

VENTILAÇÃO NATURAL E LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA BRASILEIRA: ANÁLISE DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS EM MACEIÓ-AL¹

SOBRINHO, Marcos S. P. (1); PASSOS, Isabela Cristina (2); SACRAMENTO, Alexandre da Silva (3); BRANDÃO, Osmar Damasceno (4)

(1) CESMAC, e-mail: marcos_sps@hotmail.com; (2) CESMAC, e-mail: isabela.arquitetura@gmail.com; (3) CESMAC/UFAL, e-mail: alexandre.s.arquiteto@gmail.com; (4) CESMAC, e-mail: osmar.csa@hotmail.com

RESUMO

A ventilação natural é uma estratégia de projeto recomendada na maior parte do território brasileiro. Através da ventilação natural pode-se favorecer o conforto térmico, minimizando os custos com energia elétrica. Apesar disto, muitas vezes é subutilizada devido à padronização das esquadrias, adensamento urbano e uso de aparelhos de climatização artificial. As normas de desempenho térmico em vigor no Brasil não são convergentes quanto às recomendações para uso da ventilação natural em edificações. O objetivo da pesquisa foi analisar quatro edificações residenciais na cidade de Maceió-AL quanto à ventilação natural de acordo com as diferentes recomendações normativas vigentes. A metodologia baseia-se na análise comparativa de modelos diferentes, com base nas normas e na análise qualitativa da ventilação natural através da mesa d'água. Constatou-se que a maioria dos ambientes analisados não segue as recomendações das Normas quanto à área de abertura e porosidade, principalmente à NBR 15.220, que exige um percentual maior de abertura nos ambientes de permanência prolongada. Foi possível verificar que há uma necessidade de mudança nos padrões de construção a fim de melhorar o desempenho da ventilação natural nestas edificações.

Palavras-chave: Ventilação Natural. Projeto Arquitetônico. Edifícios Residenciais.

ABSTRACT

Natural ventilation is a recommended building strategy in most of Brazil. The natural ventilation can support thermal comfort, decrease electricity cost. Nevertheless, it is often underused due to standardization of frames, urban density and use of artificial air conditioning. Thermal performance standards ruling in Brazil are not convergent as to recommendations to use natural ventilation in building. The objective of this research was to analyse natural ventilation in four residential buildings in the city of Maceió-AL in accordance with the national regulations recommendations. The methodology is based on the comparative analysis of different models, based on current standards and analysis in water table. Most analysed environments does not follow the recommendations of the Standards on the area of openness and porosity, NBR 15.220 mostly, requires most opening percentage in extend permanency environment. It was found that there is a need the change in the building standards in order to improve performance of natural ventilations these buildings.

¹ SOBRINHO, Marcos S. P. et al. Ventilação natural e legislação urbanística brasileira: análise de edificações residenciais em Maceió-AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: Natural ventilation. Architectural project. Residential buildings.

1 INTRODUÇÃO

A ventilação natural é uma estratégia de projeto recomendada para favorecer o conforto térmico dos usuários na maior parte do território brasileiro. Apesar disso, tem sido mal utilizada na elaboração de projetos de arquitetura e de desenho urbano. O advento da tecnologia dos sistemas de condicionamento térmico artificial tem ocasionado a não utilização dos recursos naturais em muitas edificações, dentre esses recursos está a ventilação natural. O controle das condições climáticas do ambiente proporcionado pela climatização artificial, torna-se um atrativo ao seu uso, permitindo ao usuário manter o ambiente interno confortável mesmo que as condições externas não sejam favoráveis.

Por outro lado, os sistemas de climatização geram um alto consumo de energia elétrica. Aproximadamente 68% do total de energia elétrica utilizada em edificações de serviços e residenciais são atribuídas aos sistemas artificiais de refrigeração e aquecimento. O calor proveniente desses sistemas é lançado diretamente na atmosfera urbana, contribuindo para o aumento da temperatura do ar. Neste sentido, a ventilação natural pode substituir o ar interno das edificações por ar fresco, evitando problemas de saúde decorrentes da falta de manutenção dos sistemas mecânicos de climatização. (STAVRAKAKIS, et al, 2008).

