

CONTRIBUIÇÃO DA CONSULTORIA AMBIENTAL NA FASE DE PROJETO: APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE ABERTURAS PARA VENTILAÇÃO NATURAL PELA AÇÃO DO VENTO EM APARTAMENTOS

Alexandre Toledo (1); Luciana Gavazza (2)

(1) Doutor, professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, alexandre.toledo@fau.ufal.br

(2) Arquiteta, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, lugavazza@hotmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Grupo de Estudos em Projeto de Arquitetura, Campus A. C. Simões – Cidade Universitária, 57072-90, Maceió/AL, 82-32141283.

RESUMO

A ventilação natural permanente é indicada, em conjunto com o sombreamento das aberturas e da envolvente, como a principal estratégia passiva para os edifícios situados na Zona Bioclimática 8. A NBR 15.575/2013 estabelece apenas o tamanho mínimo das aberturas de ventilação em função da área de piso dos ambientes, remetendo o desempenho térmico à normativa que estabelece o zoneamento bioclimático, a qual prevê aberturas grandes para a ZR8. Contudo, considerar apenas o tamanho das aberturas não garante o melhor desempenho de ventilação, pois dependerá do potencial de ventos local e da eficiência do sistema de aberturas do edifício. Apesar de a norma não sugerir a simulação da ventilação natural, questiona-se: qual o papel da consultoria ambiental na fase de projeto? O objetivo do presente artigo é discutir alternativas, ainda na fase de projeto, para o melhor desempenho da ventilação natural pela ação do vento em um edifício de apartamentos na ZR8. Após diagnóstico inicial, realizaram-se ensaios analógicos de escoamento no equipamento mesa d'água com maquete vazada, para as quatro principais direções de vento da cidade de Maceió/AL, a fim de propor ajustes finais no sistema de aberturas dos apartamentos. As sugestões de aperfeiçoamento apontaram para um melhor desempenho do escoamento nos ambientes, sem aumento significativo dos custos da obra. Destaca-se a contribuição do rearranjo das aberturas nos dormitórios, nas faces Leste e Oeste, e nas cozinhas/serviços, nas faces Sul e Norte, no escoamento. Conclui-se pela importância da participação do especialista na fase de projeto, visando otimização do desempenho da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos.

Palavras-chave: ventilação natural, ação dos ventos, ensaios analógicos de escoamento.

ABSTRACT

Permanent natural ventilation is indicated, together with the shadowing of the openings and enclosure, as the main passive strategy for the Brazilian buildings located in the Bioclimatic Zone 8. The NBR 15.575/2013 only establishes the minimum size of the ventilation openings depending on the area of floor of the rooms, referring the thermal performance to the regulation that establishes the bioclimatic zoning, which foresees large openings for the ZR8. However, considering only the size of the openings does not guarantee the best performance as it will depend on the potential of the local wind regime and the efficiency of the building's aperture system. Although the standard does not suggest the simulation of natural ventilation, it is questioned: what is the role of consulting in the design phase? The objective of this article is to discuss alternatives, still in the design phase, for better performance of the natural ventilation by the action of the wind in an apartment building in the ZR8. After initial diagnosis, analogue run tests were carried out on the water table with a cast model, for the four main wind directions of the city of Maceió/AL, in order to propose final adjustments to the system of apartment openings. The improvement suggestions pointed to a better flow performance in the environments, without a significant increase in the costs of the work. The contribution of the rearrangement of the openings in the dormitories and kitchen/service in the outflow is highlighted. It concludes by the importance of the participation of the specialist in the design phase, aiming at optimizing the performance of the natural ventilation by the action of the wind in apartments.

Keywords: natural ventilation, wind action process, analogue flow tests.

1. INTRODUÇÃO

A ventilação natural permanente é indicada, em conjunto com o sombreamento das aberturas e da envolvente, pela NBR 15220-3, como a principal estratégia passiva para os edifícios brasileiros situados na Zona Bioclimática 8 (ABNT, 2005), esclarecendo, entretanto, que o condicionamento passivo será insuficiente, durante as horas mais quentes, para promover as condições de conforto térmico.

A NBR 15.575/2013-4 estabelece apenas o tamanho mínimo das aberturas de ventilação em função da área de piso dos ambientes, segundo a qual, a área de ventilação das janelas para a região Nordeste do Brasil, na Zona Bioclimática 8, para assegurar desempenho Mínimo, deve ser maior ou igual a 8% da área de piso. Observa-se uma grande redução no percentual de área de piso adotado em relação à NBR 15.220-3, a qual estabelece que as aberturas para ventilação nessa zona devem ser grandes ($A > 40\%$ da área do piso). Depreende-se que essa drástica redução da área das aberturas resulta da adaptação do parâmetro da norma destina às casas unifamiliares dos programas de habitação de interesse social às exigências do mercado imobiliário que atua com edifícios verticais.

