

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA VENTILAÇÃO NATURAL PELA AÇÃO DO VENTO EM APARTAMENTOS DE DOIS DORMITÓRIOS DA DÉCADA DE 1980 EM MACEIÓ/AL

Rodolfo de Albuquerque Torres⁽¹⁾; Maria Regina Gonçalves⁽²⁾; Alexandre Márcio Toledo⁽³⁾

(1) Graduando de Arquitetura e Urbanismo, bolsista FAPEAL, e-mail: at.rodolfo@gmail.com

(2) Mestranda de Arquitetura e Urbanismo, bolsista CAPES, e-mail: reginag_s@hotmail.com

(3) Professor Dr. de Arquitetura e Urbanismo e Design, e-mail: prof.amtoledo@fau.ufal.br
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas

Resumo

A ventilação natural pela ação do vento é uma das principais estratégias bioclimáticas para assegurar o conforto térmico dos usuários em edifícios residenciais, no clima quente e úmido. O objetivo deste artigo é analisar o comportamento da ventilação natural pela ação do vento, em edifícios multifamiliares, construídos na década de 1980, na cidade de Maceió/AL. Selecionaram-se dois edifícios da tipologia de dois dormitórios, ambos com disposição alongada: (i) com cinco apartamentos por andar, os três centrais com aberturas em duas faces opostas (L e O) e os dois das pontas com mais uma face (N ou S); (ii) com quatro apartamentos por andar, aberturas em faces adjacentes e quatro orientações distintas. Realizaram-se ensaios analógicos de escoamento com maquetes vazadas, no equipamento mesa d'água, utilizando-se o método do traçador e a técnica de injeção direta do indicador para quatro direções de vento. O edifício com aberturas em faces opostas apresentou bom escoamento em todos os apartamentos para as direções Nordeste, Leste e Sudeste; o outro edifício apresentou escoamentos muito diferentes para os apartamentos, com prejuízo para algumas orientações. Conclui-se pela importância da orientação dos apartamentos e do sistema de aberturas no aproveitamento da ventilação natural pela ação do vento.

Palavras-chave: Ventilação Natural, Tipologias Arquitetônicas, Edifícios Multifamiliares.

Abstract

Natural ventilation by wind force is a major bioclimatic strategies to ensure the thermal comfort of the users in residential buildings in warm and humid climate. The aim of this paper is to analyze the behavior of natural ventilation by wind in multifamily buildings, built in the 1980s, the city of Maceió / AL. We selected two buildings of the type of two bedrooms, both with elongated provision: (i) with five apartments per floor, three with openings on two opposite faces (E and W) and two with a further face (N or S); (ii) with four apartments per floor and openings in adjacent faces and four different orientations. Assays were performed with analog flow models cast, in the water table equipment, using the method of the tracer and the technique of direct injection of the indicator for the four directions of wind. The building with openings on opposite sides showed good flow in all directions to the apartment Northeast, East and Southeast, the other building had very different flows for the apartments, at a loss for some guidance. It is important the orientation of the apartments and the system of openings in the use of natural ventilation by wind.

Keywords: Natural ventilation, Architectural typologies, multifamily buildings.

1. INTRODUÇÃO

No trópico quente e úmido, a ventilação natural é uma das estratégias bioclimáticas mais recomendadas para garantir o conforto térmico dos usuários de edifícios não climatizados, sobretudo

os residenciais (LAMBERTS et al., 1997; ABNT, 2005). A ventilação natural dos edifícios consiste na passagem do ar pelo seu interior, através de suas aberturas intencionais. Apresenta três importantes funções: assegurar a qualidade do ar interior, proporcionar o conforto térmico dos usuários e o resfriamento passivo do edifício. Essas funções estão diretamente relacionadas com a saúde e a segurança dos usuários ou com o conforto térmico e a economia de energia elétrica (RUAS, 1999).

O processo de ventilação natural pela ação do vento é o mais adequado para o clima tropical quente e úmido, devido às baixas amplitudes térmicas e regime frequente de brisas. O sistema de ventilação cruzada é o que apresenta maior eficiência para o processo pela ação do vento e o sistema de ventilação conjunta é o mais adequado para analisar edifícios residenciais, devido às particularidades tipológicas (VIEGAS, 1996).

