

CLIMA E PROJETO: IMPACTOS SOBRE O CONFORTO TÉRMICO EM HIS DO PMCMV

CLIMATE AND DESIGN: IMPACTS ON THERMAL COMFORT IN HIS OF THE PMCMV

CLIMA Y DISEÑO: IMPACTOS SOBRE EL CONFORTO TÉRMICO EN VIS DEL PMCMV

Karen Carrer Ruman de Bortoli¹, Simone Barbosa Villa¹, Beatriz Ribeiro Soares¹,
Lúcio Borges de Araújo¹

RESUMO:

Habitacões de Interesse Social (HIS) brasileiras ofertadas pelo programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) têm favorecido situações de estresse térmico e insalubridade, manifestando reduzida resiliência aos rigores do clima. Diante desse contexto, o artigo apresenta resultados de Avaliação Pós-Ocupação (APO) empreendida em estudo de caso de conjuntos habitacionais de interesse social (CHIS) horizontais do PMCMV em uso situadas na cidade de Uberlândia (MG), Zona Bioclimática 4. Análises técnicas e questionários de avaliação de impacto foram aplicados em dois CHIS implantados em épocas distintas e com diferentes características construtivas. A avaliação almejou compreender a existência e magnitude de impactos derivados das interações entre clima e projeto sobre o conforto térmico, considerando a perspectiva dos usuários em estudo de caso. Constatou-se que o desconforto térmico é um problema percebido, com grande incômodo relacionado ao calor e ao frio. Além disso, a existência de problemas de saúde gerados pelo calor e frio é expressiva, corroborando para a percepção de que as moradias favorecem situações de estresse térmico e elevados custos sociais para seus beneficiários. Os resultados também mostraram que não é possível afirmar tendências de melhora no conforto térmico e ocorrência de problemas de saúde em moradias após ampliações. Com isso, contribuem para ampliação do conhecimento quanto às relações entre características construtivas de HIS horizontais em uso e o conforto térmico do ponto de vista do usuário. Ademais, subsidiam a prestação de assistência técnica alinhada às reais necessidades e prioridades de moradores de HIS em uso, com enfoque na ampliação de sua resiliência.

PALAVRAS-CHAVE: resiliência; conforto térmico; impacto; habitação de interesse social.

¹Universidade Federal de Uberlândia

Fonte de Financiamento:
CNPq; CAPES; FAPEMIG

Conflito de Interesse:
Não há.

Ética em Pesquisa:
CEP/CONEP/UFU, nº. CAAE:
56151522.3.0000.5152.

Submetido em: 25/08/2023
Aceito em: 12/03/2024

How to cite this article:

BORTOLI, K. C. R. et. al. Clima e projeto: impactos sobre o conforto térmico em HIS do PMCMV. *Gestão & Tecnologia de Projetos*. São Carlos, v19, n2, 2024. <https://doi.org/10.11606/gtp.v19i2.215364>



ABSTRACT:

Brazilian Social Housing (SH) offered by the Minha Casa, Minha Vida program (PMCMV) has been contributing to situations of thermal stress and unhealthiness, exhibiting limited resilience to the climate. In this context, the article presents the results of a Post-Occupancy Evaluation (POE) conducted in a case study of horizontal social housing developments (SHD) under the MCMV program, located in the city of Uberlândia (MG), in Bioclimatic Zone 4. Technical analyses and impact assessment questionnaires were performed in two SH implemented in different periods and with distinct construction characteristics. The evaluation aimed to understand the existence and magnitude of impacts resulting from interactions between climate and design on thermal comfort, considering the users' perspective in the case study. It was observed that thermal discomfort is a perceived problem, with significant discomfort related to both heat and cold. Additionally, the presence of health problems caused by heat and cold is substantial, supporting the perception that the housing units contribute to situations of thermal stress and impose high social costs on their beneficiaries. The results also indicated that it is not possible to affirm trends of improvement in thermal comfort and the occurrence of health problems in housing units after enlargements. Thus, they contribute to expanding knowledge regarding the relationships between the construction characteristics of in-use horizontal HIS and thermal comfort from the user's standpoint. Furthermore, they provide support for technical assistance aligned with the real needs and priorities of residents of in-use SH, with a focus on enhancing their resilience.

KEYWORDS: *resilience; thermal comfort; impact; social housing.*

RESUMEN:

Las Viviendas de Interés Social (VIS) brasileñas, a través del programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), presentan desafíos significativos en términos de estrés térmico e insalubridad, revelando una baja resiliencia climática. Un estudio de caso en Uberlândia (MG), Zona Bioclimática 4, evaluó conjuntos de viviendas de interés social (CVIS) horizontales en uso. Mediante análisis técnicos y cuestionarios de impacto, se buscó comprender la influencia del clima y diseño en el confort térmico desde la perspectiva de los usuarios. Se identificó un notable malestar térmico, con molestias considerables por calor y frío, además de problemas de salud significativos relacionados con las condiciones climáticas. Estos hallazgos respaldan la percepción de que las viviendas propician situaciones de estrés térmico, generando costos sociales elevados para sus residentes. Los resultados también sugieren que las expansiones no garantizan mejoras sustanciales en el confort térmico ni en la salud de los habitantes. Este estudio contribuye al entendimiento de las relaciones entre las características constructivas de las VIS horizontales en uso y el confort térmico desde la perspectiva del usuario. Además, respalda la implementación de asistencia técnica que aborde las necesidades y prioridades reales de los residentes, con un enfoque en fortalecer su resiliencia.

PALABRAS CLAVE: *resiliencia; confort térmico; impacto; vivienda de interés social.*

INTRODUÇÃO

Aceleradas transformações urbanas têm exposto principalmente os mais vulneráveis aos efeitos negativos do clima e suas mudanças (ELIAS-TROSTMANN *et al.*, 2018). Paralelamente, Habitações de Interesse Social (HIS) horizontais ofertadas pelo Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) no Brasil têm favorecido situações de estresse térmico e insalubridade, derivados de sua inadequação climática (BORTOLI e VILLA, 2020; MORENO, MORAIS e SOUZA, 2017). Isso, aliado ao adensamento do lote a partir de reformas desassistidas, conduzidas pelos próprios usuários de HIS, prejudica a ventilação e a radiação solar nas moradias, resultando em desconforto térmico, aumento na demanda energética e problemas de saúde relacionados à experiência habitual de temperaturas extremas (SIMÕES e LEDER, 2022; SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2021; LOCHE, FONSECA e CARLO, 2018). Uma vez que a ventilação natural é o principal recurso passivo para obtenção de conforto térmico em moradias brasileiras (BUONOCORE, 2023; NAZAROFF, 2021), seu impedimento é fator de vulnerabilização em relação ao clima e seus rigores, especialmente no contexto de HIS (TRIANA, LAMBERTS e SASSI, 2017). Com isso, observa-se que HIS horizontais em uso têm lidado de maneira não resiliente com os impactos do clima.

A resiliência é aqui entendida como uma capacidade do ambiente construído de lidar positivamente com impactos de diversas ordens, impostos ao longo do tempo, sem perder sua essência e funcionalidade, segundo certas habilidades que variam de acordo com a natureza do impacto (GARCIA e VALE, 2017; RODIN, 2015; PICKETT *et al.*, 2014). HIS brasileiras precisam ser especialmente resilientes a fim de otimizar o aproveitamento de 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, dentre os quais destaca-se o conforto térmico. Pesquisas desenvolvidas pelo grupo [MORA] Pesquisa em habitação¹, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia (FAUeD/UFU), evidenciaram problemas em conjuntos habitacionais de interesse social (CHIS) horizontais e verticais na cidade de Uberlândia (MG) relacionados à falta desse atributo (VILLA *et al.*, 2022). Esses problemas estão relacionados a aspectos físicos das moradias e a comportamentos de seus usuários.

