# AVALIAÇÃO DA VENTILAÇÃO NATURAL EM ARRANJOS DE IMPLANTAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM CONDOMÍNIO DE MACEIÓ-AL

**T. C. C. Nascimento, P.C.F. Barros, J. O. Batista**

## RESUMO

O artigo apresenta uma análise da ventilação natural no condomínio Residencial Morada das Artes, em Maceió-AL. O objetivo foi avaliar a ventilação natural através do estudo do fluxo dos ventos entre as edificações e sua consequente incidência dentro dos apartamentos. Foram consideradas duas situações: a atual implantação das edificações e uma nova proposta de implantação com edifícios reposicionados de acordo com a incidência do vento Sudeste. Foram realizadas quatro simulações com o equipamento Mesa D'água e feito o cálculo da ventilação por efeito do vento, ventilação unilateral, estimando o número de renovações do ar no ambiente mais ventilado da situação existente. A análise mostrou que mesmo sem alterar o projeto da planta tipo do edifício, a melhoria do arranjo da implantação dos prédios pode garantir maior conforto térmico aos usuários dos apartamentos. A disposição das edificações no ambiente urbano revelou-se um importante aspecto a ser considerado pelo projetista.

## 1 INTRODUÇÃO

A ventilação natural é uma importante estratégia bioclimática em regiões de clima quente e úmido, podendo contribuir significativamente para amenizar as altas temperaturas dos ambientes construídos. O uso adequado deste recurso deve ser pensado tanto para ambientes internos das edificações quanto na escala urbana, com o intuito de proporcionar a renovação de ar dos ambientes, amenizar as temperaturas, diminuir o consumo de energia e contribuir para o conforto térmico do usuário.

Segundo Bittencourt e Cândido (2008), a ventilação é apontada como a estratégia bioclimática mais eficiente para a obtenção de conforto térmico nos espaços urbanos e arquitetônicos para este clima. O aprofundamento dos estudos nesse âmbito é importante principalmente quando relacionado a Habitações de Interesse Social (HIS), considerando que, com o padrão de renda mais baixo, seus ocupantes fazem pouco ou nenhum uso de condicionadores de ar, devido ao alto custo dos aparelhos e do seu alto consumo de energia.

Neste contexto, o artigo tem como objetivo avaliar a implantação dos edifícios do Residencial Morada das Artes em relação à ventilação natural, considerando também se o posicionamento das janelas nas edificações contribui com a entrada do fluxo do vento e com uma adequada de renovação do ar. Em seguida, foi analisado o impacto da alteração do posicionamento das edificações no terreno sobre as condições de ventilação dos apartamentos. Pretende-se destacar a importância do papel do projetista e suas decisões durante a fase de projeto.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia compreende em quatro etapas: i) análise das legislações compreendidas no Código de Urbanismo e Edificações de Maceió (MACEIÓ, 2007) e na NBR 15.575 (ABNT, 2013); ii) cálculo da ventilação por efeito do vento – Ventilação unilateral, baseado no método empírico da norma britânica BS 5925 (BSI, 1991); iii) elaboração de proposta de melhoria e iv) simulações com o equipamento mesa d'água.

### 2.1 Caracterização do objeto de estudo

O empreendimento estudado foi selecionado levando em consideração o fato de ser uma habitação popular, um conjunto de edifícios e de possuir terreno com área útil que possibilitasse espaço para outras propostas de implantação dos blocos residenciais. O Residencial Morada das Artes está localizado na parte alta da cidade de Maceió, no bairro da Serraria. Suas edificações assumem um aspecto formal repetitivo, com pequenas diferenciações de cor e padronagem estética, assim como afirma Porangaba, p. 77 (2011).
O empreendimento é composto por 12 edificações com quatro pavimentos (Fig. 1). Sua planta tipo possui oito terminações e, como pode ser observado na Figura 2, os apartamentos são todos iguais e possuem dois quartos, um banheiro, sala estar/jantar, cozinha e área de serviço. A circulação vertical dá-se por quatro blocos de escadas distribuídos no pavimento tipo. O terreno ocupa uma área de aproximadamente 20.000 m².
A área do terreno estudado possibilita a demonstração de uma solução alternativa de implantação, que poderia trazer benefícios quanto ao aproveitamento da ventilação.

**Fig. 1 Imagem aérea Residencial Morada das Artes**
Fonte: GoogleMaps[1] (2014).

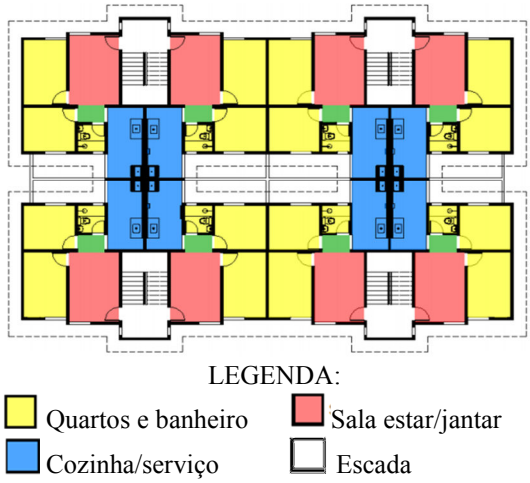


**Fig. 2 Imagem aérea Residencial Morada das Artes**
Fonte: Porangaba (2011).

Para análise da ventilação natural em Maceió considerou-se os ventos predominantes na cidade. De acordo com INMET (1992), as principais direções dos ventos em Maceió ao longo do ano são Leste e Sudeste. Passos (2009), analisando uma série histórica entre 1997 e 2006, admitiu que o vento Sudeste está presente durante todo o ano, seguido do vento Leste, cuja frequência é maior entre novembro e abril. O vento Nordeste, pouco menos frequente que o Leste, tem maior representatividade entre setembro e abril.
A Figura 3 apresenta a atual implantação das edificações no terreno e as indicações das três incidências de vento predominantes. Para os estudos deste artigo foi analisada apenas a incidência do vento Sudeste.

