

## **ESTUDO DA VENTILAÇÃO NATURAL EM HABITAÇÕES POPULARES REFORMADAS EM MACEIÓ-AL: ANÁLISE PÓS-OCUPAÇÃO NO CONJUNTO VILA SÃO PEDRO III**

Allan H. S. Santos<sup>1</sup>, Juliana O. Batista<sup>2</sup>

1. Estudante de Arquitetura e Urbanismo na FAU – UFAL e bolsista PIBIC

2. Professora e pesquisadora PIBIC na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU – UFAL / Orientadora

### **Resumo**

No contexto do déficit habitacional brasileiro, a demanda por moradias populares tem sido suprida por soluções massificadas, que atendem minimamente às necessidades dos usuários e pouco consideram o contexto climático de onde estão inseridas, motivando a execução de reformas para adequar a moradia ao estilo de vida de seus ocupantes. Este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho térmico de habitações localizadas no Conjunto Vila S. Pedro, em Maceió-AL, quanto a aspectos de ventilação natural, bem como estudar o impacto das reformas pós-ocupação na captação e circulação de ventos nos ambientes. No caso analisado, as reformas geraram impacto negativo por obstruírem a entrada de ventos através das aberturas, as quais, ainda, foram dimensionadas e distribuídas de modo pouco eficiente para o aproveitamento da ventilação, reforçando a importância de programas de assistência técnica e a necessidade de integrar estratégias bioclimáticas ao projeto de habitações de interesse social.

**Palavras-chave:** conforto ambiental; análise bioclimática; desempenho térmico.

**Apoio financeiro:** FAPEAL.

**Trabalho selecionado para a JNIC:** FAU-UFAL.

### **Introdução**

No contexto do déficit habitacional brasileiro, políticas de Habitação de Interesse Social (HIS) têm sido adotadas para suprir a demanda por moradias populares. Entretanto, métodos utilizados por construtoras para redução de custos, com atendimento mínimo às expectativas dos usuários, tendem a comprometer a qualidade técnica das edificações (MARROQUIM, 2017). Segundo Costa (2011), estratégias de desempenho térmico estão pouco presentes nas diretrizes projetuais dos programas de HIS, implicando que as habitações resultantes não são concebidas tendo em vista a adequação às condições de insolação e ventilação natural.

Curcio e Silva (2009) reforçam a importância do desempenho térmico nas HIS uma vez que seus usuários possuem menor poder aquisitivo, de modo que o aproveitamento de condicionantes climáticos pode propiciar melhores condições de conforto térmico, reduzindo custos com condicionamento artificial. Nesse aspecto, estratégias de ventilação natural atuam em três frentes: renovação do ar e remoção impurezas; resfriamento do edifício através da exaustão do ar quente e resfriamento fisiológico por refrescamento devido à velocidade do ar (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006).

A NBR 15220 (ABNT, 2003) enquadra a cidade de Maceió na Zona Bioclimática 8 em função das altas temperaturas e altos índices de umidade registrados ao longo do ano. Para o projeto de edificações nesta zona, recomenda-se, quanto à ventilação natural, o uso de grandes esquadrias posicionadas e orientadas de modo a permitir ventilação cruzada nos ambientes. Maia (2016) destaca, com base em dados da estação meteorológica do Aeroporto Internacional de Maceió, a predominância dos ventos leste e sudeste na cidade, os quais registram maior frequência de ocorrência ao longo do ano e maiores velocidades.

O objetivo deste trabalho consiste em analisar condições de ventilação natural de unidades habitacionais de interesse social localizadas em Maceió-AL, bem como estudar o impacto das reformas pós-ocupação no desempenho térmico da habitação quanto à captação e distribuição de ventos. O estudo foi desenvolvido com base em análise prescritiva segundo parâmetros da NBR 15575 (ABNT, 2013), RTQ-R (BRASIL, 2012), ensaio em mesa d'água e análises qualitativas da incidência dos ventos predominantes.

### **Metodologia**

Dentre os conjuntos de HIS em Maceió, o Vila São Pedro III foi escolhido como objeto de estudo pela diversidade de orientações de implantação, quantidade relevante de unidades alteradas e tipos variados de reforma. O conjunto, composto por blocos de quatro apartamentos divididos em dois pavimentos, foi implantado no bairro do Vergel do Lago em 2009 e destinado a moradores de comunidades pesqueiras às margens da Lagoa Mundaú. Durante visita a campo, foi realizado o levantamento de cinco apartamentos e entrevistas com moradores acerca da ocupação de ambientes, padrões de uso de esquadrias e motivações para as reformas.