Nesse sentido, 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 a redução da exposição/vulnerabilidade e obtenção de resiliência a partir do 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.

¹ Ao qual vinculam-se autores do presente trabalho. Ver sobre em: <https://morahabitacao.com/>

O grupo de pesquisa, atualmente, tem desenvolvido soluções para reformas visando ampliar a resiliência de HIS a partir do conforto térmico². Considera-se a premissa de que “para aprimorar a resiliência de um sistema você precisa saber de onde está começando – o que implica em medir algo” (GARCIA e VALE, 2017)”. Paralelamente, Attia *et al.* (2021) definiram questões essenciais a serem consideradas em projetos de edifícios termicamente resilientes, tais como: o conhecimento 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.

Evidencia-se, dessa forma, a relevância de compreender os impactos a que estão sujeitas as HIS (incluindo as pessoas e o espaço físico que as mesmas habitam) como etapa anterior à efetiva promoção de resiliência. O entendimento dos impactos aos quais o edifício está sujeito e sua interferência na percepção do conforto térmico subsidiam a elaboração de estratégias de intervenção (soluções para reformas) e sua justa priorização, segundo os atributos elencados.

Esse entendimento se dá 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.*, 2018), recorrentemente aplicada pelo grupo. Um instrumento de avaliação de impacto intitulado “questionário de impacto” (referido como QI) foi elaborado pelo grupo, objetivando medir o nível de incômodo causado por impactos diversos incidentes em HIS horizontais, subsidiando a compreensão do cenário de impacto, inclusive, em relação ao clima (VILLA, BORTOLI e VASCONCELLOS, 2023).

Com isso, o presente artigo desenvolve-se em torno da investigação de relações entre o clima e projeto de HIS em uso e o conforto térmico de seus usuários. A fim de instrumentalizar tal investigação, o QI e um “questionário complementar de impacto”, ora referido como QCI, foram concebidos e aplicados com moradores em estudo de caso compreendido por duas unidades de análise (YIN, 2005), os conjuntos habitacionais de interesse social (CHIS) horizontais referidos como RSB e 2A4, situados na cidade de Uberlândia (MG), Zona Bioclimática 4 (ZB 4). Ademais, uma análise do potencial bioclimático de Uberlândia em relação às estratégias construtivas praticadas no estudo de caso foi elaborada, viabilizando discussões.

Os resultados obtidos fornecem evidências quanto à existência e magnitude do incômodo causado pelo clima no estudo de caso, problematizando a relação entre aspectos físicos da moradia e o desconforto térmico, a ventilação natural e o surgimento de problemas de saúde relacionados ao estresse térmico. Contribuem, dessa forma, para ampliação do conhecimento na área, fundamentando a prestação de assistência técnica alinhada às prioridades de moradores de HIS em uso. Subsidiam, assim, etapas subsequentes de pesquisa, voltadas à promoção mais assertiva de resiliência ao clima em HIS horizontais do PMCMV.

O artigo apresenta resultados parciais da tese de doutorado de uma das autoras (BORTOLI, 2023)³, desenvolvida no escopo da pesquisa [CASA RESILIENTE], vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGEO/UFU).

² No escopo da pesquisa “[CASA RESILIENTE] Estratégias projetuais para a promoção da resiliência em habitação social a partir de métodos de avaliação pós-ocupação”, em desenvolvimento entre 2022 e 2025, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq (Bolsa Produtividade em Pesquisa – PQ nº 311624/2021-9. 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/>

³ Intitulada “Resiliência e conforto térmico em habitações de interesse social horizontais em Uberlândia (MG): avaliação para orientação de reformas”. Ver em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/39335>

CLIMA, SAÚDE E CONFORTO TÉRMICO EM HIS HORIZONTAIS DO PMCMV

O 6º relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) alertou que o mundo deve atingir uma temperatura 1,5°C mais alta que a pré-industrial já nas próximas duas décadas, sendo que a escala local, das cidades, é a mais afetada pelo aumento projetado nas médias de temperaturas globais. Dentre as consequências para os setores da agricultura, energia, transportes, infraestrutura, entre outros, chamam a atenção os impactos previstos sobre a saúde e bem-estar humanos, consequentes de alterações sobre o clima nas cidades.

O clima interfere diretamente no conforto térmico humano, e suas variações podem favorecer o surgimento e/ou agravamento de enfermidades. 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, evidencia-se a qualidade ambiental do *habitat* humano enquanto 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 do clima e seus elementos (MENDONÇA, 2021; AYOADE, 2013). Destacam-se aqui as moradias enquanto 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 qualidades que as permitam lidarem positivamente com as características do clima, sem perder sua essência e funcionalidade nem demandar excessos energéticos, isto é, manifestando resiliência (GARCIA E VALE, 2017; STOCKHOLM RESILIENCE CENTER, 2014; PICKETT *et al.*, 2014; HASSLER E KOHLER, 2014; WALKER *et al.*, 2004). Em projetos de habitações de interesse social (HIS) brasileiras, esses temas são especialmente relevantes, dada a vulnerabilidade de seus beneficiários e o fato de serem edificações naturalmente condicionadas (BUONOCORE, 2023; KHOSLA *et al.*, 2020).

As HIS ofertadas pelo programa governamental brasileiro “Minha Casa, Minha Vida” (PMCMV) têm falhado na consideração dessas questões. 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 e eletricidade na busca pelo conforto durante a fase de uso e operação nas habitações, comumente agravadas quando da realização de reformas autoconstruídas (SIMÕES e LEDER, 2022; GARREFA *et al.*, 2021; SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2021; BORTOLI e VILLA, 2020; MORENO, MORAIS E SOUZA, 2017, entre outros).

A pesquisa de Simões e Leder (2022) relaciona dados reais de consumo de energia às modificações espaciais em HIS brasileiras, suas condições térmicas internas e o comportamento dos moradores. Os autores demonstram que, apesar da vulnerabilidade social dos residentes de habitação social, o consumo de energia desses edifícios aumentou devido às mudanças climáticas e à baixa qualidade das construções, comprometendo ainda mais a segurança energética dessas habitações. VILLA *et al.* (2021) analisaram os impactos da pandemia sobre a satisfação de moradores de casas térreas e apartamentos (incluindo HIS) em relação à qualidade ambiental, à convivência familiar e com vizinhos e outros atributos da residência. Os resultados indicaram uma piora de problemas anteriores ao contexto pandêmico, merecendo destaque o fato de que 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 a percepção piorou para 3,7%.

Simões, Leder e Labaki (2021) 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. Em estudo de caso na cidade de Uberlândia (MG), Bortoli e Villa (2020) observaram projetos em embriões e suas ampliações combinados a materiais construtivos incompatíveis à realidade climática (elevados coeficientes de absorvância 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, verificando-se a utilização de ventiladores, umidificadores e/ou condicionadoras de ar em 70% dos domicílios participantes.

Moreno, Morais e Souza (2017), por sua vez, em estudo contemplando os principais materiais utilizados em empreendimentos habitacionais do PMCMV ao redor de todo o país, constataram que paredes maciças de concreto não foram capazes de obter aprovação por nenhuma normativa brasileira de avaliação de desempenho térmico vigente, 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.

A exemplo disso, os projetos de HIS horizontais ofertados pelo PMCMV favorecem situações de vulnerabilidade *a priori* em relação ao clima. A edificação entregue ainda dificulta a realização de reformas, devido às características da planta, implantação no lote, setorização e compartimentação de cômodos e estrutura em alvenaria autoportante. Somando-se a isso, 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 ambiental da moradia em uso, especialmente após transformações.

