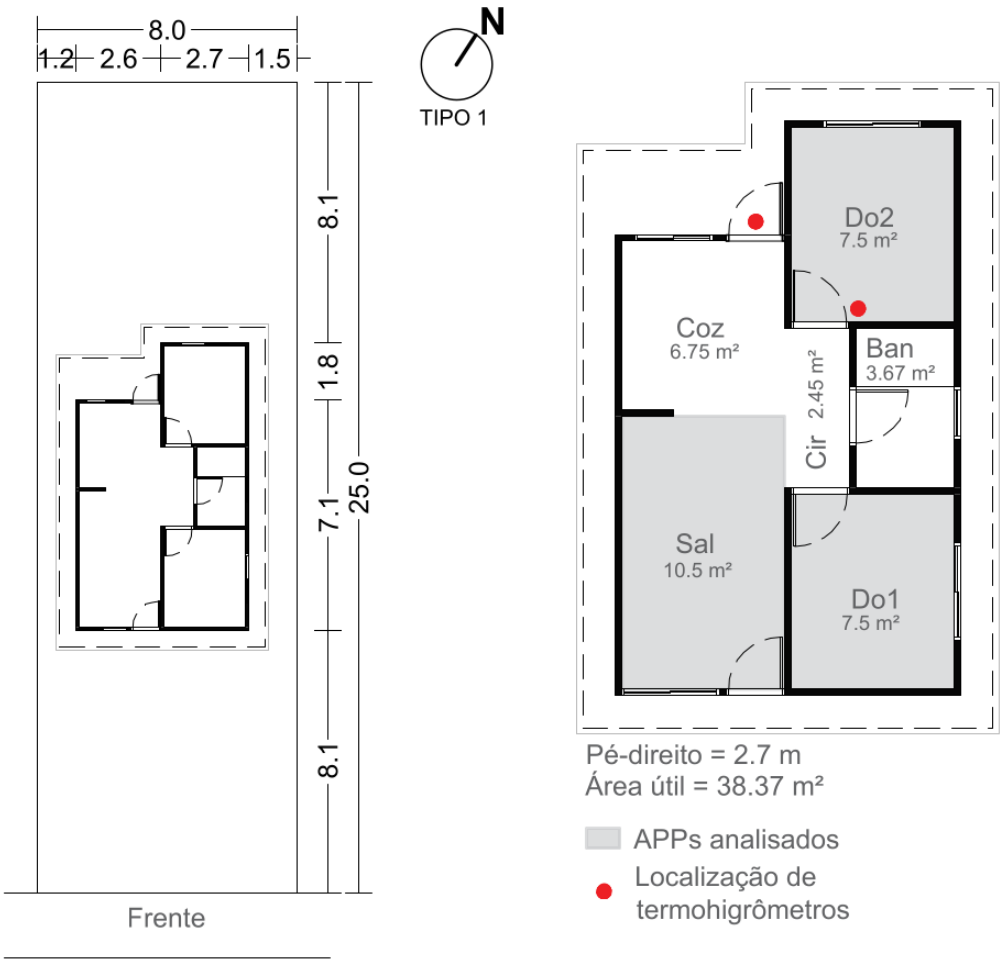
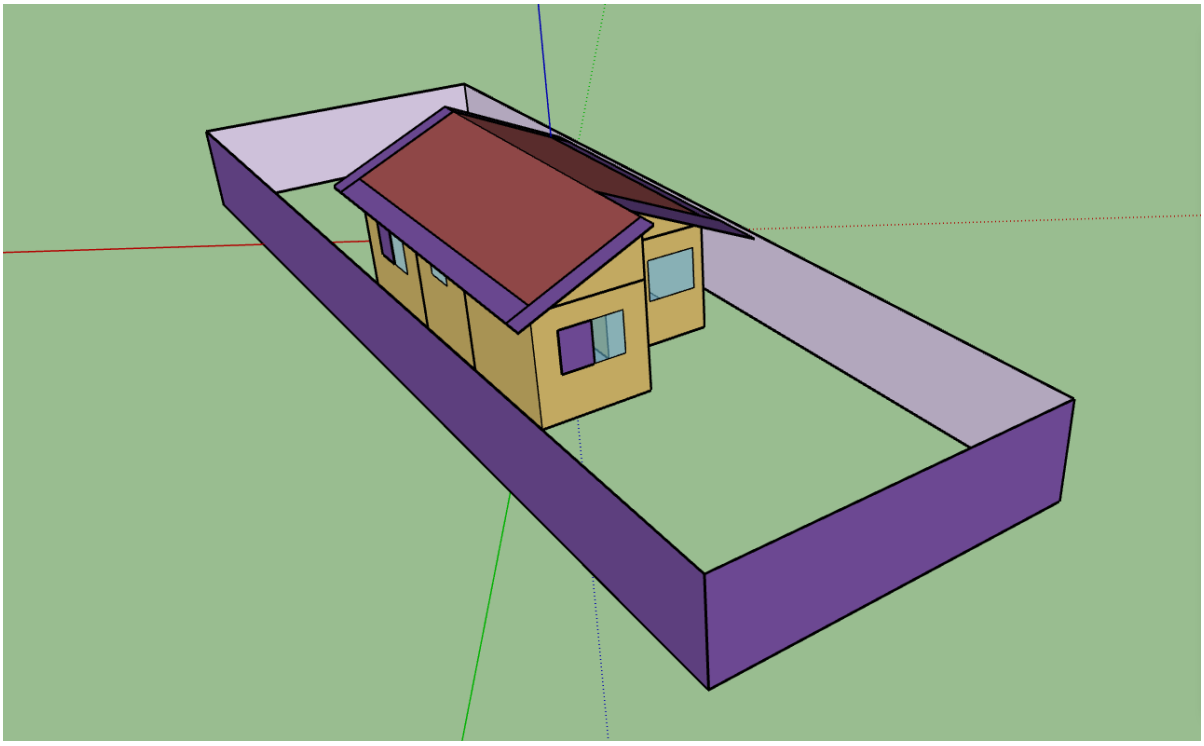


Figura 4 – Modelo computacional do caso base – embrião, no 2A4.



APÊNDICE 2 – CONFIGURAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE MODELOS

Quadro 7 - Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante para equipamentos dos APPs.

Ambiente	Número de pessoas	Períodos de uso e fração de uso	Atividade realizada	Calor produzido por área de superfície corporal (W/m²)	Calor produzido por uma pessoa com 1,8 m² de área de superfície corporal (W)	Fração radiante
Dormitórios	2	00:00 – 7:59 – 1 22:00 – 23:59 – 1	Dormindo ou descansando	45	81	0.30
Sala	4	14:00 – 21:59 – 1	Sentado ou assistindo TV	60	108	0.30

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 8 – Parâmetros de ventilação natural.

Parâmetros	Portas	Janelas
Coeficiente de fluxo de ar por frestas quando abertura está fechada (kg/(s.m))	0.0024	0.00063
Expoente de fluxo de ar por frestas quando a abertura está fechada (adimensional)	0.59	0.63
Coeficiente de descarga (C_d) da abertura (adimensional)	0.60	0.60

Source: NBR 15575 (ABNT..., 2021).

Quadro 9 - Rotinas de ocupação e iluminação para os dias de semana e finais de semana.

	Dormitório 1 (%) - normativo	Dormitório 2 (%) - real	Sala (%)
Ocupação	100% - 22:00 - 7:59	100% - 22:00 - 7:59	50% - 14:00h - 17:59 100% - 18:00h - 21:59
Iluminação	100% - 6:00 - 07:59 e 22:00 - 23:59	100% - 6:00 - 07:59 e 22:00 - 23:59	100% - 16:00 - 21:59

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 10 - Densidade de potência instalada, fração radiante e fração visível para o sistema de iluminação.

Ambiente	DPI (W/m²)	Fração radiante	Fração visível
Dormitório	5.00	0.32	0.23
Sala	5.00	0.32	0.23

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 11 - Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante equipamentos APPs.

Ambiente	Períodos de uso	Potência (W)	Fração radiante
Dormitório	14:00 – 21:59	120	0,30
Sala	14:00 – 21:59	120	0,30

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 12 - Propriedades térmicas dos materiais utilizados na simulação.

Material	Espessura (m)	Condutividade - λ [W/m.K]	Densidade - ρ [kg/m3]	Calor Específico - c [J/kg.K]
Parede Concreto Abs. 0.411	0.1	1.75	2400	1000
Forro PVC	0.01	0.071	273	960
Telha Concreto	0.02	1.75	2200	1000
Piso Azulejo	0.0075	1.05	2000	920
Contrapiso	0.07	1.75	2200	1000
Porta Madeira	0.03	0.15	650	2300
Porta Metal	0.0001	230	2700	880

Fonte: NBR 15220 (ASSOCIAÇÃO..., 2003), Weber *et al.* (2017), Dornelles (2008) e Dornelles (2021).

APÊNDICE 2 – CONFIGURAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE MODELOS

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 15220: Desempenho Térmico de Edificações.** Rio de Janeiro, 2003.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações Habitacionais**. Rio de Janeiro, 2021.

DORNELLES, K. A. **Biblioteca de absortância de telhas: base de dados para análise de desempenho termoenergético de edifícios**. [*S. l.*]: Universidade de São Paulo. Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, 2021. DOI 10.11606/9786586810103. Disponível em: https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/571. Acesso em: 16 jul. 2023.

DORNELLES, K. A. Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2008.

WEBER, F. S.; MELO, A. P.; MARINOSKI, D. L.; GÜTHS, S.; LAMBERTS, R. **Desenvolvimento de um modelo equivalente de avaliação de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no EnergyPlus**. Florianópolis, 2017. WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. Building Simulation Calibration Using Sensitivity Analysis. In: BUILDING SIMULATION, 9., 2005, Montreal. **Proceedings… Montreal: IBPSA**, 2005. p. 1331-1338.

CALIBRAÇÃO DE MODELOS – CASOS BASE

RSB

Quadro 13 - Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante para equipamentos dos APPs.

Ambiente	Número de pessoas	Períodos de uso e fração de uso	Atividade realizada	Calor produzido por área de superfície corporal (W/m²)	Calor produzido por uma pessoa com 1,8 m² de área de superfície corporal (W)	Fração radiante
Dormitório 1 - normativo	2	00:00 – 7:59 – 1 22:00 – 23:59 – 1	Dormindo ou descansando	45	81	0.30
Dormitório 2 - real	3	00:00 – 8:59 – 1 14:00 – 16:59 – 0.33 21:00 – 23:59 - 1	Dormindo ou descansando	45	81	0.30
Sala - real	3	14:00 – 20:59 – 1	Sentado ou assistindo TV	60	108	0.30

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 14 - Rotinas de ocupação e iluminação para os dias de semana e finais de semana.

	Dormitório 1 - normativo (%)	Dormitório 2 - real (%)	Sala (%)
Ocupação	100% - 22:00 - 7:59	100% - 00:00 – 8:59 33% - 14:00 – 16:59 100% - 21:00 – 23:59	50% - 14:00h - 17:59 100% - 18:00h - 21:59
Iluminação	100% - 6:00 - 07:59 e 22:00 - 23:59	Sempre desligado	100% - 16:00 - 21:59

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 15 - Densidade de potência instalada, fração radiante e fração visível para o sistema de iluminação.

Ambiente	DPI (W/m²)	Fração radiante	Fração visível
Dormitório 1 - normativo	5.00	0.32	0.23
Dormitório 2 - real	-	-	-
Sala	5.00	0.32	0.23

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

APÊNDICE 2 – CONFIGURAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE MODELOS

Quadro 16 - Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante equipamentos APPs.

Ambiente	Períodos de uso	Potência (W)	Fração radiante
Dormitórios - real	Não faz uso	-	-
Sala - normativo	14:00 – 21:59	120	0,30

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 17 – Absortâncias aferidas.

Amostra	Absortância (%)
1	51.32
2	19.97
3	55.57

Figura 5 – Amostras de absortâncias aferidas com Alta II.



Amostra 1



Amostra 2



Amostra 3

Quadro 18 – Planilha de cálculo de erros – calibração.

CASO	ALTERAÇÃO	viesM	EQM	CV(RMSE)	NMBE
spark-base00	-	-0,0585	0,0782	0,0512	0,0613
Spark-base01	inserção das absortâncias das paredes externas mensuradas	-0,0536	0,0743	0,0490	0,0561
Spark-base02	Spark-base01 + TelhaCeramica absortancia = 0.59	-0,0414	0,0658	0,0428	0,0429
Spark-base03	Spark-base01 + TelhaCeramica absortancia = 0.64	-0,0381	0,0630	0,0410	0,0394
Spark-base04	Spark-base01 + TelhaCeramica absortancia = 0.68	-0,0318	0,0598	0,0374	0,0327
Spark-base05	Spark-base01 + TelhaCeramica absortancia = 0.70	-0,0296	0,0593	0,0360	0,0304
Spark-base06	Spark-base01 + TelhaCeramica absortancia = 0.72	-0,0272	0,0579	0,0344	0,0277
Spark-base07	Spark-base01 + TelhaCeramica absortancia = 0.73	-0,0240	0,0574	0,0322	0,0242
Spark-base08	Spark-base01 + TelhaCeramica absortancia = 0.74	-0,0264	0,0578	0,0338	0,0268
Spark-base09	Spark-base01 + TelhaCeramica absortancia = 0.75	-0,0212	0,0567	0,0302	0,0214
Spark-base10	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 desensidade + 10% = 1760	-0,0517	0,0730	0,0481	0,0543
Spark-base11	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 desensidade - 10% = 1440	-0,0495	0,0712	0,0471	0,0518
Spark-base12	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 condutividade + 10% = 0,99	-0,0468	0,0695	0,0458	0,0490
Spark-base13	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 condutividade - 10% = 0,81	-0,0515	0,0730	0,0481	0,0541
Spark-base14	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 calor específico + 10% = 1012	-0,0517	0,0730	0,0481	0,0543
Spark-base15	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 calor específico - 10% = 828	-0,0495	0,0712	0,0471	0,0518
Spark-base16	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 condutividade + 20% = 1,08	-0,0451	0,0715	0,0441	0,0454
Spark-base17	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 condutividade + 30% = 1,17	-0,0474	0,0732	0,0452	0,0478
Spark-base18	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 condutividade + 40% = 1,26	-0,0468	0,0728	0,0449	0,0472
Spark-base19	Spark-base01 + Tijolo9x19x19 condutividade + 50% = 1,35	-0,0465	0,0727	0,0448	0,0469
Spark-base20	Spark-base01 + Telha Densidade + 10% = 2420	-0,0429	0,0699	0,0430	0,0433
Spark-base21	Spark-base01 + Telha Densidade - 10% = 1980	-0,0428	0,0698	0,0429	0,0432
Spark-base22	Spark-base01 + Telha Condutividade + 10% = 1,155	-0,0417	0,0690	0,0424	0,0421
Spark-base23	Spark-base01 + Telha Condutividade - 10% = 0,945	-0,0403	0,0680	0,0417	0,0407
Spark-base24	Spark-base01 + Telha Calor Específico + 10% = 1012	-0,0429	0,0699	0,0430	0,0433
Spark-base25	Spark-base01 + Telha Calor Específico - 10% = 828	-0,0428	0,0698	0,0429	0,0432
Spark-base26	**Spark-base09 + Spark-base12**	**-0,0140**	**0,0568**	**0,0231**	**0,0125**
Spark-base27	Spark-base09 + Spark-base23	-0,0141	0,0568	0,0232	0,0126
Spark-base28	Spark-base09 + Spark-base12 + Spark-base23	-0,0141	0,0568	0,0233	0,0127

APÊNDICE 2 – CONFIGURAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE MODELOS

2A4

Quadro 19 - Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante para equipamentos dos APPs.

Ambiente	Número de pessoas	Períodos de uso e fração de uso	Atividade realizada	Calor produzido por área de superfície corporal (W/m²)	Calor produzido por uma pessoa com 1,8 m² de área de superfície corporal (W)	Fração radiante
Dormitório 1 - normativo	2	00:00 – 7:59 – 1 22:00 – 23:59 – 1	Dormindo ou descansando	45	81	0.30
Dormitório 2 - real	1	00:00 – 5:59 – 1 06:00 – 08:59 – 0 09:00 – 10:59 – 1 11:00 – 17:59 – 0 18:00 – 23:59 - 1	Dormindo ou descansando	45	81	0.30
Sala - real	2	14:00 – 20:59 – 1	Sentado ou assistindo TV	60	108	0.30

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 20 - Rotinas de ocupação e iluminação para os dias de semana e finais de semana.

	Dormitório 1 - normativo (%)	Dormitório 2 - real (%)	Sala (%)
Ocupação	100% - 22:00 - 7:59	100% - 00:00 – 5:59 100% - 09:00 – 10:59 100% - 18:00 – 23:59	50% - 14:00h - 17:59 100% - 18:00h - 21:59
Iluminação	100% - 6:00 - 07:59 22:00 - 23:59	100% - 18:00 – 21:59	100% - 16:00 - 21:59

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 21 - Densidade de potência instalada, fração radiante e fração visível para o sistema de iluminação.

Ambiente	DPI (W/m²)	Fração radiante	Fração visível
Dormitório 1 - normativo	5.00	0.32	0.23
Dormitório 2 - real	5.00	0.32	0.23
Sala	5.00	0.32	0.23

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 22 - Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante equipamentos APPs.

Ambiente	Períodos de uso	Potência (W)	Fração radiante
Dormitório 1 - normativo	14:00 – 21:59	120	0.30
Dormitório 2 - real	09:00 – 14:59	120	0.30
Sala - normativo	14:00 – 21:59	120	0.30

Fonte: NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021)

Quadro 23 – Absortâncias aferidas.

Amostra	Absortância (%)
1	47.59
2	51.68
3	49.70

Figura 6 – Amostras de absortâncias aferidas com Alta II.



Amostra 1 Amostra 2 Amostra 3

APÊNDICE 2 – CONFIGURAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE MODELOS

Quadro 24 – Planilha de cálculo de erros – calibração.

CASO	ALTERAÇÃO	viesM	EQM	CV(RMSE)	NMBE
Pequis-base00	-	-0,0064	0,0782	0,0183	0,0090
Pequis-base01	paredes absortancias medidas	-0,0020	0,0802	0,0131	0,0046
Pequis-base02	Pequis-base01 + telha absortancia = 0.74	-0,0016	0,0804	0,0125	0,0042
Pequis-base03	Pequis-base01 + telha absortancia = 0.75	-0,0013	0,0806	0,0120	0,0039
Pequis-base04	Pequis-base01 + Parede Densidade + 10% = 2640	-0,0021	0,0797	0,0133	0,0048
Pequis-base05	Pequis-base01 + Parede Densidade - 10% = 2160	-0,0019	0,0809	0,0127	0,0044
Pequis-base06	Pequis-base01 + Parede Condutividade + 10% = 1,925	-0,0020	0,0804	0,0130	0,0045
Pequis-base07	Pequis-base01 + Parede Condutividade - 10% = 1,575	-0,0021	0,0800	0,0132	0,0047
Pequis-base08	Pequis-base01 + Parede Calor Específico + 10% = 1100	-0,0021	0,0797	0,0133	0,0048
Pequis-base09	Pequis-base01 + Parede Calor Específico - 10% = 900	-0,0019	0,0809	0,0127	0,0044
Pequis-base10	Pequis-base01 + Parede Densidade + 20% = 2880	-0,0021	0,0793	0,0134	0,0048
Pequis-base11	Pequis-base01 + Parede Densidade + 30% = 3120	-0,0022	0,0789	0,0136	0,0050
Pequis-base12	Pequis-base01 + Parede Densidade + 40% = 3360	-0,0022	0,0786	0,0137	0,0051
Pequis-base13	Pequis-base01 + Parede Densidade + 50% = 3600	-0,0022	0,0784	0,0138	0,0051
Pequis-base14	Pequis-base01 + Telha Densidade + 10% = 2640	-0,0020	0,0802	0,0130	0,0046
Pequis-base15	Pequis-base01 + Telha Densidade - 10% = 2160	-0,0020	0,0803	0,0130	0,0046
Pequis-base16	Pequis-base01 + Telha Condutividade + 10% = 1,925	-0,0020	0,0803	0,0130	0,0046
Pequis-base17	Pequis-base01 + Telha Condutividade - 10% = 1,575	-0,0021	0,0802	0,0132	0,0047
Pequis-base18	Pequis-base01 + Telha Calor Específico + 10% = 1100	-0,0020	0,0802	0,0130	0,0046
Pequis-base19	Pequis-base01 + Telha Calor Específico - 10% = 900	-0,0020	0,0803	0,0130	0,0046
Pequis-base20	Pequis-base03 + Pequis-base08	-0,0014	0,0801	0,0122	0,0040
Pequis-base21	Pequis-base03 + Pequis-base011	-0,0014	0,0794	0,0125	0,0042
Pequis-base22	**Pequis-base03 + Pequis-base08 + Pequis-base11**	**-0,0014**	**0,0787**	**0,0126**	**0,0043**

REFERÊNCIAS

GALVARRO, S. F. S.; CARLO, J. C.; GUIMARÃES, Í. B. B.; TIBIRIÇÁ, A. C. G. Calibração de simulação térmica de uma unidade habitacional em edifício multifamiliar. **In. XII ENCAC- Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VII Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**. Anais. Brasília - DF, 2013.

GONÇALVES, E.; MELO, AL.; ZEMERO, B. R.; BARATA, M. Calibração de um modelo computacional de uma habitação de interesse social com sistema construtivo de base cimentícia na região amazônica. **In. XVI ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído.** Anais... Palmas - TO, 2021.