A ventilação natural dos edifícios depende de fatores variáveis, que compreendem o comportamento dos ventos e das temperaturas; de fatores fixos do entorno natural e construído, que compreendem a topografia, a distribuição de águas e terras, a vegetação e a configuração do ambiente construído; e de fatores fixos do edifício, que compreendem a forma e a orientação, a tipologia e os componentes construtivos, as aberturas e as esquadrias (BOUTET, 1987). O caráter dinâmico dos fatores variáveis e fixos do entorno e do edifício envolvidos com a ventilação natural tornam sua avaliação muito complexa (OLGYAY, 1998; AYNSLEY et al., 1977).

A experimentação da ventilação natural dos edifícios realiza-se por duas abordagens distintas, porém complementares: a quantitativa, a qual inclui medições in loco e em modelos (em escala real ou reduzidos) e, a qualitativa, a qual inclui a utilização dos métodos e técnicas de visualização de escoamentos. Esses métodos tradicionais apresentam várias aplicações práticas e servem para elucidar o comportamento de fenômenos físicos por meio de observação visual, permitindo a obtenção de dados tanto qualitativos quanto quantitativos. O método do traçador e a técnica de injeção direta são os mais adequados para experimentos com ventilação natural, por trabalharem com baixa velocidade e permitirem a visualização instantânea do escoamento (TOLEDO, 2006).

2. OBJETIVO

O objetivo do presente artigo é analisar o comportamento da ventilação natural pela ação do vento, em edifícios multifamiliares da tipologia de 2 dormitórios, construídos na década de 1980, na cidade de Maceió/AL.

3. METODOLOGIA

Selecionaram-se dois edifícios da tipologia de dois dormitórios, construídos na cidade de Maceió/AL, na década de 1980, ambos com disposição alongada: o Edifício Fabiano I (Fig. 1), com cinco apartamentos por andar e aberturas localizadas em faces opostas Leste e Oeste (apartamentos centrais 2, 3 e 4), e aberturas em três faces (apartamentos das extremidades 1 - L/S/O e 5 - L/N/O), e o Edifício Martinica (Fig. 2), com quatro apartamentos por andar e aberturas em faces adjacentes em quatro orientações distintas: 1 - L/S, 2 - N/L, 3 - S/O, e 4 - N/O.

Realizaram-se ensaios analógicos de escoamento com maquetes vazadas em escala 1/100, no equipamento mesa d'água, utilizando-se o método do traçador e a técnica de injeção direta do indicador para quatro direções de vento: Nordeste, Leste, Sudeste e Sul. Consideram-se os edifícios isolados, desprovidos de barreiras e com todas as aberturas desimpedidas; exceto a porta de acesso.

Registraram-se os ensaios por meio de fotografias e filmagens. Analisaram-se os resultados com base na observação do percurso do escoamento pelos ambientes dos apartamentos, destacando-se as aberturas de entrada e as de saída para cada orientação testada, com base no Método de Análise Simplificado e Qualitativo de Ventilação Natural (MASQ – Vento), proposto por Toledo (2006).

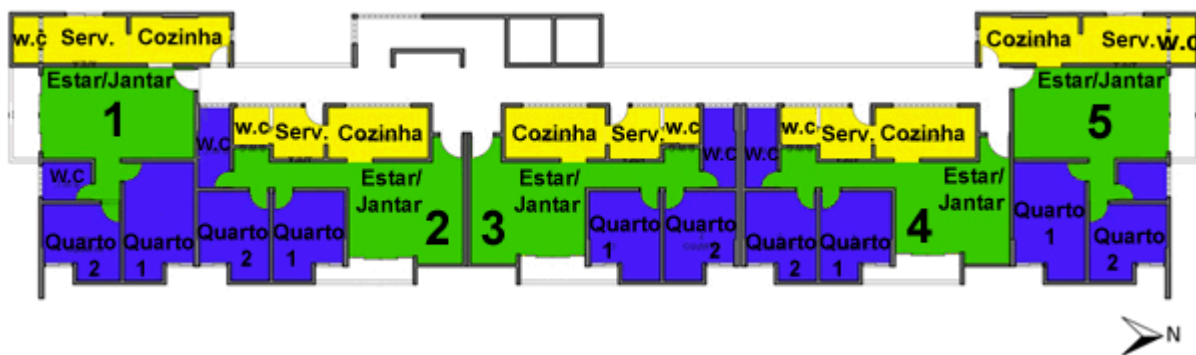


Fig. 1 – Planta Baixa do Edifício Fabiano I ■ Setor Íntimo ■ Setor Social ■ Setor de Serviço

