

AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL PÓS PANDEMIA

EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICADAS EN VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL POSTPANDEMIAS

EVALUATION OF BIOCLIMATIC STRATEGIES APPLIED IN POST-PANDEMIC SOCIAL INTEREST HOUSING

CASTRO, RENATA T. S.

Mestre, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), E-mail: renata.castro@arapiraca.ufal.br

FARO, ANDREA C. P. F.

Mestre, Universidade Tiradentes (UNIT), E-mail: andreacpfilqueiras@hotmail.com

SILVA, NAYANE L.

Mestre, Centro Universitário Maurício de Nassau (UNINASSAU), E-mail: nayane.arg@gmail.com

RESUMO

Com o surgimento do novo coronavírus e o consequente isolamento social para combater sua proliferação, percebeu-se que as Habitações de Interesse Social (HIS) nem sempre se adequam às necessidades do usuário. Assim, o objetivo deste artigo é propor adaptações arquitetônicas em um modelo padrão de HIS com intuito de atender às exigências pós-pandemia e as estratégias bioclimáticas para regiões da Zona Bioclimática 8 e comparar a avaliação deste novo modelo com um modelo de HIS padrão atual. A metodologia foi dividida em três etapas. A primeira consistiu na definição do padrão de HIS e adaptações arquitetônicas propostas pós-pandemia. A segunda foi uma avaliação e análise de acordo com o método prescritivo do RTQ-R sobre a eficiência energética dos dois modelos (padrão e adaptado). E a terceira etapa consistiu na verificação do desempenho da ventilação natural e do sombreamento para ambos modelos. Constatou-se que houve uma melhoria na pontuação dos quartos no modelo adaptado, chegando a mudar de classificação positivamente. Tanto a HIS padrão quanto a HIS adaptada alcançaram classificação final C, contudo a HIS adaptada obteve melhor pontuação em relação ao modelo padrão. Em relação ao desempenho da ventilação natural e do sombreamento, percebeu-se que houveram melhorias com o aumento das aberturas e dos beirais da cobertura, destacando a importância de sombrear locais de clima quente para redução do calor, contudo mantendo a incidência solar de forma mais branda como forma de combate à umidade e melhoria do sistema imunológico dos habitantes, aspecto bastante importante no período de pandemia.

PALAVRAS-CHAVE: habitação de interesse social (HIS); estratégias bioclimáticas; pós-pandemia; eficiência energética; RTQ-R.

RESUMEN

Con la irrupción del nuevo coronavirus y el consecuente aislamiento social para combatir su proliferación, se percibió que las Viviendas de Interés Social (en portugués, HIS) no siempre se adaptan a las necesidades del usuario. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es proponer adaptaciones arquitectónicas en un modelo HIS estándar para cumplir con los requisitos pospandemia y las estrategias bioclimáticas para las regiones de la Zona Bioclimática 8 y comparar la evaluación de este nuevo modelo con un modelo HIS estándar actual. La metodología se dividió en tres etapas. El primero consistió en definir el estándar SIS y proponer adaptaciones arquitectónicas pospandemia. El segundo fue una evaluación y análisis según el método prescritivo del RTQ-R sobre la eficiencia energética de los dos modelos (estándar y adaptado). Y el tercer paso consistió en verificar el desempeño de la ventilación natural y sombreado para ambos modelos. Se constató que hubo una mejora en la puntuación de las habitaciones en el modelo adaptado, incluso cambiando la clasificación positivamente. Tanto el HIS estándar como el HIS adaptado alcanzaron una clasificación final de C, sin embargo el HIS adaptado obtuvo una mejor puntuación en relación al modelo estándar. En cuanto al desempeño de la ventilación natural y el sombreado, se notó que hubo mejoras con el aumento de las aberturas y aleros del techo, destacando la importancia de dar sombra a los lugares con clima cálido para reducir el calor, manteniendo la incidencia solar más suave como una forma de combatir la humedad y mejorar el sistema inmunológico de los habitantes, aspecto muy importante en el período de pandemia.

PALABRAS CLAVES: vivienda de interés social (HIS); estrategias bioclimáticas; pospandémica; eficiencia energética; RTQ-R.

ABSTRACT

With the emergence of the new coronavirus and the consequent social isolation to combat its proliferation, it was realized that Social Interest Housing (in Portuguese, HIS) does not always suit the needs of the user. Thus, the objective of this article is to propose architectural adaptations in a standard HIS model in order to meet post-pandemic requirements and bioclimatic strategies for regions of Bioclimatic Zone 8 and to compare the evaluation of this new model with a current standard HIS model. The methodology was divided into three stages. The first consisted of defining the HIS standard and proposed post-pandemic architectural adaptations. The second was an evaluation and analysis according to the prescriptive method of the RTQ-R on the energy efficiency of the two models (standard and adapted). And the third step consisted of verifying the performance of natural ventilation and shading for both models. It was found that there was an improvement in the score of the rooms in the adapted model, even changing the classification positively. Both the standard HIS and the adapted HIS reached a final classification of C, however the adapted HIS obtained a better score in relation to the standard model. Regarding the performance of natural ventilation and shading, it was noticed that there were



improvements with the increase of openings and eaves of the roof, highlighting the importance of shading places with hot weather to reduce heat, however maintaining the solar incidence more bland as a way of combating humidity and improving the inhabitants' immune system, a very important aspect in the pandemic period.

KEYWORDS: social interest housing (HIS); bioclimatic strategies; post-pandemic; energy efficiency; RTQ-R.

Recebido em: 10/12/2021

Aceito em: 17/04/2022

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia e a cultura disponíveis para as civilizações antigas eram alguns dos fatores determinantes da forma, tamanho e acessos das habitações. Atualmente (2022), destacam-se a economia e a política como fatores que determinam tais padrões nas cidades urbanizadas, recebendo várias denominações no Brasil, as quais variam de acordo com o poder aquisitivo do usuário como casa, residência ou Habitação de Interesse Social (HIS), esta última quando se trata dos extratos sociais de menores rendimentos financeiros, muitas vezes inserida numa categoria de menor importância (PORANGABA, 2017). No Brasil, é possível observar que as HIS são produzidas ignorando as necessidades e os anseios dos usuários, além de verificar a padronização das casas, tornando as habitações impessoais e sem relação ambiente-usuário, o que leva ao morador modificar a casa para adaptar às suas necessidades, o que nem sempre é possível de forma satisfatória (BEZERRA JÚNIOR, 2017).

A moradia digna só poderá ser garantida através de ações do Estado e por meio da assistência social, a qual é estabelecida no rol dos direitos humanos que afirma que “todo ser humano tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e a sua família saúde e bem-estar” (BRASIL, 2013, p. 23). Contudo, mesmo este quesito ter sido reafirmado em muitos tratados internacionais, o reconhecimento da importância das moradias tomou mais força a partir do início da pandemia do novo Coronavírus. Reafirma-se, portanto, que o conceito de moradia não deve ser obtido apenas como um abrigo físico, mas deve ser um lar com condições satisfatórias de vida e dignidade abordando questões sanitárias e de saúde. O texto do Comentário Geral nº 4 do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais destaca que a “habitação adequada deve ser habitável, em termos de prover os habitantes com espaço adequado e protegê-los do frio, umidade, calor, chuva, vento ou outras ameaças à saúde, riscos estruturais e riscos de doença” (BRASIL, 2013, p. 36).

No Brasil, em função do seu déficit habitacional, vem sendo construído em grande escala, edificações voltadas para a população de baixa renda e tais construções tem exigido um alto número de manutenção corretiva devido a falhas construtivas encontradas frequentemente, pois tal produção tem seguido um contexto condicionado por fatores sociais e econômicos como construção em grande quantidade ao menor custo possível. Apesar do avanço da tecnologia e dos métodos construtivos para combater o aparecimento de manifestações patológicas nas construções e garantir a sua qualidade, essa questão ainda é bastante presente na construção civil, principalmente em obras de habitações populares, pois tais manifestações colocam em risco os moradores ao tornar o ambiente inadequado à saúde e segurança (ALBIM, KRAUSE, 2014).

Em meio à descoberta do novo coronavírus e a partir da recomendação do isolamento pelo governo, evidenciou a precariedade das habitações de várias famílias brasileiras. A necessidade de salubridade tornou-se mais forte, retomando a necessidade de atender à critérios já exigidos desde o tratado de Vitruvius, onde defendia que, para exercer arquitetura, o profissional deveria ter conhecimentos de medicina para perceber ambientes salubres e verificar os ares dos sítios, além de saber posicionar os edifícios em lugares saudáveis (LEÃO, 2018).

