



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO DESEMPENHO DA VENTILAÇÃO NATURAL EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE MACEIÓ-AL**

**Aline M. P. Nogueira (1); Renata T. S. Castro (2); Leonardo S. Bittencourt (3)**

(1) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - DEHA/FAU/UFAL, alinenogueira\_arq@yahoo.com.br

(2) Arquiteta e Urbanista, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - DEHA/FAU/UFAL, renatatorrescastro@gmail.com

(3) PhD, Professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFAL, Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, GECA – Grupo de Estudos em Conforto Ambiental, lsb54@hotmail.com

### **RESUMO**

A cidade de Maceió, capital de Alagoas, está localizada na faixa litorânea do nordeste brasileiro situada na latitude 9°39'57" Sul e longitude 35°44'07" Oeste. É caracterizada por um clima quente e úmido apresentando verão com altas temperaturas e pouca pluviosidade, e inverno com temperaturas mais amenas e alto índice pluviométrico. Para este tipo de clima, são determinadas algumas estratégias de conforto térmico para edificações sendo a principal delas a captação e distribuição da ventilação natural, principalmente na direção cruzada. O artigo avalia se a residência apresenta um bom desempenho da ventilação natural e dita novas estratégias para melhor fluidez dos ventos nos ambientes que resultaram em inadequada captação e distribuição. Como procedimento metodológico foi elaborado um modelo físico reduzido e sua utilização no instrumento Mesa d'Água para análise da distribuição do fluxo do ar no interior dos ambientes. Foi diagnosticado que algumas estratégias de projeto podem não funcionar corretamente mesmo dispondo os ambientes para as orientações mais adequadas, além de identificar o comportamento dos ventos Leste, Sudeste e Nordeste na edificação e como estes funcionam ao adentrar os ambientes através das tipologias e localização das aberturas. Como contribuição final, foi proposto um estudo sobre as disposições mais adequadas das aberturas de entrada e de saída para proporcionar uma melhor distribuição do fluxo no interior das edificações.

Palavras-chave: desempenho, ventilação natural, mesa d'água,

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, por estar localizado quase em sua totalidade no hemisfério Sul, possui um zoneamento compreendido por oito diferentes zonas, as quais podem ser consideradas relativamente homogêneas. Na região nordeste, mais especificamente na cidade de Maceió, estado de Alagoas, o clima que se caracteriza litoraneamente é o quente e úmido, situando-se na zona bioclimática 8 (ABNT, 2005).

O vento pode variar de acordo com a estação do ano, ao longo do dia como as brisas marinhas ou de acordo com algum fenômeno particular da região (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005). As direções predominantes do vento na cidade de Maceió são primeiramente a Sudeste e, em seguida a Leste, durante todo o ano; a Nordeste no verão e a Sul no inverno. O regime dos ventos é regular e as velocidades são dentro dos limites desejáveis para seu aproveitamento, com valores médios em torno de 2,8m/s, podendo chegar a 10m/s no verão. Com isso, pode-se afirmar que as velocidades médias dos ventos noturnos são sensivelmente menores que as dos ventos diurnos (ROMERO, 1988).

O artigo pretende avaliar qualitativamente o desempenho da ventilação natural em uma residência situada na cidade de Maceió, Alagoas. A edificação está localizada no condomínio Reservas do Vale, no bairro da Serraria e possui 425,57m<sup>2</sup> de área construída entre os pavimentos térreo e superior.

O trabalho analisa as estratégias de controle e adequação do movimento do ar no interior da edificação e demonstra, através de simulações, que a captação do vento pode ser bem aproveitada na construção em foco, uma vez que esta é uma estratégia adequada de conforto ambiental para o clima quente e úmido.

## 2. OBJETIVO

O objetivo do presente artigo é avaliar o desempenho da ventilação natural de uma residência de uso unifamiliar, na cidade de Maceió, Alagoas, e propor novas estratégias para melhorar a fluidez do vento no interior da edificação.

## 3. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo deste trabalho, os procedimentos metodológicos foram divididos em três etapas.

### 3.1 O objeto de estudo

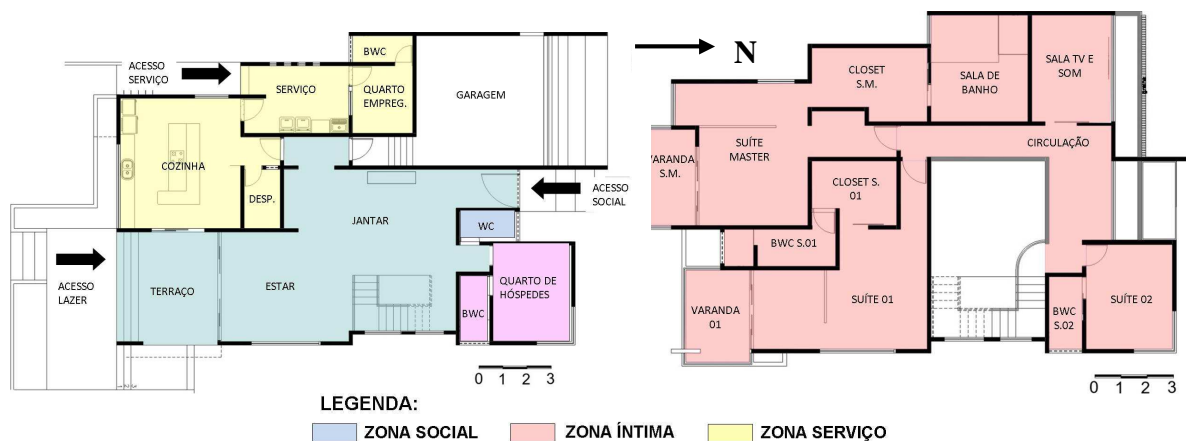
Esta etapa consistiu numa visita ao local para levantamento cadastral e fotográfico, observando as características tipológicas e construtivas do objeto de estudo. Também foram analisadas a orientação da edificação, as estratégias de ventilação existentes, a propriedade física dos materiais utilizados, a vegetação e o entorno. Em seguida foram analisadas a frequência e direção dos ventos ao longo do dia em várias épocas do ano.

