



CONTRIBUIÇÃO DA MESA D'ÁGUA PARA O ESTUDO DA VENTILAÇÃO NATURAL NA FASE DE CONCEPÇÃO PROJETUAL DE UMA RESIDÊNCIA

Jordana Teixeira da Silva (1); Renata Camelo Lima (2); Leonardo Salazar Bittencourt (3)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA, jordana.teixeiraa@gmail.com

(2) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA, renatacamelo.arq@gmail.com

(3) PhD, Professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, lsb54@hotmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Maceió-AL, CEP 57072-900, Tel.: (82) 3214 1309

RESUMO

A ventilação natural se constitui em estratégia bioclimática de fundamental importância para edificações localizadas em climas quentes. Entretanto, as ferramentas de avaliação do desempenho da ventilação no espaço habitado demandam tempo e recursos nem sempre compatíveis com as etapas iniciais do projeto arquitetônico. O presente trabalho objetivou avaliar a contribuição da mesa d'água no estudo da ventilação natural na fase de concepção do projeto arquitetônico residencial, tendo como objeto de estudo uma residência a ser implantado na praia de Maragogi, Alagoas. Para tal, foram realizados ensaios no equipamento mesa d'água, que por sua vez possibilita a visualização do fluxo de ar através do escoamento da água e indica o comportamento do vento nas edificações. Conclui-se que a utilização desse equipamento constitui-se uma ferramenta de auxílio aos arquitetos na tomada de decisões no projeto arquitetônico, com vistas ao melhor aproveitamento da ventilação natural, e conseqüentemente, proporcionando conforto térmico nas edificações e redução do consumo de energia.

Palavras-chave: ventilação natural, mesa d'água, arquitetura residencial.

ABSTRACT

Natural ventilation is a very important bioclimatic strategy regarding buildings located in warm climates. However, most of the natural ventilation performance evaluation tools demand time and resources not always available at early stages of building design. The objective of this study is to evaluate the contribution of the water table in the study of natural ventilation in the design phase of the residential architectural design, having as object of study a residence to be deployed in Maragogi beach, Alagoas. For this purpose, assays were performed in the equipment table of water, which in turn allows the visualization of the flow of air through the drainage of water and indicating the behavior of the wind in buildings. Conclude that the use of this equipment constitutes a tool to aid architects in decision making in architectural design, aiming at better utilization of natural ventilation, and hence, providing the thermal comfort in buildings and reducing energy consumption.

Keywords: natural ventilation, water table, residential architecture.

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento dos recursos naturais de climatização, a exemplo da ventilação natural, é colocado hoje como aspecto fundamental que pode favorecer a diminuição do uso intenso de meios artificiais para obtenção do conforto térmico, e conseqüentemente, da demanda por energia elétrica. A busca pela qualidade e adequação da arquitetura ao clima de um determinado local implica na criação de espaços favoráveis às condições de conforto aos seus usuários, com a aplicação de soluções apropriadas. A arquitetura deve oferecer condições térmicas adequadas ao conforto térmico do homem no interior dos ambientes edificados (FROTA; SHIFFER, 1995).

Em regiões de clima quente e úmido, a exemplo de Maceió, Alagoas, a umidade relativa do ar costuma ser elevada, e a temperatura do ar é, em geral, um pouco mais baixa que a temperatura do corpo humano. Nesse contexto, as edificações devem impedir o ganho de calor advindo da radiação solar, enquanto promovem a dissipação do calor produzido em seu interior (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008). Por isso, o resfriamento através da ventilação natural consiste na principal estratégia bioclimática para amenizar o desconforto que costuma acontecer a partir da combinação entre as temperaturas altas e a elevada umidade existente.

A promoção do movimento do ar no interior das edificações está sujeita a algumas variáveis arquitetônicas, tais como: tipo, dimensionamento e localização das aberturas, além de outros elementos e componentes inseridos nas proximidades das aberturas, a exemplo dos protetores solares. Ao considerar a ventilação natural como estratégia bioclimática, a localização das aberturas deve ser planejada de acordo com o direcionamento dos ventos, pois a inserção de aberturas em diferentes fachadas num edifício pode favorecer substancialmente a captação de uma adequada ventilação natural. Além disso, deve-se atentar para a existência de obstáculos externos também interferem no direcionamento do vento, com a possível redução do fluxo de ar no interior das edificações, como por exemplo, os muros e cercas no perímetro dos lotes (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008).