Ademais, no século XIX, no Brasil, a consciência do ambiente como uma totalidade ganhou força sob o signo da salubridade. Em meados do século XIX e início do século XX, este signo recebeu impulso com a preocupação central na saúde pública, dando início ao chamando “Movimento Higienista” ou “Movimento Sanitarista”. A intenção e objetivo central desses Movimentos era estabelecer normas e hábitos para aprimorar e conservar a saúde coletiva e individual (GOIS JUNIOR, 2007), disciplinando a correta orientação dos edifícios, aberturas de janelas, tempo mínimo de insolação, dimensionamento de ruas, afastamento mínimo e altura dos prédios (SEGAWA, 2003).

Versando sobre salubridade dos ambientes, ainda no século XX, mais precisamente em 1982, a Organização Mundial de Saúde (OMS) reconheceu a Síndrome do Edifício Doente quando 34 pessoas morreram e 182 pessoas ficaram doentes em um hotel da Filadélfia em 1976 (CASTRO, 2007). O ar interno do hotel estava contaminado por uma bactéria, a qual se proliferou por não haver renovação do ar. Um

edifício é considerado doente quando no mínimo 20% dos ocupantes apresentam algum tipo de problema de saúde relacionado com a permanência em seu interior e a maneira passiva de controlar a qualidade do ar é permitindo que a ventilação natural adentre a edificação (OLGYAY, 2004). Desta forma, percebe-se que a ventilação natural dentro do edifício é de extrema importância para ajudar no controle de parasitas.

Mais recentemente, surgiram novas exigências de salubridade, elencadas em normas como Código de Obras locais e no contexto nacional, a NBR 15220 (Desempenho Térmico de Edificações, 2005) e a NBR 15575 (Edificações Habitacionais – Desempenho, 2021), as quais exigem, para regiões de clima quente, mínimo de 40% e 8% da área de piso para aberturas de ventilação, respectivamente. A NBR 15575, além de questões de ventilação natural em habitações, traz questões acústicas, abordando parâmetros para melhor alcance de conforto térmico e acústico. Percebe-se, então, que as escolhas arquitetônicas são importantes para uma vivência mais saudável e confortável, seja em relação aos aspectos psicológicos, fisiológicos ou físicos.

Desta forma, sabendo que as escolhas arquitetônicas são importantes para uma vivência mais saudável e confortável, em meio à descoberta do novo coronavírus e o consequente isolamento, percebe-se que as HIS nem sempre se adequam ao conforto térmico, físico e a eficiência energética para enfrentar este novo cenário mundial e à possíveis surgimentos de novos momentos pandêmicos. Os assentamentos precários tendem a ser os mais prejudicados, tendo em vista que carecem de infraestrutura básica como acesso à água e esgotamento sanitário. Neste novo cenário, uma nova rotina foi instituída pela população e novos trabalhos desenvolvidos em casa foram sendo criados para custeio dos gastos familiares mensais. Desta forma, a arquitetura vai se adaptando às práticas exercidas nas edificações residenciais assim como os princípios de higiene da sociedade vão sendo intensificados, auxiliando no controle de infecções e contribuindo para melhor atendimento às necessidades familiares. Percebe-se, portanto, que o Brasil necessita, mais do que nunca, de políticas habitacionais mais consistentes e urgentes e as HIS também devem ser contempladas nestes parâmetros. É importante destacar que o impacto da pandemia nos grupos mais vulneráveis afeta a toda a sociedade e, portanto, deve ser de interesse de todos os cidadãos.

A ventilação natural é a maneira mais eficiente e simples para renovar o ar interno dos edifícios, além de ser uma das principais estratégias para promover conforto térmico principalmente em regiões de clima quente e úmido. A ventilação do tipo cruzada, mais eficiente, é obtida por meio de pelo menos duas aberturas no ambiente em paredes opostas ou adjacentes, onde uma funciona como entrada de ar e a outra como saída de ar. Segundo estudos do comportamento do ar dentro das edificações, a abertura de entrada com baixa altura combinada com abertura de saída próxima ao teto ou na área central da parede oposta, resultará em um fluxo com desvio para cima, independente da altura da abertura de saída. O mesmo acontece com a abertura de saída localizada próximo ao piso, ou seja, a altura da abertura de saída do ar não influencia no modelo do fluxo do ar interno (CHÁVEZ; FREIXANET, 2005; OLGAY, 2004). Quando a abertura de entrada se posiciona na parte superior da parede, a força do fluxo de vento direciona-se para cima; se uma abertura de entrada similar se encontrar na área central da parede, o fluxo tenderá para baixo; em uma terceira situação, com a mesma abertura de entrada numa posição ao nível do chão, o fluxo de vento barrará o piso. Compreende-se, então, que a abertura de entrada é um dos principais fatores determinantes da distribuição do fluxo de ar no interior de qualquer ambiente (OLGYAY, 2004).

De maneira geral, para alcançar maiores taxas de ventilação, as aberturas de entrada devem ser menores do que as aberturas localizadas a sotavento. Quando a abertura a barlavento é maior do que a abertura de saída, o fluxo de ar é reduzido, porém, esta configuração propicia uma distribuição mais uniforme da velocidade do ar dentro do ambiente e a velocidade é aumentada na área de saída do ar. Ademais, quando as aberturas de entrada e saída possuem a mesma dimensão, a média da velocidade do ar é função da porosidade da construção; quanto maior a porosidade, maior a intensidade e a uniformidade da velocidade do ar (SERRA, 2004; OLGAY, 2004).

Outra estratégia passiva importante para evitar o contágio do vírus é a incidência de luz natural nos lares, uma vez que, segundo estudos técnicos, o vírus morre em dois ou três minutos se exposto à luz solar direta, principalmente ao meio dia (VASSOLER, 2020). Além disso, o sol é rico em vitamina D, uma das principais substâncias para equilíbrio das funções do organismo e do sistema imunológico, bastante importante para evitar o contágio do vírus. A incidência de luz natural nas edificações tem, ainda, outras vantagens como reduzir a umidade (importante para climas muito úmidos) e, conseqüentemente, evitar a proliferação de bactérias, vírus e fungos. Para planejar a incidência de luz natural nas residências de modo a evitar geração de calor excessivo, é importante realizar estudos técnicos e prever os dias e horas mais adequados para incidência da luz natural para aquela edificação. Para regiões de clima quente, uma estratégia fundamental para evitar ganhos de calor é o sombreamento, o qual pode ser obtido por meio de grandes beirais e de protetores solares planejados e dimensionados para cada orientação de fachada. Cores claras e a escolha correta de materiais construtivos também são importantes para melhor

desempenho térmico da edificação. Disponibilizar luz solar sem gerar calor principalmente nos ambientes de longa permanência torna-se um grande desafio para as novas edificações em regiões de clima quente. Nota-se que as varandas possuem uma importância significativa para contato com a luz natural e a natureza.

Percebeu-se que muitas modificações na arquitetura residencial podem surgir nos próximos anos de forma a adequar-se às novas necessidades de higiene e rotina da população mundial. Com base nestas pesquisas, o objetivo deste artigo é propor adaptações arquitetônicas em um modelo padrão de Habitação de Interesse Social (HIS) com intuito de atender às exigências pós-pandemia e as estratégias bioclimáticas para regiões da Zona Bioclimática 8 de clima quente úmido e analisar essas estratégias bioclimáticas quanto à melhoria no conforto térmico e na eficiência energética, bem como comparar os resultados da HIS padrão e da HIS adaptada.

Este trabalho foi desenvolvido e organizado em três etapas principais. A primeira etapa consistiu na definição do padrão de HIS e as aplicações das adaptações para adequação ao momento pós-pandemia. A segunda etapa consistiu na avaliação da eficiência energética de acordo com o método prescritivo do RTQ-R tanto do padrão HIS atual, quanto da HIS adaptada pós-pandemia. Por fim, a terceira etapa abordou uma análise dos dois modelos em relação ao sombreamento, através dos *softwares SketchUp e Sol-ar* e da ventilação, utilizando o *software Wind Tunnel*.

2 DESENVOLVIMENTO

Plantas baixas da HIS: padrão e adaptada

Para determinação da planta baixa da HIS proposta com adaptações pós-pandemia deste artigo, foram realizadas pesquisas no banco de projetos de Habitação de Interesse Social presente no site da Caixa Econômica Federal, com o intuito de verificar o padrão mais utilizado nessas residências, observando a disposição dos ambientes, quantidade de cômodos e detalhamentos construtivos mais empregados nessas habitações.