A edificação em estudo compreende uma residência unifamiliar (figura 01), ainda em fase de construção, situada num terreno de 647,46m<sup>2</sup>, sendo 233,86m<sup>2</sup> a área do pavimento térreo, 191,71m<sup>2</sup> a área do pavimento superior (figura 02), totalizando uma área construtiva de 425,57m<sup>2</sup>.



**Figura 01:** Casa em Estudo – Fachadas Leste, Nordeste e Oeste, respectivamente

O partido arquitetônico foi pensado conforme a orientação do local, de forma a captar ao máximo os ventos dominantes Leste, Sudeste e Nordeste e aproveitar a iluminação natural sem que ocorra o predomínio de calor no ambiente interno. As áreas de serviço e cozinha estão dispostas na orientação Oeste fazendo com que os ambientes íntimos e sociais, como salas, suíte, e varandas, localizem-se entre os sentidos Sudeste, Leste e Nordeste de forma a captar toda a ventilação predominante.



**Figura 02:** Planta Baixa Pavimento Térreo e Superior, respectivamente

O jogo de volumes da edificação ressalta a busca da movimentação das fachadas. No entanto, a preferência do cliente por uma casa com arquitetura contemporânea, teve como resultado a cobertura composta por laje plana acompanhada de platibanda em todo o perímetro da edificação, prejudicando assim, a proteção da insolação nas esquadrias existentes, como também a proteção contra chuvas de vento, elemento característico do clima quente e úmido.

### 3.2 O modelo físico reduzido

A segunda etapa deste trabalho abrangeu a elaboração de um modelo físico reduzido da residência para utilização nos ensaios de ventilação na mesa d'água. Foram construídas maquetes vazadas (seções horizontais) na escala 1/75, dos pavimentos térreo e superior separadamente, considerando todas as aberturas (portas, janelas, guarda-corpos, passagens e elementos vazados) representadas até a base e as paredes a uma altura de 1,50m (figura 03a).

### 3.3 O ensaio na Mesa d'Água

Para avaliação do desempenho dos ventos na residência foi utilizada a Mesa d'Água (figura 03b), instrumento que permite a análise da distribuição do fluxo do ar no interior dos ambientes baseado na analogia verificada na dinâmica dos fluidos água e ar.



**Figura 03:** Modelo físico reduzido (a) Mesa d'Água no LabCon da UFAL (b)  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2009

Primeiramente foi realizado um ensaio considerando as três direções dos ventos dominantes da região (Leste, Sudeste e Nordeste) separadamente, sendo três simulações para o pavimento térreo e três simulações para o pavimento superior.

Os ensaios são realizados sobre um plano horizontal de vidro, onde escoar uma lâmina d'água que circula em ciclo fechado. No centro deste plano horizontal é inserido o modelo reduzido da edificação e, posteriormente, acionada uma bomba que transmite a água do reservatório montante para o reservatório jusante produzindo um escoamento contínuo desta lâmina d'água. Para a visualização do

escoamento, foi adicionado detergente à água com a finalidade de produzir espuma e assim permitir a avaliação do percurso do vento em sua direção dominante nos ambientes internos da casa e identificar as aberturas de entrada e de saída.

No segundo ensaio foram consideradas as mesmas direções, mas com o objetivo de verificar novas estratégias de projetos para melhoria do desempenho dos ventos nos ambientes onde estes foram precários.

O método utilizado para análise é simplificado por considerar apenas o escoamento bidimensional e o regime de escoamento externo permanente e pode, desta forma, ser considerado qualitativo, pois não mede e nem estima valores para as vazões e as velocidades do escoamento, sendo consideradas, portanto, pelos métodos de estimativas.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Escoamento do Vento na Direção SUDESTE

O escoamento Sudeste incidiu obliquamente (à 45°) nas faces Leste e Sul da edificação, nos pavimentos térreo e superior.