De acordo com Corbella e Yannas (2003), as principais estratégias para o alcance de uma boa ventilação natural nas edificações podem ser sintetizadas nos seguintes aspectos: implantar o edifício favoravelmente para promover a captação de correntes de ar para o seu interior; estudar a localização e disposição dos componentes construtivos da envoltória, tais como aberturas, captadores de vento e dispositivos de sombreamento, a fim de favorecer a ventilação cruzada em seu interior; avaliar as divisões internas, de modo que hajam poucos obstáculos ao deslocamento do ar. Portanto, o partido arquitetônico e os elementos que o compõem constituem-se como condicionantes fundamentais na obtenção de conforto ambiental e do baixo consumo de energia elétrica. A configuração das aberturas influencia os fluxos de calor em seu interior e exterior, bem como o aproveitamento da ventilação natural, além da exposição à radiação solar incidente na edificação (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Durante as etapas de desenvolvimento do projeto arquitetônico, simulações computacionais, cálculos simplificados e experimentos sobre a ventilação natural nas edificações podem ser realizados, com o intuito de avaliar e propor soluções de projeto que busquem o melhor aproveitamento da estratégia em questão. O uso de tais ferramentas desempenha um papel didático na compreensão das variáveis que interferem no fluxo de vento no interior e exterior das edificações. A compreensão do comportamento do escoamento do ar em edificações por meio de simulação computacional utilizam programas baseados na Mecânica dos Fluidos Computacional (*Computer Fluid Dynamics*), chamados de CFDs. No entanto, os programas CFDs costumam exigir elevada capacidade computacional, além de conhecimentos específicos para viabilização da modelagem computacional e inserção dos dados de entrada, além de demandarem bastante tempo para processamento dos dados (ETHERIDGE E SANDBERG, 1996 *apud* TOLEDO; PEREIRA, 2004). Já para a determinação do escoamento da ventilação natural através de cálculos simplificados são utilizados métodos elementares baseados em algoritmos.

Outra forma de avaliar a ventilação natural é através da utilização dos métodos e técnicas de visualização do comportamento da ventilação natural através de modelos físicos. Pode-se citar o equipamento mesa d'água, que estima o fluxo de ar, através de um modelo reduzido (maquete), de modo que o escoamento da água com espuma indica o comportamento do fluido ao atravessar as maquetes (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2010). Apesar das limitações visuais e das simplificações decorrentes do fato das simulações apresentarem resultados em apenas duas dimensões, o baixo custo de execução e manutenção do equipamento mesa d'água, bem como da facilidade em sua operação, conferem a esta ferramenta um grande potencial no auxílio ao projeto de arquitetura. Possibilita a avaliação do desempenho de determinados componentes construtivos (a exemplo das aberturas, *brises*, beirais, entre outros), bem como a verificação de diversas geometrias e tipologias construtivas, e do estudo de alternativas de implantação da edificação no lote, considerando a direção dos ventos predominantes. A utilidade do equipamento mesa d'água como ferramenta para visualização analógica do fluxo de ar no interior e exterior das edificações tem sido demonstrada nos trabalhos de Toledo e Pereira (2003), Toledo e Laurentino (2010) e Castro (2011).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar a contribuição de ensaios analógicos em mesa d'água no estudo da ventilação natural na fase de concepção de projeto arquitetônico residencial. Como estudo de caso, foi selecionado o projeto residencial a ser implantado na praia de Ponta de Mangue, localizada em Maragogi, Alagoas.

3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido nas seguintes etapas:

- Etapa 1: Seleção do objeto de estudo - residência unifamiliar;
- Etapa 2: Breve caracterização do clima local e do objeto de estudo;
- Etapa 3: Realização dos ensaios analógicos em mesa d'água;
- Etapa 4: Análise dos ensaios e da contribuição da mesa d'água.

3.1. Etapa 1: Seleção do objeto de estudo - residência unifamiliar

Com o intuito de utilizar a ferramenta mesa d'água, foi selecionada uma edificação unifamiliar, ainda em fase de desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico. O estudo acerca do comportamento da ventilação natural no interior de tal edificação, antes de sua construção, possibilita a realização de possíveis alterações que visem o melhor aproveitamento da estratégia de ventilação natural. O projeto da presente edificação foi desenvolvido pela Arquiteta Renata Camelo e localiza-se à beira-mar, na Praia Ponta de Mangue, no município de Maragogi, Alagoas, conforme pode ser observado na Figura 1. O terreno é plano e localiza-se de esquina, com uma frente voltada para o mar, uma das laterais e os fundos do terreno voltados para rua e a outra lateral delimita-se com outro lote.



Figura 1 – Localização do lote no qual será implantada a residência em estudo.