Os fatores que influenciam o desempenho da ventilação natural são inúmeros e podem se relacionar de diversas maneiras entre si. Sendo assim, faz-se necessário que normas de desempenho de edificações forneçam informações que possam orientar os projetistas no dimensionamento, localização e posicionamento correto das esquadrias, aberturas e ambientes, a fim de obter um melhor desempenho da ventilação natural e consequentemente um maior conforto térmico dos usuários e eficiência energética da edificação.

Existem no Brasil alguns Regulamentos, Normas de Desempenho e Códigos Municipais que trazem recomendações para uso desta estratégia na construção. Esses códigos, tradicionalmente, fazem referência apenas à área de abertura, geralmente relacionando-a a área de piso do ambiente onde se localizam, entretanto, existem divergências nas recomendações feitas por estas normas quando comparadas umas às outras. A NBR 15.220 (ABNT, 2005), por exemplo, recomenda que o tamanho delas seja equivalente a 40% da área do piso do ambiente, enquanto a NBR 15.575 (ABNT, 2013) recomenda que a área de abertura seja maior ou igual a 8% da área do piso do ambiente. Há ainda o RTQ-R, Regulamento de Eficiência Energética publicado pelo INMETRO (INMETRO, 2012), que sugere que esta área de abertura seja de, no mínimo, 10% da área do piso do ambiente.

Vale ressaltar que Maceió está localizada no Nordeste brasileiro, mais precisamente entre a latitude 9°39'57" Sul e longitude 35°44'07" Oeste. Apresenta clima quente e úmido, com pequenas variações térmicas diárias,

sazonais e anuais, donde se percebem apenas duas estações: o inverno, caracterizado por temperaturas amenas e uma alta pluviosidade, e o verão, com altas temperaturas e baixa pluviosidade. De acordo com o Zoneamento Climático Brasileiro (ABNT, 2005), Maceió faz parte da Zona Bioclimática 8 e tem como uma das estratégias mais importantes a ventilação natural permanente. No entanto, o Código de Urbanismo e Edificações do Município de Maceió (MACEIÓ, 2007) informa que o dimensionamento das aberturas de ventilação “é de competência e responsabilidade dos profissionais que subscrevem o projeto”.

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos no intuito de analisar as recomendações destas Normas, concluindo em geral que existem divergências quando comparadas entre si ou que precisam de ajustes para se adaptar às diversas realidades climáticas locais do Brasil (TIBIRIÇA E FERRAZ, 2005). Com base nisto, o objetivo da pesquisa foi analisar quatro edificações residenciais na cidade de Maceió-AL quanto à ventilação natural de acordo com as diferentes recomendações normativas vigentes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa aplicada baseada na análise comparativa de modelos representativos construídos com diferentes configurações, observando os efeitos produzidos pela ventilação natural que afetam o conforto térmico dos usuários e, consequentemente, a eficiência energética de edificações.

Após a revisão de literatura e a formulação do quadro teórico-conceitual, que justifica a problemática abordada ao mesmo tempo em que a contextualiza no estado da arte relacionado ao tema escolhido, a pesquisa foi dividida em quatro etapas: Escolha e caracterização dos edifícios, Análise comparativa das áreas de abertura, Análise qualitativa do desempenho da ventilação natural em mesa d’água e por fim, Análises e discussões dos resultados e elaboração de recomendações para uso da ventilação natural em edificações residenciais de Maceió. Cada uma das etapas será descrita a seguir.

2.1 Escolha e caracterização dos edifícios

As edificações residenciais representam grande parte das edificações construídas no Brasil. Com o crescimento dos centros urbanos, a tendência é que o número de habitações, em especial as habitações multifamiliares, cresça, a fim de vencer o grande déficit habitacional no país.