A maioria dos modelos pesquisados de projetos HIS, destinadas às famílias com renda até 03 salários mínimos, possuem área total construída variando entre 32,35m² até 47,27m². Há presença de 01 a 02 quartos, 01 banheiro social, sala (entrada principal da casa), cozinha (integrada ou não à sala), área de serviço e varanda na fachada frontal. Outros projetos pesquisados nessa categoria apresentam áreas construídas maiores, 51,16m² a 67,20m², e mostram a presença de ambientes como suíte e área de ventilação interna.

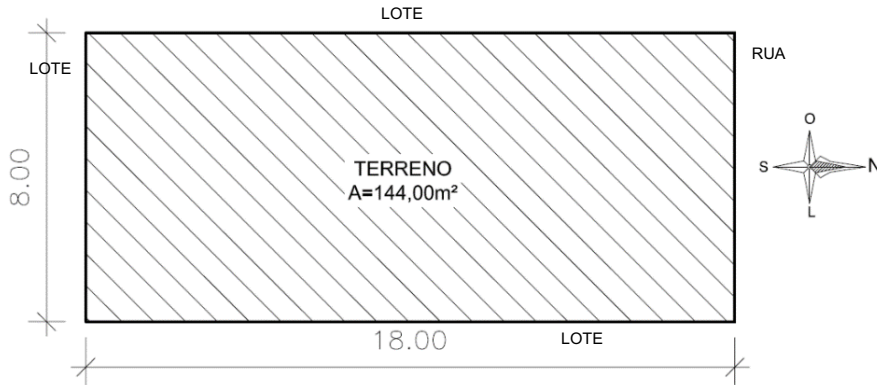
Habitações Analisadas

As duas edificações avaliadas pelo método RTQ-R, objetos de estudo desta pesquisa, foram:

- **Modelo HIS padrão:** o modelo padrão escolhido para análise foi o modelo de 51,16m², apresentado mais adiante, por ser um modelo bastante utilizado no Nordeste do Brasil, a partir do qual foram elaboradas as modificações para chegar ao modelo de HIS adaptada pós-pandemia;
- **Modelo de HIS adaptado:** modelo de HIS modificado para adaptação ao momento pós-pandemia e melhor adequação às estratégias bioclimáticas para a região, elaborado neste artigo.

O terreno e sua orientação geográfica para os dois projetos (Figura 1), teve a localização definida para a cidade de Maceió/AL, região de clima quente e úmido, localizada na Zona Bioclimática 8. O terreno foi determinado de forma aleatória, contudo, o tamanho do terreno é equivalente ao tamanho padrão utilizado nas construções das HIS brasileiras (8 metros por 18 metros). Vale ressaltar que o foco do trabalho é o comparativo da eficiência energética do modelo padrão e do modelo adaptado, considerando as modificações de espaços arquitetônicos e das estratégias bioclimáticas. Ademais, torna-se possível a replicação do modelo adaptado em outros terrenos de mesma Zona Bioclimática, apenas ajustando de acordo com a melhor orientação e disposição dos ambientes da casa.

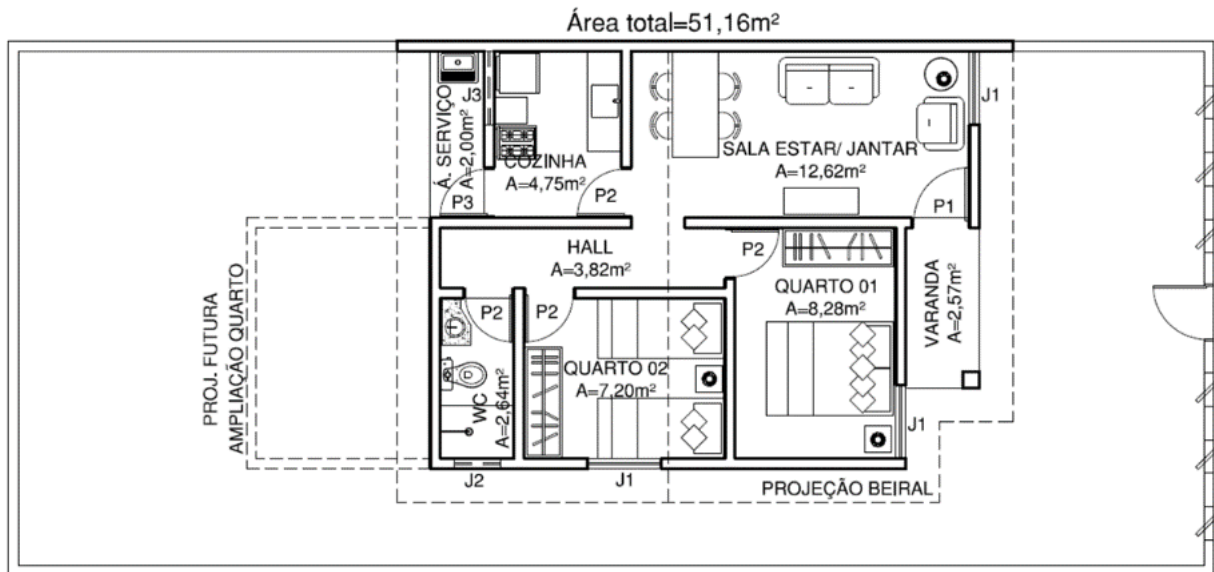
Figura 1: Terreno utilizado para o estudo de caso.



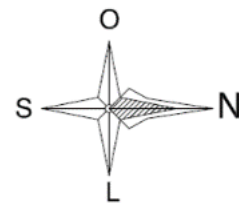
Fonte: AUTORES, 2021.

O modelo HIS padrão adotado para análise neste artigo possui 2 quartos (com opção de acrescentar mais um em futura reforma opcional), sala de estar e jantar, banheiro, cozinha, área de serviço e varanda de entrada, ocupando uma área de 51,16m². Os quartos são orientados para o Leste, direção da ventilação dominante no local. A sala encontra-se localizada na orientação Norte, contudo permitindo a fluidez do vento no sentido Nordeste. A cozinha e a área serviço encontram-se entre as orientações Sul e Oeste, onde a fachada é colada ao muro do terreno (sem aberturas). A coberta possui beiral de 50cm (Figura 2).

Figura 2: Modelo HIS padrão.



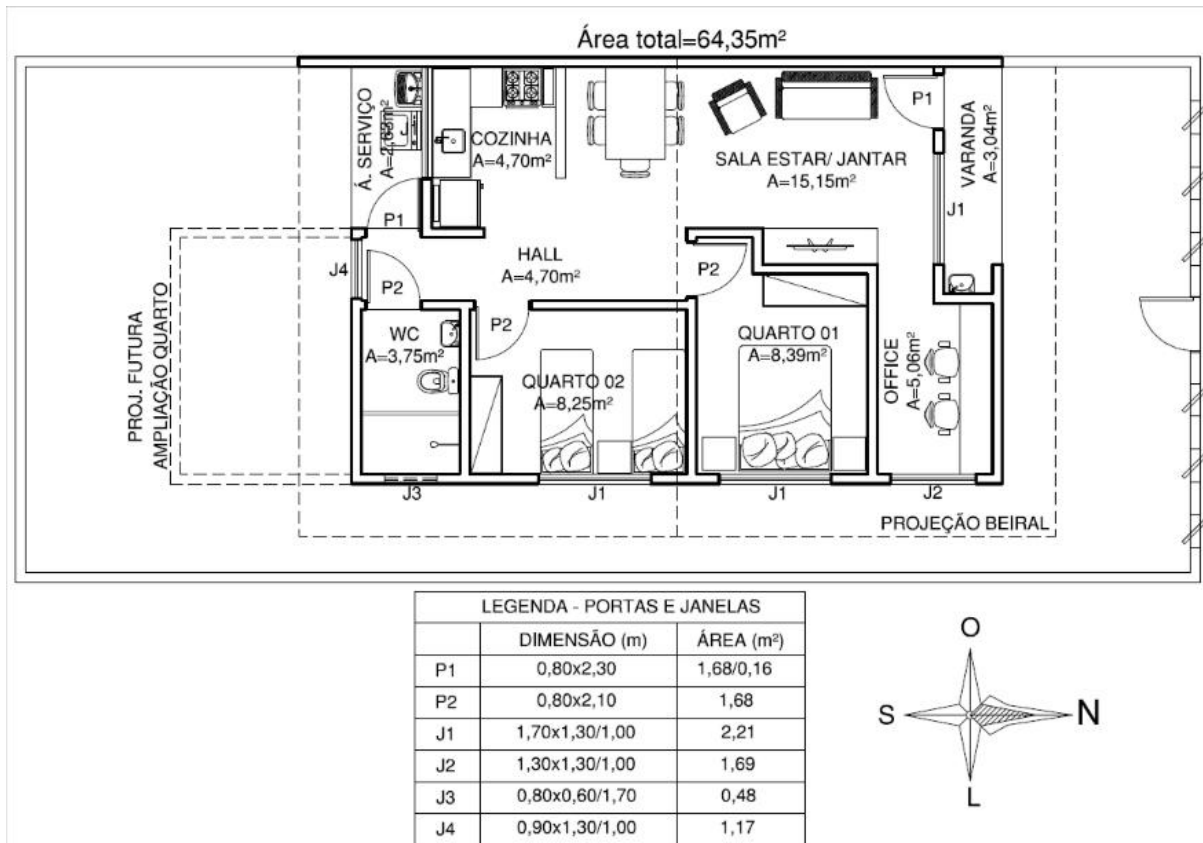
LEGENDA - PORTAS E JANELAS		
	DIMENSÃO (m)	ÁREA (m ²)
P1	0,80x2,30	1,68/0,16
P2	0,70x2,10	1,47
P3	0,70x2,30	1,47/0,14
J1	1,10x1,00/1,00	1,10
J2	0,70x0,40/1,75	0,28
J3	0,70x0,40/1,70	0,28



