



**XIENCAC**  
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

**VIIELACAC**  
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO  
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

## **AValiação Qualitativa da Ventilação Natural de Uma Casa Localizada na Cidade de Maceió/AL**

**Renata Torres Sarmiento de Castro (1); Alexandre Márcio Toledo (2)**

(1) Arquiteta, Mestranda do PPGAU em Dinâmicas do Espaço Habitado, renatorrescastro@gmail.com

(2) Doutor, Professor do PPGAU em Dinâmicas do Espaço Habitado, prof.amtoledo@gmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado, Maceió, Alagoas.

### **RESUMO**

A cidade de Maceió localiza-se no Nordeste do Brasil, na latitude 9°39'57" Sul e longitude 35°44'07" Oeste. Apresenta o clima quente e úmido, o qual é representado por verão com temperaturas mais elevadas e pouca pluviosidade e por inverno com temperaturas mais amenas e alto índice pluviométrico; contudo, é caracterizado por temperaturas amenas durante todo o ano. Desta forma, a principal estratégia para promover conforto térmico para esse tipo de clima é a ventilação natural cruzada, principalmente pela ação do vento. Este artigo apresenta os resultados iniciais da dissertação de mestrado desenvolvido no curso de Dinâmicas do Espaço Habitado (DEHA) da UFAL e tem como objetivo avaliar o desempenho de ventilação natural no sentido Sudeste, incidência mais freqüente durante todo o ano na região. A metodologia proposta compreende: detalhamento de dados climáticos e estratégias bioclimáticas para Maceió; realização de ensaios de ventilação no equipamento mesa d'água com maquetes vazadas e aplicação de quatro parâmetros referentes aos comportamentos do escoamento observados nos ensaios, bem como aplicação de uma equação para avaliação do resultado final do desempenho do vento Sudeste. Diagnosticou-se bom desempenho final da ventilação natural no sentido Sudeste, apesar de verificadas algumas deficiências em determinados pontos da edificação como no banheiro social, no depósito 2 e no roupeiro que não recebem escoamento do ar; e a suíte, a qual recebe escoamento apenas proveniente de outros ambientes.

Palavras-chave: ventilação natural, mesa d'água, conforto térmico.

### **ABSTRACT**

Maceió city is located in northeastern Brazil, at latitude 9 ° 39'57 "south and longitude 35 ° 44'07" West. It presents the hot and humid climate, which is represented by summer with more high temperatures and little rain and by winter with mild temperatures and high rainfall; however, it is characterized by mild temperatures during all the year. So, the principal strategy for promoting thermal comfort for this climated is the crossed natural ventilation, especially through the wind action. This article presents the initial results of the Master's thesis made in course *Dinâmicas do Espaço Habitado (DEHA)* from UFAL and it has as main objective to evaluate the performance of natural ventilation in the Southeast direction, the principal direction in this region. The proposed methodology includes: detailed climate and bioclimatic strategies to Maceió; testing of ventilation in the equipment Water Table, with models and application of four data concerning the flow behaviour observed in the tests, as well as application of an equation to result final performance of the wind southeast. It was diagnosed good final performance of natural ventilation towards the Southeast, despite of some noted deficiencies was verified in the building like the social bathroom, the depot 2 and the closet don't get natural ventilation; and the suite that get natural ventilation from the other areas, only.

Keywords: natural ventilation, water table, thermal comfort.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, composto por um amplo território localizado quase totalmente na zona tropical da Terra e composto por grande continentalidade, possui um zoneamento compreendido por oito diferentes zonas, as quais podem ser consideradas relativamente homogêneas. Na região Nordeste, mais especificamente na cidade de Maceió no estado de Alagoas, o clima que se caracteriza litoraneamente é o quente e úmido, situando-se na zona bioclimática de número 8 (ABNT, 2005).

A cidade de Maceió, situando-se a 9°40' Sul de latitude e a 35°42' oeste de longitude, é banhada pelo oceano Atlântico e pela lagoa Mundaú e limita-se com diversos outros municípios do estado. O município possui uma área de 512km<sup>2</sup>, compreendendo cerca de 1,76% do território alagoano. Possui o céu típico parcialmente nublado com montante de nuvens em torno de 35 a 75% e alta umidade do ar (TOLEDO, 2001; LÔBO; BITTENCOURT, 2003).

Este clima, caracterizado como quente e úmido, oceânico e chuvoso, apresenta, basicamente, duas estações bem definidas, possuindo pequena variação de temperatura entre elas, em torno de 4 °C. O verão é caracterizado por temperaturas mais altas e pouca pluviosidade, havendo apenas precipitações passageiras quando do aumento da umidade e da temperatura; o inverno é caracterizado por temperaturas mais amenas e alta pluviosidade (TOLEDO, 2001; BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005).

De acordo com as características do clima quente e úmido, as estratégias de projeto definem-se, principalmente em aumentar o grau do movimento do ar, mais especificamente através da ventilação cruzada e da utilização da desumidificação, resolvendo cerca de 75% das horas do ano (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2004).

As direções predominantes do vento na cidade de Maceió (figura 1) são, primeiro 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 apresentam-se dentro dos limites desejáveis para seu aproveitamento (GOULART; LAMBERTS; FIRMINO, 1998). Há incidência de baixos ventos noturnos na região (Noroeste e Oeste), porém estas incidências não contemplam a pesquisa, uma vez que não são dominantes da região e escoam nos ambientes apenas durante o período da noite.

