

# A INFLUÊNCIA DA TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA NA VENTILAÇÃO NATURAL INTERNA DE EDIFÍCIOS DO “MINHA CASA MINHA VIDA”.

**Juliana M. S. Costa Morais<sup>(1)</sup>; Lucila C. Labaki<sup>(2)</sup>, Leonardo M. Rosa<sup>(3)</sup>**

(1) Doutoranda da Pós Graduação em Arquitetura da UNICAMP, e-mail: jumagnacosta@hotmail.com

(2) Profª Drª da Pós Graduação em Arquitetura da UNICAMP , lucila@fec.unicamp.br.

(3) Pesquisador do Laboratório de Pesquisa em Processos Químicos e Gestão Empresarial- PQGe.

## **Resumo**

*Este artigo tem como objetivo geral discutir a ventilação natural no interior de edifícios multifamiliares do programa “Minha casa minha vida” em três tipologias arquitetônicas diferentes localizadas na cidade de Campinas/SP, através de um estudo realizado com CFD (Computer Fluid Dynamic). Com resultado dessa pesquisa espera-se contribuir para futuros projetos de habitação de interesse social no país, com maior qualidade do meio ambiente interno. Inicialmente foram selecionados os estudos de caso, em seguida foram desenvolvidos modelos tridimensionais dos mesmos, considerando-se nos apartamentos, as aberturas efetivas para a ventilação (portas e janelas abertas, exceção da porta de entrada fechada). Estes modelos foram usados para simulação computacional da ventilação natural, através do CFD ANSYS-CFX. Foram inseridos dados de direção predominante (Sudeste) e velocidade média (3,59m/s) dos ventos obtidos do banco de dados de Campinas/SP, no período de 2001 à 2010. São apresentados resultados qualitativos das simulações (imagens do comportamento do fluxo de ar interno nos apartamentos). Os resultados apontam para um melhor desempenho de ventilação interna no edifício com planta tipo “H”, no qual a abertura localizada na grande reentrância representou papel determinante para tal. O pior desempenho foi verificado no edifício retangular com maior fachada monolítica (sem reentrâncias). Portanto, demonstra-se que soluções simples de projeto podem incrementar a ventilação natural interior.*

**Palavras-chave:** Ventilação natural, simulação computacional, habitação de interesse social

## **Abstract**

*The overall objective of this paper is to discuss the natural ventilation inside multi-family buildings of the Brazilian program ‘My house, my life’ through a study performed with CFD (Computer Fluid Dynamic) in three different architectural typologies located in the city of Campinas/SP, aiming to contribute to future projects of social interest housing in the country so that can achieve higher indoor environment quality. The first step of the research was the selections of the projects to be analysed. Three-dimensional models of them were developed considering in the apartments the actual openings for ventilation (doors and windows opened, except the entrance door which was closed). These models were used for computer simulation, through ANSYS-CFX, a CFD widely used in research worldwide. Data about direction and speed of wind were obtained from the database of Campinas/SP for the period from 2001 to 2010 were entered. Qualitative results (images of the behavior of the air flow inside the apartments are presented). The results show a better performance of internal ventilation in the building with project type “H” where the opening located in the major indentation played a decisive role. The worst performance was verified in the rectangular building, with biggest monolithic facade (without indentation). Therefore it is shown that simple project solutions might enhance interior natural ventilation.*

**Keywords:** natural ventilation, computer simulation, social interest housing.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudiosos do mundo todo buscam entender melhor toda a complexidade que cerca o processo de ventilação natural (**MELARAGNO, 1982; OLGYAY, 1992**). Muitos são os trabalhos que utilizam a simulação computacional como ferramenta para análise de ventilação natural, que pode ser compreendido facilmente pelo CFD (Computer Fluid Dynamic). Os estudos acadêmicos brasileiros que usaram CFD centram-se ora na atuação da ventilação natural no meio urbano (PRATA, 2005; LEITE, 2010) ora no interior do edifício (**COSTA, 2009**), trazendo muitas contribuições para essa temática. Este artigo é parte de uma tese em desenvolvimento que aborda a questão da ventilação natural interna e pretende alertar os projetistas para o uso de soluções que priorizem o uso desta poderosa aliada do conforto térmico, da boa qualidade do ar e do baixo consumo de energético nos edifícios.