[1] www.google.com.br/maps, acesso em 05 de dezembro de 2014.

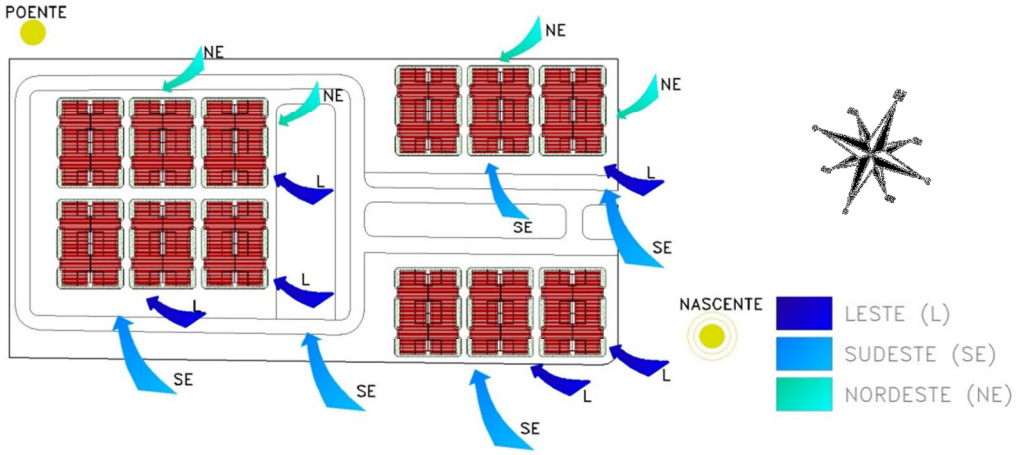


**Fig. 3 Estudo dos ventos existentes**
Fonte: As Autoras.

## 2.2 Objeto de estudo e Legislação urbanística

Para que a análise da ventilação no objeto de estudo esteja enquadrada na realidade local, foram consultadas as normas aplicáveis neste caso.
No Código de Urbanismo e Edificações (MACEIÓ, 2007) foram verificados quais os parâmetros informados para a elaboração da Implantação Proposta (Tabela 1). Já para a verificação das diretrizes para a ventilação natural nas edificações (Tabela 2) foram consultados, além do Código de Edificações citado, a NBR15.575 (ABNT, 2013a e 2013b).

**Tabela 1 Diretrizes para implantação alternativa proposta– legislação local**

| Zona | Usos | Taxa de ocupação máxima | Altura máxima da edificação | Recuo frontal (m) | Recuos laterais (m) | Vagas de estacionamento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zona de Expansão - 2 (ZE-2) | UR-5 | 50% | 10 | 4,5 | 2,5 | 1 vaga por unidade (384 vagas no total) |

Fonte: MACEIÓ (2007).

**Tabela 2 Comparativo entre legislações**

| Legislação | Ventilação Natural | Diretrizes |
|---|---|---|
| Código de Edificações de Maceió | Consta no Capítulo II | Cita ventilação natural como sendo necessária, mas não determina parâmetros. |
| NBR 15.575 | Consta na Parte 1 (diretrizes gerais) e parte 4 (Sistemas de vedações verticais internas e externas) | Parte 1 – Taxa de renovação do ar de 1R/h ou, caso o ambiente não atinja o critério de desempenho[2], taxa de 5R/h com ou sem proteção de 50% da janela (recomendação para procedimento de simulação). Parte 4 - Determina para a Zona 8, região Nordeste, área de abertura A≥8% da área do piso. |

Fonte: MACEIÓ (2007), ABNT (2013a), ABNT (2013b).

Os dados da tabela 2 registram, no Código de Obras de Maceió, a ausência de quaisquer diretrizes que esclareçam ao projetista os limites aceitáveis de ventilação natural. Na NBR

[2] Segundo a NBR 15575, na Zona Bioclimática 8, o critério de desempenho térmico determina que a temperatura máxima diária do ar interior (ambientes de permanência prolongada), deve ser sempre menor ou igual a máxima diária da temperatura do ar exterior no dia típico de verão.

15575 observa-se determinações neste âmbito, o que pode ser visto como um avanço da legislação nacional. A recomendação de 1R/h ou 5 R/h feita pela NBR 15575 é uma simplificação indicada para a análise de desempenho realizada pelo método de simulação computacional, não representando as condições reais de uma edificação. Tendo em vista que o número de renovações do ar é citado pela norma apenas nesse item, esses valores foram utilizados como referência para avaliação do cálculo feito neste artigo.
De acordo com Sorgato *et al*. (2011), a área da ventilação do ambiente possui uma grande influência do seu desempenho térmico, sendo que os melhores desempenhos estão entre 8% a 15% de percentual de área de abertura para ventilação em relação à área útil do ambiente. A janela existente na edificação é padrão para todos os ambientes de longa permanência, afere 1,20m de largura por 1,00m de altura e possui duas folhas, sendo uma de correr e uma fixa.
A tabela 3 apresenta os percentuais de abertura para ventilação em relação à área do ambiente (A) para o quarto principal e a sala, que são os dois maiores ambientes do apartamento padrão do condomínio estudado, classificados como locais de longa permanência.

