

AVALIAR DESEMPENHO TÉRMICO PARA QUÊ? REFLEXÕES SOBRE A QUALIDADE DA HABITAÇÃO E A CONCEPÇÃO PROJETUAL

JULIANA OLIVEIRA BATISTA

DOUTORA EM ENG. CIVIL, PROFA. ADJUNTA DA FACULDADE DE
ARQUITETURA E URBANISMO (UFAL), JULIANA.BATISTA@FAU.UFAL.BR.

O objetivo deste artigo é refletir sobre a contribuição da avaliação de desempenho de edificações, visando aprimorar o conhecimento acerca do potencial de estratégias de adequação climática para melhoria da qualidade térmica de habitações em Alagoas. Foi desenvolvido um levantamento do referencial teórico produzido pela autora e por pesquisadores da graduação e pós-graduação da FAU/UFAL, obtendo-se uma síntese das principais conclusões desses estudos.

Palavras-chave: Habitação; desempenho térmico; Alagoas.

Uma abordagem recorrente nos estudos de tecnologia da arquitetura e urbanismo baseia-se na análise do comportamento em uso de uma edificação frente a parâmetros destinados a quantificar e qualificar esse comportamento. Tal abordagem aplica-se desde a temática do conforto ambiental (térmico, luminoso, acústico) até aspectos relacionados à funcionalidade, acessibilidade, sustentabilidade, entre outros.

Por outro lado, também é comum o questionamento sobre o aparente distanciamento entre os resultados das pesquisas desenvolvidas na área de tecnologia, particularmente na temática da adequação ambiental, e seu reflexo na produção da arquitetura contemporânea, haja vista os problemas relatados por usuários de habitações ofertadas pelo mercado para as variadas faixas de renda.

Podem ser apontadas razões diversas para explicar a falta de qualidade nos projetos de habitação dita “formal”¹. No âmbito da habitação popular financiada por programas como o Minha Casa Minha Vida², destaca-se a prioridade dada à minimização dos custos da construção e maximização dos lucros dos empreendedores. Isso resulta na inserção de conjuntos habitacionais monofuncionais em áreas carentes de infra-estrutura, onde os terrenos são mais baratos e distantes dos centros urbanos, agravando problemas relacionados à mobilidade. No entanto,

¹ O direito à habitação digna e de qualidade é indiscutível, sendo a segregação socioespacial um problema histórico no Brasil que transcende a questão tecnológica. No entanto, o foco deste artigo é a produção da habitação no mercado formal, regulamentado pela legislação urbanística de cada cidade e sujeito à fiscalização das entidades governamentais e profissionais.

² Programa do governo federal destinado a subsidiar a aquisição da casa própria para famílias com renda até R\$ 1.600,00 e facilitar as condições de acesso ao imóvel para famílias com renda até R\$ 5 mil.

padrões construtivos caracterizados pelo subdimensionamento dos ambientes, calor e ruídos excessivos não são “privilegio” apenas da habitação popular.

Aqui se estabelece o objetivo deste artigo: refletir sobre a contribuição da avaliação de desempenho de habitações para a concepção projetual, sob o ponto de vista da qualidade térmica, no contexto de Alagoas, utilizando como referência dados apresentados na dissertação de mestrado da autora e resultados de pesquisas desenvolvidas recentemente pelo Grupo de Estudos em Conforto Ambiental (GECA) no âmbito da graduação e pós-graduação da Faculdade de Arquite-

tura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas (FAU/UFAL).

ALAGOAS NÃO É APENAS MACEIÓ...

Não é possível dissociar os conceitos de desempenho térmico e de adequação climática. Mesmo em Alagoas, segundo menor estado brasileiro, há diferenças suficientes entre litoral, agreste e sertão para demandar soluções arquitetônicas diferenciadas, conforme demonstrado por Passos (2009) e Torres (2015).

Há heranças arquitetônicas do período

Figura 1:

Casas em fita em Santana do Ipanema - AL.
Fonte: Autoria própria, [S. d.].



colonial disseminadas em diversas localidades em Alagoas e no Brasil. Um exemplo é a tipologia casa em fita (Figura 1), cuja planta-baixa apresenta cômodos alinhados sucessivamente, não necessariamente ao longo de um corredor, geralmente havendo comunicação entre as portas dos ambientes íntimos e as áreas sociais. Sendo o parcelamento do solo já consolidado, a expansão da edificação somente ocorre pela construção de novos pavimentos ou avanço sobre a área dos fundos, destinada ao quintal. Quanto ao desempenho térmico, a ausência de comunicação com o exterior implica na restrição, dos ambientes, à ventilação e à luz natural, demandando soluções alternativas à ventilação cruzada ou à iluminação lateral.