3.2. Etapa 2: Breve caracterização do clima local e do objeto de estudo

Para realização do estudo sobre o comportamento da ventilação natural no interior dos recintos, tornou-se necessário o conhecimento acerca do clima da cidade considerada e a caracterização do objeto de estudo, o que possibilita a compreensão relativa ao zoneamento em planta, bem como da distribuição das aberturas.

3.2.1. Breve caracterização do clima local

A cidade de Maragogi, localizada no litoral norte do Estado de Alagoas, limita-se a norte com o município de São José da Coroa Grande, Pernambuco. Maragogi situa-se a cerca de 125 km de distância da capital de Alagoas, Maceió. As coordenadas geográficas da cidade são: 9° 0' de latitude e 35° 13' de longitude. Em virtude da dificuldade na obtenção de dados relativos ao regime de ventos específico de Maragogi, optou-se em considerar o clima e o regime de ventos característico da cidade de Maceió, tendo em vista a proximidade.

Classificado como clima tropical quente úmido, possui duas estações anuais marcadamente distintas, o verão e o inverno. A temperatura média anual corresponde a 24,8 °C. O mês de fevereiro apresenta a maior temperatura, registrando como a média das máximas, 30,4 °C. Já o mês de julho apresenta a menor temperatura, tendo como média das mínimas, 20,5 °C. Em função da pouca variação de temperatura anual, a amplitude térmica de Maceió é considerada baixa (INMET, 1992).

Os ventos predominantes são o Sudeste, incidente em quase todo o ano, com velocidade variável de 5 e 6 m/s; enquanto no verão e na primavera, ocorre o vento Nordeste, que possui velocidade por volta de 3 m/s e o vento Leste, com maior ocorrência no verão e na primavera, com velocidade em torno de 6 m/s nas referidas estações (LABEEE, 2011).

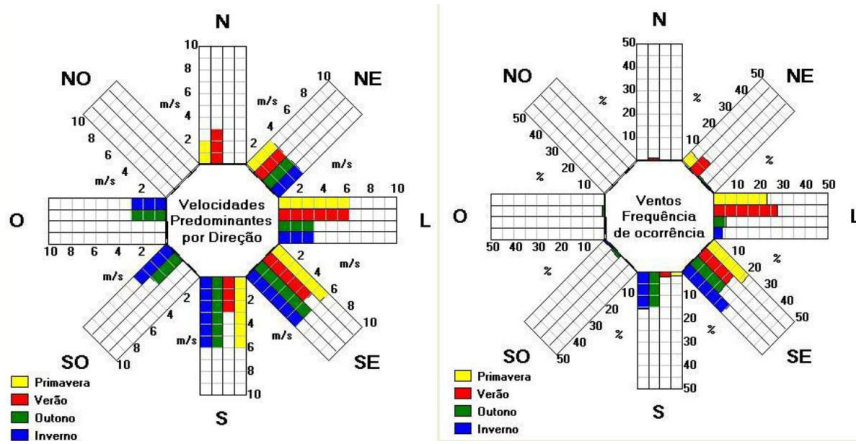


Figura 2 - Velocidades dos ventos na cidade de Maceió. Frequência de ocorrência dos ventos na cidade de Maceió, que neste caso aplica-se à cidade de Maragogi.

Fonte: SOL-AR, 2011-b.

3.2.2. Caracterização do objeto de estudo - residência unifamiliar

O programa de necessidades da residência em estudo distribui-se em dois pavimentos. A área íntima concentra-se no pavimento superior. A edificação está implantada no lote de modo que possui recuos em relação ao muro circundante nas suas quatro fachadas (Figuras 3 e 4).

