XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ANÁLISE DA VENTILAÇÃO NATURAL DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR EM MACEIÓ

Kamyla Barros (1); Juliana Batista (2); Leonardo Bittencourt (3)

(1) Arquiteta e urbanista, kamyla_jannine@hotmail.com, Universidade Federal de Alagoas – UFAL
(2) Doutora, Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, juliana.batista@fau.ufal.br, Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Maceió/AL, CEP 57072-970, Tel.: (82) 3214-1266
(3) PhD, Professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, lsb54@hotmail.com, Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Maceió/AL, CEP 57072-970, Tel.: (82) 3214-1262

RESUMO

A preocupação com a redução no consumo da energia elétrica é constante nos dias atuais, apesar de o Brasil ser um grande produtor de energia. Uma das estratégias mais econômicas e eficientes, quando comparadas à outras técnicas passivas de condicionamento térmico, é a ventilação natural. O presente trabalho objetivou analisar o desempenho da ventilação natural em um empreendimento pertencente ao Programa Minha Casa Minha Vida, localizado em Maceió-AL e propor possíveis medidas de desenho, a fim de garantir um desempenho satisfatório da ventilação natural. Foram consideradas as incidências de vento leste e sudeste para avaliar qualitativamente o escoamento do ar no interior do edifício com base na localização de suas aberturas. Como procedimentos metodológicos foram utilizados: a caracterização climática de Maceió, seleção e caracterização do estudo de caso e por fim, simulações analógicas no equipamento mesa d'água para cenários atuais. Diante essas simulações, verificou-se a necessidade de novas aberturas como forma de melhorar o desempenho da ventilação no interior da edificação. Assim, foram realizadas simulações de cenários propostos com essas novas aberturas. Os resultados obtidos foram satisfatórios para o estudo, onde foi constatado que com a inserção das novas aberturas melhorou a distribuição do fluxo de ar no interior do edifício, fazendo com que oito dos nove apartamentos fossem beneficiados pela ventilação natural. Além disso, demonstrou-se a eficiência na utilização de captadores e exaustores de ar nas coberturas das edificações como solução para melhor aproveitamento da ventilação natural. Desse modo, foi comprovado que analisar as possíveis aberturas de cada unidade habitacional, bem como do edifício como um todo é uma medida que deve ser tomada ainda na fase projetual, para que possam ser estudadas possibilidades de obter um maior aproveitamento da ventilação natural e evitar problemas posteriores à construção da edificação.
Palavras-chave: ventilação natural, simulação em mesa d'água, habitação de interesse social.

ABSTRACT

The concern about reduction of electric energy consumption is constant in the present days, although Brazil is a great producer of energy. One of the most economical and efficient strategies, when compared to other passive thermal conditioning techniques, is natural ventilation. The present study aimed to analyze the performance of natural ventilation in a vertical multifamily dwelling of the Minha Casa Minha Vida Program, located in Maceió-AL, and propose possible design measures, in order to guarantee a satisfactory performance of natural ventilation. It was considered east and southeast incidences winds to qualitatively evaluate the flow of air inside the building, based on the location of its openings. As methodological procedures were used: the climatic characterization of Maceió, the selection and characterization of the case study and, finally, analog simulations in the water table equipment for current scenarios. In view of these simulations, it was verified the need for new openings as a way to better the ventilation performance inside the building. Thus, simulations of proposed scenarios were carried out with these new openings. The results were satisfactory for the study, where it was verified that the insertion of the new openings improved the distribution of the air flow inside the building, benefitting eight of the nine apartments by the natural ventilation. In addition, it was demonstrated the efficiency in the use of windcatchers to direct flow downward or air exhaustion in the roofs of buildings as a solution to better use of natural ventilation. Thus, it was proved that analyzing the possible openings of each housing unit as well of the building as a whole is

needed in the design phase, so that possibilities can be studied to obtain a better use of natural ventilation and avoid problems after the construction of the building.
Keywords: natural ventilation, water table simulation, social housing.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica vem crescendo cada vez mais nos últimos anos e este é um problema que pode ser amenizado através de adequados projetos de arquitetura. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2019), o setor residencial é responsável pela segunda maior parcela do montante de consumo da energia elétrica do país no ano de 2018, com 28,8% do consumo.

Dessa forma, os projetos das edificações precisam adotar configurações arquitetônicas e urbanas combinadas ao contexto climático local, pois uma edificação que apresente um desempenho térmico eficiente reduz a necessidade da utilização de climatização artificial. No Brasil, país de clima tropical, uma das estratégias mais econômicas, em comparação a outras técnicas passivas de condicionamento térmico, é o uso da ventilação natural. Além disso, a ventilação cruzada é indicada para 72,2%[6] do território brasileiro como estratégia de condicionamento térmico passivo, especialmente no verão. Desse total, 53,7% corresponde à Zona Bioclimática 8 de acordo com a classificação da NBR 15.220-3 (ABNT, 2005).