De acordo com Sacramento (2012) entre os anos de 2006 e 2010 houve em Maceió uma predominância na construção de edificações residenciais multifamiliares caracterizadas por oito pavimentos, sendo 36% da amostra considerada. Na mesma pesquisa o autor identificou ainda a predominância de tipologias com quatro apartamentos por pavimento sendo de acordo com os dados coletados, 37% da amostra analisada. Toledo (2006) confirma

a predominância deste tipo de edificação residencial multifamiliar, de oito pavimentos sendo quatro apartamentos por andar, na cidade.

Por este motivo, dos quatro estudos de caso escolhidos, dois possuem esta tipologia, de quatro apartamentos por andar, porém com configurações de planta baixa diferentes. Os outros dois estudos apresentam três apartamentos por andar e seis apartamentos por andar, respectivamente, e foram escolhidos a fim de proporcionar uma análise comparativa entre as diferentes tipologias de plantas (Figura 1).

Figura 1 – Plantas Baixas dos quatro estudos de Caso analisados. Edifícios Residenciais Multifamiliares em Maceió-AL



Fonte: Os autores (2015)

2.2 Análise segundo as Normas Brasileiras

No Brasil não existem ainda Normas de Conforto Térmico que estabeleçam critérios mínimos quanto à ventilação natural e temperaturas do ar. Por isto, foram abordadas as Normas Brasileiras de desempenho térmico em vigor, sendo elas a NBR 15.220 (ABNT, 2005) e a NBR 15.575 (ABNT, 2013), bem como o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R) publicado pelo INMETRO.

Foi realizada uma análise das diretrizes existentes nas Normas consideradas, em relação à ventilação natural de edificações residenciais para a cidade de Maceió, levando em consideração: área de abertura, ventilação cruzada e porosidade, existência de dispositivos especiais, aberturas externas

e permeabilidade. Um quadro resumo com as principais recomendações foi elaborado para facilitar a análise comparativa (Quadro 1).

Quadro 1 – Resumo das exigências e recomendações das Normas e Regulamentos Nacionais em relação à Ventilação Natural

QUADRO RESUMO DAS EXIGÊNCIAS: EXIGÊNCIAS NORMATIVAS NACIONAIS E LOCAIS PARA VENTILAÇÃO NATURAL EM MACEIÓ	
NORMA/ REGULAMENTO	REQUISITOS
RTQ-R	Pré-requisitos: Área de aberturas $\geq 10\%$ da área útil do ambiente; Ventilação cruzada (com proporção de 25%) $A2/A1 \geq 0,25$
	Bonificações: As UHs devem comprovar a existência de porosidade mínima de 20% em pelo menos duas fachadas com orientações distintas.
	Utilização de dispositivos especiais como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento e outros.
	Existência de aberturas externas, cujo vão livre tenha o centro geométrico localizado entre 0,40 e 0,70 m medidos a partir do piso.
	*Na Zona Bioclimática 8, as aberturas intermediárias (portas, rasgos, etc.) devem apresentar permeabilidade em relação à circulação do ar.
	Para Zona Bioclimática 8, Área de aberturas $\geq 40\%$ da área útil do ambiente;
NBR-15220	Ventilação cruzada permanente em ambientes de permanência prolongada;
	Área de aberturas $\geq 8\%$ da área útil do ambiente;
NBR-15575	Apresentar janelas, nas fachadas das habitações, com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes.
Código de Urbanismo e Edificações de Maceió	O atendimento aos níveis de eficiência de ventilação é de competência e responsabilidade do projetista.

Fonte: Os autores (2015)

Em seguida, as informações relativas aos projetos arquitetônicos foram coletadas e foram calculadas as áreas de pisos e áreas de aberturas dos ambientes de permanência prolongada em cada um dos casos. Os dados foram organizados em tabelas a fim de estabelecer a comparação entre os valores obtidos e os valores exigidos pelas Normas consideradas.

2.3 Análise qualitativa da ventilação natural em mesa d'água

O estudo de ventilação natural foi realizado a partir de modelos reduzidos com auxílio da ferramenta mesa d'água que é um equipamento de visualização de fluidos disponível no laboratório de conforto ambiental da faculdade.

