



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ANÁLISE DA VENTILAÇÃO NATURAL DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR EM MACEIÓ-AL: ESTUDO EM APARTAMENTOS DO CONDOMÍNIO ARTE VIDA

**Alexandre Sacramento (1); Max Manhas (2); Ana Márcia da Costa (3); Sammea
Ribeiro (4); Leonardo Bittencourt (5)**

- (1) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
- Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: alx_sacramento@hotmail.com
- (2) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
- Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: mmanhas@yahoo.com
- (3) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
- Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: anamarcia_viana@hotmail.com
- (4) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
- Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: sammea.arq@gmail.com
- (5) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
- Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: lsb54@hotmail.com

RESUMO

A crescente demanda por energia elétrica e a atual conscientização em relação à sustentabilidade no espaço construído têm levado os profissionais da construção civil a procurar alternativas para a diminuição do consumo de energia nas edificações, como a adoção de estratégias bioclimáticas. A partir do entendimento das condicionantes climáticas de cada região, podem ser adotados elementos que propiciem menor consumo de energia e maior conforto, térmico, acústico ou lumínico. Considerando que a cidade de Maceió é classificada como zona climática quente-úmida, onde o uso de ventilação natural e protetores solares constituem recursos indicados para se obter conforto de forma passiva, este trabalho tem por objetivo fazer a análise do comportamento do vento a partir do uso do saque com a finalidade de obtenção de melhor ventilação em ambientes internos. Adotando-se este dispositivo como elemento redirecionador do vento, o estudo apresentado fez uso de simulação em mesa d'água e de modelo em escala reduzida, permitindo com isso um melhor entendimento do comportamento do vento.

Palavras-chave: Ventilação natural, Saque, Mesa d'água.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a economia de energia elétrica e a sustentabilidade são preocupações vigentes. Apesar de o Brasil ter uma grande capacidade de produção de energia elétrica, no ano de 2001 a demanda superou a oferta, ocasionando uma crise de energia. Em novembro de 2009, houve outro problema no fornecimento de energia, deixando no escuro mais de metade dos Estados do país. Tal fato ajuda a endossar a relevância da questão energética brasileira que, mesmo com muitos esforços de conscientização no sentido da educação da população para poupar tal recurso, ainda sofre este tipo de problema.

Segundo o PROCEL (2008), 44% da energia gerada no Brasil é consumida por edifícios comerciais, públicos e residenciais, pelo uso de iluminação e climatização artificiais. MEIRIÑO (2002) aponta que apenas 20% a 30% da energia consumida seriam suficientes para o funcionamento das edificações e que 20% a 45% da energia são consumidas de forma indevida em virtude da má orientação do edifício e do desenho inadequado de fachada.

Logo, esses percentuais poderiam diminuir se o projeto da edificação tirasse partido da iluminação e ventilação naturais, aproveitando as condições climáticas da região e contribuindo para o uso eficiente e a racionalização da energia (MEIRIÑO, 2004). Essa racionalização diz respeito à eficiência energética que, segundo LAMBERTS et al (2004), pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Assim, um edifício é mais eficiente energeticamente que o outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.

Uma forma de a arquitetura contribuir para com a eficiência energética é utilizando o bioclimatismo como parâmetro de projeto, que, segundo Bittencourt (2005), deve estar presente em toda corrente arquitetônica, contrariando o “estilo internacional” adotado por alguns arquitetos. O bioclimatismo propõe que o projeto de uma edificação leve em conta as condicionantes climáticas do lugar, isto é, tire partido da orientação mais favorável, que aproveite os ventos dominantes, que utilizem a iluminação natural, materiais com propriedades térmicas adequadas à região, entre outros.

De acordo com KOENIGSBERGER et al (1974), nos climas quentes e úmidos, as edificações devem evitar os ganhos do calor externo, enquanto dissipam aqueles produzidos no seu interior. Nesses climas, a ventilação natural associada à proteção solar é indicada como principal estratégia para a obtenção do conforto por meios passivos, contribuindo para a redução do uso de iluminação e refrigeração artificiais (GOULART et al, 1997).

A ventilação natural aparece como uma estratégia lógica e sutil para muitos tipos de edificações (ALLARD, 2002). Incluem-se, portanto, as edificações residenciais que, em geral, podem desfrutar com mais liberdade dos seus efeitos benéficos tanto para a saúde e conforto quanto para a questão econômica, no que se refere ao consumo de energia. A ventilação natural demonstra ainda ser uma estratégia de grande importância para a higienização e refrigeração passiva dos ambientes, pois auxilia na perda de calor do corpo quando a temperatura do ar menor que a temperatura da pele do indivíduo, dando a sensação de refrescamento. Segundo Allard (2002), a ventilação tem uma grande tarefa em prover boa qualidade do ar e conforto térmico interno dos ocupantes.