Dentre as vantagens dessa estratégia ressalta-se o potencial na redução do consumo de energia com aparelhos de condicionamento de ar, ao mesmo tempo que proporciona níveis de qualidade do ar interna aceitáveis, além do conforto térmico dos usuários. Entretanto é importante frisar que a ventilação natural empregada para fins de conforto térmico, ao contrário da ventilação para higienização dos ambientes, não depende unicamente das trocas de ar, mas também da velocidade e da localização do escoamento de ar no espaço ocupado pelo usuário (AYNSLEY et al., 1977).

As habitações de interesse social são moradias financiadas pelo poder público com vistas a diminuição dos valores do déficit habitacional nacional, regional ou local (CARDOSO; ARAGÃO, 2013). O problema inicial surge quando, mesmo sabendo das especificidades de cada região do Brasil que indicam características de projeto diferenciadas, os projetos das unidades habitacionais do PMCMV são repetidos para diferentes localidades e condicionantes projetuais. Neste trabalho, optou-se por utilizar como objeto de estudo uma habitação de interesse social, produzida no âmbito do programa habitacional do governo brasileiro nomeado "Programa Minha Casa Minha Vida" – PMCMV.

No cenário local, alguns empreendimentos são propostos para sanar a problemática habitacional. Contudo, são concebidos de forma padronizada e seriada, uma vez que a produção quantitativa sobressai a qualitativa, resultando em tipologias de plantas sem a devida preocupação com as estratégias bioclimáticas locais. Maceió é uma cidade litorânea cercada por massas d'águas e de clima quente e úmido, resultando em uma sensação de desconforto térmico causado pelo calor. Devido a isso, ainda existe uma grande dependência do uso de climatização artificial, o que gera maior consumo de energia elétrica e, consequentemente, mais despesas no orçamento familiar.

Segundo Passos (2017), as janelas são muitas vezes a única maneira que o usuário tem de controlar as condições microclimáticas do ambiente interno. Sua disposição, área, localização e tipologia podem influenciar o desempenho da ventilação natural. Desse modo, é necessário um estudo desses critérios para que as janelas possam ser dispostas da maneira adequada para favorecer o desempenho da ventilação natural.

Existem algumas ferramentas que auxiliam nos estudos da relação entre as aberturas e o comportamento da ventilação natural. Ribeiro e Bittencourt (2016) afirmam que a utilização da mesa d'água como instrumento de análise da ventilação natural permite uma análise mais simplificada e com menor custo e tempo de uso, se comparada à outras ferramentas, como as simulações computacionais fluidodinâmicas e os ensaios em túnel de vento.

O presente artigo se justifica em função da preocupação ambiental e energética manifestada através da utilização de estratégias passivas adequadas às condições climáticas e dos recursos naturais locais. Desse modo, a busca por alternativas para a diminuição do consumo de energia através de estratégias passivas de climatização natural é cada vez mais importante.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar o desempenho da ventilação natural em um empreendimento habitacional multifamiliar vertical do PMCMV e propor possíveis medidas de desenho, a fim de garantir um desempenho satisfatório da ventilação natural.

---

[6] Correspondente às Zonas Bioclimáticas 2, 3, 5 e 8 do Zoneamento Bioclimático Brasileiro da NBR 15.220-3 (ABNT, 2005).

3. MÉTODO

O método utilizado compõe-se de três procedimentos principais: i) caracterização climática de Maceió; ii) seleção e caracterização do estudo de caso; iii) ensaios na mesa d'água.

3.1. Caracterização climática de Maceió

Conforme o Zoneamento Climático Brasileiro, Maceió está inserida na Zona Bioclimática 8, mais precisamente localizada entre a latitude 9º39'57" Sul e longitude 35º44'07" Oeste (Figura 1). Maceió apresenta clima quente e úmido, com pequenas variações térmicas diárias, sazonais e anuais, onde se percebem apenas duas estações: o inverno, caracterizado por temperaturas amenas e uma alta pluviosidade, e o verão, com altas temperaturas e baixa pluviosidade.

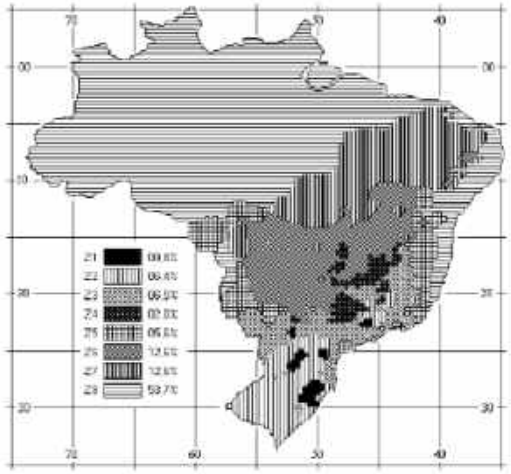


Figura 1 – Zoneamento bioclimático brasileiro (NBR 15220-3, 2005).

Para análise da ventilação natural na cidade de Maceió, optou-se por considerar os ventos predominantes na cidade. As principais direções dos ventos em Maceió durante o ano são Leste e Sudeste. A Figura 2 indica a rosa dos ventos para Maceió com dados referentes às velocidades predominantes por direção (A), assim como a frequência de ocorrência dos ventos (B).