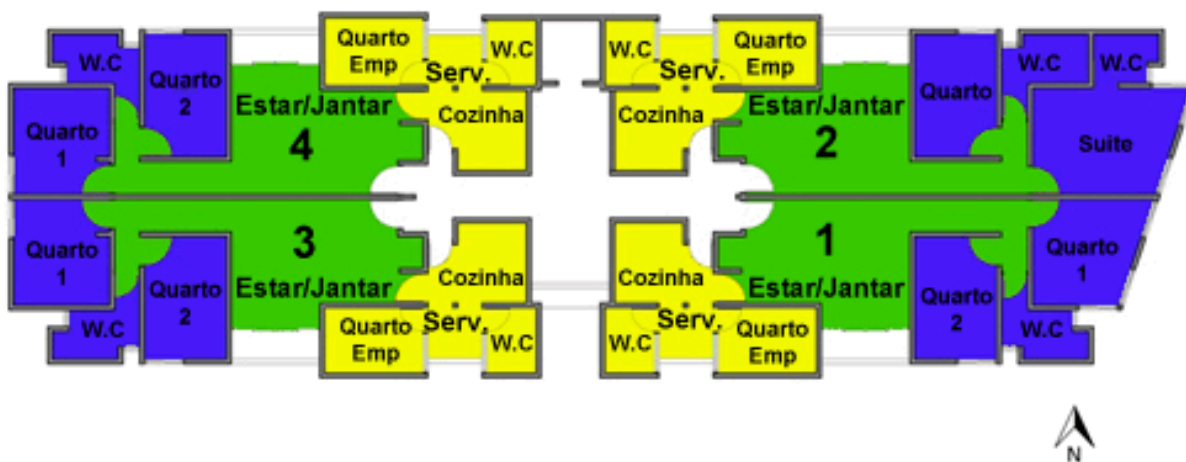


Fig. 2 – Planta Baixa do Edifício Martinica ■ Setor Íntimo ■ Setor Social ■ Setor de Serviço

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Escoamento no Edifício Fabiano I

Direção Sul: o escoamento incidiu perpendicularmente à face frontal (fachada Sul) do edifício. O **Apartamento 1 (L/S)** apresentou escoamento em quase todos os ambientes, exceto no banheiro de serviço; com excelente relação de aberturas de entrada e saída: três entradas, pelos ambientes dos três setores, e três saídas, pelos ambientes dos setores de serviço e íntimo; porém, o escoamento que chega aos quartos provém do banheiro social. Os **apartamentos 2, 3, 4 e 5** não apresentaram escoamento interno para essa direção (Fig. 3 e Quadro 1).

Direção Sudeste: o escoamento incidiu obliquamente às faces Sul e Leste do edifício. O **Apartamento 1 (L/S)** apresentou escoamento em quase todos os ambientes, exceto no banheiro de serviço; com duas entradas, localizadas nos ambientes do setor íntimo, e quatro saídas pelos setores de serviço e social. Os **apartamentos 2, 3 e 4** apresentaram escoamento em todos os ambientes, com equilíbrio entre entradas e saídas: três entradas, pelos ambientes dos setores íntimo e social, e 4 saídas, pelos ambientes do setor de serviço. O **apartamento 5 (L/N)** apresentou escoamento em quase todos os ambientes, menos no banheiro de serviço, com quatro entradas, pelos ambientes dos setores íntimo e social, e 2 saídas pelos ambientes do setor de serviço (Fig. 3 e Quadro 1).

Direção Leste: o escoamento incidiu perpendicularmente à face lateral (fachada Leste) do edifício. Os **Apartamentos 1 (L/S) e 5 (L/N)** apresentaram escoamento iguais e com passagem em quase todos os ambientes, exceto no banheiro de serviço, com duas entradas, pelos ambientes do setor íntimo, e quatro saídas pelos ambientes dos setores de serviço e social, porém proveniente dos quartos. Os **apartamentos 2, 3 e 4** apresentaram escoamento em todos os ambientes, com equilíbrio de entradas e saídas: três entradas, pelos ambientes dos setores social e íntimo, e quatro saídas pelos ambientes do setor de serviço (Fig. 3 e Quadro 1).