Apesar da vantagem do baixo custo econômico conferido pelo emprego de estratégias de ventilação, a padronização das plantas dos projetos (principalmente em edificações residenciais multifamiliares), nem sempre contribui para um movimento de ar adequado, capaz de possibilitar o conforto térmico, principalmente no verão, como sugerem FROTA e SCHIFFER (2003). Kowaltowski et al (2007) afirmam que é necessário uma reflexão acerca dos limites de adequação de um projeto-padrão, de modo a se estabelecer diretrizes que melhor os preparem para situações e usuários reais.

Sabe-se, portanto, que nos climas quentes e úmidos, é indicado o uso da ventilação cruzada nos ambientes internos. Logo, o tamanho e a localização das aberturas de entrada e saída do ar influenciarão fortemente a velocidade e o padrão de distribuição do fluxo de ar dos ambientes internos

(CÂNDIDO, 2006). No entanto, as aberturas de entrada e saída podem não apresentar dimensões adequadas, ou podem estar posicionadas de modo errôneo, prejudicando o fluxo do ar no ambiente. Logo, o emprego de componentes arquitetônicos, nas fachadas, que auxiliem no direcionamento do vento para o interior dos ambientes internos como peitoris ventilados e saques laterais, pode contribuir para melhorar o fluxo do ar dentro dos ambientes.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo analisar a influência da posição das aberturas de entrada do ar e de elementos de saque próximos a tais aberturas, na ventilação natural interna de apartamentos do Residencial Arte Vida, na cidade de Maceió (AL).

3 METODOLOGIA

A metodologia consiste de análise comparativa entre modelos em escala reduzida, simulados na mesa d'água, com aberturas de entrada sem saques laterais e com saques laterais.

3.1 Caracterização climática de Maceió

De acordo com o Zoneamento Climático Brasileiro, Maceió faz parte da Zona Bioclimática 8, localizada mais precisamente entre a latitude 9°39'57" Sul e longitude 35°44'07" Oeste, conforme pode ser visto na Figura 1. Apresenta clima quente e úmido e com pequenas variações térmicas diárias, sazonais e anuais, onde se percebem apenas duas estações: o inverno, caracterizado por temperaturas amenas e uma alta pluviosidade, e o verão, com altas temperaturas e baixa pluviosidade. A temperatura média anual é de 24,8°, com variação anual de 2,8°C entre os valores médios mensais de temperaturas médias (INMET 1961-1990)

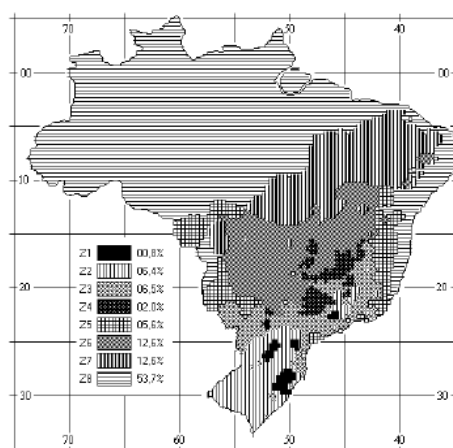


Figura 1: Zoneamento bioclimático brasileiro, onde são destacadas as oito zonas climáticas
Fonte: NBR 15220-3

O regime de ventos da cidade de Maceió sofre bastante influência dos ventos alísios do Sudeste, presentes o ano inteiro, e também dos ventos Nordeste, de janeiro a março, no período mais quente do ano. A Figura 2 mostra a rosa dos ventos para Maceió com dados sobre a frequência dos ventos (a) bem como as velocidades predominantes por direção (b):

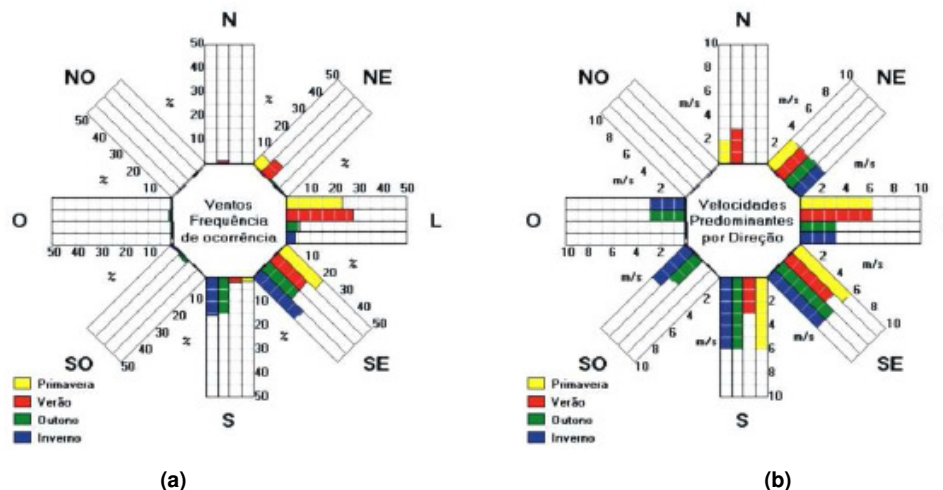


Figura 2: Rosa dos ventos para Maceió: (a) Freqüência dos ventos, (b) Velocidades predominantes por direção
 Fonte: Programa Análisis Sol – Air, 2005