Fonte: AUTORES, 2021.

Para determinação do modelo HIS adaptado, utilizou-se o modelo HIS padrão adotado, permanecendo a mesma orientação solar e aplicando algumas modificações. O novo modelo possui 64,35m² de área, com 2 quartos (com flexibilidade para acréscimo de mais um quarto), banheiro, sala de estar / jantar, home office, cozinha, área de serviço, varanda de entrada e cobertura com o beiral de 80cm (Figura 3).

Figura 3: Modelo HIS adaptado.



Assim, para adaptação tanto ao momento pós-pandemia, quanto à melhoria do conforto térmico por meio de estratégias bioclimáticas, elaborou-se as seguintes alterações:

- A varanda de entrada possui um lavatório, funcionando, também, como área de desinfecção;
- A integração da cozinha com a sala de estar e jantar para facilitar a fluidez da ventilação dos ambientes, além da inserção de uma janela baixa na cozinha;
- O banheiro localiza-se próximo à entrada de serviço, permitindo que o usuário o utilize antes de passar por toda a casa, se necessário;
- O beiral da cobertura foi ampliado para 80cm, de forma a contribuir com o sombreamento das fachadas;
- Inserção de um espaço para *home office* ou estudos com abertura voltada para a orientação Leste, ventilação dominante da região;
- Acréscimo de uma janela no *hall* para favorecer a ventilação cruzada e salubridade dos espaços internos;
- Ampliação das janelas dos ambientes de longa permanência para melhor captação dos ventos e facilitar a ventilação cruzada;
- O banheiro possui largura maior (1,50m) e porta de acesso com abertura para fora, de forma a tornar-se acessível (conforto);
- Altura do pé direito adotado foi de 2,80m.

Método Prescritivo RTQ-R

Para este artigo, foram elaboradas duas avaliações para análise da eficiência energética utilizando o método prescritivo do RTQ-R de acordo com as normativas do Procel Edifica. Inicialmente, analisou-se um modelo padrão de HIS atual brasileira; posteriormente, foi analisado o novo modelo de HIS proposto neste artigo com adaptações pós-pandemia; e, por fim, elaborou-se um comparativo entre os dois resultados obtidos.

Com base nos documentos fornecidos pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) EDIFICA, o projeto em avaliação é de uma unidade habitacional autônoma, na qual, avaliam-se os requisitos relativos ao desempenho térmico da envoltória, à eficiência do(s) sistema(s) de aquecimento de água e a eventuais bonificações.

A avaliação da eficiência da envoltória pode ser realizada através do método prescritivo (no qual são utilizadas equações de acordo com a Zona Bioclimática) ou através de simulação termoenergética. Para este trabalho que contempla uma avaliação comparativa de dois modelos simples, optou-se pelo método prescritivo.

Para avaliação da eficiência da envoltória, de acordo com os pré-requisitos estabelecidos pelo RTQ-R, determinou-se os seguintes parâmetros:

- A habitação avaliada situa-se na cidade de Maceió, estado de Alagoas, a qual pertence a Zona Bioclimática 08 – de clima quente e úmido, para o qual será adotado estratégias bioclimáticas voltadas ao sombreamento das fachadas e a captação da ventilação natural;
- Os limites aceitáveis para a Zona Bioclimática 08, avaliados nas edificações para verificação dos pré-requisitos consistem nos parâmetros conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes zonas bioclimática, destacando a em estudo – ZB8.

Zona Bioclimática	Componente	Absorvância solar (adimensional)	Transmitância térmica [W/(m²K)]	Capacidade térmica [kJ/(m²K)]
ZB1 e ZB2	Parede	Sem exigência	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	Sem exigência	$U \leq 2,30$	Sem exigência
ZB3 a ZB6	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	$CT \geq 130$
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 1,50$	Sem exigência
ZB7	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	$CT \geq 130$
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência
ZB8	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	Sem exigência
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência

Fonte: Adaptado do Manual de aplicação do RTQ-R, 2014.

O pré-requisito de percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação foi avaliado nos ambientes de permanência prolongada individualmente. A área de abertura para ventilação deve ser maior ou igual a 10% da área do piso. O critério de ventilação cruzada é avaliado a habitação como toda, de acordo com a localização das aberturas em paredes opostas.

O pré-requisito de iluminação natural é analisado para cada ambiente individualmente. A área de abertura para iluminação em ambientes de permanência prolongada deve ser de no mínimo 12,5% em relação à área útil do ambiente.

Para esta avaliação, de acordo com o RTQ-R, determinaram-se os ambientes de permanência prolongada:

- No Modelo Padrão: os dois quartos e a sala de estar / jantar;
- No Modelo Adaptado: os dois quartos e a sala de estar / jantar / cozinha integrada e o *home office*.

Após a verificação do atendimento aos pré-requisitos, elaborou-se o cálculo do desempenho da envoltória, através da planilha fornecida pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), para cada ambiente de permanência prolongada das duas Unidades Habitacionais em estudo, considerando os parâmetros da Zona Bioclimática 8 e considerando todos os parâmetros exigidos pelo regulamento como as propriedades dos materiais e aberturas da envoltória e as características do aquecimento de água.

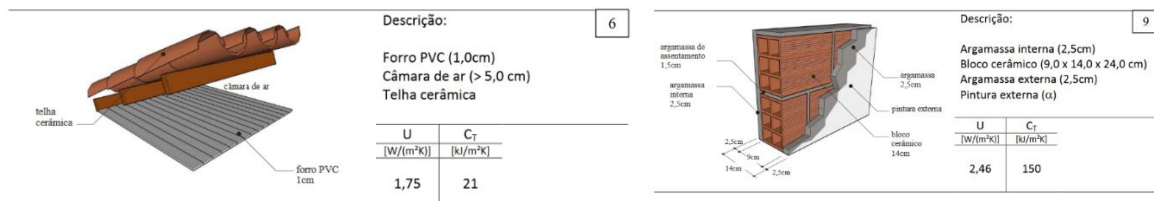
Para determinação do equivalente numérico da envoltória naturalmente ventilada (EqNumEnv) da unidade habitacional autônoma através da Equação, para a zona Bioclimática 08 adotou-se apenas o equivalente numérico de resfriamento, conforme o regulamento.

Em relação à análise da envoltória, os modelos de habitação analisados tiveram como determinação de seus materiais e composição seguindo o padrão construtivo adotado em sua maioria pelos programas governamentais de habitação de interesse social na região estudada, conforme os memoriais descritivos de projetos encontrados no site da Caixa Econômica Federal.

O sistema construtivo adotado na edificação foi a alvenaria convencional de blocos cerâmicos, empregando tijolos de 6 furos nas dimensões 9 x 14 x 24cm. A argamassa de assentamento dos tijolos empregada foi cimento e areia no traço 1:6 e a junta entre os tijolos com espessura média de 15 mm.

