



## **AValiação DA VENTILAÇÃO NATURAL EM APARTAMENTOS: PARTE III – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS**

**Alexandre Márcio Toledo (1); Fernando Oscar Ruttkay Pereira (2)**

(1) Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Tabuleiro do Martins, 57072-970 (82) 241-2482, e-mail: [prof.amtoledo@terra.com.br](mailto:prof.amtoledo@terra.com.br)

(2) Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476, 88040-900 – Florianópolis/SC, Tel: 48-331-7080, e-mail: [feco@arq.ufsc.br](mailto:feco@arq.ufsc.br)

### **RESUMO**

Vários aspectos podem ser considerados na avaliação da ventilação natural pela ação do vento em edifícios. O objetivo do presente artigo é confrontar o conhecimento prático dos arquitetos com uma avaliação baseada em ensaios de visualização analógica de escoamento em apartamentos. A metodologia consistiu na comparação dos resultados da aplicação de questionários a um grupo de trinta arquitetos de Maceió e do Método de Análise e Metodologia de Avaliação Multicritério, a dezesseis apartamentos de quatro diferentes edifícios da tipologia de quatro apartamentos por andar. A comparação dos resultados apresentou concordância entre fraca e muito fraca para a primeira etapa e concordância variável, entre muito forte e muito fraca, para a segunda etapa. Apesar disso, os resultados da avaliação puderam ser satisfatoriamente justificados pelas análises dos ensaios de escoamento e, também, amparados pelas segundas ou terceiras escolhas dos entrevistados. A conclusão a que se chega é de que o conhecimento prático dos arquitetos não é suficiente para avaliar a ventilação natural pela ação do vento nesse tipo de edifício. Os resultados comprovam, portanto, a validade do Método de Análise e da Metodologia de Avaliação utilizados.

### **ABSTRACT**

Many aspects have to be considered in the evaluation of natural ventilation in buildings due to wind action. The aim of the present paper is to confront the designers practice knowledge on the behavior of natural ventilation due to wind action against experimental analogical airflow visualization in housing buildings. The methodology consisted of the comparison of the results obtained with a survey with a group of thirty architects from Maceió and an Analysis and a Multicriteria Evaluation Method, applied to sixteen housing apartments of four different buildings, with four units per floor and four floors height. The results comparison showed concordance between weak and very weak in the first stage, and a variable concordance, between very strong and very weak for the second stage. Besides that, the evaluation results have been reasonably explained by the experimental outflow simulations and are also supported by the survey data. The main conclusion is that the architects practice knowledge might not be enough for evaluating natural ventilation due to wind action in this kind of building. The results have also confirmed the usefulness of the proposed Analysis and Evaluation methods.

### **1. INTRODUÇÃO**

Vários aspectos podem ser considerados na avaliação da ventilação natural pela ação do vento em edifícios. Com base na teoria de distribuição de pressão do vento nas superfícies do edifício (ETHERIDGE e SANDEBERG, 1996; BLESSMANN, 1990; AYNSLEY et al., 1977), a orientação adequada para captação dos ventos locais, a disposição e o tamanho das aberturas são aspectos comumente considerados (OLGYAY, 1998; BOUTET, 1987), os quais permeiam o conhecimento prático dos arquitetos.

O problema é aplicar esse conhecimento prático em edifícios de forma ou distribuição interior complexas, nos quais a distribuição de pressão e o escoamento interno não são tão simples de serem

observados ou estimados. Além do que, o padrão de escoamento de ar recomendado para o uso residencial (ALUCCI et al., 1986; RAMOS, 2002; TOLEDO E PEREIRA, 2004), nem sempre é considerado nas análises e avaliações. Em que medida a avaliação prática dos profissionais se aproxima da avaliação analítica que considera esses aspectos?