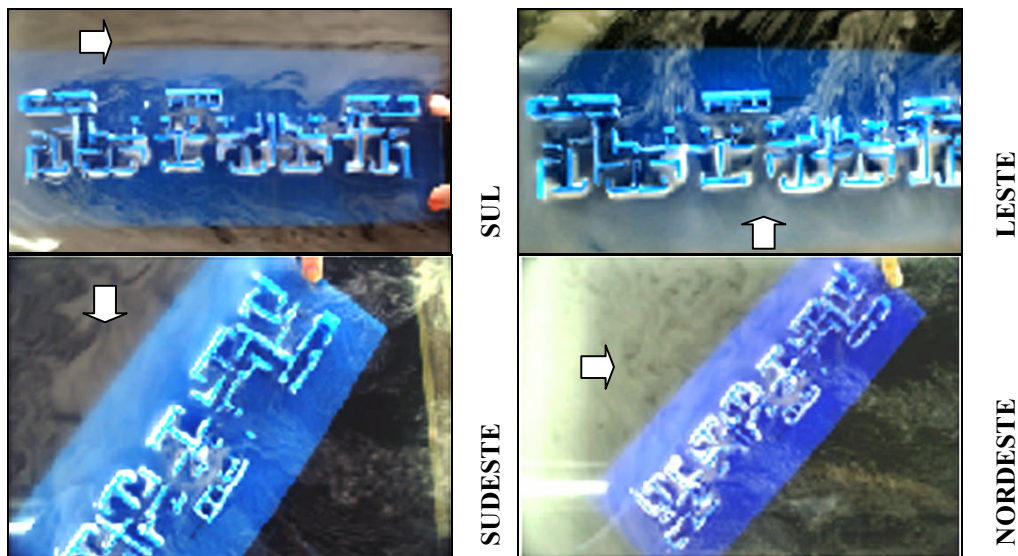


Fig. 3 – Escoamento no Edifício Fabiano I

Direção Nordeste: O escoamento incidiu obliquamente às faces Norte e Leste do edifício. O **Apartamento 1 (L/S)** apresentou escoamento em quase todos os ambientes, exceto no banheiro de serviço; com duas entradas, pelos ambientes do setor íntimo, e quatro saídas pelos ambientes dos setores de serviço e social, proveniente dos quartos. Os **apartamentos 2, 3 e 4** apresentaram escoamento em todos os ambientes; com equilíbrio entre entradas e saídas: três entradas, pelos ambientes dos setores social e íntimo, e quatro saídas, pelos ambientes do setor de serviço. O **apartamento 5 (L/N)** apresentou escoamento em quase todos os ambientes, exceto no banheiro de serviço; com quatro entradas, pelos ambientes dos setores social e íntimo, e duas saídas, pelos ambientes do setor de serviço, porém com circulação inadequada provinda do banheiro de serviço em direção à sala de estar/jantar (Fig. 3 e Quadro 1).

DIR	AP 1 – L/S			AP 2, 3 e 4 – L/O			AP 5 – L/N					
S	3E	Ar/Ser, Est/Jan e Bso		A	NULO			NULO				
	3S	Coz, Q1 e Q2										
SE	2E	Q1 e Q2		B	3E	Q1, Q2 e Est/Jan		O	4E	Q1, Q2, Bso e Est/Jan		B
	4S	Bso, Est/Jan, Coz e Ar/Ser			4S	Bso, Bse, Ar/Ser e Coz			2S	Ar/Ser e Coz		
L	2E	Q1 e Q2		B	3E	Q1, Q2 e Est/Jan		O	2E	Q1 e Q2		B
	4S	Bso, Est/Jan, Ar/Ser e Coz			4S	Bso, Bse, Ar/Ser e Coz			4S	Bso, Est/Jan, Ar/Ser e Coz		
NE	2E	Q1 e Q2		B	3E	Q1, Q2 e Est/Jan		O	4E	Q1, Q2, Bso, Est/Jan		A
	4S	Bso, Est/Jan, Coz e Ar/Ser			4S	Bso, Bse, Ar/Ser e Coz			2S	Ar/Ser e Coz		
Ar/Ser - Área de Serviço, Bso - Banheiro Social, Coz - Cozinha, Est/Jan - Estar/Jantar, Q1 - Quarto 01, Q2 - Quarto 02												
P – Péssimo, MR – Muito Ruim, R – Ruim, A – Aceitável, B – Bom, MB – Muito Bom, O – Ótimo												

Quadro 1 – Qualidade do Escoamento no Edf. Fabiano I

4.2 Escoamento no Edifício Martinica

Direção Sul: o escoamento incidiu perpendicularmente à face lateral (fachada Sul) do edifício. Os **Apartamentos 1 e 3** apresentaram escoamento por todos os ambientes; com quatro entradas e duas saídas; porém, no Quarto 1 o escoamento foi proveniente do banheiro social e do Estar/Jantar. Os **apartamentos 2 e 4** não apresentaram escoamento interno para essa direção (Fig. 4 e Quadro 2).