A análise prescritiva das unidades consistiu na comparação das áreas de abertura para ventilação das esquadrias dos ambientes de longa permanência (sala de estar, dormitórios e cozinha) com as recomendações propostas pelo RTQ-R (BRASIL, 2012) e NBR 15575 (ABNT, 2013). Adicionalmente, o posicionamento das aberturas foi analisado quanto ao aproveitamento de ventos predominantes e possibilidade de ocorrência de ventilação cruzada.

As etapas seguintes do estudo (ensaio em mesa d'água e simulação computacional) foram realizadas em uma unidade representativa da amostra de apartamentos levantados, a qual reúne as principais reformas realizadas pelos moradores, tais como construção de áreas cobertas, ampliação de ambientes, obstrução e/ou substituição de janelas e alterações na funcionalidade dos espaços.

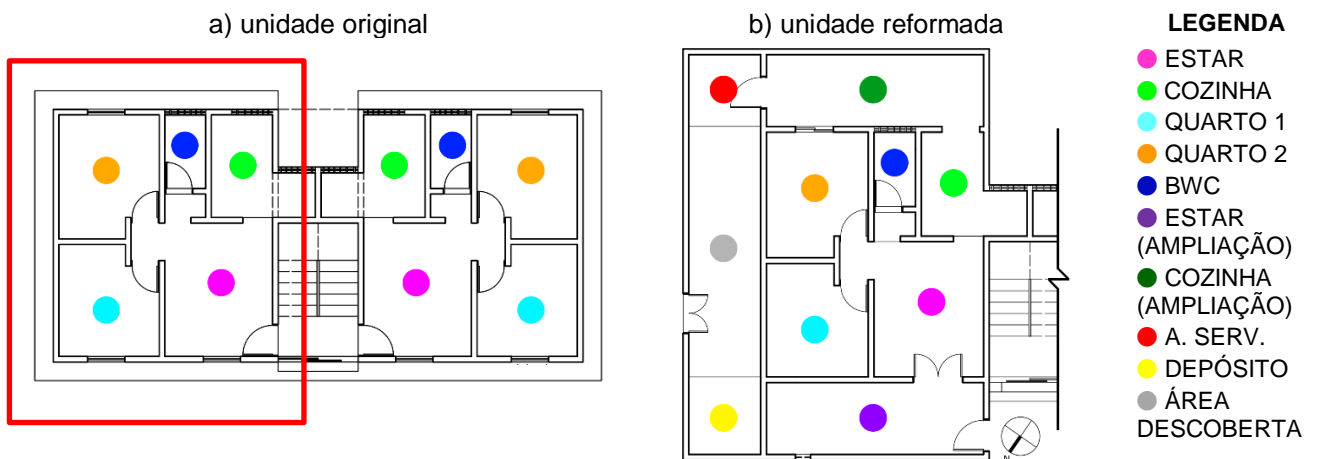
Durante o ensaio do escoamento de vento em mesa d'água, os modelos reduzidos confeccionados à priori foram rotacionados de modo que a direção a ser analisada (leste ou sudeste) coincidissem com o sentido do fluxo da água, evidenciando a influência do posicionamento e dimensões das aberturas, bem como de elementos capazes de canalizar, conduzir ou desviar os fluxos de ar, na circulação de ventos através das aberturas e ambientes internos da edificação.

Na etapa computacional, foram utilizados os softwares *EnergyPlus* (USA, 2017), *Euclid* (BIG LADDER SOFTWARE, 2017) e *Sketchup* (TRIMBLE INC, 2017) para, respectivamente, simulação, modelagem e visualização do modelo original e reformado da unidade selecionada. Quanto à ventilação, o software, através dos coeficientes de pressão do vento inseridos e direções predominantes contidas no arquivo climático, calcula a quantidade de renovações de ar nos ambientes e computa esta contribuição no balanço térmico destes, afetando as temperaturas internas. Os programas possibilitaram simular o funcionamento da residência dentro do contexto climático de Maceió-AL, considerando a influência de aspectos do ambiente e do meio externo que contribuem nas trocas de calor.