**Tabela 3 Dados das aberturas em relação ao ambiente (situação existente e proposta)**

| Ambiente (Comprimento x Largura) | Abertura existente para ventilação (Largura x Altura) | Abertura proposta para ventilação (Largura x Altura) |
|---|---|---|
| Quarto 1 (2,40x3,90m) | 0.60x1.00m – A= 6,41% | 1.20x1.00m – A= 12,82% |
| Sala (2,80x4,20) | 0.60x1.00m – A= 5,10% | 1.20x1.00m – A= 10,20% |

Fonte: As autoras.

Ao observar os resultados, verificou-se que as áreas de abertura existentes não atingem o mínimo solicitado pela legislação em ambos os ambientes (ver tabela 2). Mantendo-se a proposta de não modificar a planta baixa tipo dos blocos, foi considerada aqui a necessidade de troca das esquadrias existentes por uma nova tipologia, que permita a passagem do vento em 100% da abertura da janela. Portanto, a esquadria proposta foi composta por duas folhas de 60 cm e giro 180º (Fig. 4 e Fig. 5). Este modelo foi considerado em todas as simulações e cálculos.

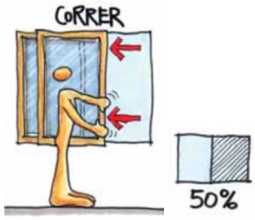


**Fig. 4 Esquadria atual**
Fonte: Lamberts (2014)

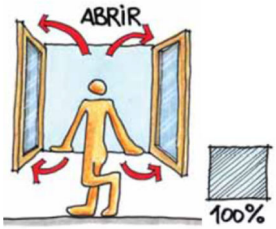


**Fig. 5 Esquadria proposta**
Fonte: Lamberts (2014)

## 2.2 Cálculo de ventilação por efeito do vento – Ventilação unilateral

Para estimar o número de renovações do ar dentro dos apartamentos, foi escolhido o método da ventilação por efeito do vento – ventilação unilateral (BSI, 1991 *apud* LAMBERTS *et al*, 2016). A escolha deste método é justificada pelos ambientes de permanência prolongada do apartamento não possuírem janelas para saída, apenas para entrada de vento. Neste caso, foi escolhido para aplicação do método o ambiente do quarto (Fig. 7), situado no apartamento que, de acordo com o estudo dos ventos (Fig. 3), está localizado em situação que favorece a captação do vento Sudeste (Fig. 6).

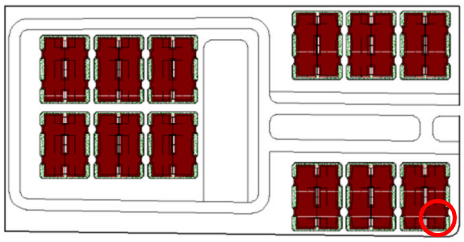

**Fig. 6 Planta do empreendimento destacando apartamento favorecido pelo vento SE**
Fonte: Adaptado do projeto arquitetônico[3].

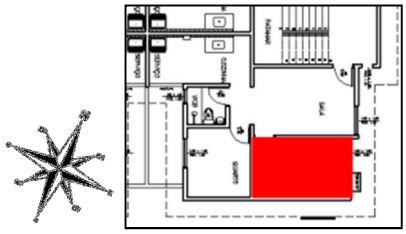

**Fig. 7 Apartamento estudado com quarto analisado no cálculo**
Fonte: Adaptado do projeto arquitetônico[4].

Foram desconsideradas as obstruções do entorno, a altura da edificação foi de 12,22m e utilizou-se a velocidade média do ar para a cidade de Maceió igual a 3,69m$^3$/s (INMET, 1992)
Foi feita a correção do gradiente de velocidade do vento (Equação 1), considerando-se o coeficiente de rugosidade do terreno que se refere a edificações localizadas em área suburbana, conforme tabela 4.

$$Vz = V10 \times K \times Z^a \quad (1)$$

Onde:
V10: velocidade do vento a 10 metros de altura (m/s).
Z: altura da cumeeira para edificações de até dois andares ou altura de janela para edificações mais altas (m).
K e a: coeficientes em função da localização da edificação, obtidos na tabela 4.

**Tabela 4 Coeficiente de rugosidade do terreno**

| Localização da Edificação | K | a |
|---|---|---|
| Área aberta plana | 0,68 | 0,17 |
| Campo com obstáculos esparsos | 0,52 | 0,20 |
| Subúrbio (área plana) | 0,35 | 0,25 |
| Centro da cidade | 0,31 | 0,33 |

Fonte: Adaptado Jackman (1980) *apud* Bittencourt e Cândido (2008).

Em seguida, foi feito o cálculo do fluxo do ar do quarto, pela Equação 2 (BSI, 1991 *apud* LAMBERTS *et al*, 2016).

$$Q = 0{,}0025 \,.\, A \,.\, Vz \quad (2)$$

Onde:
Q: fluxo de ar (m3/s).
A: soma total das áreas de aberturas de ventilação (m2).
Vz: velocidade do vento na altura Z de interesse (m/s).
Por último, foi calculado o número de trocas de ar (N) por hora do quarto, utilizando-se a Equação 3.

$$N = \frac{Q \,.\, 3600}{V} \quad (3)$$

[3] Projeto da Átria Projetos e obra da Produção Engenharia Ltda, em 2005.