HIS em uso, concebidas e espontaneamente transformadas sem considerar as características do clima e as necessidades e prioridades de populações locais, podem culminar 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 a 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 habitual de temperaturas extremas, reduzindo a resiliência das casas e pessoas aos rigores do clima.

Desde 2008, a chamada lei de ATHIS (nº 11.888) assegura a famílias de baixa renda o direito de acesso à assistência técnica gratuita para construir ou reformar habitação de interesse social, encontrando, porém, ainda reduzida efetivação. Diante desse cenário, interessa ampliar o conhecimento quanto às relações ente clima e características construtivas de HIS horizontais em uso, visando fundamentar fornecimento assertivo de ATHIS voltada à obtenção de resiliência.

MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Uberlândia 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. Pela sua localização geográfica (coordenadas 18° 55' Sul e 48° 17' Oeste), encontra-se numa faixa de temperatura moderada, que, associada à altitude (em torno de 865 m), 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: 38,5°C em 2020 e 1,0°C em 1981, respectivamente (SEPLAN, 2021). Segundo a classificação de Köppen, adotada universalmente e adaptada ao Brasil, o município tem a classificação climática "Aw", ou seja: A - Mesotérmico (quente o ano todo, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C); w - Chuvas de verão (KOTTEK *et al.*, 2006).

Potencial bioclimático de Uberlândia (MG)

Aplicando-se a metodologia de Guarda (2019) para tratamento de arquivos climáticos foi possível obter o diagrama bioclimático da cidade de Uberlândia⁴, representado pela Figura 1, e seus relatórios, na sequência:

ZONAS:

1. Conforto
2. Ventilacao
3. Resfriamento Evaporativo
5. Ar Condicionado
6. Umidificação
7. Alta Inércia Térmica/Aquecimento Solar
8. Aquecimento Solar Passivo
9. Aquecimento Artificial
11. Vent./ Alta Inércia/ Resf. Evap.
12. Alta Inércia/ Resf. Evap.

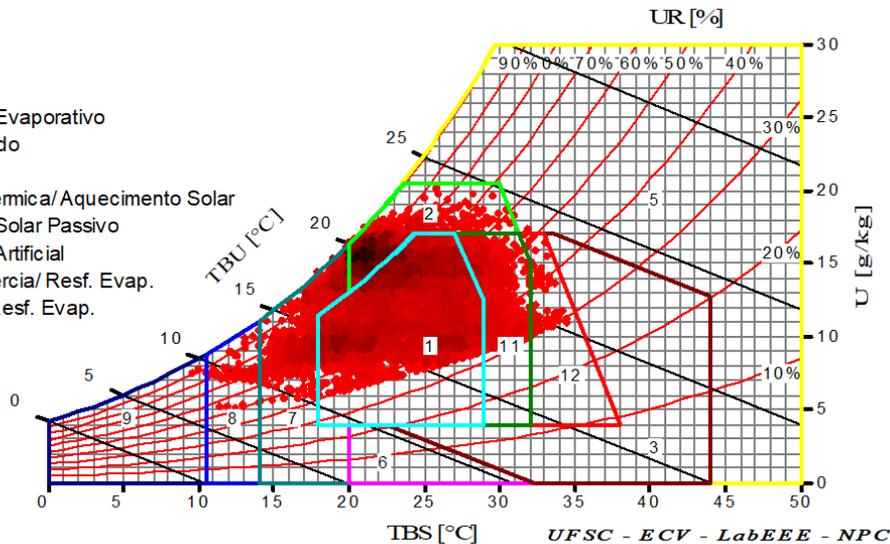


Figura 1. Carta bioclimática de Givoni para Uberlândia (MG).

Fonte: Autores, adaptado de Software Analysis BIO (LabEEE/UFSC) e Guarda (2019).

- Análise geral do conforto/desconforto:
 - >> Conforto: 59%
 - >> Desconforto: 41%
 - Calor: 29,4%
 - Frio: 11,6%
- Estratégias Bioclimáticas recomendadas para o calor:
 - >> Ventilação: 28,2%
 - >> Alta Inércia p/ Resfr.: 10,1%
 - >> Resfr. Evap.: 10,1%
 - >> 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%

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. Outra estratégia essencial é a inércia térmica, tanto para resfriamento (10,1%) quanto para aquecimento (10,9%).

⁴ O diagrama foi produzido utilizando o software Analysis BIO, do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC, com base na metodologia de Guarda (2019) e no arquivo "BRA_MG_Uberlandia-Bombonato.AP.835250_TMYx. 2007-20211", obtido em <https://climate.onebuilding.org/>. Acesso em fevereiro de 2022.

Essa estratégia está vinculada à propriedade de capacidade térmica de materiais construtivos⁵. 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 ZB 4: aberturas para ventilação médias (15% a 25% de área de piso); Aberturas sombreadas; Paredes pesadas ($U \leq 2,20$; $\varphi \geq 6,5$; $FS_o \leq 3,5$); coberturas leves e isoladas ($U \leq 2,00$; $\varphi \geq 3,3$; $FS_o \leq 6,5$); 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). Para a ZB 4, a NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO..., 2021) recomenda que $CT \geq 130 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{K}$. Evidencia-se, assim, a importância da proteção solar de aberturas, da 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), ZB 4.

Aspectos projetuais do estudo de caso

A cidade de Uberlândia possui padrão de crescimento disperso, originando 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 36 minutos a partir do centro (MELO e SAMPAIO, 2014; SANTOS, 2019). Neles, situam-se o Residencial Sucesso Brasil (RSB) e a gleba 2A4, respectivamente, CHIS do PMCMV selecionados como unidades de análise (SAMPAIO, SABADINI e KOLLER, 2022; YIN, 2005).

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 (de 0 a 3 salários-mínimos). Com base em documentação de projeto cedida pela Prefeitura do município ao grupo de pesquisa, foi possível analisar aspectos projetuais das moradias. A partir de Weber *et al.* (2017), Dornelles (2008), Dornelles (2021) e Associação... (2005), verificou-se analiticamente que os sistemas de vedações verticais possuem diferenças entre si, sendo:

RSB

Bloco cerâmico 19 cm - tijolo 12x19x19 +
argamassa interna e externa
(absortância 0,11 a 0,29), $CT = 153 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e
 $U = 2,37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

2A4

Concreto moldado *in loco* 10 cm, sem argamassa,
absortância 0,411, $CT = 240 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ e
 $U = 4,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

⁵ 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 $\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. Componentes com capacidade térmica elevada possuem maior inércia térmica, prestando-se ao emprego da massa térmica para resfriamento (ASSOCIAÇÃO..., 2005).