3.2 Objeto de estudo

Este trabalho tem como objetos de estudo dois apartamentos do condomínio Arte Vida, localizados na cidade de Maceió, no bairro da Gruta de Lourdes. O condomínio é formado por seis edifícios com dez pavimentos cada, sendo cada pavimento composto por seis apartamentos, conforme mostra a implantação dos edifícios na Figura 3:

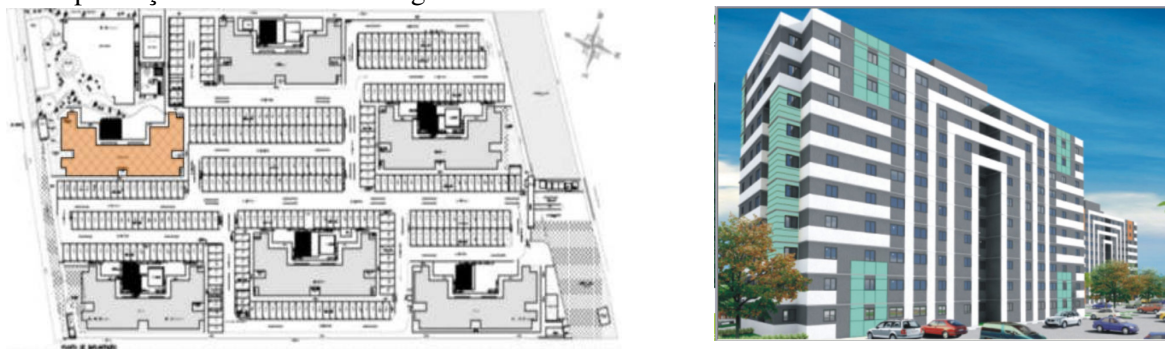


Figura 3: Implantação dos seis edifícios no Condomínio Arte Vida (Desenho cedido pela construtora responsável, 2009)

Cada apartamento possui três quartos, dois banheiros, uma sala de jantar, uma sala de estar e uma cozinha com área de serviço. Os apartamentos escolhidos para a análise são aqueles voltados para o oeste. Tais apartamentos foram escolhidos pelo fato de apresentarem, em princípio, as piores condições de conforto em função da orientação. Os apartamentos escolhidos estão indicados na Figura 4.

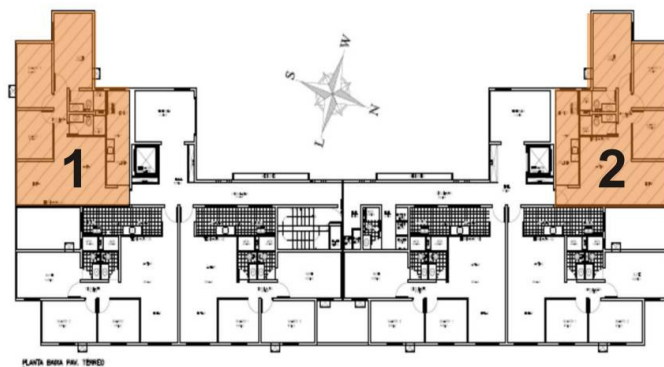


Figura 4: Indicação dos dois apartamentos escolhidos para estudo de caso
 Fonte: Desenho cedido pela construtora responsável, 2009

Apesar da orientação desfavorável dos apartamentos escolhidos, eles conseguem receber a ventilação predominante da região (a Sudeste e a Nordeste). O apartamento 1 recebe a ventilação Sudeste e o apartamento 2 recebe parte da ventilação Nordeste. Os apartamentos do experimento foram considerados com as portas de acesso fechados. As demais aberturas interiores foram consideradas abertas.

3.3 Ensaio na mesa d'água

Para a análise da ventilação dos apartamentos foram feitas duas maquetes para a realização dos ensaios na mesa d'água. A primeira maquete consiste na implantação do conjunto em escala de 1/250, a qual foi utilizada para verificar a influência dos outros edifícios do conjunto na incidência do vento para o edifício estudado. A segunda maquete compreende a planta baixa de um pavimento tipo dos edifícios do condomínio Arte Vida, na escala 1/75, a fim de realizar o ensaio do fluxo do vento na mesa d'água.