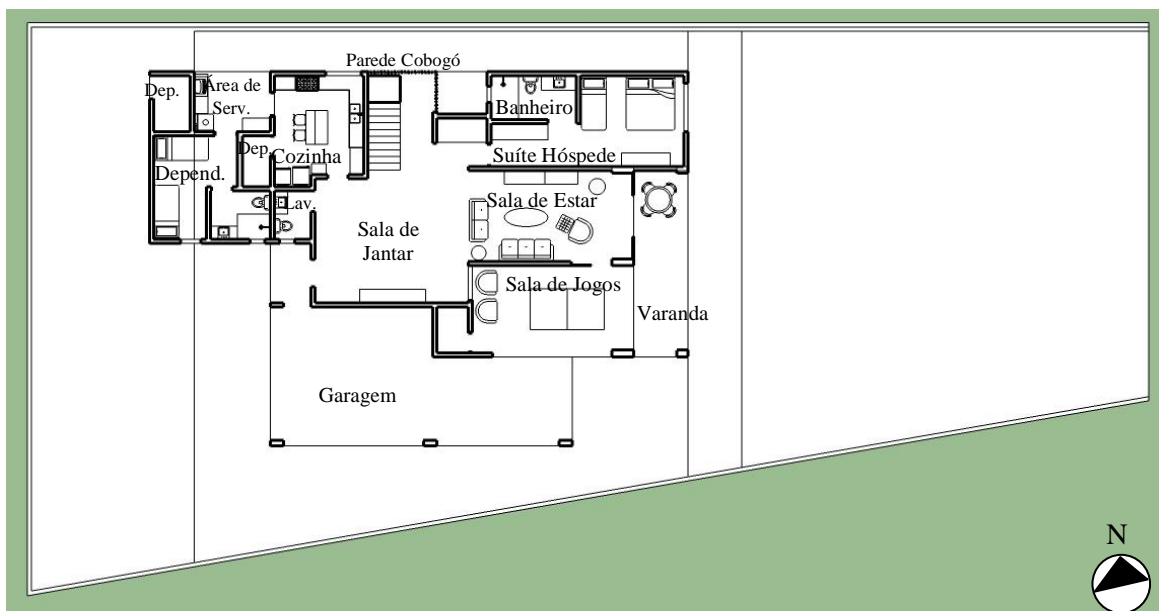


Figura 3 - Pavimento Térreo da Residência.

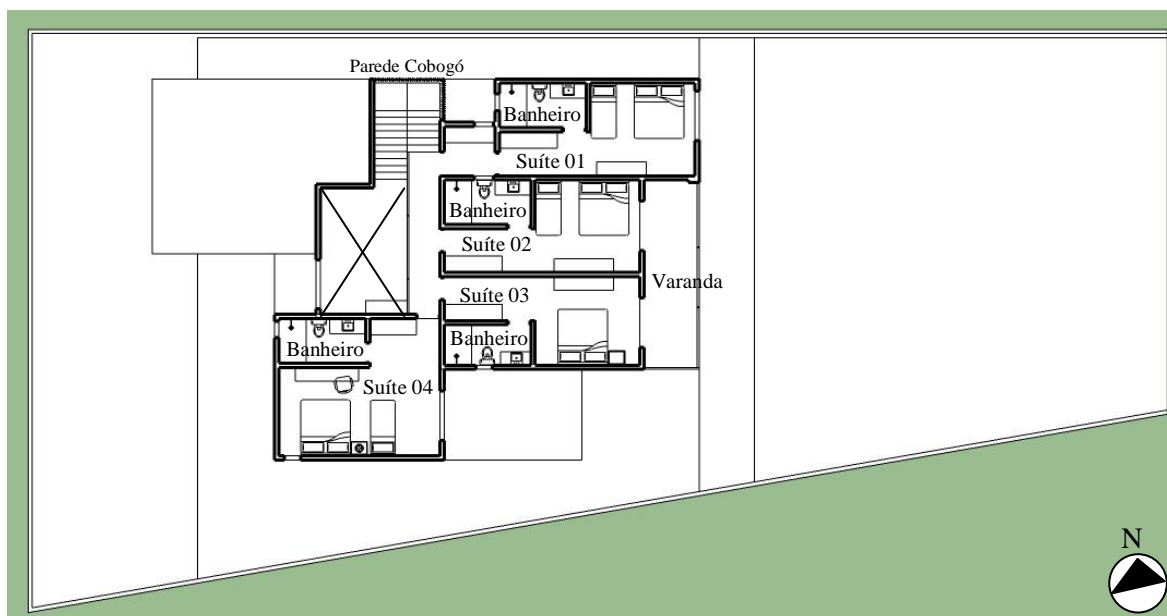


Figura 4 - Pavimento Superior da Residência.

O projeto arquitetônico tirou partido da localização do terreno a beira-mar. Então todas as suítes foram orientadas para receber o sol nascente, possuir vista para o mar e suas aberturas foram localizadas de forma a captar o vento sudeste. Procurou-se também obter ventilação cruzada através da parede de elementos vazados (cobogós) na escada e as aberturas na sala de jantar.

3.3. Etapa 3: Realização dos ensaios analógicos na mesa d'água

Para a realização dos ensaios relativos ao estudo do fluxo de ventos nos ambientes da residência objeto de estudo, contou-se com o auxílio de maquetes vazadas e o equipamento mesa d'água, pertencente ao Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas. As maquetes foram confeccionadas em escala 1/75 em material plástico, na cor preta. Foram consideradas todas as janelas e portas abertas.