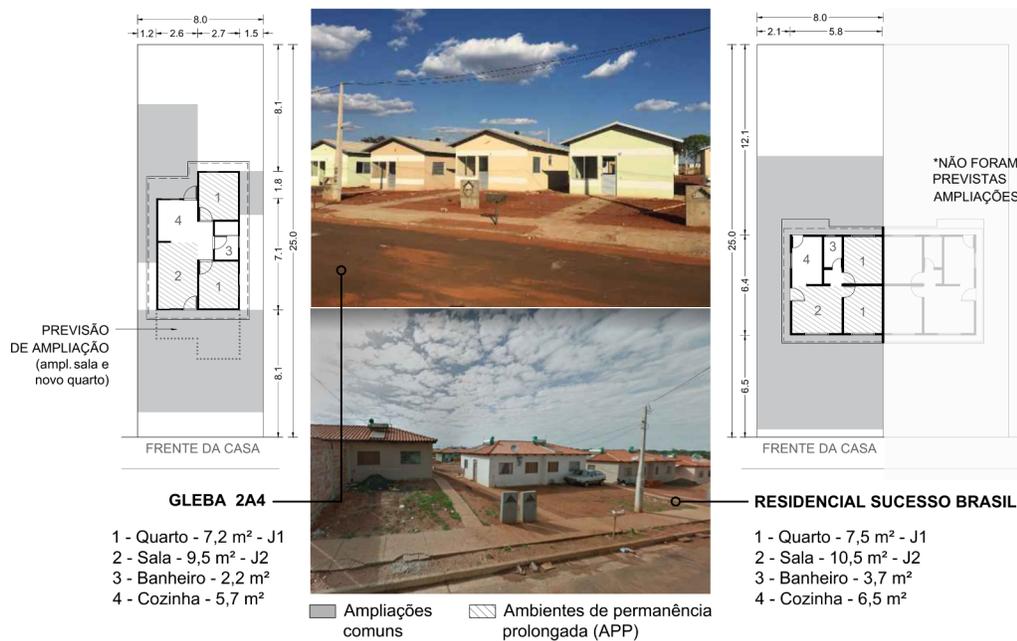


Figura 2. Características gerais das HIS nas unidades de análise.

Fonte: Autores.



Figura 3. Características de janelas.

Fonte: Autores.

Os sistemas de coberturas também diferem, sendo de telhas cerâmicas com forro PVC no RSB ($U = 1,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) e telhas de concreto com forro PVC no 2A4 ($U = 1,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$). Além disso, a estratégia de implantação no primeiro é de casas geminadas, ao passo que, no segundo, as casas são isoladas no lote (Figura 2). Vê-se que em nenhum dos CHIS o limite de transmitância térmica das paredes ($U \leq 2,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) é atendido (ASSOCIAÇÃO..., 2005). A capacidade térmica de ambos os sistemas é adequada ao recomendado ($\geq 130 \text{ kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$), sendo consideravelmente maior no 2A4, elevando a inércia térmica dessas unidades habitacionais em relação ao RSB.

Com base em fotografias obtidas *in loco*, no anexo II do RTQ-R (INMETRO, 2012) e Telles (2016), as áreas efetivas de ventilação para os modelos de esquadrias utilizados nos ambientes de permanência prolongada (APP) também foram identificadas (Figura 3).

Observa-se que, em ambos os CHIS, o percentual de aberturas para ventilação recomendado pela NBR 15220-3 não é alcançado, ainda que no 2A4 tais percentuais sejam mais elevados em relação ao RSB. Ademais, observa-se que o sombreamento de aberturas não é uma estratégia prevista em projeto, expondo mais essas moradias e seus ocupantes aos rigores do clima.

Instrumentos de APO

Uma avaliação de impacto foi aplicada em ambas as unidades de análise, caracterizando seus problemas relacionados ao conforto térmico, derivados das relações entre clima e projeto. Essa avaliação é composta por instrumentos de APO que permitem a aquisição de informações contextuais, na escala do conjunto, da unidade habitacional/lote e da opinião dos moradores, denotando e mensurando a existência de impactos causados pelo clima sobre o sistema casa: o QI e o QCI. A Figura 4 apresenta os aspectos avaliados pelo QI.

O QI estruturou-se a partir de grandes causas de impactos, ameaças e efeitos negativos a elas relacionadas. A grande causa de impacto aqui enfocada é o clima e seus elementos (radiação térmica, ventilação, umidade, chuvas). 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 (VILLA *et al.*, 2022).

O QCI complementa a avaliação do QI, aferindo a percepção dos moradores quanto à sensação e satisfação em relação à temperatura e ventilação, caracterizadores do ambiente térmico na moradia. Além disso, viabiliza um levantamento geral sobre a realização de ampliações e seus tipos. Tem como referências principais os questionários de percepção quanto à satisfação e sensação térmica utilizados pela norma 55 (ASHRAE, 2014) e indicados por Lamberts *et al.* (2013) para avaliação do conforto em edifícios existentes. O QCI afere a existência de problemas de saúde gerados pelo frio e pelo calor e a existência de doenças preexistentes, tomando por base as terminologias adotadas pelas fichas de notificação do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN, 2016), além de levantar características construtivas gerais das casas e suas ampliações. O Quadro 1 descreve maiores detalhes sobre os instrumentos de avaliação de impacto.

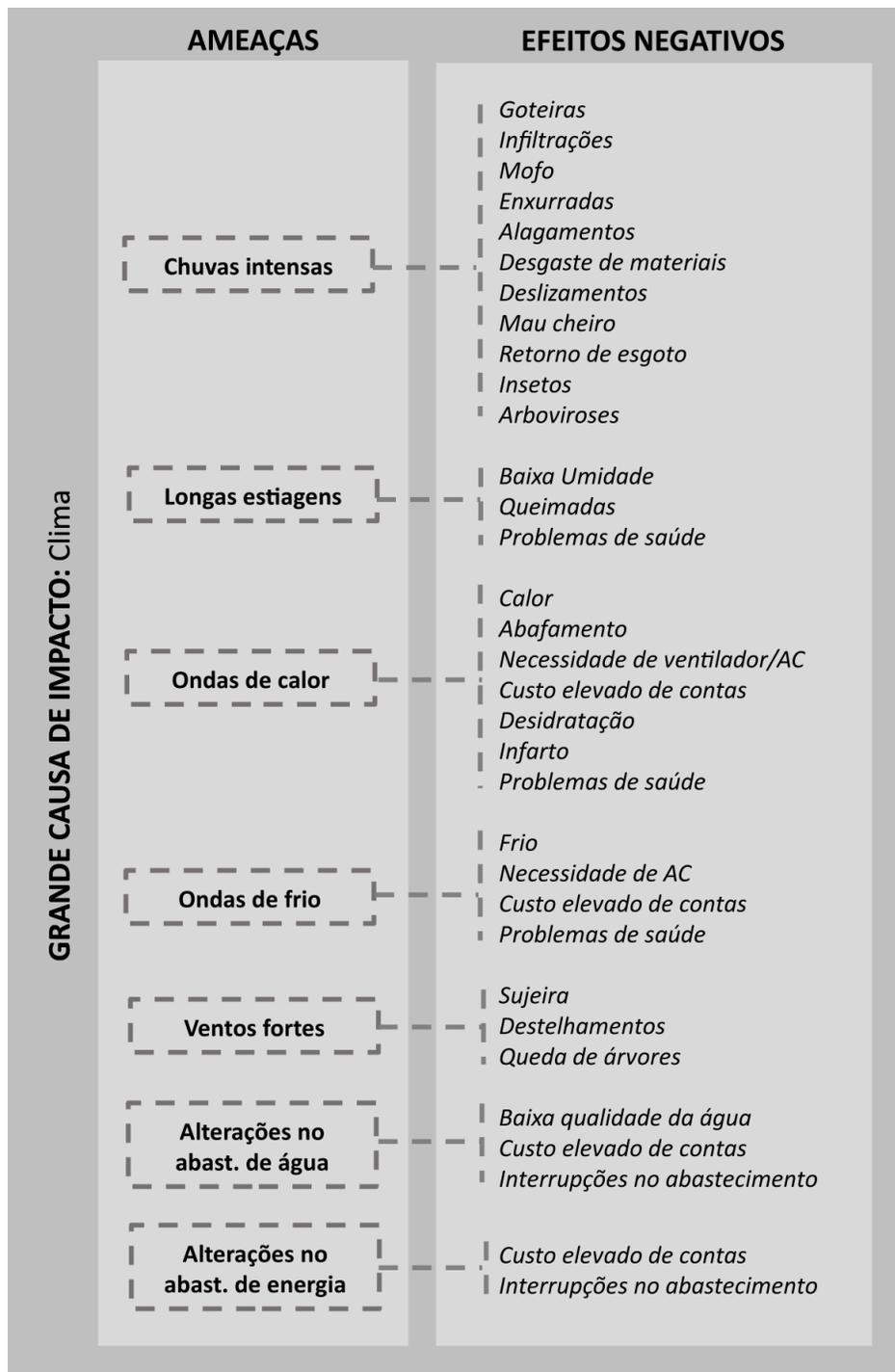


Figura 4. Aspectos avaliados pelo QI.