A cobertura adotada foi de telhas cerâmica, sobre madeiramento de eucalipto e com forro de PVC (nos quartos). A Figura 4 apresenta as características térmicas dos componentes citados. No caso da cobertura e paredes, os valores foram obtidos no Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes e Cobertas, desenvolvidas por pesquisadores do LABEEE (LAMBERTS et al, 2017).

Figura 4: Propriedades das paredes e cobertura adotados.



Fonte: LAMBERTS et al, 2017.

Para obtenção dos valores da absorvância, foi considerada cobertura de cor cerâmica (Látex PVA fosco) = 0,65, e paredes com a pintura externa na cor branca e bege (Látex PVA fosco) = 0,25, dados retirados do Catálogo de Dornelles (2008).

As janelas adotadas para análise foram do tipo alumínio e vidro comum com abertura do tipo correr com duas folhas. Essas janelas apresentam um percentual de 80 de abertura para iluminação natural e de 45% de abertura para ventilação natural, conforme as características do Regulamento. Cada modelo possui dimensões específicas das aberturas, conforme podem ser visualizadas nas plantas baixas apresentadas.

O aquecimento de água adotado nos dois modelos de projetos foi o aquecimento solar, bastante utilizado na região, além de ser eficiente praticamente durante todo o ano em regiões de clima quente. Entretanto, os modelos analisados preveem a utilização de *backup* por resistência elétrica equivalente à fração solar anual mínima de 70%. As caixas térmicas são instaladas sobre o telhado na fachada Norte, com inclinação de 19°, equivalente a 35% de inclinação da coberta em telha cerâmica e compatível com a angulação da latitude da cidade de Maceió (9°40'S) acrescido de 10° de forma a otimizar a eficiência do sistema. Tanto os coletores solares quando os reservatórios devem possuir selo Procel de eficiência A. Para a análise do aquecimento de água, adotaram-se as seguintes características:

- Tubulação metálica para água quente de 25mm de diâmetro;
- Isolamento térmico da tubulação metálica de 1cm para condutividade térmica de 0,032 W/mK, conforme o RTQ-R;
- Volume do sistema de armazenamento de água quente foi considerado 300L, considerando 6 pessoas na residência, uma vez que os modelos apresentados possuem dois quartos com opção de crescer mais um e considerando um consumo de 50L por pessoa por dia;
- Para volume do sistema de armazenamento, considerou-se, também, as temperaturas de consumo e de armazenamento iguais e a temperatura média anual da cidade de Maceió foi considerada 24,8°C (PASSOS, 2009).

Com base no RTQ-R, o coeficiente da região Nordeste foi alterado para o valor de 0,65, uma vez que foi adotado um sistema de aquecimento de água projetado ou instalado nos dois modelos analisados.

As bonificações não foram consideradas em nenhum dos dois modelos apresentados, visto que, para o método prescrito, apenas ventilação e iluminação são contempladas, as quais são foram atingidas nos modelos apresentados, de forma a haver um comparativo mais fiel à realidade das HIS brasileiras.

Ventilação e Sombreamento

Foi analisado o desempenho da ventilação natural e do sombreamento nos dois modelos de HIS apresentados. Para análise da ventilação natural, utilizou-se o programa *Wind Tunnel*, verificando, em planta baixa, o caminho dos ventos dentro de cada um dos modelos. As orientações da ventilação natural analisadas foram Leste, Sudeste e Nordeste por se apresentarem de forma mais dominantes durante o ano na região em estudo. O *software* apresenta o percurso do vento dentro do edifício de forma simplificada (apenas em planta baixa) e demonstra, por meio de cores, a localização das maiores taxas de ventilação, mas não especifica as velocidades. A cor vermelha representa as maiores taxas enquanto a cor roxa representa as menores. Apresenta-se como método eficaz para a região em estudo uma vez que a ventilação natural é uma das estratégias mais importantes para promoção do conforto térmico na cidade de Maceió, pois não há grandes diferenças de temperatura ao longo do ano, tornando a qualidade da distribuição do vento dentro dos ambientes mais importante do que a velocidade.

Para análise do sombreamento dos modelos HIS padrão e adaptado, utilizou-se o programa Sol-AR para analisar o sombreamento nas aberturas proporcionado pelo protetor solar (beiral da cobertura). Ademais, utilizou-se o *software sketchUp* para verificação do sombreamento nas fachadas das casas em estudo. As fachadas analisadas foram Norte, Leste e Sul, excluindo-se a fachada Oeste uma vez que esta é colada ao muro do terreno e não possui aberturas e nem proteção solar. Os períodos do ano simulados foram o Solstício de verão (22 de dezembro) às 9h e às 16h, Solstício de inverno (22 de junho) às 9h e 16h e Equinócio de Primavera (22 de setembro) às 9h e 16h. Determinou-se horário pela manhã e pela tarde para verificação do sombreamento nos dois períodos de posição do Sol ao longo do dia. As datas dos Solstícios foram escolhidas por serem as posições extremas da trajetória solar (posição Sul no Solstício de verão e posição Norte no Solstício de inverno), além da data do Equinócio, que representa o intervalo mediano entre essas duas posições extremas.

3 RESULTADOS

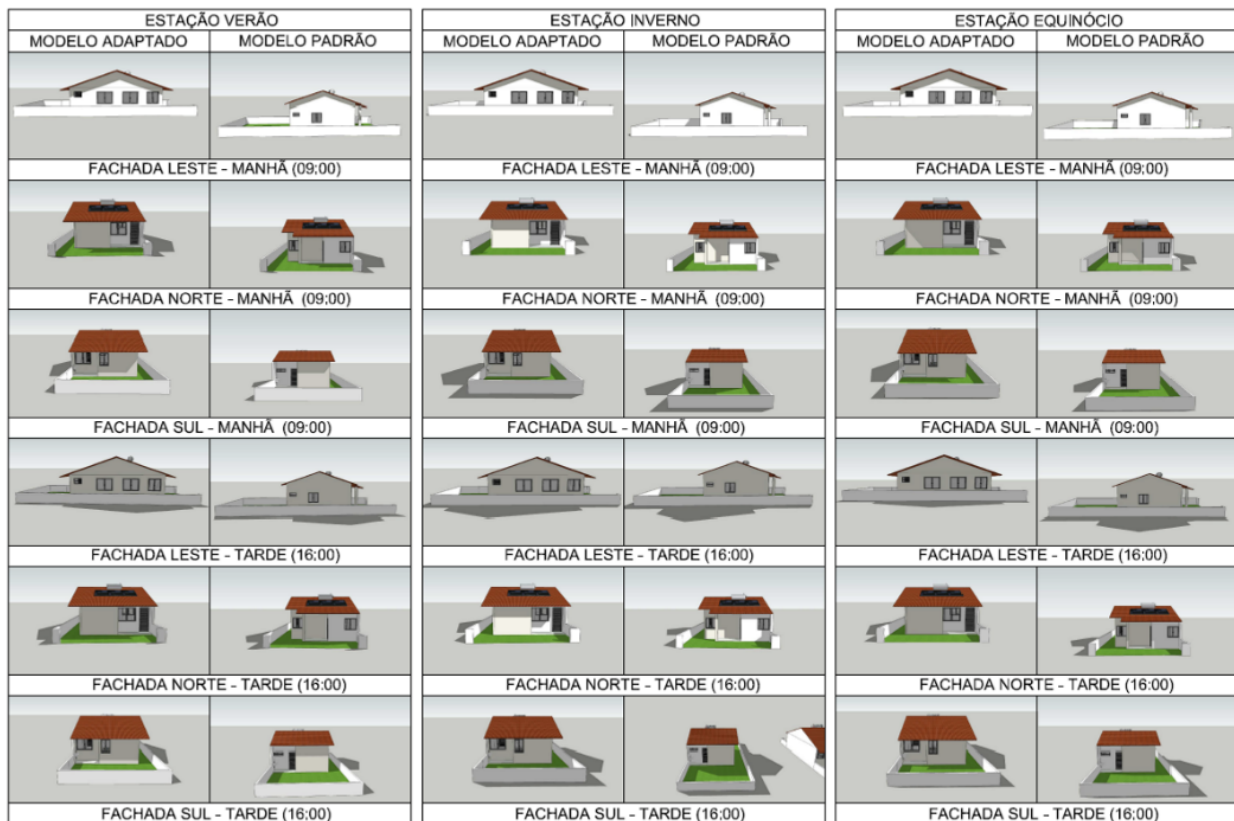
Foram analisados os modelos padrão brasileiro de HIS e de HIS adaptado para o momento pós-pandemia, de acordo com as estratégias bioclimáticas para regiões da Zona Bioclimática 8.