Contudo, considerar apenas o tamanho das aberturas não garante o melhor desempenho de ventilação natural pela ação do vento (NASCIMENTO, 2016; MORAIS; LABAKI; 2015), pois dependerá de fatores variáveis, que envolvem o regime de ventos local e comportamento das temperaturas, e de fatores fixos, que envolvem o entorno natural e construído, a tipologia do edifício e o sistema de aberturas de ventilação (TOLEDO, 2006; LARSEN; HEISELBERG, 2008). Ayata e Yıldız (2006) e Medinilha e Labaki (2016) enfatizam que a otimização geométrica do tamanho e da posição das aberturas são parâmetros importantes para obtenção da uniformidade da velocidade do ar no interior dos edifícios.

Segundo o Guia da AsBEA (MEREBA, 2015), cabe ao arquiteto apenas “Indicar em projeto área de aberturas para ventilação em relação à área de piso, considerando a área efetivamente sem obstrução (descontar vidros e perfis)” e à coordenação de projeto “Solicitar a indicação em projeto área de aberturas para ventilação em relação à área de piso”.

A norma de desempenho térmico brasileira sequer sugere a estimativa da ventilação natural, por meio de modelos analíticos, empíricos, experimentos em escala reduzida ou escala real, rede multizonal, ou Dinâmica de Fluido Computacional (CFD), amplamente conhecidos. Chen (2009) destaca que os modelos em rede multizonal são bastante utilizados para a estimativa do desempenho da ventilação no interior dos edifícios; porém os CFDs dominam com 70% dos trabalhos publicados em periódicos ingleses entre 2006 e 2008.

A norma 15.575/2013 também não sugere a simulação do comportamento do escoamento do ar no interior das unidades habitacionais, na avaliação do desempenho térmico dos edifícios da Z8; sugere apenas considerar taxas de ventilação de até 5 renovações por hora, nas simulações de desempenho térmico, nos casos de desempenhos críticos de verão. Isso expressa a preocupação ainda higienista da regulamentação brasileira, conforme destacado por Cóstola (2006).

Apesar de a ventilação natural permanente não alterar significativamente o desempenho térmico do edifício, pois tenderá a manter a temperatura do ar interior igual à temperatura do ar exterior do mesmo, a sensação de conforto térmico dos usuários precisa ser considerada, já que o resfriamento da pele poderá causar melhor sensação de conforto térmico aos usuários, nas situações críticas de verão (OHBA; TSUKAMOTO; LUN, 2013; DEAR; BRAGER, 2002).

Por outro lado, deve-se ter cuidado com a proposição de tamanho de aberturas em função do desempenho térmico do edifício, por meio e programas de simulação térmica, sem considerar o impacto do necessário sombreamento das aberturas, nos climas quentes e úmidos. Os resultados podem levar à necessidade equivocada de menores aberturas para ventilação, quando o sombreamento das aberturas não é considerado (MORAIS; LABAKI; 2015).

Além disso, a maximização da ventilação cruzada permanente, sem o controle das aberturas, é oposta à necessidade de climatização em climas quentes e úmidos, em algumas horas dos dias de verão (HAASE; AMATO, 2009).

Diante desse contexto, questiona-se: qual o papel da consultoria ambiental na fase de projeto, para atender à norma de desempenho, nas zonas bioclimáticas que demandam ventilação permanente? O trabalho resulta de consultoria em desempenho ambiental para um edifício de apartamentos situado na ZR8.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho é discutir alternativas para o sistema de aberturas, ainda na fase de projeto, para o melhor desempenho da ventilação natural pela ação do vento em um edifício de apartamentos na ZR8, considerando o comportamento do escoamento do ar.

3. MÉTODO

Produziu-se diagnóstico inicial do sistema de aberturas de um edifício multifamiliar com 6 apartamentos por andar, mediante suposição do escoamento esperado para as quatro principais direções de vento da cidade de Maceió. Com base nas recomendações formuladas, testaram-se as recomendações incorporadas no projeto por meio de ensaios analógicos de escoamento com maquete vazada, realizados no equipamento mesa d'água, para as quatro principais direções de vento (SE, L, S e NE) da cidade de Maceió/AL. Formularam-se novas recomendações, após análise dos resultados dos ensaios.

3.1. Caracterização dos Ventos da Cidade de Maceió/AL

Conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), Maceió (9.67 S/ 35.7 W/ 65m) situa-se na Zona Bioclimática 8 (Figura 1), a qual se caracteriza por não apresentar inverno rigoroso nem zona de baixa umidade; típico de clima litorâneo quente e úmido e equatorial, que envolve 53,7% do território nacional.