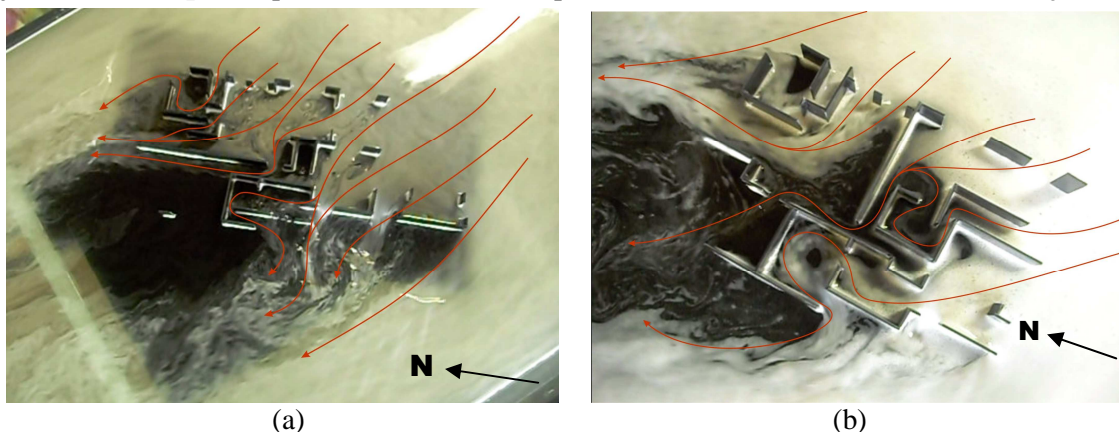
#### 4.1.1 Pavimento Térreo

O deslocamento do escoamento do vento no pavimento térreo deu-se nas arestas do terraço social, da cozinha e da sala de estar.

Percebe-se que a casa apresenta escoamento interior passando por quase todos os ambientes, contudo, a ventilação em alguns deles é totalmente dependente de outros ambientes, conforme será explicado adiante (figura 04a).

O **terraço social** é o ambiente que mais recebe ventilação, pois situa-se, exatamente, na direção de captação do vento Sudeste e possui duas laterais abertas e duas laterais com paredes que contêm esquadrias, facilitando a entrada e a saída do vento.

A ventilação que incide através da janela da **cozinha** atinge a **área de serviço** promovendo uma ventilação à sotavento, necessária para os ambientes. O **quarto de serviço** recebe escoamento se, apenas, a porta e a janela do **banheiro de serviço** estiverem abertas, caso contrário, a ventilação fica prejudicada. A **despensa**, por não ser um local de permanência, não recebe nenhuma ventilação.



**Figura 04:** Incidência do Vento na Orientação Sudeste para os pavimentos térreo (a) e superior (b)

As **salas de estar e jantar** tem resultados bem favoráveis quando recebem boa ventilação por toda a sua área, obtendo a porta no hall de entrada como abertura de saída. Contudo, para que toda essa ventilação ocorra, é necessário que as portas estejam sempre abertas. Ademais, com o fechamento em vidro fixo das janelas da escada (opção da proprietária), a ventilação será consideravelmente reduzida.

A **garagem** recebe uma boa quantidade de ventos que provém das salas, e a atinge através de uma porta situada na circulação. O **lavabo** também torna-se ventilado, através das salas, se as janelas e portas encontrarem-se abertas.

A **suíte de hóspedes** apenas recebe ventilação se a porta de acesso ao quarto e as esquadrias do **banheiro** estiverem abertas. Considerando estas esquadrias fechadas, o ambiente é bastante

prejudicado, pois o vento não entra pela janela do quarto, sendo necessária uma melhor estratégia de captação do vento exterior.

#### 4.1.2 Pavimento Superior

O deslocamento do escoamento do vento no pavimento superior deu-se nas arestas da varanda da suíte 01 e na varanda da suíte master.

Percebe-se que a casa apresenta escoamento interior passando por quase todos os ambientes, contudo, a ventilação em alguns ambientes é totalmente dependente de outros ambientes, conforme será explicado adiante (figura 04b).

A **varanda da suíte master** é um dos ambientes que mais recebe ventilação, pois situa-se, exatamente, na direção de captação do vento Sudeste e possui três laterais abertas (sendo duas delas abertas em metade do vão) e uma lateral com parede que contém esquadria, facilitando a entrada e a saída do vento. O mesmo não acontece com a **varanda da suíte 01**, ambiente que, mesmo situando-se na direção do vento, não recebe tanta ventilação quanto a varanda anterior, devido à parede da suíte máster que encontra-se no mesmo alinhamento do pilar existente na varanda da suíte 01, não permitindo um melhor escoamento do vento no ambiente.

A ventilação que incide através da porta da varanda atinge a **suíte máster** provocando o escoamento do vento através do **closet** e da **sala de banho**, em uma pequena parcela e, uma maior parcela, através da janela da suíte localizada na orientação oeste.

A **suíte 01** não recebe a ventilação adequada para o ambiente, decorrente do pouco escoamento obtido em sua varanda. A pequena quantidade de vento que incide no ambiente possui, como abertura de saída, apenas a porta da suíte, a qual, quando manter-se fechada, prejudicará a ventilação no ambiente. Tanto o **banheiro da suíte 01** quanto o **closet** recebem pouca ventilação, contudo, por serem ambientes de pouca permanência, não necessitam de uma ventilação de maior intensidade. Contudo, a melhoria do vento na suíte pode, conseqüentemente, melhorar a ventilação nestes ambientes.

Assim como acontece com a suíte dos hóspedes no pavimento térreo, a **suíte 02** apenas recebe ventilação se a porta de acesso ao quarto e as esquadrias do **banheiro** estiverem abertas. Considerando estas esquadrias fechadas, o ambiente é bastante prejudicado, pois o vento não entra pela janela do quarto, sendo necessária uma melhor estratégia de captação do vento exterior.