Primeiramente foram construídos modelos reduzidos das plantas baixas dos pavimentos tipos dos edifícios em material plástico preto, na escala 1/100. Foram realizadas as simulações considerando as direções predominantes do vento em Maceió: Sudeste, Leste e Nordeste, e a orientação real do edifício

em estudo. É importante destacar que na etapa de Análise qualitativa, nos modelos reduzidos desenvolvidos para a simulação, todas as aberturas (portas e janelas) foram consideradas abertas, e suas dimensões correspondem à dimensão do seu vão livre respectivo.

O fluxo da água permitiu a compreensão da ventilação natural através dos espaços, mostrando a influência da configuração das aberturas no desempenho da ventilação natural nos edifícios analisados.

2.4 Análise dos resultados e elaboração de recomendações para uso da ventilação natural em edificações residenciais na cidade

Os resultados das simulações realizadas foram analisados juntamente com as leituras e as análises segundo as Normas desenvolvidas anteriormente. Com base nesta análise, foram feitas recomendações para utilização da ventilação natural em edificações residenciais na cidade de Maceió.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

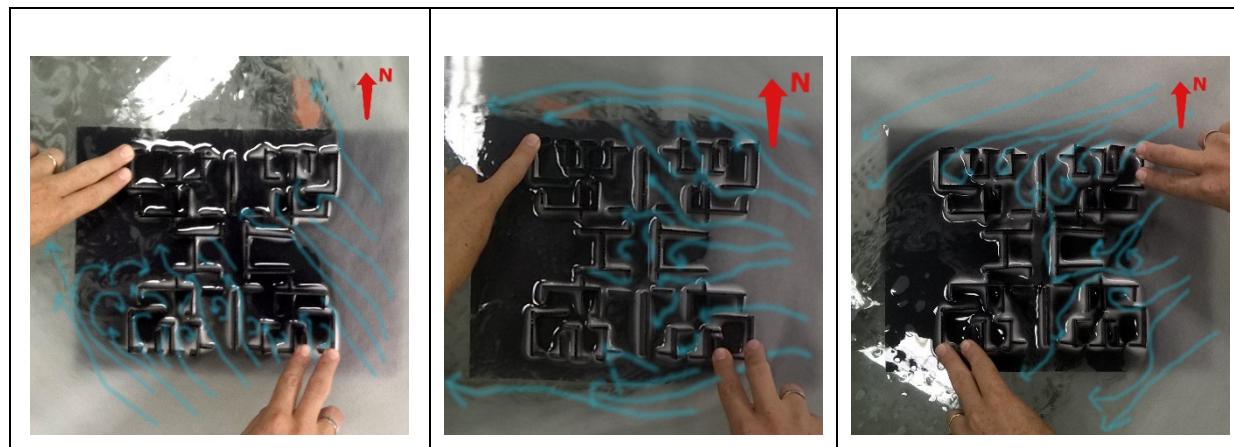
3.1 Edifício 01

No primeiro estudo de caso, os quatro apartamentos do pavimento tipo possuíam a mesma planta baixa, modificando apenas a orientação. Cada apartamento era composto por sala de estar/jantar, cozinha/área de serviço, quarto 1, quarto 2 e suíte.

Verificou-se que nenhuma abertura analisada atendeu a recomendação dada pela NBR 15220, a NBR 15575 foi atendida em 60% do total de ambientes analisados (apenas na sala de estar/jantar, quarto 1 e quarto 2); a indicação de abertura para ventilação contida no RTQ-R foi atingida em 40% do total de ambientes considerados na análise (apenas na sala de estar/jantar e quarto 2). Os ambientes suíte e cozinha/área de serviço não atenderam os requisitos de nenhuma das normas consideradas.

As simulações em mesa d'água (figura 2) mostraram que dois dos quatro apartamentos encontram-se em situação privilegiada em relação à direção predominante dos ventos, com as salas e varandas voltadas para o quadrante Leste, o que favorece a captação da ventilação durante todo o ano. Enquanto que os outros dois apartamentos recebem ventilação através da circulação geral, necessitando deixar as portas de entrada abertas para receber ventilação na maioria dos casos.