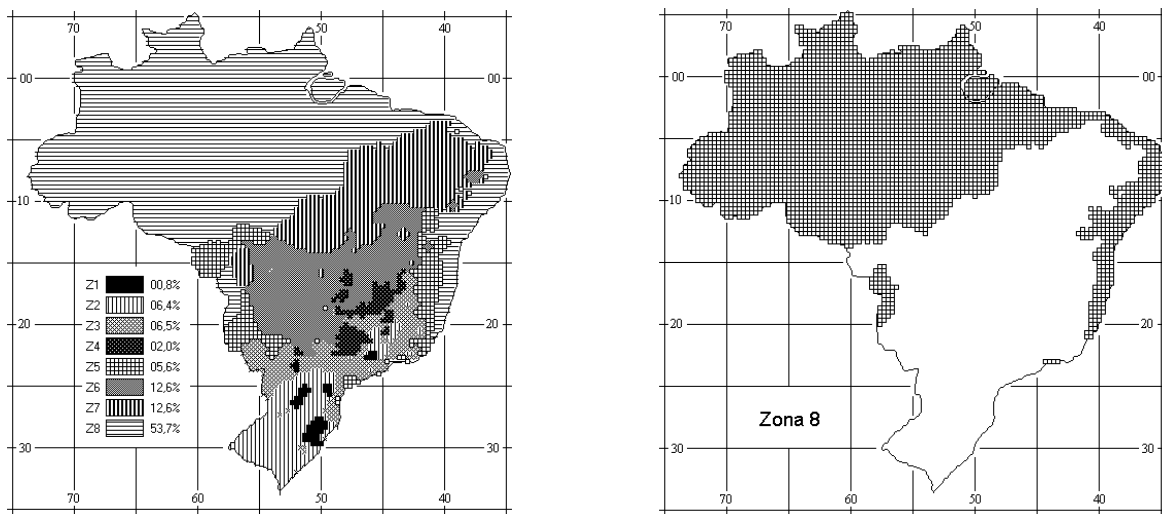


Figura 1 - Zona 8 no Zoneamento bioclimático brasileiro (ABNT, 2005).

Os ventos predominantes em Maceió são o Sudeste (36,04%) e o Leste (31,73%), seguidos do Sul (16,89%) e do Nordeste (9,98%). No verão (dezembro a março), predominam os ventos Leste e Sudeste, seguidos do Nordeste; no Outono (março a junho), os ventos Sudeste e Sul, seguidos do Leste; na primavera (setembro a dezembro), os ventos Leste, Sudeste e Nordeste; no inverno (junho a setembro), predominam os ventos Sudeste e Sul (Figura 2).

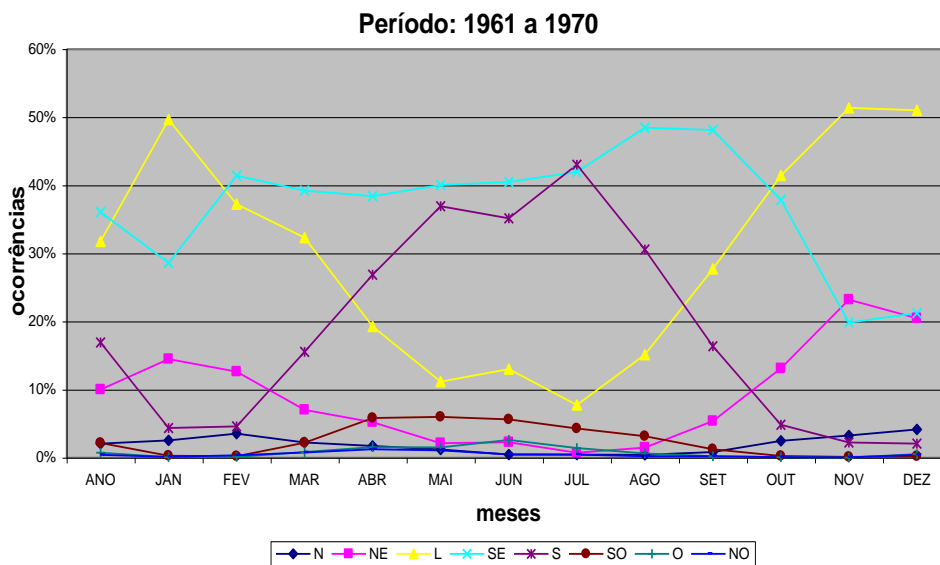


Figura 2 – Gráfico de ventos de Maceió (TOLEDO, 2006).

3.2. Ensaio de Escoamento na Mesa D'Água

Ensaio com modelos em escala reduzida apresentam a grande vantagem de serem eficientes e apresentarem baixíssimo custo (CHEN, 2009), os quais podem ser utilizados para validar modelos analíticos, empíricos ou numéricos. Diferentemente dos CFDs que ainda apresentam custo elevado e tempo considerável de simulação.

Utilizou-se o equipamento mesa d'água do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas. Consideraram-se todas as portas de acesso aos apartamentos fechadas e todas as portas internas e janelas (externas e internas) abertas, em todo o vão. Desconsideraram-se as barreiras do entorno (Figura 3), nos ensaios.



Figura 3 – Esquema de Situação e Entorno do Edifício.

Confeccionaram-se as maquetes vazadas em placas de acetato corrugado de 3mm de espessura e com 3cm de altura, na escala de 1/50. Fotografaram-se todos os ensaios com câmara digital (Figura 4) e transformaram-se os escoamentos observados, por meio de filmagem, em figuras sobre a planta baixa do pavimento tipo do edifício, indicando-se as entradas, passagens internas e saídas para cada uma das quatro direções de vento.



Ensaio Sudeste



Ensaio Nordeste



Ensaio Leste



Ensaio Sul

Figura 4 – Imagens dos Ensaio na Mesa D'Água.

4. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico inicial

Levando-se em consideração a direção e frequência dos ventos predominantes de Maceió (L/SE/S/NE) e os respectivos sistemas de aberturas, observou-se, inicialmente, que os desempenhos de ventilação natural pela ação do vento dos apartamentos seriam bastante diferenciados (Figura 5).