O objetivo geral do artigo é discutir a ventilação natural no interior de edifícios multifamiliares do programa “Minha casa minha vida” através de um estudo realizado com CFD (Computer Fluid Dynamic) em três tipologias arquitetônicas diferentes localizadas na cidade de Campinas/SP, visando contribuir para que futuros projetos de habitação de interesse social no país apresentem maior qualidade do ambiente interno.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Escolha e caracterização dos estudos de caso

Inicialmente foram escolhidos três empreendimentos do MCMV na cidade de Campinas/SP com tipologias arquitetônicas diferentes que serviram de modelos para o referido estudo. Assim os empreendimentos selecionados foram: estudo de caso 1, estudo de caso 2 e estudo de caso 3. Todos eles apresentam 2 quartos, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma área de serviço, totalizando 42m<sup>2</sup> no máximo. Quanto a altura, estes edifícios possuem 5 pavimentos (sendo o térreo considerado como primeiro pavimento). O pé direito interno dos apartamentos é 2,4m com laje de 10cm que totaliza altura de 12,5m para os três edifícios.

O estudo de caso 1 é um empreendimento localizado na região Sudoeste de Campinas, que possui 2380 unidades habitacionais dispostas em 119 blocos. Sua planta é do tipo “H”, conforme mostra a figura 01, tipologia bastante comum neste tipo de habitação no país.

O estudo de caso 2, também localizado na região Sudoeste, é um empreendimento que possui 2700 unidades habitacionais dispostas em 135 blocos. Sua planta é retangular (com leve reentrância), porém apresenta um grande diferencial das demais tipologias, pois a ventilação da cozinha e do banheiro se dá pela abertura da área de serviço (ver figura 02). Não raramente, este tipo de solução arquitetonica é adotada pelos projetistas, sendo importante sua avaliação.

Finalmente o estudo de caso 3, localizado na região Sul de Campinas, com 2120 unidades habitacionais distribuídas em 53 blocos com oito unidades habitacionais por pavimento. Sua planta é acentuadamente retangular e, diferentemente dos demais, possui banheiros localizados entre os quartos como mostra a figura 03.

Definidos os estudos de caso, realizou-se uma caracterização de ventos em Campinas a fim de obter dados de entrada para as simulações. Obtiveram-se os dados climáticos no Instituto Agronômico de Campinas-IAC dos últimos 9 anos (de 2001 à 2010). Verificou-se que a

direção dos ventos predominantes na referida cidade é Sudeste com velocidade média de 3,59m/s.