PEREIRA, C. D. **A influência do envelope no desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares ocupadas e ventiladas naturalmente**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

TREIMAN, A. L. **ALTA Reflectance Spectrometer**. Introduction and classroom lessons. Disponível em: https://www.lpi.usra.edu/lpi/contribution_docs/LPI-000952.pdf. 1998. Acesso em: abril de 2022.

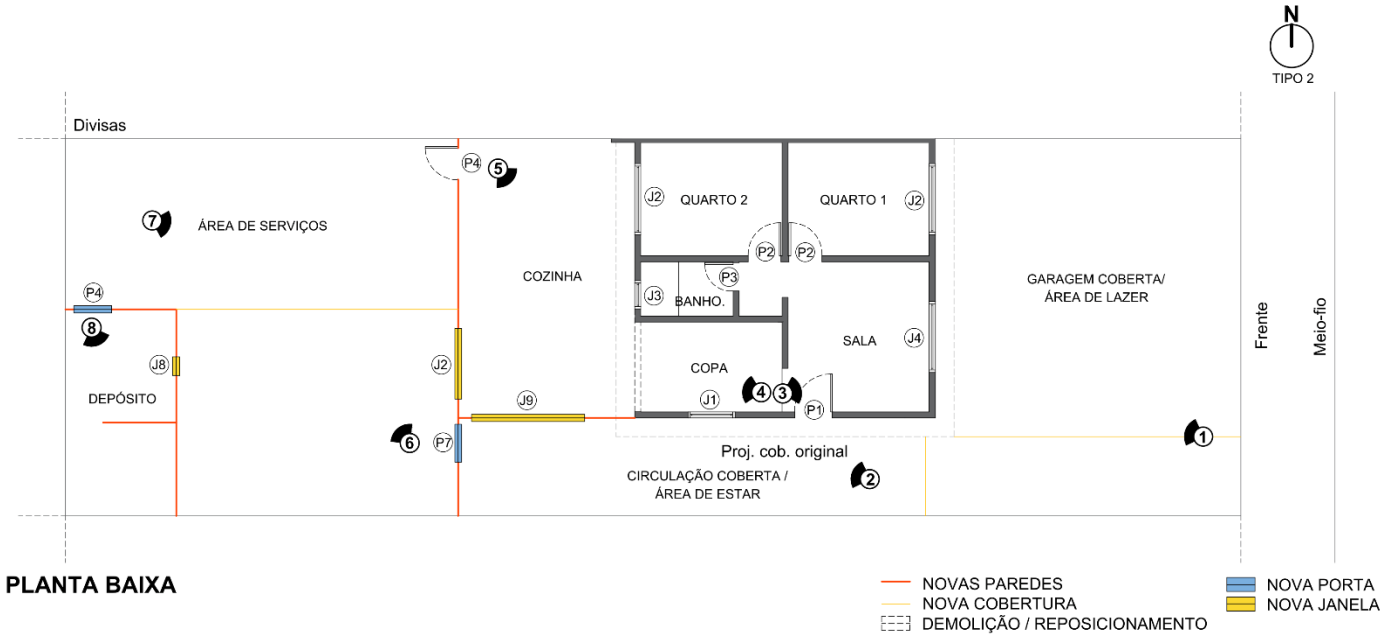
WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. Building Simulation Calibration Using Sensitivity Analysis. In: BUILDING SIMULATION, 9., 2005, Montreal. **Proceedings… Montreal: IBPSA**, 2005. p. 1331-1338.

APÊNDICE 2 – CONFIGURAÇÕES E CALIBRAÇÃO DE MODELOS

MODELOS REPRESENTATIVOS – CASOS ALTERNATIVOS

RSB

Figura 7 – Planta e modelo 3D ampliação para frente, lateral e fundo – CA3_Tp2_FrLatFun



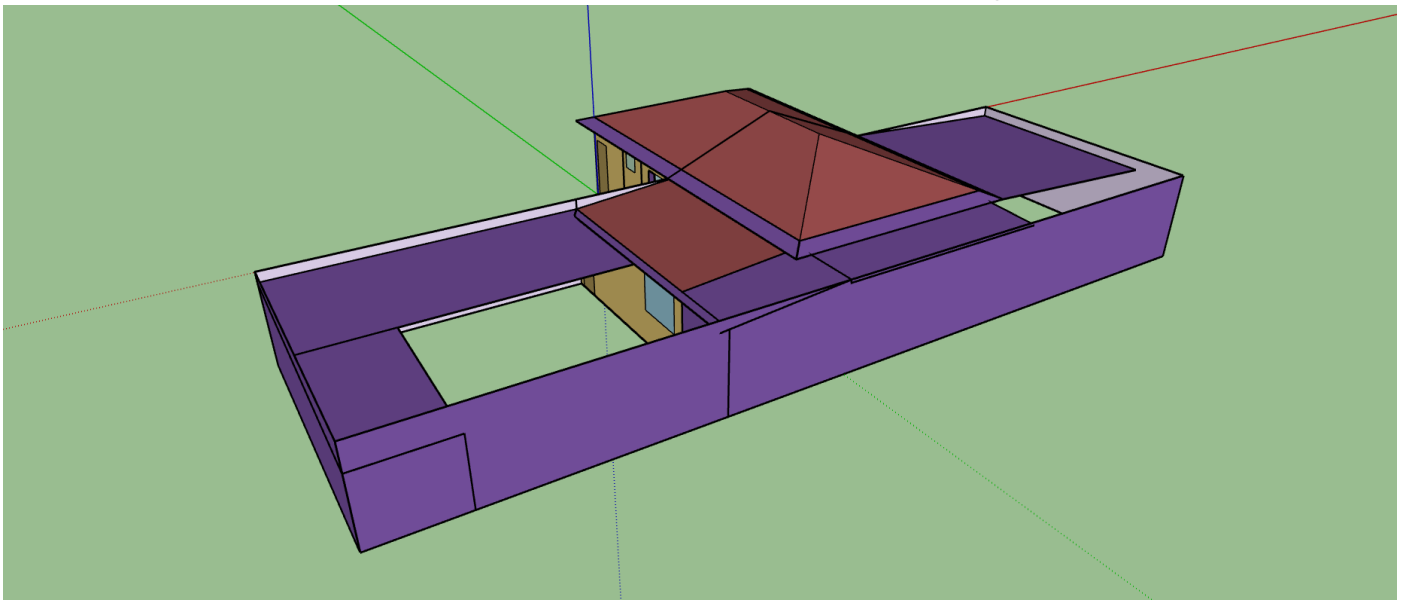
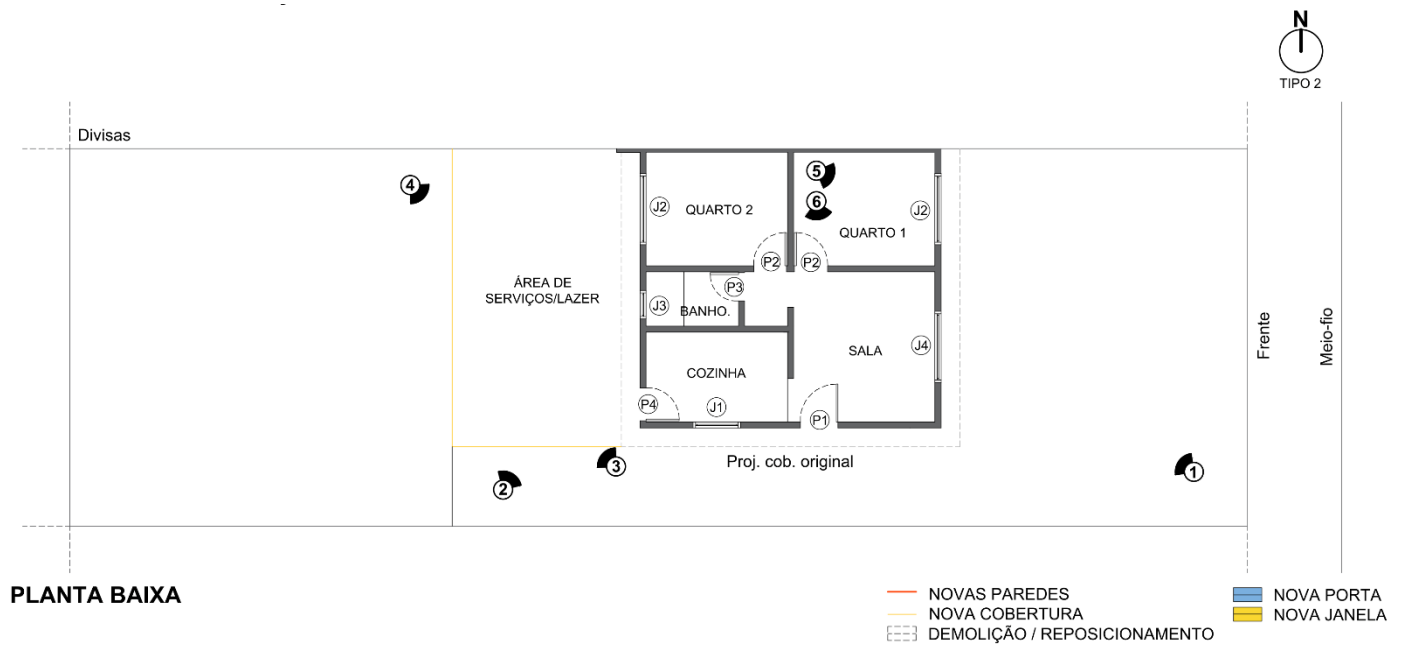


Figura 8 – Planta e modelo 3D ampliação para fundo – CA1_Tp2_Fun



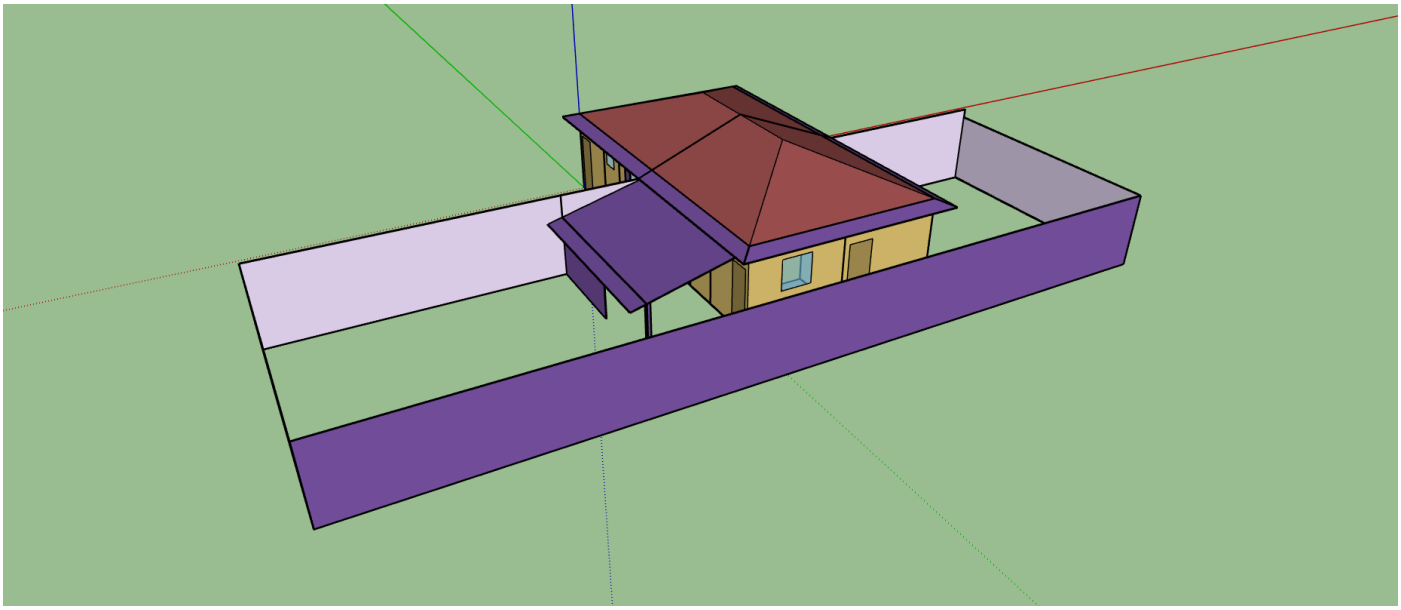
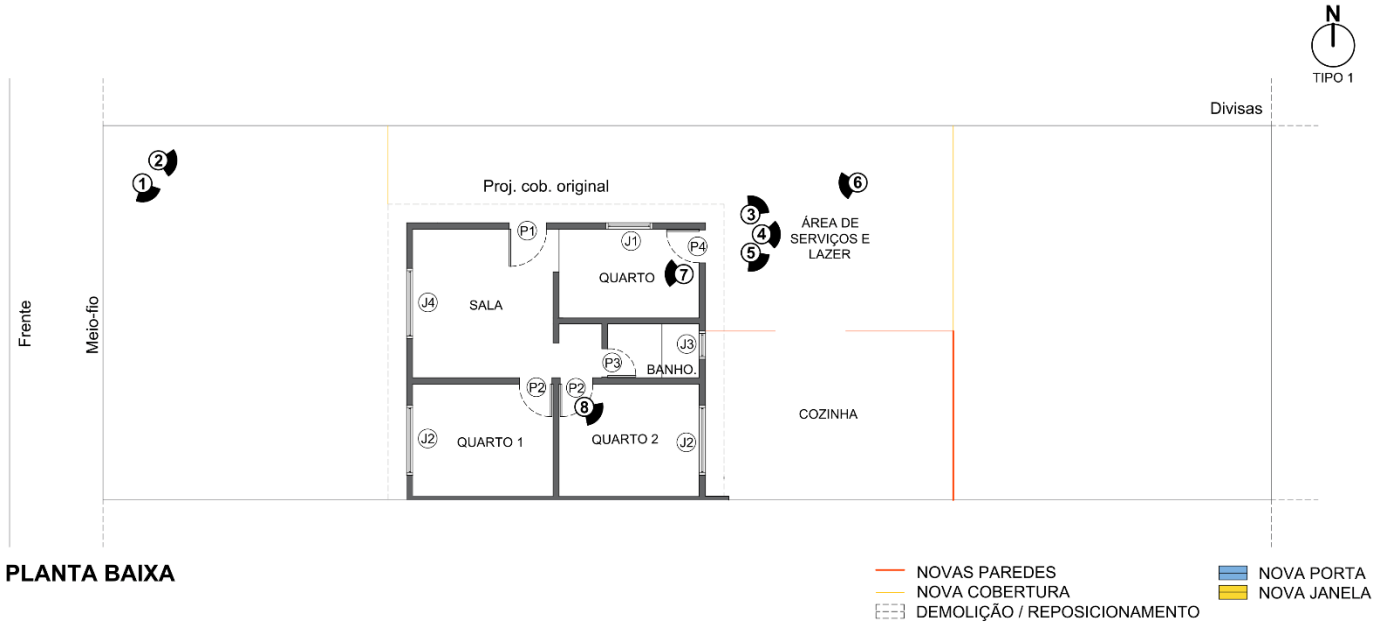
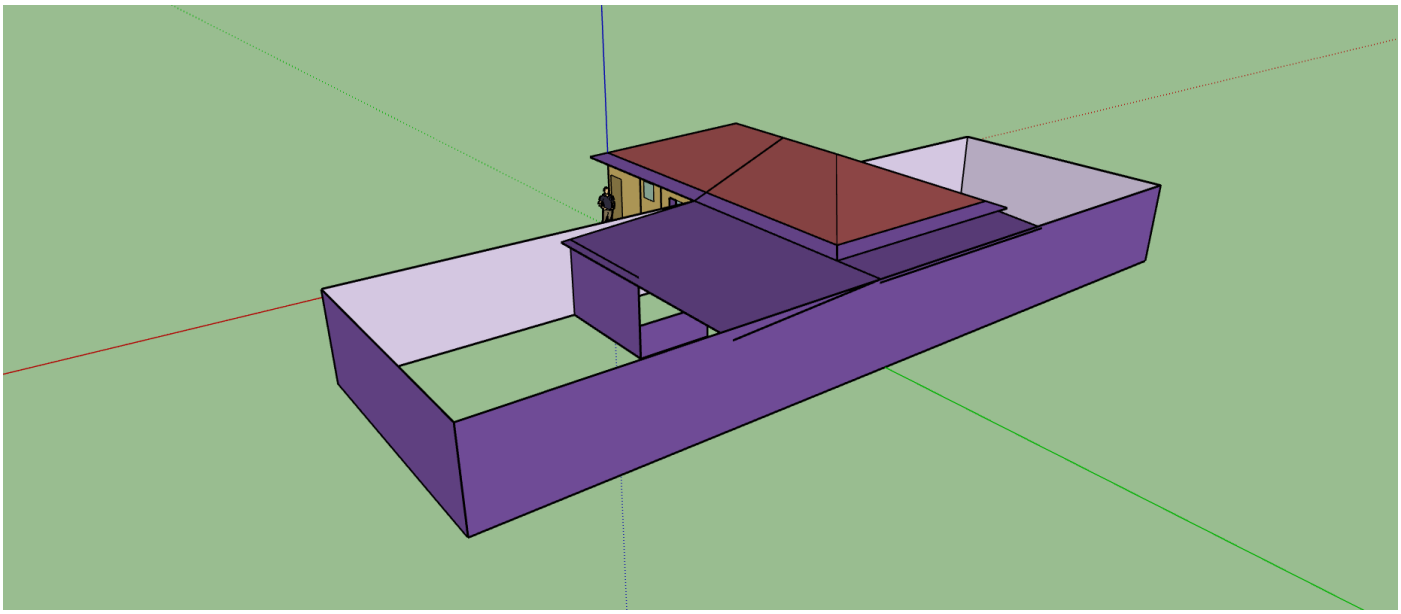


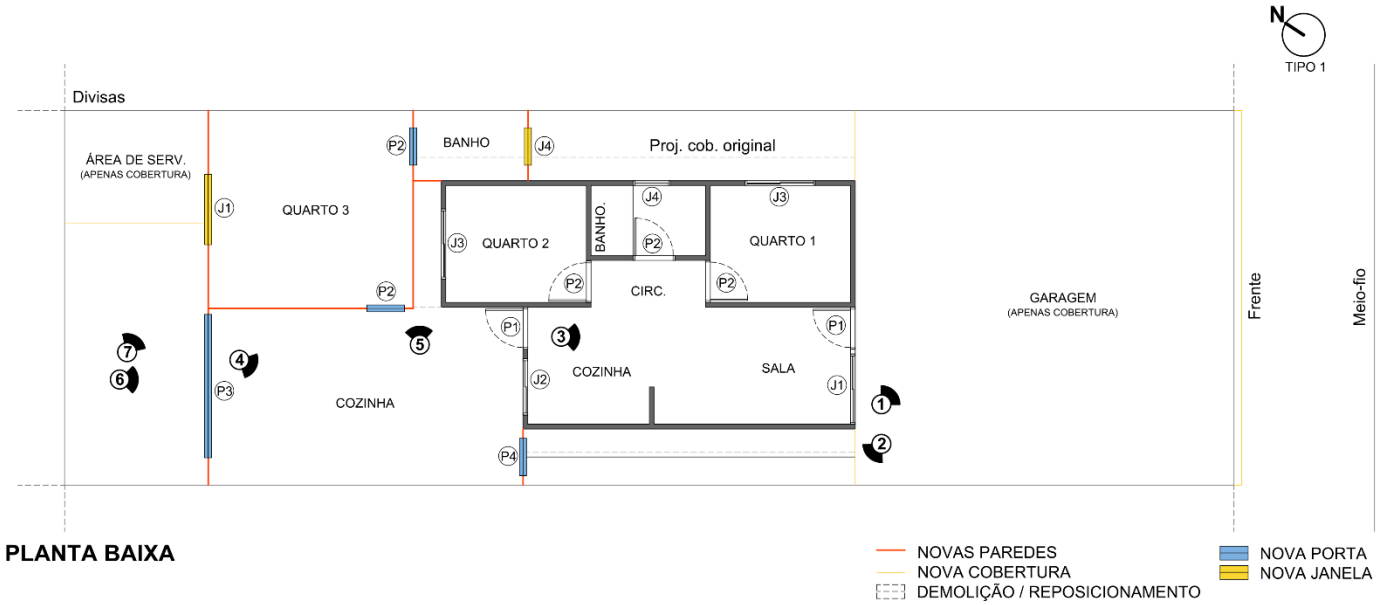
Figura 9 – Planta e modelo 3D ampliação para lateral e fundo – CA2_Tp1_LatFun





2A4

Figura 10 – Planta e modelo 3D ampliação para frente, lateral e fundo – CA3_Tp1_FrLatFun