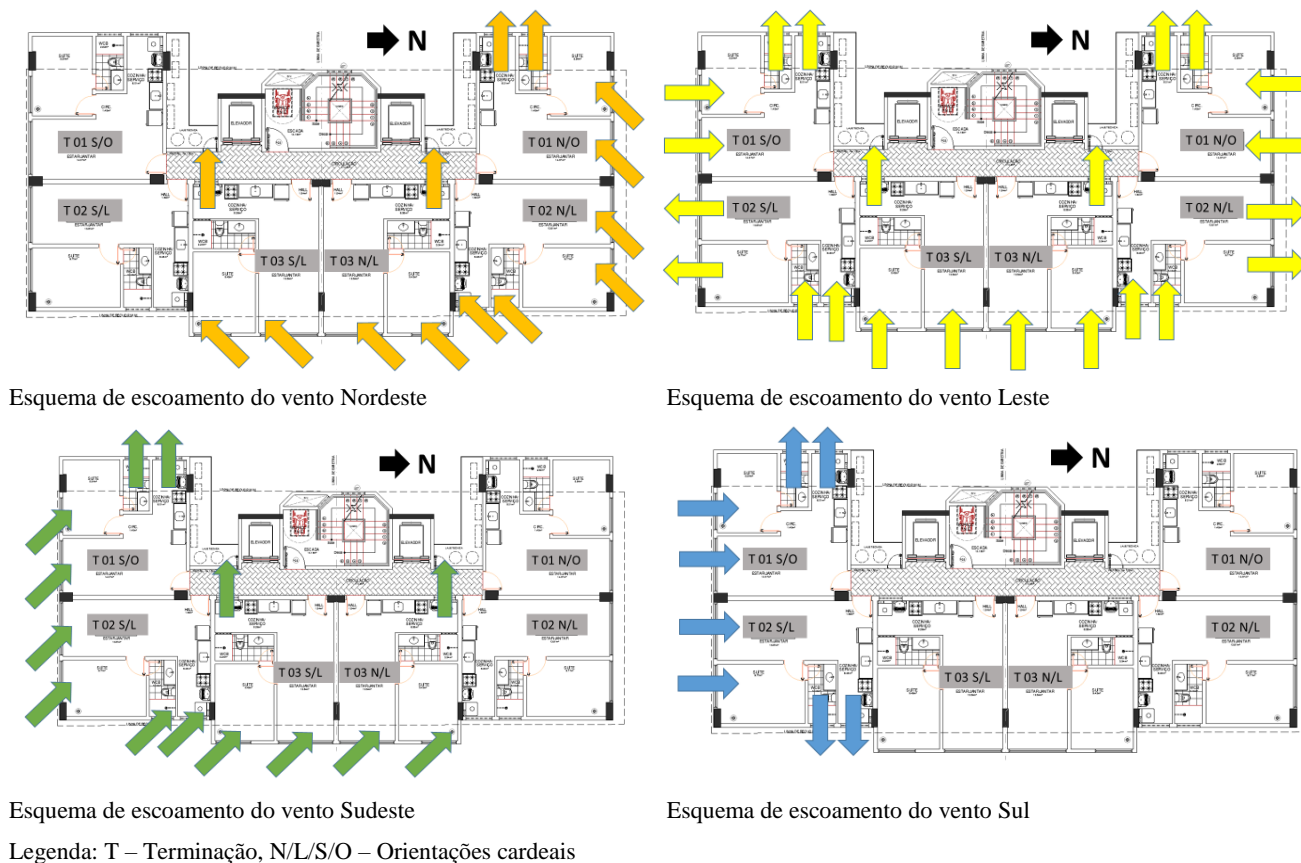


Figura 5 – Esquemas de escoamentos iniciais previstos.

4.1.1 Escoamento nos apartamentos de terminação 01

Os apartamentos de terminação 01 - laterais, apesar de disporem da mesma geometria e sistema de aberturas, por se situarem em orientações distintas (Sul/Oeste e Norte/Oeste), deverão apresentar desempenhos de ventilação diferentes em relação à ação do vento.

O apartamento S/O apresenta potencial de captação das direções de vento Sudeste e Sul, apesar da barreira formada pelos edifícios Seychelles e Thasos; e o apartamento N/O, apenas de Nordeste. Não se descartando a incidência lateral dos ventos de direção Leste para ambos.

A presença de janelas grandes e médias nos ambientes de maior permanência (salas e dormitórios, respectivamente), permitirá a captação dos ventos dessas direções (SE e S) pelo apartamento S/O e (NE) pelo apartamento N/O. As janelas altas situadas na área de serviço e no banheiro, apesar de apresentarem área inferior à de captação, servirão de saída de ar diretamente para o exterior (Quadro 1).

Quadro 1 – Diagnóstico Preliminar Apartamentos Terminação 01.