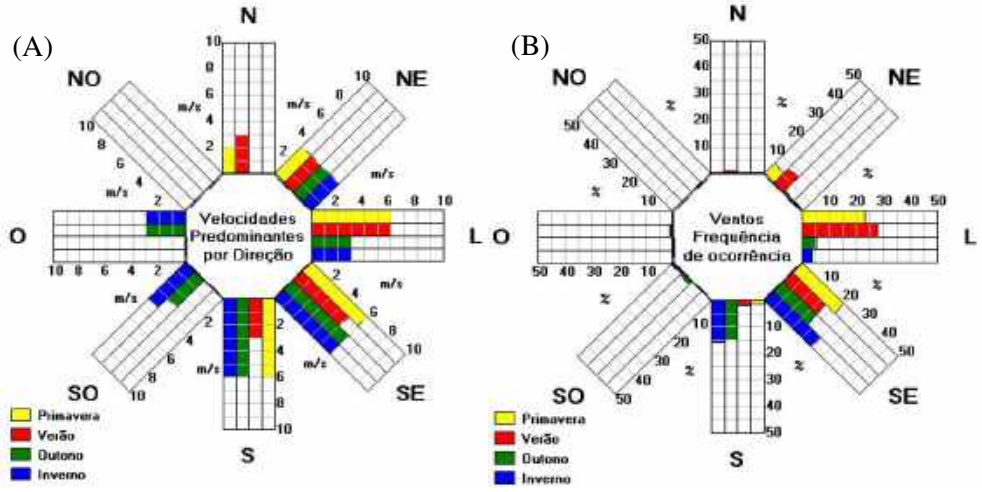


Figura 2 – Rosa dos ventos para Maceió: (A) Velocidades predominantes por direção, (B) Frequência de ocorrência dos ventos (ANALYSIS SOL – AR 6.2, 2018).

3.2. Seleção e caracterização do estudo de caso

O critério de seleção para o empreendimento em estudo foi o fato de ser uma habitação de interesse social que apresenta planta tipo H, sendo esse um modelo de habitação que vem sendo muito utilizado em diversas regiões do país. Nos últimos anos, tem sido intensificada a prática habitacional seriada, especialmente em habitações de interesse social. O Residencial Park Shopping está localizado no bairro Cidade Universitária, na cidade de Maceió e ocupa um terreno de aproximadamente 17.112 m². O empreendimento é formado por seis edifícios com onze pavimentos, como mostra a Figura 3, os quais apresentam um aspecto formal

repetitivo, no qual o posicionamento das edificações pode interferir diretamente no desempenho térmico da mesma.



Figura 3 – (A) Localização do condomínio; (B) Implantação dos edifícios; (C) Perspectiva do edifício. (SOARES NOBRE, 2015).

Os apartamentos possuem estar, jantar, cozinha, área de serviço, banheiro social e quartos. O térreo possui dois apartamentos de dois quartos. Do 1º ao 9º andar estão nove apartamentos tipo, sendo quatro apartamentos de três quartos e cinco apartamentos de dois quartos. A cobertura possui cinco unidades, sendo quatro de dois quartos e uma de um quarto. No presente artigo, será analisado apenas o pavimento tipo (Figura 4) tendo em vista que é o pavimento que mais se repete na edificação e possui o maior número de apartamentos.



Figura 4 – Setorização dos ambientes – pavimento tipo (SOARES NOBRE, 2015, APADTADO).

3.3. Ensaios na mesa d'água

Utilizou-se o equipamento mesa d'água (Figura 5) do Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas. A mesa d'água simula a trajetória do fluxo de ar por meio de um modelo em escala reduzida. O equipamento utiliza a água como fluído e o fluxo do vento é simulado através do sabão que faz analogia ao ar, mostrando a direção e natureza do escoamento.

Para análise da ventilação dos apartamentos foram confeccionadas duas maquetes para a realização dos ensaios na mesa d'água. A primeira maquete representa a implantação do conjunto na escala 1/400, a qual foi utilizada para verificar a influência da disposição dos edifícios na trajetória da ventilação natural (Figura 6 A). A segunda maquete consiste na planta baixa do pavimento tipo de um dos edifícios do Residencial Park Shopping na escala 1/100 (Figura 6 B).

Em todas as simulações do pavimento tipo, os ambientes da maquete foram mantidos com portas abertas, exceto a entrada principal de cada unidade habitacional. Quanto as janelas, foi considerada uma tipologia que permita a passagem de vento em 50% de sua abertura (Figura 7). Adotou-se, então, o mesmo padrão de abertura das janelas utilizadas no empreendimento, as quais possuem duas folhas de correr.

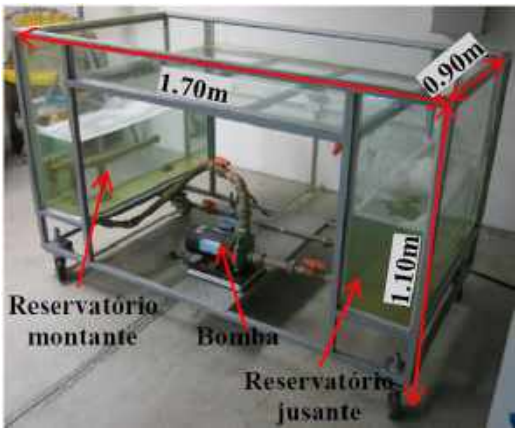


Figura 5 – Mesa d'água do Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Alagoas (NASCIMENTO, 2016).