Onde:
Q: fluxo de ar (m3/s).
V: volume do ambiente ventilado escolhido para cálculo (m3).
N: n° de trocas de ar por hora.

## 2.2 Implantação proposta

Para a elaboração da proposta de nova implantação foram considerados os ventos predominantes em Maceió: sudeste, leste e nordeste. Os edifícios foram rotacionados de forma que as fachadas maiores, onde se encontram as janelas da sala e do quarto (Fig. 2) recebessem incidência direta de ventilação, com o intuito de melhorar a distribuição interna do vento nos apartamentos.
Com essa configuração (Fig. 8), as maiores fachadas, ficam mais distantes umas das e outras, formando corredores que conduzem o vento e podem favorecer sua entrada nos apartamentos, devido à inclinação dos prédios. A proposta de implantação também foi pensada de maneira que o Código de Edificações local fosse inteiramente atendido quanto aos quesitos de recuos, aproveitamento do terreno e vagas de estacionamento. Nas Figuras 8 a 10 é possível verificar as distâncias entre as fachadas das edificações em cada cenário.

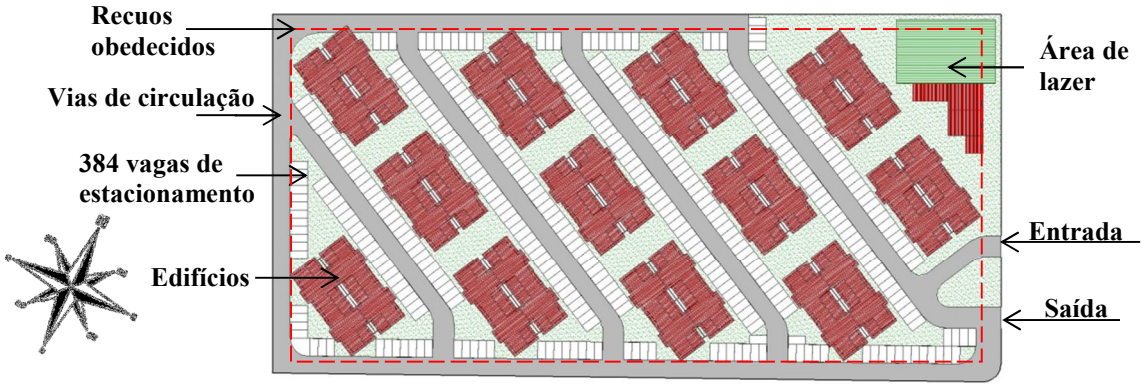


**Fig. 8 Proposta de implantação para melhoria da ventilação Sudeste**
Fonte: As autoras

A Figura 9 mostra o cenário atual com a implantação existente, onde o menor recuo entre os edifícios é de 5m e a Figura 10 apresenta o cenário proposto, cujo recuo mínimo é de 16,40m.

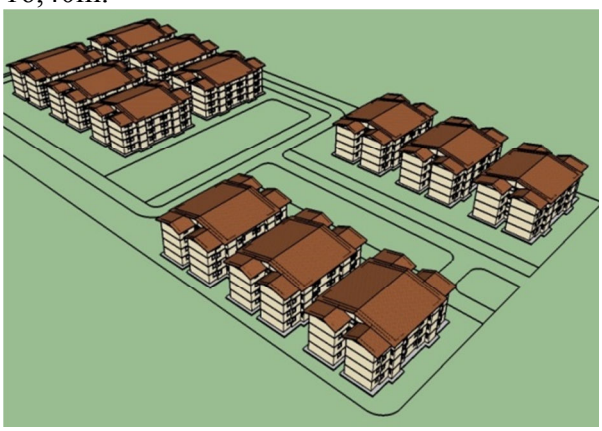

**Fig. 9 Representação 3D do cenário atual**
Fonte: As autoras

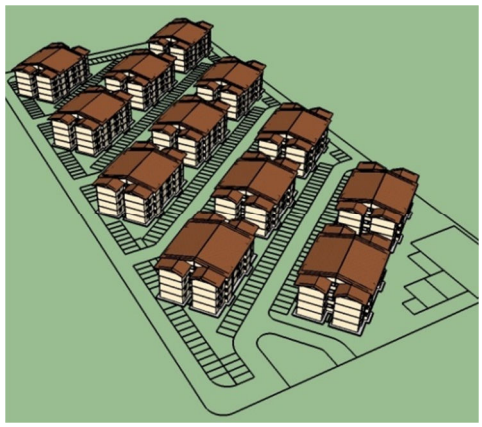

**Fig. 10 Representação 3D do cenário proposto**
Fonte: As autoras

## 2.2 Simulações na Mesa D'água

A Mesa d'água (Fig. 11), equipamento utilizado no experimento deste artigo, consiste em uma caixa de vidro transparente, com formato horizontal, sustentada por uma base de ferro, composta por uma bomba d'água que tem a capacidade de impulsionar a água do reservatório à jusante para montante, através de uma tubulação transversal. No reservatório a jusante, com um menor volume de água é adicionado detergente lava-louças para proporcionar a formação de espuma, que facilita a visualização do escoamento d'água no exterior, no interior ou em agrupamentos de edifícios com o auxílio de modelos reduzidos (maquetes) (TOLEDO e PEREIRA, 2003).