ENTRADAS	DIREÇÃO DO VENTO	SAÍDAS
Janela média - dormitório	L, SE e S ou NE	Janela alta - área de serviço (O)
Janela grande - sala	L, SE e S ou NE	Janela alta - banheiro (O)
Janela Média - $15\% < A < 25\%$; Janela grande - $A > 40\%$; A – área do piso (ABNT, 2005)		

4.1.2 Escoamento nos apartamentos de terminação 02

Os apartamentos de terminação 02 - laterais, apesar de também disporem da mesma geometria e sistema de aberturas, por se situarem em orientações distintas (Sul/Leste e Norte/Leste), também deverão apresentar desempenhos de ventilação diferentes em relação à ação do vento.

O apartamento S/L apresenta potencial de captação das direções de vento Sudeste e Sul, apesar da barreira formada pelos edifícios Thasos e Maria Beatriz, e o apartamento N/L apenas de Nordeste. Não se descartando a incidência lateral dos ventos de direção Leste para ambos.

A presença de janelas grandes e médias nos ambientes de maior permanência (salas e dormitórios, respectivamente) permitirá a captação dos ventos dessas direções (SE e S) pelo apartamento S/L e (NE) pelo apartamento N/L. As janelas altas situadas na área de serviço e banheiro, apesar de apresentarem área inferior à de captação, poderão servir tanto como abertura de entrada (SE ou NE) como de saída de ar (S) diretamente para o exterior, para o apartamento S/L (Quadro 2).

Quadro 2 – Diagnóstico Preliminar Apartamentos Terminação 02.

ENTRADAS	DIREÇÃO DE VENTO	SAÍDAS
Janela média - dormitório	SE ou NE	Janela alta - área de serviço e banheiro (L)
Janela grande - sala	SE ou NE	
Janela Média - $15\% < A < 25\%$; Janela grande - $A > 40\%$; A - área do piso (ABNT, 2005)		

4.1.3 Escoamento nos apartamentos de terminação 03

Os apartamentos de terminação 03 - centrais - apresentam potencial de captação das direções de vento Sudeste e Nordeste e lateralmente de Sul, apesar da barreira formada pelos edifícios Maria Beatriz, Thasos e Seycheles, localizados do outro lado da rua Abdou Arroxelas.

A ventilação de direção Leste ficará comprometida pela barreira formada pelo edifício Maracaibo, situado no lote nascente. A presença de janelas grandes e médias nos dois ambientes de maior permanência (sala e dormitório, respectivamente) permitirá a captação desses ventos (SE e NE) e as janelas localizadas nas áreas de serviço, apesar de apresentarem área inferior à de captação, permitirão a saída do ar, em direção à circulação horizontal, com passagem para o exterior do edifício por meio das aberturas permanentes (com peitoril de 1,30m), situadas entre os elevadores e os apartamentos de terminação 01. Os banheiros apresentam aberturas altas voltadas para a área de serviço, contribuindo para a ventilação independente do dormitório em direção à área de serviço (Quadro 3).

Quadro 3 – Diagnóstico Preliminar Apartamentos Terminação 03.

ENTRADAS	DIREÇÃO DE VENTO	SAÍDAS
Janela média - dormitório	SE/NE	Janela alta - área de serviço - circulação
Janela grande - sala	SE/NE	
Janela Média - $15\% < A < 25\%$; Janela grande - $A > 40\%$; A - área do piso (ABNT, 2005)		

4.1.4 Diagnóstico inicial e recomendações para melhoria dos sistemas de ventilação natural dos apartamentos

Os apartamentos de terminação 01 apresentam sistema de aberturas que favorece a ventilação cruzada por paredes adjacentes (quatro aberturas externas, com duas possíveis entradas e duas saídas), contudo, devido à orientação desfavorável, o apartamento situado a N/O não possibilitará captação dos ventos SE e S.

Recomendações:

1. Colocação de janela na parede da bancada da cozinha, visando captação do vento Sul, pelo apartamento N/O, favorecendo a ventilação por paredes opostas em ambos os apartamentos.
2. Relocação da janela da área de serviço para as paredes voltadas para o poço aberto da caixa de elevadores, favorecendo a ventilação por paredes opostas em ambos os apartamentos e promovendo a proteção térmica das aberturas.

Os apartamentos de terminação 2 apresentam sistema de abertura que não facilita a definição de entradas e saídas dos ventos SE e NE. Destaca-se a barreira (promovida pelo edifício Maracaibo) que impede a captação do vento Leste, pela abertura da área de serviço.

Recomendações:

- | |
|--|
| 3. Remanejamento da janela alta no banheiro para a área de serviço, para melhorar o desempenho térmico, sem prejuízo da ventilação natural. |
| 4. Colocação de bandeira e/ou saia regulável na porta de acesso da sala, para ampliar a área de abertura de saída de ar e melhor definir zona de baixa pressão para saída de ar. |

Os apartamentos de terminação 3 apresentam sistema de aberturas que favorece a ventilação cruzada por paredes opostas (duas aberturas externas, com possibilidade de entrada, e uma abertura interna que abre para circulação horizontal comum).

Recomendações:

- | |
|--|
| 5. Abertura de janelas do banheiro e da área de serviço para fosso ou reentrância lateral, afastado dos apartamentos 02. |
| 6. Colocação de bandeira regulável na porta de acesso da sala, para ampliar a área de abertura de saída de ar. |

4.2 Diagnóstico da fase Estudo Preliminar

Após verificação das recomendações atendidas do diagnóstico inicial, as análises do comportamento do escoamento levaram a novas recomendações para aperfeiçoamento do sistema de aberturas, na fase de Estudo Preliminar.