Fonte: Autores.

Instrumentos	Informações
Questionário de Impacto (QI)	<p>Objetivo: Avaliar a percepção dos moradores quanto ao incômodo gerado por impactos do clima em interação com o projeto da moradia, manifesto em termos de efeitos negativos sobre a casa e saúde das pessoas. Índices padronizados avaliam primeiramente a percepção dos efeitos negativos (como “sim” ou “não”) e, posteriormente, o nível de incômodo por eles gerado (como “pouco”, “muito” ou “nenhum”).</p> <p>Aspectos avaliados: efeitos negativos causados por ondas de calor e frio, chuvas e secas intensas, rajadas de ventos, impactos na saúde e no abastecimento e custos de água e energia.</p> <p>Número de questões: 37</p>
Questionário Complementar de Impacto (QCI)	<p>Objetivo: Avaliar a percepção dos moradores quanto à qualidade do ambiente térmico, condições de saúde e características construtivas da moradia. Utiliza a escala de 7 pontos para avaliação de sensação térmica e índices simplificados para aferição de sensação com ventilação (como “pouca”, “suficiente” ou “muita”) e satisfação (como “satisfeito” ou “insatisfeito”) para ambos os aspectos avaliados. Os índices variam para avaliação de saúde e características construtivas da moradia.</p> <p>Aspectos avaliados: sensação e satisfação com temperatura e movimento de ar; efeitos do clima sobre a saúde e condições de saúde prévias; e padrões de ampliação da moradia.</p> <p>Número de questões: 12</p>
Para ambos	<p>Abordagem: Quantitativa (questões fechadas).</p> <p>Universo amostral: 383 lotes (RSB – 175, 2A4 – 208).</p> <p>Amostragem⁶: 106 casas (53 em cada CHIS) – 27,7% do universo, erro amostral de 8,15%.</p> <p>Critério de seleção: casas ampliadas e não ampliadas de orientações solares variadas.</p> <p>Meio de performance: questionários impressos em papel.</p> <p>Período de aplicação: Fevereiro – Maio/ 2022.</p>

Quadro 1. Detalhamento de informações sobre instrumentos.

Fonte: Autores.

Os dois questionários, juntos, permitem avançar na compreensão das consequências decorrentes da exposição do ambiente e vulnerabilidade das pessoas ao clima. Os mesmos foram devidamente apreciados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (CEP/CONEP/UFU), sob nº. CAAE 56151522.3.0000.5152, passando por pré-teste envolvendo 20 participantes em dezembro de 2021.

Análises inferenciais cruzando resultados dos instrumentos QI e QCI foram realizadas, associando respostas quanto a percepção de moradores para temperatura e ocorrência de problemas de saúde e a realização de ampliações. Aplicou-se o teste de normalidade Shpiro-Wilk e 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).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

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%) e as ondas de calor (62,8%). No RSB, a estiagem também é a ameaça mais percebida (com 62,5% das respostas), seguida pelas ondas de frio (62,2%) 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 2).

⁶ Definida pelo Prof. Dr. Lúcio Borges de Araújo, docente da Faculdade de Matemática (FAMAT) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Quadro 2. Percepção do incômodo segundo ameaças incidentes e seus efeitos negativos.

Fonte: Autores.

Causa (Grande Evento): CLIMA									
Ameaças	Efeitos Negativos Sobre a Casa e a Família	Percebe o Efeito		Nível de Incômodo (%)					
		24A	RSB	24A			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)	71,43	59,26	11,43	42,85	45,72	21,88	53,12	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	63,26	61,11	12,9	41,94	45,16	9,09	66,67	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	28,12	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
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	
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

No 2A4, entre aqueles que percebem as ameaças (resposta para percepção "sim"), observa-se que muitos não se incomodam⁷ (resposta para incômodo "nenhum"). Por outro lado, entre os que se incomodam, prevalecem as respostas extremas (resposta para incômodo "muito"), sendo que 43,8% incomodam-se muito com longos períodos de estiagem, 39% com chuvas intensas e 36,5% com ondas de calor. No RSB, a quantidade de pessoas que percebem os efeitos, mas acusam incômodo como "nenhum" é menor quando comparada ao 2A4 (em média 36,7% contra 54,2% no 2A4). Paralelamente, o número de respostas extremas é maior (em média 49,6% respondendo "muito" no RSB, contra 33,9% no 2A4). Longos períodos de estiagem são o efeito que mais gera respostas extremas nos respondentes no RSB, com 63,2%, seguido de chuvas intensas, com 53,1% e ondas de frio, com 49,1% muito incomodados.

Constata-se que, em média, no CHIS 2A4 é maior o número de pessoas que percebem a existência de efeitos negativos, sendo 63,7% contra 58,3% no RSB. No entanto, no 2A4 o número médio de pessoas que não se incomodam é consideravelmente maior que no RSB (54,2% contra 36,7% 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 menor (devido a serem ainda "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 (casas entregues entre 2010 e 2011), o que pode contribuir para intensificação de sua percepção de incômodo, de maneira geral.

Quanto ao conforto térmico (foco do 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 62,8% dos respondentes percebendo seus efeitos negativos), no RSB são as ondas de frio as ameaças mais percebidas (por 62,2%). Com efeito, o incômodo por calor dentro de casa, especificamente, chega a 83,78% no 2A4, contra 78,4% no RSB (em ambos, somando-se percepções como muito e pouco). Paralelamente, a sensação de frio dentro de casa incomoda 33,3% no 2A4 e 82,8% no RSB.

Em suma, observa-se que no 2A4, mais pessoas são impactadas pelos 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. O fato é que, em ambos os bairros, a maioria dos moradores percebem a existência dos efeitos negativos investigados (em média 63,7% no 2A4 e 58,3% no RSB), sendo que um número considerável incomoda-se (seja muito ou pouco) com os mesmos (em média 45,8% no 2A4 e 63,3% 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 nas cidades.

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 – 48,4%, em média). No entanto, a quantidade de pessoas que avaliaram a ventilação como sendo pouca nos APP também é considerável, perfazendo 42,1% no 2A4 e 44,0% no RSB. Ademais, um número menor de pessoas acha que a ventilação é muita - um total de 10,1% no 2A4 e 7,5% no RSB (Quadro 3).

⁷ Ver médias quanto à percepção e nível de incômodo por CHIS, na última linha de cada ameaça, no Quadro 2.

Apesar de no RSB o número de pessoas que acham a ventilação suficiente nos APP ser um pouco maior que no 2A4 (RSB – 48,4% e 2A4 – 47,8%, em média), observa-se no Quadro 4 que no RSB o número de pessoas insatisfeitas com a ventilação é consideravelmente maior (RSB – 36,48% e 2A4 – 28,3%, em média). Em ambos os bairros, observa-se que a insatisfação com a ventilação é maior nos dormitórios (Quadro 4). Em geral, observa-se que a satisfação com a ventilação nos dois conjuntos é maior que a insatisfação. Isso mostra que, ainda que as áreas efetivas de ventilação dos modelos de esquadrias ofertados nos CHIS sejam inferiores ao recomendado pela NBR15220-3 (Figura 3), essa ainda não é uma questão prioritária no estudo de caso.

Sensação com ventilação:	2A4 (%)			RSB (%)		
	Pouca	Sufic.	Muita	Pouca	Sufic.	Muita
Na sala	43,4	47,2	9,4	37,7	49,1	13,2
No quarto da frente	45,3	45,3	9,5	47,2	47,2	5,7
No quarto do fundo	37,7	50,9	11,3	47,2	49,1	3,8
Média	42,1	47,8	10,1	44,0	48,4	7,5

Quadro 3. Sensação com ventilação.

Fonte: Autores.

Satisfação com ventilação:	2A4 (%)		RSB (%)	
	Instatisf.	Satisf.	Instatisf.	Satisf.
Na sala	24,5	75,5	30,2	69,8
No quarto da frente	30,2	69,8	37,7	62,3
No quarto do fundo	30,2	69,8	41,5	58,5
Média	28,3	71,7	36,5	63,5

Quadro 4. Satisfação com ventilação (abaixo).

Fonte: Autores.

Sensação com temperatura (verão):	2A4 (%)						
	Muito Frio	Frio	Levemente Frio	Neutro	Levemente Calor	Calor	Muito 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):	Muito Frio	Frio	Levemente Frio	Neutro	Levemente Calor	Calor	Muito 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

Quadro 5. Sensação térmica no verão e inverno – 2A4.

Fonte: Autores.

Sensação com temperatura (verão):	RSB (%)						
	Muito Frio	Frio	Levemente Frio	Neutro	Levemente Calor	Calor	Muito 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):	Muito Frio	Frio	Levemente Frio	Neutro	Levemente Calor	Calor	Muito 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

Quadro 6. Sensação térmica no verão e inverno – RSB.

Fonte: Autores.

Nos Quadros 5 e 6, observa-se que a sensação térmica durante o verão nos APP das casas, para ambos os CHIS, 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 – 88,0% e RSB – 92%). Dentre aqueles que sentem calor, a maioria o sente como muito, nos dois CHIS (2A4 – 55,3% e RSB – 59,3%, em média). No inverno, a situação é um pouco diferente, com moradores do RSB sentindo-se com frio em 69,2% das vezes, dentre os quais a resposta "muito frio" foi dada em 39%, em média para os APP. A neutralidade térmica ocorre com 28,9% 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 61,6% das respostas. Nos dois CHIS, também houve respostas relatando sensação de leve calor durante o inverno, em 6,3% das respostas no 2A4 e 2% das respostas no RSB, em média.

Em resumo, os resultados sugerem que no RSB as moradias são mais suscetíveis às variações de temperatura, talvez em função do autossombreamento proporcionado pela geminação dos quartos que diminui a contribuição da radiação solar para o aquecimento da casa como um todo, durante o inverno. Ainda assim, há neutralidade térmica para um número considerável de respondentes no RSB (28,9% em média).

No 2A4 os resultados indicam que as casas respondem melhor ao frio que no RSB, em função de sua elevada capacidade térmica e com isso, maior inércia (rever tópico que descreve o estudo de caso). Essa característica não é tão interessante no verão para a ZB 4, haja vista o elevado número de pessoas que percebem muito o calor nesse CHIS, durante esse período (55,3%). Ademais, no 2A4 os maiores percentuais de abertura para ventilação nos APP contribuem, por um lado, para maior satisfação com relação à ventilação e, com isso, maior potencial de arrefecimento natural. Por outro lado, a maior disponibilidade de ventilação, associada à elevada CT de paredes contribui para que a sensação de calor seja quase tão frequente no 2A4 quanto é no RSB, onde as áreas de aberturas são menores. Esses resultados fornecem indícios sobre a complexidade das interações entre propriedades térmicas e geometria do edifício (projeto) e clima na promoção de conforto térmico, questões essas que vão além do escopo do presente estudo.

	2A4 (%)	RSB (%)
Problemas de saúde gerados pelo calor/tipo:	85,9	70,7
Alergia na pele	2,2	3,7
Alergia respiratória	8,7	7,3
Asma	2,2	0,0
Dificuldade para respirar	5,4	2,4
Exaustão	12,0	4,9
Gripes/resfriados	3,3	2,2
Letargia	17,4	13,4
Mal-estar	22,8	19,5
Aumento de pressão	1,1	1,2
Nenhum	14,1	29,3
Problemas de saúde gerados pelo frio/tipo:	53,6	56,3
Aumento de pressão	18,5	19,3
Dores no corpo	7,3	7,8
Alergia respiratória	15,9	9,4
Gripes/resfriados	10,1	15,6
Letargia	2,9	9,4
Mal-estar	7,3	4,7
Nenhum	46,4	43,8

Quadro 7. Ocorrência de problemas de saúde gerados por calor/frio.

Fonte: Autores.

	2A4 (%)	RSB (%)
Problemas de saúde prévios:	42,6	49,1
Diabetes	5,6	3,5
Doenças do coração	18,5	19,3
Doenças articulares	0,0	3,5
Doenças auto-imunes	0,0	1,8
Doenças respiratórias	11,1	8,8
Outra	7,4	12,3
Não há	57,4	50,9

Quadro 8. Problemas de saúde prévios.

Fonte: Autores.

	2A4 (%)	RSB (%)
Unidades que sofreram ampliação/tipo:	63,8	94,4
Área coberta frente	26,4	1,1
Área coberta fundo	35,8	40,9
Área coberta lateral	0,0	21,5
Novo cômodo frente	9,4	6,5
Novo cômodo fundo	24,5	24,7

Quadro 9. Tipos de ampliações.

Fonte: Autores.

É preocupante o número de pessoas que relataram manifestar problemas de saúde nos CHIS derivados da sensação de calor, sendo de 85,9% no 2A4 e 70,7% no RSB (Quadro 7). O frio também ocasiona situações de saúde indesejáveis, ainda que momentâneas, afetando 46,38% dos respondentes no 2A4 e 43,7% no RSB. Os principais problemas relacionados ao calor nos dois CHIS são mal-estar (2A4 – 22,8% e RSB – 19,5%) e letargia (2A4 – 17,4% e RSB – 13,4%), ao passo que durante o frio, destacam-se o aumento da pressão (2A4 – 18,5% e RSB – 19,3%), alergias respiratórias (2A4 – 15,9% e RSB – 9,4%) e gripes/resfriados (2A4 – 10,1% e RSB – 15,6%). Ao analisar a pré-existência de doenças (Quadro 8), observou-se que, nos dois conjuntos, é frequente o número de pessoas com doenças do coração (2A4 – 18,5% e RSB – 19,3%) e doenças respiratórias (2A4 – 11,1% e RSB – 8,8%).

O questionário complementar de impacto também realizou uma verificação inicial sobre a realização de ampliações nos conjuntos (Quadro 9). 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 (RSB entre 2010/11 e 2A4 entre 2016/17). Observa-se que o maior adensamento dos lotes no RSB, somado à característica do embrião em ser geminado, reduzem a porosidade da casa à ventilação, favorecendo situações de calor extremo (Figuras 5 e 6). No 2A4, apesar de o adensamento ser menor e a tipologia de implantação isolada no lote mais favorável à ventilação, o uso de concreto maciço nas paredes e cobertura em telhas de concreto + forro PVC (Figuras 7 e 8) contribuem para que os embriões sejam percebidos como muito quentes. Durante visitas para análises técnicas e aplicação de questionários, também chamou a atenção o elevado grau de impermeabilização do terreno, simultâneo à supressão de áreas permeáveis e vegetação. Com isso, as transformações empreendidas prejudicam a qualidade ambiental do entorno, favorecendo repercussões negativas sobre o conforto térmico humano.



Figura 5. Exemplo de HIS no RSB, onde ocorreu elevado adensamento do lote, somado à geminação do embrião (frente).

Fonte: Autores.



Figura 6. Exemplo de HIS no RSB, onde ocorreu elevado adensamento do lote, somado à geminação do embrião (fundo).

Fonte: Autores.



Figura 7. Exemplo de HIS no 2A4, onde é possível observar uso de telhas em concreto e implantação do embrião isolado no lote (frente).

Fonte: Autores.



Figura 8. Exemplo de HIS no 2A4, onde é possível observar uso de telhas em concreto e implantação do embrião isolado no lote (fundo).

Fonte: Autores.

	RSB		2A4
QI - Inst. 1A.1	<ul style="list-style-type: none"> • Calor dentro de casa incomoda 78,3% • Frio dentro de casa incomoda 82,8% 	<p>Incômodo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calor dentro de casa incomoda 83,8% • Frio dentro de casa incomoda 33,3%
QCI - Instrumento 1A.2	<ul style="list-style-type: none"> • 59,3% sentem muito calor em casa durante o verão • 39% sentem muito frio em casa durante o inverno • 36,5% estão insatisfeitos com temperatura dentro de casa 	<p>Sensação térmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 55,3% sentem muito calor em casa durante o verão • 15,1% sentem muito frio em casa durante o inverno • 40,2% estão insatisfeitos com temperatura dentro de casa
	<ul style="list-style-type: none"> • 44% acham a ventilação pouca nos APP • 36,5% estão insatisfeitos com a ventilação dentro de casa 	<p>Sensação com ventilação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 42,1% acham a ventilação pouca nos APP • 28,3% estão insatisfeitos com a ventilação dentro de casa
	<ul style="list-style-type: none"> • 70,7% têm problemas de saúde gerados pelo calor • 56,2% têm problemas de saúde gerados pelo frio 	<p>Saúde</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 85,9% têm problemas de saúde gerados pelo calor • 53,6% têm problemas de saúde gerados pelo frio
	<ul style="list-style-type: none"> • 63,8% ampliaram 	<p>Ampliações</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 94,4% ampliaram

Figura 9. Síntese de achados.

Fonte: Autores.

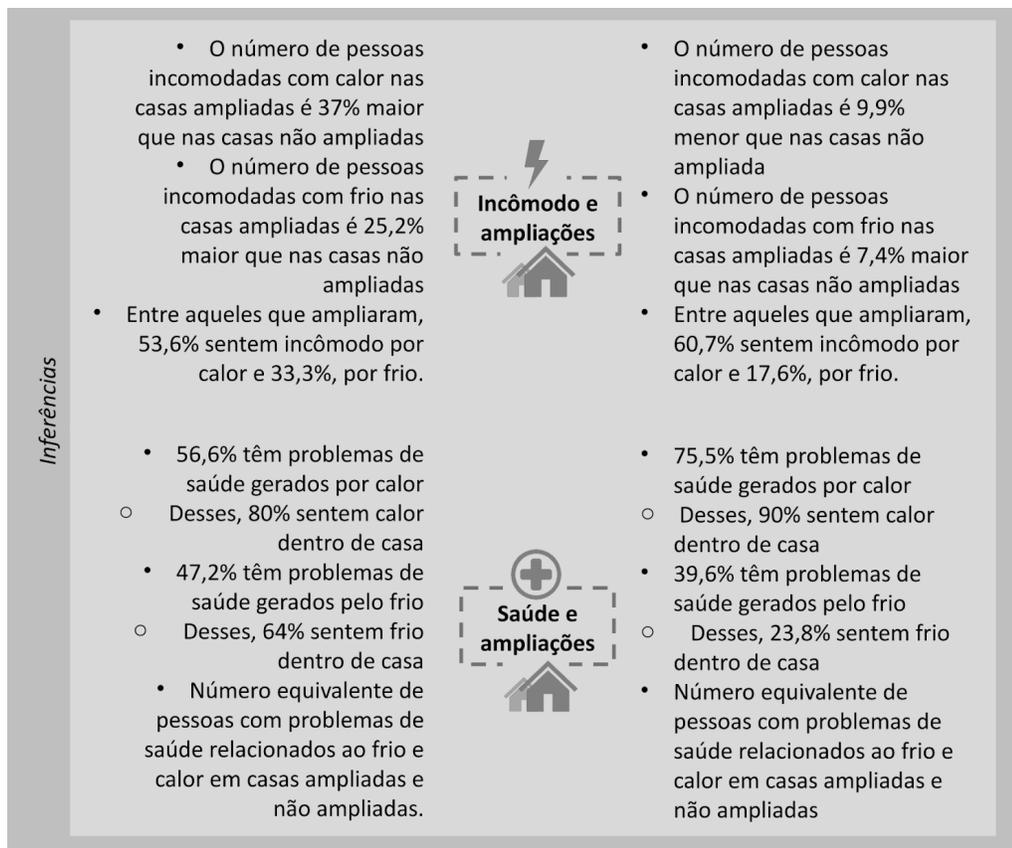


Figura 10. Síntese de achados (continuação).

Fonte: Autores.

Por meio de análises inferenciais, observou-se que, em casas não ampliadas, o número de sujeitos que se incomodam com calor é de, em média 51,9% nos dois CHIS, contra 57,1% nas casas ampliadas (valor-p = 0,49 a 0,50). Paralelamente, o incômodo por frio nas casas não ampliadas é de, em média, 25,45%, contra 41,7% nas casas ampliadas (p = 0,39 a 0,56).

Quanto às relações entre sensação térmica, saúde e ampliações, tem-se que, entre aqueles que sentem calor na casa (média 83,9% nos dois CHIS), em média 67,2% relataram manifestar problemas de saúde relacionados ao calor (p = 0,08 a 0,49). Quanto ao frio, dentre aqueles 48,1% que o sentem, 38,5% relataram manifestar problemas relacionados ao frio (p = 0,41 a 0,77). Em ambos os CHIS, a ocorrência de problemas de saúde por calor e frio não tem relação significativa com a realização de ampliações, já que a quantidade de pessoas que ampliaram e não ampliaram é equivalente entre aqueles que têm e não têm problemas de saúde.

Esses resultados indicam que não é possível afirmar tendências de melhora na sensação térmica e ocorrência de problemas de saúde nas casas ampliadas – frequentemente o que ocorre é uma piora. Isso revela uma subutilização de recursos quando da realização de intervenções sem ATHIS, quando, 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 (SIMÕES, LEDER e LABAKI, 2021).

Assim, a situação desses moradores em termos de conforto térmico no contexto da moradia não favorece o enfrentamento de doenças pré-existentes, haja vista que, conforme discutido, existe relação entre experiência habitual de frio e calor excessivos e o surgimento de problemas no trato respiratório e cardiovasculares, respectivamente (BARROS, 2021; PASCOALINO, 2013; KOVATS e HAJAT, 2008; SARTORI, 2000). Por isso, ainda que muitas das questões de saúde verificadas sejam momentâneas, não deixam de ser preocupantes dado que podem engatilhar problemas maiores, determinantes da saúde (MENDONÇA, 2021; AYOADE, 2013).

Destaca-se, dessa forma, a necessidade de atenção ao conforto térmico enquanto atributo de resiliência a ser proporcionado em projetos novos e reformas em CHIS, mediante especificações técnicas adequadas ao clima local (ASSOCIAÇÃO..., 2003; MORENO, MORAIS e SOUZA, 2017). 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 (SIMÕES e LEDER, 2022; ELIAS-TROSTMANN *et al.*, 2018). Afinal, as Figuras 9 e 10 sumarizam os achados, fornecendo evidências quanto às relações entre clima e características projetuais de HIS no estudo de caso e suas repercussões sobre a saúde e conforto térmico dos usuários.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, verificou-se 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. Observou-se, também, a elevada frequência de problemas de saúde gerados pelo calor e frio, corroborando para a percepção de que as moradias em uso têm favorecido situações de estresse térmico e elevados custos sociais para seus beneficiários.

Foram inferidos aspectos relativos à materialidade e geometria das moradias que contribuem para a baixa qualidade do ambiente térmico experienciada nas duas unidades de análise, valorando questões como a escolha de materiais construtivos e estratégias de ocupação do lote (para o embrião e posteriores ampliações) pensados em consonância às características do clima, quando o objetivo é a obtenção de conforto térmico.

Verificou-se que a relação entre clima e conforto térmico é pior no 2A4 devido a especificações técnicas dos embriões, notadamente o uso de paredes de concreto maciço moldadas *in loco* com transmitância térmica $U = 4,4 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ quando o recomendado para a ZB 4 seria de $U \leq 2,00 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$. Essa característica associada à elevada capacidade térmica de paredes ($240 \text{ kJ}/(\text{m}^2.\text{K})$) e maior área efetiva de ventilação em relação ao RSB, favorece maiores ganhos térmicos por radiação e convecção, justificando o elevado nível de incômodo por calor observado nesse conjunto - 89,2% contra 83,8% no RSB. Durante a realização da pesquisa, o elevado grau de impermeabilização do solo e a ausência de dispositivos de sombreamento em aberturas também chamaram a atenção nos dois conjuntos.

A realização de ampliações, por sua vez, não teve repercussão positiva sobre o conforto térmico e ocorrência de problemas de saúde, indicando que intervenções realizadas espontaneamente pelos moradores sem assistência técnica (ATHIS) geram uso pouco otimizado de escassos recursos. Afinal, os achados exploraram relações entre conforto térmico e o projeto de HIS horizontais do PMCMV em uso na cidade de Uberlândia (MG), destacando a magnitude dos impactos decorrentes de projetos pensados sem considerar o clima e indicando prioridades para intervenções no estudo de caso, tais como: a especificação de materiais e esquadrias em modelo e dimensões compatíveis ao clima, de estratégias para sombreamento de aberturas e a ampliação da permeabilidade do solo simultânea ao aumento da arborização. Com isso, ampliaram os conhecimentos na área, fornecendo subsídios para orientação mais assertiva de intervenções por meio de ATHIS visando ampliação da resiliência em relação aos impactos do clima.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-graduação em Geografia e ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Bolsa Produtividade em Pesquisa - PQ nº. 311624/2021-9, entre 2022/2025), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

Referências Bibliográficas

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- BORTOLI, K. C. R. **Resiliência e conforto térmico em habitações de interesse social horizontais em Uberlândia (MG): avaliação para orientação de reformas**. 2023. 351 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2023.7059>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/39335> . Acesso em: 14 mar. 2024.
- BORTOLI, K. C. R.; VILLA, S. B. Conforto ambiental como atributo para a resiliência em habitações de interesse social brasileiras. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 126–140, 2020. DOI: 10.21680/2448-296X.2020v5n3ID20077. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/20077>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- BOTTON, A. **A arquitetura da felicidade**. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.
- 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.
- 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.
- GARCIA, E. J.; VALE, B. **Unravelling Sustainability and Resilience in the Built Environment**. Londres, UK. Routledge, 2017.
- GARREFA, F.; VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R. de; STEVENSON, F.; VASCONCELLOS, P. B. Resilience in social housing developments through post-occupancy evaluation and co-production. **AMBIENTE CONSTRUÍDO (ONLINE)**, v. 21, p. 151-175, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000200519>. Disponível em: <https://www.scielo.br/jj/ac/a/HvVgcYnsdNLLqQJqCMHMdXC/?lang=en>. Acesso em: 14 mar. 2024.

GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K (Organizadores). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 591 p.

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.

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>

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.

KHOSLA, R., MIRANDA N.D., TROTTER, P.A., MAZZONE, A., RENALDI, R., McELROY, C., COHEN, F., JANI, A., PERERA-SALAZAR, R., and McCULLOCH, M. (2020). Cooling for sustainable development. **Nat. Sustain.** 4, 201–208. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00627-w>

KOTTEK M., GRIESE J., BECK C., RUDOLF B., RUBEL F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol Z* 15(3):259–263, 2006. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>

KOVATS R.S.; HAJAT S. HEAT STRESS AND PUBLIC HEALTH: A CRITICAL REVIEW. **ANNU REV PUBLIC HEALTH**. 2008; 29:41-55. DOI: 10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843

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.

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.

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.

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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.013>

NAZAROFF, W. W. Residential air-change rates: A critical review. *Indoor Air*. Mar; 31(2):282-313, 2021. <https://doi.org/10.1111/ina.12785>

ONO, R.; ORNSTEIN, S. W.; VILLA, S. B.; FRANÇA, A. J. G. L. (Org.) **Avaliação Pós-Ocupação (APO) na Arquitetura, no Urbanismo e no Design: da Teoria à Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

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.

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>

RODIN, J. **The Resilience Dividend**. Great Britain: Profile Books, 2015. 324 p.

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, A. R. **ConFiguração de comunidade sustentável no Residencial Pequis: O uso do tempo associado à qualidade de vida**. 2019. 154 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.2150>

SARTORI, M. G. B. **Clima e percepção**. 2000. 488f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

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> .

SCHWEIKER, M. Rethinking resilient comfort – definitions of resilience and comfort and their consequences for design, operation, and energy use. **Proceedings of Windsor**, 2020.

SIMÕES, G. M. F.; LEDER, S. M. Energy poverty: The paradox between low income and increasing household energy consumption in Brazil, **Energy and Buildings**, Volume 268, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112234>

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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108218>

SINAN – Sistema de Notificação de Agravos de Notificação. Ficha de notificação/investigação. 2016. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/sinan-dengue-chikungunya>.

STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE. **What is Resilience?** 2014. Available at <http://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2015-02-19-what-is-resilience.html>.

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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.003>

TELLES, C. P. Proposta de simplificação do RTQ-R. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa, 2016. Disponível em: <https://locus.ufv.br//handle/123456789/8456>.

VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R. DE ; VASCONCELLOS, P. B. Assessing the built environment resilience in Brazilian social housing: challenges and reflections. **CAMINHOS DA GEOGRAFIA**, v. 24, p. 293-312, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG249466504>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/66504/36535>. Acesso em 14 mar. 2024.

VILLA, S. B.; CARNEIRO, G. P.; MORAES, R. A.; CARVALHO, N. L. M. Reflexões sobre o impacto da pandemia de COVID-19. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v14, n4,2021. <https://doi.org/10.11606/gtp.v14i4.176851>. Disponível em: <https://www.periodicos.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/176851/176650>. Acesso em 14 mar. 2024.

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, 2022. DOI: 10.5334/bc.180. Disponível em: <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.180>. Acesso em 14 mar. 2024.

WALKER, I. S.; CLARK, J. D.; LESS, B. D. ET AL. **Energy Savings Estimates for Occupancy- and Temperature-based Smart Ventilation Control Approaches in Single-family California Homes**, 2021.

Lawrence Berkeley National Laboratory.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 4th edition, Prentice Hall, 1999, 663p.

Karen C. R. de Bortoli

Autora principal

karencrbortoli@ufu.br

Simone B. Villa

*Colaborou no projeto da
pesquisa empírica;*

supervisora e orientadora

simonevilla@ufu.br

Beatriz R. Soares

Supervisora e orientadora

brsoares@ufu.br

Lúcio B. de Araújo

*Colaborou na execução
da pesquisa empírica*

lucio.araujo@ufu.br