A mesa d'água (Figura 5) é um equipamento que simula a trajetória do fluxo de ar através de um modelo reduzido. Ela utiliza a água como fluido e com o sabão permite, por analogia com o ar, a visualização do fluxo do vento, mostrando sua direção e a natureza do escoamento (laminar ou turbulento). O modelo em formato reduzido foi baseado na planta baixa da Figura 4.



Figura 5: Exemplo de mesa d'água
Fonte: <http://www.arquitetura.ufmg.br/labcon>

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Foram simulados três modelos, um modelo com a implantação do conjunto a fim de verificar a influência do vento no entorno, e outros dois do pavimento tipo: um com as aberturas seguindo o projeto original do pavimento tipo do edifício; e outro que acrescenta saques laterais nas aberturas de entrada do vento, com o objetivo de analisar a influência da posição das aberturas e da adição dos saques laterais. Os resultados das simulações são apresentados a seguir.

4.1 Modelo com a implantação do conjunto

No modelo da implantação do conjunto foram simuladas as orientações Sudeste e Nordeste, ventos predominantes para o clima da cidade, para verificar a influência dos outros edifícios do conjunto na ventilação do edifício escolhido. Abaixo, a Figura 6 mostra o ensaio para a incidência do vento Sudeste. Nesta orientação, verifica-se que o edifício estudado, em vermelho, recebe o vento Sudeste na fachada de mesmo nome. Para a incidência de vento Nordeste, a Figura 7 mostra que, apesar dos edifícios vizinhos localizarem-se próximos do edifício estudado, em vermelho, a canalização desse vento pelos edifícios ainda permite que o vento chegue à fachada correspondente com a mesma direção do vento Nordeste.

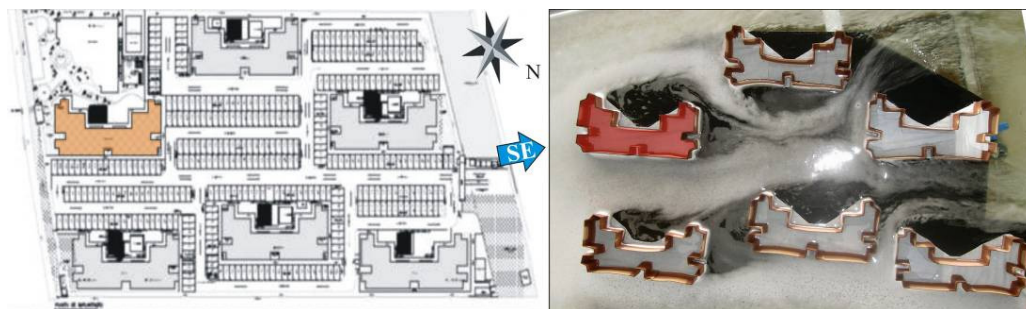


Figura 6: Implantação e ensaio para o vento Sudeste
Fonte: Acervo dos autores

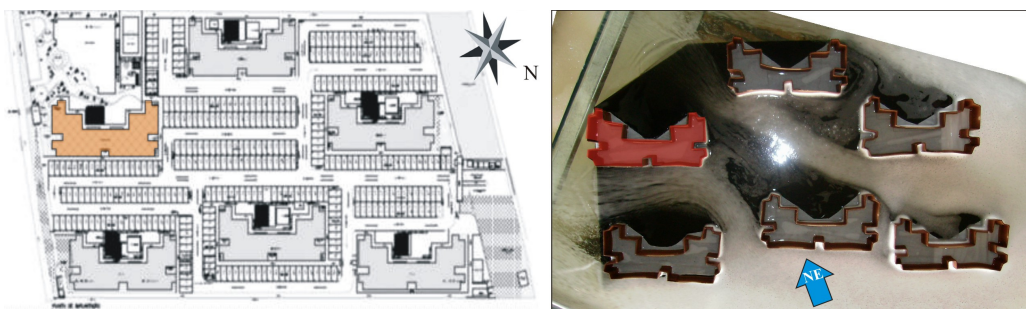


Figura 7: Implantação e ensaio para o vento Nordeste
Fonte: Acervo dos autores

4.2 Modelo sem saques laterais

Abaixo são apresentados os resultados e discussões sobre os apartamentos 1 e 2 sem saques laterais.

4.2.1 Apartamento 1 (Vento Sudeste)

Na Figura 8, que representa a movimentação do ar, observa-se que na suíte (S), o ar que entra pela janela escoar, de maneira linear, em direção ao banheiro. No quarto 1 (Q1) o fluxo de ar entra pela janela e escoar em direção à suíte. Ainda neste quarto, o ar perpassa a área onde se encontram as camas. No quarto 2 (Q2), o ar escoar diretamente da janela em direção ao corredor, que direciona parte desse ar para o banheiro social e parte para a suíte.