O objetivo do presente artigo é confrontar a avaliação prática, realizada pelos arquitetos e professores de arquitetura de Maceió, sobre ventilação natural pela ação do vento em apartamentos com uma avaliação analítica, baseada em ensaios de visualização analógica de escoamento, a qual considerou o padrão de escoamento do ar recomendado para o uso residencial.

Este artigo é complementado por duas outras partes: na parte I, os apartamentos foram descritos e avaliados pelos arquitetos e professores de Projeto de Arquitetura e Conforto Ambiental de Maceió (TOLEDO E PEREIRA, 2005a) e, na parte II, os apartamentos foram avaliados pela Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural (TOLEDO E PEREIRA, 2005b).

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia, desta parte III, consistiu na comparação dos resultados da aplicação de questionários a um grupo de arquitetos e professores de arquitetura (parte I) e do Método de Análise e Metodologia de Avaliação Multicritério (parte II), tendo como foco dezesseis apartamentos de quatro diferentes edifícios da tipologia de quatro apartamentos por andar, situados na orla litorânea da cidade de Maceió (9°40' latitude Sul e 35°42' longitude Oeste).

Conforme detalhado na Parte I, foram aplicados trinta questionários, distribuídos em três grupos de dez integrantes cada: (i) ESCRITÓRIOS, composto por arquitetos que atuam no mercado imobiliário de edifícios de apartamentos de Maceió; (ii) UFAL – Universidade Federal de Alagoas e (iii) CESMAC – a Centro de Estudos Superiores de Maceió, compostos por professores de projeto de arquitetura e conforto ambiental dos cursos de arquitetura e urbanismo das respectivas instituições.

Conforme detalhado na parte II, a Metodologia Multicritério de Ventilação Natural (MAM-VN) foi aplicada por meio de uma planilha eletrônica. Para a visualização dos escoamentos, foram realizados ensaios de escoamento com modelos reduzidos, no equipamento mesa d'água, utilizando o método do traçador e a técnica de injeção direta do indicador. Os ensaios de escoamento foram fotografados e filmados; as imagens foram redesenhadas em CAD, com identificação de aberturas de entrada (E) e aberturas de saída (S). Dezesseis dessas imagens são apresentadas ao longo deste artigo.

Os resultados das duas pesquisas também foram analisados em duas etapas: a primeira entre os quatro apartamentos de cada um dos edifícios e a segunda entre os quatro apartamentos de mesma orientação dos quatro edifícios; e para duas condições: a primeira com os apartamentos situados a barlavento abertos (A) e a segunda com eles fechados (B). A escala utilizada para as concordâncias foi a seguinte: muito fraca – abaixo de 30%; fraca – entre 40 e 50%; mediana – entre 50 e 70%; forte – entre 70 e 90%; muito forte – acima de 90%.

## **3. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS**

A concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN situa-se entre fraca e muito fraca para a primeira etapa. Para a segunda etapa, a concordância é variável, situando-se entre muito forte e muito fraca. Entretanto, os resultados da aplicação da MAM-VN podem ser satisfatoriamente justificados pelas segundas ou terceiras escolhas dos entrevistados e também pelas análises dos resultados dos ensaios de escoamento.

### **3.1 Avaliação Comparada dos Apartamentos por Edifício**

Os resultados da pesquisa e da MAM-VN coincidem quanto ao pior e terceiro melhor apartamentos e divergem quanto ao melhor e segundo melhor apartamentos dos edifícios 1 e 2. E coincidem apenas quanto ao pior apartamento e divergem quanto aos demais apartamentos dos edifícios 3 e 4, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados. Para a condição de apartamentos situados a barlavento abertos, nenhum dos resultados coincide, para ambos.

### 3.1.1 Apartamentos do Edifício 1

Os resultados coincidem quanto ao terceiro melhor (A3) e pior (A4) apartamentos e divergem quanto ao melhor (2 e 1, respectivamente) e segundo melhor (A1 e A2, respectivamente) apartamentos do edifício 1.