Para os dois modelos, elaboraram-se avaliações de Eficiência Energética utilizando o modelo prescritivo do Regulamento Técnico de Qualidade Residencial (RTQ-R), desenvolvido pelo Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (PROCEL EDIFICA). Além disso, estudou a ventilação e o sombreamento dos modelos, a fim de analisar as principais estratégias bioclimáticas da região aplicadas nas residências. Os resultados obtidos e o comparativo entre os dois modelos são apresentados a seguir.

As mudanças realizadas no modelo padrão sugeriram uma melhoria na captação dos ventos predominantes da região, com a reposição das aberturas, fluxos e áreas, além de um maior sombreamento das aberturas e paredes externas na envoltória, através da ampliação do beiral. Para constatar tais melhorias foi verificado o fluxo dos ventos e sombreamento nas fachadas Leste, Sul e Norte.

Na Figura 5 foram estudadas o sombreamento das fachadas Leste, Norte e Sul, no período da manhã (09:00) e tarde (16:00), durante as estações verão, inverno e equinócio.

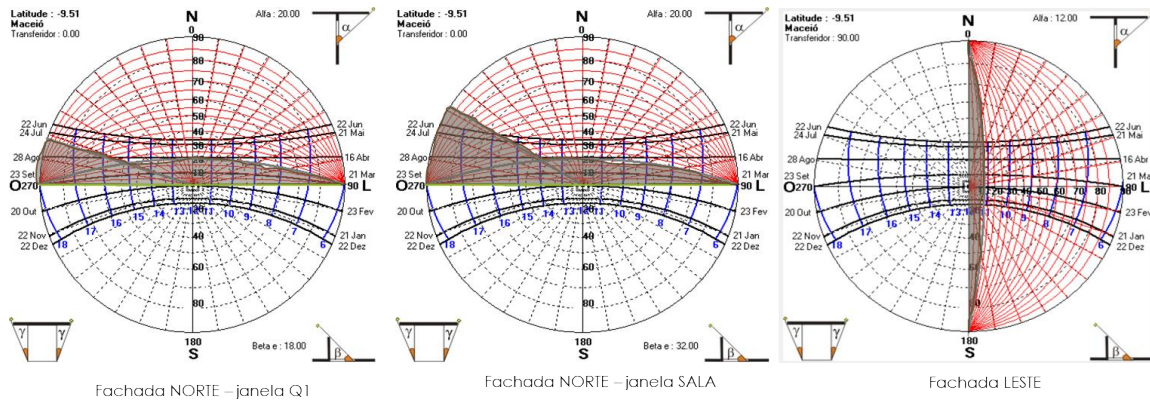
Figura 5: Sombreamento nas fachadas dos modelos padrão e adaptado.



Fonte: AUTORES, 2021.

No modelo HIS padrão o sombreamento na fachada Norte limita-se em alguns períodos. As aberturas na Fachada Norte possuem área de sombreamento conforme imagens abaixo, onde é possível constatar o sombreamento na orientação Oeste nos Meses de Março, Abril, Agosto e Setembro em ambas as aberturas, ampliando o período na janela da sala de estar para os meses de Maio a Julho. E as aberturas na fachada Leste passam a ser sombreadas a partir das 11h (Figura 6).

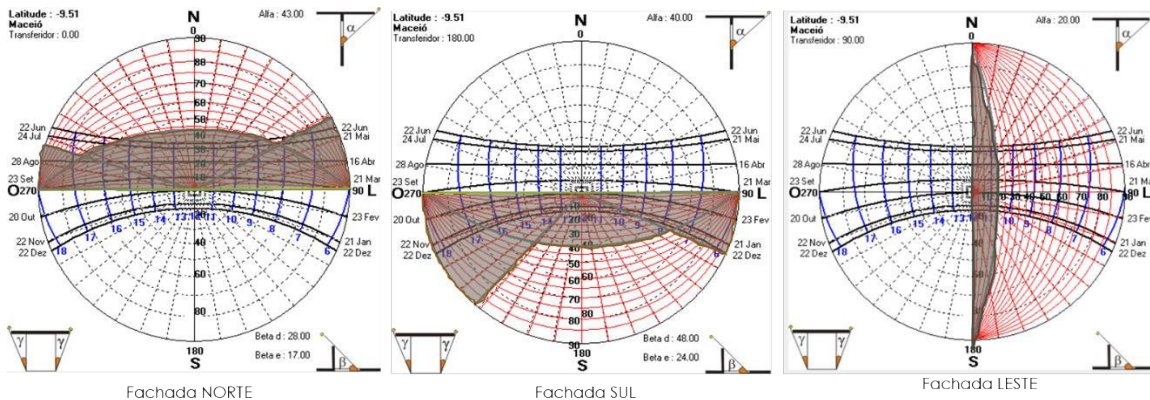
Figura 6: Cartas solares - fachadas do modelo padrão.



Fonte: AUTORES, 2021.

Já no modelo HIS adaptada, com o aumento do beiral e a criação da varanda, acrescentado na mesma uma área de desinfecção, os ângulos de proteção criados ampliaram o período de sombreamento na fachada Norte, conforme Figura 7. No HIS adaptado foram aplicados elementos de sombreamento nas fachadas Norte, Leste e Sul; Na fachada Norte o beiral sugerido como proteção para as aberturas na sala de estar, juntamente com o recuo gerado pela varanda, possui um alfa igual a 43° , o que gerou uma máscara de sombra que protege em quase todo ano, exceto a partir das 16h nos meses de junho e julho. Na fachada Leste a máscara de sombra protege as aberturas todo ano das 10h50min às 12h. E na fachada Sul o sombreamento passa a ser todo ano.

Figura 7: Cartas solares - fachadas do modelo adaptado.

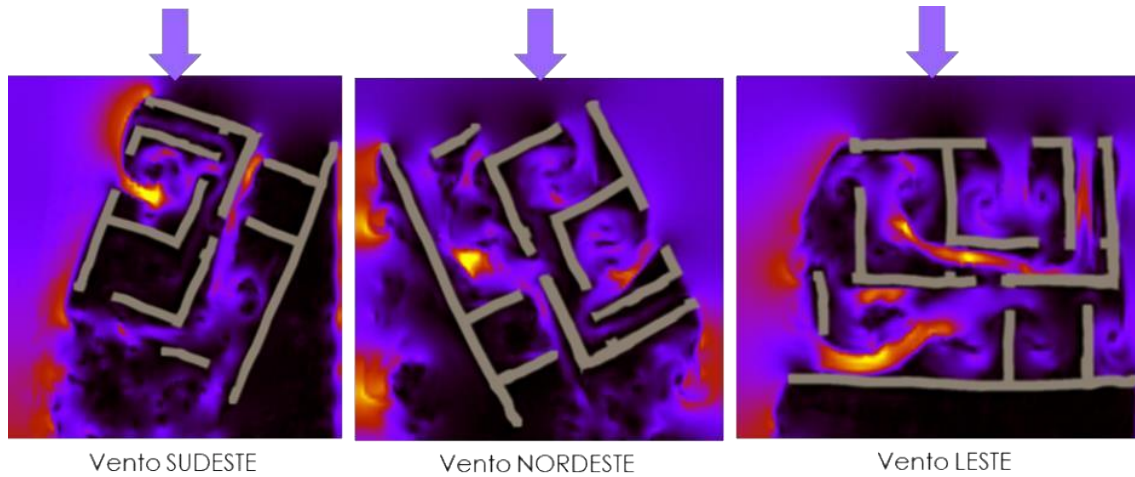


Fonte: AUTORES, 2021.

No modelo HIS padrão, dentre os ambientes, o quarto 01 e a cozinha apresentaram baixa captação dos ventos. O oposto ocorreu no quarto 02 e sala de estar/jantar, captando as três orientações de vento. Na simulação (Figura 8) percebe-se que o quarto 01 capta a ventilação Leste que passa pelo banheiro e pelo quarto 02 com velocidade, enquanto o vento Sudeste flui de forma satisfatória no ambiente.

Quanto à qualidade do ar, o percurso que o vento faz ao passar pelo banheiro se destaca, pois o percurso feito é do banheiro (setor de serviço) para os quartos e salas (setor social e íntimo) o que deveria ser o inverso ou evitado. Destaca-se a pouca abrangência da ventilação nos ambientes, tendo destaque o vento Sudeste. E o que apresentou uma distribuição melhor foi o de captação do vento leste.