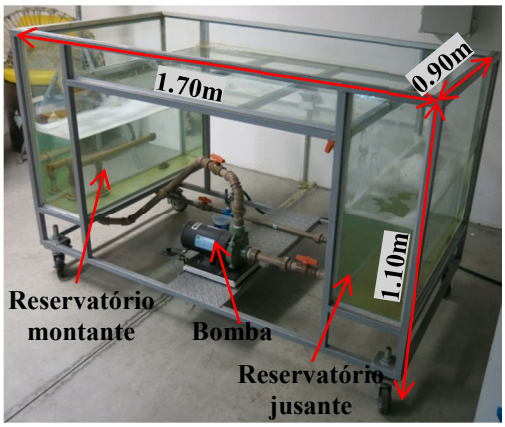


**Fig. 11 Equipamento Mesa d'água utilizado**
Fonte: As autoras

Para viabilizar o experimento, considerou-se a existência de dois cenários principais: o cenário da implantação atual – referente à situação existente no local e o cenário da implantação proposta – referente à nova alternativa de implantação dos blocos, para a melhoria da ventilação. Todas as simulações foram feitas para a ventilação Sudeste, cuja frequência é predominante na cidade. Ao todo foram realizadas quatro simulações: duas do cenário atual e duas do proposto. Para cada cenário, foi construída uma maquete da implantação do edifício (Fig. 12 e Fig. 14), para visualização do escoamento do vento no exterior das edificações, e outra do pavimento tipo (Fig. 13), para visualização do escoamento do vento no interior da edificação. As simulações do pavimento tipo representam a edificação cuja localização no terreno favorece o recebimento do vento SE, em cada cenário.

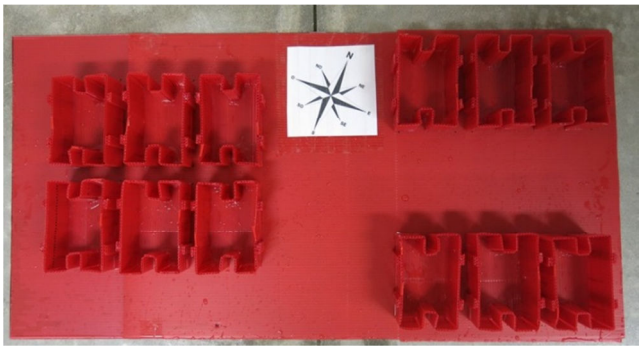

**Fig. 12 Maquete cenário da implantação atual**
Fonte: As Autoras

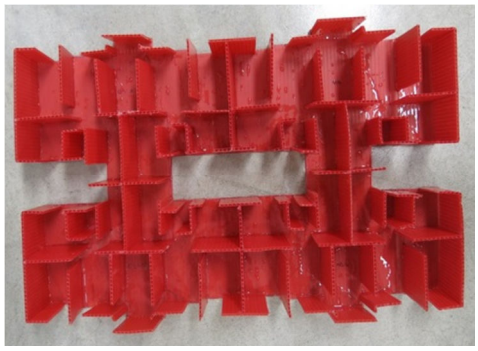

**Fig. 13 Maquete do Pavimento tipo.**
Fonte: As Autoras

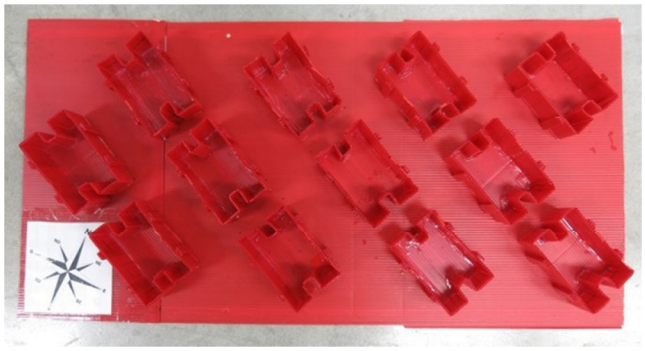

**Fig. 14 Maquete cenário da implantação proposta**
Fonte: As Autoras

Em todas as simulações do pavimento tipo, a maquete foi elaborada com portas abertas e 100% de abertura das janelas. Como o intuito deste artigo é avaliar a posição da edificação, optou-se por considerar a mesma abertura em ambos os cenários. Como visto no item 2.2, a tipologia atual da janela não garante o dimensionamento mínimo requerido pela NBR 15575, sendo considerada aqui a troca da esquadria de correr pela de abrir (Fig. 5 e Fig. 6).

## 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 3.1 Diagnóstico do cenário real

Ao analisar a incidência do vento Sudeste na simulação 1, verifica-se a dificuldade de penetração do vento entre os recuos dos prédios e a barreira que os edifícios cuja fachada está a barlavento formam para os de trás (Fig. 15). Duas situações podem ser observadas na Figura 16: no primeiro conjunto de prédios, onde existe um agrupamento de seis edificações muito próximas, há formação de uma grande esteira de vento a sotavento, enquanto menores esteiras são formadas nos agrupamentos de 3 edificações, que se distanciam o suficiente para que o vento volte a incidir no próximo grupo de prédios. Isso demonstra que obstáculos maiores formam esteiras de vento maiores, podendo desfavorecer possíveis edificações que estiverem no entorno próximo.