Por outro lado, pelas justificativas apresentadas na pesquisa, a escolha do apartamento 2 como o melhor deveu-se à suposta melhor captação do vento SE, fato esse que não é confirmado pelos ensaios, pois, apesar de apresentar duas faces oblíquas a barlavento, o desempenho de escoamento de Sudeste do apartamento 2 (5,08) é inferior ao do apartamento 1 (6,00). Isso ocorre devido à ausência de aberturas de saída a sotavento, para essa direção, no apartamento 2 (Figuras 1 a 4).

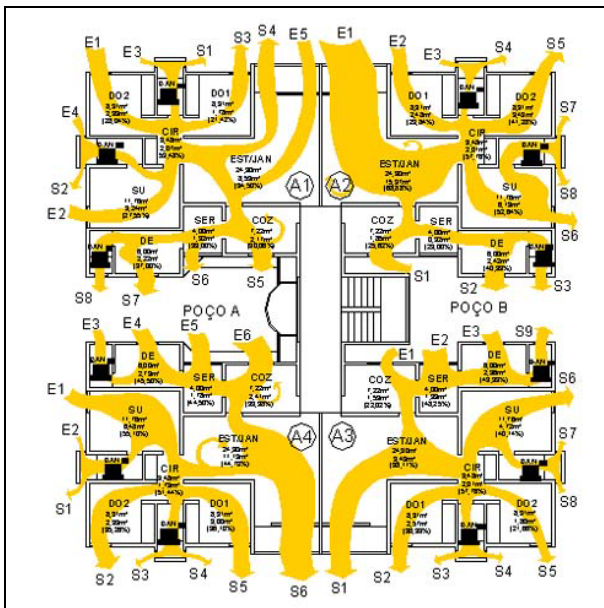


Figura 1 – Escoamento Nordeste do Edifício 1

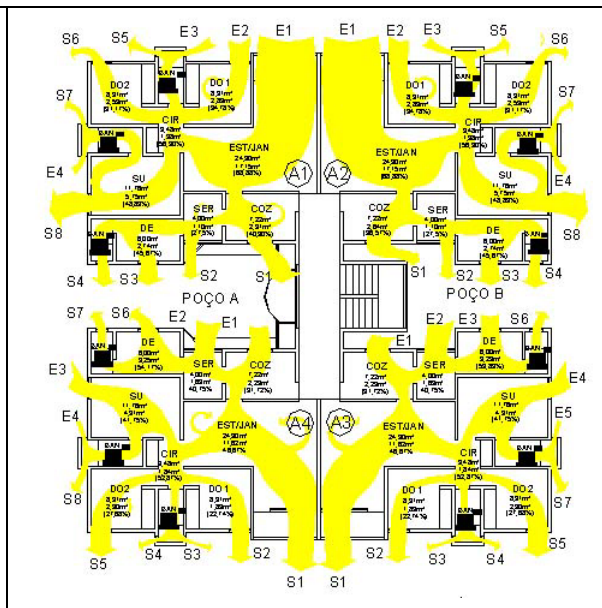


Figura 2 – Escoamento Leste do Edifício 1

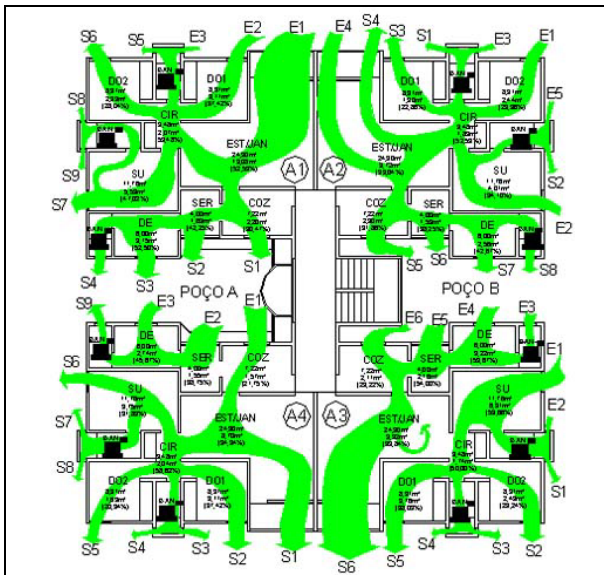


Figura 3 – Escoamento Sudeste do Edifício 1

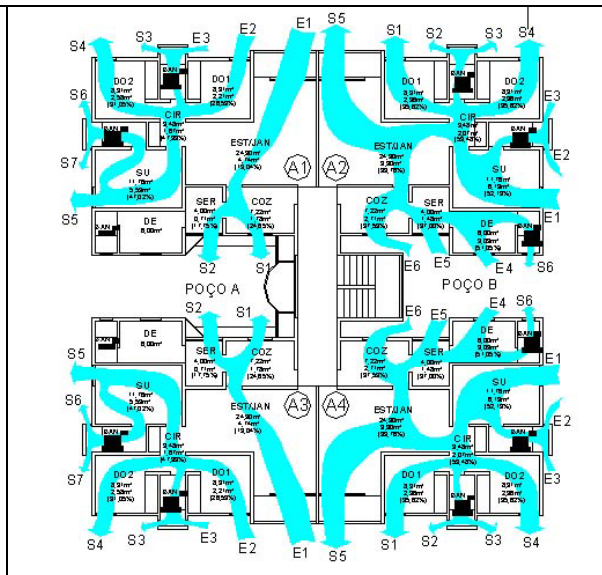


Figura 4 – Escoamento Sul do Edifício 1

Além do que, 33,33% dos entrevistados escolheram o apartamento 1 como o melhor do edifício 1. Portanto, apesar da concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN para os