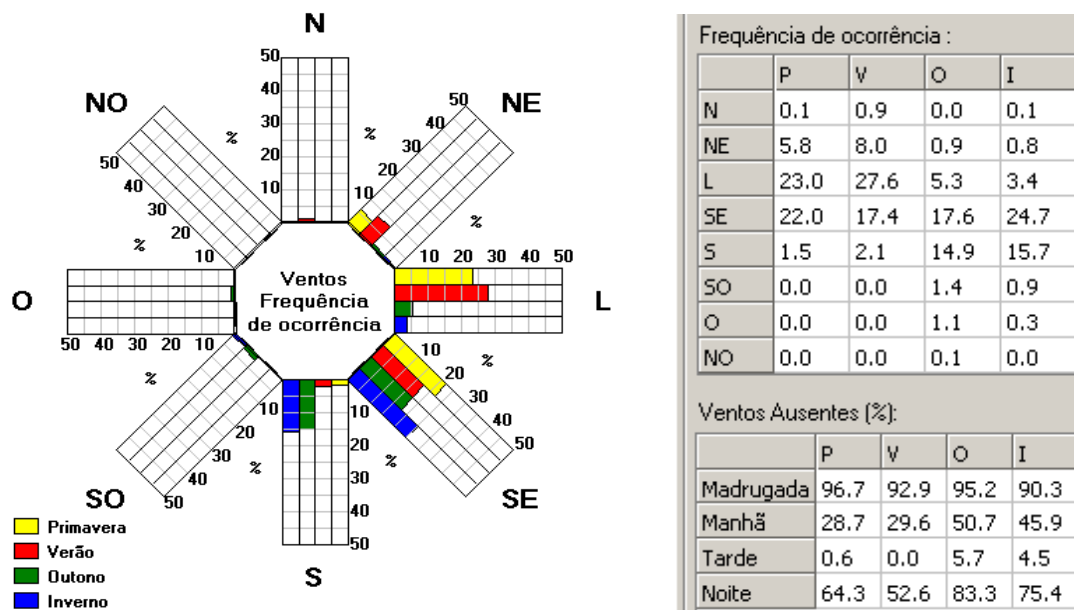


Figura 1 – Frequência de Ocorrência e Direção do Vento.

Fonte: SOL - AR, 2005

## 2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho da ventilação natural no sentido Sudeste, direção do vento mais freqüente durante o ano, em uma edificação residencial da cidade de Maceió, a qual foi projetada com base em princípios bioclimáticos.

## 3. MÉTODO

Para atingir o objetivo deste trabalho, o método apresenta-se em: exposição do objeto de estudo, apresentação do equipamento mesa d'água e explicitação dos procedimentos metodológicos utilizados.

### 3.1. Objeto de Estudo

A casa avaliada foi projetada pelos arquitetos e professores da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Regina Dulce e Leonardo Bittencourt em 1980, compreendendo uma área de, aproximadamente, 160m<sup>2</sup>. Situa-se no litoral Norte da cidade, no bairro da Garça Torta, em um terreno em declive que mede 12m x 60m.

A edificação possui um pavimento térreo compreendido por sala de estar, sala de jantar, cozinha, 2 quartos, 1 suíte, banheiro social, depósitos, varandas e área de serviço em um espaço anexo; e um pavimento mezanino que compreende uma sala de leitura (figura 2).

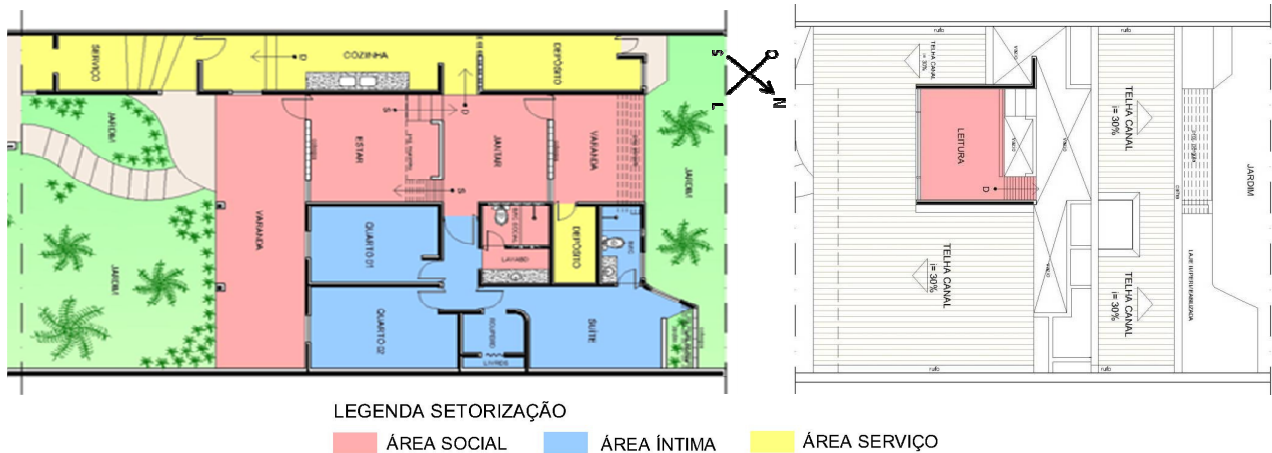


Figura 2 – Planta Baixa Térreo e Planta Baixa Mezanino da casa avaliada, respectivamente.