Direção Sudeste: O escoamento incidiu obliquamente às faces frontal e lateral (fachadas Leste e Sul, respectivamente) do edifício. O **Apartamento 1** apresentou escoamento por quase todos os ambientes, exceto no quarto de empregada e banheiro de serviço; com quatro entradas, pelos ambientes dos setores íntimo e de serviço e duas saídas, pelos ambientes do setor de serviço. O **apartamento 2** apresentou escoamento por quase todos os ambientes, exceto na dependência de empregada, banheiro de serviço e em boa parte da cozinha; com apenas duas entradas, por alguns ambientes do setor íntimo

e quatro saídas, sendo que o estar/jantar e o quarto servem como saídas do ar proveniente desses ambientes. O **apartamento 3** apresentou escoamento por todos os ambientes; com quatro entradas, pelos ambientes dos três setores e duas saídas, apenas pelos ambientes do setor íntimo. O **apartamento 4** não apresentou escoamento interno para essa direção (Fig. 4 e Quadro 2).

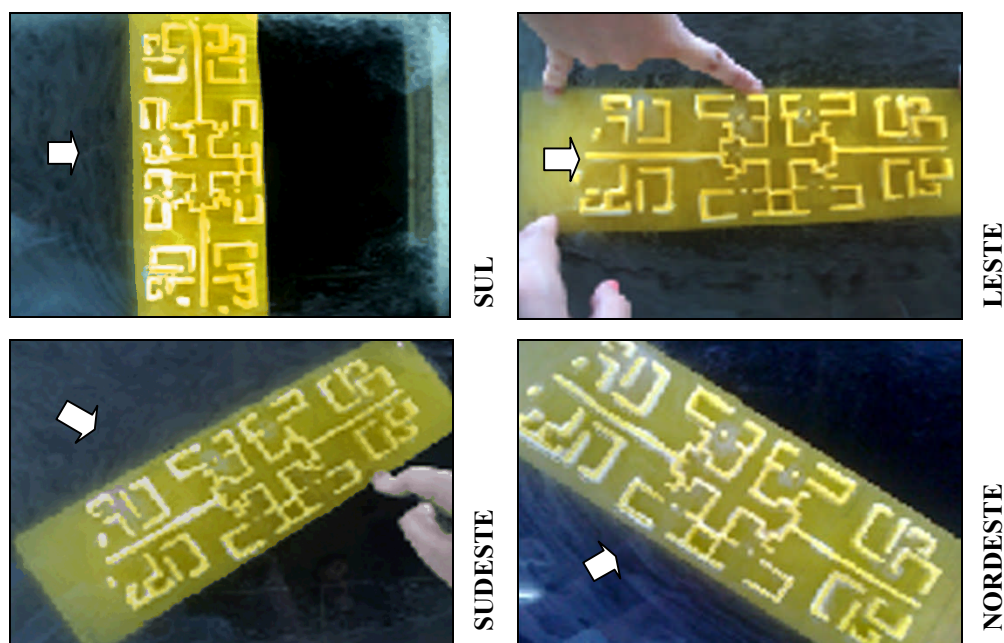


Fig. 4 – Escoamento no Edifício Martinica

Direção Leste: o escoamento incidiu perpendicularmente à face frontal (fachada Leste) do edifício. Os **apartamentos 1 e 2** apresentam escoamento em quase todos os ambientes, com exceção da cozinha, banheiro de serviço e dependência de empregada; com duas entradas, pelos ambientes do setor íntimo, e quatro saídas, pelos ambientes dos três setores. Os **apartamentos 3 e 4** não apresentaram escoamento interno para essa direção (Fig. 4 e Quadro 2).