## Resultados e Discussão

A unidade em estudo abriga uma família de quatro membros, os quais, por questões de segurança e dimensões insuficientes do projeto original, realizaram as modificações ilustradas na Figura 1, consistindo na ampliação da sala de estar e cozinha (no estar ampliado, foi locada uma pequena janela basculante), remoção da janela do quarto 1, substituição da janela do quarto 2 (antes, de giro e atualmente de correr) e ampliação lateral para área de serviço, depósito e área descoberta (coradouro).

Figura 1: Plantas baixas do apartamento em estudo



Fonte: Elaboração autoral, 2019. Adaptado de SEINFRA, 2013.

A análise prescritiva das áreas de abertura para ventilação dos ambientes quanto ao RTQ-R e NBR 15575 (Quadro 1) evidencia a insuficiência das esquadrias instaladas após as reformas para a captação satisfatória de ventos. Ainda, o acesso à ventilação é restrito em função do enclausuramento decorrente da ampliação de ambientes, cujas aberturas para o exterior foram suprimidas.

Quadro 1: Síntese da análise das áreas de abertura para ventilação

	ORIGINAL				REFORMADA			
	ESTAR	Q1	Q2	COZ	ESTAR	Q1	Q2	COZ
Av/AUamb (%)	7,97	11,88	10,65	0,04	0,74	-	5,79	0,17
Atende RQR-R? (10%)	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	-	NÃO	NÃO
Atende NBR? (8%)	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	-	NÃO	NÃO

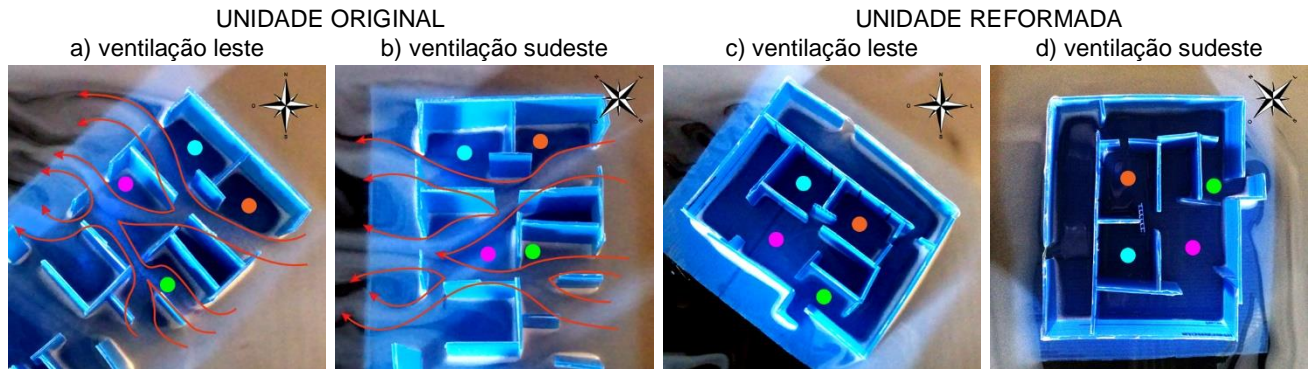
Fonte: Elaboração autoral, 2019.

Diante desses dados, foram realizados experimentos na mesa d'água a fim de simular a circulação de vento através dos ambientes das unidades original e reformada, bem como o acesso de cada bloco à ventilação. As situações consideraram as incidências predominantes do vento (leste e sudeste), e os resultados estão ilustrados na Figura 2.

Na conformação original do apartamento estudado, tanto para a direção leste quanto para a sudeste, as janelas do quarto 2 e cozinha/área de serviço captam ventos nas zonas de pressão positiva (barlavento), ao tempo em que as janelas do quarto 1 e sala de estar funcionam como saída de ar por estarem posicionadas em zonas de pressão negativa (sotavento). Ou seja, originalmente, o apartamento dispõe de ventilação cruzada em todos os ambientes desde que as portas e janelas dos quartos estejam abertas, proporcionando melhores condições de conforto ao usuário.

Em contrapartida, a unidade reformada apresenta condições desfavoráveis de ventilação. A entrada de ventos é mínima, uma vez que as duas aberturas à barlavento (cobogós da cozinha e porta da cozinha ampliada) possuem dimensões insuficientes e, devido à ausência de aberturas à sotavento, não ocorre ventilação cruzada.