4.2.1 Síntese das recomendações iniciais atendidas

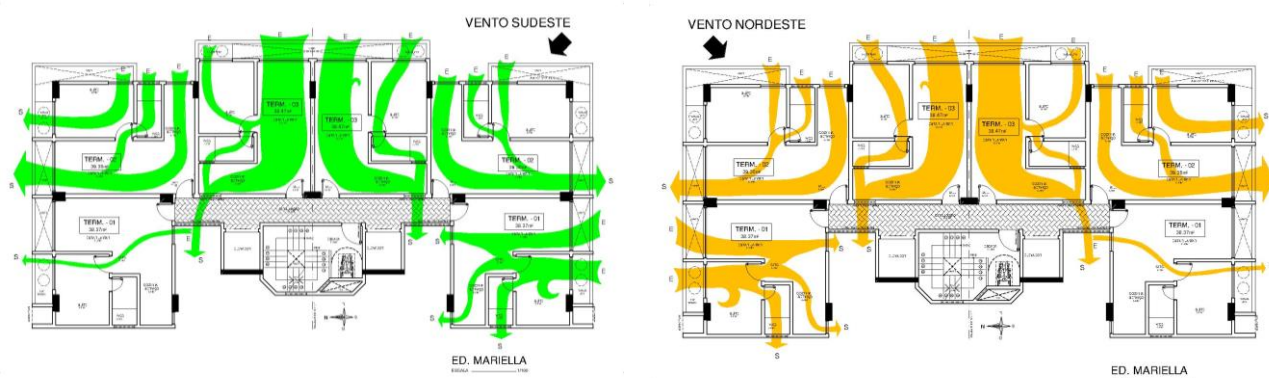
Apartamentos de terminação 01 – recomendação 1 parcialmente atendida, mediante colocação de janela na sala voltada para a parede proposta. Atendimento integral da recomendação 2, porém com menor área da abertura.

Apartamentos de terminação 2 – recomendações 3 e 4 não atendidas. A terceira por preferência de abertura para o exterior, cujos efeitos térmicos serão avaliados na fase de Anteprojeto; e a quarta por limitação de altura da viga, além dos aspectos acústicos envolvidos. Entretanto, acrescentou-se uma recomendação na reunião com a equipe de projeto que foi atendida: Colocação de uma segunda janela na face Leste dos dormitórios

Apartamentos de terminação 3 – não atendimento da recomendação 5, por dificuldade de compatibilização com os parâmetros urbanísticos e redução da compacidade do edifício, com acréscimo de paredes externas; não atendimento da recomendação 6, também por limitação de altura da viga e aspectos acústicos envolvidos. Decidiu-se, contudo, pela ampliação da janela da área de serviço.

4.2.2 Escoamentos Sudeste e Nordeste

Apartamentos de terminação 1 (N/O e S/O) - a colocação da nova janela na sala, na parede do poço aberto, e a relocação da janela da área de serviço, resultaram em melhor escoamento para essas direções, com possibilidade de beneficiamento da ventilação dos apartamentos opostos à direção dos ventos (Figura 6).



Escoamento Sudeste

Escoamento Nordeste

Figura 6 – Esquemas de escoamentos Sudeste e Nordeste.

Apartamentos de terminação 2 (N/L e S/L) - apresentam bom escoamento para essa direção, passando em todos os ambientes e com boa abrangência. A colocação da nova janela nos dormitórios, na parede Leste,

resultou em maior abrangência de escoamento nos mesmos e permitiu ramal independente nos apartamentos de posição oposta à direção do vento.

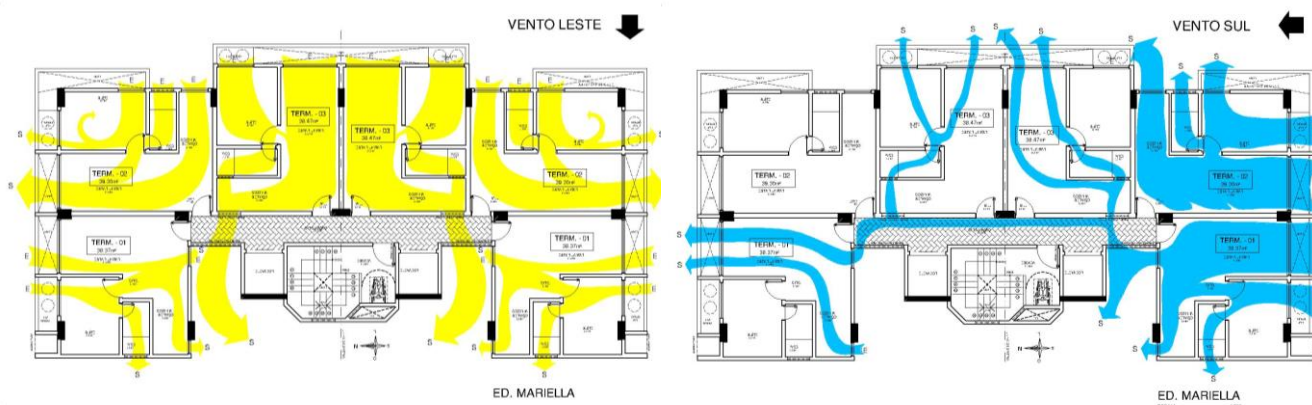
Apartamentos de terminação 3 (L) – apresentam excelente escoamento para essa direção, passando em todos os ambientes e com boa abrangência; dependendo da variação de inclinação, um dos banheiros poderá não apresentar escoamento.