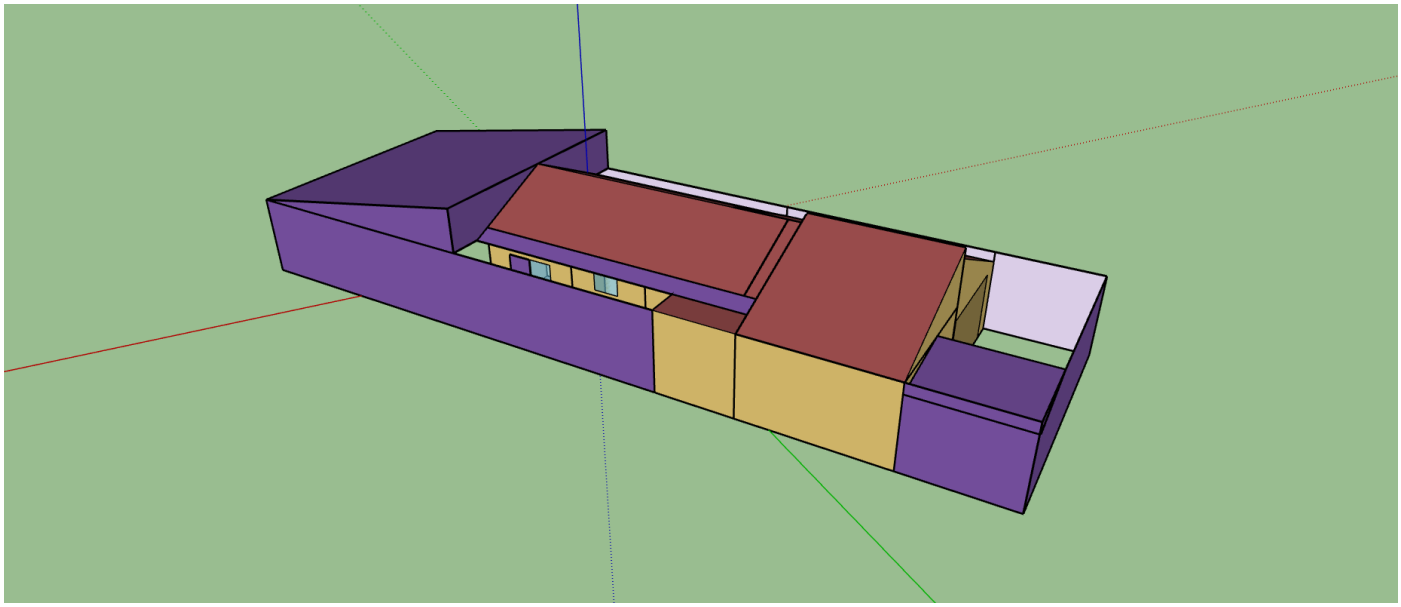
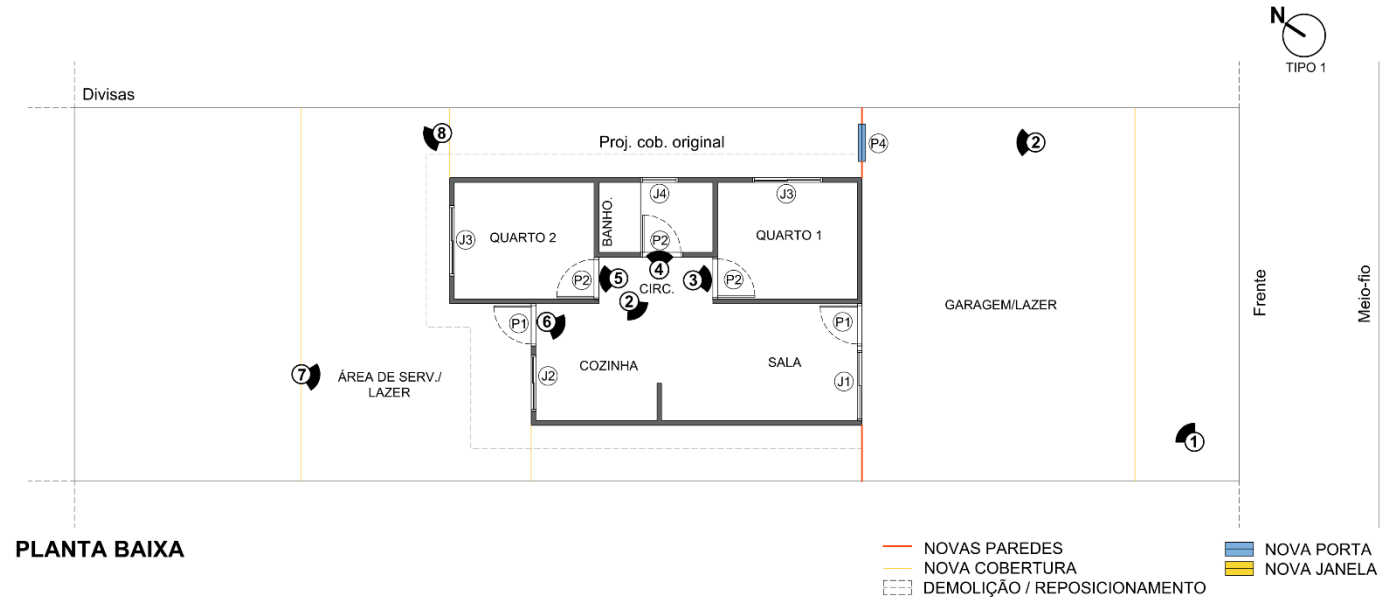


Figura 11 – Planta e modelo 3D ampliação para frente e fundo – CA2_Tp1_FrFun



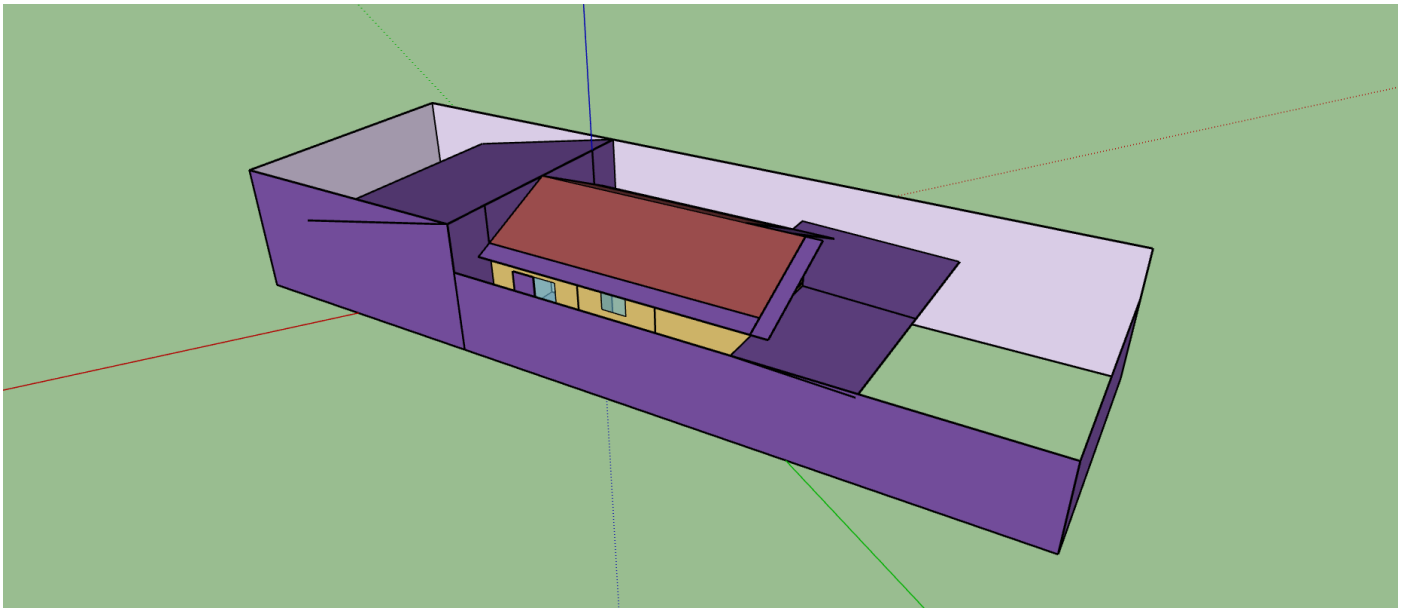
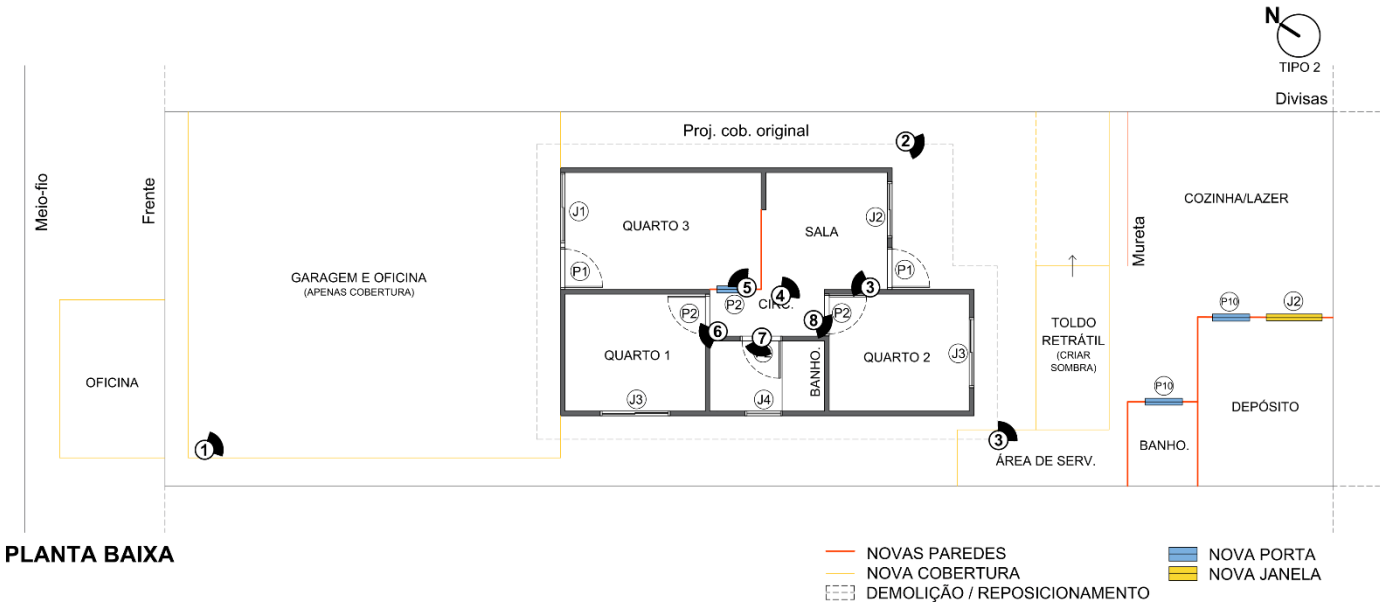
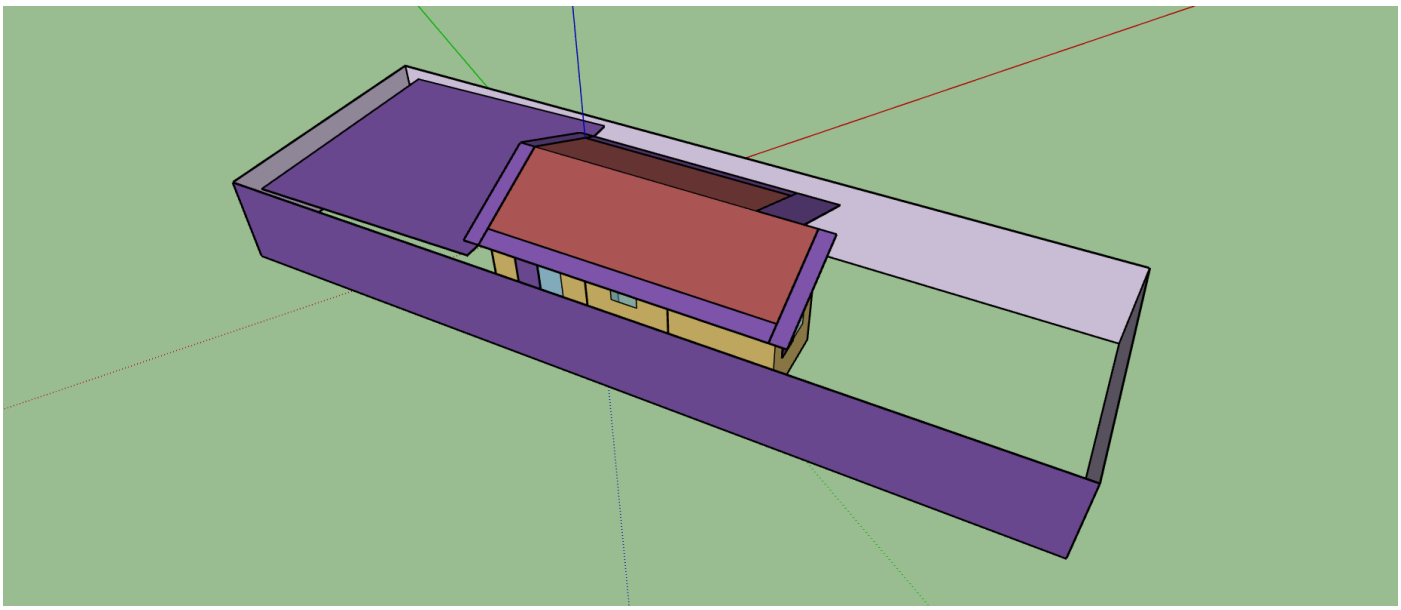


Figura 12 – Planta e modelo 3D ampliação para frente – CA1_Tp2_Fr





APÊNDICE 3 - INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE RESILIÊNCIA

1B.1) RÉGUA DE RESILIÊNCIA

Objetivo: Avaliar o nível de resiliência no ambiente construído no estudo de caso a partir dos atributos e seus indicadores parametrizados.

1B.1.1) QUESTIONÁRIO DO MORADOR

Objetivo: Verificar consciência sobre o risco climático e sobre a relação clima x casa x conforto, bem como a ação frente ao clima – determinantes da sensibilidade ao clima.

Identificação da unidade habitacional (código atribuído à rua e nº da casa): _____ Bairro: ( ) RSB ( ) 2A4
Data/hora:_____ Nome do morador (a):_____ Telefone(s) (WhatsApp): _____

1. O que você faria ou já fez/faz para melhorar a ventilação na sala/quarto da frente/quarto do fundo (resposta aberta):

SALA	
QUARTO FRENTE	
QUARTO FUNDO	

2. O que você faria ou já fez/faz para melhorar a temperatura na sala/quarto da frente/quarto do fundo (resposta aberta):

SALA	
QUARTO FRENTE	
QUARTO FUNDO	

3. Na sua opinião, esses itens têm influência na temperatura (calor ou frio) dentro da sua casa? (perguntar todos)
***Utilizar "NA" apenas quando não existir o item na casa da pessoa**

Proximidade com rio (curso d'água)	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Proximidade com vegetação (áreas de proteção, parques, etc)	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Mudanças climáticas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Localização do bairro na cidade	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Quantidade de vento que entra/sai pelas janelas e portas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Materiais das janelas e portas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Tamanho das janelas e portas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Modelo das janelas e portas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Materiais das paredes	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Espessura das paredes	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Materiais do telhado	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Altura do telhado	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Características do forro	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Largura e comprimento dos ambientes	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Posição das varandas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Posição dos cômodos da casa em relação uns aos outros	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Tempo que janelas permanecem abertas durante o dia	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Tempo que portas permanecem abertas durante o dia (inclusive portas internas)	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Horários do dia em que janelas e portas permanecem abertas	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Muros externos	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Prédios vizinhos	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Cortinas/black-outs	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Quantidade de pessoas que ficam nos cômodos durante o dia	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Uso de eletrodomésticos durante o dia (tevê, geladeira, microondas, etc)	( ) Não ( ) Sim ( ) NA
Uso de lâmpadas durante o dia	( ) Não ( ) Sim ( ) NA

4. Para se informar sobre o clima, você consulta (resposta tipo sim ou não – perguntar todos): ( ) Canais oficiais da defesa civil ( ) WhatsApp ( ) Facebook ( ) Aplicativo do celular ( ) Não me informo sobre o clima ( ) Analisa o céu ( ) Usa termômetro ou outro sensor ( ) Quais outros? Por favor especifique ___

5. Se está muito calor, você (resposta tipo sim ou não – perguntar todos): ( ) Hidrata-se mais ( ) Faz refeições mais leves ( ) Consome mais bebidas/alimentos gelados ( ) Evita exposição prolongada ao sol ( ) Toma banhos mais frios ( ) Diminui esforços físicos ( ) Usa roupas mais

leves ( ) Fecha cortinas/venezianas ( ) Fecha janelas durante o dia ( ) Abre janelas durante a noite ( ) Abre janelas durante o dia ( ) Usa ventilador ( ) Usa ar-condicionado ( ) Não faz nada diferente do habitual ( ) Não faz muito calor ( ) O que mais? Por favor especifique ___
6. Se está muito frio, você (resposta tipo sim ou não – perguntar todos): ( ) Faz refeições mais calóricas ( ) Toma banhos mais quentes ( ) Toma banho mais cedo ( ) Evita choques térmicos no corpo ( ) Evita abrir janelas durante o dia ( ) Evita abrir janelas durante a noite ( ) Usa roupas mais grossas ( ) Consome mais bebidas/alimentos quentes ( ) Usa aquecedor de ar ( ) Não faz nada diferente do habitual ( ) Não faz muito frio ( ) O que mais? Por favor especifique ___
7. Se o tempo está muito seco, você (resposta tipo sim ou não – perguntar todos): ( ) Hidrata-se mais ( ) Evita exposição prolongada ao sol ( ) Mantem venezianas fechadas durante o dia (barrar ventos, poeira) ( ) Mantém venezianas fechadas durante a noite (barrar ventos, poeira) ( ) Usa umidificador/climatizador ( ) Pendura toalha úmida/molhada ( ) Coloca bacia com água ( ) Não faz nada diferente do habitual ( ) O que mais? Por favor especifique ___
8. Se está chovendo muito, você (resposta tipo sim ou não – perguntar todos): ( ) Evita sair de casa ( ) Evita sair de carro ( ) Verifica se estrutura da casa está estável ( ) Verifica se o solo em volta da casa está estável ( ) Verifica se árvores no terreno ou próximas estão estáveis ( ) Observa se está ficando água parada em lugares e objetos ( ) Abre janelas quando possível para trocar o ar ( ) Usa desumidificador (copinho que põe nos armários) ( ) Não faz nada diferente do habitual ( ) O que mais? Por favor especifique ___
9. Existe algum canal de comunicação da vizinhança que você possa usar para pedir ajuda caso tenha uma emergência em casa (envolvendo saúde, segurança e outros)? (resposta espontânea – pesquisadora marca o que enquadrar) ( ) Não ( ) Não sei dizer ( ) Grupo de WhatsApp ( ) Assistente social ( ) Liderança de bairro ( ) Vizinhos ( ) Outro canal, por favor especifique ___
10. Comentários da pesquisadora (por favor, inclua aqui qualquer observação complementar sobre o que foi conversado, inclusive problemas com o questionário do morador):

1B.1.2) WALKTHROUGH

Objetivo: Verificar características construtivas das unidades habitacionais em uso, ampliadas em diferentes graus, para subsidiar análises do indicador "edifício bioclimático".

Identificação da unidade habitacional (código atribuído à rua e nº da casa): _____ Bairro: ( ) RSB ( ) 2A4
Data/hora:_____ Nome do morador (a):_____ Telefone(s) (WhatsApp): _____

1. Observar qual é o lado da geminação (para quem olha de frente para a entrada – <u>apenas para RSB</u>): ( ) Esquerdo ( ) Direito	
2. Observar qual é a orientação solar da testada/entrada da casa: ( ) N ( ) S ( ) L ( ) O ( ) NE ( ) NO ( ) SE ( ) SO	
3. Observar materiais da envoltória do embrião e tirar muitas fotos externas e internas. Listar materiais paredes, janelas e cobertura:	
4. Do embrião, fazer croqui geral identificando ambientes internos e respectivos materiais de paredes, piso e teto. Observar se houve alteração de uso, compartimentação e materiais dos ambientes internos e tirar muitas fotos externas e internas. Comentários:	
5. Observar se houve ampliação: ( ) Sim ( ) Não	*8.1 Se "Sim", fazer croqui geral da casa original + ampliação no terreno (contorno, compartimentação, nomes e função cômodos, posição aberturas) + muitas fotos externas e internas. Comentários:*
	8.2 Se "Sim", observar materiais da envoltória da ampliação (marque mais de uma opção quando necessário) – fotos externas e internas. Listar materiais paredes, janelas e cobertura:
	8.3 Se "Sim", descrever tipo de ampliação em poucas palavras. Ex.: nova área coberta frente e fundo, nova área coberta apenas frente, novo cômodo frente e lateral, novo cômodo lateral e fundo, novo cômodo fundo, etc. Descrever geometria:
6. Observar presença de estratégias passivas/bioclimáticas na casa (análise total embrião + ampliações + terreno) (marque mais de uma opção quando necessário) – tirar fotos externas e internas para ilustrar presença ou ausência. ( ) Jardim de inverno ( ) Poço de luz e ventilação ( ) Iluminação zenital ( ) Aproveitamento de iluminação natural ( ) Recursos para sombreamento externos (pergolado, brise, marquise) ( ) Vegetação proporcionando sombreamento de fachada ( ) Paisagismo funcional ( ) Vedação permeável (cobogó, similares) ( ) Pátio ( ) Materiais de melhor desempenho térmico (tinta externa reflexiva, telha termoacústica, outro) ( ) Construção de laje ( ) Outra estratégia, Qual? ___	
7. Observar presença de placa solar e avaliar sua integridade. Verificar com morador sua funcionalidade – tirar fotos para ilustrar presença ou ausência. *Comentários:*	
8. Observar presença de outra estratégia de geração de energia (placa fotovoltaica, gerador elétrico, energia a gás, etc). Verificar com morador sua funcionalidade e padrão de uso – tirar fotos para ilustrar presença ou ausência. *Comentários:*	

9. Comentários complementares da pesquisadora:

ATENÇÃO!

Quando permitido ingresso, fazer croqui da casa, contendo:

- Compartimentação e identificação de usos dos cômodos (embrião e ampliação);

- Posição de aberturas (janelas e portas) e dimensões – quadro de esquadrias.