DIR	AP 1 – L/S			AP 2 – L/N			AP 3 – S/O			AP 4 – N/O		
S	4E	Ar/Ser, Q2, Est/Jan e Bso	R	NULO			4E	Ar/Ser, Q2, Est/Jan e Bso	R	NULO		
	2S	Bso e Q1					2S	Bso e Q1				
SE	4E	Q1, Bso, Q2 e Est/Jan	A	2E	Su e Bsu	R	4E	Ar/Ser, Q2, Est/Jan e Bso	A	NULO		
	2S	Bso e Ar/Ser		4S	Bso, Est/Jan, Ar/Ser		2S	Bso e Q1				
L	2E	Su e Q1	R	2E	Su e Q1	R	NULO			NULO		
	4S	Bso, Est/Jan, Q2 e Ar/Ser		4S	Bso, Est/Jan, Q2 e Ar/Ser							
NE	2E	Q1 e Bso	R	4E	Su, Bsu, Q1 e Est/Jan	A	NULO			4E	Ar/ Ser, Bso, Q2 e Est/Jan	A
	4S	Bso, Est/Jan, Q2 e Ar/Ser		2S	Bso e Ar/Ser					2S	Bso e Q1	
Ar/Ser - Área de Serviço, Bso - Banheiro Social, Bsu - Banheiro Suíte, Coz - Cozinha, Est/Jan - Estar/Jantar, Q1 - Quarto 1, Q2 - Quarto 2, Su - Suíte												
P – Péssimo, MR – Muito Ruim, R – Ruim, A – Aceitável, B – Bom, MB – Muito Bom, O – Ótimo												

Quadro 2 – Qualidade do Escoamento no Edif. Martinica

Direção Nordeste: o escoamento incidiu obliquamente às faces lateral e frontal (fachadas Norte e Leste, respectivamente) do edifício. O **apartamento 1** apresentou escoamento em quase todos os ambientes, exceto na dependência de empregada e boa parte da cozinha; com duas entradas, apenas pelos ambientes do setor íntimo, e quatro saídas, pelos ambientes dos três setores. O **apartamento 2**

apresentou escoamento em quase todos os ambientes, exceto no banheiro de serviço, dependência de empregada e boa parte da cozinha; com quatro entradas, pelos ambientes dos setores íntimos e social, e duas saídas, pelos ambientes do setor de serviço. O **apartamento 3** não apresentou escoamento interno para essa direção. O **apartamento 4** apresentou escoamento em quase todos os ambientes, exceto na cozinha e banheiro de serviço; com quatro entradas, pelos ambientes dos três setores, e duas saídas, apenas pelos ambientes do setor íntimo (Fig. 4 e Quadro 2).

5. CONCLUSÃO

O presente artigo teve como objetivo analisar o comportamento da ventilação natural pela ação do vento, em dois edifícios multifamiliares da tipologia de 2 dormitórios, construídos na década de 1980, na cidade de Maceió/AL; um deles com 5 e o outro com 4 apartamentos por andar e diferentes orientações de aberturas. Realizaram-se ensaios analógicos de escoamento com maquetes vazadas no equipamento mesa d'água, por meio do método do traçador e da técnica de injeção direta o indicador, para as quatro principais direções de vento da cidade.

No Edifício Fabiano I, com 5 apartamentos por andar e orientação de aberturas em paredes opostas (L/O) e adjacentes (N/L e L/S), os apartamentos apresentaram escoamento entre Aceitável, Bom e Ótimo. Apenas para a direção Sul os apartamentos centrais e o orientado para N/L não obtiveram escoamento.

No Edifício Martinica, com 4 apartamentos por andar e orientação de aberturas em paredes adjacentes (N/L, L/S, S/O e O/N), os apartamentos apresentaram escoamentos muito diferenciados, variando entre Ruim e Aceitável. O apartamento com faces orientadas para S/O não apresentou escoamento para duas direções de vento (L e NE) e o apartamento com faces orientadas para O/N não apresentou escoamento para três direções de vento (L, SE e S).

Conclui-se pela importância de se considerar a orientação, a quantidade de fachadas e a disposição das aberturas no projeto dos edifícios multifamiliares, visando o melhor aproveitamento da ventilação natural pela ação do vento nos apartamentos.

REFERÊNCIAS

- 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**. Rio de Janeiro, 2005b.
- AYNSLEY, R. M.; MELBOURNE, W.; VICKERY, B. J. **Architectural aerodynamics**. London: Applied Science, 1977.
- BOUTET, T. S. **Controlling air movement : a manual for architects and builders**. New York: McGraw-Hill, 1987.
- LAMBERTS, R. et al. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Ed., 1997.
- OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.
- RUAS, A. C. **Conforto térmico nos ambientes de trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.
- TOLEDO, A. M. **Avaliação do desempenho da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos: uma aplicação em Maceió/AL**. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- VIEGAS, J. C. **Ventilação natural de edifícios de habitação**. Lisboa: LNEC, 1996.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e FAPEAL, pela concessão de bolsas de mestrado e de Iniciação Científica, as quais viabilizaram a realização da pesquisa.