Figura 2 – Simulações em mesa d'água para o estudo de caso 1: vento Sudeste, Leste e Nordeste, respectivamente



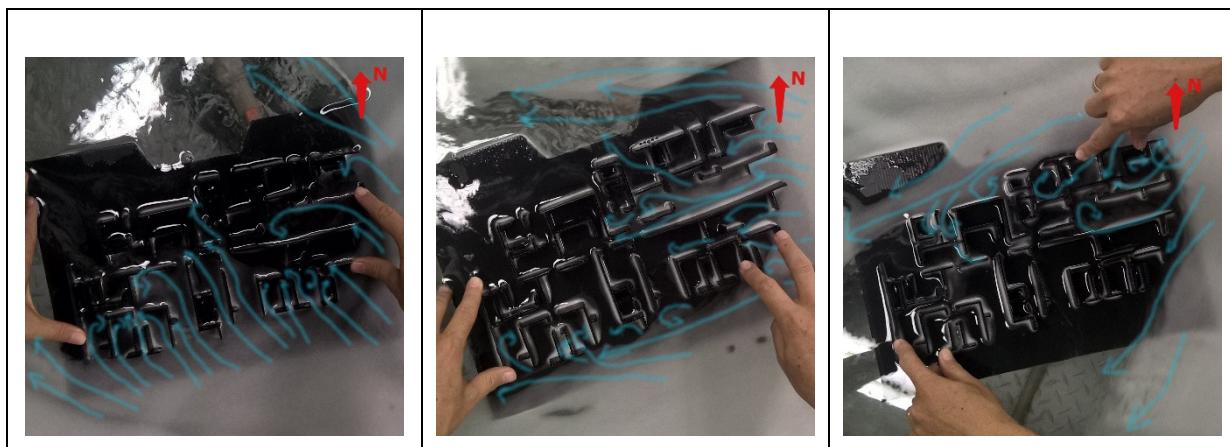
Fonte: Os autores (2015)

3.2 Edifício 02

Ao contrário do edifício do primeiro estudo de caso, onde os quatro apartamentos do pavimento tipo são iguais, no edifício dois (figura 3) os apartamentos possuem plantas diferentes e consequentemente diferentes configurações de aberturas. Do total de ambientes analisados, apenas 4,3% atendeu à NBR 15.220, a mais restritiva. 21,7% dos ambientes atenderam às exigências propostas pelo RTQ-R e 39% dos ambientes atenderam à NBR 15.575. Algumas alterações simples poderiam solucionar os problemas, como a mudança no dimensionamento ou no modo de abertura das esquadrias. Entretanto, mesmo com tais alterações, constatou-se que ainda não seria possível atender a NBR-15.220, que pede 40% de abertura com relação à área útil do piso.

Por possuírem aberturas em fachadas diferentes, foi possível observar através dos ensaios em mesa d'água que a ventilação cruzada ocorre nos três apartamentos da planta analisada. Sendo o mais prejudicado aquele que se localiza a Noroeste.

Figura 3 – Simulações em mesa d'água para o estudo de caso 2: vento Sudeste, Leste e Nordeste, respectivamente