A **sala de TV e som** apenas recebe ventilação Sudeste se a porta de acesso ao ambiente e as janelas da escada estiverem abertas, caso contrário, o vento não escoar pelo ambiente uma vez que a única janela da sala encontra-se na orientação Norte.

### 4.2 Escoamento do Vento na Direção LESTE

O escoamento Leste incidiu perpendicularmente à face Leste da edificação, nos pavimentos térreo e superior. O escoamento do vento Leste no edifício se dá de forma muito semelhante ao escoamento do vento Sudeste, contudo, algumas diferenças serão apresentadas nos itens a seguir.

#### 4.2.1 Pavimento Térreo

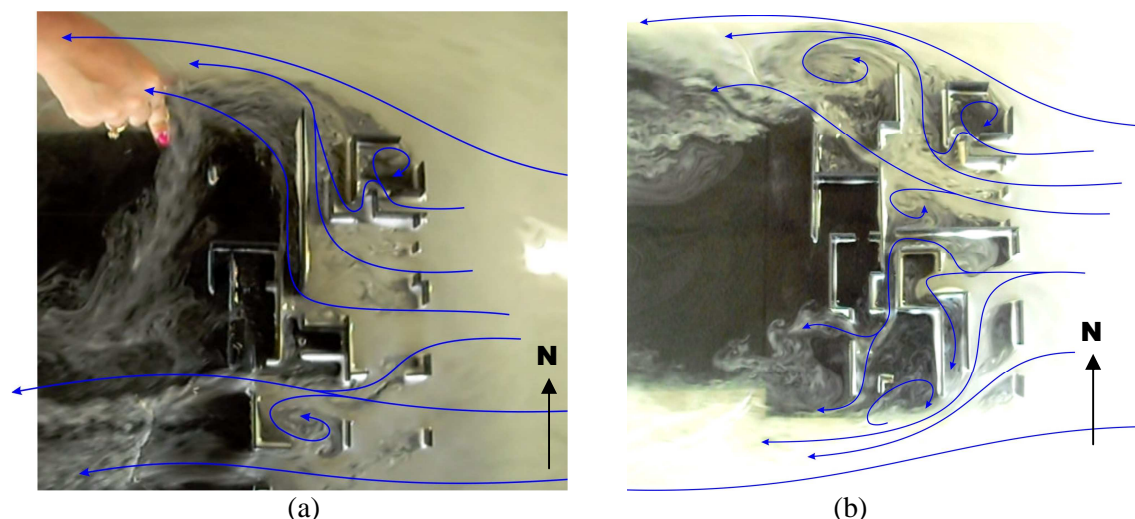
O deslocamento do escoamento do vento no pavimento térreo deu-se na lateral do terraço social, da sala de estar, da escada e da suíte de hóspedes.

Percebe-se que a casa apresenta escoamento interior passando por quase todos os ambientes, contudo, a ventilação em alguns ambientes é totalmente dependente de outros ambientes, conforme será explicado adiante (figura 05a).

O **terraço social** é um dos ambientes que mais recebe ventilação, pois possui uma face situada, exatamente, na direção do vento Leste e, além disto, possui duas laterais abertas e duas laterais com paredes que contêm esquadrias, facilitando o escoamento do vento.

A ventilação que incide no terraço social atinge a **cozinha** através da porta que separa os dois ambientes, provocando uma adequada ventilação. Na janela da cozinha situada acima da bancada das pias, é criada uma zona de turbulência provocada pela ventilação que adentra o ambiente através desta janela e da porta de acesso ao terraço social, ao mesmo tempo. A **área de serviço** é, então, atingida pela ventilação Leste através da cozinha e, conseqüentemente, adquire seu escoamento pelos elementos vazados situados na parede da área de serviço, contudo, a maior parcela da ventilação tem a janela da cozinha na orientação Oeste como principal abertura de saída.





**Figura 05:** Incidência do Vento na Orientação Leste para os pavimentos térreo (a) e superior (b)

O **quarto de serviço** recebe escoamento se, apenas, a porta e a janela do **banheiro de serviço** estiverem abertas, caso contrário, a ventilação fica prejudicada. A **despensa**, por não ser um local de permanência, não recebe nenhuma ventilação.

As **salas de estar e jantar** tem resultados bem favoráveis quando recebem boa ventilação por toda a sua área, utilizando a porta no hall de entrada, a porta interna de acesso à cozinha e a porta de acesso à garagem como aberturas de saída. Contudo, para que toda essa ventilação ocorra, é necessário que as portas estejam sempre abertas. Ademais, com o fechamento em vidro fixo das janelas da escada (opção da proprietária), a ventilação será quase reduzida à zero na sala de jantar e prejudicada na sala de estar.

A **garagem** recebe uma boa quantidade de ventos que provém das salas, e a atinge através de uma porta situada na circulação. O **lavabo** também torna-se ventilado, através das salas, se as janelas e portas encontrarem-se abertas.

A **suíte de hóspedes** apenas recebe ventilação se a porta de acesso ao quarto e as esquadrias do **banheiro** estiverem abertas. Considerando estas esquadrias fechadas, o ambiente é bastante prejudicado, pois o vento não adentra o ambiente através da janela do quarto, sendo necessária uma melhor estratégia de captação do vento exterior.