Figura 6 – Maquetes: (A) Arranjo urbano; (B) Pavimento tipo.

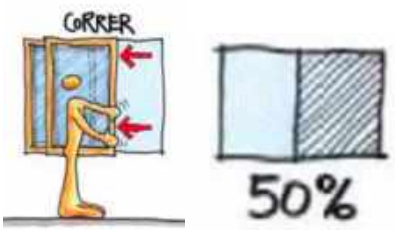


Figura 7 – Tipologia da esquadria utilizada (LAMBERTS, 2014).

3.3.1. Simulação analógica do escoamento do vento no arranjo urbano

Foram realizadas simulações com a maquete que representa a implantação do arranjo urbano nas duas orientações considerada nesse estudo: leste e sudeste. A partir dos resultados dessas simulações foi possível observar a penetração dos ventos no arranjo urbano e selecionar um dos edifícios do empreendimento para análise mais precisa do bloco.

3.3.2. Simulação analógica do escoamento do vento através do pavimento tipo

Para análise do comportamento dos ventos no interior das unidades habitacionais, foram realizadas simulações no pavimento tipo em planta, a fim de analisar a influência das aberturas na penetração do fluxo de vento.

3.3.3. Simulação analógica do escoamento do vento com as propostas

Desse modo, como forma de tentar solucionar os problemas identificados no escoamento dos ventos no interior das unidades habitacionais, foram elaboradas maquetes para análise das duas alternativas: 1) inserção de aberturas para entrada do ar (no interior da edificação) e saída de ar (fachada a sotavento) e 2) inserção de captadores e exaustores de ar nos dutos de ventilação existentes no edifício. Convém salientar que o estudo da melhor localização e posicionamento de aberturas deve ser realizado na fase projetual, a fim de possibilitar o melhor aproveitamento da ventilação natural. As propostas avaliadas nas simulações representam alternativas sugeridas para uma tipologia de edifícios de planta laminar, com arranjo das unidades dispostas em ambos os lados de uma circulação central, visando identificar a sua eficiência para minimizar os problemas identificados no escoamento da ventilação.

Foram propostas novas aberturas nas cozinhas dos apartamentos centrais do pavimento tipo (Figura 8), a fim de criar diferenças de zonas de pressão através de aberturas de entrada e saída. Nos apartamentos a sotavento, as aberturas de entrada de ar nas unidades habitacionais situam-se nas áreas de serviço, pois foi uma das alternativas cabíveis em meio à intervenção em um projeto executado. Desse modo, para simulações dessa proposta, a maquete do pavimento tipo foi modificada, sendo adicionadas as aberturas destacadas na Figura 8.

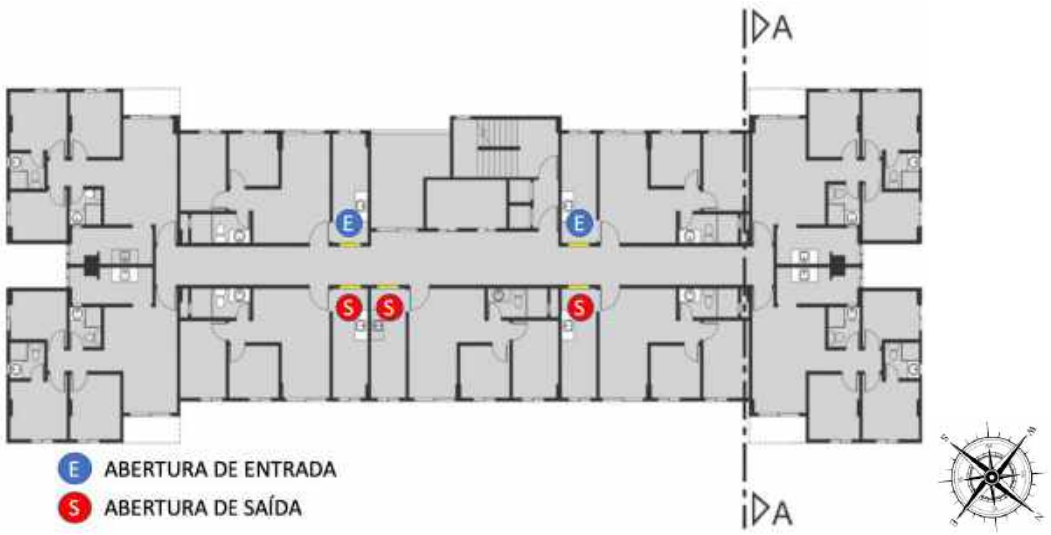


Figura 8 – Pavimento tipo – novas esquadrias (SOARES NOBRE, 2015, ADAPTADO).

O projeto original do empreendimento estudo contém dutos de ventilação nos banheiros dos apartamentos centrais, cuja principal função é a exaustão do ar. Como alternativa para solucionar a ausência de diferenças de pressão do vento, nesses apartamentos, foram inseridas esquadrias altas nos quartos que ficam ao lado desses dutos de ventilação (Figura 9). O objetivo da inserção dessas esquadrias é criar aberturas de saída para promover a circulação do ar.