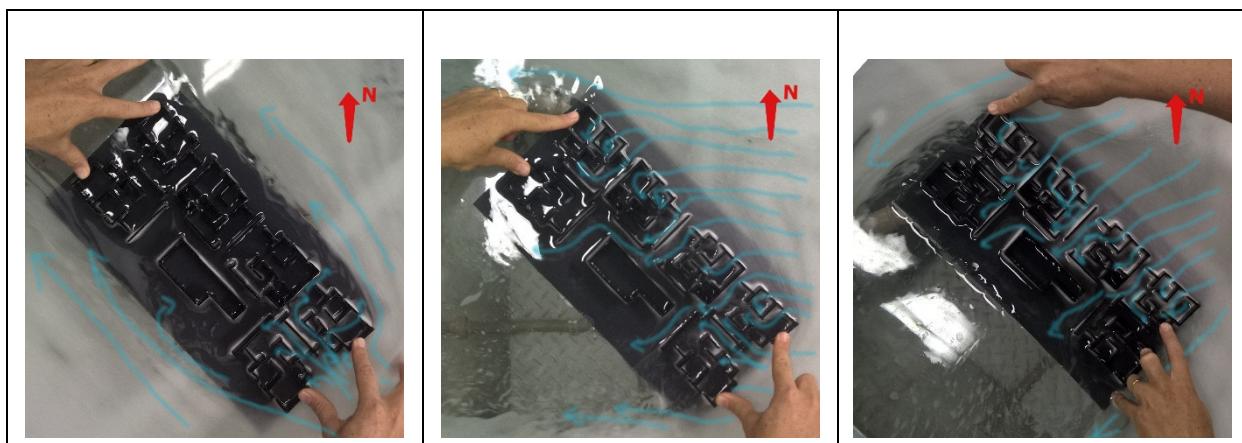
Fonte: Os autores (2015)

3.3 Edifício 03

No estudo de caso 3 (figura 4) foi feita a análise de um edifício multifamiliar de quatro apartamentos por pavimento tipo, onde as plantas contem basicamente dois tipos de configuração de apartamento, espelhados em eixo central totalizando quatro apartamentos. Obteve-se os resultados de 34% de abertura atendendo ao RTQ-R, 34% a NBR-15.575 e de 0% na NBR-15.220, a norma que mais faz restrição à porcentagem de abertura em relação à área do piso.

Através das simulações em mesa d'água foi possível perceber que a distribuição da ventilação natural ocorre de maneira bem mais fluida nos apartamentos localizados nas pontas do pavimento tipo, em todas as direções analisadas. Isto ocorre devido à existência de aberturas em paredes opostas, o que foi confirmado posteriormente na análise de ventilação cruzada segundo o RTQ-R.

Figura 4 – Simulações em mesa d'água para o estudo de caso 3: vento Sudeste, Leste e Nordeste, respectivamente



Fonte: Os autores (2015)

3.4 Edifício 04

No estudo de caso 4 (figura 5), o pavimento tipo conta com 6 apartamentos, com 2 tipos de plantas diferentes sendo espelhadas em um eixo central. Por apresentar, na maioria dos apartamentos, apenas uma fachada para receber ventilação direta, este estudo de caso foi o que obteve os piores resultados em relação a eficiência na ventilação natural. Mas em contraponto a locação das esquadrias, suas dimensões apresentaram os melhores resultados de porcentagem em relação à área útil do ambiente, sendo 42% atendendo ao RTQ-R, 67% a NBR-15.575 e 0% a NBR-15.220.

Na análise em mesa d'água do estudo de caso 4 ficou evidente a importância da escolha consciente da orientação da edificação pelos arquitetos. Esta escolha pode definir se o edifício é capaz de captar os ventos predominantes da região ou não, tornando-se mais ou menos confortável. Neste caso, a fachada onde incide a ventilação predominante a maior parte do ano em Maceió, que é a Sudeste, possui apenas dois dos seis apartamentos existentes em cada pavimento, privilegiando-os em relação aos demais.

Verificou-se que a maioria das aberturas se localiza na fachada nordeste, entretanto, dois apartamentos que ficam na parte posterior da planta em relação aos ventos predominantes são mais prejudicados, pois ficam em região de sombra de vento.

Além disto, a maior quantidade de apartamentos por andar dificulta a fluidez da ventilação cruzada, tornando os apartamentos dependentes das aberturas principais (portas de acesso) que geralmente permanecem fechadas a maior parte do tempo.