Na sala de estar o ar que entra escoar direto para a cozinha. Uma zona com vórtices é formada na sala de jantar e parte desse vento turbulento escoar para o banheiro social saindo pela cozinha.

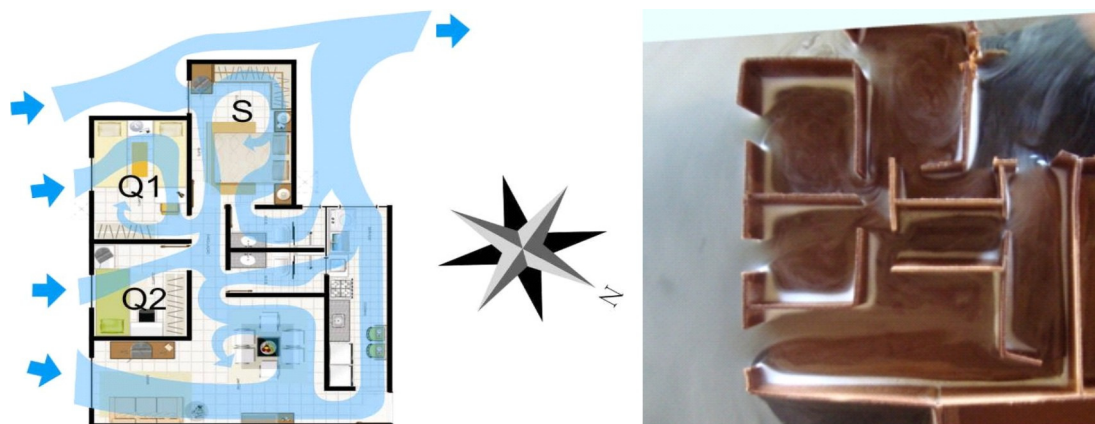


Figura 8: Imagem do apartamento 1 sem saque e com o fluxo do vento
Fonte: Imagem do autor.

4.2.2 Apartamento 2 (Vento Nordeste)

Na Figura 9, que representa a movimentação do ar no apartamento 2, nota-se uma trajetória linear do

ar que escoar pela sala de estar e de jantar. Zonas sem ventilação parecem se formar no canto da sala de jantar que fica longe das aberturas, outra zona sem ventilação aparente ocorre na parede que divide o apartamento 2 do apartamento ao lado. No quarto 2 (Q2), o ar escoar da janela para a porta e não se percebe a formação vórtices. No quarto 1 (Q1), o ar que entra pela janela percorre a área das camas e sai pela porta depois de ladear a parede. Na suíte (S), a maior parte do quarto parece não receber ventilação. O escoamento do ar passa pela porta e sai pela janela. Nota-se também um tênue vórtice que contorna o quarto. O banheiro social mostra uma trajetória linear do ar, como também ocorre com o da suíte, recebendo parte da ventilação do corredor e do tênue vórtice da suíte.

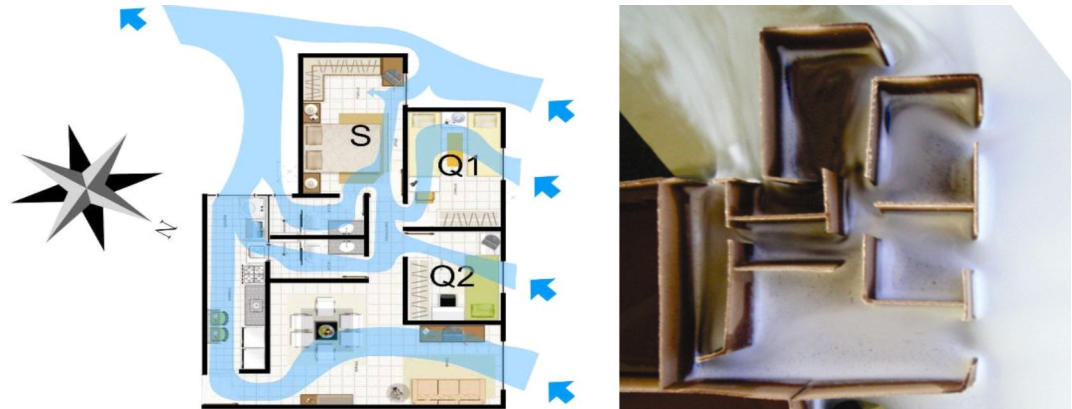


Figura 9: Imagem do apartamento 2 sem saque e com o fluxo do vento
Fonte: Imagem do autor

4.3 Modelos com saques laterais

A seguir são apresentados os resultados dos apartamentos 1 e 2 no modelo com saques laterais. Os dois apartamentos foram simulados em duas situações. A primeira com o saque lateral do lado direito das janelas dos quartos 1 (Q1) e 2 (Q2). E a segunda situação com o saque do lado esquerdo das janelas dos quartos 1 (Q1) e 2 (Q2).