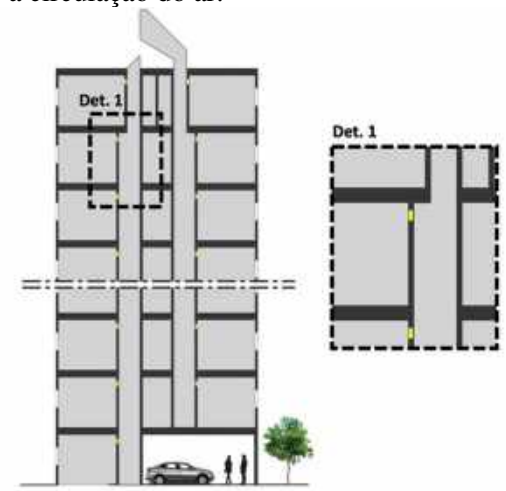


Figura 9 – Corte esquemático com as novas aberturas

Convém salientar que a mesa d'agua não possibilita a simulação de fluxos de ar verticais em planta-baixa, de modo que para simulação na mesa d'água do comportamento da ventilação através dos dutos, foi confeccionada uma maquete do corte da edificação com as aberturas nos quartos, porém sem o captador e exaustor na cobertura. Após a simulação desta maquete, foi possível perceber a altura necessária para dimensionar o captador e exaustor, os quais foram adicionados posteriormente à maquete para realização da simulação com tais elementos.

4. RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados desta pesquisa. Os resultados mostram o fluxo do vento simulado na mesa d'água na situação atual e nas duas situações propostas: inserção de novas aberturas e reformulação do duto de ar.

4.1. Análise do escoamento do vento no arranjo urbano

Ao analisar a incidência do vento Leste na Simulação 1 (Figura 10 A), observa-se a facilidade na penetração do fluxo de ar entre os recuos dos edifícios. A distância central entre os blocos devido a localização da área de lazer (situada no centro do empreendimento) favorece a distribuição do fluxo dos ventos. Na simulação 1 é possível notar que em todos os edifícios, no mínimo duas fachadas, as que estão a barlavento, são favorecidas com a penetração da ventilação natural. Isso significa que apenas os apartamentos localizados nessas fachadas recebem penetração dos ventos. A Simulação 2 (Figura 10 B) expõe a incidência do vento Sudeste, onde verifica-se que apenas em uma fachada de cada edifício a incidência ocorre perpendicularmente. Isso faz com o que o vento se desvie do prédio e não penetre no seu interior.

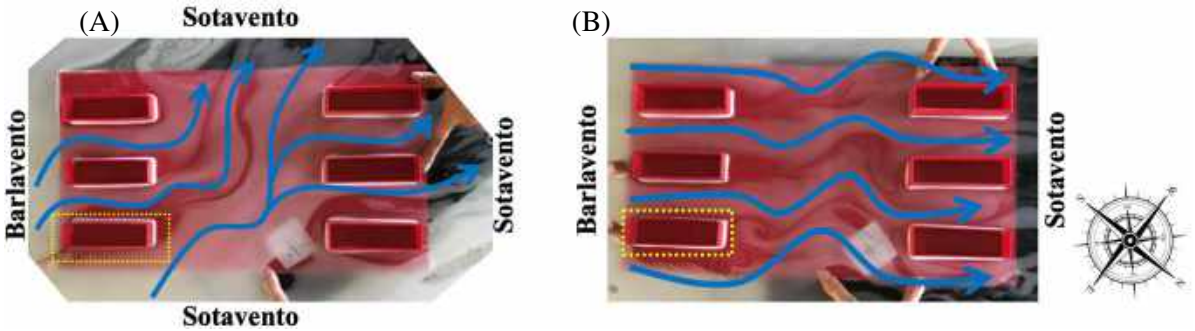


Figura 10 – Simulações dos arranjos urbanos: (A) leste; (B) sudeste.

Os resultados apontam que a edificação marcada pelo pontilhado amarelo na Figura 10 A possui melhor ventilação, por apresentar, pelo menos, duas de suas fachadas favorecidas, o que implica em pelo menos metade de apartamentos beneficiados pela ventilação natural. Já na Figura 10 B apenas uma fachada é beneficiada pelo fluxo de ventilação, ou seja, apenas os apartamentos localizados nessa fachada (dois apartamentos) recebem incidência de ventilação natural. Este edifício foi escolhido para análise do escoamento do vento no pavimento tipo.

4.2. Análise do escoamento do vento no interior das unidades habitacionais

A Simulação 3 indica a incidência do vento Leste no pavimento tipo do edifício escolhido para estudo (Figura 11 B). Apenas três dos nove apartamentos são beneficiados com a penetração do vento. Os resultados indicam que nesses apartamentos o vento penetra na maioria dos ambientes, porém em um deles, o vento perde velocidade devido às mudanças de direção e desvios decorrentes das partições internas (Figura 11 A). Os apartamentos localizados na área central do pavimento tipo, embora situados a barlavento, são prejudicados devido à ausência de aberturas de saída de ar nesses apartamentos, o que causa uma deficiência na ventilação dos mesmos e na renovação do ar.