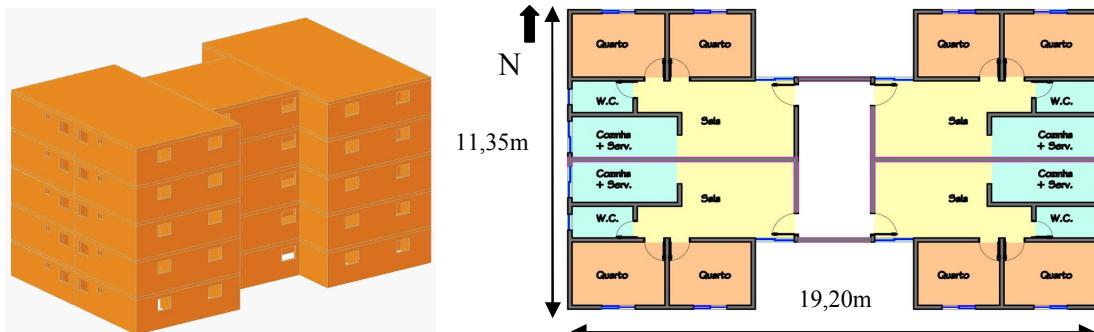


Figura 01: Visualização em 3d e em planta baixa do edifício do estudo de caso 1

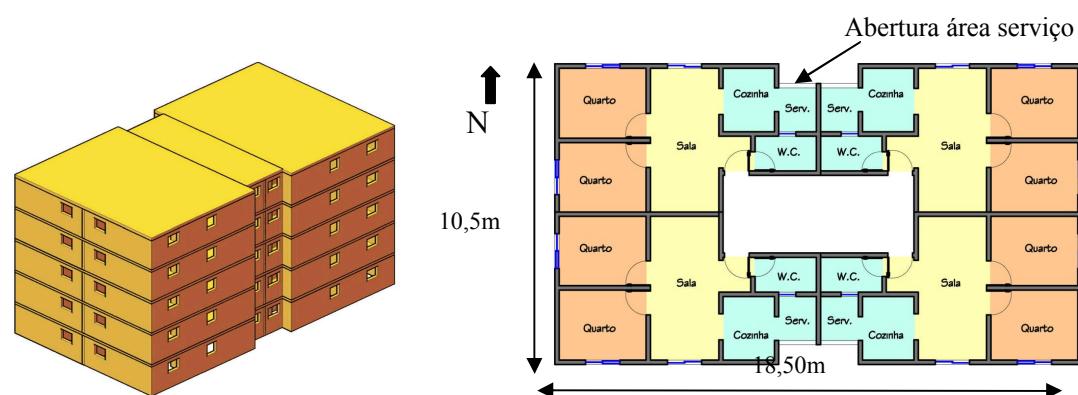


Figura 02: Visualização em 3d e em planta baixa do edifício do estudo de caso 2.

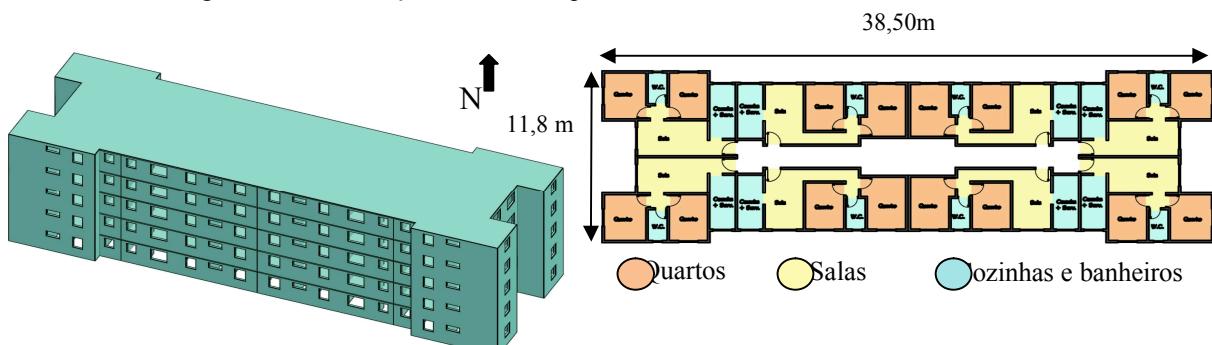


Figura 03: Visualização em 3d e em planta baixa do edifício do estudo de caso 3.

## 2.2. Simulação computacional com CFD

Simulações com CFD possibilitam uma análise quantitativa e qualitativa do desempenho de ventilação natural em etapas anteriores e posteriores ao projeto. Os softwares CFD baseiam-se em equações de Navier-Stokes resolvidas em todos os pontos de uma malha, em duas ou três dimensões (WANG, WONG, 2009). O ANSYS CFX é um CFD que vem sendo usado no mundo todo em pesquisas que envolvem ventilação natural (PRATA, 2005; LEITE, 2010).

Para realizar uma simulação computacional com CFD é necessário inicialmente construir o modelo 3d do objeto a ser estudado. Com o objetivo de analisar a ventilação interna nas unidades habitacionais, foram consideradas todas as aberturas para fins de ventilação: as portas abertas (com exceção da porta de entrada, pois no cotidiano ela está fechada) e, para as

janelas, foram consideradas apenas as aberturas efetivas, ou seja, o percentual de área efetiva de passagem de ar da esquadria.

Esses modelos 3D foram construídos no AutoCAD. Posteriormente inseriu-se no ICEM- CFD dados para criação da malha tetraédrica. No CFX-Pre foram determinadas as condições iniciais e de contorno da simulação. No CFX-Post foram obtidas imagens para as análises.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados e discutidos os resultados qualitativos (distribuição dos fluxos de ar interno) que darão suporte às análises de ventilação interna dos apartamentos do terceiro pavimento (localizado no meio do edifício) com vento incidente na direção Sudeste (direção predominante em Campinas). A escala cromática indicada no canto superior esquerdo das figuras indica valores de velocidade do ar indicados nos vetores.