**Figura 2: Ensaios na mesa d'água das unidades original e reformada**



**LEGENDA:** ● ESTAR ● COZINHA ● QUARTO 1 ● QUARTO 2

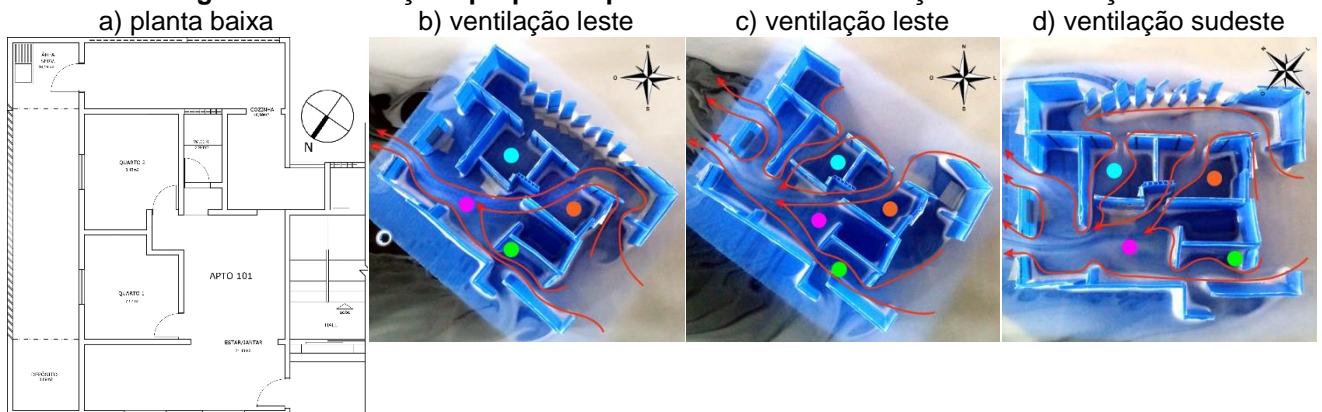
Fonte: Elaboração autoral, 2019.

Nas simulações realizadas no *EnergyPlus* para as unidades original e reformada do apartamento em estudo, as portas externas foram mantidas continuamente fechadas, enquanto as portas internas e as janelas permaneceram abertas das 06h às 23h nos dias úteis e das 09h às 24h nos finais de semana. Os resultados das simulações foram analisados nos dois dias que apresentam os extremos de temperatura externa de acordo com o arquivo climático – 1º de abril como dia mais quente e 18 de julho como dia mais frio.

A partir da análise dos resultados da simulação, depreende-se que a unidade reformada atinge, em todos os ambientes, temperaturas internas inferiores às apresentadas pela unidade original durante os períodos mais quentes do dia (entre 8h e 18h). Tais resultados podem ser justificados pela menor incidência de insolação nestes ambientes graças à construção de ambientes adjacentes, que bloqueiam a incidência direta de sol. Contudo, nos dois dias analisados, a temperatura operativa mínima atingida pela residência é superior na unidade reformada, sugerindo que, por mais que esta unidade aqueça menos durante o dia, está menos propensa a se resfriar no período do final da noite ao início da manhã. As condições desfavoráveis de ventilação resultantes das reformas reduzem o número de renovações de ar na residência e, dessa forma, geram dificuldade para promover perdas de calor. A ausência de ventilação adequada, ainda, pode ocasionar complicações respiratórias nos moradores devido ao acúmulo de impurezas no ar e, por fim, resulta em maiores gastos com energia elétrica devido ao uso de condicionamento artificial, uma vez que estratégias de resfriamento através de ventilação natural são inviabilizadas.

Foram propostas modificações a fim de melhorar as condições de ventilação do apartamento (Figura 3a), tendo como base a unidade reformada. Para a sala de estar ampliada, propõe-se janelas de giro de 1,20 x 1,00m, somada a basculante superior de 20cm para remoção do ar quente. Nos quartos, foram locadas janelas de giro de 1,00 x 1,00m e, no quarto 1, a porta foi reposicionada para facilitar o fluxo do vento. Na cozinha ampliada, aberturas superiores possibilitam a entrada de ventilação. As dimensões das aberturas tiveram como parâmetro as áreas mínimas exigidas pela NBR 15.575 e pelo RTQ-R. Por fim, a substituição do muro na área externa descoberta por brises teve como objetivo permitir a entrada de ventos nos quartos. A proposta foi, ainda, simulada em mesa d'água (Figura 3b, 3c, 3d).