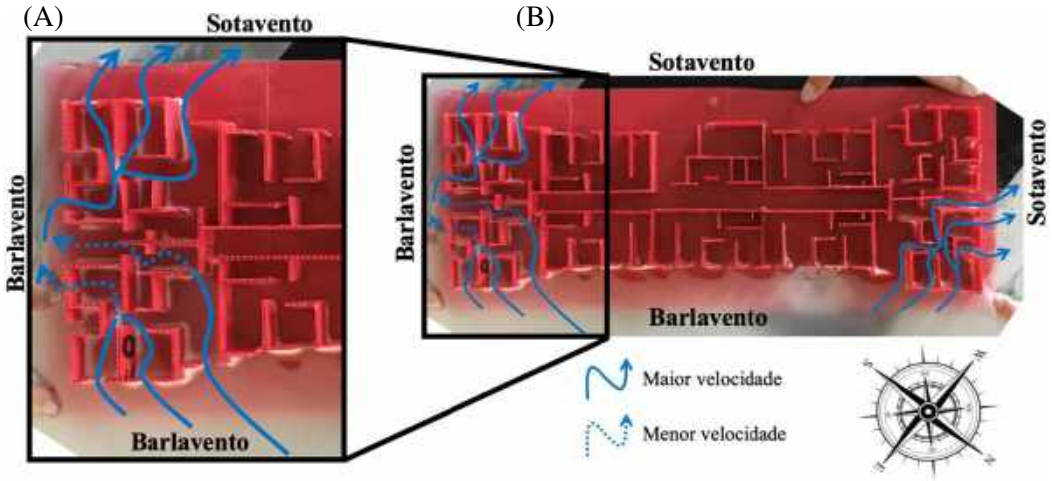


Figura 11 – (A) Simulação 3 – Visão aproximada das unidades habitacionais; (B) pavimento tipo (leste).

Na simulação da incidência do vento Sudeste (Figura 12 A) é possível constatar que apenas os apartamentos da fachada a barlavento são favorecidos com a ventilação natural. Os demais apartamentos não recebem qualquer tipo incidência do vento leste, o que pode ser explicado pelo formato do edifício.

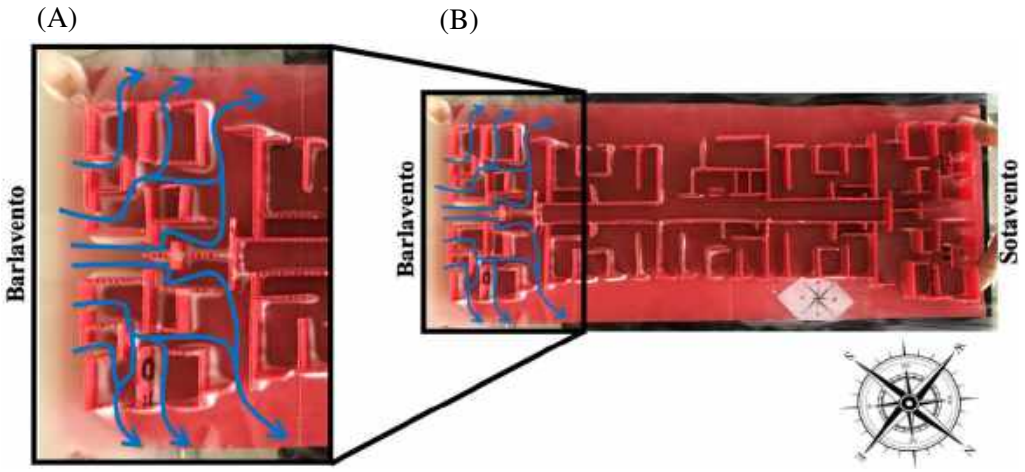


Figura 12 – (A) Simulação 4 – Visão aproximada das unidades habitacionais; (B) pavimento tipo (sudeste).

4.3. Propostas de adequação para incrementar o escoamento do vento

Em uma unidade habitacional, as aberturas deverão estar situadas, de preferência, em fachadas diferentes, com a finalidade de permitir diferenças de pressão para facilitar o processo pela ação do vento, através da ventilação cruzada (VIEGAS, 1996). Recomenda-se que em edifícios residenciais de clima quente e úmido, o padrão de escoamento do ar siga uma condição básica: evitar que o fluxo siga de áreas molhadas, onde é possível contato com odores (cozinha e banheiros), para áreas de permanência (salas e quartos) com a finalidade de assegurar a qualidade do ar.

4.3.1 Inserção de aberturas de saída do ar na fachada a sotavento

Na Simulação 5 é possível notar que, na incidência do vento Leste (Figura 13 A), com a criação de zonas de pressão negativas através das novas esquadrias, todos os apartamentos centrais, os quais antes não apresentavam presença de ventilação, passaram a receber ventilação, ainda que com velocidade reduzida nos apartamentos a sotavento.