No estudo de caso 1, a grande reentrância proporcionada pela forma da edificação, faz com que as aberturas posicionadas nas salas sejam decisivas para a ventilação dos apartamentos, pois incrementa a diferença de pressão entre as aberturas do edifício. De uma maneira geral a ventilação ocorre de forma mais bem distribuída nos apartamentos 2 e 3, como mostra a figura 04. No apartamento 2, observa-se claramente que o ar entra pela cozinha e sai pela sala, e/ou entra pelo banheiro e sai pelos quartos, constituindo assim ventilação cruzada, porém num sentido que prejudica os usuários, pois vem de zonas de “áreas molhadas”, onde são produzidos gases e vapores, para zonas “secas” e de grande permanência. No apartamento 03, observa-se uma corrente de ar vinda da abertura da sala, saindo pela cozinha e banheiro.

No apartamento 01, apesar de se encontrar numa situação de sombra de vento e, consequentemente ter uma ventilação mais deficiente, a diferença de pressão entre as aberturas da cozinha e da sala promove um fluxo de ar no mesmo. No apartamento 4 a grande exposição de suas aberturas na zona de pressão positiva, não gera diferença de pressão suficiente para proporcionar ventilação cruzada; verifica-se portanto, alguma movimentação de ar, mas não há uma ventilação eficiente.

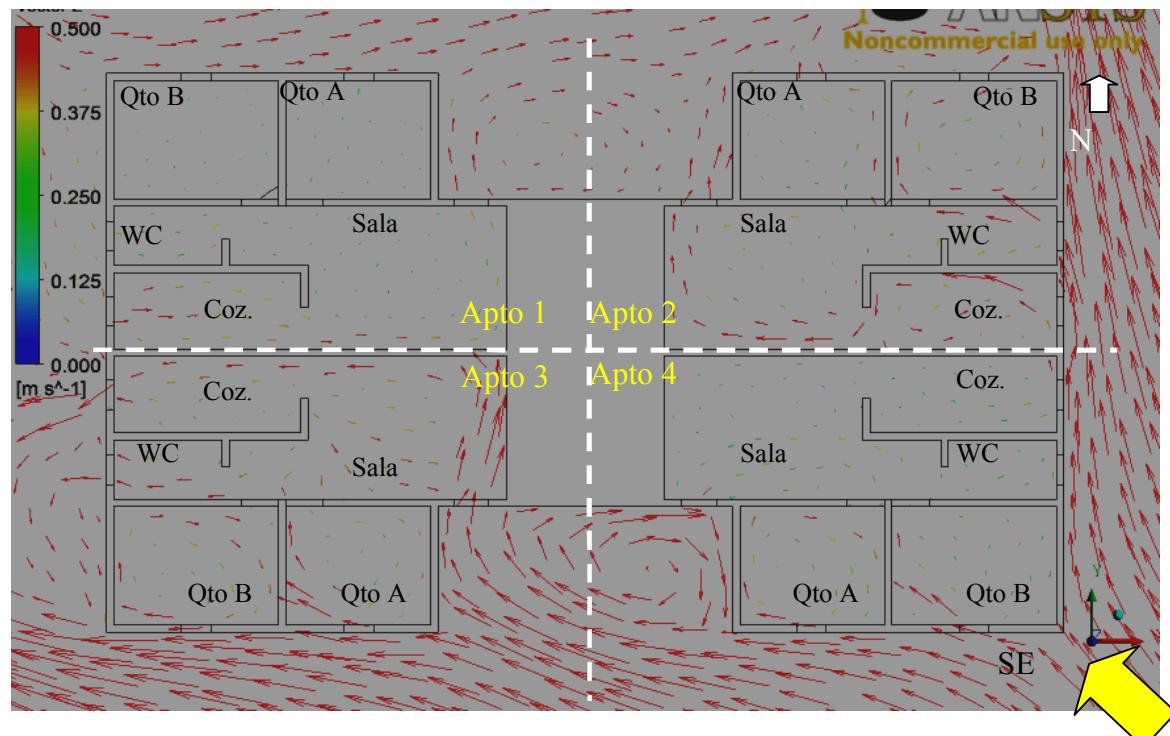


Figura 04: fluxo de ar interno no 3º Pavimento do estudo de caso 1.