Resultados de medições *in loco* em uma residência em fita localizada em Santana do Ipanema, no semiárido alagoano, indicaram temperaturas internas próximas a 36°C numa tarde de verão (BATISTA, 2006), enquanto o limite calculado para a temperatura de conforto seria inferior a 29°C³. Em estudo baseado em simulações computacionais de uma residência em fita situada em Pão de Açúcar, também localizada no semiárido, Santos (2017) identificou percentuais de horas de desconforto superiores a 90% nos meses de verão (temperaturas internas superiores a 29°C), corroborando os resultados obtidos por meio de monitoramento *in loco* realizado por Batista (2006) para um clima semelhante.

Tais resultados demonstram os níveis de

desconforto térmico aos quais os usuários encontram-se submetidos. A fim de propor soluções arquitetônicas compatíveis com a tipologia casa em fita, Batista (2006) utilizou métodos de investigação baseados em estimativas de resfriamento proporcionado pela ventilação natural diurna e noturna e pelo resfriamento evaporativo⁴. Como sugestões de desenho bioclimático, propôs a introdução de pergolados vegetados para aproveitamento da ventilação noturna no interior da edificação (para os quais deveriam se voltar as aberturas dos cômodos sem contato com o exterior) e o uso de captadores de vento para possibilitar o movimento do ar nesses ambientes e também o aproveitamento da luz natural.

UNIDADES HABITACIONAIS UNIFAMILIARES: O “PADRÃO” MINHA CASA MINHA VIDA

De acordo com a base de dados do Ministério das Cidades, até 2012 mais de 10.000 unidades habitacionais unifamiliares foram construídas em Maceió no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV (BRASIL, 2012), o que representa cerca de 30% do total de habitações entregues pelo Programa.

Além da má inserção urbana que caracteriza a maioria dos empreendimentos residenciais, a padronização das soluções projetuais limita a boa captação de vento e luz natural, pois as unidades são implantadas como “carimbos”, sem

³Limite calculado com base na abordagem adaptativa de conforto, elaborada a partir de pesquisas de campo realizadas em países de clima quente. Sobre a aplicabilidade da abordagem adaptativa no Brasil, ver Roriz (2003).

⁴Estratégia que tem como princípio a evaporação da água para redução da temperatura do ar, por meio do resfriamento de um elemento da edificação ou pela introdução de vapor de água diretamente no interior do ambiente.

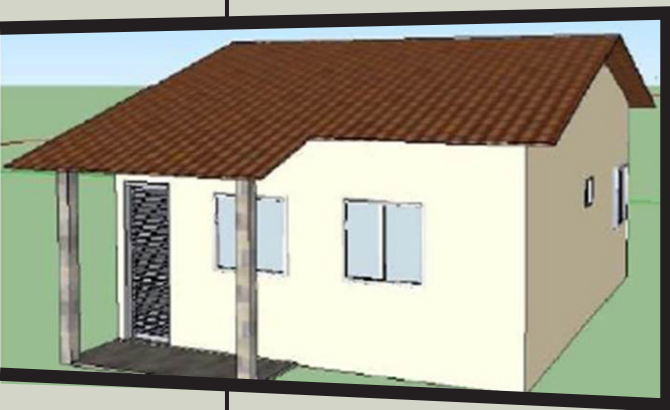
adaptações a situação de cada terreno. E o clima quente e úmido de Maceió demanda, justamente, a proteção solar e a adequada disposição das aberturas a fim de favorecer a ventilação cruzada.

Torres (2015) investigou o impacto de adaptações em um projeto de habitação unifamiliar típico do PMCMV⁵ (Figura 2), destinadas ao melhor aproveitamento da ventilação natural e também a partir do emprego da massa térmica e do resfriamento evaporativo, estratégias apontadas por Passos (2009) como as principais recomendações para adequação climática em cidades alagoanas. Com base em resultados de simulações computacionais, a autora demonstrou o quanto a inadequação ao clima local pode prejudicar o desempenho térmico

Figura 2:

Habitação unifamiliar do PM-CMV: a) Modelo computacional; b) Conjunto Recanto dos Pássaros (Serraria).