4.3.1 Apartamento 1

Em ambas as situações, quase não houve mudança na trajetória do escoamento do ar dos ambientes internos. A Figura 10 mostra que, na situação 1, saques do lado direito, o fluxo de ar do quarto 1 (Q1) é levemente direcionado para o meio do quarto, de forma que parte do fluxo que passaria pela cama próxima à porta desvia em direção a tal abertura. No quarto 2 (Q2), a mudança é praticamente inexistente em função da proximidade da direção da janela em relação à porta. Os demais ambientes mantêm o comportamento do vento como na situação sem saques.

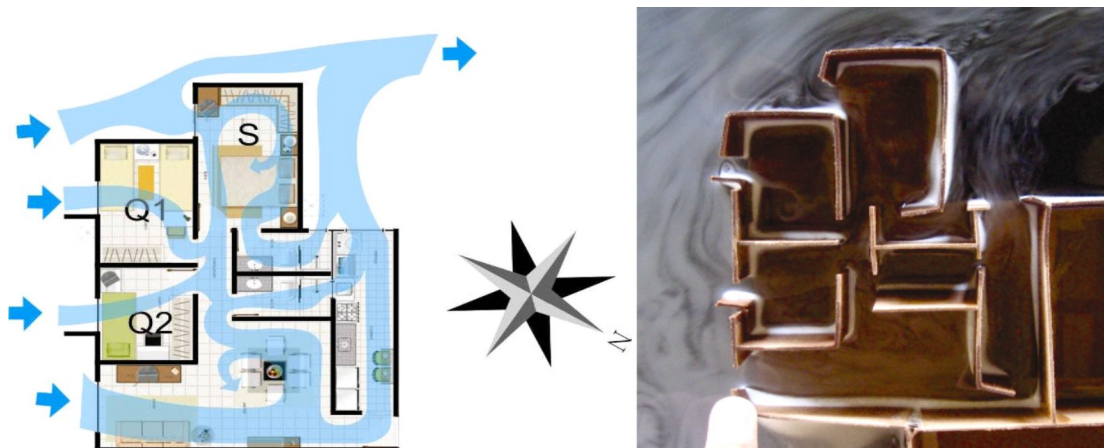


Figura 10: Modelo com saque do lado direito para a orientação SE
Fonte: Imagem do autor

Na situação 2 (Figura 11) com o saque do lado esquerdo, este parece intensificar a trajetória do ar em direção à porta, parece ser uma solução não tanto interessante pois desvia o fluxo da área das camas. Os demais ambientes mantiveram o comportamento do ar como no exemplo sem saque, demonstrando o efeito reduzido desse componente, nos casos onde a incidência dos ventos é próxima à normal da abertura de entrada.

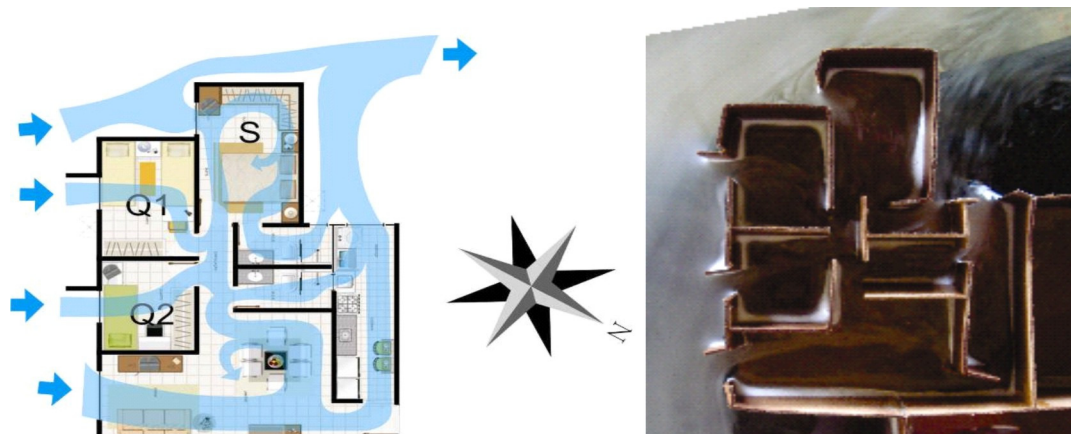


Figura 11: Imagem com saque do lado esquerdo para a orientação SE

Fonte: Imagem do autor

4.3.2 Apartamento 2

Na situação 1 (Figura 12), com incidência do vento a Nordeste e com saque do lado esquerdo, mesmo estando contra a direção do vento incidente, foi possível perceber alguns resultados interessantes. Nos quartos 1 (Q1) e 2 (Q2), as zonas de pressão negativa formadas pelos saques, sugaram, parte do vento que entra pela sala, formando um leve vórtice no quarto 1 na região da cama. No quarto 2 (Q2) a zona de pressão negativa formada pelo saque contribuiu para que o escoamento do ar passasse pela cama. Outro ponto interessante, foi na suíte (S), cuja zona de pressão negativa, junto com o escoamento de ar que passa pelo corredor, provocaram uma zona de vórtice próximo ao guarda-roupa, mas que direciona o ar no sentido da cama. Os demais ambientes mantiveram o comportamento do modelo sem saque.