No estudo de caso 2, cuja distribuição do fluxo de ar interno é mostrada na Figura 05, observa-se que as unidades mais bem ventiladas são os apartamentos 2 e 3, devido à diferença de pressão em suas aberturas. No apartamento 2, o posicionamento da abertura do quarto B permite que esta funcione como entrada de ar, ao passo que as aberturas da sala, área de serviço e do quarto A, funcionam como saídas de ar. No apartamento 3 observa-se o inverso: a abertura da área de serviço funciona como captadora de ar e a do quarto 2 funciona como extratora, pois está localizada na zona de pressão negativa. Em ambos os apartamentos a cozinha e o banheiro apresentam ventilação deficiente.

No apartamento 1, o fluxo de ar entra pelo quarto B e sai pela sala e área de serviço, onde estão as aberturas de saída mais próximas. No apartamento 4 a pequena reentrância gera pequena diferença de pressão na abertura da área de serviço, o que incrementa um pouco o movimento de ar neste apartamento. Neste caso, a posição dos quartos, com aberturas para fachadas diferentes, possibilitou o maior movimento do ar no quarto B. Por outro lado, o posicionamento da cozinha e do banheiro, ambos sem aberturas diretas para o exterior, comprometeram a ventilação destes ambientes.

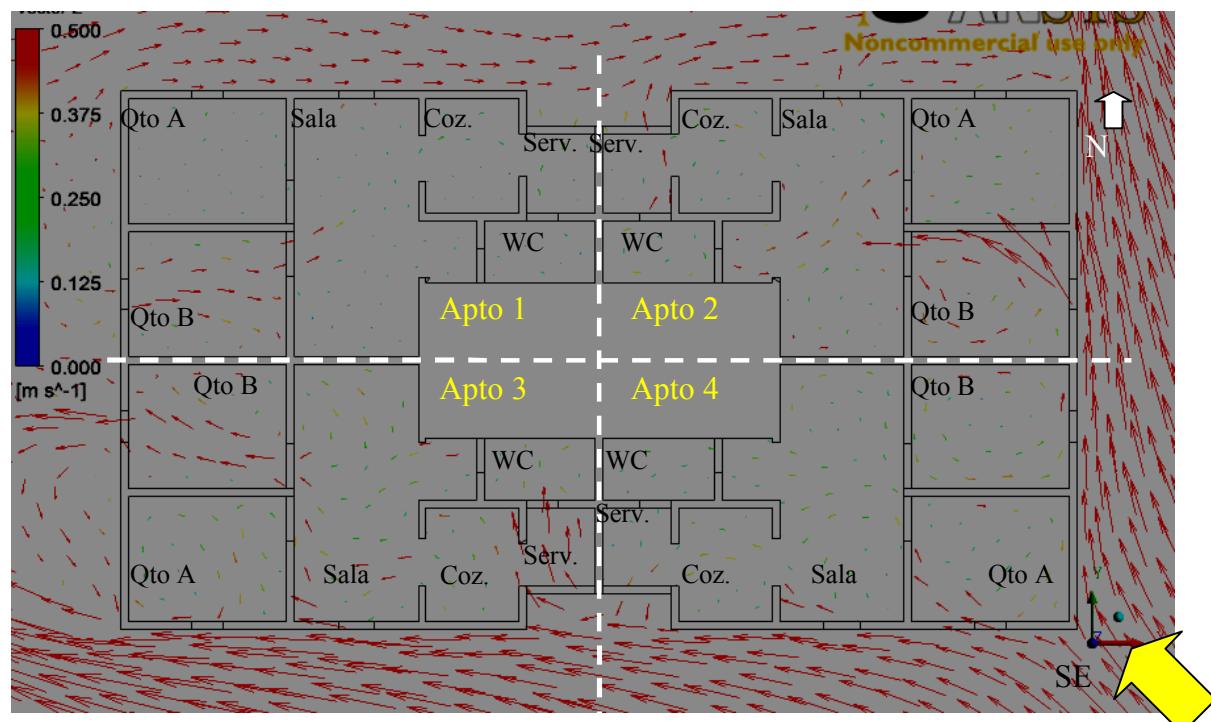


Figura 05: fluxo de ar interno no 3º Pavimento do estudo de caso 2.