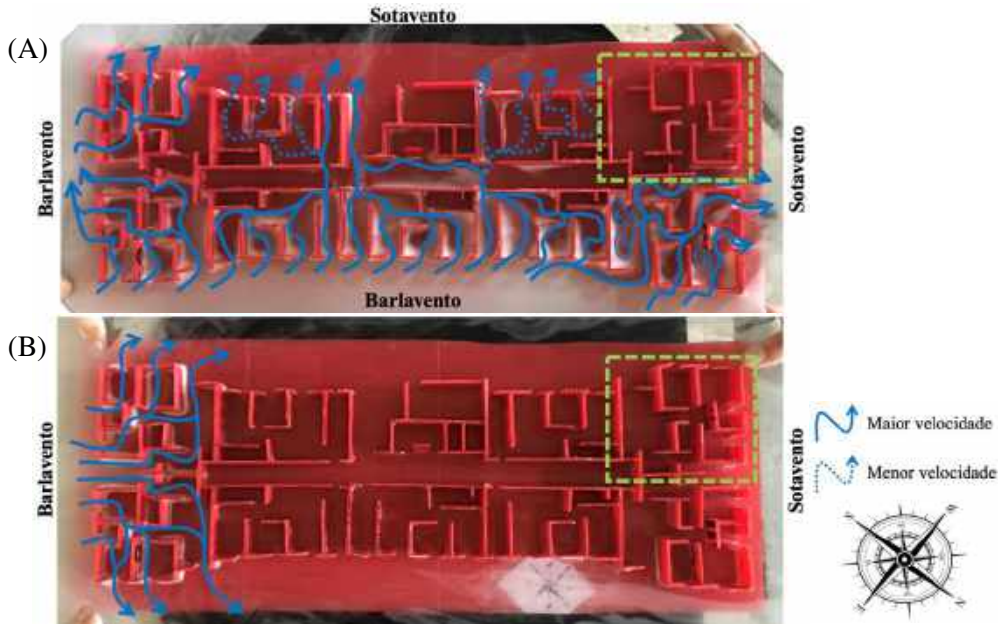


Figura 13 – Simulações da configuração proposta para pavimento tipo: (A) Simulação 5, vento leste; (B) Simulação 6, vento sudeste.

A simulação 6 (Figura 13 B) mostra que não houve alterações na penetração dos ventos de incidência Sudeste, devido ao edifício possuir planta do tipo H e o vento incidir paralelamente ao mesmo. Apenas o apartamento destacado em verde não é beneficiado com fluxo de ar em nenhuma das duas incidências analisadas, sendo considerado, então, o apartamento mais prejudicado dentro da análise, de modo que as soluções propostas não seriam suficientes para promover a ventilação no interior do mesmo.

4.3.2 Reformulação dos dutos de ventilação

A Simulação 7 (Figura 14 A) indica o corte com as aberturas para o duto de ventilação, antes da inserção do captador e exaustor. Foi possível constatar que apenas os apartamentos localizados na fachada a barlavento seriam beneficiados com a nova rota de circulação dos ventos. Isso se deve ao fato de que o captador e exaustor ainda não haviam sido inseridos, então não havia como direcionar os ventos que saíam da edificação, nem como captar os ventos que circulam na parte da cobertura. Observou-se também que os apartamentos dos quatro pavimentos superiores e inferiores recebem incidência de ventos com maior velocidade, enquanto os apartamentos intermediários são atingidos por ventos com menor velocidade em decorrência do gradiente de vento, ou seja, na parte superior do edifício, o vento tem menos obstruções em sua rota.

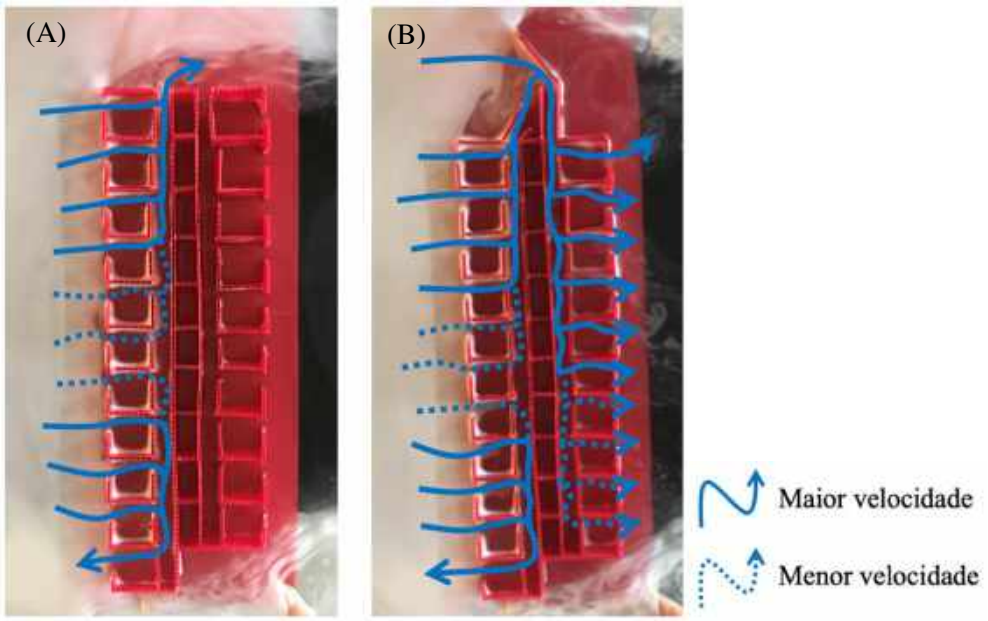


Figura 14 – Simulação com proposta de aberturas: (A) sem exaustor e captador; (B) com exaustor e captador.