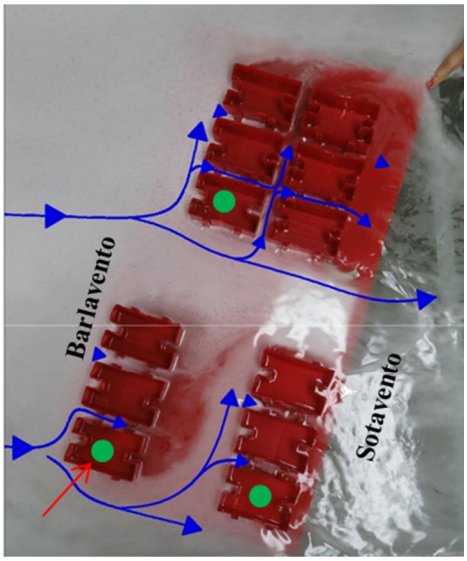


**Fig. 15 Simulação 1, Cenário atual - Fluxo do ar**
Fonte: As Autoras

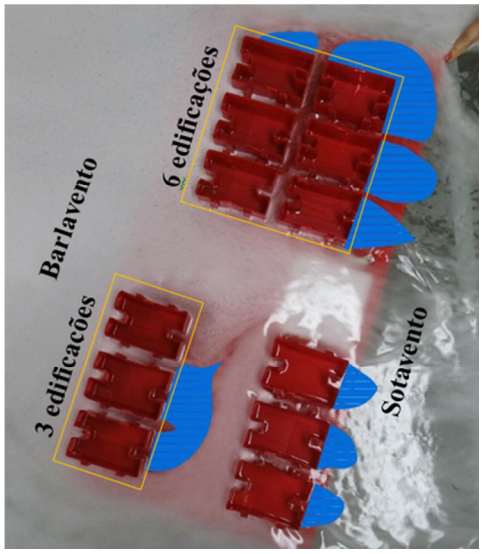


**Fig. 16 Simulação 1, Cenário atual - esteira de vento**
Fonte: As Autoras

Os resultados indicam que as edificações marcadas em verde possuem melhor ventilação (Fig. 15), por possuírem uma das fachadas com grande número de janelas expostas a ventilação sudeste. Para verificar se a incidência do vento Sudeste nessa fachada é suficiente para gerar diferença de pressão e penetrar pelos apartamentos, foi feita a simulação da planta do pavimento tipo (Fig. 17), selecionando-se a edificação indicada pela seta vermelha na Figura 15. Esta edificação foi escolhida por ser uma das que mais recebem a incidência do vento SE.

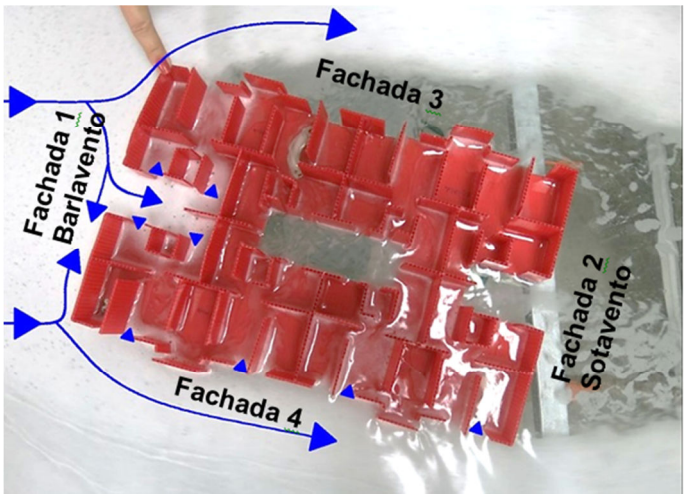


**Fig.17 Simulação 2, cenário atual - pavimento tipo**
Fonte: As Autoras

O cálculo das renovações de ar, realizado pelas equações 1 a 3, mostrou que, para a janela com 100% de abertura, há uma troca de 10,45R/h no quarto analisado (Fig. 6 e Fig. 7) exposto à incidência direta do vento SE. Este valor está acima do que a NBR 15575 determina. Entretanto, a simulação 2 (Fig. 17) expôs que a maior parte dos ambientes internos do pavimento tipo apresentam ventilação deficiente, apesar da edificação simulada estar em localização privilegiada quanto à incidência do fluxo de vento (Fig. 15).
A orientação da edificação é um fator agravante para a dificuldade de penetração do vento nos apartamentos. A fachada 1 recebe bastante vento e possui apenas duas janelas abertas para a área de serviço em duas das 8 terminações do pavimento tipo. Já a fachada 4, com maior número de janelas e todas voltadas para áreas de longa permanência, apesar de receber incidência direta do vento sudeste, apresentou fluxo de vento pequeno dentro dos apartamentos. Essa situação se deve ao formato da planta, onde os ambientes não possuem aberturas que facilitem a entrada e saída do vento, dificultando a existência de uma diferença de pressão suficiente para a boa ventilação interna.

### 3.2 Avaliação do cenário proposto

A simulação da nova implantação do condomínio, com os edifícios locados de forma a favorecer a captação do vento sudeste demonstrou melhorias significativas, também verificadas na simulação da planta tipo.
A simulação 3, ilustrada pelas Figuras 18 e 19, comprova a melhoria obtida com a mudança na orientação dos edifícios. O vento Sudeste incide diretamente em uma das fachadas com maior número de janelas. Em sua trajetória, o fluxo do vento divide-se ao encontrar cada edifício, unindo-se com o fluxo que passa no próximo corredor de prédios, o que contribui para que exista uma tendência desse escoamento de vento penetrar pelas janelas da próxima edificação.