Figura 5 – Simulações em mesa d'água para o estudo de caso 4: vento Sudeste, Leste e Nordeste, respectivamente



Fonte: Os autores (2015)

3.5 Análise segundo outros parâmetros presentes do RTQ-R

Quanto à ventilação cruzada, o RTQ-R cita que “a UH deve possuir ventilação cruzada proporcionada por sistema de aberturas compreendido pelas aberturas externas e internas [...] O projeto de ventilação natural deve promover condições de escoamento de ar entre as aberturas localizadas em pelo menos duas diferentes fachadas (opostas ou adjacentes) e orientações da edificação. As aberturas devem atender à proporção de 25%.” (INMETRO, 2012). Aplicando esse cálculo aos casos em estudo foram obtidos os seguintes resultados (Quadro 2):

Quadro 2 – Resultado geral da análise de ventilação cruzada para os apartamentos em estudo

RESULTADO GERAL: ANÁLISE DE VENTILAÇÃO CRUZADA	
APTOS QUE ATENDEM A VENTILAÇÃO CRUZADA)RTQ-R)	76,47%
APTOS QUE NÃO ATENDEM A VENTILAÇÃO CRUZADA)RTQ-R)	23, 53%

Fonte: Os autores (2015)

Percebe-se que, aproximadamente, 1 em cada 4 apartamentos deverá vir a ter dificuldades de circulação de ar o que se infere a necessidade de se pensar em soluções capazes de proporcionar melhorias que favoreçam a ventilação.

Quanto à porosidade o RTQ-R recomenda que “as UHs de até dois pavimentos devem comprovar a existência de porosidade mínima de 20% em pelo menos duas fachadas com orientações distintas, expressa pela relação entre a área efetiva de abertura para ventilação e a área da fachada” (INMETRO, 2012). Assim, analisando-se a porosidade, verificou-se que apenas o estudo de caso 4 atende à exigência com duas fachadas com porosidade mínima de 20%.

Verificou-se que, em geral, as fachadas que atendem a este quesito são as que possuem a porta da varanda, pois sua área de abertura é maior que de uma janela. Nas demais fachadas com deficiência no percentual de porosidade o não atendimento aos parâmetros dá-se pelo fato da existência de aberturas pequenas como basculantes de banheiros e esquadrias menores ou até mesmo a inexistência de aberturas, como no caso edifícios 03 e 04.

Quanto à utilização de dispositivos especiais (como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento e outros), verificou-se que nenhuma das edificações analisadas possui tais dispositivos. Tampouco existem aberturas externas (janelas, rasgos, peitoris ventilados, etc.) cujo vão livre tenha o centro geométrico localizado entre 0,40 e 0,70 m medidos a partir do piso.

Verificou-se por fim que as aberturas intermediárias tais como portas de acesso e rasgos não apresentam permeabilidade em relação à circulação do ar, quer seja na própria folha da esquadria, quer na forma de bandeiras móveis ou rasgos verticais como preconiza o RTQ-R.

3.6 Recomendações para uso da ventilação natural em edificações residenciais em Maceió-AL

Com base nas análises realizadas, foram discutidas diretrizes para a construção de futuros empreendimentos residenciais na cidade de Maceió, com vistas ao aproveitamento da ventilação natural e com isso um maior conforto térmico sem gastos com energia elétrica.

Tais recomendações serão pontuadas a seguir:

- Dar preferência a tipos de esquadrias que permitam um maior vão de abertura à ventilação, como por exemplo, as janelas pivotantes, sempre que possível;
- Quando utilizada a esquadria de correr, dar preferência a maior quantidade de folhas sempre que possível a fim de maximizar os vãos de abertura, permitindo maior circulação de ar;
- Buscar atender às Normas Brasileiras vigentes quanto à área de abertura da esquadria em relação à área de piso do ambiente utilizando para Maceió, no mínimo 8%, como sugere a NBR 15.575 (ABNT, 2013);
- Utilizar bandeiras, seteiras e elementos de captação da ventilação natural como peitoril ventilado, venezianas, rasgos, dentre outros, sempre que possível;
- Priorizar a ventilação cruzada nos ambientes colocando aberturas em duas paredes diferentes ou utilizando bandeiras nas portas;
- Observar a localização das esquadrias em relação à ventilação predominante na região.