Fonte: a) Torres (2015); b) <<http://www.alagoas24horas.com.br>>. Acesso em: 28 jun. 2018.



da edificação, e conseqüentemente, o conforto dos usuários. Enquanto o morador em Maceió estaria sujeito a temperaturas internas 3,3°C acima do limite de desconforto por calor, em média, durante 38,2% das horas do ano, em Pão de Açúcar outro morador estaria sujeito a temperaturas internas 4,6°C acima do limite de desconforto por calor, em média, em mais da metade das horas do ano. Ambos os cenários são desfavoráveis, sendo necessário obter diretrizes para adaptar os projetos arquitetônicos às demandas de cada clima.

Diante desses resultados, a autora avaliou o impacto da adoção de estratégias bioclimáticas para o projeto e verificou a possibilidade de redução do somatório de graus-hora de resfriamento (GHR)⁶, de 46,7% em Pão de Açúcar até 76,8% em Maceió (TORRES, 2015), para uma configuração adaptada que incluía teto-jardim, captador de vento e paredes pesadas (maior inércia térmica) nos ambientes de uso diurno.

Porém, considerando as limitações orçamentárias para a inclusão de todas as estratégias testadas por Torres (2015) em habitações populares, Araújo, Barbosa e Batista (2017) realizaram novas simulações computacionais da unidade habitacional, avaliando apenas o impacto da mudança de orientação das aberturas e dos períodos de ventilação. Verificou-se uma redução de até 6°C na temperatura do ar do modelo adaptado em relação ao modelo original, demonstrando que mesmo com o emprego de componentes construtivos tradicionais, a ventilação seletiva (apenas nos horários mais amenos) melhorou as condições térmicas internas de todos os ambientes. Tais resultados demonstram a relevância da implantação adequada e da duração dos períodos de ventilação, estratégias simples, porém eficazes para a obtenção do

melhor desempenho térmico da edificação.

EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES: MELHOR PADRÃO, MELHOR DESEMPENHO?

Em edificações multifamiliares, a obtenção de bons resultados em função da adequação climática envolve condicionantes adicionais. Quanto maior o número de unidades habitacionais por pavimento, mais restritas serão as possibilidades de acesso à ventilação e à luz natural, devido a menor quantidade de área de fachada exposta para o exterior. Já a disposição das edificações no terreno afeta o escoamento dos ventos, de modo que os edifícios vizinhos podem funcionar como barreiras à ventilação natural, a depender de suas dimensões e do espaçamento entre eles.

Em Maceió, o PMCMV havia produzido cerca de 40 empreendimentos multifamiliares até 2012 (BRASIL, 2012). Uma tipologia comum nesses empreendimentos possui a planta no formato “H”, com 04 apartamentos por andar e até 04 pavimentos. Utilizando um modelo representativo dessa configuração (Figura 3), seu desempenho térmico foi avaliado por meio de simulações com-