A casa foi projetada de acordo com os princípios bioclimáticos, fazendo uso de cobogós, pérgulas, varandas, venezianas e bandeiras vazadas. Para avaliação da ventilação natural, foi desconsiderada a área de serviço, uma vez que este ambiente encontra-se em um nível mais baixo do terreno e em uma área separada do restante da casa não provocando, desta forma, grande interferência na ventilação interna da residência.

### 3.2. O Equipamento Mesa d'Água

Para verificação do escoamento da ventilação natural utilizou-se o equipamento mesa d'água localizado no Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Alagoas. Os resultados dos ensaios são apresentados sobre uma mesa, com funcionamento em ciclo fechado, onde é inserida a maquete da edificação e, posteriormente, acionada uma bomba que escoar água com espuma em velocidade uniforme através do reservatório montante (de onde a água provém) para o reservatório jusante (para onde a água escoar), simulando o escoamento do vento (figura 3) (TOLEDO, 2006).

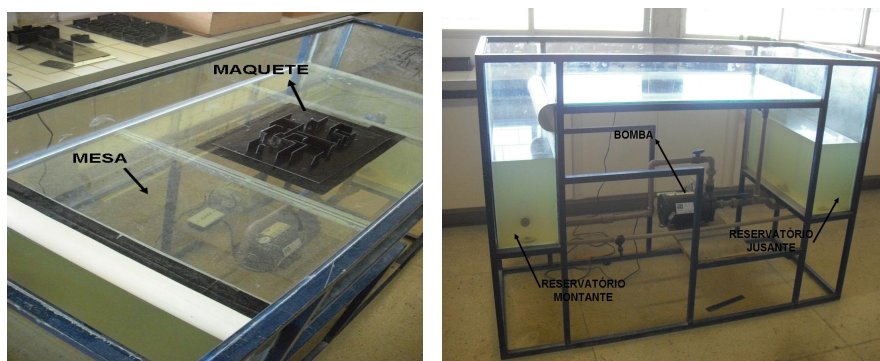


Figura 3 – Mesa d'água do LabCon UFAL.

Realizaram-se três ensaios para o vento Sudeste, sendo um para o pavimento térreo, um para o pavimento mezanino e um para uma secção vertical que apresenta o escoamento do vento entre os dois pavimentos. As imagens foram registradas por meio de uma câmara filmadora e o cômputo dos critérios da metodologia utilizada executou-se com o auxílio do programa *Auto Cad 2D*.

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. Os resultados são apresentados em

forma de descrição e exposição de imagens dos ensaios, bem como do resultado obtido com a metodologia utilizada.

### 3.3. Procedimentos Metodológicos Utilizados

Para a incidência do vento Sudeste adotaram-se quatro parâmetros de avaliação (quadro 1), sendo cada um ponderado por valores de desempenho e de peso. O desempenho representa a qualidade de cada característica observada nos ensaios e o peso determina a importância de cada parâmetro para avaliação da ventilação natural (quadro 2).

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA VENTILAÇÃO NATURAL	
1	Percurso do Escoamento
2	Abrangência do Escoamento
3	Qualidade do Escoamento nos Ambientes
4	Velocidade do Escoamento

Quadro 1 – Parâmetros de Avaliação da Ventilação Natural.

DESEMPENHO		PESO	
Pontuação	Característica	Pontuação	Característica
0	Péssimo (inexistente)	1	Pouco Relevante
1	Muito Ruim	2	Relevante
2	Ruim	3	Importante
3	Razoável	4	Muito Importante
4	Bom		
5	Muito Bom		

Quadro 2 – Valores de Desempenho e de Peso.

O **parâmetro 1** definiu o **percurso do escoamento** segundo a passagem do ar pela casa, desde a entrada até à saída. As aberturas de entrada e de saída bem como os percursos internos foram identificados e descritos de acordo com desenhos esquemáticos dos escoamentos e do Diagrama de Níveis de Percurso, segundo Toledo (2006). Recebeu peso 3 (importante) por o percurso do escoamento interferir mais na qualidade do ar do que na promoção do conforto térmico. Para o desempenho, aplica-se a estimativa segundo o quadro 3.

PARÂMETRO 1: PERCURSO DO ESCOAMENTO			
Elementos a serem Analisados	Comportamentos a serem Observados	Desempenho	Peso
<b>Quartos e salas devem situar-se nas zonas a barlavento; e a cozinha, banheiros e área de serviço nas zonas de sotavento; evitando escoamento das áreas de serviços para as áreas sociais e íntimas (TOLEDO, 1999; GIVONI, 1998).</b>	Não há escoamento do ar por nenhum ambiente.	0	3
	Entrada do vento apenas por ambientes de serviços e saída apenas por ambientes íntimos e/ou sociais ou entrada e saída por um mesmo ambiente circulando em poucos ambientes.	1	
	Entrada do vento apenas por ambientes de serviços e saída por vários ambientes, podendo ser de setores diferentes.	2	
	Entrada do vento por ambientes íntimos, sociais e serviços e saída por vários ambientes, podendo ser de setores diferentes.	3	
	Entrada do vento por ambientes íntimos e/ou sociais e saídas apenas por ambientes de serviços.	4	
	Entrada do vento apenas por ambientes íntimos e/ou sociais e saídas independentes por mais de um ambientes, podendo ser de setores diferentes.	5	

Quadro 3 – Desempenho e Peso do Parâmetro 3 da Ventilação Natural.