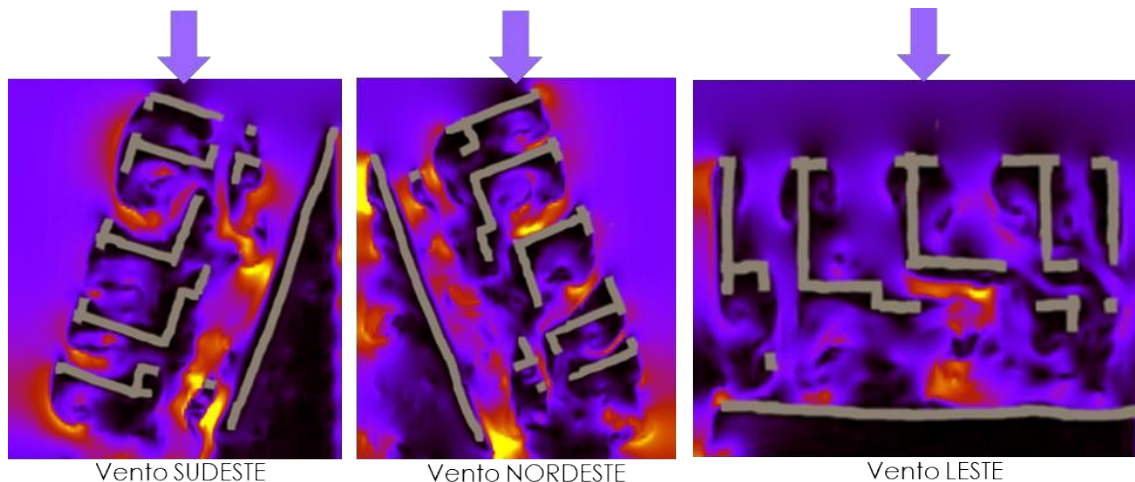
Figura 8: Fluxo da ventilação natural – HIS padrão.



Fonte: AUTORES, 2021.

Na Figura 9, do modelo HIS adaptado, só fortalecem a ideia que com o aumento das aberturas há uma maior a distribuição da ventilação nos ambientes, como também se constata a presença da ventilação das três orientações de ventos analisados em todos os ambientes. Quanto à qualidade do ar, destaca-se a influência da abertura no hall de circulação, onde a mesma permitiu que o vento que passa no banheiro saia pela janela, não passando assim por outros setores da casa. Destaca-se também a abrangência da ventilação no interior dos ambientes.

Figura 9: Fluxo da ventilação natural – HIS adaptada.



Fonte: AUTORES, 2021.

Para análise da eficiência energética, foram analisados os ambientes de longa permanência da HIS padrão, são eles: quarto 01, quarto 02 e sala de estar/jantar, tais ambientes apresentaram classificação D, C e D, respectivamente (Quadro 2). O que resultou em uma classificação da voltória para o verão D, pontuação de 2,26.

O resultado da classificação D do quarto 01 e da sala estar/jantar pode ser justificado pela disposição dos ambientes e aberturas das janelas para fachada Norte (fachada onde recebe muita incidência solar durante todo o ano). Além disso, a sala ainda tem em seu perímetro uma face voltada para a fachada Oeste e apesar dessa fachada ser colada no muro, há influencia na incidência dos raios solares diretos.

Quadro 2: Análise da classificação da UH RTQ – Edificações Residenciais – modelo HIS padrão.

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	QUARTO 02	QUARTO 01	SALA
	Área útil do APP	m²	7,20	8,28	12,62
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	1	1	1
	Contato com solo	adimensional	1	1	1
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0	0
Cobertura	Ucob	W/m².K	1,75	1,75	1,75
	CTcob	kJ/m².K	21,00	21,00	21,00
	αcob	adimensional	0,75	0,75	0,75
Paredes Externas	Upar	W/m².K	2,46	2,46	2,46
	CTpar	kJ/m².K	150,00	150,00	150,00
	αpar	adimensional	0,37	0,37	0,37
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m²	0,00	11,50	7,25
	SUL	m²	0,00	0,00	0,00
	LESTE	m²	11,58	9,38	1,11
Áreas de Aberturas Externas	OESTE	m²	0,00	0,00	18,94
	NORTE	m²	0,00	1,10	1,10
	SUL	m²	0,00	0,00	0,00
Características das Aberturas	LESTE	m²	1,10	0,00	1,68
	OESTE	m²	0,00	0,00	0,00
	Fvent	adimensional	0,50	0,50	0,80
Características Gerais	Somb	adimensional	0,20	0,20	0,20
	Área das Paredes Internas	m²	20,25	14,78	14,77
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	Pé Direito	m	2,80	2,80	2,80
	C altura	adimensional	0,389	0,338	0,222
	isol	binário	0	0	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	vid	binário	0	0	0
	Uvid	W/m².K	0	0	0
	GHR	°C.h	C	D	D
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	D	D	Não se aplica 0,000
			62,866	58,304	

Fonte: AUTORES, 2021.

Quanto ao aquecimento de água teve pontuação 5,0, resultando a classificação A. Após considerar os elementos existentes no projeto da HIS padrão o resultado final teve a pontuação de 3,22 que classificou como C (Figura 10).

Figura 10: Análise da classificação final da UH RTQ – Edificações Residenciais – modelo HIS padrão.

Pontuação Total	Identificação	HIS PADRÃO
	Envoltória para Verão	D 2,26
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	A 5,00
	Equivalente numérico da envoltória	D 2,26
	Envoltória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,00
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,65
Classificação final da UH		C
Pontuação Total		3,22

Fonte: AUTORES, 2021.

Após realizar modificações, criando assim o modelo de HIS adaptado, foi aplicado o método prescritivo do RTQ-R nos ambientes de longa permanência avaliados: quarto 01, quarto 02, sala de estar/jantar/cozinha e

o *home office*. O projeto atendeu aos pré-requisitos estabelecidos igualmente ao modelo anterior, obtendo a classificação C para os quartos 01 e 02 e classificação D para sala de estar/jantar/cozinha e o *home Office* (Quadro 3).

Quadro 3: Análise da classificação da UH RTQ – Edificações Residenciais – modelo HIS adaptado.

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	SALA/JANTAR	HOME OFFICE	QUARTO 02	QUARTO 01
	Área útil do APP	m ²	21,89	5,06	8,25	8,39
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	1	1	1	1
	Contato com solo	adimensional	1	1	1	1
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0	0	0
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	1,75	1,75	1,75	1,75
	CTcob	kJ/m ² .K	21,00	21,00	21,00	21,00
	αcob	adimensional	0,75	0,75	0,75	0,75
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	2,46	2,46	2,46	2,46
	CTpar	kJ/m ² .K	150,00	150,00	150,00	150,00
	αpar	adimensional	0,37	0,37	0,37	0,37
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m ²	4,26	7,25	0,00	0,00
	SUL	m ²	6,31	0,00	0,00	0,00
	LESTE	m ²	0,00	3,37	13,60	9,79
	OESTE	m ²	30,75	0,00	0,00	0,00
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m ²	4,14	0,00	0,00	0,00
	SUL	m ²	2,21	0,00	0,00	0,00
	LESTE	m ²	0,00	1,69	2,21	2,21
	OESTE	m ²	0,00	0,00	0,00	0,00
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,72	0,50	0,50	0,50
	Somb	adimensional	0,20	0,20	0,20	0,20
Características Gerais	Área das Paredes Internas	m ²	11,90	8,96	21,00	25,20
	Pé Direito	m	2,80	2,80	2,80	2,80
	C altura	adimensional	0,128	0,553	0,339	0,334
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0	0	0	0
	vid	binário	0	0	0	0
	Uvid	W/m ² .K	0	0	0	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D 12748	D 13292	C 10531	C 10499
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	D 58,901	D 58,347

Fonte: AUTORES, 2021.

A classificação D para sala de estar/jantar/cozinha pode ser justificada pela grande área de parede orientada à Oeste, apesar de haver janelas em paredes opostas, criando uma ventilação cruzada em todo o ambiente. Ademais, este ambiente possui varanda nas orientações Norte e Sul, além de beiral de 80cm que garantem um sombreamento nestas fachadas; os quais não foram suficientes para melhoria da classificação deste ambiente.

Em relação ao *home office*, mesmo possuindo abertura na orientação Leste (vento dominante da região em estudo), alcançou classificação D provavelmente por possuir parede externa voltada à orientação Norte. Os quartos 01 e 02 apresentam apenas uma parede externa com janela voltada ao Leste, orientação de ventos predominantes da região e mesmo assim resultaram em classificação C. Isto ocorreu, provavelmente, por causa do sistema construtivo empregado nas paredes desta habitação.