No estudo de caso 3 a situação piora, uma vez que a forma alongada do edifício associada à falta de reentrâncias na maior fachada não proporcionam diferença de pressão nas aberturas como mostra a figura 06. Nos apartamentos 2 e 3 as aberturas estão todas na zona de pressão negativa, e nos apartamentos 6 e 7, todas na pressão positiva; assim, nestes apartamentos observa-se que a ventilação é unilateral, ou seja, há movimento de ar mas não ventilação efetivamente. No apartamento 4, o fluxo de ar entra pela abertura da sala e sai pela cozinha, sendo o fluxo correto. No apartamento 8, as aberturas estão todas nas faces de pressão positiva, por isso a ventilação também é comprometida. No apartamento 5, o ar entra pela

cozinha (em forma de jato com alta velocidade) e sai pela sala. No apartamento 1 localizado na região de sombra de vento, a ventilação é claramente deficiente.

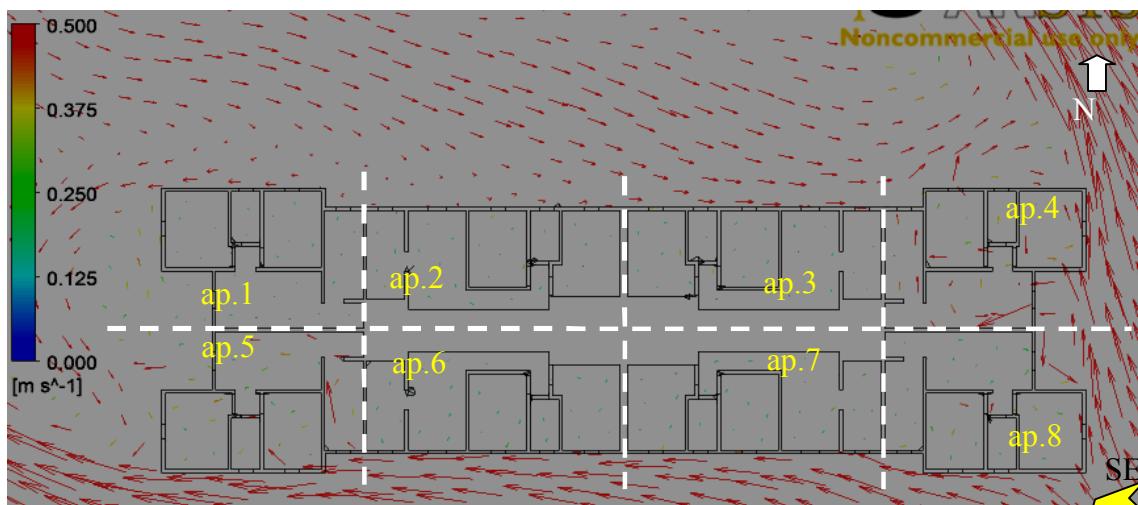


Figura 06: fluxo de ar interno no 3º Pavimento do estudo de caso 3.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo discute a importância da ventilação cruzada numa unidade habitacional. Reforça ainda o papel do projetista para a promoção desta ventilação quando define a configuração interna, a disposição e dimensões das aberturas do edifício. Nas três tipologias de edifícios estudadas, dadas as condições locais de vento em Campinas/SP, observou-se que a tipologia com planta em forma de “H”, no que se refere à configuração interna e de aberturas, apresentou melhor distribuição interna do fluxo de ar. A grande reentrância que este edifício apresenta contribuiu decisivamente para este resultado. O uso de reentrâncias, bem como de elementos arquitetônicos que possam direcionar o fluxo de ar para as aberturas, associados ao uso de portas com dispositivos que permitam a passagem do ar, são artifícios que podem ser previstos pelos projetistas para promover diferenças de pressão nas aberturas e assim incrementar a ventilação nas habitações.

#### REFERÊNCIAS

COSTA, Luciana. Aproveitamento da ventilação natural nas habitações: estudo de caso na cidade de Aracaju/SE. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2009.

LEITE, Renan. Fortaleza: terra do vento: a influência da mudança nos padrões de ocupação do solo sobre a ventilação natural em cidade de clima tropical úmido. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2010.

MELARAGNO, M. G. Wind in architectural and environmental design. Scarborough, Canada: Van Nostrand Reinhold, 1982.

PRATA, A. R. Impacto da altura de edifícios nas condições de ventilação natural do meio urbano. 2005. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2005.

OLGYAY, V. Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. Nova Iorque: Van Nostrand Reinhold, 1992.

WANG, L.; WONG, N. H. (2009). Coupled simulations for naturally ventilated rooms between building simulation (BS) and computational fluid dynamics (CFD) for better prediction of indoor thermal environment. **Building and Environment**, v. 44, p. 95 – 112.