O **parâmetro 2** determinou a **abrangência do escoamento** do vento em cada ambiente e recebeu peso 4 (muito importante), por a captação do vento ser a estratégia mais importante para promover conforto

térmico dentro da edificação. Para mensurar a abrangência utilizou-se o programa de computador *Auto Cad 2D* e para a aplicação da avaliação elaborou-se o somatório das áreas de abrangência do escoamento em relação à área total da casa. A escala de avaliação do parâmetro 1 foi classifica-se segundo o quadro 4.

<b>PARÂMETRO 2: ABRANGÊNCIA DO ESCOAMENTO</b>			
<b>Classificação</b>	<b>Comportamentos a serem Observados</b>	<b>Desempenho</b>	<b>Peso</b>
<b>Ausente</b>	Não há escoamento do ar.	0	4
<b>Muito Restrita</b>	Abrangência do escoamento do ar menor que 20% da área de piso	1	
<b>Restrita</b>	Abrangência do escoamento do ar entre 21% e 40% da área de piso	2	
<b>Média</b>	Abrangência do escoamento do ar entre 41% e 60% da área de piso	3	
<b>Ampla</b>	Abrangência do escoamento do ar entre 61% e 80% da área de piso	4	
<b>Muito Ampla</b>	Abrangência do escoamento do ar maior que 80% da área de piso	5	

Quadro 4 – Desempenho e Peso do Parâmetro 1 da Ventilação Natural.

O **parâmetro 3** determinou a **qualidade do escoamento do ar que atinge os ambientes**, sendo contabilizados segundo os seguintes critérios: salas, quartos, suítes, gabinetes, salas de leitura, cozinha e quarto de empregada só foram considerados como boa qualidade se alcançados por ventilação direta (1º nível, sendo aceita ventilação proveniente de varandas) por serem ambientes de permanência individual e/ou prolongada; nos depósitos, área de serviço, despensas e banheiros foi permitida ventilação indireta (apenas de 2º nível) para efeito de contabilização por serem ambientes de rápida permanência, porém necessitada de ventilação para retirar umidade e eliminar possíveis odores. Recebeu peso 4 (muito importante) por a ventilação natural ser a principal estratégia para gerar renovação do ar e para promover conforto térmico em regiões de clima quente e úmido. A quantidade de ambientes ventilados foi determinado segundo o quadro 5.

<b>PARÂMETRO 3: QUALIDADE DO ESCOAMENTO DO AR NOS AMBIENTES</b>			
<b>Elementos a serem Analisados</b>	<b>Comportamentos a serem Observados</b>	<b>Desempenho</b>	<b>Peso</b>
<b>De acordo com as características do clima quente e úmido, as estratégias de projeto definem-se, principalmente em aumentar o grau do movimento do ar, resolvendo cerca de 75% das horas do ano (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).</b>	<b>Nenhum ambiente qualificado:</b> 0% dos ambientes com boa qualidade do ar.	0	4
	<b>Quase nenhum ambiente qualificado:</b> menos de 20% dos ambientes com boa qualidade do ar.	1	
	<b>Poucos ambientes qualificados:</b> de 21% a 40% dos ambientes com boa qualidade do ar.	2	
	<b>Alguns ambientes qualificados:</b> de 41% a 60% dos ambientes com boa qualidade do ar.	3	
	<b>Muitos ambientes qualificados:</b> de 61% a 80% dos ambientes com boa qualidade do ar.	4	
	<b>Quase todos ambientes qualificados:</b> de 81% a 100% dos ambientes com boa qualidade do ar.	5	

Quadro 5 – Desempenho e Peso do Parâmetro 4 da Ventilação Natural.

O **parâmetro 4** determinou a **velocidade do escoamento** em cada ambiente tendo como referência a velocidade do vento no ambiente externo, antes de atingir a casa. Adotou-se peso 2 (relevante) uma vez que a pesquisa elaborada é de caráter qualitativo e foca, desta forma, mais o alcance do escoamento do que valores de velocidade do ar. A escala de avaliação do parâmetro 2 classifica-se segundo o quadro 6.

PARÂMETRO 4: VELOCIDADE DO ESCOAMENTO			
Classificação	Comportamentos a serem Observados	Desempenho	Peso
Inexistente	Não há escoamento e, portanto, não há velocidade	0	2
Muito Lenta	Redução significativa em relação à velocidade externa (média de 0,1 a 1)	1	
Lenta	Redução em relação à velocidade externa (média de 1,1 a 2)	2	
Normal	Semelhante à velocidade externa (média de 2,1 a 3)	3	
Acelerada	Aumento em relação à velocidade externa (média de 3,1 a 4)	4	
Muito Acelerada	Aumento significativo em relação à velocidade externa (média de 4,1 a 5)	5	

Quadro 6 – Desempenho e Peso do Parâmetro 2 da Ventilação Natural.