Os comportamentos do escoamento foram investigados de acordo com as três principais direções dos ventos na cidade de Maceió (ventos Nordeste, Leste e Sudeste), que também foram considerados como ventos predominantes na cidade de Maragogi. Para cada uma das direções do vento, foram realizados ensaios referentes ao pavimento superior e ao pavimento inferior, o que fez seis ensaios. Além disso, realizou-se um experimento complementar, com o intuito de investigar a interferência do muro que delimita o lote no fluxo de vento no pavimento inferior. Os registros dos referidos ensaios foram feitos por meio de máquina fotográfica, com a captura de fotografias e de vídeos.

3.4. Etapa 4: Análise dos ensaios e da contribuição da mesa d'água

Para a realização desta etapa, foram utilizadas as fotografias e os vídeos dos ensaios analógicos de escoamento das diferentes orientações do vento. Vale destacar que embora as fotografias apresentem limitações no que se refere à visualização do escoamento da corrente de ar, os vídeos obtidos oferecem uma clara compreensão do fenômeno estudado. Foram descritos os resultados dos ensaios, tendo em vista a identificação das aberturas de entrada e de saída do vento, dos obstáculos internos e externos, bem como o percurso interno do vento e a área de abrangência interna do fluxo. Também foi observado através desses registros o potencial desses ensaios analógicos como ferramenta de visualização qualitativa do escoamento do ar pela ação do vento no interior dos edifícios, permitindo a realização de ajustes no projeto que venham a proporcionar uma adequada ventilação no projeto avaliado.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Através dos ensaios realizados foi possível estudar as três direções de escoamentos predominantes em Maragogi, Alagoas, nos dois pavimentos da residência em estudo. Os três ventos escolhidos por ordem crescente de frequência foram os seguintes: Nordeste (maior incidência no verão), Leste e o Sudeste. Como o

comportamento do vento Leste e Sudeste são semelhantes, neste trabalho, optou-se apenas em descrever a análise do escoamento do vento Sudeste.

4.1. Escoamento Nordeste

Diante do ensaio do escoamento do vento Nordeste no pavimento térreo (Figuras 5 e 6), nota-se que a entrada do vento se dá principalmente por aberturas de quatro ambientes, que se comportam da seguinte forma: o vento que entra pela suíte de hóspede permite um bom escoamento no seu interior e segue até sair pela abertura da sala de jantar, o que contribui junto ao vento que incide pela abertura da escada para sua ventilação; e pelas aberturas da cozinha e da área de serviço é possível ventilar toda área de serviço, inclusive o lavabo.



Figura 5 - Comportamento do Escoamento do vento NE, sem a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Térreo.



Figura 6 - Comportamento do Escoamento do vento NE, com a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Térreo.

Duas áreas ficaram comprometidas nessa orientação do vento. A primeira delas trata-se do banheiro da suíte, com a apresentação de uma discreta movimentação do ar, mas provavelmente suficiente para renovação do ar. O outro ambiente diz respeito à sala de estar, pois não apresentou movimentação de ar, o que não é interessante, pois consiste em uma área de permanência e convívio coletivo. Então, na tentativa de solucionar ou amenizar o problema, foi sugerido o fechamento da porta que dá para a área de jogos, quando se desejar uma maior ventilação nesse ambiente, pois com o fechamento dessa abertura, parte do fluxo de ar é forçado a sair pelas aberturas da sala de jantar (Figuras 7 e 8).



Figura 7 - Comportamento do Escoamento do vento NE com fechamento da Porta da Sala de Estar, sem a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Térreo.

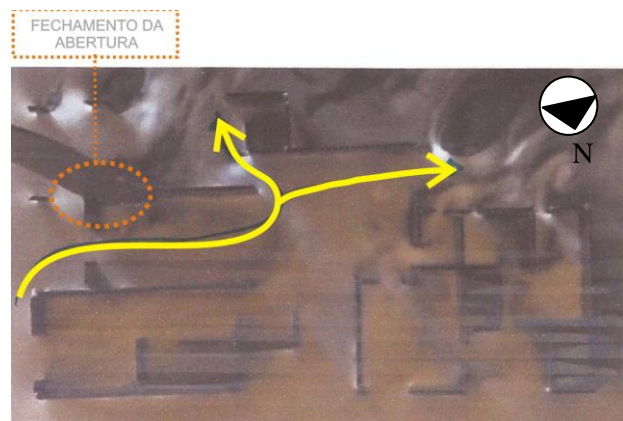


Figura 8 - Comportamento do Escoamento do vento NE com fechamento da Porta da Sala de Estar, com a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Térreo.