- Altura do pé-direito;

- Observação sobre condição de uso/operação de esquadrias;

- Posição de estratégias bioclimáticas, quando existentes;

- Posição e extensão de áreas permeáveis;

Tirar muitas fotos, quando possível, mostrando:

- Fotos de conjunto e específicas - sempre dar contexto, cuidar do enquadramento;

- Materiais construtivos paredes, janelas e coberturas (embrião e ampliação);

- Toda a casa vista de fora (embrião e ampliações), fotos suficientes para ver todas as superfícies/paredes/pisos/cobertura;

- Estratégias bioclimáticas, quando existentes (sombreamento, ventilação, materiais inertes, alternativos, vegetação, evapotranspiração, porosidade da envoltória, outros análogos);

- Placa solar;

- Outros equipamentos de geração de energia;

APÊNDICE 4 – QUADROS DE ESPECIFICAÇÕES DETALHADOS

RSB

RSB - ESQUADRIAS											
ELEMENTO	**CÓD.**	**TIPO**	**DIM.**	**MATERIAL**	**AEV %**	**AV (m²)**	**AEI %**	**AI (m²)**	**REFERÊNCIA**	**NÍVEL VENT.**	**NÍVEL IL.**
JANELAS	J1	CORRER 4 FL	100 X 100 X 110	VIDRO + METAL	40	0.4	70	0.7	INMETRO (2012)	1	4
	J2	CORRER 6 FL	150 X 100 X 110	VENEZ. + METAL + VIDRO	40	0.6	40	0.6	TELLES (2016)	1	1
	J3	BASCULANTE	60 X 60 x 170	VIDRO + METAL	80	0.288	80	0.288	INMETRO (2012)	4	4
	J4	CORRER 4 FL	150 X 100 X 110	VIDRO + METAL	40	0.6	70	1.05	INMETRO (2012)	1	4
	J5	CORRER 2FL	120 X 100 X 110	METAL + VIDRO	45	0.54	80	0.96	INMETRO (2012)	4	4
	J6	BASCULANTE	80 X 60 X 170	METAL + VIDRO	80	0.384	80	0.384	INMETRO (2012)	4	4
	J7	N/A	80 X 80 X 170	APENAS VÃO	100	0.64	100	0.64	Medição própria	2	2
	J8	FIXA	38 X 19 X 170	VIDRO	0	0	100	0.0722	INMETRO (2012)	1	4
	J9	BASCULANTE 3 FL	240 X 60 X 150	METAL + VIDRO	80	1.152	80	1.152	INMETRO (2012)	4	4
	J10	N/A	120 X 100 X 110	APENAS VÃO	100	1.2	100	1.2	INMETRO (2012)	2	2
	J11	FIXA	75 x 20 x 180	TIJ. 8 FUROS	40	0.06	40	0.06	Medição própria	1	1
	J12	N/A	80 X 60 X 170	APENAS VÃO	100	0.48	100	0.48	Medição própria	2	2
	J13	N/A	150 X 100 X 110	APENAS VÃO	100	1.5	100	1.5	Medição própria	2	2
	J14	N/A	100 X 100 X 110	APENAS VÃO	100	1	100	1	Medição própria	2	2
	J15	N/A	200 X 135 X 120	APENAS VÃO	100	2.7	100	2.7	Medição própria	2	2
	J16	CORRER 4 FL	120 X 100 X 110	METAL	40	0.48	40	0.48	TELLES (2016)	1	1
	J17	BASCULANTE 2 FL	120 X 60 x 150	METAL + VIDRO	80	0.576	80	0.576	INMETRO (2012)	4	4
	J18	CORRER 4 FL	550 X 140 X 130	METAL + VIDRO	45	3.465	80	6.16	INMETRO (2012)	4	4
	J19	CORRER 2FL	150 X 100 X 110	METAL + VIDRO	45	0.675	80	1.2	INMETRO (2012)	4	4
	J20	N/A	200 X 100 X 110	APENAS VÃO	100	2	100	2	Medição própria	2	2
	J21	ABRIR 1 FL	80 X 40 X 170	MADEIRA	95	0.304	0	0	Medição própria	4	1
	J22	CORRER 4 FL	120 X 100 X 110	METAL + VIDRO	40	0.48	70	0.84	INMETRO (2012)	1	4
	J23	CORRER 2FL	100 X 100 X 110	METAL + VIDRO	40	0.4	70	0.7	INMETRO (2012)	1	4
	J24	FIXA	50 x 60 x 300	METAL + VIDRO	0	0	95	0.285	Medição própria	1	4
	J25	BASCULANTE	80 X 40 X 170	VIDRO	80	0.256	80	0.256	INMETRO (2012)	4	4
									MÉDIA	2.36	2.96
PORTAS	P1	ABRIR	80 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P2	ABRIR	70 X 210	MADEIRA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P3	ABRIR	60 X 210	MADEIRA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P4	ABRIR	70 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P5	CORRER 2 FL	120 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P6	N/A	80 X 210	APENAS VÃO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P7	ABRIR	80 X 210	METAL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P8	N/A	150 X 210	APENAS VÃO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P9	ABRIR	70 X 210	APENAS VÃO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P10	SANFONADA	80 X 210	PVC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P11	ABRIR	70 X 210	PVC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P12	ABRIR	70 X 210	METAL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P13	CORRER	200 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P14	CORRER 4 FL	160 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P15	N/A	90 X 210	APENAS VÃO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P16	N/A	160 X 210	APENAS VÃO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P17	CORRER	90 X 210	MADEIRA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P18	ENROLAR	170 X 230	METAL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P19	CORRER	70 X 210	MADEIRA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P20	ABRIR	90 X 210	MADEIRA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P21	ABRIR	90 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P22	CORRER 2 FL	140 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P23	ABRIR	208 X 220	METAL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

APÊNDICE 4 – QUADROS DE ESPECIFICAÇÕES DETALHADOS

RSB - MATERIAIS CONSTRUTIVOS								
ELEMENTO	**CÓD.**	**MATERIAL**	**COR**	**CONDIÇÃO**	**ABSORTÂNCIA - REAL/CORRIGIDA**		**TRANSM.(W/m²K)**	**REFERÊNCIA**	**NÍVEL**
PAREDES	PAR1	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	MARFIM (ORIGINAL)	*GASTA*	0.284	*0.45*	2.37	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); WEBER *et al* ., 2017	4
	PAR1	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	BRANCA	*GASTA*	0.187	*0.39*	2.37	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR3	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	VERDE MUSGO	*GASTA*	0.787	*0.79*	2.37	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR4	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	AMARELO CANÁRIO	NOVA	0.311		2.37	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR5	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	PÊSSEGO (ORIGINAL)	*GASTA*	0.411	*0.52*	2.37	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR6	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	SEM REBOCO/PINTURA	"NO OSSO"	0.65		2.37	ABNT-NBR 15220 (2005); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR7	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	APENAS REBOCO	NOVA	0.3		2.37	ABNT-NBR 15220 (2005); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR8	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	VERDE MUSGO	NOVA	0.787		2.37	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR9	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	ALECRIM	*GASTA*	0.684	*0.72*	2.37	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR10	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	FLAMINGO	*GASTA*	0.53	*0.58*	2.37	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR11	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	BRANCA	NOVA	0.187		2.37	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR12	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	PÊSSEGO	NOVA	0.411		2.37	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
COBERTURAS	COB1	TELHA CERÂMICA + FORRO	TERRACOTA	NOVA	0.52		1.75	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	3
	COB2	FIBROCIMENTO	CINZA CLARO	NOVA	0.64		4.6	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	1
	COB3	FIBROCIMENTO	CINZA CLARO	*GASTA*	0.64	*0.65*	4.6	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE; ABNT-NBR 15575-1 (2021)	1
	COB4	FIBROCIMENTO	VERMELHO	NOVA	0.64		4.6	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	1
	COB5	TELHA CERÂMICA	TERRACOTA	*GASTA*	0.52	*0.58*	4.5	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE; ABNT-NBR 15575-1 (2021)	1
	COB6	FIBROCIMENTO + FORRO	CINZA CLARO	NOVA	0.64		1.76	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	1
	COB7	FIBROCIMENTO + FORRO	CINZA CLARO	*GASTA*	0.64		1.76	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE; ABNT-NBR 15575-1 (2021)	1
	COB8	TELHA CERÂMICA + FORRO	TERRACOTA	*GASTA*	0.52	*0.58*	1.75	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE; ABNT-NBR 15575-1 (2021)	3
	COB9	TELHA CERÂMICA	TERRACOTA	NOVA	0.52		4.5	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE; ABNT-NBR 15575-1 (2021)	1
								MÉDIA	2.90

RSB - ORIENTAÇÕES SOLARES		
	CÓD.	**FRENTE PARA**
ORIENTAÇÃO SOLAR	TIPO 1	OESTE
	TIPO 2	LESTE
	TIPO 3	NORTE
	TIPO 4	SUL

APÊNDICE 4 – QUADROS DE ESPECIFICAÇÕES DETALHADOS

2A4

2A4 - ESQUADRIAS										
ELEMENTO	**CÓD.**	**TIPO**	**DIM.**	**MATERIAL**	**AEV (%)**	**AV (m²)**	**AEI (%)**	**AI (m²)**	**REFERÊNCIA**	**NÍVEL VENT.**	**NÍVEL IL.**
JANELAS	J1	CORRER 2FL	150 X 130 X 80	METAL + VIDRO	45	1.56	80	1.56	INMETRO (2012)	4	4
	J2	CORRER 2FL	120 X 100 X 110	METAL + VIDRO	45	0.54	80	0.96	INMETRO (2012)	4	4
	J3	CORRER 3FL	150 X 100 X 110	VENEZ. + METAL + VIDRO	45	0.675	45	0.675	INMETRO (2012)	4	4
	J4	BASCULANTE	80 X 60 X 170	METAL + VIDRO	80	0.384	80	0.384	INMETRO (2012)	4	4
	J5	BASCULANTE	60 X 60 X 170	VIDRO	80	0.288	80	0.288	INMETRO (2012)	4	4
	J6	N/A	150 X 100 X 110	APENAS VÃO	100	1.5	100	1.5	INMETRO (2012)	1	1
	J7	CORRER 4FL	120 X 100 X 110	VENEZ. + METAL + VIDRO	40	0.48	40	0.48	TELLES (2016)	2	2
	J8	BASCULANTE 2FL	60 X 100 X 80	METAL + VIDRO	80	0.48	80	0.48	INMETRO (2012)	4	4
	J9	N/A	60 X 240	APENAS VÃO	100	1.44	100	1.44	Medição própria	1	1
									MÉDIA	3.11	3.11
PORTAS	P1	ABRIR	80 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P2	ABRIR	80 X 210	MADEIRA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P3	CORRER 4FL	300 X 210	METAL + VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P4	ABRIR	80 X 210	METAL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P5	ABRIR	80 X 210	VIDRO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P6	N/A	70 X 210	APENAS VÃO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P7	N/A	80 X 210	APENAS VÃO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P8	ABRIR	80 X 210	GRADE	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P9	ABRIR	100 X 210	METAL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	P10	SANFONADA	80 X 210	PLÁSTICO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

2A4 - MATERIAIS CONSTRUTIVOS								
ELEMENTO	**CÓD.**	**MATERIAL**	**COR**	**CONDIÇÃO**	**ABSORTÂNCIA - REAL/CORRIGIDA**		**TRANSM. (W/m²K)**	**REFERÊNCIA**	**NÍVEL**
PAREDES	PAR1	CONCRETO 10 CM + REBOCO	PÊSSEGO (ORIGINAL)	NOVA	0.411		4.4	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); ABNT-NBR 15220-3 (2005)	1
	PAR1	CONCRETO 10 CM + REBOCO	ERVA-DOCE (ORIGINAL)	NOVA	0.264		4.4	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); ABNT-NBR 15220-3 (2005)	1
	PAR3	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	BRANCA	*GASTA*	0.187	*0.39*	2.37	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR4	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	SEM REBOCO/PINTURA	"NO OSSO"	0.65		2.37	ABNT-NBR 15220-2 (2005); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR5	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	APENAS REBOCO	NOVA	0.3		2.37	ABNT-NBR 15220-2 (2005); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR6	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	CINZA	NOVA	0.897		2.37	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR7	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	BRANCA	NOVA	0.187		2.37	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR8	CONCRETO 10 CM + REBOCO	PÊSSEGO (ORIGINAL)	*GASTA*	0.411	*0.52*	4.4	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); ABNT-NBR 15220-3 (2005)	1
	PAR9	CONCRETO 10 CM + REBOCO	ERVA-DOCE (ORIGINAL)	*GASTA*	0.264	*0.45*	4.4	DORNELLES (2008); ABNT-NBR 15575-1 (2021); DORNELLES (2021); ABNT-NBR 15220-3 (2005)	1
	PAR10	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	PÊSSEGO	NOVA	0.411		2.37	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
	PAR11	BLOCO CERÂMICO 8 FUROS (9 CM + REBOCO)	ERVA-DOCE	NOVA	0.264		2.37	DORNELLES (2008); DORNELLES (2021); WEBER et al., 2017	4
COBERTURAS	COB1	TELHA DE CONCRETO + FORRO	CINZA	NOVA	0.65		1.75	ABNT-NBR 15220-2/3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	1
	COB2	TELHA CERÂMICA + FORRO	TERRACOTA	NOVA	0.52		1.75	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	3
	COB3	FIBROCIMENTO	CINZA CLARO	NOVA	0.64		4.6	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	1
	COB4	FIBROCIMENTO	CINZA CLARO	*GASTA*	0.64	*0.65*	4.6	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE; ABNT-NBR 15575-1 (2021)	1
	COB5	FIBROCIMENTO + FORRO	CINZA CLARO	NOVA	0.64		1.76	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	1
	COB6	FIBROCIMENTO + FORRO	CINZA CLARO	*GASTA*	0.64	*0.65*	1.76	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE; ABNT-NBR 15575-1 (2021)	1
	COB7	TELHA CERÂMICA	TERRACOTA	NOVA	0.52		4.5	ABNT-NBR 15220-3 (2005); DORNELLES (2021); UFSC et al. - ProjetEEE	1
								MÉDIA	2.28

2A4 - ORIENTAÇÕES SOLARES		
	CÓD.	**FRENTE PARA**
ORIENTAÇÃO SOLAR	TIPO 1	SE
	TIPO 2	NO
	TIPO 3	NE

APÊNDICE 4 – QUADROS DE ESPECIFICAÇÕES DETALHADOS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS PARA PROPRIEDADES ÓTICAS E TÉRMICAS DE SUPERFÍCIES:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.575-1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-2: Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

DORNELLES, K. A. Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2008.

DORNELLES, K. Biblioteca de absortância de telhas [recurso eletrônico] : base de dados para análise de desempenho termoenergético de edifícios. São Carlos: IAU/USP, 2021.

UFSC; LabEEE; Calebe Design; Creato. Website "Projeteee – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes". Disponível em: http://www.mme.gov.br/projeteee/sobre-o-projeteee/. Acesso em março de 2022.

WEBER, F. S.; MELO, A. P.; MARINOSKI, D. L.; GUTHS, S.; LAMBERTS, R. Desenvolvimento de um modelo equivalente de avalição de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus. Florianópolis: LabEEE, 2017. 52p.

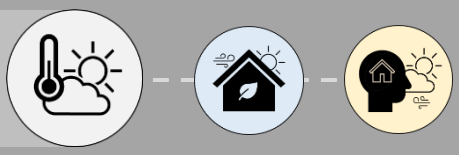
REFERÊNCIAS PARA PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DE ABERTURAS:

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012. Tegulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Rio de Janeiro, 2012.

TELLES, C. P. Proposta de simplificação do RTQ-R. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa, 2016.

FICHAS DE ORIENTAÇÃO PARA REFORMAS

QUERO REFRESCAR MINHA CASA



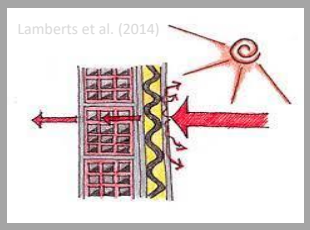
Essas fichas reúnem informações que ajudarão você, usuário, projetista ou prestador de serviços em HIS horizontais de Uberlândia (MG), a realizar reformas de maneira mais assertiva, com enfoque na obtenção de resiliência a partir do Conforto Térmico.

Elaborado por: Arq. Karen Carrer Ruman de Bortoli
Grupo [MORA] Pesquisa em habitação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design (FAUeD)
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
https://morahabitacao.com/

UBERLÂNDIA, 2023

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Escolher materiais e técnicas construtivas



A sensação de calor ou frio dentro de casa está relacionada com os materiais construtivos usados em paredes, janelas e coberturas. Altura, espessura, massa, transparência, brilho e cores são algumas características desses materiais que determinarão se a casa será mais quente ou mais fria.

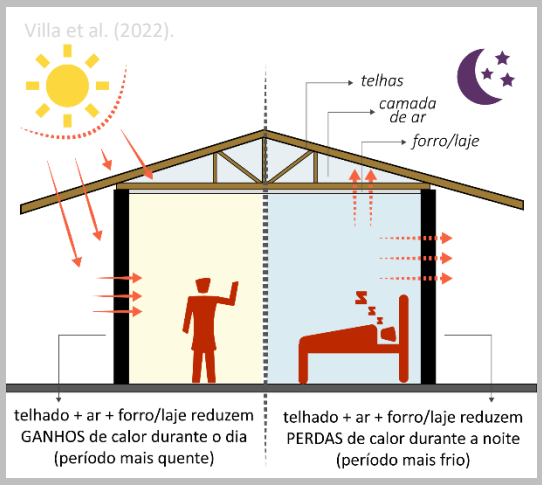
MATERIAIS E TRANSFERÊNCIA DE CALOR

1. O QUE VERIFICAR?

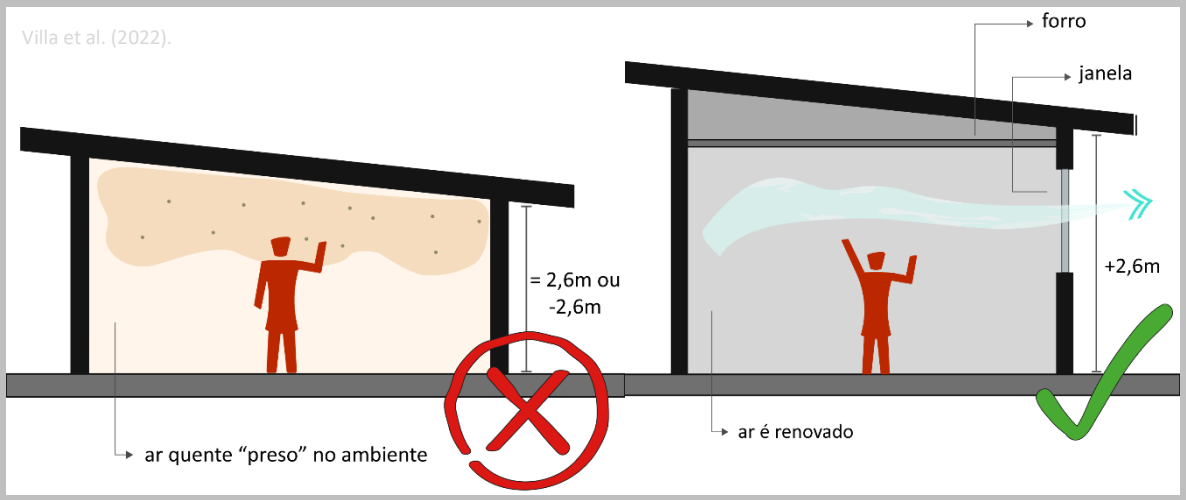
São causas construtivas comuns para sensação de calor e frio dentro de casa:

- **Ausência de forro/laje**
  O forro/laje são camadas a mais, além do telhado, que o calor precisa atravessar para chegar até o ambiente interno nos momentos quentes. Eles também diminuem a perda de calor para o exterior, nos momentos frios. Quando existe um espaço preenchido por ar entre o forro e as telhas, o calor precisa atravessar mais essa camada, o que diminui ainda mais as perdas e ganhos térmicos.

- **Teto baixo**
  O ar quente, umedecido pela nossa respiração e poluído pelo gás carbônico que exalamos na respiração tende a subir e ficar "preso" no alto dos ambientes. Quando o teto (forro/laje) é baixo, ficamos "imersos" nessa bolha de ar mais quente, o que pode gerar grande incômodo. Se o ambiente não tem janelas adequadas para realizar troca de ar, essa situação fica ainda mais desagradável.



PASSAGEM DE CALOR PELAS PAREDES E COBERTURA



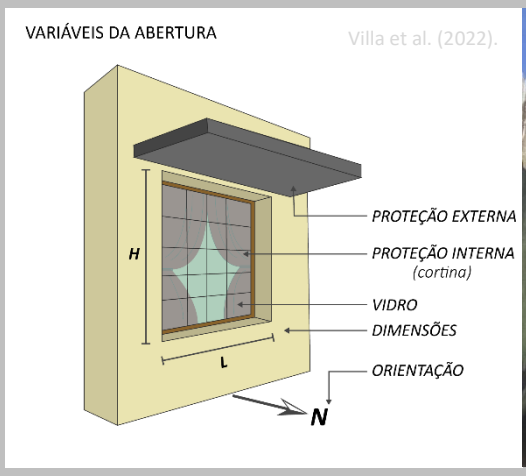
INFLUÊNCIA DO PÉ-DIREITO E PRESENÇA DE FORRO/LAJE

- **Modelo e materiais de janelas**
  Os principais ganhos e perdas de temperatura em casa acontecem pelas janelas. O tipo de vidro, o tamanho da janela, a presença de marquises, árvores ou outros elementos de sombreamento externo, cortinas, e a posição da janela em relação ao sol influenciam diretamente a quantidade de calor que será trocado com o exterior. Janelas totalmente envidraçadas ("blindex") e sem nenhum sombreamento externo absorvem mais calor que as de alumínio e vidro com venezianas comuns. Se orientadas ao sol poente (oeste) ou a norte, a absorção de calor é ainda maior. Modelos do tipo "blindex" em quartos podem ser especialmente inconvenientes, pois quando abertos à noite para ventilar expõem o ambiente a outros perigos.