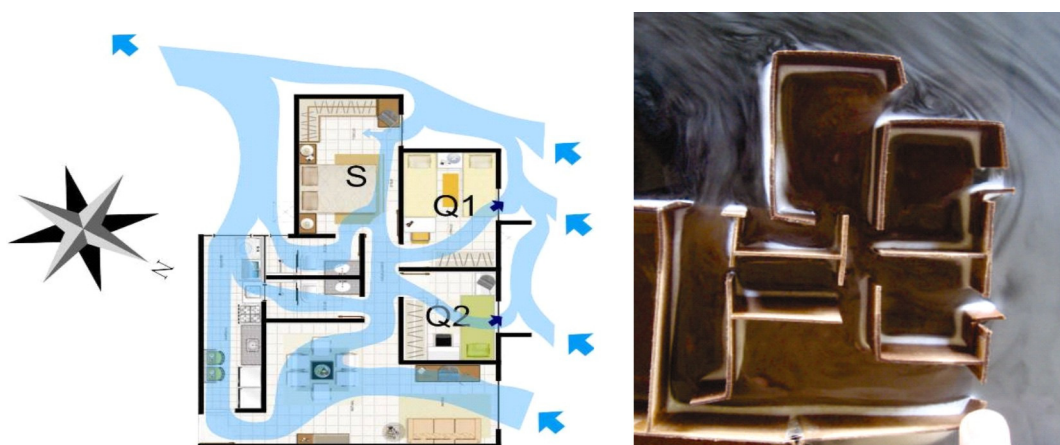


Figura 12: Imagem do modelo com saque do lado direito NE

Fonte: Imagem do autor

Em ambas as situações o quarto 1 (Q1) foi privilegiado. O fluxo de ar foi direcionado para as camas. No quarto 2 (Q2), entretanto, tal fluxo escoou em direção à porta. Na suíte, ocorreu situação semelhante a número 1 anteriormente comentada, com a formação de um leve vórtice que ajuda a direcionar o ar no sentido da cama, como mostra a Figura 13. Como nos exemplos anteriores, os demais cômodos mantiveram o mesmo padrão de comportamento do vento.

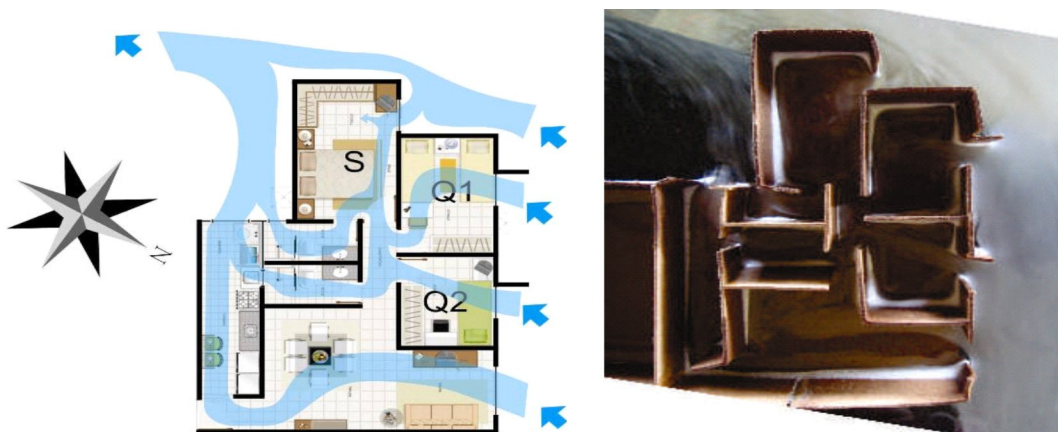


Figura 13: Imagem do modelo com saque do lado esquerdo NE
Fonte: Imagem do autor

5 CONCLUSÕES

As edificações residenciais multifamiliares cada vez mais têm suas dimensões internas reduzidas em função de uma maior quantidade de apartamentos por metro quadrado de área útil. Essa premissa prevalece, deixando de lado, por vezes, questões como a ergonomia, o conforto ambiental dos espaços que serão habitados, entre outros.