No resultado do Equivalente Numérico da Envoltória a pontuação obtida foi de 2,38, classificando como conceito D. O Aquecimento de água foi classificado como conceito A. E o resultado final do modelo HIS adaptado foi C, com pontuação de 3,30 (Figura 11).

Tanto a HIS padrão quanto a HIS adaptada alcançaram classificação final C, contudo a HIS adaptada obteve melhor pontuação (3,30) em relação ao modelo padrão (3,22). Constatou-se que houve uma melhora na pontuação dos quartos, principalmente no quarto 01, chegando a mudar de classificação positivamente de D (no modelo HIS padrão) para C (no modelo HIS adaptado) possivelmente por causa do aumento da abertura da janela, bem como pela extinção da parede externa na orientação Norte.

Outra mudança constatada foi a melhoria na pontuação da sala de estar/jantar. No modelo HIS padrão o ambiente avaliado possuía uma limitação com a cozinha através de uma divisória alta de alvenaria, já no modelo HIS adaptado, houve uma integração com a cozinha, bem como a inserção de uma janela baixa na cozinha tornando-os um ambiente único e permitindo uma maior circulação de ar, apesar desta alteração não ter sido suficiente para modificação do conceito da classificação (D).

Figura 11: Análise da classificação final da UH RTQ – Edificações Residenciais – modelo HIS adaptado.

Pontuação Total	Identificação	HIS ADAPTADA
	Envoltória para Verão	D 2,38
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	A 5,00
	Equivalente numérico da envoltória	D 2,38
	Envoltória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,00
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,65
	Classificação final da UH	
Pontuação Total		3,30

Fonte: AUTORES, 2021.

O processo construtivo adotado nas HIS foram os mesmos, assim pôde-se avaliar a influência das modificações quando aplicadas com foco nas estratégias bioclimáticas para Zona Bioclimática 08, onde foram utilizadas aberturas maiores nas orientações dos ventos predominantes e sombreamento nas fachadas de maior incidência solar por meio de beirais.

4 CONCLUSÃO

Os projetos avaliados não obtiveram classificações esperadas na análise pelo RTQ-R, mesmo aplicando algumas estratégias bioclimáticas adequadas à região, as quais poderiam reduzir o consumo energético da edificação. Desta forma, percebeu-se a ineficiência da aplicação do método prescritivo do RTQ-R, sendo, portanto, necessária a aplicação de simulação computacional para resultados mais confiáveis.

Outro fator que não é considerado na avaliação prescritiva da envoltória pelo RTQ-R é o sombreamento de áreas de fachadas que não possuem aberturas, estratégia que reduziria a absorção de calor por superfícies opacas, como acontece nos modelos avaliados, que possuem beirais nas fachadas Norte, Sul e Leste. Por meio da simulação nos softwares *sketchUp* e *Sol-AR*, foi possível perceber que existiram melhorias em relação ao sombreamento das fachadas por meio do aumento do beiral da coberta no modelo adaptado, as quais desempenharão melhorias de conforto térmico para os usuários das edificações, reduzindo a transmissão de calor para o interior da casa, mas sem restringir o acesso à luz solar, aproveitada como estratégia de fortalecimento do sistema imunológico dos habitantes, bem como empregada no combate à umidade do clima local.

De acordo com o resultado do RTQ-R, os projetos obtiveram classificação D quanto à refrigeração artificial da envoltória, não apresentando a necessidade de inserir nenhum tipo de refrigeração artificial, visto que os projetos são habitações populares para um público que possivelmente não instalam equipamentos como ar-condicionado. Além disso, a ventilação natural para a região em estudo é responsável pelo conforto térmico do usuário na maioria dos dias do ano e, conseqüentemente, ajuda na redução do consumo energético. Por meio da análise da ventilação natural pelo software *Wind Tunnel*, percebeu-se que, com o aumento dos tamanhos das aberturas bem como com a inserção de novas janelas, houve uma melhoria significativa na distribuição do vento no interior da casa adaptada, proporcionando um melhor conforto térmico aos usuários ao longo do ano.

Vale ressaltar que outra melhoria significativa na edificação foi a adaptação do projeto arquitetônico ao momento pós-pandemia, incluindo na residência um espaço para *home office* ou estudos, inserção de lavatório na entrada da casa, acesso direto ao banheiro por meio da entrada de serviço, aumento da fluidez do vento para melhor salubridade dos espaços da edificação, além da ampliação do banheiro para adequação às normas de acessibilidade. Esses itens não são diretamente relevantes na análise da

classificação de eficiência energética do RTQ-R, mas contribuem para o conforto e salubridade dos usuários em suas residências.

5 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15220-2: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*. Rio de Janeiro, 2005a.
- _____. *NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social*. Rio de Janeiro, 2005b.
- _____. *NBR 15575-1: Edifícios habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais*. Rio de Janeiro, 20201.
- ALBIM, R.; KRAUSE, C. Produção social da moradia: um olhar sobre o planejamento da Habitação de Interesse Social no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, Recife, v. 16, n. 1, p.189-201, maio 2014. Semestral.
- BRASIL. *Direitos Humanos: Atos Internacionais e Normas Correlatas*. – 4a Ed. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2013. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/508144/000992124.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2022.
- _____. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. *Direito à moradia adequada*. – Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos, 2013. Disponível em: https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/DH_moradia_final_internet.pdf. Acesso em: 28 fev. 2022.
- _____. *Manual para aplicação do RTQ-R - 4.2; Versão 1 nº18/2012 - ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/ 2013 Atualizado em 27/11/2017 Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros*.
- BEZERRA JÚNIOR, F. R. *Habitação de Interesse Social, conceito e projeto: Uma proposta para mãe Luiza / Natal – RN*. *Revista Projetar*, v.2, n.1, abril 2017.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Download de Arquivos: Banco de Projetos - Projetos Habitação de Interesse Social (HIS)*. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>>. Acesso em: 05 dezem. 2020.
- CASTRO, K. D. Impactos da qualidade do espaço arquitetônico na produtividade do trabalhador. *Revista Protexito*, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 23-38, jul-dez. 2007.
- CHÁVEZ, J. R. G.; FREIXANET, V. F. *Viento y arquitectura: El viento como factor de diseño arquitectónico*. México: Trillas, 2005, p. 47-70.
- DORNELLES, K. A. *Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA*. 160p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- FAGUNDES, R. M. *Aplicação do RTQ-R na avaliação da eficiência energética de edificações multifamiliares de interesse social para as zonas bioclimáticas brasileiras*, 162p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Centro Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, RS, 2014.
- GOUBEIA, H. L.; SPOSTO, R. M. Indicadores de desempenho térmico de vedações verticais externas relacionados com o custo de HIS com base na norma de desempenho no Brasil. *Revista de Ciência e Tecnologia*, v.2, nº 3, 2016.
- LEÃO, N. M. de. *Oficina do Historiador*, Porto Alegre, EDIPUCRS, v. 11, n. 2, jul./dez. 2018.
- LIMA, Kamila Mendonça de. *Desempenho térmico e luminoso de brises externos em escritórios em Maceió-AL*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós-Graduação em Dinâmica do Espaço Habitado, AL, 2012.150 f.: il., color.
- MORISHITA, Cláudia. *Impacto do Regulamento para Eficiência Energética em Edificações no Consumo de Energia Elétrica do Setor Residencial Brasileiro*. 2011. 232p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2011.
- OLGYAY, V. *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili, 2004, p. 32-42, 53-78, 94-112.
- PASSOS, I. C. S. *Clima e arquitetura habitacional em alagoas: estratégias bioclimáticas para Maceió, Palmeira dos Índios e Pão de Açúcar*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós-Graduação em Dinâmica do Espaço Habitado, AL, 2009.
- PORANGABA, Al. T. A Habitação de Interesse Social nos currículos mínimos de arquitetura e urbanismo: uma análise histórico-documental. *Revista Projetar*, v.2, n.2, agosto 2017.
- SEGAWA, H. Clave de Sol: notas sobre a história do conforto ambiental. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, n.2, p. 37-46, jun. 2003.

SERRA, R. *Arquitectura y climas*. Barcelona: Gustavo Gili, 2004, p. 7-56.

VASSOLER, L. A. Informações sobre o novo coronavírus. In: *Associação Comercial de Sorocaba*, abril, 2020
<<https://www.acso.com.br/acso2019/exibenoticia.aspx?idNoticia=1198>>. S/pag. Acesso em: 06 dez. 2020.

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