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Escolher materiais e técnicas construtivas





COMPONENTES E PROPRIEDADES DE JANELAS

RELAÇÃO ENTRE TAMANHO E MATERIAIS DE JANELAS E SEU DESEMPENHO TÉRMICO

A implantação da obra no terreno, a localização, tipo e dimensões das aberturas de portas e janelas devem favorecer a insolação, a ventilação e a renovação de ar dos ambientes. O desempenho lumínico pode ser obtido ou melhorado mediante diversos recursos, particularmente aplicação de cores claras nos tetos/paredes internas e adoção de caixilhos com áreas envidraçadas relativamente grandes. No segundo caso, contudo, o envidraçamento comum permitirá não só a passagem de luz como também de grande quantidade de radiação solar, podendo comprometer o desempenho térmico (NBR1557/2013 – Parte 4: Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas - Guia CBIC).

- **Materiais de coberturas e paredes**
  Coberturas são as maiores superfícies contínuas de uma casa, e as mais expostas ao sol. Juntamente às paredes, essas superfícies absorvem muito calor durante o dia, a depender dos materiais que utilizam. Por exemplo, telhados de fibrocimento (Eternit) têm elevado percentual de absorção de calor, sendo desaconselhado seu uso sem forro ou laje. Paredes de concreto, em geral, também transmitem mais calor que paredes de tijolo cerâmico. Ademais, paredes (independente do material usado) sem acabamentos, ou "no osso", sofrem mais os efeitos do sol, ventos e chuvas, tornando os ambientes mais quentes no verão e mais frios no inverno.

2. O QUE FAZER:

Res **Rob** **AC** **Ef**

Aprovações para fazer: se envolver acréscimo ou redução de área construída, necessita de aprovação da Prefeitura.

Escala da intervenção: Pontual ou edificação.

Prefira contratar profissionais especializados para realizar os reparos e serviços necessários. Veja algumas dicas para se orientar.
Quando o problema é/são:

- **Ausência de forro/laje**
  O forro (seja de PVC ou outro material) precisa de uma estrutura para se sustentar, geralmente de alumínio, escorada no topo das paredes e na estrutura do telhado. Quando se desejar uma laje, é possível fazê-la desde que as estruturas da casa sejam devidamente reforçadas para suportar a nova carga. Em ambos os casos, contrate um profissional para definir a melhor opção de forro e laje para seu caso.

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Escolher materiais e técnicas construtivas

- **Teto baixo**

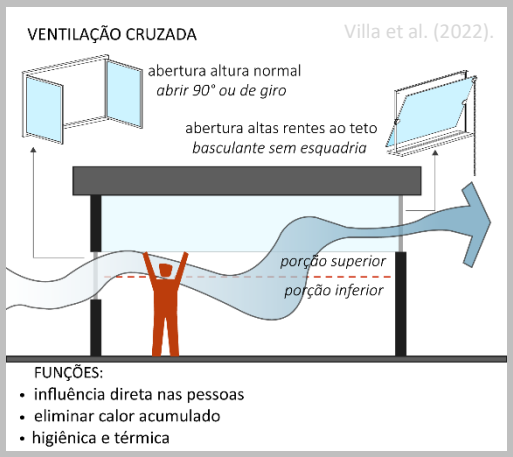
Os códigos de obras municipais definem as alturas mínimas para ambientes de permanência prolongada (como salas, quartos, cozinhas) e de permanência transitória (como banheiros e corredores). Para o caso de Uberlândia (MG) os pés-direitos não poderão ser inferiores a:

I - 2,40 m em compartimentos sem permanência e compartimentos de permanência transitória;

II - 2,60 m para os demais compartimentos.

Parágrafo Único - Considera-se pé-direito, a altura compreendida entre o piso e o forro ou laje acabados.

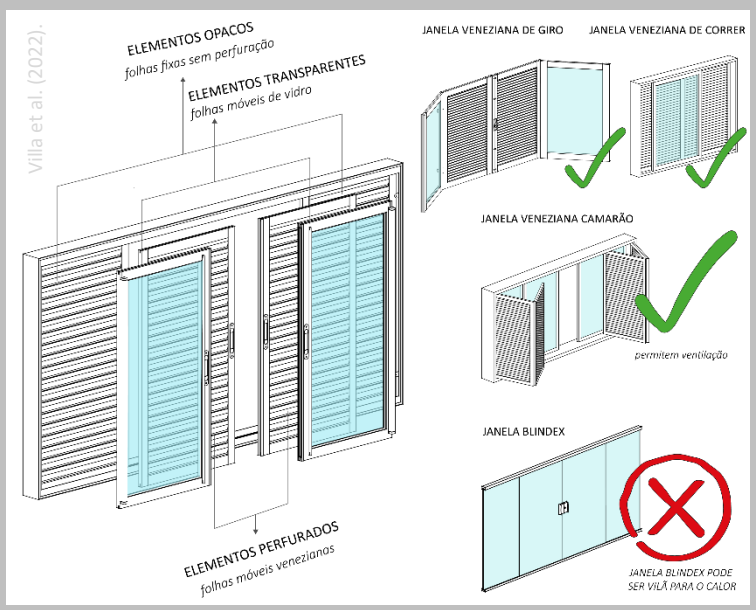
O uso de janelas altas, de preferência rentes ao teto, combinadas com as janelas comuns, potencializa a troca do ar quente e poluído que fica no alto dos ambientes.



PÉ-DIREITO E SALUBRIDADE

VENTILAÇÃO CRUZADA

A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deve ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos (NBR15220-3/2005 - Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social).



COMPONENTES E MODELOS DE JANELAS

- **Modelo e materiais de janelas**

Ao adquirir novas janelas, 3 elementos precisam ser conhecidos e analisados em conjunto para determinar se são ou não adequadas:

- Elementos transparentes;
- Elementos perfurados;
- Elementos opacos.

Cada clima tem uma demanda diferente. Em climas quentes, por exemplo:

- Nos quartos, opte por modelos de janelas com veneziana integrada (elementos perfurados), para dar privacidade e permitir opção por luz, vento ou ambos.
- Nas salas, janelas totalmente transparentes podem ser interessantes pela vista, desde que adequadamente sombreadas.
- Janelas mais largas, com maior área efetiva de abertura para ventilação (elemento perfurado) são mais interessantes, bem como janelas com "bandeiras" superiores, que podem ser abertas apenas para renovação de ar.

Entenda melhor essas questões nas sessões *"Posicionar e sombrear aberturas"* e *"Criar condições para ventilação e iluminação"*. *ATENÇÃO!* Contrate um profissional para definir a melhor opção para seu caso.

- **Materiais de coberturas e paredes**

Cada região climática brasileira tem seus próprios materiais mais adequados no quesito absorção e transmissão de calor. Existem sites onde basta inserir o nome da cidade e informações sobre seu clima e

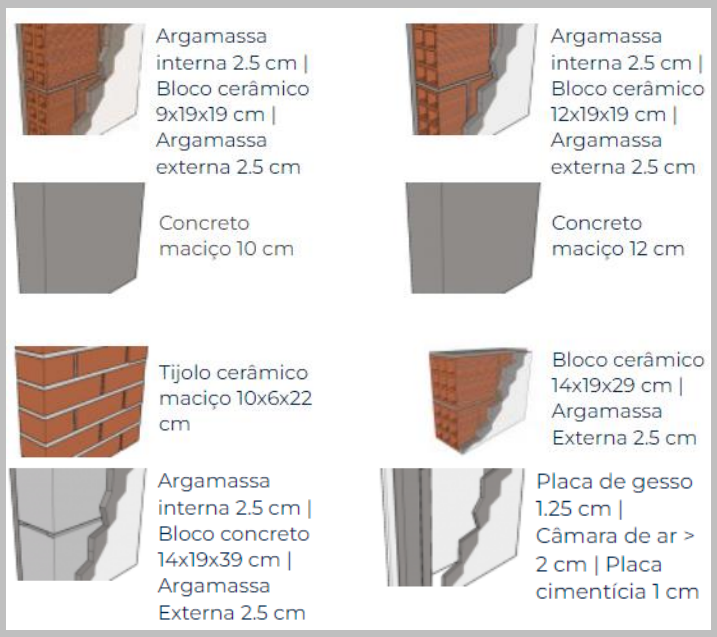
Sub-indicadores associados:

combinações de materiais para coberturas e paredes adequados são recomendados, como o http://www.mme.gov.br/projeteee/

Em regiões de clima mais quente, como Uberlândia (MG), opte por revestimentos ou pinturas externas mais claros e brilhantes, pois eles irão absorver menos calor para dentro de casa.

NBR 15220

Zona Bioclimática	U Transmitância Térmica	CT Capacidade Térmica
1	U ≤ 2,3	
2		
3	U ≤ 2,3 se α ≤ 0,6 E U ≤ 1,5 se α > 0,6	CT ≥ 130
4		
5		
6		
7	U ≤ 2,3 FV se α ≤ 0,4 E U ≤ 1,5 FV se α > 0,4	
8		sem exigência



PROPRIEDADES TÉRMICAS DE PAREDES

ProjetEEE.

ABSORTÂNCIA À RADIAÇÃO SOLAR (α)

Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície. A absortância é utilizada apenas para elementos opacos, com ou sem revestimento externo de vidro (exclui-se a absortância das parcelas envidraçadas das aberturas).

TRANSMITÂNCIA À RADIAÇÃO SOLAR (U)

Quociente da taxa de radiação solar que atravessa um elemento pela taxa de radiação solar incidente sobre este mesmo elemento (RTQ-R/2012 - Regulamento Técnico da Qualidade - RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais*).*



PROPRIEDADES TÉRMICAS DE COBERTURAS

ProjetEEE.

Sub-indicadores associados:

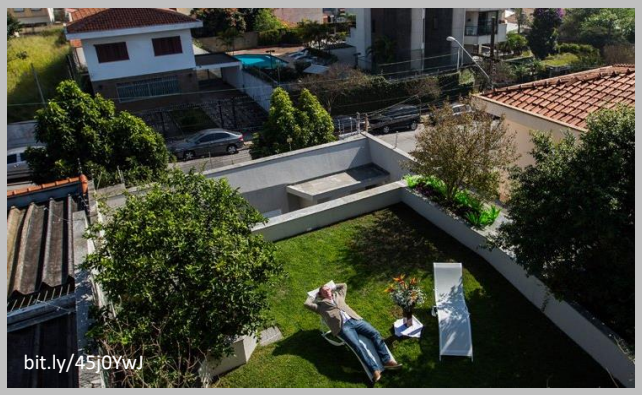
QUERO REFRESCAR MINHA CASA

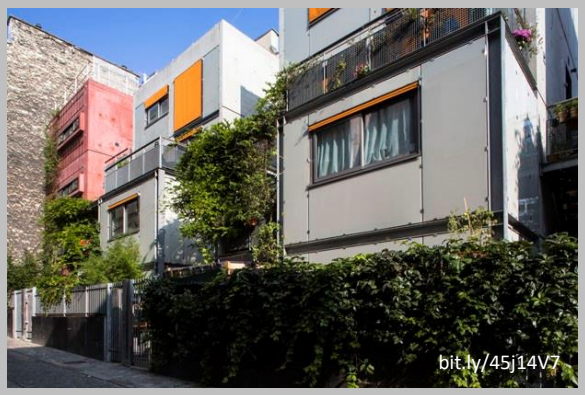
Escolher materiais e técnicas construtivas

Recomendam-se as seguintes propriedades de absortância e transmitância para a ZB4, combinadas:

- Paredes: $\alpha \leq 0,6$ - $U \leq 3,7$, ou
  $\alpha \geq 0,6$ - $U \leq 2,5$
- Coberturas: $\alpha \leq 0,6$ - $U \leq 1,5$, ou
  $\alpha \geq 0,6$ - $U \leq 1$

Telhados e paredes vegetados são também interessantes recursos para reduzir a transmissão de calor através das superfícies, contribuindo também para melhorar a qualidade do ar externo. Além disso, técnicas construtivas alternativas, como paredes de tijolos ecológicos, têm adquirido relevância no mercado, por seu elevado desempenho térmico e racionalização da obra (reduzindo desperdícios, facilitando passagem de tubulações e dispensando a necessidade de argamassa de regularização).





TELHADOS E PAREDES VEGETADAS

3. QUAIS CUIDADOS TOMAR?

- **Cuidado com abalos estruturais:** cuidado ao abrir vãos/buracos em paredes para instalar janelas ou outros dispositivos de ventilação. Pode ser que elas não suportem esse tipo de intervenção e desmoronem por completo, colocando toda a estrutura da casa em risco.
- **Proteja as mãos, olhos, nariz e boca:** Utilize luvas, máscaras e óculos de proteção quando manusear produtos químicos, cimento, argamassas, rejuntes e outros materiais para instalação de janelas e construção de paredes.
- **Contrate um profissional para investir melhor seus recursos:** Se os ambientes permanecerem muito quentes ou frios, entenda que será necessário contratar um profissional para fazer os serviços necessários, otimizando seus gastos e expectativas.

4. O QUE VOU PRECISAR?

- **Materiais:** Materiais para assentamento de novas janelas e aberturas altas para ventilação, e construção de paredes, lajes e forros, como argamassa, cimento, brita, areia, tintas, revestimentos e utensílios para seu preparo e aplicação.
- **Ferramentas:** Lâmina de serra segueta, tesoura, alicate, estilete, maçarico e outras próprias para preparo e assentamento de concreto - como baldes, masseiras, colher de pedreiro, espátula, esponja, sarrafo, etc.
- **Equipamentos:** Equipamentos de proteção individual, como capacetes, luvas, óculos, calçados antiderrapantes, cordas, etc.
- **Novas peças:** Novas peças como forros de PVC (ou outro material) e janelas.

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Escolher materiais e técnicas construtivas

5. QUEM CONTRATAR?

- **1º PASSO - ACHE UM ARQUITETO E URBANISTA:** Você deve buscar a ajuda de um profissional qualificado para realizar a ação, que irá te ajudar na identificação do problema, planejamento e acompanhamento da reforma e serviços envolvidos.
- **2º PASSO - PROCURE UM PRESTADOR DE SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS DE SUA CONFIANÇA (PEDREIRO, CALHEIRO, TELHADISTA, MARCENEIRO, SERRALHEIRO, ENCANADOR, GESSEIRO E OUTROS):** Estes profissionais vão te ajudar na execução da reforma e serviços envolvidos.

6. POR QUE ISSO É IMPORTANTE PARA MINHA SAÚDE?

O excesso de calor dentro de casa pode favorecer o agravamento e/ou surgimento de problemas de saúde, principalmente respiratórios e cardiovasculares, comprometendo especialmente a saúde de idosos, crianças e imunossuprimidos.

7. QUAIS REFERÊNCIAS POSSO CONSULTAR?

ANSI/ASHRAE *Standard 55/2017 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*.

ANSI/ASHRAE 62.2/2016 - *Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings*.

EEDUS. *Apostila dos Diálogos sobre Eficiência Energética (DEE) por zonas bioclimáticas.* Projeto EEDUS, 2022. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/documents/APOSTILA_DialagoEE_ZB.pdf

LAMBERTS, R.; CANDIDO, C.; DE DEAR, R. DE VECCHI, R. *Towards a Brazilian standard on termal comfort*. Research report. Universidade Federal de Santa Catarina, The University of Sidney, 2013.

LEI COMPLEMENTAR Nº 524/2011 – *CÓDIGO MUNICIPAL DE OBRAS DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA E DE SEUS DISTRITOS.*

NBR1557/2013 – *Parte 1: Requisitos gerais*.

NBR1557/2013 – *Parte 4: Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas.*

NBR1557/2013 – *Parte 5: Requisitos para o sistema de coberturas.*

NBR16401/2019 – *Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários Parte 2: Parâmetros de conforto térmico*.

NBR15220-2/2005 – *Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*.

NBR15220-3/2005 – *Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.*

PROCEL EDIFICA. *Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais* (RTQ-R). 2012, 96 p.

VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; OLIVEIRA, L. V.; MIRANDA, N. L.; BARBOSA, G. S.; QUEIROZ, J. G.; SILVA, F. O.; DE PAULA, G. F. V.; SILVA, V. G.; VASCONCELOS, P. B. *Relatório Final - Estratégias "na palma da mão" para uma casa saudável e resiliente*. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Implantar sistema de geração de energia elétrica



O Sol é uma fonte inesgotável de energia, sendo considerado uma das soluções para alcançar a descarbonização por meio da energia fotovoltaica. Na escala da edificação, o método mais comum de geração alternativa de energia tem sido esse. Células fotovoltaicas transformam a energia solar em energia elétrica, garantindo o suprimento de energia e tornando a casa mais bem preparada para lidar com o clima.

SOL E ENERGIA

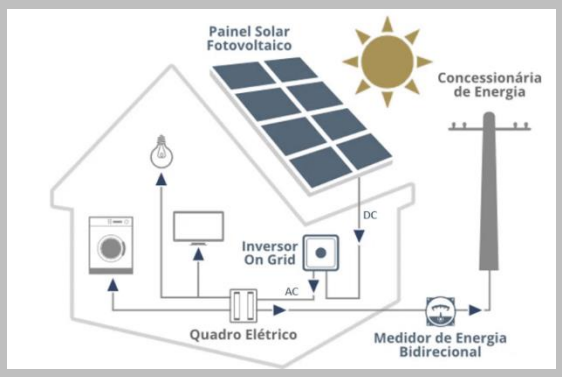
1. O QUE VERIFICAR?

São questões que demandam verificação quando o objetivo é implantar um sistema de geração de energia elétrica:

- **Demanda x potência instalada**
  Geralmente, é muito mais barato economizar energia do que gerá-la. A existência de um sistema próprio de geração não elimina a necessidade de economizar energia. Por isso, é necessário verificar a demanda real e futura antes de dimensionar o sistema, a fim de enquadrar o consumo diário nos limites projetados.

- **Disponibilidade de áreas**
  Células fotovoltaicas em forma de painéis solares podem ser instaladas em telhados ou fachadas de edificações, sendo mais comum, para edificações térreas, a primeira opção. Um equipamento chamado inversor solar, instalado em um ambiente reservado da casa, realiza a transformação da energia solar em energia elétrica em voltagem e corrente apropriadas ao uso. Com isso, é necessário verificar a disponibilidade de áreas na residência para acomodarem a instalação dos painéis e do inversor solar.

bit.ly/3qHWvVl



SISTEMA DE GERAÇÃO RESIDENCIAL

- **Magnitude do investimento**
  Projeto, instalação e materiais (envolvendo painéis solares, inversor solar, estruturas e cabeamentos) podem tornar o investimento em geração de energia elevado, precisando ser previamente verificados.

QUANTO MAIS EQUIPAMENTOS, MAIOR A DEMANDA

A carga de eletrodomésticos tem pouco impacto direto no projeto de arquitetura de uma edificação – é fácil coordenar e esconder a fiação elétrica. Porém, as demandas de energia resultantes da carga de eletrodomésticos afetarão a eficiência e o consumo de energia do edifício, o dimensionamento dos sistemas de refrigeração e o dimensionamento dos sistemas de geração de energia elétrica in loco. *Quanto maior a carga dos eletrodomésticos, maior deverá ser o sistema elétrico correspondente (KWOW e GRONDZIK, 2007).*

2. O QUE FAZER?

E

P

Ef

Aprovações para fazer: Concessionária de energia; se envolver acréscimo ou redução de área construída, necessita de aprovação da Prefeitura.
Escala da intervenção: Pontual ou edificação.

Prefira contratar profissionais especializados para realizar os reparos e serviços necessários. Veja algumas dicas para se orientar.

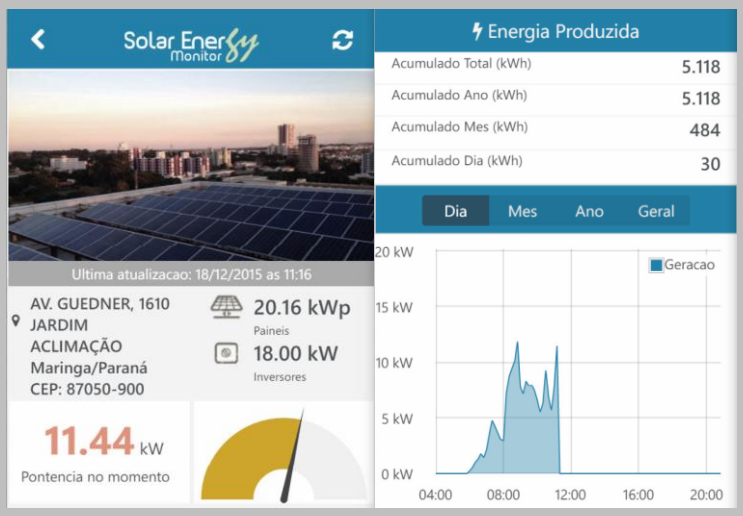
Quando a questão é a:

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Implantar sistema de geração de energia elétrica

- **Demanda x potência instalada**
  Uma pesquisa em HIS horizontais do PMCMV em Uberlândia (MG) constatou que o consumo médio de eletricidade mensal é de 148 kWh (OLIVEIRA, 2022). Multiplicando esse valor por R$0,95 (custo aproximado da eletricidade em agosto de 2023) e somando-se ao resultado o valor de custeio da iluminação pública no mesmo período (R$31,50), tem-se uma conta de R$172,1.
  Uma estratégia capaz de auxiliar a adequação do consumo aos limites de projeto é o monitoramento em tempo real da demanda, viabilizado pelos sistemas mais modernos.