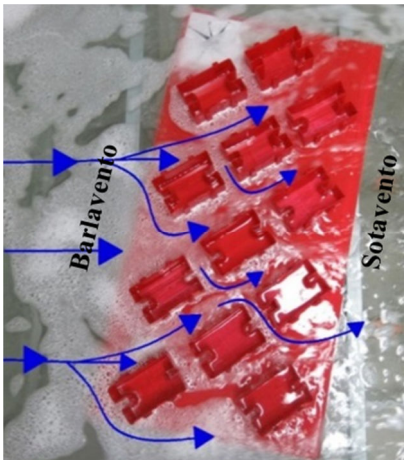


**Fig. 18 Simulação 3, cenário proposto - Fluxo do vento**
Fonte: As Autoras

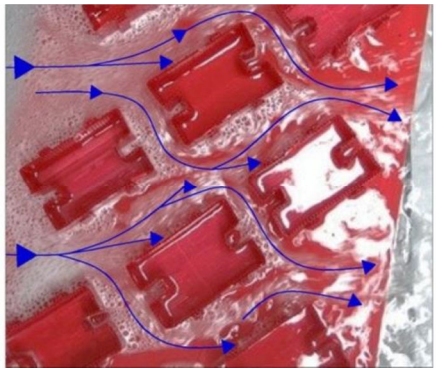

**Fig. 19 Simulação 3, cenário proposto - Fluxo do vento entre as edificações**
Fonte: As Autoras

As esteiras de vento para este caso (Fig. 20) passaram a ser menores que aquelas observadas na implantação do cenário atual (vide Fig. 16). Como as edificações estão mais distantes umas das outras (recuos maiores), o vento escoa com maior facilidade entre elas, passando a existir esteiras apenas nas edificações posteriores.
Ao analisar a simulação 4 (Fig. 21), observando o fluxo do vento na planta tipo da edificação, vê-se que os 4 apartamentos voltados para a fachada à barlavento recebem farta ventilação sudeste. Entretanto, os apartamentos a sotavento recebem apenas a ventilação que consegue passar pelas aberturas (portas e janelas) dos apartamentos a barlavento e incidir com menor intensidade nas janelas que estão voltadas para o átrio do prédio.

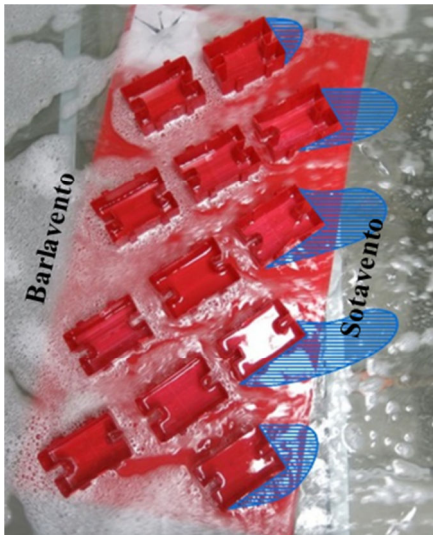


**Fig. 20 Simulação 3, cenário proposto - Esteira de vento**
Fonte: As Autoras

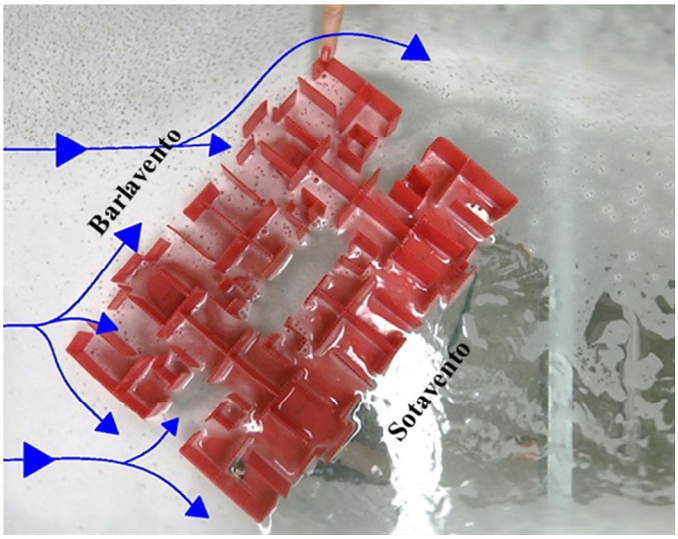


**Fig. 21 Simulação 4, cenário proposto – Pavimento tipo, fluxo de vento**
Fonte: As Autoras

## 4 CONCLUSÃO

A disposição das edificações em condomínios de edifícios verticais pode definir o aproveitamento do terreno quanto ao seu zonemento e usos. Entretanto, deve ser condiderado como prioridade o melhor aproveitamento das condicionantes naturais existentes no intuito de promover condições adequadas de conforto aos usuários. O estudo

da ventilação natural nestes casos assume grande importância, devendo ser realizado já na concepção do projeto, analisando e adaptando o edifício em todas as fases projetuais de forma a garantir o melhor desempenho possível.