4 CONCLUSÕES

A análise das áreas de aberturas praticadas nos edifícios residenciais multifamiliares em Maceió mostrou que as Normas Brasileiras não vêm sendo cumpridas. As áreas encontradas estão na maior parte dos casos abaixo das exigências das Normas e Regulamentos existentes. A NBR 15.220 (ABNT, 2005) que é a mais rigorosa, recomendando 40% de área de abertura em relação a área do piso foi a menos cumprida nos casos analisados. Isto ocorre possivelmente devido a padrões existentes no mercado da construção civil e na fabricação de esquadrias que tornam menores os custos da obra e não consideram os possíveis gastos futuros para se manter os ambientes confortáveis.

As análises na mesa d'água foram úteis para analisar a distribuição dos ventos no interior dos apartamentos mostrando o percurso da ventilação natural no interior dos mesmos, e ressaltando a importância da existência de aberturas de entrada e de saída, proporcionando a ventilação cruzada. Entretanto, por ser um instrumento de análise qualitativa e bidimensional, não permite análises quantitativas. No entanto, mesmo a maioria dos casos não cumprindo a área de abertura exigida pela NBR 15.220 (ABNT, 2005), a distribuição do movimento do ar parece satisfatória nos apartamentos que recebem incidência direta do vento.

Em relação à utilização de dispositivos especiais (como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento e outros) os casos estudados não possuíam nenhum destes dispositivos, talvez por padrões impostos pelo mercado ou até mesmo pelo custo que esses dispositivos acrescentariam ao final da obra. O uso destes elementos melhoraria o desempenho da ventilação nos ambientes, principalmente na qualidade geral dos ambientes edificados, visto que aumentaria o percentual de ventilação incidente no ambiente, possibilitando o uso da ventilação natural mesmo em dias de chuva como é caso do peitoril ventilado.

Outro fator que melhoria significativamente a qualidade da ventilação no interior da edificação seria a existência de esquadrias mais permeáveis, através do uso, por exemplo, de bandeiras ou venezianas móveis. O que seria uma solução eficiente para apartamentos com poucas fachadas voltadas para o exterior. Estes dispositivos não foram encontrados em nenhum dos edifícios analisados.

Por fim, considera-se que os edifícios analisados na cidade de Maceió possuem muitas deficiências em relação ao uso da ventilação natural, o que pode acarretar em desconforto térmico dos usuários e/ou uso indiscriminado dos aparelhos de ar-condicionado gerando custos excedentes com energia elétrica. Ficou evidente a necessidade de repensar a arquitetura residencial multifamiliar em Maceió, a fim de torná-la mais confortável e eficiente

energeticamente, aumentando a qualidade dos espaços e consequentemente a qualidade de vida de seus moradores minimizando os impactos negativos no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.575**. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15220**: Desempenho térmico para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

INMETRO. **Lei n. 10295**, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001a. Disponível em: <www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf>. Acesso em: 25 de outubro de 2012.

MACEIÓ, PREFEITURA MUNICIPAL DE. Código de urbanismo e edificações do município de Maceió. Lei N° 5.593, De 08 De Fevereiro De 2007. Maceió, 2007.

SACRAMENTO, A. S. **A influência da dimensão da abertura de saída da cozinha/serviço no potencial de ventilação dos ambientes de edificações multifamiliares em Maceió-AL**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió, 2012.

STAVRAKAKIS, G.M., KOUKOU, M.K.; VRACHOPOULOS, M.Gr; N. C. MARKATOS. Natural cross-ventilation in buildings: Building-scale experiments, numerical simulation and thermal comfort evaluation. **Energy and Buildings**. 40 (2008). 1666-1681.

TIBIRIÇA, A. C.G; FERRAZ, R. **Considerações para projeto de janelas em edificações: fatores ambientais, normativos e tecnológicos**. In: VIII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Maceió, 2005.

TOLEDO, A. M. **Avaliação do desempenho da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos: Uma aplicação em Maceió-AL**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2006.