4.2.3 Escoamento Leste

Apesar da barreira formada pelo edifício Maracaibo, situado a Leste, o escoamento dessa direção poderá alcançar os apartamentos laterais e parcialmente os apartamentos centrais (Figura 7).

Apartamentos de terminação 1 (N/O e S/O) - apresentam bom escoamento para essa direção, passando em todos os ambientes. A colocação da nova janela na sala, na parede do poço aberto, e a relocação da janela da área de serviço, resultaram em melhor escoamento para essa direção; contudo, as salas apresentam escoamento com abrangência parcial.

Apartamentos de terminação 2 (N/L e S/L) - apresentam excelente escoamento para essa direção, passando em todos os ambientes e com boa abrangência. A colocação da nova janela no dormitório, na parede Leste, resultou em maior abrangência de escoamento no mesmo e promoveu um ramal independente.



Escoamento Leste

Escoamento Sul

Figura 7 – Esquemas de escoamentos Leste e Sul.

Apartamentos de terminação 3 (L) – apresentariam excelente escoamento para essa direção, passando em todos os ambientes e com excelente abrangência; contudo, a barreira formada pelo edifício Maracaibo deverá modificar significativamente o escoamento dessa direção.

4.2.4 Escoamento Sul

Apartamentos de terminação 1 (N/O e S/O) – apartamento S/O apresenta bom escoamento, passando por todos os ambientes, com pequena abrangência no dormitório. A colocação da nova janela na sala, na parede do poço aberto, e a relocação da janela da área de serviço, resultaram em melhor escoamento para essa direção no apartamento S/O, com possibilidade de beneficiamento da ventilação dos apartamentos opostos à direção dos ventos (Figura 7).

Apartamentos de terminação 2 (N/L e S/L) – apartamento L/S apresenta excelente escoamento para essa direção, passando em todos os ambientes e com boa abrangência. A colocação da nova janela no dormitório, na parede Leste, resultou em maior abrangência de escoamento no mesmo e promoveu um ramal independente. O apartamento N/L apresenta escoamento pouco significativo para essa direção, passando pela cozinha e sala.

Apartamentos de terminação 3 (L) – apresentam escoamento assimétrico pouco significativo, proveniente da janela da área de serviço.

4.2.5 Síntese dos sistemas de aberturas

Os sistemas de aberturas resultantes apresentam quantidades de entradas e saídas diversas, para as quatro direções de vento (Quadro 4). Não apresenta entradas/saídas apenas para a direção Sul do apartamento 2 (N/L), o qual não apresentou escoamento para essa direção.

Quadro 4 – Síntese dos Sistemas de Aberturas.

TERMINAÇÃO	Nordeste	Sudeste	Leste	Sul
1 (S/O)	1E/ 1S	2E/ 3S	3E/ 3S	2E/ 3S
1 (N/O)	2E/ 3S	1E/ 1S	3E/ 3S	2E/ 2S
2 (S/L)	3E/ 2S	3E/ 2S	3E/ 2S	2E/ 3S
2 (N/L)	3E/ 1S	3E/ 2S	3E/ 2S	-----
3 (L) face S/O	2E/ 1S	2E/ 1S	2E/1S	1E/ 2S
3 (L) face N/O	2E/ 1S	2E/ 1S	2E/1S	1E/ 2S

E – entrada; S – saída

4.2.6 Novas recomendações para os sistemas de aberturas

Visando intensificar o escoamento dos apartamentos, apresentaram-se novas recomendações para o sistema de aberturas dos apartamentos (Quadro 5).

Quadro 5 – Novas recomendações para o sistema de aberturas dos apartamentos.

Escoamento	Recomendações
Sudeste/Nordeste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ampliação da janela da área de serviço dos apartamentos da terminação 1 (N/O e S/O), mediante o maior afastamento do pilar. 2. Colocação de janelas na face Oeste dos dormitórios da terminação 1 (N/O), avaliando-se o impacto no desempenho térmico.
Leste	<ol style="list-style-type: none"> 1. Avanço dos apartamentos de terminação 1 sobre as áreas de recuo compensatório, para melhor captação do vento Leste. 2. Colocação de janelas na face Oeste dos dormitórios da terminação 1 (N/O), avaliando-se o impacto no desempenho térmico.
Sul	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ampliação da janela da área de serviço do apartamento da terminação 1 (N/O), mediante recuo do pilar. 2. Colocação de janelas na face Oeste dos dormitórios da terminação 1 (N/O), avaliando-se o impacto no desempenho térmico. 3. Colocação de bandeiras nas portas de acesso de todos os apartamentos. 4. Substituição da parede externa da circulação comum, por elementos vazados.