MONITORAMENTO DE GERAÇÃO/CONSUMO EM TEMPO REAL

bit.ly/3OEKWq1

- **Disponibilidade de áreas**
  Com base nos dados de demanda, é possível simular a área mínima de telhado necessária para instalação de placas solares (utilizando calculadoras disponíveis na internet ao se procurar por "calculadora painel fotovoltaico"). Essa área é de 8 m² de telhado, livres de sombreamentos e orientados preferencialmente à direção norte, em angulação de 18º (correspondente à latitude para a cidade de Uberlândia/MG).
  O inversor solar deve ser instalado, preferencialmente, em um ambiente de permanência transitória. Além disso, deve estar o mais próximo possível dos painéis, em local de temperatura controlada e ventilação adequada, protegido contra o clima e eventuais danos físicos. Para isso, deve dispor de área não concorrente com outros usos.
  A disponibilidade de áreas para painéis solares e inversores deve ser projetada ou propiciada considerando possível aumento na demanda segundo alterações socioeconômicas, deixando folgas.

PAINÉIS DEVEM SER ORIENTADOS E INCLINADOS ADEQUADAMENTE
Os telhados inclinados são as superfícies mais propícias para receber sistemas fotovoltaicos: eles têm a vantagem de servir como suporte estrutural. Entretanto, telha - dos planos também podem ser utilizados, com ajuda de uma estrutura para conseguir a orientação e a inclinação adequadas aos módulos fotovoltaicos (SILVA e GÓES, 2022).

- **Magnitude do investimento:**
  Apesar dos custos iniciais de investimento em geração de energia elétrica através de painéis solares serem elevados, o benefício é expresso na quase anulação da conta de energia junto à rede, autonomia energética, independência em relação às flutuações nos preços de energia e redução na pegada de carbono da edificação. Os preços têm caído nos últimos anos juntamente à flexibilização nos prazos de pagamento e parcerias com instituições financeiras, tornando esse investimento mais atrativo. Conte com um profissional especializado para avaliar o custo-benefício envolvido, considerando a durabilidade dos materiais, condições de pagamento e período de *pay-back.*

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Implantar sistema de geração de energia elétrica

3. QUAIS CUIDADOS TOMAR?

- **Evite pisar nos painéis:** isso pode causar danos às células.
- **Mantenha os painéis limpos:** poeira, sujeira, folhas e detritos podem afetar a eficiência dos painéis.
- **Cuidado com abalos estruturais:** certifique-se de que o telhado pré-existente ou novo é capaz de dar suporte aos painéis solares e sua estrutura.
- **Cuidado com raios:** considere a instalação de para-raios para proteger os inversores e outros componentes elétricos.
- **Cuidado com a sombra:** certifique-se de que os painéis não sejam sombreados por árvores, edifícios ou outras estruturas que possam reduzir sua eficiência.
- **Contrate profissionais para investir melhor seus recursos:** os serviços envolvidos no projeto e execução de um sistema de geração de energia elétrica demandam contratação de profissional especializado, que otimizará seus gastos e expectativas.

4. O QUE VOU PRECISAR?

- **Materiais:** painéis solares, inversores, estruturas de montagem, cabos solares, caixas de junção, disjuntores, cabos de aterramento, conectores, parafusos, fixadores e selantes;
- **Ferramentas:** furadeiras, chaves de fenda, alicates, cortadores de cabos, etc.
- **Equipamentos:** Equipamentos de proteção individual, como capacetes, luvas, óculos, calçados antiderrapantes, cordas, etc.

5. QUEM CONTRATAR?

- **1º PASSO - ACHE UM ARQUITETO E URBANISTA:** Você deve buscar a ajuda de um profissional qualificado para realizar a ação, que irá te ajudar na identificação do problema, planejamento e acompanhamento da reforma e serviços envolvidos.
- **2º PASSO - PROCURE UM PRESTADOR DE SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS DE SUA CONFIANÇA (PEDREIRO, CALHEIRO, TELHADISTA, MARCENEIRO, SERRALHEIRO, ENCANADOR, GESSEIRO E OUTROS):** Estes profissionais vão te ajudar na execução da reforma e serviços envolvidos.

6. POR QUE ISSO É IMPORTANTE PARA MINHA SAÚDE?

O excesso de calor dentro de casa pode favorecer o agravamento e/ou surgimento de problemas de saúde, principalmente respiratórios e cardiovasculares, comprometendo especialmente a saúde de idosos, crianças e imunossuprimidos. A existência de sistema de geração de energia elétrica confere autonomia energética à edificação, viabilizando o uso de dispositivos artificiais de refrigeração, especialmente durante picos de calor.

7. QUAIS REFERÊNCIAS POSSO CONSULTAR?

SILVA, C. F.; GÓES, T. (Orgs.) *Dicas bioclimáticas para um projeto mais sustentável*. Brasília, DF: LaSUS FAU: Editora Universidade de Brasilia, 2022.

KWOK, A. G; GRONDZIK, W. T. *Manual de arquitetura ecológica*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

OLIVEIRA, Melina Nunes. *Eficiência energética como atributo da resiliência na habitação de interesse social: avaliação e proposição de estratégias para reformas e intervenções*. 2022. 216 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

NBR 16690: Norma brasileira para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.

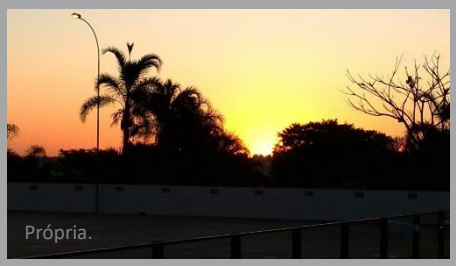
NBR 16149: Norma para painéis fotovoltaicos.

NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão.

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Posicionar e sombrear aberturas


Própria.

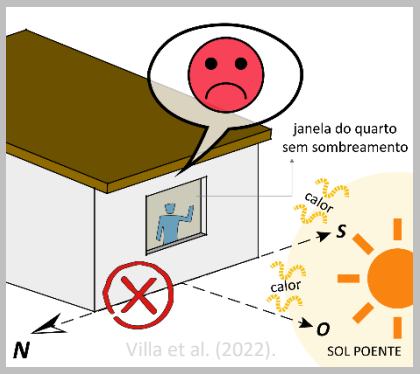
O Sol é fonte de luz e calor, energias essenciais à vida. Conhecer seu caminho no céu ao longo do dia e do ano nos permite posicionar adequadamente as janelas e sombreá-las quando necessário. Os ventos, por sua vez, renovam o ar e refrescam os ambientes. Janelas posicionadas sem levar o Sol e ventos em conta podem fazer com que ambientes fiquem muito quentes e insalubres.

SOL, FONTE DE VIDA E ENERGIA

1. O QUE VERIFICAR?

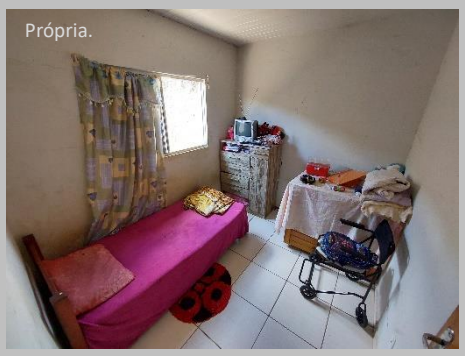
São causas comuns para sensação de calor e frio dentro de casa:

- **Posição das janelas**
  Janelas voltadas para o Sol poente (direção Oeste) absorvem calor nos horários mais quentes do dia (entre 12 h e +-18:30 h). Em quartos, isso pode ser especialmente incômodo durante os meses mais quentes do ano, já que na hora de dormir, o calor absorvido estará em seu auge. Em Uberlândia (MG), janelas que dão face para a direção Sul, por sua vez, recebem sol direto durante poucas horas do dia e apenas entre 21 de setembro e 21 de março – favorecendo que os cômodos sejam mais frios, escuros e úmidos (especialmente se a ventilação não for adequada).



Villa et al. (2022).

JANELA À OESTE SEM SOMBREAMENTO


Própria.

- **Janelas sem sombreamento**
  Às vezes não é possível trocar uma janela de posição, situação em que cortinas ajudam a barrar o excesso de Sol. Mesmo que parte da luz seja barrada pela cortina, o mesmo não se aplica ao calor, que continuará sendo absorvido.

USO DA CORTINA PARA BARRAR O SOL

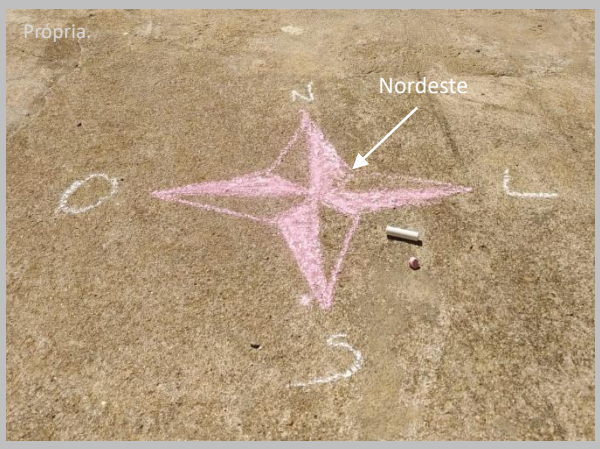
2. O QUE FAZER?

Res | Rob | Ef

Aprovações para fazer: se envolver acréscimo ou redução de área construída, necessita de aprovação da Prefeitura.
Escala da intervenção: Pontual ou edificação.

Prefira contratar profissionais especializados para realizar os reparos e serviços necessários. Veja algumas dicas para se orientar.
Quando a questão é a:

- **Posição das janelas**
  Primeiramente, aprenda as direções dos pontos cardeais e identifique-as em seu terreno! Veja algumas dicas para se situar:
  - O Sol nasce a Leste;
  - O Sol se põe a Oeste;
  - Aponte sua mão direita para o Leste e a esquerda para Oeste. A sua frente estará o Norte, e às suas costas, o Sul.
  - Desenhe uma rosa dos ventos no chão com giz, para não esquecer!



ROSA DOS VENTOS PARA SE ORIENTAR EM RELAÇÃO AO SOL E VENTOS

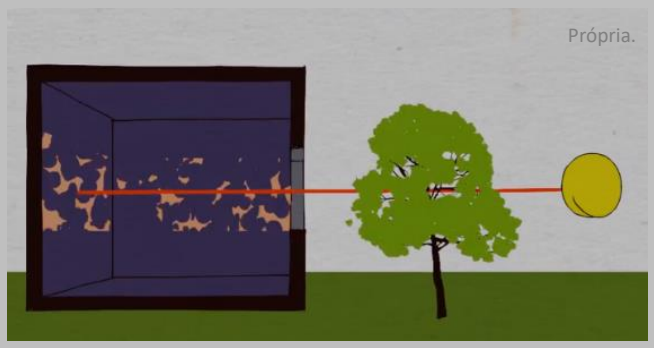
Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Posicionar e sombrear aberturas

Quando for construir em Uberlândia (MG), evite posicionar janelas: em quartos - a Oeste e Sul - e em áreas molhadas (cozinha, banheiro, área de serviço) - a Sul.
Idealmente, procure posicionar janelas de quartos e salas viradas para o Nordeste (entre Norte e Leste), que é a direção de onde os ventos vêm com mais frequência em Uberlândia (MG). Com isso, a ventilação do ambiente será maior.
ATENÇÃO! Cada caso é um caso! Prefira contar com ajuda profissional na hora de decidir a melhor posição de novos cômodos e janelas.

- **Janelas sem sombreamento**
Cortinas ajudam, mas não barram a entrada do calor no ambiente, causada pelo mal posicionamento das janelas e pela falta de sombreamento.
Se sua janela não está bem-posicionada em relação ao Sol, não se desespere! Em caso de excesso de Sol, existem duas estratégias para proporcionar sombras:



ÁRVORES FUNCIONAM COMO "FILTROS"

Árvores: a vegetação é uma excelente aliada contra o calor. Suas folhas sombreiam nossas casas e umedecem o ar, melhorando significativamente a sensação térmica.
Procure ter árvores dentro e fora do lote para se beneficiar de suas qualidades, bem como espaços gramados em pelo menos 20% do terreno (0,2 x 200 m² = 40 m²), que reduzirão a absorção de calor através do piso, além de acomodarem melhor a arborização.
ATENÇÃO! Ter que varrer algumas folhas de vez em quando é um preço pequeno a se pagar pelo conforto, se comparado à conta de energia pelo uso excessivo de ventiladores e ares-condicionados.

RESFRIAMENTO POR MEIO DA EVAPORAÇÃO
Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água. O resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar. Nas situações em que a umidade relativa do ar for muito baixa e a temperatura do ar estiver entre 21°C e 30°C, a umidificação do ar proporcionará sensações térmicas mais agradáveis. Essa estratégia pode ser obtida através da utilização de recipientes com água e do controle da ventilação, pois esta é indesejável por eliminar o vapor proveniente de plantas e atividades domésticas (NBR15220-3/2005 - Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social).

Brises: elementos horizontais e/ou verticais de sombreamento externo podem ser utilizados para barrar o Sol nos horários indesejados. Podem ser feitos de madeira, concreto e outros materiais. Para janelas voltadas a: - Norte: utilize brises verticais ou mistos;
- Leste e oeste: utilize brises horizontais;
- Sul: em Uberlândia (MG), dificilmente demandará sombreamento.

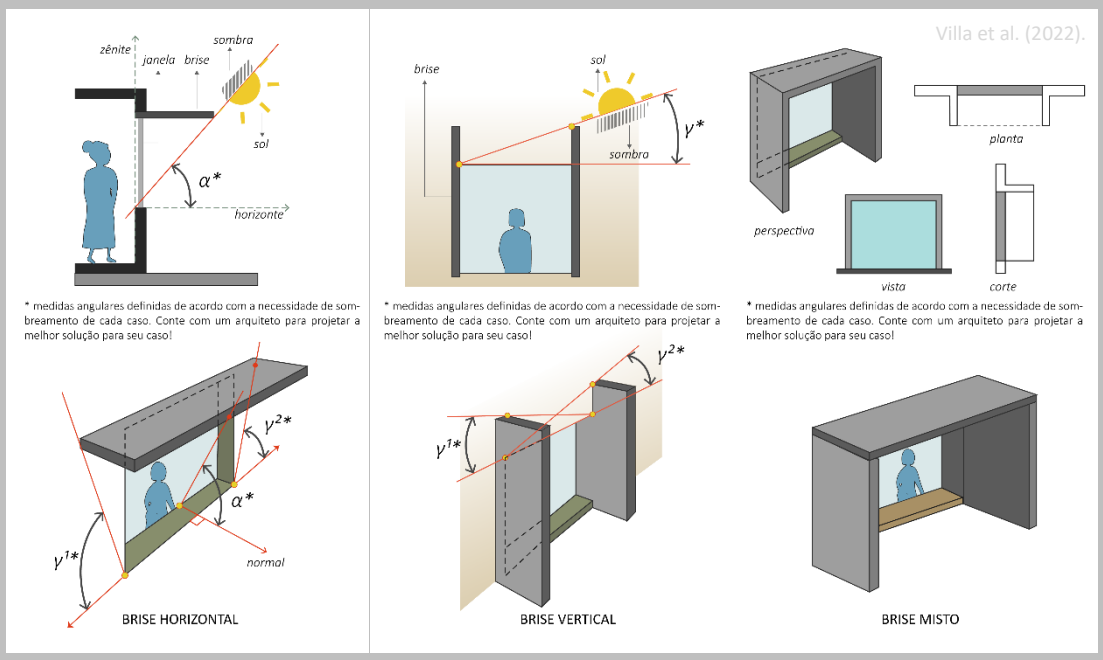
ATENÇÃO! Cada caso é um caso! Prefira contar com ajuda profissional na hora de projetar o modelo, dimensões e materiais adequados para sombrear suas janelas.

DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO SOLAR
Dispositivo de proteção solar são elementos externos que proporcionam sombreamento nas aberturas dos ambientes de permanência prolongada, tais como venezianas, persianas, brises e cobogós (RTQ-R/2012 - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais).

Sub-indicadores associados:

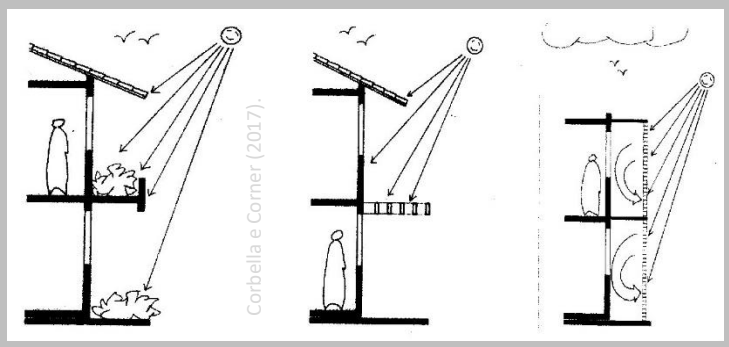
QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Posicionar e sombrear aberturas



DIFERENTES POSSÍVEIS MODELOS DE BRISES HORIZONTAIS, VERTICAIS E MISTOS

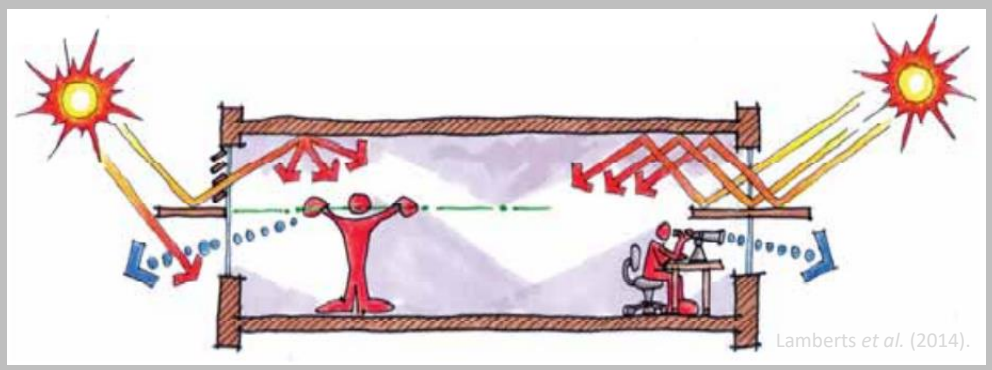
Beirais longos ou mesmo marquises também são capazes de sombrear as fachadas externas da casa, principalmente nos horários mais quentes (entre 11h e 14h, aproximadamente), reduzindo a absorção de calor.



BEIRAIS LONGOS, MARQUISES, PERGOLADOS E SEU POTENCIAL NO BARRAMENTO DE CALOR

Outro recurso menos comum, porém, muito interessante, são as chamadas prateleiras de luz, elementos horizontais que, instalados no topo da janela, retém o calor e refletem em maioria apenas luz para o interior dos ambientes.

Ademais, tome cuidado com ampliações muito próximas de janelas pré-existentes, elas podem gerar sombreamento excessivo e mesmo total, que tornará os ambientes escuros e insalubres. Localize novos ambientes a uma distância de pelo menos 1,5 m de janelas pré-existentes, os separando através de espaço descoberto. Sobre isso, ver mais detalhes na sessão *"Criar condições para ventilação e iluminação".*



PRATELEIRAS DE LUZ

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Posicionar e sombrear aberturas

3. QUAIS CUIDADOS TOMAR?

- **Cuidado com abalos estruturais:** Cuidado ao anexar elementos de sombreamento (brises) em paredes. Pode ser que elas não suportem esse tipo de intervenção e desmoronem por completo, colocando toda a estrutura da casa em risco.
- **Proteja as mãos, olhos, nariz e boca:** Utilize luvas, máscaras e óculos de proteção quando manusear produtos químicos, cimento, argamassas, rejuntes e outros materiais para confecção de elementos de proteção.
- **Contrate um profissional para investir melhor seus recursos:** Se os ambientes permanecerem muito quentes ou frios, entenda que será necessário contratar um profissional para fazer os serviços necessários, otimizando seus gastos e expectativas.

4. O QUE VOU PRECISAR?

- **Materiais:** Materiais para construção de brises, como fôrmas de madeira, cimento, brita, areia, tintas e utensílios para seu preparo e confecção.
- **Ferramentas:** Ferramentas próprias para preparo e assentamento de concreto - como baldes, masseiras, colher de pedreiro, espátula, esponja, sarrafo, bem como instrumentos para cavar covas para vegetação, como enxadas.
- **Equipamentos:** Equipamentos de proteção individual, como capacetes, luvas, óculos, calçados antiderrapantes, cordas, etc.

5. QUEM CONTRATAR?

- **1º PASSO - ACHE UM ARQUITETO E URBANISTA:** Você deve buscar a ajuda de um profissional qualificado para realizar a ação, que irá te ajudar na identificação do problema, planejamento e acompanhamento da reforma e serviços envolvidos.
- **2º PASSO - PROCURE UM PRESTADOR DE SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS DE SUA CONFIANÇA (PEDREIRO, CALHEIRO, TELHADISTA, MARCENEIRO, SERRALHEIRO, ENCANADOR, GESSEIRO E OUTROS):** Estes profissionais vão te ajudar na execução da reforma e serviços envolvidos.