Em relação ao conforto, o uso adequado de estratégias bioclimáticas de projeto é um artifício importante e de baixo custo e que poderia ser melhor incorporado no projeto desse tipo de edificação. No caso da ventilação natural, o posicionamento das aberturas de entrada e saída do ar, com ou sem elementos direcionadores do vento na fachada, têm forte influência na ventilação interna dos ambientes e podem, se mal localizadas, prejudicar o conforto dos usuários do ambiente.

Nos ensaios desenvolvidos para esse trabalho, em relação à implantação do conjunto; a edificação escolhida recebeu o vento Sudeste na sua fachada de mesmo nome, sem a interferência de grandes obstáculos que pudessem interferir no seu direcionamento; e recebeu o vento Nordeste, apesar da interferência dos edifícios vizinhos, pela canalização que o vento sofre ao passar pelo entorno. Tal canalização sugere a direção do vento Nordeste que, devido o entorno, pode sofrer redução de velocidade.

Para o modelo do pavimento Tipo na situação sem saques laterais, os apartamentos 1, com incidência do vento de 90° em relação às aberturas de entrada, e 2, com incidência do vento de 45° em relação às aberturas de entrada, mostraram um resultado satisfatório em relação à ventilação em função da posição das aberturas para os *lay-outs* apresentados nas figuras 6 e 7.

No entanto, no apartamento 1, a suíte poderia apresentar outra janela na parede que encontra a parede do banheiro. Dessa forma, a ventilação cruzada desse ambiente poderia ser melhorada. Para o apartamento 2, a mesma solução poderia ter o mesmo efeito do sugerido para o apartamento 1. Na situação com os saques laterais, para os dois apartamentos, notou-se que eles direcionaram o escoamento do ar dos ambientes. No entanto, para o apartamento 1, esse direcionamento trouxe pouca contribuição para a ventilação se comparado com o escoamento do vento com as aberturas sem o saque.

Para o apartamento 2, na situação com o saque do lado esquerdo, escoamento do vento é semelhante ao da situação sem saques. Com o saque do lado direito, o escoamento do vento dos quartos 1 e 2 se dá no sentido do corredor para as aberturas, em função das diferenças de pressão geradas pelos saques.

De modo geral, percebeu-se que os saques contribuíram minimamente para direcionar o escoamento do ar dentro dos quartos. Os efeitos do redirecionamento poderiam ser maiores se as janelas dos quartos estivessem posicionadas na direção do eixo horizontal das camas. Desse modo, os usuários perceberiam mais a passagem do ar. Outro ponto importante foi perceber que os saques são capazes de modificar o sentido do escoamento do ar dos ambientes, como ocorreu no apartamento 2. Com isso, percebe-se que os saques de fachada podem ajudar no escoamento do ar dentro dos ambientes,

valendo, portanto, investigações futuras quanto a sua dimensão em relação às direções da incidência do vento e das aberturas de entrada.

6 REFERÊNCIAS

ALLARD, Francis et al. **Natural Ventilation in buildings: a design handbook**. James & James, London, UK, 2002.

BITTENCOURT, Leonardo S. CANDIDO, Christhina. *Introdução à Ventilação Natural*, Maceió, Edufal, 2005.

CANDIDO, Christhina M. *Ventilação natural e Códigos de obras: uma análise das tipologias de aberturas nos edifícios de escritórios em Maceió/AL*. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado/ UFAL, Maceió, 2006.

FROTA, Anésia B.; SHIFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. Studio Nobel, 7ª Edição, São Paulo: 2006.

GOULART, S. LAMBERTS, R., FIRMINO, F. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. Florianópolis: NPC/UFSC, 1997.

KOENIGSBERGER, O.; INGERSOL, T.G.; MAYTHEW, A.; SZOKOLAY, S.V. **Manual of Tropical Housing and Building. Part I: Climatic Design**. Londres: Longman, 1974.

KOWALTOWSKI, Doris C.C.K.; LABAKI, Lucila C.; LARSEN, Laetitia R. Velloso; BARROS, Lia A. Ferreira; LAGE, Manuela R. **A arquitetura em uso: proposta para avaliação de desempenho de uma edificação habitacional**. IX Encontro Nacional e V Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído – IX ENCAC e V ELACAC. Ouro Preto, Minas Gerais, 2007.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Ed 2ª, revisada. São Paulo: Prolivros, 2004.

MEIRIÑO, Marcelo. **Projeto arquitetônico deve incorporar elementos de eficiência energética**. Revista Projeto Design. Edição 291. 2004.

PROCEL. PROCEL INFO – Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. Notícias. Portal: <http://www.eletrobras.com/pci/main.asp>, 2003-2008.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a FAPEAL, CAPES, GECA – Grupo de Estudos em Conforto Ambiental e o DEHA – Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado, estes últimos ambos da Universidade Federal de Alagoas.