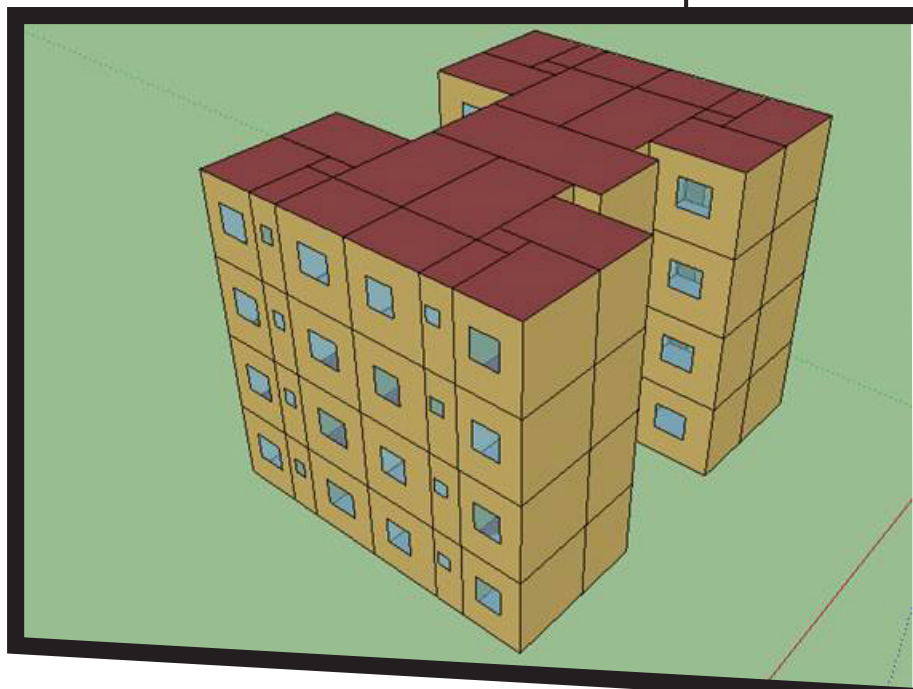


Figura 3: Habitação multifamiliar em Maceió: a) Modelo computacional; b) Conjunto habitacional em construção.
Fonte: a) Cavalcante (2014); b) <<http://www.correiodosmunicipios-al.com.br>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

⁵ O modelo estudado seguiu as especificações do programa PMCMV para uma residência unifamiliar (renda até R\$ 1.600,00): edificação com recuos laterais, área construída de 51 m², destinada à ocupação por 4 pessoas.

⁶ O somatório de graus-hora de resfriamento (GHR) quantifica o número de graus excedentes da temperatura do ar em relação ao limite de conforto estabelecido. De forma simplificada, representa uma medida de intensidade do desconforto térmico ao qual os usuários da edificação estariam sujeitos.

⁷ A NBR 15575 entrou em vigor em 2013 e definiu parâmetros mínimos de desempenho para edifícios habitacionais com até 5 pavimentos, englobando aspectos ambientais (térmico, lumínico e acústico) e também requisitos estruturais, de segurança contra incêndio, de acessibilidade, entre outros.

⁸ O Regulamento Técnico da Qualidade de Edificações Residenciais (RTQ-R) reúne parâmetros destinados à avaliação da eficiência energética, incluindo o desempenho térmico da envoltória e requisitos relacionados à iluminação natural e consumo de água. Também utiliza a simulação computacional como um dos procedimentos para avaliar o desempenho térmico e/ou energético, embora por meio de abordagem diferenciada.

putacionais, considerando os requisitos estabelecidos pela NBR 15.575⁷ (ABNT, 2013) e pelo RTQ-R⁸ (BRASIL, 2012). Nas salas e quartos, a temperatura máxima alcançada no dia típico de verão variou entre 29,4°C no térreo e 31,5°C na cobertura, correspondendo respectivamente às classificações de desempenho “Mínimo” e “Superior” de acordo com a NBR 15.575. Já de acordo com o RTQ-R, dos 16 ambientes avaliados em 8 apartamentos (térreo e cobertura), 11 apresentaram a pior classificação possível: nível E, pois foram obtidos graus-hora de resfriamento (GHR) em excesso nesses ambientes.

Com o intuito de incrementar o desempenho térmico, foram simuladas configurações alternativas, nas quais as originais esquadrias de correr foram substituídas por esquadrias pivotantes, sendo inseridos também dispositivos de sombreamento (brises mistos).

No entanto, essas medidas causaram pouca diferença no desempenho térmico dos ambientes, pois na maioria deles a redução obtida na temperatura máxima interna foi igual ou inferior a 0,4°C (PEIXOTO, 2014), mantendo-se a mesma classificação insatisfatória segundo o RTQ-R (PEIXOTO, 2014) (CAVALCANTE, 2014). Percebe-se que as possibilidades de adaptação são limitadas quando a edificação encontra-se construída. Portanto, o ideal é já conceber o projeto de forma a maximizar o aproveitamento dos condicionantes naturais, pois, na fase projetual, o custo da alteração do desenho dos dispositivos é praticamente nulo.

Em se tratando do público para o qual o custo de utilizar a climatização artificial torna-se viável, Nascimento (2016) escolheu um edifício de 12 pavimentos localizado na Jatiúca, um dos bairros que concentra a maior parte da população com renda média familiar superior a R\$

3.800,00 em Maceió, e desenvolveu uma análise de desempenho térmico e lumínico com base em critérios da NBR 15.575 (ABNT, 2013), RTQ-R (BRASIL, 2013) e de normas internacionais, consideradas mais exigentes quanto ao atendimento das condições de conforto dos usuários.