A sugestão de colocação da janela na face Oeste dos dormitórios foi a que causou mais polêmica, devido ao senso comum do mercado imobiliário que rejeita aberturas de dormitórios para poente. O arquiteto e o coordenador de projeto insistiram que essa mudança poderia prejudicar a venda desses apartamentos. Contudo, cederam ao argumento que favorecerá a ventilação nos períodos da manhã e da noite, para todas as quatro principais direções de vento da cidade.

A sugestão de avanço dos apartamentos de terminação 1 também apresentou resistência, pois implica em novo estudo de recuos compensatórios. A colocação de bandeiras, já sugerida na fase de diagnóstico inicial, continuou a oferecer resistência devido aos problemas estruturais que implicaria na substituição de viga bi apoiada por larga faixa e pelos problemas de isolamento acústico.

5. CONCLUSÕES

Neste artigo, discutiram-se alternativas, ainda na fase de projeto, para o melhor desempenho da ventilação natural pela ação do vento em um edifício de apartamentos na ZR8, fruto de consultoria em desempenho ambiental.

Após diagnóstico inicial, realizaram-se ensaios analógicos de escoamento no equipamento mesa d'água com maquete vazada, para as quatro principais direções de vento da cidade de Maceió/AL, a fim de propor ajustes finais no sistema de aberturas dos apartamentos.

Verificou-se, mediante diagnóstico inicial, que os apartamentos apresentavam sistema de aberturas que favoreceria a ventilação cruzada por paredes adjacentes, na terminação 1 (laterais S/O e N/O) e terminação 2 (laterais S/L e N/L); e por paredes opostas na terminação 3 (centrais L/O), com desempenhos bastante diversificados, decorrentes das diferentes orientações dos apartamentos.

As sugestões de aperfeiçoamento, na fase de estudo preliminar, apontaram para um melhor desempenho do escoamento nos ambientes, sem aumento significativo dos custos da obra, pois houve balanceamento das áreas das novas janelas instaladas. Destaca-se a contribuição do rearranjo das aberturas na cozinha/serviço e nos dormitórios no escoamento nos apartamentos de terminação 1 e 2, respectivamente.

Espera-se que com a incorporação das novas recomendações e o convencimento da equipe de projeto e coordenação, o escoamento nesses apartamentos seja otimizado; superando percepções arraigadas no mercado imobiliário local quanto às desvantagens de janelas situadas na orientação poente, visando à otimização da ventilação natural e a independência do sistema de ventilação dos dormitórios.

Conclui-se pela importância da participação do especialista em desempenho ambiental na fase de projeto, visando otimização do desempenho da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos que demandam ventilação permanente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 15.220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- AYATA, Tahir; YILDIZ, Osman. Investigating the potential use of natural ventilation in new building designs in Turkey. **Energy and Buildings**. v. 38, pp. 959–963, 2006.
- CHEN, Qingyan. Ventilation performance prediction for buildings: A method overview and recent applications. **Building and Environment**. v. 44, n. 4, pp. 848–858, 2009.
- CÓSTOLA, Daniel. **Ventilação por ação do vento no edifício: procedimentos para quantificação**. 2006. 214f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) _ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- DEAR, Richard De; BRAGER, Gail S. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: Revisions to ASHRAE Standard 55. **Energy and Buildings**. v. 34, n. 6, pp. 549–561, 2002.
- HAASE, M.; AMATO, A. An investigation of the potential for natural ventilation and building orientation to achieve thermal comfort in warm and humid climates. **Solar Energy**. v. 83, pp 389–399, 2009.
- LARSEN, Tine S.; HEISELBERG, Per. Single-sided natural ventilation driven by wind pressure and temperature difference. **Energy and Buildings**. v. 40, pp. 1031–1040, 2008.
- MEDINILHA, Talita Andrioli; LABAKI, Lucila Chebel. Let's open these windows! The influence of opening design parameters on natural ventilation. PLEA 2016 - Cities, Buildings, People: Towards Regenerative Environments. **Proceedings...** Los Angeles, 2016.
- MEREB, Marcia Pellegrini (Coord.). **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR 15.575**. ASBEA: São Paulo, 2015.
- MORAIS, J. M. S. C.; C. LABAKI, Lucila. Uma reflexão sobre os parâmetros de projeto para ventilação natural. XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ ENLACAC 2015, pp.1-10, **Anais...**Campinas, SP, Brasil, 2015.
- NASCIMENTO, Thássia Catherine Costa. **Avaliação da NBR 15575 quanto ao desempenho térmico e luminoso: estudo de caso em Maceió-AL**. 2016. 182 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.
- OHBA, Masaaki; TSUKAMOTO, Kenji; LUN, Isaac. **State and prospects of natural/ cross ventilation research in TPU**. Tokyo: Tokyo Polytechnic University, 2013.
- TOLEDO, Alexandre Márcio. **Avaliação do desempenho da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos: uma aplicação em Maceió/AL**. 2006. 263 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, pela disponibilização do equipamento mesa d'água para a realização dos ensaios de escoamento; ao arquiteto Edalmo Lobo e ao engenheiro civil Marco Antonio Rodrigues da Silva, coordenador de projeto da Construtora Toledo Cabral, pela autorização da divulgação dos resultados do trabalho de consultoria.