Após isso, foram inseridos um captador e um exaustor de ventos na cobertura do edifício (Figura 14B), o que pôde redirecionar o fluxo e garantir uma melhor distribuição e aproveitamento da ventilação natural nos apartamentos das duas fachadas. É possível perceber que todos os apartamentos foram beneficiados com a incidência de ventos, mesmo que em velocidade reduzida. Os apartamentos dos pavimentos inferiores recebem ventos com menor velocidade em virtude da perda de velocidade do vento ao longo do percurso dentro do duto.

5. CONCLUSÕES

A localização das edificações em condomínios de edifícios verticais deve sempre levar em consideração o melhor aproveitamento das condicionantes naturais existentes com a finalidade de viabilizar condições de conforto satisfatórias aos usuários. Estudos de ventilação natural, especialmente em casos como esses, possuem total relevância, devendo ser realizados na fase de concepção do projeto, a fim de analisar e adaptar a edificação em todas as fases projetuais de modo a assegurar um desempenho térmico mais satisfatório possível.

Além disso, a mesa d'água é um equipamento acessível para desenvolvimento de estudos de ventilação natural, possuindo a vantagem de modificações e testes em tempo real, otimizando o tempo de adequações e fornecendo resultados instantâneos em comparação a outros métodos de análise de ventilação natural, favorecendo a reformulação das estratégias de projeto.

No estudo, foi constatado que o arranjo urbano é melhor favorecido pelo vento leste, onde pelo menos duas faces dos blocos de edifícios estão recebendo ventilação direta, ao contrário da simulação com o vento sudeste, onde recebe a ventilação em apenas uma das quatro faces.

Assim, sem modificar o posicionamento dos ambientes da planta baixa do pavimento tipo da edificação, foram realizadas simulações da implantação existente e de uma proposta de melhoria, através da inserção de novas aberturas, a fim de um melhor desempenho da ventilação natural. Isto resultou num resultado satisfatório após a implementação das novas aberturas, onde o escoamento do ar pôde percorrer um

maior percurso, penetrando quase todas unidades habitacionais, e nessas, no maior número de ambientes, diferentemente da situação real.

Foi comprovada, também, a eficiência do uso de captadores e exaustores de ar nas coberturas dos edifícios como solução projetual para aproveitamento satisfatório da ventilação natural. Da mesma forma, ressalta-se a importância de avaliar a localização das aberturas para que o vento possa penetrar em todos os ambientes das unidades habitacionais.

Tais resultados auxiliam aos arquitetos e urbanistas sobre a necessidade de se pensar a arquitetura bem resolvida climaticamente, com vistas a diminuição da dependência da energia elétrica através do uso de equipamentos de condicionamento de ar e de ventilação mecânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: **Desempenho Térmico para Habitações de Interesse Social**. Rio de Janeiro, 2005.

AYNSLEY, R. M.; MELBOURNE, W.; VICKERY, B. J. Architectural Aerodynamics. **Architecture Science Series**. Applied Science Publishers Ltd. Londres, 1977.

CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, T. A. Dom fim do BNH ao Programa Minha Casa, Minha Visa: 25 anos da política habitacional no Brasil. In CARDOSO, A. L. (Org.). **O Programa Minha Casa, Minha Vida e seus efeitos territoriais**, Rio de Janeiro, Letra Capital, 17-66. 2013.

EPE [Empresa de Pesquisa Energética]. **Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional)**. Disponível em: http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-Anual-de-Energia-Eletrica-por-classe-nacional. Acesso em: 05 mar. 2019.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na arquitetura**. [3.ed.] Rio de Janeiro, 2014.

NASCIMENTO, T. C. C.; BARROS, P. C. F.; BATISTA, J. O. **Avaliação da Ventilação Natural em Arranjos de Implantação de Edifícios em Condomínio de Maceió-AL**. In: 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Maceió, 2016.

PASSOS, Isabela Cristina da Silva. **Ventilação Natural em Edificações Residenciais:** parâmetros normativos para configuração de aberturas. 2017. 207p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2017.

RIBEIRO, P. V. S.; BITTENCOURT, L. S. **Contribuição da Mesa d'água na Análise da Geometria de Sheds Extratores e Captadores de Ar para Ventilação Natural**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

SACRAMENTO, A.; MANHAS, M.; COSTA, A. M. DA; RIBEIRO, S.; BITTENCOURT, L.; **Análise da Ventilação Natural de uma Edificação Multifamiliar em Maceió-AL**: estudo em apartamentos do condomínio Arte Vida. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela, 2010.

TOLEDO, Alexandre Márcio. **Avaliação do Desempenho da Ventilação Natural pela Ação dos Ventos em Apartamentos**: uma aplicação em Maceió/AL. 2006. 263p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

VIEGAS, J. C. **Ventilação Natural de Edifícios de Habitação**. Estudo realizado por encomenda do Instituto Nacional de Habitação. 2. Ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Setor de Edições do CDIT. 1996.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao LabConf – Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Alagoas.