Avaliando o pavimento superior, nota-se que as aberturas das suítes 1, 2 e 3 estão à barlavento, como também a abertura da escada e a abertura acima da sala de jantar como a suíte 4 estão a sotavento. Isso permite que todas as três primeiras suítes alcancem um bom escoamento interior, juntamente com a sala de jantar que possui um pé-direto duplo. Na suíte 4 a movimentação de ar foi comprometida, pois recebe o vento proveniente da suíte 3, apresentando assim baixa intensidade (Figuras 9 e 10).

Vale destacar que o ensaio foi realizado com as portas das suítes abertas, isso indica que é bom prever aberturas acima da porta ou até mesmo na própria porta para promover ventilação cruzada sem perder a privacidade.



Figura 9 - Comportamento do Escoamento do vento NE, sem a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Superior.

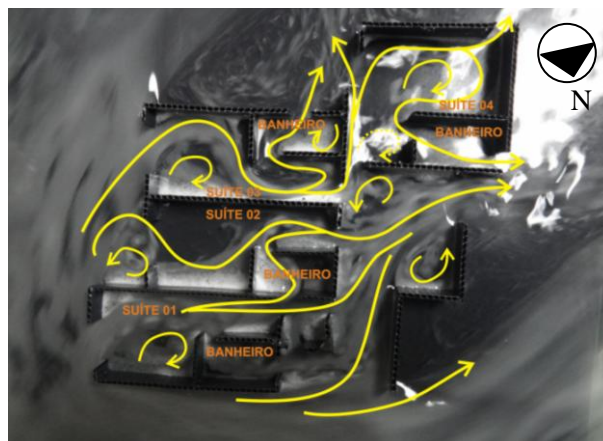


Figura 10 - Comportamento do Escoamento do vento NE, com a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Superior.

Percebeu-se que a principal saída do vento está na abertura sobre a sala de jantar, tornando-se assim de fundamental importância para o equilíbrio do escoamento interno, pois como mostra a Figuras 11 e 12, com o fechamento dessa abertura a movimentação do ar é muito menor, havendo apenas as aberturas da suíte 4 para sua saída.

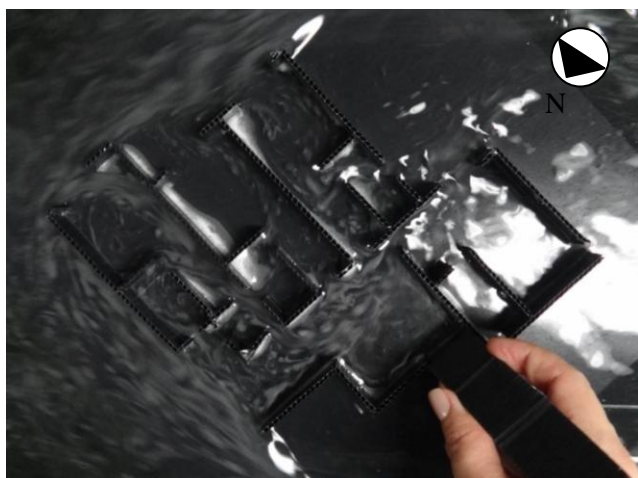
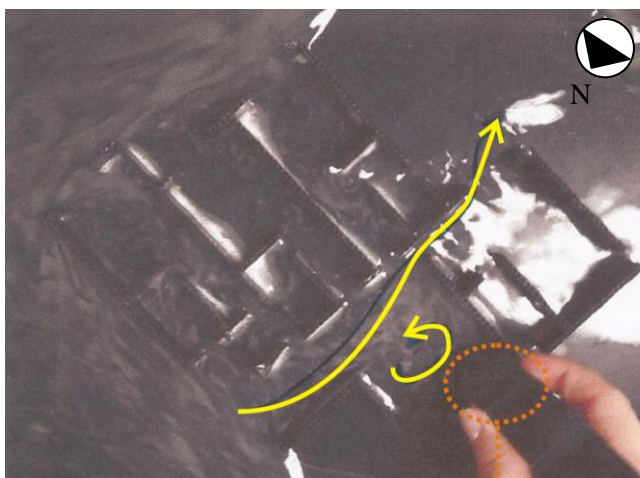


Figura 11 - Comportamento do Escoamento do vento NE com fechamento da abertura à sotavento, sem a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Superior.



FECHAMENTO DA ABERTURA

Figura 12 - Comportamento do Escoamento do vento NE com fechamento da abertura à sotavento, com a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Superior.

4.2. Escoamento Sudeste

Por ser o vento predominante, nota-se que houve uma preocupação no projeto de captação desse vento. Considerando que todas as aberturas estavam abertas, praticamente todos os ambientes foram contemplados com uma boa ventilação, desde a suíte de hóspede as área social e de serviço. Por meio desse resultado é possível ressaltar a necessidade da ventilação cruzada e de como é importante se pensar no projeto a entrada do vento e também sua saída (Figuras 13 e 14).



Figura 13 - Comportamento do Escoamento do vento SE, sem a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Térreo.

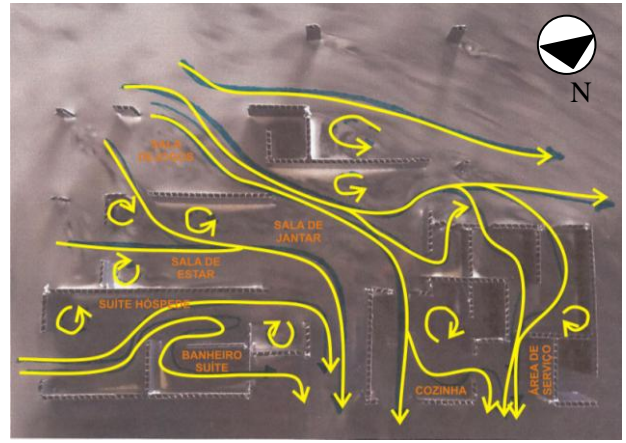


Figura 14 - Comportamento do Escoamento do vento SE, com a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Térreo.

No pavimento superior também foi obtido um desempenho satisfatório da ventilação natural em todos os ambientes, exceto na suíte 4. Esta suíte poderia ter apresentado um melhor resultado se a abertura 2 estivesse localizada na fachada oeste, porém, devido à insolação, optou-se por localizá-la na fachada sul (Figuras 15 e 16).



Figura 15 - Comportamento do Escoamento do vento SE, sem a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Superior.

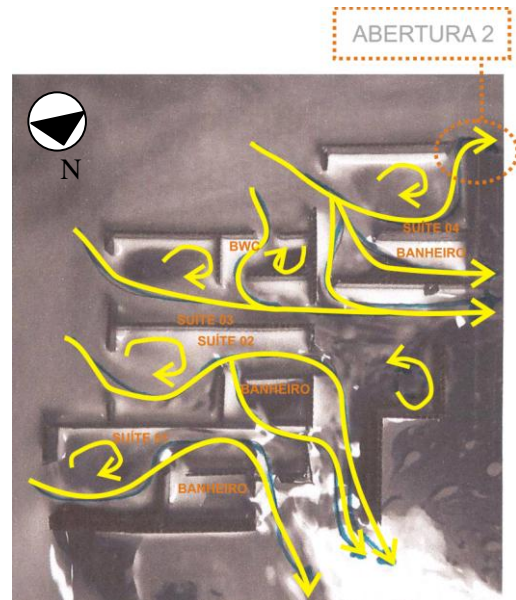


Figura 16 - Comportamento do Escoamento do vento SE, com a representação por meio de setas direcionais. Pavimento Superior.

4.3. Inserção do muro: Escoamentos Sudeste e Nordeste

Um aspecto importante a ser considerado nos ensaios foi a colocação dos muros nas laterais da residência para estudar a sua influência na incidência dos ventos. Os muros dependendo da sua altura podem servir como obstáculo para ventilação natural, criando uma esteira que pode prejudicar a edificação que se localiza à sotavento, como mostra as figuras 17 e 18. Com isso, é importante que os muros sejam considerados no estudo da ventilação natural, neste caso por meio de aberturas ao longo de seu perímetro (Figuras 19 e 20).



Figura 17 - Comportamento do Escoamento do vento NE com o muro, sem a representação por meio de setas direcionais.
Pavimento Térreo.

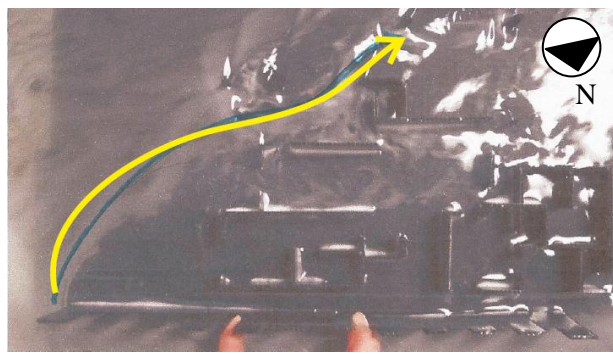


Figura 18 - Comportamento do Escoamento do vento NE com o muro, com a representação por meio de setas direcionais.
Pavimento Térreo.



Figura 19 - Comportamento do Escoamento do vento SE com o muro, sem a representação por meio de setas direcionais..
Pavimento Térreo.



Figura 20 - Comportamento do Escoamento do vento SE com o muro, com a representação por meio de setas direcionais..
Pavimento Térreo.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho tratou do estudo da ventilação natural na fase inicial de um projeto arquitetônico residencial por meio de ensaios analógicos em mesa d'água. Quanto aos resultados dos ensaios em mesa d'água, observou-se que os escoamentos obtidos com os ventos nordeste e sudeste apresentaram desempenho satisfatório, com destaque para o vento sudeste que proporcionou um equilíbrio no escoamento no interior da residência, tanto no pavimento térreo como no superior. A abertura da escada se mostrou de fundamental importância tanto para a saída quanto para a entrada do vento. Outra abertura fundamental para o cruzamento da ventilação foi aquela localizada na sala de jantar. Constatou-se também, que os muros, se não projetados de forma correta, podem dificultar a penetração da ventilação natural no interior da edificação.

A avaliação da ventilação natural na residência estudada demonstrou o potencial do equipamento mesa d'água na visualização (especialmente no formato de vídeo) do comportamento da ventilação natural nas edificações. Apesar das simplificações do modelo, a mesa d'água se apresentou como uma importante ferramenta para avaliar o desempenho qualitativo da ventilação natural nas fases iniciais do projeto.

Embora a simulação do escoamento do ar pela ação do vento no interior da edificação seja limitada ao plano bidimensional, a visualização instantânea do escoamento bem como a possibilidade de testar alternativas de projeto com relativa rapidez, leva à conclusão de que a mesa d'água, além de constituir-se em ferramenta de caráter didático, pode auxiliar os projetistas na avaliação e tomada de decisões relativas ao projeto arquitetônico, com vistas ao melhor aproveitamento de uma das estratégias de obtenção do conforto térmico mais importantes no contexto do clima tropical quente úmido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITTENCOURT, Leonardo S.; CÂNDIDO, Christina. **Introdução à Ventilação Natural**. 3ª Edição. Maceió: EDUFAL, 2008.
- BITTENCOURT, Leonardo S.; CÂNDIDO, Christina. **Ventilação natural em Edificações**. Rio de Janeiro: PROCEL EDIFICA, 2010.
- BITTENCOURT, Leonardo S.; SACRAMENTO, Alexandre da S.; CÂNDIDO, Christina; LEAL, Thalianne. Estudo do desempenho do peitoril ventilado para aumentar a ventilação natural em escolas de Maceió/AL. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 59-69, jul/set. 2007. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3742/2095>. Acesso em: dezembro 2012.
- CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simons. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.
- CASTRO, Renata Torres Sarmento de. **Avaliação do desempenho da ventilação natural e do sombreamento em casas de Maceió projetadas segundo princípios abordados na Cartilha de Armando de Holanda**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió-AL, 2011.
- ETHERIDGE, D.; SANDBERG, M. **Building ventilation: theory and measurement**. Chichester: John Wiley & Sons, 1996.
- FROTA, A. B.; SCHIFFER S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 2 Ed. São Paulo: Studio Nobel, 1995.
- INMET. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 84 p. 1992.
- LABEEE. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. **Analysis Sol-ar**. Versão 6.2. 2011.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2ª edição. São Paulo: ProLivros, 1997.
- TOLEDO, A. M. ; LAURENTINO, N. . Análise da ventilação natural em apartamentos reversíveis por meio de ensaios analógicos na mesa d'água. In: **NUTAU 2010**, 8o Seminário Internacional Arquitetura, Urbanismo e Design: produtos e mensagens para ambientes sustentáveis, 2010, São Paulo. NUTAU 2010. São Paulo: NUTAUUSP, 2010.
- TOLEDO, A. M. ; PEREIRA, F. O. R. . O potencial da mesa d'água para visualização analógica da ventilação natural em edifícios. In: **VII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído/ III Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações/ II Workshop IBPSA-Brasil**, 2003, Curitiba. ENCAC 2003..., 2003.
- TOLEDO, A. M. ; PEREIRA, F. O. R. . Visualização analógica da ventilação natural pela ação do vento em edifícios residenciais na mesa d'água. In: **X ENTAC**, 2004, São Paulo. X ENTAC/ Icla CS, 2004.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, pela disponibilização do espaço físico e do equipamento mesa d'água, fundamental para a realização do presente trabalho.