Os resultados obtidos a partir de simulações computacionais do edifício real e de variações em sua envoltória indicaram desempenho insuficiente, independente da orientação e proteção solar usada nas aberturas. Por outro lado, o emprego da ventilação noturna resultou na melhoria das condições de conforto, inclusive nos meses mais quentes do ano. Porém, o consumo de energia com ar-condicionado variou de 26% a 38,8% do consumo total de cada unidade, a depender da orientação solar. Como muitos apartamentos na cidade são voltados para o oeste, o cenário contribui para o desperdício de energia, demandando o melhor aproveitamento da ventilação natural para mimizar a dependência da climatização artificial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: AVALIAR PARA APRENDER, CONHECER PARA PROPOR

A experiência adquirida com as pesquisas desenvolvidas no GECA nos últimos anos tem demonstrado o resultado das interações entre diferentes tipologias de habitações e o clima, em Maceió e também no interior do estado, abrangendo residências populares e também edifícios de padrão mais elevado. Percebe-se que em maior ou menor medida as soluções projetuais causam impacto no desempenho térmico da edificação, destacando-se a importância da fase projetual, visto que reformas realizadas na fase pós-ocupação apresentam limitações.

No entanto, em um contexto em que as soluções ofertadas pelos programas habitacionais são massificadas, com ausência de flexibilidade, sub-dimensionamento dos ambientes e baixa qualidade construtiva e arquitetônica, a ocorrência de reformas é inevitável, principalmente nas habitações unifamiliares. Por esse motivo, as pesquisas em desenvolvimento atualmente pelo referido grupo de pesquisa sob orientação da autora estão voltadas para o maior conhecimento das necessidades dos usuários, buscando compreender o que justifica as reformas realizadas e quantificar o impacto das mesmas sobre as condições de ventilação e insolação das residências.

Espera-se contribuir para a avaliação da qualidade da produção da habitação de interesse social em Alagoas, colaborando com a construção de conhecimentos úteis aos profissionais encarregados de projetar soluções arquitetônicas adequadas ao clima e condizentes com as necessidades e expectativas de seus usuários.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. L. T. de; BARBOSA, G. L.; BATSTA, J. O. Desempenho térmico de residência unifamiliar PMCMV em diferentes cidades alagoanas. In: ENCAC, 14., 2017, Balneário Camboriú. **Anais...** Balneário Camboriú: ANTAC, 2017. p. 946 - 955.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575. Edifícios habitacionais até cinco pavimentos - desempenho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BATISTA, J. O. **A arquitetura e seu desempenho térmico no contexto no semiárido alagoano: Estudos de caso em Santana do Ipanema - AL.** Florianópolis, 2006. 160 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº 18**, de 16 de janeiro de 2012. Regu-

lamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001788.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Base de dados PMCMV - CHAMADA MCTI/CNPq/MCIDADES nº 11/2012.** Brasília, 2012.

CAVALCANTE, K. E. L. Avaliação da influência das áreas de abertura para ventilação no desempenho térmico de habitações multifamiliares do Programa Minha Casa Minha Vida em Maceió-AL. Maceió: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica-PIBIC, 2014. 15 p.

NASCIMENTO, T. C. C. **Avaliação da NBR 15575 quanto ao desempenho térmico e luminoso: estudo de caso em Maceió-AL.** Maceió, 2016. 183 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Alagoas, 2016.

PASSOS, I. **Clima e arquitetura habitacional em Alagoas: Estratégias bioclimáticas para Maceió, Palmeira dos Índios e Pão de Açúcar.** Maceió, 2009. 173 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

PEIXOTO, I. M. L. **Avaliação do efeito de dispositivos de sombreamento no desempenho térmico de habitações multifamiliares do Programa Minha Casa Minha Vida em Maceió-AL.** Maceió: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC, 2014. 15 p.

RORIZ, M. Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: uma hipótese de modelo adaptativo. In: ENCAC/COTEDI, 7. **Anais...** Curitiba: ANTAC, 2003, p. 338 - 345.

SANTOS, D. N. **Potencial de estratégias de condicionamento passivo em habitações populares no litoral e no sertão de Alagoas.** Maceió: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC, 2017. 12 p.

TORRES, D. de A. **Desempenho térmico de habitações populares em Alagoas: alternativas para adequação climática.** Maceió, 2015. 144 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Alagoas, 2015.