6. POR QUE ISSO É IMPORTANTE PARA MINHA SAÚDE?

O excesso de calor dentro de casa pode favorecer o agravamento e/ou surgimento de problemas de saúde, principalmente respiratórios e cardiovasculares, comprometendo especialmente a saúde de idosos, crianças e imunossuprimidos.

7. QUAIS REFERÊNCIAS POSSO CONSULTAR?

CORBELLA, O.; CORNER, V. *Manual de arquitetura bioclimática tropical*. Rio de Janeiro: Revan, 2017.

LAMBERTS, R.; CANDIDO, C.; DE DEAR, R. DE VECCHI, R. *Towards a Brazilian standard on termal comfort*. Research report. Universidade Federal de Santa Catarina, The University of Sidney, 2013.

NBR15220-3/2005 - *Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;*

RTQ-R/2012 - *Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais.*

VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; OLIVEIRA, L. V.; MIRANDA, N. L.; BARBOSA, G. S.; QUEIROZ, J. G.; SILVA, F. O.; DE PAULA, G. F. V.; SILVA, V. G.; VASCONCELOS, P. B. *Relatório Final - Estratégias "na palma da mão" para uma casa saudável e resiliente*. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Se adaptar à temperatura e umidade



A manifestação de comportamentos humanos adaptativos reduz a dependência de tecnologias para obtenção de bem-estar e qualidade ambiental na moradia. Associados às qualidades físicas da edificação, esses comportamentos potencializam a sensação de controle e o uso eficiente de recursos, habilitando os moradores a lidarem melhor com o clima urbano.

BALDE COM ÁGUA PARA UMIDIFICAR O AR

1. O QUE VERIFICAR?

São comportamentos comuns que contribuem para sensação de calor/frio e secura/abafamento dentro de casa:

- **Não abertura de janelas**
  Ao evitar abrir janelas, seja por privacidade ou preferência pessoal, os ambientes podem ficar excessivamente quentes e abafados. Problemas com as folhas e/ou trinco de janelas também podem desencorajar as pessoas a manuseá-las, agravando a situação.
- **Desconhecimento sobre relação clima x casa x conforto**
  O desconhecimento sobre a influência da relação entre clima urbano e sistemas edificados no conforto térmico prejudica a gestão da qualidade ambiental em uma moradia e a saúde de seus ocupantes. Os elementos do clima (radiação, ventos, chuvas, etc) interagem com as paredes, janelas e coberturas, incomodando mais ou menos os moradores a depender da qualidade desses sistemas.

2. O QUE FAZER?

P	AP
C	Rec
	Pal

Aprovações para fazer: Não é necessária nenhuma aprovação da Prefeitura
Escala da intervenção: Pontual

Prefira contratar profissionais especializados para realizar os reparos e serviços necessários. Veja algumas dicas para se orientar.

Quando o problema é:

- **Não abertura de janelas**
  Abra janelas para ventilar e iluminar a casa todos os dias. Mesmo que esteja frio e chuvoso, deixe ao menos as venezianas abertas e folhas de vidro fechadas algumas horas durante o dia, preferencialmente pela manhã, para que o Sol higienize os ambientes. É importante que manutenções periódicas das janelas sejam realizadas, com limpeza e lubrificação de trilhos e trincos e substituição de componentes quando necessário, visando prevenir seu mal funcionamento.



VENEZIANAS ABERTAS E FOLHAS DE VIDRO FECHADAS



UMIDIFICADOR DE AR

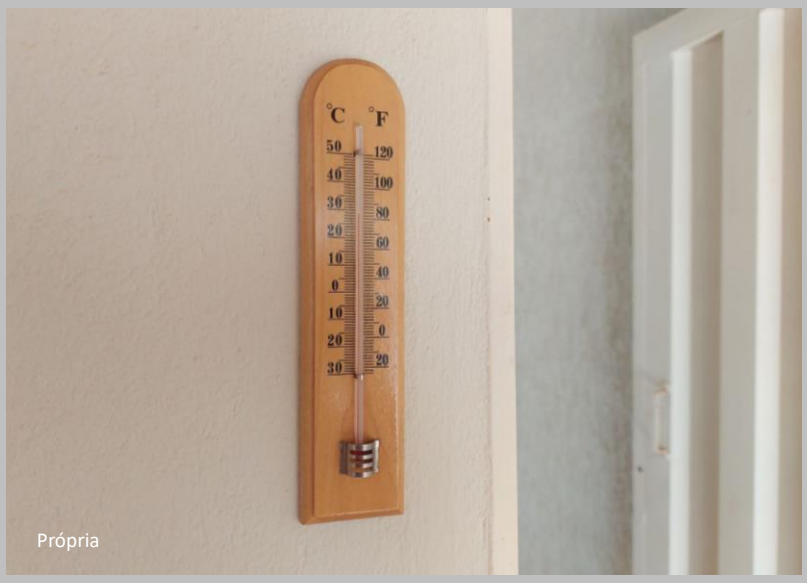
Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Se adaptar à temperatura e umidade

- **Desconhecimento sobre relação clima x casa x conforto**
  Obtenha ativamente informações sobre a previsão do tempo. Crie o hábito de consultar aplicativos de previsão do tempo em seu próprio celular ou simplesmente observar o céu. Sabendo da previsão, tome algumas medidas adaptativas segundo a expectativa de clima, como: separação de roupas mais leves/pesadas; preparação de refeições mais leves/calóricas; limpeza e uso de umidificadores, bacias com água e/ou toalhas molhadas; aumento na hidratação; uso de desumidificadores, entre outras que envolvam alteração de hábitos pessoais.





TERÔMETRO PARA AJUDAR A CONTROLAR A ABERTURA DE JANELAS

Abra janelas para ventilar e trocar o ar da casa todos os dias. *ATENÇÃO!* Quando a temperatura externa estiver abaixo de 20ºC a ventilação poderá causar frio, e acima de 32ºC, aumentar ainda mais o calor – nesses casos, mantenha as venezianas fechadas e folhas de vidro abertas. Utilize um termômetro de parede de mercúrio para monitorar a temperatura externa – seu preço é bem acessível.

APLICATIVO DE PREVISÃO DO TEMPO NATIVO DO CELULAR

Salve em seu telefone contatos para obtenção de informações e ajuda quanto ao clima, tais como o número da defesa civil, que é: *199*.

Quando realizar reformas, utilize materiais construtivos e janelas adequados ao clima local. Veja mais sobre em: *"Escolher materiais e técnicas construtivas"* e *"Criar condições para ventilação e iluminação"*.

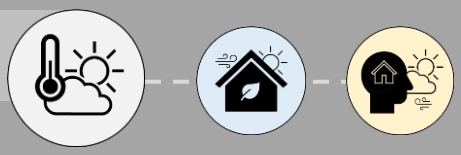
O VALOR DE FEEDBACKS PARA MANIFESTAÇÃO DE COMPORTAMENTOS ADAPTATIVOS

A Agência Europeia Ambiental traz uma revisão da literatura disponível sobre medidas que visam o comportamento do consumidor a fim de alcançar economia de energia e conforto ambiental. Destacam a importância de feedbacks diretos e indiretos, auditorias energéticas e iniciativas baseadas na comunidade para efetividade das estratégias de economia de energia propostas. Com relação aos feedbacks, estimam que auxiliam os usuários a estabelecerem metas próprias e as cumprirem. Entre os recursos para feedback direto figuram alertas recebidos em dispositivos eletrônicos sobre consumo frente a um teto/limite acordado/ideal, a partir de sensores e outros dispositivos inteligentes associados à casa (EUROPEAN..., 2013).

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Se adaptar à temperatura e umidade



3. QUAIS CUIDADOS TOMAR?

- **Algumas medidas são apenas paliativas:** comportamentos adaptativos, sozinhos, não são suficientes para proporcionar o conforto esperado, sendo que qualidades construtivas também são necessárias.
- **Contrate profissionais para investir melhor seus recursos:** se os ambientes permanecerem quentes e abafados, entenda que será necessário contratar um profissional para orientá-lo quanto aos serviços necessários, otimizando seus gastos e expectativas.

4. O QUE VOU PRECISAR?

- **Crie uma rotina:** crie uma rotina de busca de informações sobre o clima (utilizando aplicativos e/ou observando o céu) e abertura de janelas para renovação/refrescamento do ar e iluminação.
- **Materiais:** próprio *smartphone,* bacias, toalhas, umidificadores, desumidificadores comprados em mercado, e termômetros de parede.
- **Reformas maiores podem ser necessárias:** Para tornar as janelas mais adequadas. Veja mais sobre isso na sessão *"Criar condições para ventilação e iluminação"*.

5. QUEM CONTRATAR?

- **1º PASSO - ACHE UM ARQUITETO E URBANISTA:** Você deve buscar a ajuda de um profissional qualificado para realizar a ação, que irá te ajudar na identificação do problema, planejamento e acompanhamento da reforma e serviços envolvidos.
- **2º PASSO - PROCURE UM PRESTADOR DE SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS DE SUA CONFIANÇA (PEDREIRO, CALHEIRO, TELHADISTA, MARCENEIRO, SERRALHEIRO, ENCANADOR, GESSEIRO E OUTROS):** Estes profissionais vão te ajudar na execução da reforma e serviços envolvidos.

6. POR QUE ISSO É IMPORTANTE PARA MINHA SAÚDE?

O excesso de calor/frio e/ou abafamento/secura dentro de casa pode favorecer o agravamento e/ou surgimento de problemas de saúde, principalmente respiratórios e cardiovasculares, comprometendo especialmente a saúde de idosos, crianças e imunossuprimidos.

7. QUAIS REFERÊNCIAS POSSO CONSULTAR?

ELI, L. G. *O impacto do padrão de uso no desempenho térmico de edificações unifamiliares no Brasil*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2020.

ELIAS-TROSTMANN, K.; CASSEL, D.; BURKE, L.; RANGWALA, L. *Mais forte do que a tempestade: aplicando a avaliação de resiliência comunitária urbana aos eventos climáticos extremos*. Documento de Trabalho. Washington, DC: World Resources Institute. Disponível online em <https://www.wri.org/publication/stronger-than-the-storm>. Acesso em fev. 2020.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?* LU: Publications Office, 2013. Disponível em: https://data.europa.eu/doi/10.2800/49941. Acesso em: 29 jun. 2023.

GIANFRATE, V.; PICCARDO, C.; LONGO, D.; GIACHETTA, A. Rethinking social housing: Behavioural patterns and technological innovations. *Sustainable Cities and Society*, v. 33, p. 102–112, ago. 2017. https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.015

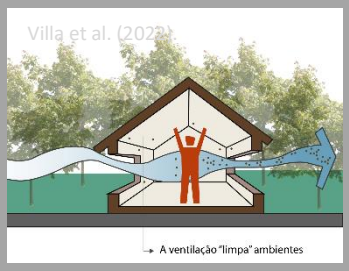
SOARES, N.; BASTOS, J.; PEREIRA, L. D.; SOARES, A.; AMARAL, A. R.; ASADI, E.; RODRIGUES, E.; LAMAS, F. B.; MONTEIRO, H.; LOPES, M. A. R.; GASPAR, A. R. A review on current advances in the energy and environmental performance of buildings towards a more sustainable built environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 77, p. 845–860, set. 2017. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.027.

Sub-indicadores associados:



QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Criar condições para ventilação e iluminação



O movimento do ar proporcionado pela ventilação natural alivia o calor e renova e higieniza o ar. Já a luz do sol possui efeito bactericida, antiviral e antifúngico, além de condicionar as temperaturas internas. Ambientes mal ventilados e iluminados podem tornar-se muito quentes, acumulando excesso de umidade (abafamento), mofo e outros microrganismos, ameaçando a saúde humana.

A VENTILAÇÃO LIMPA AMBIENTES

1. O QUE VERIFICAR?

São causas comuns para falta de ventilação e iluminação nos ambientes:

- **Modelo e materiais de janelas**
  Os principais ganhos e perdas de temperatura em casa acontecem pelas janelas. O tipo de vidro, o tamanho da janela, a presença de marquises, árvores ou outros elementos de sombreamento externo, cortinas, e a posição da janela em relação ao sol influenciam diretamente a quantidade de calor que será trocado com o exterior. Janelas totalmente envidraçadas ("blindex") e sem nenhum sombreamento externo absorvem mais calor que as de alumínio e vidro com venezianas comuns. Se orientadas ao sol poente (oeste) ou a norte, a absorção de calor é ainda maior. Modelos do tipo "blindex" em quartos podem ser especialmente inconvenientes, pois quando abertos à noite para ventilar expõem o ambiente a outros perigos.

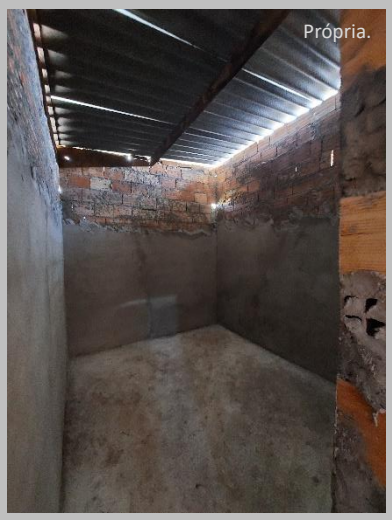


COMPONENTES E PROPRIEDADES DE JANELAS

RELAÇÃO ENTRE TAMANHO E MATERIAIS DE JANELAS E SEU DESEMPENHO TÉRMICO

A implantação da obra no terreno, a localização, tipo e dimensões das aberturas de portas e janelas devem favorecer a insolação, a ventilação e a renovação de ar dos ambientes. O desempenho lumínico pode ser obtido ou melhorado mediante diversos recursos, particularmente aplicação de cores claras nos tetos/paredes internas e adoção de caixilhos com áreas envidraçadas relativamente grandes. No segundo caso, contudo, o envidraçamento comum permitirá não só a passagem de luz como também de grande quantidade de radiação solar, podendo comprometer o desempenho térmico (NBR1557/2013 – Parte 4: Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas - Guia CBIC).

- **Ausência de janelas**
  Ao reformar sem orientação, podem acabar sendo criados ambientes sem janelas, onde o ar não corre e a luz não chega.



QUARTO CRIADO SEM PREVISÃO DE JANELA

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Criar condições para ventilação e iluminação

TAXA DE RENOVAÇÃO DE AR MÍNIMA PARA RESIDÊNCIAS

A ASHRAE 62.2 de 2016 define as funções e os requisitos mínimos para sistemas de ventilação mecânica e natural e o envelope de construção destinado a fornecer qualidade do ar interno aceitável em edifícios residenciais. Essa norma é anterior ao período pandêmico, ainda não tendo sido atualizada, oferecendo, no entanto, um parâmetro sobre condições mínimas de qualidade do ar aceitáveis em ambientes residenciais. A norma requere uma taxa de ventilação total (Qtot) dada pela equação:

Qtot = 0.15 x Afloor + 3.5 (Nbr + 1)

Em que:

- Qtot refere-se à taxa de ventilação total requerida em L/s;

- Afloor refere-se à área de piso da unidade habitacional em m²;

- Nbr refere-se ao número de quartos da casa (não menos que 1).

Essa equação assume 2 pessoas para um dormitório e 1 pessoa para cada dormitório adicional. Quando é conhecida uma maior densidade de ocupantes, a taxa encontrada deve ser acrescida de 3.5 L/s para cada pessoa adicional (ANSI/ASHRAE 62.2/2016 - Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings).

- **Janelas bloqueadas e/ou sem contato com exterior**

  Ao reformar sem orientação, novos cômodos podem ficar "colados" a antigos, com janelas dando para outro ambiente fechado, reduzindo seu fornecimento de luz e ventilação. Além disso, o fluxo de ar e luz que passa por uma janela pode ser reduzido se existirem bloqueios internos para seu acesso, como beliches e armários.

DESEMPENHO LUMÍNICO E CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIES

Distanciamento apropriado entre edificações e destas a taludes, muros e outros obstáculos, é essencial para garantir condições adequadas de ventilação e de iluminação natural. O desempenho lumínico pode ser obtido ou melhorado mediante diversos recursos, particularmente aplicação de cores claras nos tetos/paredes internas e adoção de caixilhos com áreas envidraçadas relativamente grandes. No segundo caso, contudo, o envidraçamento comum permitirá não só a passagem de luz como também de grande quantidade de radiação solar, podendo comprometer o desempenho térmico (NBR15575/2013 – Parte 1: Requisitos Gerais - Guia CBIC).



JANELAS BLOQUEADAS POR MOBILIÁRIO OU POR NOVOS CÔMODOS

- **Janelas pequenas e/ou poucas**

  Ao aumentar ambientes, a quantidade de aberturas para ventilação e iluminação também deve aumentar, o que em muitos casos não é feito. Isso faz com que a renovação do ar se dê de maneira mais lenta –

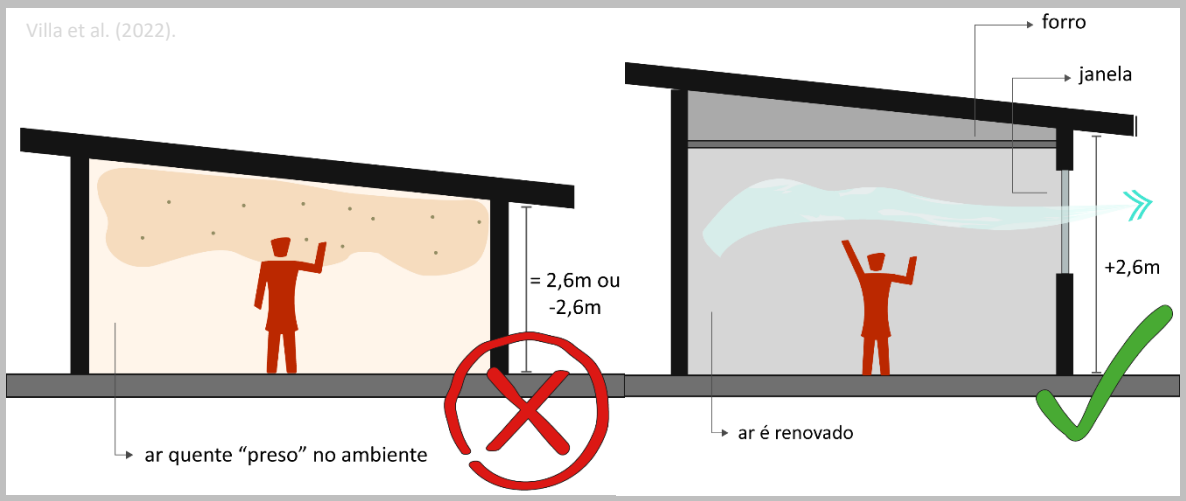


ÁREA DE ABERTURA PEQUENA EM RELAÇÃO À ÁREA DO CÔMODO

Sub-indicadores associados:

gerando abafamento, e que a luz natural não chegue até o fundo do ambiente – demandando uso maior de lâmpadas.

- **Teto baixo**
  O ar quente, umedecido pela nossa respiração e poluído pelo gás carbônico que exalamos na respiração tende a subir e ficar "preso" no alto dos ambientes. Quando o teto (forro/laje) é baixo, ficamos "imersos" nessa bolha de ar mais quente, o que pode gerar grande incômodo. Se o ambiente não tem janelas adequadas para realizar troca de ar, essa situação fica ainda mais desagradável.



INFLUÊNCIA DO PÉ-DIREITO E PRESENÇA DE FORRO/LAJE

- **Desconhecimento sobre relação clima x casa x conforto**
  O desconhecimento sobre a influência da relação entre clima urbano e sistemas edificados no conforto térmico prejudica a gestão da qualidade ambiental em uma moradia e a saúde de seus ocupantes. Os elementos do clima (radiação, ventos, chuvas, etc) interagem com as paredes, janelas e coberturas, incomodando mais ou menos os moradores a depender da qualidade desses sistemas.

2. O QUE FAZER?

Aprovações para fazer: se envolver acréscimo ou redução de área construída, necessita de aprovação da Prefeitura.
Escala da intervenção: Edificação.

AC | Res | AP | P

Prefira contratar profissionais especializados para realizar os reparos e serviços necessários. Veja algumas dicas para se orientar.

Quando o problema é/são:

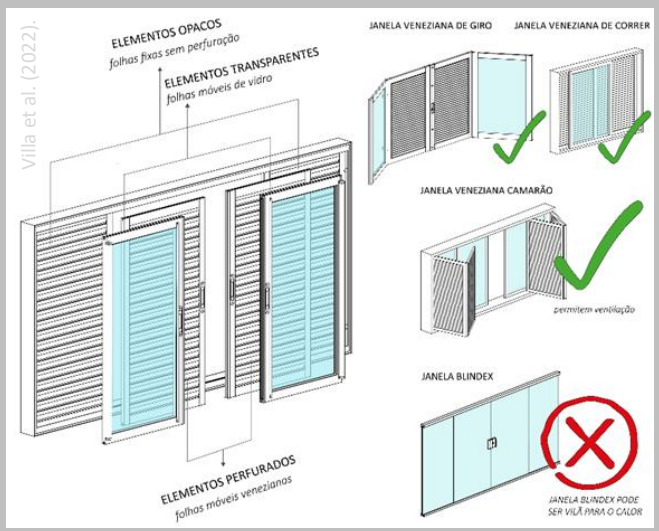
Ef

- **Modelo e materiais de janelas**

Ao adquirir novas janelas, 3 elementos precisam ser conhecidos e analisados em conjunto para determinar se são ou não adequadas:

- Elementos transparentes;
- Elementos perfurados;
- Elementos opacos.