O caso estudado, referente ao Residencial Morada das Artes, buscou compreender qual a relevância da implantação dos edifícios residenciais em relação ao aproveitamento da ventilação natural. Para isso, sem alterar o posicionamento dos ambientes e aberturas da planta baixa tipo da edificação, foram feitas simulações da implantação existente e de uma proposta de melhoria, priorizando a ventilação natural. Entretanto, considerando como foco da investigação a locação das edificações, foi alterado o tipo de abertura das esquadrias para que estas se enquadrassem dentro das exigências da NBR 15575 (ABNT, 2013b), permanecendo iguais em ambos os cenários analisados. Salienta-se que o Residencial estudado é um tipo de moradia popular onde o uso de condicionadores de ar pelos moradores é escasso ou inexistente, fazendo com que o aproveitamento da ventilação natural adquira uma importância ainda maior.

O cálculo do fluxo do vento foi feito para o ambiente com maior probabilidade de boa ventilação na implantação existente e resultou em 10,45R/h, para esquadrias com 100% de abertura para ventilação. Na falta de uma referência para análise do resultado do cálculo de renovação do ar (BSI, 1991), foi utilizado o valor de 5R/h, simplificação apresentada pela NBR 15575 para simulação de desemepnho térmico. O resultado do cálculo para este estudo foi acima do valor dado na norma em questão, entretanto as simulações apresentaram aspectos importantes a serem condiderados.

Para o cenário atual, a proximidade entre as edificações na implantação dificultou a passagem dos ventos que tiveram pouco ou nenhum acesso às edificações posteriores. Houve a formação de esteiras de ventos em grandes proporções a sotavento. Apenas três das doze edificações tiveram uma das fachadas onde estão as janelas de ambientes de longa permanência recebendo ventilação direta. Mesmo para a edificação com maior incidência do vento SE, na simulação do pavimento tipo, verificou-se pouco escoamento do vento nos ambientes internos da fachada a barlavento e ausência de fluxo do ar na fachada a sotavento.

As simulações do cenário proposto mostraram melhorias no escoamento do vento tanto entre as edificações quanto nos ambientes internos. Externamente, o escoamento do vento pôde ser constatado fluindo entre todas as edificações, devido ao aumento do afastamento entre os prédios, garantindo uma maior porosidade no empreendimento. Kenworthy (1985) diz que quanto mais afastadas entre si estiverem as construções, menores densidades são geradas, ou seja, menores índices de ocupação, havendo também uma maior porosidade do tecido urbano, compondo uma implantação que tende a favorecer o movimento do ar. Internamente, as simulaçãoes mostraram que um maior número de apartamentos foi exposto à ventilação SE acarretando maior fluxo interno do ar. Este resultado deve-se ao fato de que as edificações foram posicionadas de maneira a expor as janelas de metade dos apartamentos em inclinação adequada à entrada do vento Sudeste. Os demais apartamentos, posicionados atrás, tendem a receber o vento Leste. As filas de edifícios inclinados passaram a permitir a circulação do vento, fazendo com que ele chegasse a todos os blocos.

Os resultados demonstraram que a atenção do projetista deve ir além de edificação projetada, abarcando também o entorno e a interação entre as edificações. A organização da implantação das edificações, mesmo sem alteração do pavimento tipo, pode proporcionar resultados que melhorem a distribuição da ventilação tanto entre as edificações quanto internamente, permitindo que o escoamento do vento chegue a todos os prédios. Em Maceió, o clima quente e úmido faz com que a ventilação natural seja uma das principais diretrizes para alcançar o conforto térmico do usuário nos ambientes internos.

Isto torna o projetista um dos principais atores no processo de melhoria da ventilação interna das edificações. Para Lamberts *et al*. (2004), o conhecimento do arquiteto deve permitir que as condicionantes de cada local sejam respeitadas, através de uma linguagem arquitetônica adequada.
Dessa forma, o estudo do vento no entorno dos edifícios se torna primordial para que as aberturas sejam dimensionadas e orientadas de modo a favorecer a penetração do vento pelo interior dos ambientes, proporcionando melhorias para as condições de conforto do usuário.

## 5 REFERÊNCIAS


ABNT (2013a) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais: Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro-RJ.

ABNT (2013b) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais: Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro-RJ.

BITTENCOURT, T. S.; CÂNDIDO, C. M (2008). **Introdução à ventilação natural**. 3 ed. EDUFAL. Maceió.

KENUORTHY, A. T. (1985) Wind as influential factor in the orientation of the orthogonal street grid. **Building and Environment**. Oxford, vol. 20, n. 1.

LAMBERTS *et al* (2016). **Desempenho térmico das edificações.** Labeee - Laboratório De Eficiência Energética Em Edificações. 7 ed. Florianólolis. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/, acessado em abril de 2016.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L. e PEREIRA, F. O. R. (2004) **Eficiência Energética na Arquitetura.** 2. ed. rev. ProLivros. São Paulo.

MACEIÓ (2007). Prefeitura Municipal de Maceió. **Lei Municipal Nº 5.593**, de 08 de Fevereiro de 2007. Dispõe sobre o Código de Urbanismo e Edificações do Município de Maceió.

PORANGABA, Alexsandro Tenório (2011) **Ops! Cabe ou não cabe? Tipologia e funcionalidade das habitações do PAR em Maceió.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da UFAL, Orientador: Prof. Dr. Alexandre Márcio Toledo. Maceió.

SORGATO, Marcio José; MARINOSKI, Deivis Luis; MELO, Ana Paulo; LAMBERTS, Roberto (2012). **Avaliação de desempenho térmico pela norma NBR 15575 em consulta pública em 2012.** Labeee – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. UFSC.

TOLEDO, Alexandre Márcio; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttakay (2003) **O potencial da mesa d'água para visualização analógica da ventilação natural em edifícios.** ENTAC. Curitiba.