Para avaliação do desempenho da ventilação natural na direção Sudeste da casa aplicou-se uma equação 1, na qual foram inseridos os resultados obtidos nos quatro parâmetros avaliados. Essa equação definiu o valor final da avaliação para a incidência do vento Sudeste ponderado segundo o peso de cada parâmetro. O desempenho final da ventilação natural caracterizou-se e classificou-se segundo os valores do quadro 7.

$$DV = \frac{(D_{d1} \times P_{d1}) + (D_{d2} \times P_{d2}) + (D_{d3} \times P_{d3}) + (D_{d4} \times P_{d4})}{13}$$

Equação 1 – Avaliação do vento Sudeste, sendo:

DV: Desempenho da orientação do Vento;

D<sub>p1</sub>: pontuação do Desempenho do Parâmetro 1;

P<sub>d1</sub>: pontuação do Peso do Parâmetro 1;

D<sub>p2</sub>: pontuação do Desempenho do Parâmetro 2;

P<sub>d2</sub>: pontuação do Peso do Parâmetro 2;

D<sub>p3</sub>: pontuação do Desempenho do Parâmetro 3;

P<sub>d3</sub>: pontuação do Peso do Parâmetro 3;

D<sub>p4</sub>: pontuação do Desempenho do Parâmetro 4;

P<sub>d4</sub>: pontuação do Peso do Parâmetro 4.;

O divisor 13 é a soma de todos os pesos.

DESEMPENHO FINAL DA VENTILAÇÃO NATURAL	
Pontuação Média	Avaliação Final
de 0,01 a 1	Insatisfatório
de 1,01 a 2	Baixo
de 2,01 a 3	Razoável
de 3,01 a 4	Bom
de 4,01 a 5	Ideal

Quadro 7 – Valores de Desempenho Final da Avaliação da Ventilação Natural.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O escoamento do vento Sudeste incidiu perpendicularmente à face Sudeste do edifício (figuras 4, 5 e 6). Para aplicação da equação e resultado da eficiência do vento Sudeste, foram avaliados os quatro parâmetros referentes às características da incidência do vento, conforme explicações nos próximos itens.

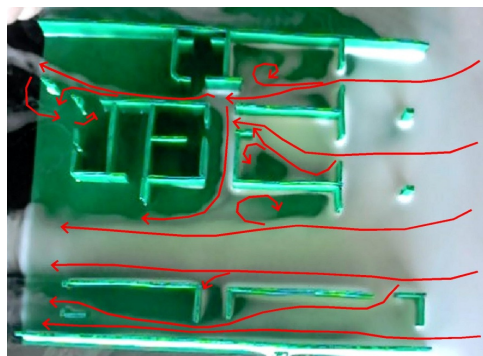


Figura 4 – Planta baixa térreo incidência do vento Sudeste na Mesa d'Água.

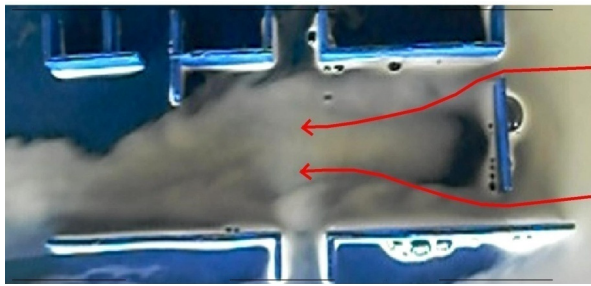


Figura 5 – Planta Baixa mezanino incidência do vento Sudeste na Mesa d'Água.

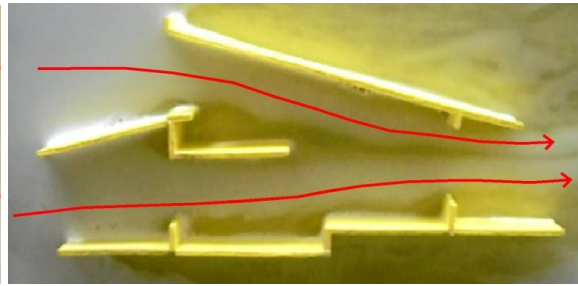


Figura 6 – Corte mezanino/salas incidência do vento Sudeste.

#### 4.1. Parâmetro 1: Percurso do Vento

O vento Sudeste alcança a edificação de forma perpendicular, desenvolvendo deslocamento do escoamento nas arestas da cozinha e da varanda, as quais coincidem com os muros de separação dos lotes vizinhos. Os ambientes varanda, quartos 01 e 02, cozinha, sala de estar e sala de leitura apresentaram faces a barlavento, enquanto a suíte, varanda de fundos e depósito 01 desenvolveram faces a sotavento (figura 7).

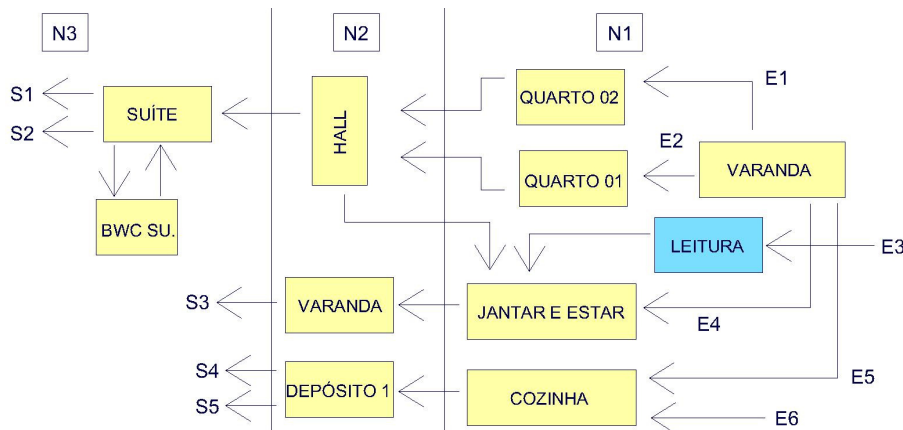


Figura 7 – Diagrama de Percurso do vento Sudeste

**Legenda:** Cor amarela: ambientes ventilados localizados no térreo – Cor azul: ambiente localizado no mezanino; N: Níveis de alcance do escoamento do ar – E: Entradas do ar – S: Saídas do ar.

A entrada do vento dá-se através de seis entradas das quais quatro provém da varanda de frente (E1 no quarto 02, E2 no quarto 01, E4 na sala de estar e jantar e E5 na cozinha) e duas desenvolvem-se independentes (E3 na sala de leitura e E5 na cozinha). Através da sala de leitura, situada no mezanino, o escoamento do ar atinge a sala de jantar situada no pavimento térreo, provocando um escoamento entre os dois pavimentos da casa. Esses ambientes classificam-se no nível 1 de escoamento do ar.

Após incidir na cozinha, o ar desloca-se para o depósito 01, onde encontra duas aberturas de saída (S4 e S5). O ar que alcança os quartos 01 e 02 alcança o hall que, por sua vez, escoo para a sala de jantar. O escoamento da sala de jantar transfere-se para a varanda de fundos, na qual encontra a abertura de saída do ar (S3). Estes ambientes são classificados como nível 2.

A suíte é ventilada apenas com o ar provindo do hall que, por sua vez, escoo para o banheiro íntimo como também encontra duas aberturas de saída (S1 e S2). Desta forma, classificam-se como ambiente de nível 3.

Nos ambientes banheiro social, depósito 02, roupeiro e livros não há escoamento do ar no sentido Sudeste. Desta forma, de acordo com os critérios do parâmetro 3, a casa obtém **desempenho 3** do percurso do escoamento do ar por apresentar entrada do ar por ambientes íntimos, sociais e de serviço e saída por mais de um ambiente de setores diferentes.

#### 4.2. Parâmetro 2: Abrangência do Escoamento

O vento Sudeste alcançou **ampla** abrangência do escoamento do ar (quadro 8), obtendo desempenho de 65% da área do piso, conforme somatório das áreas abrangidas pelo escoamento em relação à área total da casa.

No pavimento térreo, a varanda de frente recebeu ventilação em quase toda sua extensão, compreendendo cerca de 95% da área do piso ventilada, sendo classificada como **muito ampla**. Apenas não há alcance do vento próximo à abertura do quarto 02 devido ao desvio necessário do vento para entrada do ar

na abertura, a qual encontra-se deslocada da parede lateral.

Os quartos 01 e 02 recebem ventilação proveniente da varanda de frente, alcançando valores de 69% (**ampla**) e 43% (**média**) da área do piso ventilada, respectivamente. O quarto 01 obtém maior abrangência por situar-se mais ao centro da varanda e, por isso, não recebe desvio do vento provocado pela parede lateral, conforme acontece no quarto 02.

Por possuir grande fluidez entre sala de estar, jantar e varandas por meio do uso de cobogós na entrada e na saída das salas, estes ambientes alcançaram grandes abrangências. As salas de estar e jantar obtiveram 83% da área do piso ventilada (**muito ampla**), não alcançando escoamento apenas próximo aos vidros fixos situados ao lado dos cobogós, sofrendo, portanto, pequenos desvios nestas áreas. A varanda de fundo alcançou 72% da área do piso ventilada (**ampla**), sofrendo conseqüências, na área não ventilada, do desvio do vento ocorrido na sala.

A cozinha representou 84% da área do piso ventilada (**muito ampla**) por possuir entrada de vento por duas aberturas, sofrendo desvio apenas na saída do ambiente. A janela alta existente na cozinha não foi considerada uma vez que é composta por vidro fixo, obtendo apenas a função de iluminar naturalmente. O depósito 01 abrangeu 52% da área do piso (**média**) uma vez que esta direção do vento é proveniente da cozinha, obtendo incidência apenas através da porta de entrada do ambiente.

O roupeiro e livro obtiveram 0% de escoamento do vento (**muito restrita**) por não possuírem aberturas de saída do vento. O mesmo acontece com o depósito 02 e o banheiro social que, este último, mesmo possuindo janelas altas, não foram consideradas uma vez que são compostas por vidro fixo com pequena altura e uma ínfima veneziana de insuficiente abertura. O hall recebe ventilação dos quartos 01 e 02, alcançando 64% da área do piso ventilada (**ampla**).

A suíte compreende 34% da área do piso ventilada (**restrita**) por possuir a porta do ambiente como única e principal entrada do vento, consistindo, ainda, em escoamento de 2º grau, proveniente dos quartos 01 e 02. O banheiro íntimo alcança apenas 17% da área do piso ventilada (**muito restrita**) obtendo pequena ventilação proveniente da suíte.

No mezanino, a sala de leitura obteve 67% da área do piso ventilada (**ampla**), decorrendo desvios do vento de acordo com a existência de um vidro fixo no centro da face externa do ambiente.

PARÂMETRO 2: ABRANGÊNCIA DO ESCOAMENTO					
0 Ausente – 1 Muito Restrita – 2 Restrita – 3 Média – 4 Ampla – 5 Muito Ampla					
AMBIENTE	DESEMPENHO		AMBIENTE	DESEMPENHO	
1. Varanda de Frente	95%	5	8. Roupeiro/Livros	0%	0
2. Quarto 01	69%	4	9. Depósito 02	0%	0
3. Quarto 02	43%	3	10. Banheiro Social	0%	0
4. Sala de Estar e Jantar	81%	5	11. Hall	64%	4
5. Varanda de Fundos	72%	4	12. Suíte	34%	2
6. Cozinha	84%	5	13. Banheiro Íntimo	17%	1
7. Depósito 01	52%	3	14. Sala de Leitura	67%	4
<b>Casa 1</b>	Desempenho geral de 65% da área do piso ventilada.				<b>4</b>

Quadro 8 – Resultado do Parâmetro 2.

#### 4.3. Parâmetro 3: Qualidade do Escoamento do Ar nos Ambientes

A varanda de frente, cozinha, sala de leitura, quarto 01, quarto 02 e sala de estar e jantar são ambientes ventilados em 1º nível por contemplarem os primeiros ambientes abrangidos pela ventilação natural e por isso, apresentam boa qualidade do escoamento do ar. O jantar foi considerado como ambiente com ar qualificado por estar vinculado à sala de estar, em um mesmo ambiente, apresentando fluidez entre ambas.

O depósito 01, o hall e a varanda de fundos foram considerados ventilados com boa qualidade do ar por serem ambientes de pouca e/ou rápida permanência da casa, sendo ventilados em 2º nível.

Os ambientes banheiro social, depósito 02, roupeiro e livros não são ventilados. A suíte e o banheiro íntimo não foram considerados com boa qualidade do escoamento do ar por situarem-se no 3º nível e por receberem escoamento proveniente de, pelo menos, três ambientes consecutivos. A suíte recebe ar originado da varanda de frente, dos quartos e do hall, enquanto o banheiro íntimo recebe ventilação proveniente da varanda de frente, dos quartos, do hall e da suíte.

Desta forma, os ambientes ventilados com boa qualidade do ar (varanda de frente, estar, jantar, cozinha, depósito 01, quarto 01, quarto 02, hall, varanda de fundos e sala de leitura) compõem 66% do total de ambientes da casa, resultando em muitos ambientes qualificados, **desempenho 4** (quadro 9).



PARÂMETRO 3: QUALIDADE DO ESCOAMENTO DO AR NOS AMBIENTES			
0 Nenhum – 1 Quase nenhum – 2 Poucos – 3 Alguns – 4 Muitos – 5 Quase todos			
AMBIENTE	DESEMP.	AMBIENTE	DESEMP.
1. Varanda de Frente	Sim	8. Roupeiro/Livros	Não
2. Quarto 01	Sim	9. Depósito 02	Não
3. Quarto 02	Sim	10. Banheiro Social	Não
4. Estar / Jantar	Sim	11. Hall	Sim
5. Varanda de Fundos	Sim	12. Suíte	Não
6. Cozinha	Sim	13. Banheiro Íntimo	Não
7. Depósito 01	Sim	14. Sala de Leitura	Sim
<b>Casa 1</b>	Desempenho geral de 64% dos ambientes c/ boa qualidade do ar.		<b>4</b>

Quadro 9 – Resultado do Parâmetro 3.

#### 4.4. Parâmetro 4: Velocidade do Escoamento

O vento Sudeste alcançou uma velocidade **normal** (2,93) conforme média aritmética dos resultados dos 14 ambientes da casa avaliados (quadro 10).

A varanda de frente alcançou desempenho 2 (**lenta**), uma vez que a velocidade do vento é reduzida quando incide neste ambiente. O quarto 01 obteve velocidade **normal** (desempenho 3) quando o vento aumentou sua velocidade ao adentrar o ambiente, assemelhando-se à externa, em virtude do tamanho menor da abertura de saída. O mesmo acontece com o quarto 02, porém, como há um desvio do vento próximo à entrada do vento, a velocidade permanece **lenta** (desempenho 2).

A sala de estar, sala de jantar e varanda de fundos alcançaram velocidades **normal** (desempenho 3), **muito acelerada** (desempenho 5) e **muito acelerada** (desempenho 5), respectivamente, uma vez que o vento ganha maior velocidade próximo à abertura de saída com dimensão relativamente reduzida e, além disso, há agregação da ventilação provinda do hall. O hall desempenhou velocidade **acelerada** (desempenho 4) por receber ventilação através das aberturas de saída dos quartos, as quais possuem medidas menores do que as aberturas de entrada destes ambientes e, conseqüentemente, maior velocidade nesta área.

A cozinha obteve velocidade de desempenho 3 (**normal**) por possuir duas aberturas de entrada em paredes adjacentes, havendo aumento da velocidade apenas muito próximo à abertura de saída.

O depósito 01 desempenhou velocidade 5 (**muito acelerada**) uma vez que encontra-se no fundos da casa, com aberturas de saída situada na última face da edificação (fachada com pressão negativa) e coletando toda a ventilação provinda da cozinha. O mesmo acontece com a suíte que, possuindo as aberturas de saída localizadas na última face da edificação (fachada com pressão negativa) e recolhendo a ventilação em maior velocidade provinda dos quartos, desempenha velocidade 5 (**muito acelerada**). O banheiro íntimo obteve velocidade **normal** (desempenho 3) por receber pequena parcela da ventilação provinda da suíte.

O roupeiro, livros, depósito 2 e banheiro social não possuem escoamento do vento Sudeste, contudo serão contados como ambiente de velocidade zero (**inexistente**) para efeito da média aritmética para resultado do parâmetro 2.

No mezanino, a sala de leitura alcançou velocidade **acelerada** (desempenho 4) uma vez que possui duas aberturas de entrada nas extremidades da face de captação do vento e a abertura de saída encontra-se em todo o comprimento da parede oposta.

PARÂMETRO 4: VELOCIDADE DO ESCOAMENTO			
0 Inexistente – 1 Muito Lenta – 2 Lenta – 3 Normal – 4 Acelerada – 5 Muito Acelerada			
AMBIENTE	DESEMPENHO	AMBIENTE	DESEMPENHO
1. Varanda de Frente	2	8. Roupeiro/Livros	0
2. Quarto 01	3	9. Depósito 02	0
3. Quarto 02	2	10. Banheiro Social	0
4. Sala de Estar / Jantar	3 / 5	11. Hall	4
5. Varanda de Fundos	5	12. Suíte	5
6. Cozinha	3	13. Banheiro Íntimo	3
7. Depósito 01	5	14. Sala de Leitura	4
<b>Casa 1</b>	Desempenho geral de 65% da área do piso ventilada.		<b>4</b>

Quadro 10 – Resultado do Parâmetro 4.

#### 4.5. Aplicação da Equação e Resultado Final

De acordo com a classificação avaliada de cada parâmetro da ventilação natural, baseada nos ensaios de ventilação natural por meio do equipamento mesa d'água, é possível determinar o desempenho geral da casa, em relação à incidência do vento Sudeste, aplicando a equação que engloba os resultados dos quatro parâmetros e seus respectivos pesos.

Aplicando a equação  $1 - DV = (3 \times 3) + (4 \times 4) + (4 \times 4) + (3 \times 2) / 13$  – pôde-se verificar que a casa alcançou o resultado **3,6** (quadro 11), o qual é classificado, no quadro de Valores de Desempenho Final da Avaliação da Ventilação Natural (quadro 7), como **bom desempenho** referenciando, desta forma, à eficiência do escoamento do vento Sudeste no interior da casa, para efeito de geração de conforto térmico aos usuários da edificação através da ventilação natural.

AVALIAÇÃO FINAL DO VENTO SUDESTE		
0,01 a 1 Insatisfatório – 1,01 a 2 Baixo – 2,01 a 3 Razoável – 3,01 a 4 Bom – 4,01 a 5 Ideal		
DADO	PESO / APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO	DESEMPENHO
1. Percurso do Escoamento	3	3
2. Abrangência do Escoamento	4	4
3. Qualidade do Escoamento	4	4
4. Velocidade do Escoamento	3	2
<b>Todo o vento Sudeste</b>	$DV = (3 \times 3) + (4 \times 4) + (2 \times 3) + (4 \times 4) / 13$	<b>Final: 3,6</b>

Quadro 11 – Resultado Final do Vento Sudeste.

#### 5. CONCLUSÕES

A ventilação natural é a estratégia mais importante para promover conforto térmico em edificações situadas em climas quentes e úmidos. Para a cidade de Maceió, o vento Sudeste é a direção mais freqüente e de maiores taxas durante todo o ano. Desta forma, a avaliação final desta incidência na casa avaliada resultou em **bom desempenho** da ventilação natural mesmo sendo identificadas pequenas deficiências do escoamento do vento em determinados pontos da casa.

A suíte está posicionada de tal forma que recebe escoamento apenas proveniente do hall e dos quartos 01 e 02. Sendo a suíte um ambiente íntimo e de longa permanência, necessitaria obter captação dos ventos dominantes.

Há ambientes que não recebem escoamento do ar como o banheiro social, depósito 02, roupeiro e livros, os quais, mesmo sendo de rápida permanência, necessitam de mínimo escoamento para permitir a renovação do ar interno e a retirada de possíveis odores. Os demais ambientes apresentam significativas abrangências do escoamento do ar, promovendo adequado conforto térmico aos usuários da edificação.

É importante frisar que este artigo apresenta uma parcela da dissertação de mestrado, a qual avalia as quatro incidências do vento mais dominantes da região (Sudeste, Leste, Nordeste e Sul). Desta forma, o resultado aqui apresentado refere-se apenas à direção Sudeste, podendo o resultado final da casa, em relação à todas as direções, ser alterado.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho Térmico de Edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. 2005.
- BARBIRATO, Gianna; SOUZA, Léa Cristina Lucas; TORRES, Simone Caruaíba. **Clima e Cidade**. A abordagem Climática como Subsídio para Estudos Urbanos. Maceió: Edufal, 2007.
- BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à Ventilação Natural**. Maceió: Edufal, 2005.
- GOULART, Solange; LAMBERTS, Roberto; FIRMINO, Smanta. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 Cidades Brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção UFSC, 1998.
- GIVONI, B. **Climate Considerations in Building and Urban Design**. New York: John Wiley, 1998.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O R. **Eficiência Energética em Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.
- TOLEDO, Alexandre Márcio. **Ventilação Natural em Conforto Térmico em Dormitórios: Aspectos Bioclimáticos para uma Revisão do Código de Obras e Edificações de Maceió/AL**. Dissertação de Mestrado em Conforto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRS, 2001.
- TOLEDO, Alexandre Márcio. **Avaliação do Desempenho da Ventilação Natural pela Ação do Vento em Apartamentos: Uma Aplicação em Maceió/AL**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, 2006.
- TOLEDO, E. **Ventilação Natural das Habitações**. Maceió: Edufal, 1999.
- SOL – AR. Softwear. Universidade Federal de Santa Catarina UFSC. Departamento de Engenharia Civil ECV. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações LabEEE.