#### 4.2.2 Pavimento Superior

O deslocamento do escoamento do vento no pavimento superior deu-se nas laterais das varandas, da suíte 01, da escada e da suíte 02. Percebe-se que a casa apresenta escoamento interior passando por alguns ambientes e, conforme simulação, muitos ambientes ficam prejudicados nesta orientação, conforme será explicado adiante (figura 05b).

Tanto a **varanda da suíte máster** quanto a **varanda da suíte 01** são os ambientes que mais recebem ventilação, pois situam-se, exatamente, na direção de captação do vento Leste e possuem três laterais abertas (sendo duas delas abertas em metade do vão) e duas laterais abertas, respectivamente. Além disso, a última lateral de cada ambiente é preenchida por esquadria que permite o escoamento do vento, estando este participando, também, como abertura de entrada para os quartos subsequentes.

A ventilação que incide através da porta da varanda não desenvolve um bom escoamento na **suíte máster**, a qual recebe melhor contribuição através da porta de entrada do ambiente, com o vento que provém das janelas da escada. Considerando a porta fechada e as janelas da escada como esquadrias fixas (conforme solicitação da proprietária), a suíte é consideravelmente prejudicada. O **closet** e da **sala de banho**, não recebem nenhuma ventilação da orientação Leste.

A **suíte 01** recebe boa ventilação através da janela na fachada Leste e utiliza a porta de entrada do ambiente e as janelas do **banheiro** como aberturas de saída, ventilando um pouco, desta forma, o **closet**. Contudo, considerando estas aberturas de saída, o ambiente é prejudicado se mantiver estas esquadrias fechadas.

Assim como acontece com a suíte dos hóspedes no pavimento térreo, a **suíte 02** apenas recebe ventilação se a porta de acesso ao quarto e as esquadrias do **banheiro** estiverem abertas. Considerando estas esquadrias fechadas, o ambiente é bastante prejudicado, pois o vento não adentra o ambiente através da janela do quarto, sendo necessária uma melhor estratégia de captação do vento exterior.

A **sala de TV e som** apenas recebe ventilação se a porta de acesso ao ambiente e as janelas da escada estiverem abertas, caso contrário, o vento não escoar pelo ambiente uma vez que a única janela da sala encontra-se na orientação Norte. Ademais, o vento Leste que incide no pilar do jardim próximo à suíte 02, cria uma zona de turbulência ao encontrar-se com o vento que escoar pela sala de TV e som.

#### 4.3 Escoamento do Vento na Direção NORDESTE

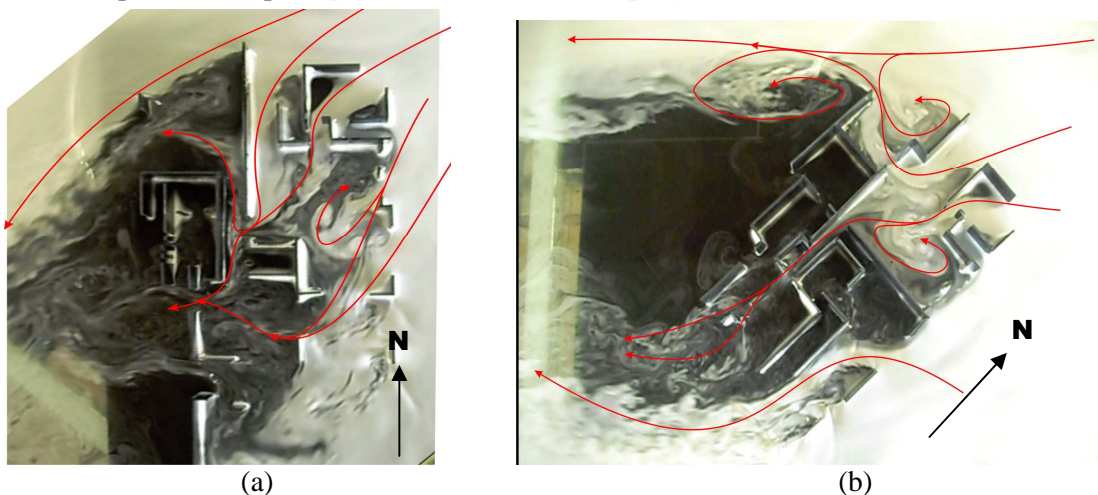
O escoamento Nordeste incidiu obliquamente (à 45°) nas faces Leste e Norte da edificação, nos pavimentos térreo e superior. Esta orientação é a terceira mais dominante na região em estudo, mas torna-se mais significativa no verão, quando pode atingir uma velocidade de até 10m/s.

##### 4.3.1 Pavimento Térreo

O deslocamento do escoamento do vento no pavimento térreo deu-se nas arestas da suíte de hóspedes e da garagem.

Percebe-se que a casa apresenta escoamento interior passando por muitos ambientes, apenas com exceção da despensa, da área de serviço e do quarto e banheiro de empregada (figura 06a).

O **terraço social** é um dos ambientes que mais recebe ventilação, pois possui duas laterais abertas e duas laterais com paredes que contêm esquadrias, facilitando o escoamento do vento. O vento que circula no terraço atinge a **cozinha**, provocando uma adequada ventilação, contudo, esta ventilação escoar apenas através das janelas, não alcançando a **área de serviço**, prejudicando este ambiente e os posteriores, representados pelo **quarto e banheiro de empregada**.



**Figura 06:** Incidência do Vento na Orientação Nordeste para os pavimentos térreo (a) e superior (b)

As **salas de estar e jantar** tem resultados favoráveis, mas é gerado, nestes ambientes, zonas turbulentas através do cruzamento de diversas direções do vento geradas no interior da casa, como as que provêm da suíte dos hóspedes, da janela da sala de estar e das janelas da escada. Com o fechamento em vidro fixo das janelas da escada, a ventilação será bastante reduzida nas salas, possuindo como aberturas de entrada apenas através da suíte de hóspedes (que utiliza a porta de acesso à garagem como abertura de saída) e da janela da sala de estar (que utiliza a porta de acesso ao terraço como abertura de saída), resultando, portanto, em inadequada ventilação para o ambiente.

A **garagem** recebe uma boa quantidade de ventos que provêm das salas, e a atinge através de uma porta situada na circulação. O **lavabo** não recebe nenhuma ventilação da orientação Nordeste.

A **suíte de hóspedes** recebe ventilação Nordeste através das janelas do ambiente, a qual escoar através da porta de entrada, contudo, a quantidade de vento que incide no quarto não é suficiente para obtenção do conforto. O **banheiro** recebe ventilação adequada para o ambiente, que adentra o ambiente através da porta de acesso ao quarto.

### 4.3.2 Pavimento Superior

O deslocamento do escoamento do vento no pavimento superior deu-se nas arestas da suíte de hóspedes. Percebe-se, através da simulação, que nesta orientação alguns ambientes são prejudicados em relação à ventilação, os quais serão explicados adiante (figura 06b).

Tanto a **varanda da suíte máster** quanto a **suíte master** não recebem ventilação advinda do ambiente exterior; toda ventilação que atinge estes ambientes provém da circulação. O **closet** e a **sala de banho** não recebem nenhuma ventilação da orientação Nordeste.

A **varanda da suíte 01** e a **suíte 01** são os ambientes que mais recebem ventilação, sendo esta captada através de aberturas localizadas na fachada Leste. Desta forma, o **closet** e o **banheiro** são atingidos por uma pequena parcela do vento da suíte 01, que escoar através da janela do banheiro.

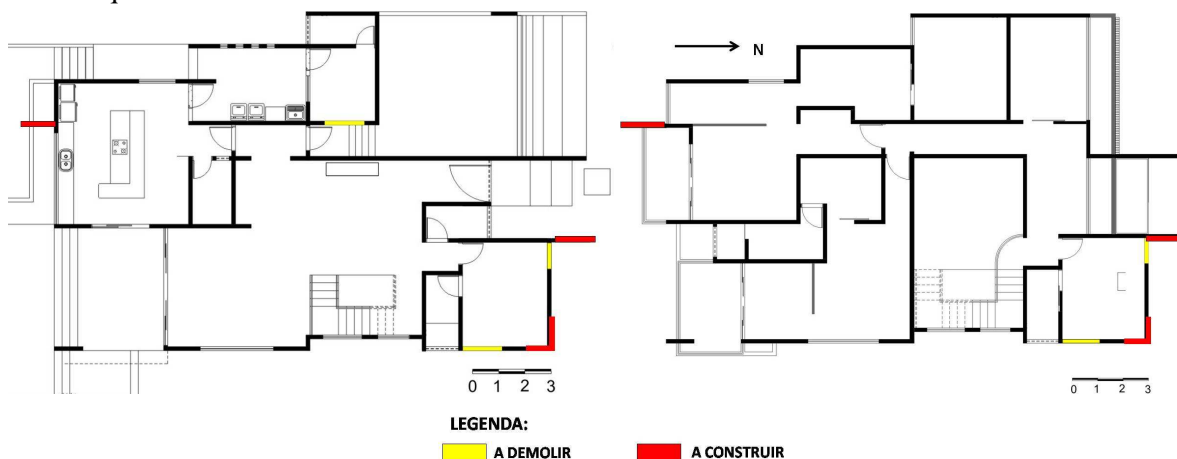
Assim como acontece na suíte de hóspedes no pavimento térreo, a **suíte 02** recebe ventilação Nordeste através das janelas do ambiente, a qual escoar através da porta de entrada, contudo, a quantidade de vento que incide no quarto não é suficiente para obtenção do conforto. O **banheiro** recebe ventilação adequada para o ambiente, que adentra o ambiente através da porta de acesso ao quarto.

O vento Nordeste não adentra a edificação através das janelas da escada (principal abertura de entrada das orientações anteriores), obtendo, conseqüentemente, função de aberturas de saída do vento que incide através da suíte 02, uma vez que adquiriu menor pressão. Contudo, a área prejudicada compreende o espaço vazio do mezanino, o qual, no pavimento térreo, possui boa ventilação desenvolvida nas demais orientações.

A **sala de TV e som** apenas recebe ventilação através da ventilação advinda das aberturas do jardim e da suíte 02, que incidem no ambiente através da porta de acesso. Desta forma, se a porta de acesso ao ambiente e as esquadrias de incidência do vento estiverem fechadas, o vento não escoar pelo ambiente uma vez que a única janela da sala encontra-se na orientação Norte.

### 4.4 Intervenções

De acordo com o resultado da avaliação, foram propostas novas estratégias para melhorar a fluidez dos ventos em todos os ambientes a fim de apresentar um resultado final mais satisfatório e adequado para o clima quente e úmido.



**Figura 07:** Planta Baixa com Destaque para as Novas Estratégias: Térreo e Superior, respectivamente

De acordo com as simulações na Mesa d'Água, percebeu-se que a maioria dos ambientes recebe boa ventilação apenas se as portas de entrada dos ambientes estiverem abertas, como as salas de estar e jantar, banheiros, cozinha, área de serviço e garagem. Desta forma, para que a ventilação não seja prejudicada quando as portas estiverem fechadas, as bandeiras das esquadrias deverão ser vazadas e as portas com folhas em venezianas móveis para permanência do escoamento do vento no interior do ambiente mesmo quando este encontrar-se fechado.

Foi observado que boa quantidade da ventilação que atinge o interior da casa adentra a edificação através das janelas situadas no vão da escada, as quais possuem esquadrias fixas impostas pela

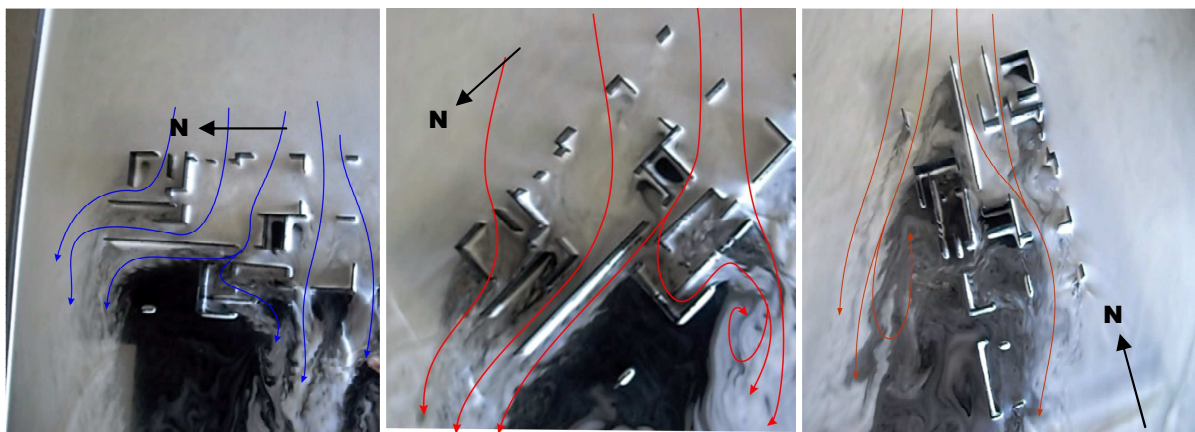


proprietária. Para melhor captação dos ventos, estas esquadrias devem ser móveis para não prejudicar o escoamento nos ambientes e para não diminuir, consideravelmente, o desempenho da ventilação.

De acordo com a simulação do vento Sudeste, a suíte 01 não possui um bom escoamento do vento, contudo, na simulação do vento Leste e Nordeste percebeu-se que este ambiente capta boa parcela destas ventilações sendo considerado, portanto, um ambiente com boa taxa de ventilação. O mesmo acontece com a varanda, que não captando boa ventilação Sudeste, recebe boa quantidade da ventilação Leste não sendo necessária nenhuma nova estratégia de ventilação.

A suíte máster recebe melhor ventilação através da orientação Sudeste, mas a ventilação Leste não obtém um bom desenvolvimento neste ambiente e a captação é ainda menor com a incidência do vento Nordeste. Desta forma, faz-se necessário ampliar a parede da varanda próxima à janela para melhor fluxo e distribuição da ventilação Sudeste no ambiente (figura 07). Com o aumento da pressão negativa atrás desta parede, o vento é melhor distribuído no ambiente, uma vez que este passa a ter a janela do quarto como principal abertura de saída, sem deixar de obter também, o closet e a sala de banho como saída.

O closet e a sala de banho não recebem ventilação Leste, contudo, a ventilação da orientação Sudeste que atinge estes ambientes, funcionando como aberturas de saída, são necessários para o conforto, uma vez que não são ambientes de permanência prolongada.

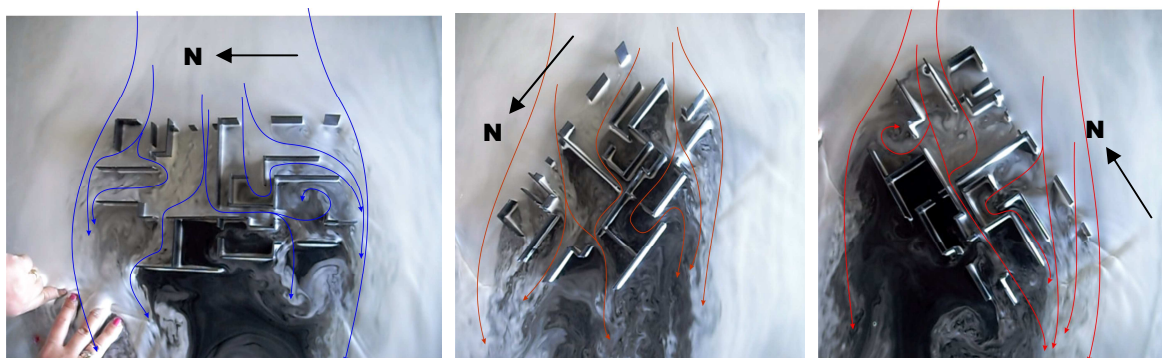


**Figura 08:** Pavimento Térreo: Simulação dos Ventos L, SE e NE, respectivamente, com as novas estratégias

Mesmo situando-se no sentido Leste e Nordeste, a suíte de hóspedes, no pavimento térreo, e a suíte 02, no pavimento superior, não obtém um bom desempenho da ventilação, pois as duas janelas existentes possuem pressões positivas equivalentes. As ventilações das orientações Leste e Sudeste não adentram os ambientes através da janela e a parcela de vento Nordeste que entra nos quartos pode não ser suficiente para obtenção do conforto. Desta forma, no pavimento térreo, é necessária a mudança da abertura no vértice do ambiente para a parede na fachada Leste e outra abertura na parede da janela Norte, favorecendo o fluxo do vento em direção cruzada (figuras 07a e 08). O mesmo alinhamento das janelas deve ser seguido para a suíte 02, no pavimento superior (figuras 07b e 09).

A sala de TV e som, no pavimento superior, recebe ventilação em todas as orientações estudadas, mas apenas através da porta de entrada, a qual provém da janela situada na escada. Como este ambiente tratar-se de um *'home theater'* e possui tratamento acústico e resfriamento artificial através de ar condicionado durante todo o tempo da sua utilização, além de situar-se nas orientações Norte e Oeste e, por isso, não existir opção de abertura para as orientações dos ventos dominantes, não necessitará de novas estratégias de captação do vento. Contudo, as paredes também obterão tratamento térmico para redução do consumo enérgico gerado pelo resfriamento artificial, diminuindo a passagem do calor solar para o interior do ambiente.

Em todas as orientações percebeu-se que o quarto de empregada e o banheiro de serviço apenas recebem ventilação através da porta de entrada, sendo necessária outra abertura na parede voltada para o hall da garagem para melhor captação do vento Sudeste (figuras 07a e 08). A despensa, por localizar-se no centro da edificação sem esquadria para a área externa, não recebe nenhuma ventilação, contudo, por não ser ambiente de permanência, será desconsiderada para efeito de melhoria da ventilação.



**Figura 09:** Pavimento Superior: Simulação dos Ventos L, SE e NE, respectivamente, com as novas estratégias

## 5. CONCLUSÃO

A casa foi projetada e orientada para captar as ventilações dominantes da região, porém, algumas estratégias adotadas não desenvolveram uma boa captação dos ventos, necessitando, desta forma, de novas recomendações para melhorar o desempenho dos ventos no interior dos ambientes.

Os ambientes: suíte de hóspedes, suíte 02, suíte máster e home, mesmo possuindo orientação adequada, não recebem uma ventilação satisfatória aos seus usos, obtendo, portanto, algumas mudanças em suas configurações. O quarto de empregada, situado na orientação Oeste, recebeu estratégias para melhor escoamento do vento e, ademais, a despensa não recebeu novas estratégias por não ser ambiente de permanência.

Muitos ambientes não desenvolvem bom escoamento em determinada orientação, contudo, é favorecido, ao mesmo tempo, por ventilação de outra orientação, tornando-se, desta forma, bem ventilado e sem necessidade de melhorias no desempenho da ventilação. São exemplos: a sala de estar, a sala de jantar e a varanda da suíte máster, que possuem boa ventilação nas orientações Leste e Sudeste e regular na orientação Nordeste; e a varanda da suíte 01 e a suíte 01, que possuem boa ventilação nas orientações Leste e Nordeste e regular na orientação Sudeste. Outros ambientes desempenharam boa captação da ventilação em todas as orientações, como o terraço social, a cozinha e garagem e, portanto, sem necessidade de incremento de novas estratégias.

Ambientes de pouca permanência como banheiros, sala de banho e closets não necessitarão de novas estratégias para melhorar o desempenho da ventilação natural, uma vez que a quantidade de incidência de vento que adentra estes ambientes pode ser considerada adequada para a função que estes ambientes desenvolvem.

Desta forma, utilizando as novas estratégias propostas e verificadas em simulação, os ambientes avaliados desenvolverão melhorias no desempenho da ventilação, segundo as atividades específicas para cada ambiente, e proporcionará melhores taxas de conforto para os usuários da edificação, desde que todas as estratégias sejam cumpridas e considerando todas as portas com bandeiras vazadas e folhas em venezianas móveis para permitir o fluxo do vento em qualquer situação, além das janelas da escada forem mantidas em esquadrias móveis. Ademais, puderam-se verificar as distribuições das aberturas de entrada e saída mais adequadas para captação e distribuição do vento no interior dos ambientes, proporcionando melhor condição de conforto térmico.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Zoneamento Bioclimático Brasileiro**. NBR 15220, parte 3, 2005.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à Ventilação Natural**. Maceió: Edufal, 2005.

ROMERO, Marta B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.