Cada clima tem uma demanda diferente. Em climas quentes, por exemplo:



COMPONENTES E MODELOS DE JANELAS

- Nos quartos, opte por modelos de janelas com veneziana integrada (elementos perfurados), para dar privacidade e permitir opção por luz, vento ou ambos.

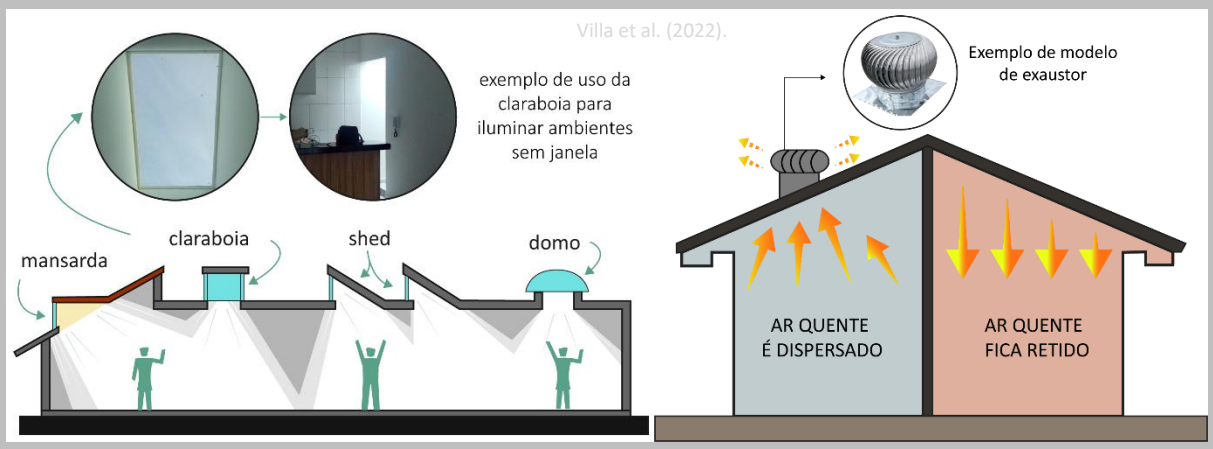
- Nas salas, janelas totalmente transparentes podem ser interessantes pela vista, desde que adequadamente sombreadas.

- Janelas mais largas, com maior área efetiva de abertura para ventilação (elemento perfurado) são mais interessantes, bem como janelas com "bandeiras" superiores, que podem ser abertas apenas para renovação de ar.

Entenda melhor essas questões nas sessões *"Posicionar e sombrear aberturas" e "Criar condições para ventilação e iluminação"*. *ATENÇÃO!* Contrate um profissional para definir a melhor opção para seu caso.

- **Ausência de janelas**

Claraboias são ótimas opções para levar iluminação natural para ambientes interno. **Ef**



MÉTODOS PARA ILUMINAÇÃO ZENITAL **AMBIENTE COM X SEM EXAUSTÃO**

Pode ser instalado exaustor ou chaminé solar que irá sugar o ar para fora e, com isso, forçar sua renovação. Elementos permeáveis (por ex. cobogós) nas paredes podem ser utilizados para trocar mais ar com o exterior.

Canos de PVC de diâmetro 100 mm protegidos com tela de galinheiro ligando interior e exterior, instalados na parte mais alta da parede, também ajudam a trocar o ar.

Em novos ambientes, pensar aberturas altas, rentes à cobertura, ou mesmo coberturas ventiladas, são excelentes recursos para melhorar a ventilação e conforto térmico locais. Adicionalmente, a existência de áticos (camada de ar entre telha e forro/laje) de pelo menos 5 cm, por si só, reduz a transmissão de calor entre moradia e exterior. Quando ventilados, esses áticos são ainda mais interessantes, conforme mostram as figuras abaixo. **Pal**



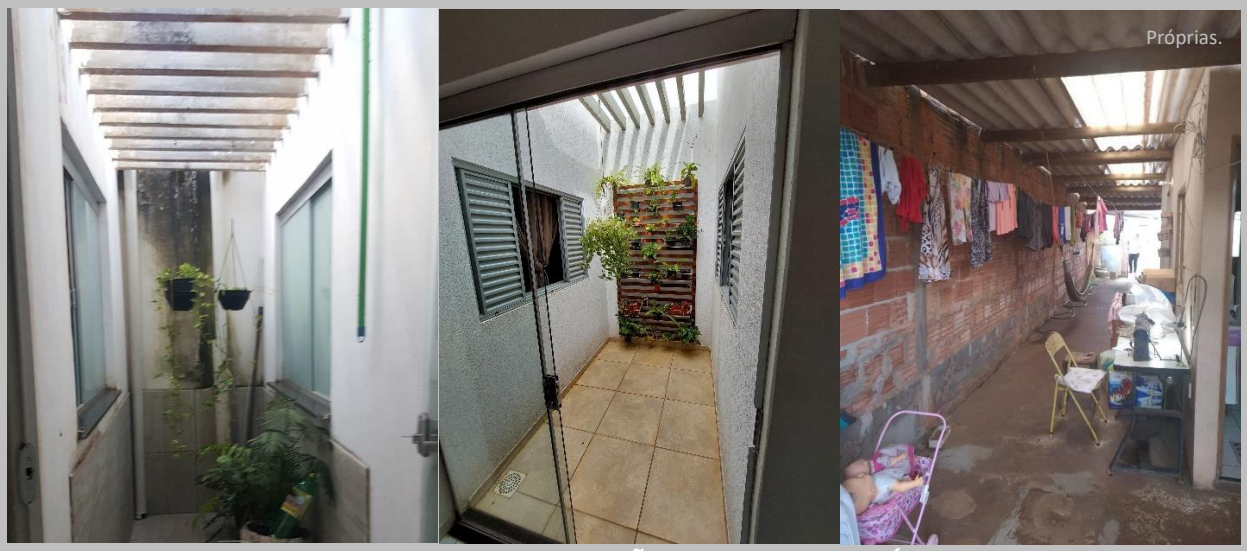
TIJOLO TIPO COBOGÓ VENTILANDO ESPAÇO ENTRE TELHAS E FORRO **ABERTURAS ALTAS PARA VENTILAÇÃO DO TELHADO**

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Criar condições para ventilação e iluminação

- **Janelas sem contato com exterior**
  Entre os ambientes existentes e os ambientes criados, recomenda-se deixar um espaço livre de *pelo menos* 1,5 m de largura para troca de ar e entrada de sol, conhecido como "poço de luz e ventilação". Telhas translúcidas ampliam a iluminação natural, podendo, no entanto, favorecer o acúmulo de calor. Outras estratégias para aumentar a troca de ar podem ser conferidas no item *"Ausência de janelas".*
  Ademais, opte por mobiliário compacto e adaptável para acomodar os usos necessários em cada ambiente sem bloquear/cobrir janelas e portas.

Ef



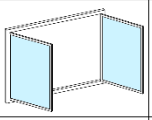
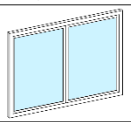
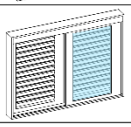
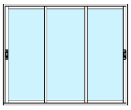
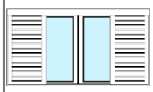
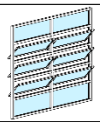
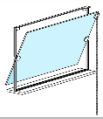
POÇOS DE LUZ E VENTILAÇÃO E TELHAS TRANSLÚCIDAS

JANELAS DEVEM SE COMUNICAR COM O EXTERIOR
Art. 51 - Para efeito de insolação, iluminação e ventilação, todos os compartimentos classificados nos termos dos arts. 37 e 38 desta Lei Complementar, deverão dispor de abertura comunicando diretamente para espaço descoberto, livre e desembaraçado de qualquer tipo de construção (LEI COMPLEMENTAR Nº 524/2011 – Código de Obras de Uberlândia/MG).

- **Janelas pequenas e/ou poucas**
  Os códigos de obras municipais definem as áreas mínimas de abertura para iluminação e ventilação em edificações. Para o caso de Uberlândia (MG) a área efetiva de ventilação deve ser de pelo menos 17% de área de piso do ambiente. A área efetiva de iluminação deverá ser de pelo menos 50% da área de ventilação.

Ef

ESTRATÉGIAS PASSIVAS
Para a Zona Bioclimática 4, em que se situa Uberlândia (MG), recomenda-se que as aberturas sejam sombreadas externamente e médias - tendo entre 15% e 25% de área efetiva para ventilação, em relação ao piso (NBR15220-3/2005 - Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social).

TIPO DE JANELA	ILUSTRAÇÃO	% ABERTURA PARA ILUMINAÇÃO NATURAL	% ABERTURA PARA VENTILAÇÃO NATURAL
abrir 90° (ou de giro) 1 ou 2 folhas		90	90
de correr (ou deslizante) 2 folhas		80	45
de correr (ou deslizante) 3 folhas sendo 2 venezianas		45	45
de correr (ou deslizante) de 3 folhas móveis		75	60
de correr (ou deslizante) 4 folhas (2 fixas e 2 móveis)		70	40
basculante		65	70 (i=45°) / 90(i=90°)
basculante sem esquadria		80	80

Villa et al. (2022).

MODELOS DE ESQUADRIAS

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Criar condições para ventilação e iluminação

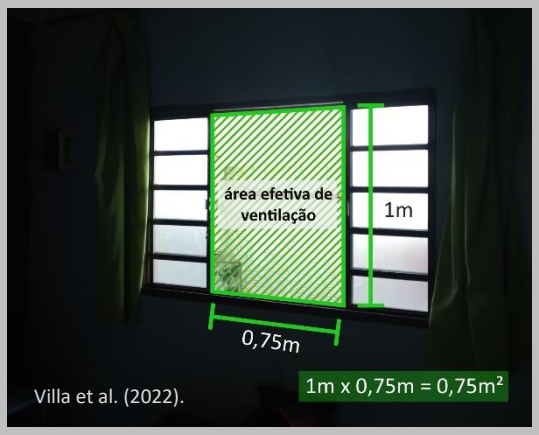
Verifique se sua janela atende ao recomendado para ventilação:

1º- Com a ajuda de uma trena, meça (em metros) a largura e comprimento do ambiente e multiplique um pelo outro, você terá a área de piso, em m² (1);

2º- Meça (em metros) a altura e largura da abertura para ventilação de sua janela e multiplique uma pela outra, você terá a área efetiva de ventilação, em m² (2);

3º- Divida (2) por (1) e multiplique por 100, você terá a porcentagem de área de ventilação efetiva do seu ambiente.

Villa et al. (2022).



Villa et al. (2022).

RELAÇÃO ÁREA VENTILADA X PISO

Para calcular a relação percentual entre a área de ventilação e a área do piso correspondente, a área efetiva da abertura de ventilação do ambiente é a área da janela que permite a livre circulação do ar, devendo no caso de cômodos dotados de portas-balcão que dão acesso a terraços ou semelhantes, toda a área aberta resultante do deslocamento da folha móvel da porta deve ser computada (NBR1557/2013 – Parte 4: Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas - Guia CBIC).

ÁREA EFETIVA PARA VENTILAÇÃO

Essas áreas podem ser obtidas em um ambiente combinando-se janelas normais, janelas altas, claraboias, vedações permeáveis e aberturas altas para troca de ar, entre outras estratégias. Diferentes modelos de janelas têm diferentes áreas de iluminação e ventilação. A escolha de uma ou outra dependerá de questões funcionais, financeiras e estéticas próprias de cada caso. Ademais, garanta que a área efetiva de ventilação de janelas seja igual ou superior a 45% do tamanho do vão em que se encaixa a janela.

ÁREAS MÍNIMAS PARA VENTILAÇÃO E ILUMINAÇÃO

Art. 50 - Nenhum compartimento será considerado insolado, iluminado e ventilado quando o seu ponto mais afastado distar da abertura iluminante:

I - duas vezes e meia (2,5) o pé direito para espaços externos;

II - duas vezes (2,0) o pé direito para espaços internos.

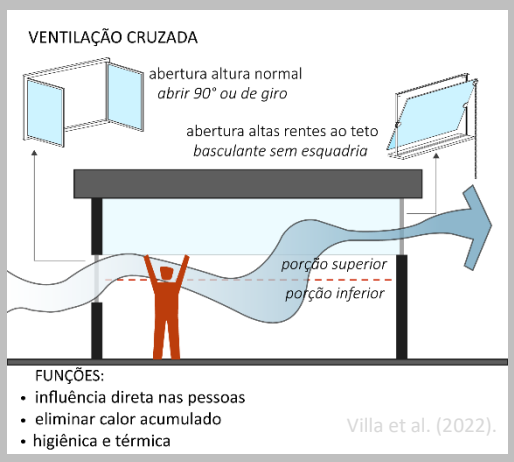
Art. 53 - A área das aberturas destinadas à insolação e iluminação dos compartimentos deverá corresponder, no mínimo a:

I - 1/6 (um sexto) da área do compartimento, se de permanência prolongada;

II - 1/8 (um oitavo) da área do compartimento, se de permanência transitória;

Art. 54. A área de ventilação dos compartimentos deverá ser de, no mínimo, 50% (cinquenta por cento) da área de iluminação exigida.

Art. 55 - É facultada a subdivisão de compartimentos em ambientes, desde que cada um ofereça, proporcionalmente, as condições mínimas de iluminação, ventilação e dimensionamento (LEI COMPLEMENTAR Nº 524/2011 – Código de Obras de Uberlândia - MG)



Villa et al. (2022).

PÉ-DIREITO, VENTILAÇÃO CRUZADA E SALUBRIDADE

A partir das recomendações acima, indica-se um percentual de aberturas para ventilação de 8,33% a 15% em salas e quartos e, entre 6,25% e 15% em áreas molhadas.

Paralelamente, estudos recentes recomendam que o percentual de elementos transparentes em quartos seja ≥ 23%, em salas esteja entre 17% e 23% e em áreas molhadas, ≥ 12%.

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Criar condições para ventilação e iluminação

- **Teto baixo**

Os códigos de obras municipais definem as alturas mínimas para ambientes de permanência prolongada (como salas, quartos, cozinhas) e de permanência transitória (como banheiros e corredores). Para o caso de Uberlândia (MG) os pés-direitos não poderão ser inferiores a: **Ef**

I - 2,40 m em compartimentos sem permanência e compartimentos de permanência transitória;

II - 2,60 m para os demais compartimentos.

Parágrafo Único - Considera-se pé-direito, a altura compreendida entre o piso e o forro ou laje acabados.

O uso de janelas altas, de preferência rentes ao teto, combinadas com as janelas comuns, potencializa a troca do ar quente e poluído que fica no alto dos ambientes.

VENTILAÇÃO CRUZADA

A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deve ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos (NBR15220-3/2005 - Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social).

A fim de garantir a ventilação cruzada, recomenda-se que janelas e portas se situem em fachadas adjacentes (lado a lado) ou opostas.



APLICATIVO DE PREVISÃO DO TEMPO NATIVO DO CELULAR

- **Desconhecimento sobre relação clima x casa x conforto** **Ef**

Obtenha ativamente informações sobre a previsão do tempo. Crie o hábito de consultar aplicativos de previsão do tempo em seu próprio celular ou simplesmente observar o céu. Sabendo da previsão, tome algumas medidas adaptativas segundo a expectativa de clima, como: separação de roupas mais leves/pesadas; preparação de refeições mais leves/calóricas; limpeza e uso de umidificadores, bacias com água e/ou toalhas molhadas; aumento na hidratação; uso de desumidificadores, entre outras que envolvam alteração de hábitos pessoais.

Abra janelas para ventilar e trocar o ar da casa todos os dias. *ATENÇÃO!* Quando a temperatura externa estiver abaixo de 20ºC a ventilação poderá causar frio, e acima de 32ºC, aumentar ainda mais o calor – nesses casos, mantenha as venezianas fechadas e folhas de vidro abertas. Utilize um termômetro de parede de mercúrio para monitorar a temperatura externa – seu preço é bem acessível.

Salve em seu telefone contatos para obtenção de informações e ajuda quanto ao clima, tais como o número da defesa civil, que é: *199*.

Quando realizar reformas, utilize materiais construtivos e janelas adequados ao clima local. Veja mais sobre em: *"Escolher materiais e técnicas construtivas"* e *"Criar condições para ventilação e iluminação"*.



TERÔMETRO PARA AJUDAR A CONTROLAR A ABERTURA DE JANELAS

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Criar condições para ventilação e iluminação

O VALOR DE FEEDBACKS PARA MANIFESTAÇÃO DE COMPORTAMENTOS ADAPTATIVOS

A Agência Europeia Ambiental traz uma revisão da literatura disponível sobre medidas que visam o comportamento do consumidor a fim de alcançar economia de energia e conforto ambiental. Destacam a importância de feedbacks diretos e indiretos, auditorias energéticas e iniciativas baseadas na comunidade para efetividade das estratégias de economia de energia propostas. Com relação aos feedbacks, estimam que auxiliam os usuários a estabelecerem metas próprias e as cumprirem. Entre os recursos para feedback direto figuram alertas recebidos em dispositivos eletrônicos sobre consumo frente a um teto/limite acordado/ideal, a partir de sensores e outros dispositivos inteligentes associados à casa (EUROPEAN..., 2013).

3. QUAIS CUIDADOS TOMAR?

- **Algumas medidas são apenas paliativas**: Entenda que exaustores, elementos permeáveis de vedação/parede e aberturas altas utilizando canos de PVC não são suficientes para proporcionar ventilação e iluminação necessários, sendo apenas medidas paliativas até que se possam instalar janelas.
- **Garanta a segurança e bem-estar durante a noite**: Para manter janelas abertas durante a noite com segurança, pode ser interessante instalar uma tela mosqueteira e/ou uma tela ou grade de proteção.
- **Proteja as mãos, olhos, nariz e boca:** Utilize luvas, máscaras e óculos de proteção quando manusear produtos químicos, cimento, argamassas, rejuntes e outros materiais para instalação de janelas e outros dispositivos de ventilação.
- **Cuidado com abalos estruturais:** Cuidado ao abrir buracos em paredes para instalar janelas ou outros dispositivos de ventilação. Pode ser que a mesma não suporte esse tipo de intervenção e desmorone por completo, colocando toda a estrutura da casa em risco.
- **Contrate um profissional para investir melhor seus recursos:** Se os ambientes permanecerem abafados e escuros, entenda que será necessário contratar um profissional para fazer os serviços necessários, otimizando seus gastos e expectativas.

4. O QUE VOU PRECISAR?

- **Materiais:** Materiais para assentamento de elementos vazados (cobogós), exaustores, novas janelas e aberturas altas para ventilação, como argamassa, cimento, areia e utensílios para seu preparo e aplicação.
- **Ferramentas:** Lâmina de serra segueta, tesoura, alicate, estilete, maçarico e outras, bem como escadas.
- **Equipamentos:** Equipamentos de proteção individual, como capacetes, luvas, óculos, calçados antiderrapantes, cordas, etc.
- **Novas peças:** Novas peças como telhas translúcidas, janelas, exaustores, canos, etc.

5. QUEM CONTRATAR?

- **1º PASSO - ACHE UM ARQUITETO E URBANISTA:** Você deve buscar a ajuda de um profissional qualificado para realizar a ação, que irá te ajudar na identificação do problema, planejamento e acompanhamento da reforma e serviços envolvidos.
- **2º PASSO - PROCURE UM PRESTADOR DE SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS DE SUA CONFIANÇA (PEDREIRO, CALHEIRO, TELHADISTA, MARCENEIRO, SERRALHEIRO, ENCANADOR, GESSEIRO E OUTROS):** Estes profissionais vão te ajudar na execução da reforma e serviços envolvidos.

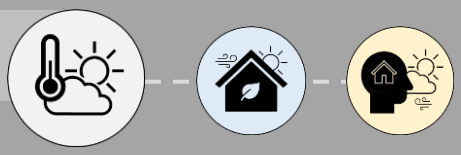
6. POR QUE ISSO É IMPORTANTE PARA MINHA SAÚDE?

A falta de ventilação e iluminação natural tornam os ambientes mais favoráveis à transmissão e propagação de doenças respiratórias, comprometendo especialmente a saúde de idosos, crianças e imunossuprimidos.

Sub-indicadores associados:

QUERO REFRESCAR MINHA CASA

Criar condições para ventilação e iluminação



7. QUAIS REFERÊNCIAS POSSO CONSULTAR?

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?* LU: Publications Office, 2013. Disponível em: https://data.europa.eu/doi/10.2800/49941. Acesso em: 29 jun. 2023.

NBR1557/2013 - *Parte 1: Requisitos gerais*;
NBR1557/2013 - *Parte 4: Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas;*
NBR16401/2019 - *Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários Parte 2: Parâmetros de conforto térmico*;
NBR15220-3/2005 - *Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*;
ANSI/ASHRAE *Standard 55/2017 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*;
ANSI/ASHRAE 62.2/2016 - *Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings;*
LEI COMPLEMENTAR Nº 524/2011 – *CÓDIGO MUNICIPAL DE OBRAS DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA E DE SEUS DISTRITOS.*
VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R.; OLIVEIRA, L. V.; MIRANDA, N. L.; BARBOSA, G. S.; QUEIROZ, J. G.; SILVA, F. O.; DE PAULA, G. F. V.; SILVA, V. G.; VASCONCELOS, P. B. *Relatório Final - Estratégias "na palma da mão" para uma casa saudável e resiliente*. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

Sub-indicadores associados:

