

# CONFORTO AMBIENTAL COMO ATRIBUTO PARA A RESILIÊNCIA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL BRASILEIRAS

**CONFORT AMBIENTAL COMO ATRIBUTO A LA RESILIENCIA EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL BRASILEÑAS**

**ENVIRONMENTAL COMFORT AS AN ATTRIBUTE TO RESILIENCE IN BRAZILIAN SOCIAL HOUSING**

**BORTOLI, KAREN CARRER RUMAN DE**

*Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), karencrbortoli@gmail.com*

**VILLA, SIMONE BARBOSA**

*Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), simonevilla@ufu.br*

## RESUMO

O conforto ambiental é entendido como um dentre vários atributos facilitadores da resiliência no ambiente construído - resiliência aqui interpretada como a capacidade do ambiente construído resistir e se adaptar para lidar com mudanças de diversas ordens (tanto sociais quanto, principalmente, climáticas), que vêm influenciando o conforto ambiental em edificações. Entende-se que as características dessas edificações determinam se elas irão lidar de forma resiliente (ou não) com os elementos do clima externo, interferindo no bem-estar e na saúde das pessoas e nos gastos energéticos derivados do uso e operação das edificações. O presente artigo apresenta parte dos resultados obtidos em pesquisa de mestrado que analisou a resiliência no ambiente construído de habitações de interesse social (HIS), focalizando um de seus atributos estudados: o conforto ambiental. A fim de observar a resiliência nesse atributo em um estudo de caso nomeado Residencial Sucesso Brasil (Uberlândia/MG), foi realizada Avaliação Pós-Ocupação (APO) e confeccionados instrumentos específicos. O texto apresenta resultados que caracterizaram baixo conforto ambiental no estudo de caso, derivado de condições inerentes ao projeto e sua execução, bem como de intervenções sem orientação técnica. Essas condições vulnerabilizam o sistema casa, comprometendo sua habilidade de resistir e se adaptar às condições atmosféricas externas, ou seja, afetando sua resiliência. Constata-se a reduzida resiliência de HIS apontando alternativas para sua obtenção, no tocante ao atributo conforto ambiental. Com isso, este artigo alinha-se aos objetivos de agendas urbanas de relevância internacional, que colocam a resiliência como motor no combate à vulnerabilidade das grandes cidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** resiliência no ambiente construído; habitação de interesse social; avaliação pós-ocupação; conforto ambiental.

## RESUMEN

El confort ambiental se entiende como uno de varios atributos que facilitan la resiliencia en el entorno construido - la resiliencia se interpreta aquí como la capacidad del entorno construido para resistir y adaptarse para hacer frente a los cambios de diferentes órdenes (tanto sociales como, principalmente, climáticas) que han estado influyendo en el confort ambiental en los edificios. Se entiende que las características de estos edificios determinan si lidiarán resilientemente con los elementos del clima externo (o no), interfiriendo en el bienestar y la salud de las personas y en los costos de energía derivados del uso y operación de los edificios. El presente artículo presenta parte de los resultados obtenidos en una investigación de maestría que analizó la resiliencia en el entorno construido de viviendas sociales (VIS), centrándose en uno de sus atributos estudiados: el confort ambiental. Se realizaron instrumentos específicos de evaluación post-ocupación para observar este atributo en un estudio de caso llamado Residencial Sucesso Brasil (Uberlândia / MG). El artículo presenta los resultados obtenidos que caracterizaron el bajo confort ambiental en el estudio de caso, derivado de las condiciones inherentes al proyecto y su ejecución, así como de las intervenciones sin orientación técnica. Se entiende que estas condiciones hacen que el sistema doméstico sea vulnerable, comprometiendo su capacidad de resistir y adaptarse a las condiciones atmosféricas externas, es decir, su resiliencia. Este trabajo encuentra que la capacidad de resiliencia reducida de VIS señala alternativas para obtenerla, con respecto al atributo de confort ambiental. Con esto, se alinea con los objetivos de las agendas urbanas de relevancia internacional, que colocan la resiliencia como un motor para combatir la vulnerabilidad de las grandes ciudades.

**PALABRAS CLAVES:** resiliencia en el entorno construido; vivienda de interés social; evaluación post-ocupación; confort ambiental.

## ABSTRACT

Environmental comfort is understood as one of several attributes that facilitate resilience in the built environment - resilience here interpreted as the capacity of the built environment to resist and adapt to changes of different orders (both social and, mainly, climatic) that have been influencing environmental comfort in buildings. It is understood that characteristics of these buildings determine whether they will deal resiliently with the elements of the external climate (or not), interfering in people's well-being and health and in the energy costs derived from the use and operation of the buildings. The present paper presents part of the results obtained in a master's research that analyzed the resilience in the built environment of social housing, focusing on one of its studied attributes: the environmental comfort. Specific Post-Occupancy Evaluation (POE) instruments were conceived in order to observe this attribute in a case study named Residencial Sucesso Brasil (Uberlândia / MG). The article presents results obtained that characterized low environmental comfort in the case study, derived from conditions inherent to the project and its execution, as well as from interventions without technical guidance. It is understood that these conditions make the home system vulnerable, compromising its ability to resist and adapt to external atmospheric conditions, that is, affecting its resilience. This paper highlights the reduced resilience of social housing pointing out alternatives for obtaining it, with regard to the environmental comfort attribute. With this, it aligns itself with the objectives of urban agendas of international relevance, which place resilience as an engine in combating the vulnerability of large cities.

**KEYWORDS:** resilience in the built environment; social housing; post-occupancy evaluation; environmental comfort.

## 1 INTRODUÇÃO

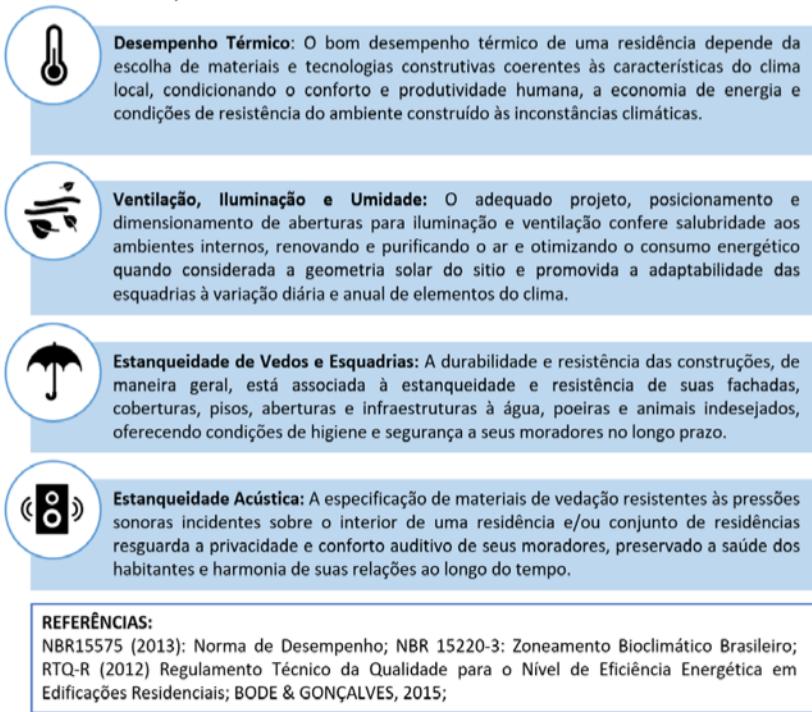
A resiliência é qualidade que habitações de interesse social (HIS) brasileiras devem possuir, visando à redução de impactos ambientais, ao bem-estar e saúde de seus habitantes e à otimização dos recursos destinados à sua produção e posterior manutenção. Para este trabalho, a resiliência no ambiente construído é interpretada como a capacidade do ambiente construído em resistir e se adaptar para lidar com mudanças/impactos de diferentes ordens impostos ao longo do tempo (GARCIA, VALE, 2017; RODIN, 2015; PICKETT *et al.*, 2014).

Nas palavras de Lamberts, Dutra e Pereira (2013, p. 43), o conforto ambiental “pode ser entendido como um conjunto de condições ambientais que permitem ao ser humano sentir bem-estar térmico, visual, acústico e antropométrico, além de garantir a qualidade do ar e o conforto olfativo”. Tem-se que quanto menor for o esforço de adaptação de um indivíduo ao ambiente que o cerca, maior será seu conforto (OSRAM, 2013). Já a eficiência energética pode ser entendida como uma qualidade da edificação que representa seu potencial em oferecer conforto ambiental aos indivíduos e ao mesmo tempo otimizar seu consumo de recursos e energia (LAMBERTS, DUTRA, PEREIRA, 2013).

A obtenção de ambientes resilientes e ambientalmente confortáveis depende fundamentalmente de edificações capazes de resistirem e se adaptarem para lidar com as características do clima local e suas inconstâncias, incluindo as mudanças climáticas. O sistema nervoso e órgãos sensores humanos definem os parâmetros de projeto do ambiente interno ambientalmente confortável, sendo eles: o tátil, olfativo, o auditivo, o visual e o emocional (KEELER, BURKE, 2009). Tratam-se de demandas que devem ser consideradas integral e sistematicamente, viabilizando ainda variações, ajustes e adaptações climáticos dentro de um caráter ergonômico cognitivo, ao longo da vida útil do projeto (GONÇALVES, BODE, 2015).

Posto isso, neste trabalho, são considerados como indicadores de conforto ambiental, endereçados a HIS: desempenho térmico; ventilação, iluminação e umidade; estanqueidade de vedos e esquadrias e estanqueidade acústica. Tratam-se de fatores identificados como importantes para habilitar a resiliência frente a impactos e mudanças derivados do clima e demais condições socioambientais sobre o conforto no ambiente construído (Esquema 1).

Esquema 1: Indicadores de Conforto Ambiental em HIS.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Pesquisas recentes demonstraram que projetos e especificações construtivas padrão para HIS do Programa Minha, Casa Minha Vida (PMCMV) repetem-se em diferentes regiões climáticas brasileiras, frequentemente ocasionando desconforto ambiental e dispêndio de recursos na busca pelo conforto durante a fase de uso e operação nas habitações, comumente agravadas quando da realização de reformas sem dispor de adequada orientação técnica (BORTOLI, 2018);

Recebido em: 16/03/2019  
Aceito em: 13/08/2020

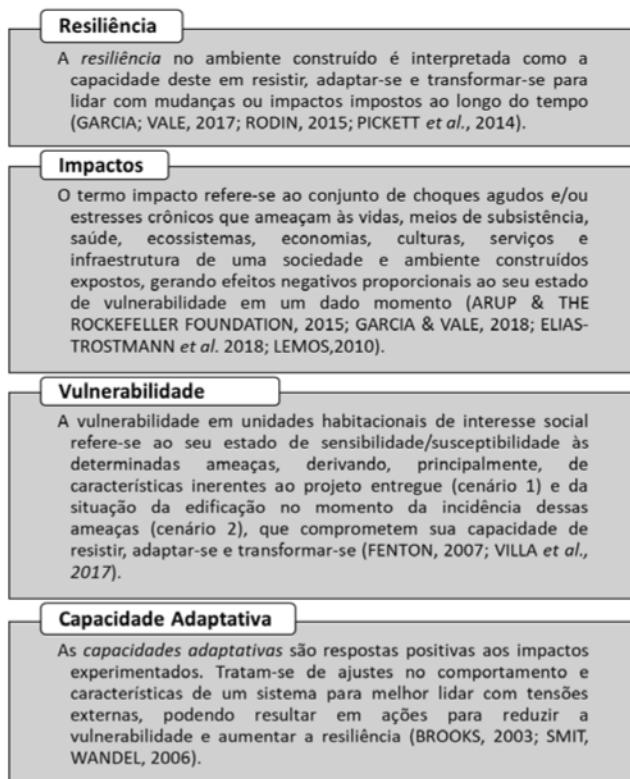
VILLA *et al.*, 2017; VASQUEZ, 2017; BRASILEIRO, MORGADO, LUZ, 2017; TRIANA, LAMBERTS, SASSI, 2015; OLIVEIRA, 2015).

Paralelamente, as mudanças climáticas são fenômenos que têm influenciado a qualidade de vida doméstica de populações em todo o mundo. Tem se observado, especialmente, que populações que dispõe de menos recursos, como aquelas que habitam conjuntos habitacionais de interesse social (CHIS), têm experimentado mais intensamente os efeitos das mudanças climáticas e escassez de recursos naturais (ELIAS-TROSTMANN *et al.*, 2018).

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 CHIS (BORTOLI, 2018; VASQUEZ, 2017; IPEA, 2014). Especificações técnicas do ambiente construído de HIS no Brasil as tornam vulneráveis, comprometendo a saúde das pessoas, seu conforto, os orçamentos familiares e, com isso, sua resiliência frente às mudanças de médio e longo prazo já anunciadas.

Neste contexto, o conforto ambiental é aqui defendido como um dentre 7 atributos facilitadores da resiliência no ambiente construído que devem ser perseguidos em HIS<sup>1</sup>. Entende-se que a resiliência, como capacidade de resistir e se adaptar às mudanças, esteja condicionada ao estado do sistema casa anteriormente à mudança, que gera um impacto. Com isso, interessa primeiro, conhecer o que vulnerabiliza o sistema casa, em segundo, o que a impacta e, em terceiro lugar, como ele lida com isso, se é tornando-se mais vulnerável ou se é manifestando capacidade adaptativa. A identificação de vulnerabilidades, impactos e capacidades adaptativas relacionados aos atributos da resiliência e seus indicadores permite, assim, compreender a resiliência do sistema casa (LEMOS, 2014; MAGUIRE, CARTWRIGHT, 2008), bem como identificar ações estratégicas para sua amplificação. O Esquema 2, sumariza os conceitos até então apresentados, que orientam o estudo da resiliência em HIS.

Esquema 2: Conceitos apresentados.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Os atributos adequação ambiental e conforto ambiental<sup>2</sup> foram investigados em pesquisa de mestrado<sup>3</sup> a partir de procedimentos metodológicos de Avaliação Pós-Ocupação (APO), que permitiu observar as vulnerabilidades, os impactos e as capacidades adaptativas relacionados àqueles atributos e seus indicadores, em estudo de caso no Residencial Sucesso Brasil (empreendimento do PMCMV situado em Uberlândia/MG).

Baseando-se nos resultados obtidos, o presente artigo tem como enfoque o atributo conforto ambiental e seus indicadores, e como objetivo descrever o quanto distante o estudo de caso se encontra de um estado de conforto ambiental considerado como aceitável para permitir que as casas resistam e se adaptem para lidar com as condições climáticas externas que as impactam diariamente.

A partir dessas informações, foi possível traçar recomendações gerais para orientar a obtenção de HIS mais confortáveis ambientalmente, e, com isso, mais resilientes. Afinal, o presente trabalho traz, sequencialmente, a caracterização do estudo de caso elencado, a descrição dos procedimentos metodológicos de APO da resiliência com enfoque no conforto ambiental elaborados e a apresentação e discussão de alguns dos resultados encontrados para cada indicador, apontando recomendações para amplificação da resiliência através de seu atributo conforto ambiental.

## 2 O RESIDENCIAL SUCESSO BRASIL (UBERLÂNDIA, MG, BRASIL)

Como estudo de caso para a pesquisa apresentada foi elencado o Residencial Sucesso Brasil, loteamento localizado no CHIS do bairro Shopping Park, setor Sul da cidade de Uberlândia (MG, Brasil) (Figura 1), que faz parte da primeira fase de implantação do PMCMV na cidade. O empreendimento abriga 3632 unidades habitacionais horizontais geminadas, disponibilizadas para a faixa de renda 1 do PMCMV (que variava entre 0 e 3 salários mínimos), as quais foram entregues entre 2010 e 2012. O conjunto é composto por oito loteamentos contíguos com aproximadamente 500 unidades habitacionais cada, chama a atenção por sua situação de segregação espacial em relação ao centro da cidade de Uberlândia (Figura 2).

Figura 1: Dados sobre a cidade de Uberlândia e o CHIS do Shopping Park.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Figura 2: Loteamentos que compõem o CHIS Shopping Park.



Fonte: Cedido pela Prefeitura Municipal de Uberlândia (2016).

As casas implantadas no Residencial Sucesso Brasil possuem 36 m<sup>2</sup> de área construída, são geminadas duas a duas através das paredes dos quartos, e são implantadas em lotes de 200 m<sup>2</sup>. A proposta de compartimentação entregue, 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 3. Apesar de ser previsível a transformação dessas casas no decorrer do tempo para melhor se adequarem às necessidades dos

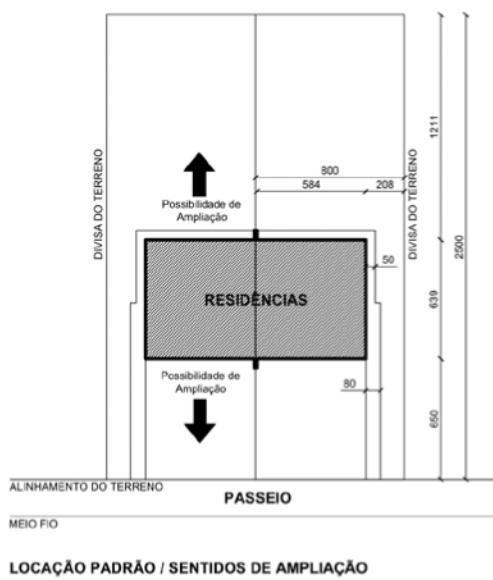
moradores, devido à sua forma de implantação e setorização, tem-se que as possibilidades para realização de ampliações são restritas à frente e fundos do lote (Figura 4). Com isso, ampliações são potencialmente prejudiciais ao conforto ambiental (principalmente em termos de iluminação, ventilação) no interior dos “embriões”, conforme será detalhado no tópico 4.

Figura 3: Setorização de atividades.



Fonte: PEREIRA (2015). Elaborado pelas autoras (2018).

Figura 4: Setorização de atividades.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

### 3 APO DO CONFORTO AMBIENTAL COMO ATRIBUTO FACILITADOR DA RESILIÊNCIA EM HIS

A resiliência é uma qualidade esperável para os edifícios contemporâneos e essencial às HIS brasileiras. De acordo com Garcia e Vale (2017), 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 (...”).

De acordo com Voordt e Wegen (2013, p. 141), “avaliar significa determinar o valor ou estabelecer quanto alguma coisa vale”, o que implica mensurar o quão bem ou mal um edifício está se desempenhando ou é capaz de se desempenhar relativamente a certas variáveis postas. Na pesquisa de mestrado realizada (BORTOLI, 2018), as variáveis vulnerabilidade, impacto e capacidade adaptativa foram selecionadas para análise e descrição da resiliência em HIS, dentro de cada um de seus atributos e indicadores. A pesquisa baseou-se em métodos quanti-qualitativos para descrição e compreensão dos conceitos estudados e suas

relações com os indicadores de conforto ambiental, e efetivou-se por meio da confecção e aplicação de instrumentos de Avaliação Pós-Ocupação (APO).

Para análise do atributo facilitador da resiliência nomeado conforto ambiental e seus indicadores, foram 4 os instrumentos de APO elaborados, operacionalizando a observação objetiva dos eventos envolvidos (impactos, vulnerabilidades e capacidades adaptativas), instrumentos esses descritos pelo Quadro 1<sup>4</sup>.

Quadro 1: Instrumentos de APO confeccionados para análise da adequação climática e ambiental no Residencial Sucesso Brasil.

 <b>COLETA DE DADOS (CD)</b>	<p><b>Descrição:</b> Etapa preliminar à realização de investigações dirigidas a determinado objeto (GIL, 1999). Visa fundamentar a realização de análises bem como a própria elaboração instrumentos de investigação, alimentando em diferentes momentos a pesquisa conduzida.</p> <p><b>Objetivos:</b> Coletar dados referentes às características do clima na cidade de Uberlândia; Coletar dados relativos à existência e estado de conservação de infraestruturas verdes no CHIS e no Residencial Sucesso Brasil; Coletar informações relativas à geomorfologia do CHIS e do Residencial; Coletar dados básicos relativos ao projeto das HIS, sua implantação, materialidade, técnicas construtivas, aberturas e acessos; Coletar dados relativos ao consumo de água e energia no município, região e país.</p> <p><b>Meio de aplicação:</b> Pesquisa de gabinete</p> <p><b>Amostragem/Recorte:</b> CHIS do Shopping Park e Residencial Sucesso Brasil.</p>
 <b>QUESTIONÁRIO PESQUISADOR (QP)</b>	<p><b>Descrição:</b> Método quantitativo que busca coletar dados por meio de perguntas fechadas ou discursivas. Recomendado quando há um número variado de pessoas envolvidas em um processo de avaliação (VILLA <i>et al.</i>, 2017).</p> <p><b>Objetivos Questionário do Pesquisador:</b> Coletar informações referentes à presença e localização de vegetação e lixo/entulho no lote; observar mecanismos para delimitação do lote; observar presença e estado de conservação das lixeiras individuais; caracterizar casa quanto à tipologia (padrão ou acessível), posição em relação à geminação (casa à esquerda/direita), grau de modificação e orientação solar; registrar tipologia de problemas enfrentados após reformas; observar grau de satisfação em relação consumo de recursos; registrar outras informações observadas pelo pesquisador.</p> <p><b>Objetivos Questionário do Morador:</b> Coletar dados demográficos; Observar a percepção dos moradores sobre o local de moradia e relacionada aos seguintes aspectos: lazer, saúde e bem-estar, vegetação, topografia, fontes de água/fluxos, poluição/lixo, produção de alimentos, projeto da casa, materiais e sistemas construtivos, layout interno e funcionalidade, modificações e suas motivações, manutenabilidade, problemas construtivos e ergonomia, conforto (térmico, lumínico e acústico), consumo de água e energia, serviços (eletricidade, água, esgoto) e infraestruturas urbanas.</p> <p><b>Período de aplicação:</b> entre 27 de março e 20 de abril de 2018.</p> <p><b>Meios de aplicação:</b> Questionários impressos em papel.</p> <p><b>Amostragem:</b> 40 questionários do pesquisador e 40 questionários do morador em universo de 175 domicílios que compreendem o Residencial Sucesso Brasil = 20%.</p> <p><b>Critério de seleção de casas:</b> variabilidade em termos de orientação solar e grau aparente de modificação das casas. Além disso, buscou-se contemplar homogeneamente todas as ruas que compõem o recorte.</p>
 <b>WALKTHROUGH (W)</b>	<p><b>Descrição:</b> Método quanti-qualitativo de análise baseado em regulamentações normativas para medição e identificação descritiva de aspectos positivos e negativos do ambiente, permitindo também verificar sua situação no momento da performance do instrumento (VILLA <i>et al.</i>, 2017).</p> <p><b>Objetivos:</b> Observar padrões de ocupação e impermeabilização do lote e atendimento às normas de acessibilidade e restrições urbanísticas; Observar condições de higiene e limpeza; Observar e registrar ampliações e modificações de usos de ambientes realizados nas casas, suas dimensões, layout e distâncias de circulação entre mobiliários; Observar materiais construtivos e de acabamento utilizados em reformas e seu estado de conservação; Observar tipos de esquadrias, áreas de ventilação e iluminação, estado de conservação e funcionamento; Observar padrões de consumo de água e de energia, bem como características, facilidade de acesso e estado de conservação de aparelhos sanitários e eletroeletrônicos; Observar conforto ambiental (lumínico, acústico, térmico) por meio de medições in loco; Observar estanqueidade das casas e estado de conservação da cobertura e forros; Observar posicionamento e estado de conservação e funcionamento de sistema de aquecimento solar de água; Observar posicionamento e estado de conservação de infraestruturas e aparelhos de água, esgoto e eletricidade; Observar características da envoltória e acabamentos quanto ao princípio de bioclimatismo.</p> <p><b>Período de aplicação:</b> entre 14 de abril e 8 de junho de 2018.</p> <p><b>Meios de aplicação:</b> Roteiros e formulários em papel e registros textuais e fotográficos.</p> <p><b>Amostragem:</b> 7 Walkthroughs em universo de 40 casas onde forem aplicados os Questionários = 17%.</p> <p><b>Critério de seleção de casas:</b> variabilidade em termos de orientação solar e grau aparente de modificação das casas. Além disso, buscou-se contemplar homogeneamente todas as ruas que compõem o recorte.</p>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Para medições e aferições de desempenho térmico, lumínico e acústico, foram utilizados equipamentos concedidos pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Conservação de Energia (LCC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Os procedimentos para aferição e análise de dados ampararam-se nas prescrições da Norma de Desempenho (NBR15.575/2013, Parte 1).

#### 4 IMPACTOS, VULNERABILIDADES, CAPACIDADES ADAPTATIVAS E RECOMENDAÇÕES DE PROJETO

A partir dos resultados obtidos com a aplicação dos instrumentos de APO no estudo de caso, foi possível constatar que as casas entregues favorecem o desconforto ambiental em função de características inerentes ao projeto e derivadas da realização de reformas e intervenções sem devida orientação técnica. Isso caracteriza uma situação de vulnerabilidade aos elementos do clima externo, que impactam o ambiente construído interferindo negativamente no bem-estar e na saúde das pessoas e aumentando os gastos energéticos derivados do uso e operação das edificações, configurando sua reduzida resiliência. A seguir encontram-se descritos os resultados de coletas de dados, dos questionários e dos walkthroughs realizados no estudo de caso, para cada um dos indicadores de conforto ambiental estudados (Esquema 1 – tópico 1).

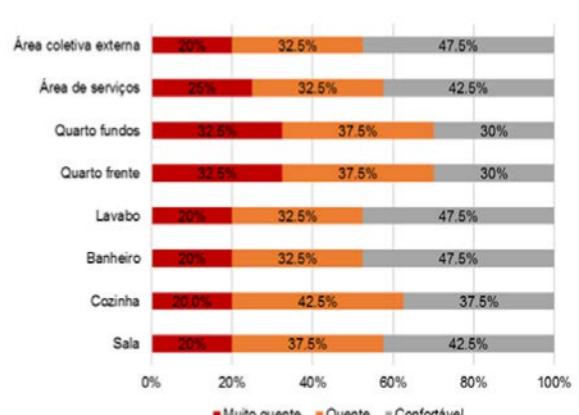
Com relação ao indicador “desempenho térmico” foi verificado que, tanto nos embriões como nas ampliações, são utilizados materiais construtivos de baixo desempenho para a Zona Bioclimática 4, na qual se encontra a cidade de Uberlândia (elevados coeficientes de absorvância e transmitância térmica), como o concreto para vedações e o fibrocimento para coberturas (Gráfico 1). Nesse cenário, mais da metade dos moradores entrevistados avaliaram suas casas como quentes durante o período da primavera-verão (Gráfico 2), no que a utilização de dispositivos mecanizados para atenuação da sensação climática chama especial atenção (70% os utilizam – Gráfico 3).

Gráfico 1: Quais foram os materiais utilizados na reforma (rampas, paredes, pisos, todos)?



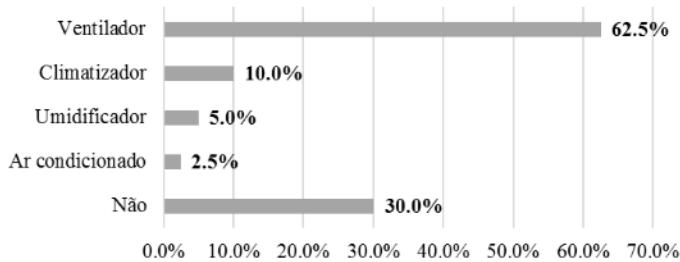
Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Gráfico 2: Como avalia a temperatura em cada cômodo da casa durante a primavera/verão?



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Gráfico 3: Utiliza dispositivos para melhorar o conforto interno?

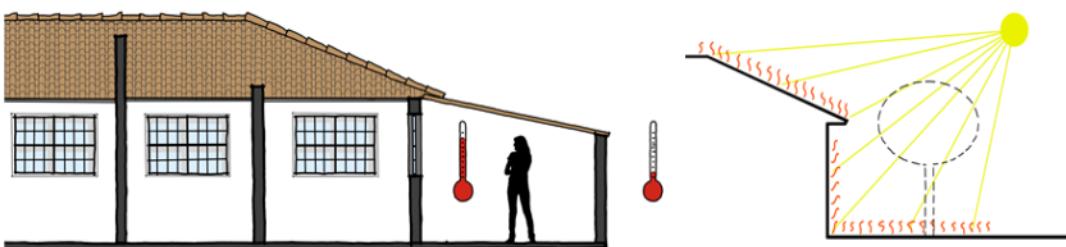


Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

A partir da análise walkthrough, constatou-se que a construção de novas coberturas contíguas ao projeto embrião contribuem para o aquecimento e abafamento da edificação (Figura 5). Soma-se a isso a ausência de vegetação em 12,5% das casas visitadas no walkthrough e a impermeabilização acima do coeficiente

permitido por lei em 43% das casas, que também contribuem para sensação de calor no interior dos ambientes, ao aumentarem a absorção superficial de radiação solar.

Figura 5: Aquecimento promovido por coberturas contíguas ao embrião e de baixo pé-direito.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Relativamente ao indicador “iluminação, ventilação e umidade”, tem-se que novas construções são, frequentemente, extensões dos fundos e frente da casa embrião, obstruindo aberturas de quartos e outros ambientes, conforme ilustra a Figura 4 (tópico 3), justificando a insatisfação de alguns moradores entrevistados com relação à iluminação natural na casa. Após reformas, tem-se que 37,5% queixaram-se de terem tido janelas obstruídas ou sombreadas, principalmente nos quartos dos fundos (27,5%), da frente (10%) e na cozinha (2,5% - ver Gráfico 4). Paralelamente, tem-se que 30% acham o quarto dos fundos escuro ou muito escuro, 12,5% acham o banheiro escuro e 7,5% acham o quarto da frente muito escuro (Gráfico 5).

Gráfico 5: Como avalia a iluminação natural (durante o dia) em cada cômodo da casa?

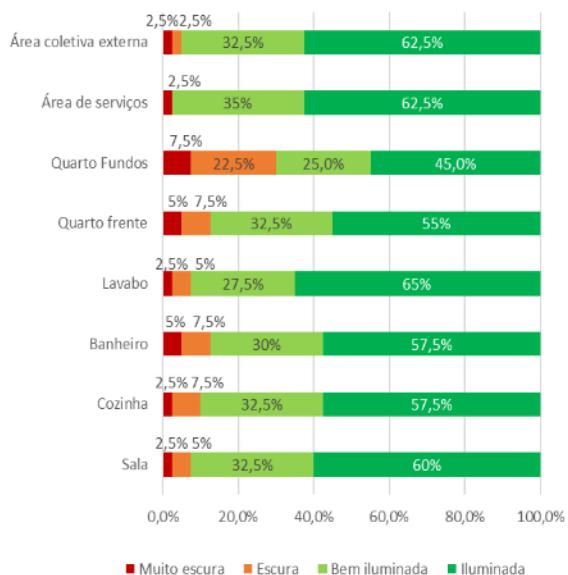
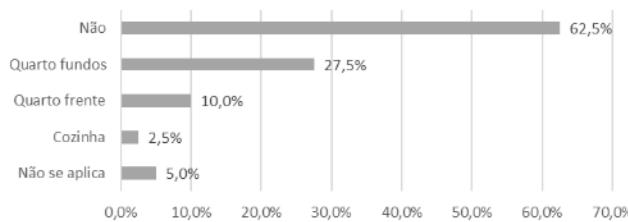


Gráfico 4: Após reformas, algum cômodo teve a janela obstruída/sombreada/tampada?



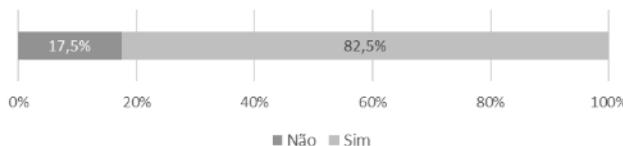
Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Verifica-se, também, que 82,5% dos entrevistados ainda têm desejo de modificar algo na casa (Gráfico 6), incluindo nas motivações o desejo de torná-las mais arejadas (Figura 5). Com relação à ventilação natural, tem-se que em 4 casas visitadas durante o walkthrough 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 (Figuras 6 e 7).

Gráfico 6: Ainda pretende modificar algo na casa?



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Figura 5: Nuvem de palavras para pergunta aberta “o que anda pretendendo modificar na casa?”



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

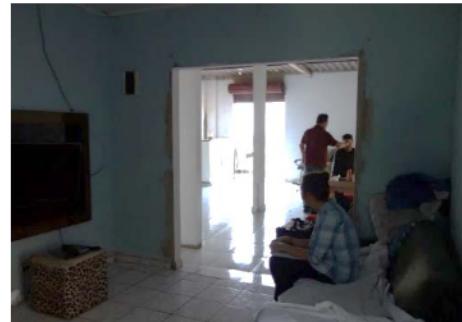
Afinal, a falta de ventilação e iluminação adequadas contribui para o aparecimento de mofo em 90% das casas questionadas, em 25% delas nas cozinhas e em 12,5% nos banheiros. No entanto, essa patologia não se restringe às áreas molhadas, ocorrendo em 62,5% das casas nas salas, em 35% nos quartos dos fundos e em 20% nos quartos da frente (Gráfico 7).

Figura 6: Parede de cozinha que teve janela removida.



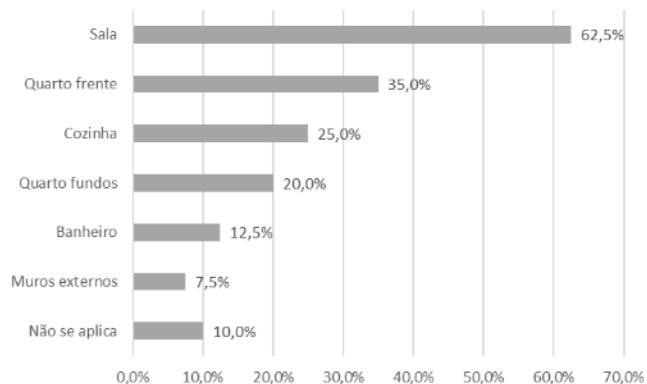
Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 7: Parede de sala modificada originou acesso para salão.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Gráfico 7: Sua residência apresenta ou apresentou mofo? Onde?



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Com relação ao indicador “estanqueidade de vedos e esquadrias”, a partir de observação durante o walkthrough, tem-se que a principal característica das casas no Residencial Sucesso Brasil que interfere em sua capacidade de estanqueidade à água, ventos, poeira e pequenos animais refere-se à inexistência de vedações entre as telhas e as paredes/vigas que sustentam a cobertura, gerando uma série de orifícios que podem ser visualizados na Figura 8. Muitos moradores relataram que quando ocorrem chuvas e/ou ventos fortes o ar se infiltra através desses orifícios trazendo frio, umidade, poeira e criando um movimento de expansão e contração do volume de ar entre telhas e forro que gera fissuras, descolamentos e deslocamentos em ambos (Figuras 9, 10 e 11). Em função disso, aferiu-se a ocorrência de goteiras e mofo em 90% das casas entrevistadas (Gráfico 8), colocando em risco a durabilidade das casas e a saúde de seus moradores.

Figura 8: Exemplo de telhado sem vedações.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 9: Descolamento de forro em quarto dos fundos.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 10: Descolamento de forro em quarto da frente.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

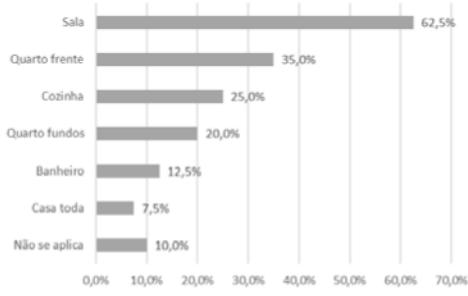
Figura 11: Telhas deslocadas e danificadas.



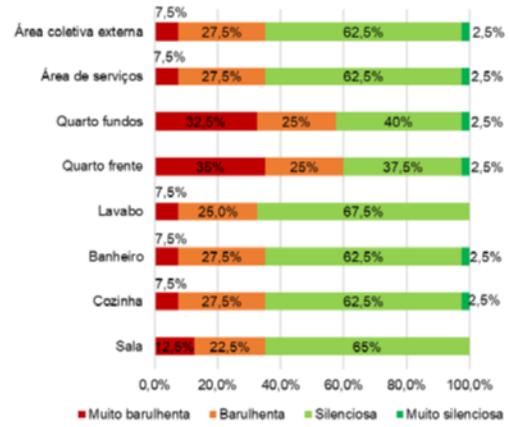
Fonte: Acervo das autoras (2018).

Gráfico 9: Como avalia a acústica em cada cômodo da casa?

Gráfico 8: Sua residência apresenta ou apresentou goteiras? Onde?



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

A principal característica das HIS que prejudica seu desempenho no indicador “estanqueidade acústica” deriva da forma como a geminação foi realizada. As paredes geminadas nas HIS do Residencial Sucesso Brasil possuem 16 cm de espessura, considerando reboco e acabamentos, no entanto, não dispõem de estratégias para isolamento acústico adequadas, além de não alcançarem à cumeeira do telhado, gerando frestas entre este e a parede, conforme ilustram as Figuras de 12 a 15. Soma-se a isso o fato de os forros serem compostos por material de baixa densidade (PVC), tem-se que as ondas sonoras de baixa frequência sofrem difração nas bordas superiores das paredes geminadas, sendo redistribuídas em várias direções e fazendo vibrarem os forros, que retransmitem a pressão sonora para o interior de ambientes contíguos àquele onde se situa a fonte emissora (Figura 16). De fato, mais de 30% dos moradores questionados estão insatisfeitos com relação à acústica em toda a casa e expressivos 57,5% estão insatisfeitos com a acústica especificamente nos quartos da frente e fundos, onde ocorre a geminação (Gráfico 9, acima).

Figura 12: Frestas entre parede geminada e telhado.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 13: Frestas entre parede geminada e telhado.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 14: Frestas entre parede geminada e telhado.



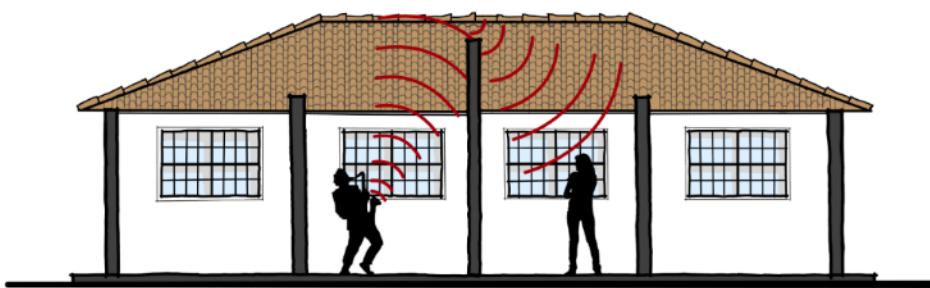
Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 15: Frestas entre parede geminada e telhado.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 16: Difração do som através de frestas entre parede geminada e telhado.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

Essas e outras características são inerentes aos projetos entregues, agravando-se sobremaneira após realização de intervenções por iniciativa dos moradores sem adequada orientação técnica. Elas afetam,

especialmente, a capacidade do ambiente construído proporcionar conforto ambiental e eficiência energética para seus moradores, repercutindo em custos sociais e financeiros que agravam a situação de vulnerabilidade dessas populações. Tal situação é motivo de preocupação, pois fica evidente que os impactos derivados das mudanças climáticas poderão prejudicar ainda mais intensamente as comunidades residentes em CHIS, em função da sua reduzida resiliência de sua moradia no tocante ao atributo conforto ambiental.

Algumas capacidades adaptativas verificadas durante visitas merecem destaque, demonstrando o engajamento dessa população na busca por melhores condições de vida e moradia, embora ainda se revelem iniciativas pontuais e paliativas, que não refletem a generalidade dos casos. São elas:

- Para o indicador “desempenho térmico”: instalação de tela plástica para sombreamento de veículo (Figura 17) e redução da sensação de calor; utilização de elementos de vedação permeáveis para permitir ventilação natural (Figura 18);
- Para o indicador “ventilação, iluminação e umidade”: criação de poços de luz e ventilação entre casa original e ampliações (Figura 19); utilização de elementos translúcidos para cobertura de ampliações, permitindo entrada de luz natural (Figura 20);
- Para o indicador “estanqueidade de vedos e esquadrias”: conforme relatado por moradores durante o questionário, uso de cortinas e toldos e aplicação de inseticidas, medidas que pouco atuam sobre a causa dos problemas experimentados;
- Para o indicador “estanqueidade acústica”: colocação de manta asfáltica e armários embutidos sobre a parede geminada, em ambos os quartos, para estocagem e, simultaneamente, atenuação de ruídos (moradores eram casal de marceneiros) - (ver Figuras 21 e 22).

Figura 19: Tela sobre varanda da frente.

Figura 17: Tela sobre varanda da frente.

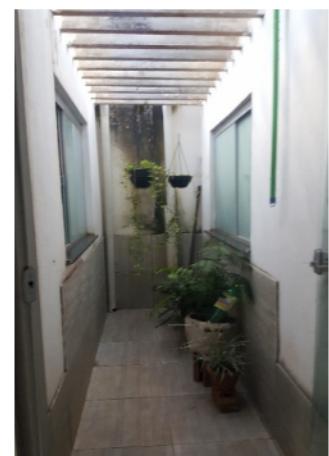


Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 18: Elementos de vedação permeáveis.



Fonte: Acervo das autoras (2018).



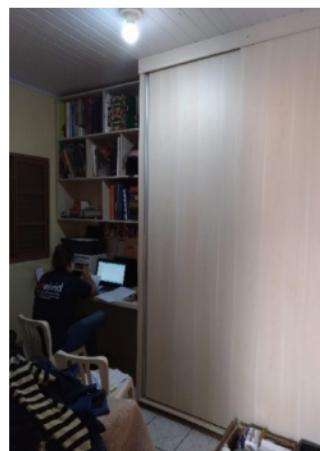
Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 20: Telha translúcida em ampliação no fundo.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 21: Armários embutidos na parede geminada do quarto da frente.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Figura 22: Armários embutidos na parede geminada do quarto da frente.



Fonte: Acervo das autoras (2018).

Afinal, baseando-se na análise crítica dos dados recolhidos na pesquisa de mestrado desenvolvida e em estudos complementares, foram endereçadas a projetistas recomendações genéricas de projeto para promoção de conforto ambiental em novos projetos de HIS, capazes de torná-los mais resilientes para lidar especificamente com mudanças/impactos derivados de fenômenos climáticos incidentes sobre o conforto ambiental e seus indicadores, conforme exposto no Quadro 2.

Quadro 2: Recomendações para Conforto Ambiental de HIS.

 <p><b>RECOMENDAÇÕES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Implantação de edifícios e setorização de usos considerando ventos predominantes, geometria solar e períodos de insolação nas fachadas dos terrenos;</li> <li>Especificação de elementos de sombreamento e proteção solar quando a orientação de determinada(s) fachada(s) mostrar-se desfavorável (brises horizontais e verticais, beirais, auto-sombreamento da edificação, proteção de coberturas, etc);</li> <li>Atendimento às recomendações do RTQ-R (PROCEL, 2012) quanto às propriedades de transmitância térmica, absorância térmica e capacidade térmica recomendadas às faces da envoltória (paredes, janelas e cobertura), específicas para cada uma das 8 zonas bioclimáticas brasileiras (atentar para atualização de valores e parâmetros a que as normas estão naturalmente sujeitas);</li> <li>Utilização de materiais permeáveis de pavimentação, como blocos intertravados, concreto permeável, concregrama, seixo rolado, sendo todos tão claros quanto possível e, portanto, capazes de conter a terra do sítio sem implicar em altas taxas de absorção solar (que ocorre em função da coloração escura);</li> <li>Especificação de alturas de pé-direito maiores, permitindo maior flexibilidade e conforto térmico e respiratório quando da combinação de ampliações à casa-embrião;</li> <li>Inclusão de vegetação em projeto mediante criação de hortas e jardins verticais, terraços verdes, pátios internos, entre outras possibilidades, beneficiando a casa dos efeitos do resfriamento evaporativo e sombreamento proporcionados pela vegetação.</li> <li>Adoção de estratégias bioclimáticas passivas para condicionamento do clima interno, como coberturas ventiladas; cobogós e muxarabis; prateleiras de luz, claraboias, sheds, lanternins, e outras estratégias passivas capazes de maximizar a captação e distribuição de luz e barramento de calor; peitoris ventilados; torres de vento e outros mecanismos para exaustão passivos;</li> <li>Desenvolvimento de projetos complementares de drenagem pluvial, contemplando detalhamento de peças para condução e eventual reserva da água de chuva;</li> <li>Especificação de materiais construtivos resistentes, duráveis e estanques;</li> <li>Adequada vedação de frestas de esquadrias e outros componentes construtivos mediante utilização de material capaz de absorver ruído (maleável) e impossibilitar penetração de vento, poeira, e animais indesejáveis;</li> <li>Utilização e especificação de componentes construtivos para paredes capazes de barrar, pelo menos, as principais frequências que compõem a voz humana;</li> <li>Utilização de lajes leves, acústicas e termicamente isolantes.</li> </ul>	 <p>TEMPERATURA</p>	 <p>ILUMINAÇÃO, VENTILAÇÃO, UMIDADE</p>	 <p>VEDOS</p>	 <p>ACÚSTICA</p>
---	--	--	--	---

Fonte: Elaborado pelas autoras (2018).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo destacou a carência de conforto ambiental nas habitações sociais do Residencial Sucesso Brasil (Uberlândia, MG), derivada de características inerentes ao projeto oferecido pelo PMCMV e sua execução, agravadas posteriormente pela realização de intervenções sem adequada orientação técnica. Nessa situação, as habitações de interesse social, quando expostas aos elementos do clima e, mais ainda, à imprevisibilidade advinda das mudanças climáticas, manifestam reduzida capacidade de resistir e se adaptar, configurando uma baixa resiliência com relação ao atributo conforto ambiental.

A partir disso, o trabalho se propôs a oferecer alternativas para enfrentamento de impactos de pequena escala e intensidade, porém constantes e de longo prazo, que comprometem o conforto ambiental em HIS. O grupo de pesquisa em que se inserem os autores tem trabalhado no sentido de engajar os diferentes atores sociais envolvidos com o projeto, operação e manutenção de unidades habitacionais de interesse social brasileiras. O objetivo é favorecer a manifestação de capacidades adaptativas e a redução da vulnerabilidade na realidade de empreendimentos habitacionais de interesse social, favorecendo a manifestação de sua resiliência em seus diversos atributos. Para atingir tal objetivo é necessário articular as políticas e recursos públicos ao desenvolvimento de estratégias de projeto que beneficiem amplamente as cidades e seus habitantes.

Afinal, a resiliência e a sustentabilidade são objetivos constantes de agendas urbanas internacionais relevantes, figurando também como premissas/diretrizes na atual proposta de revisão do Plano Diretor da cidade de Uberlândia. O combate à vulnerabilidade em grandes cidades passa pelo fortalecimento de suas estruturas para resistir e se adaptar às mudanças, sejam elas previstas ou imprevistas. Nesse contexto, o presente trabalho se destaca enquanto referência para a obtenção de moradias de interesse social mais confortáveis ambientalmente e, com isso, efetivamente mais resilientes. Destaca-se, ainda, seu potencial para constituir-se como referencial para elaboração de metodologias de APO voltadas à avaliação da resiliência e seus atributos no contexto do ambiente construído de habitações de interesse social, preenchendo lacuna diagnosticada nesse campo de pesquisa.

## 6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal de Uberlândia – UFU, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio recebido no desenvolvimento do projeto.

## 7 REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15575/2013, *Edificações Habitacionais: Desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ARUP; THE ROCKEFELLER FOUNDATION. *City Resilience Index*, 2015, 16 p. Disponível em: <<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/cityresilience-index>> Acesso em 01 fev. 2020.
- BRASILEIRO, A.; MORGADO, C.; LUZ, C. Conjunto do PMCMV no RJ: razões da (in)eficiência energética no decorrer de sua vida útil. In: *Anais do XIV ENCAC & X ELACAC: Habitat Humano: em busca de conforto ambiental, eficiência energética e sustentabilidade no século XXI*, 2017, Balneário Camboriú: ANTAC, 2017, p. 1318-1327.
- BROOKS, N. Vulnerability, risk and adaptation: a conceptual framework. *Tyndall Centre Working Paper No. 38*. University of East Anglia, 2003.
- BORTOLI, K. C. R. *Avaliando a resiliência no ambiente construído: adequação climática e ambiental em habitações de interesse social no Residencial Sucesso Brasil (Uberlândia/MG)* - Uberlândia. 2018. 281 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Uberlândia, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1370>
- 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.
- FENTON, M.; KELLY, G.; VELLA, K.; INNES, J. Climate change and the Great Barrier Reef: industries and communities. In: Johnson, JE & PA Marshall (Eds.) *Climate Change and the Great Barrier Reef: A Vulnerability Assessment*. Australia. Great Barrier Reef Marine Park Authority and Australian Greenhouse Office, 2007.
- GARCIA, J. E. & VALE, B. *Unravelling Sustainability and Resilience in the Built Environment*. Routledge, Londres, 2017.
- GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K (Organizadores). *Edifício Ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 591 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA, Ministério das Cidades. *Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida*. Relatório Técnico. Brasília, 2014.

KEELER, M.; BURKE, M. Projeto de Edificações Sustentáveis. Porto Alegre: Bookman, 2009, 362 p.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2014. 366 p.

LEMOS, M. F. Sustentabilidade e Resiliência. In: *III ENANPARQ. Arquitetura, Cidade e Projeto: uma construção coletiva*, 2014, São Paulo. Anais do III ENANPARQ. Arquitetura, Cidade e Projeto: uma construção coletiva. São Paulo: ANPARQ, 2014. p. 1-14.

MAGUIRE, B.; CARTWRIGHT, S. *Assessing a community's capacity to manage change: a resilience approach to social assessment*. Canberra: Commonwealth of Australia, 2008, 33 p.

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.

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: 10.1080/09613218.2014.850600.

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. PROCEL EDIFICA. *Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais*. 2012, 96 p.

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

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Characterization of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. *Energy Policy*, 2015, 87:524-541, 2015. DOI: 10.1016/j.enpol.2015.08.041. Disponível online em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421515300859>>. Acesso em nov. 2018.

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.

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.

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.

VILLA, S. B.; SARAMAGO, R. C. P.; GARCIA, L. C. *Avaliação Pós-Ocupação no Programa Minha Casa Minha Vida: uma experiência metodológica*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

## NOTAS

<sup>1</sup> Sendo eles: conforto ambiental, adequação ambiental, flexibilidade, acessibilidade, bem-estar, engajamento e resistência, todos propostos e investigados pelo grupo [MORA] Pesquisa em Habitação, da Universidade Federal de Uberlândia – UFU (Uberlândia/MG, Brasil), no escopo de pesquisa institucional intitulada “[BER\_HOME] Resiliência no ambiente construído em habitação social: métodos de avaliação tecnologicamente avançados”, sob coordenação da Profª. Drª. Simone Barbosa Villa. Maiores informações ver em: <https://morahabitacao.com>.

<sup>2</sup> O atributo enfocado por esse artigo nomeia-se agora como “conforto ambiental” – após defesa e amadurecimento da dissertação de mestrado, considerou-se mais apropriada essa nomenclatura, em substituição à original “adequação climática”.

<sup>3</sup> Intitulada “Avaliando a Resiliência no Ambiente Construído: Adequação Climática e Ambiental em Habitações de Interesse Social no Residencial Sucesso Brasil (Uberlândia/MG)”.

<sup>4</sup> Instrumentos devidamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Federal de Uberlândia, sob CAAE nº. 86979218.2.0000.5152.

NOTA DO EDITOR (\*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade do(s) autor(es).