**Figura 3: Modificações propostas para melhoria das condições de ventilação**



Fonte: Elaboração autoral, 2019.

No modelo readequado, as estratégias possibilitaram a circulação cruzada de ventos através da residência, tanto na orientação leste quanto sudeste. Nesta última, os brises têm papel importante por redirecionar a ventilação aos quartos. Em comparação à unidade original, os dois quartos agora têm acesso independente à ventilação. Convém salientar que devido a escala da maquete e a dimensão dos brises, observou-se o acúmulo de espuma junto aos mesmos, prejudicando a visualização do escoamento do fluxo na simulação. No entanto, os resultados obtidos com a proposta de reforma reforçam a importância do posicionamento e dimensionamento adequado de aberturas, uma vez que o apartamento recebe ventos predominantes, mas as reformas realizadas não possibilitaram seu devido aproveitamento.

## Conclusões

Verificou-se, através deste estudo, que, no contexto do Conjunto Vila São Pedro III, as motivações dos usuários para a realização das reformas em suas moradias são tais que fatores como insolação e ventilação são postos em segundo plano. Assim, o atendimento a questões como segurança, dimensionamento dos espaços, privacidade e adequação ao estilo de vida da família, devido a limitações financeiras e ausência de auxílio técnico, geram impactos negativos nas condições de desempenho térmico da edificação, sobretudo quanto à ventilação.

No apartamento analisado, as simulações no *EnergyPlus* mostraram que as alterações realizadas pelos moradores resultaram na diminuição das temperaturas internas nos ambientes de longa permanência devido às obstruções à incidência direta de radiação solar. Entretanto, o ensaio em mesa d'água evidenciou que estas reformas impactaram negativamente nas condições de ventilação dos ambientes por impedirem a entrada de ventos pelas aberturas, as quais, de acordo com o RTQ-R e a NBR 15575, não possuem dimensões adequadas em relação à área do piso. Assim, tendo em vista as diferentes funções da ventilação natural nos ambientes internos (renovação de ar, remoção de impurezas e resfriamento), uma vez que esta não ocorre ou ocorre de maneira insuficiente, pode-se inferir que as condições de conforto térmico para os usuários estarão comprometidas.

Convém ressaltar que o apartamento analisado, antes das reformas, era favorecido pelos ventos predominantes (leste e sudeste), situação que não ocorre em todos os apartamentos do conjunto, visto que os blocos foram rotacionados mantendo-se a mesma configuração interna dos ambientes sem que houvessem adequações para melhor aproveitamento da ventilação em cada posição. O estudo, dessa forma, reforça a necessidade de integrar estratégias bioclimáticas ao projeto de habitações de interesse social e melhoria habitacional, visando prover à população carente moradia digna que inclua condições satisfatórias de conforto térmico e melhoria no desempenho energético da edificação.

## Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Desempenho térmico de edificações - Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BIG LADDER SOFTWARE. **Euclid**. Disponível em: <https://bigladdersoftware.com/>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2006.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012**. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- COSTA, S. R. D. C. **Desempenho térmico e habitação: uma avaliação comparativa no contexto climático da zona bioclimática 8**. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.
- CURCIO, D. R.; SILVA, A. C. S. B. **Análise qualitativa do desempenho térmico de empreendimento de habitação de interesse social na cidade de Pelotas – RS**. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009, Natal. **Anais [...]**. Rio Grande do Norte: ANTAC, 2009. p. 978-987.
- EUA. U.S. Department of Energy. Building Technologies Program. Building Energy Software Tools Directory. Disponível em: <http://energyplus.net/>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- MAIA, R. G. X. **Padrões de escoamento do vento na região metropolitana de Maceió**. 2016. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.
- MARROQUIM, F. M. G. **Produção habitacional de Maceió-AL: transformações espaciais da Habitação de Interesse Social de 1964 a 2014**. 2017. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.
- SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA. Unidade sobreposta – projeto arquitetônico. In: \_\_\_\_\_. **Projeto integrado da orla lagunar Vila S. Pedro V**. Maceió, 2013. Escalas variam.
- TRIMBLE INC. **Sketchup**. 2017. Disponível em: <https://sketchup.com/pt-BR/download/all>. Acesso em: 14 mar. 2019.