apartamentos do edifício 1 ser fraca (50%), as análises dos ensaios na mesa d'água justificam a avaliação pela MAM-VN e ainda encontra amparo na segunda escolha dos entrevistados.



### 3.1.2 Apartamentos do Edifício 2

Os resultados também coincidem quanto ao terceiro melhor (A3) e pior (A4) apartamentos e divergem quanto ao melhor (A2 e A1, respectivamente) e segundo melhor (A1 e A2, respectivamente) apartamentos do edifício 2.

Por outro lado, pelas justificativas apresentadas na pesquisa, a escolha do apartamento 2 como o melhor também se deveu à suposta melhor captação do vento SE, fato esse que não é confirmado pelos ensaios, pois, apesar de apresentar duas faces oblíquas a barlavento, o desempenho de escoamento de Sudeste do apartamento 2 (5,05) é inferior ao do apartamento 1 (6,45). Isso ocorre também devido à ausência de aberturas de saída a sotavento, para essa direção, no apartamento 2 (Figuras 5 a 8).

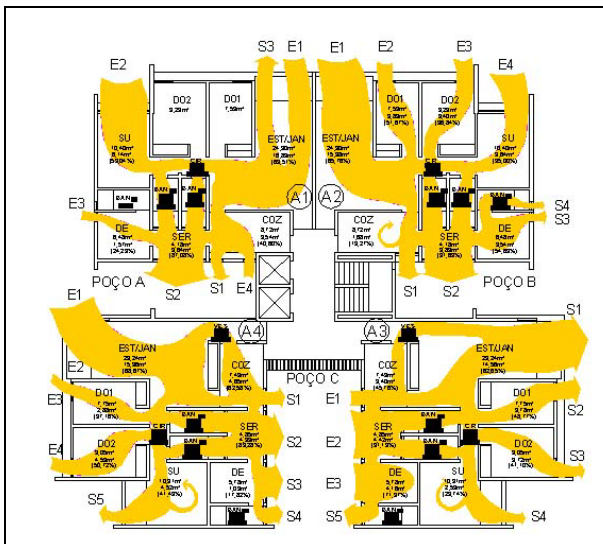


Figura 5 – Escoamento Nordeste do Edifício 2

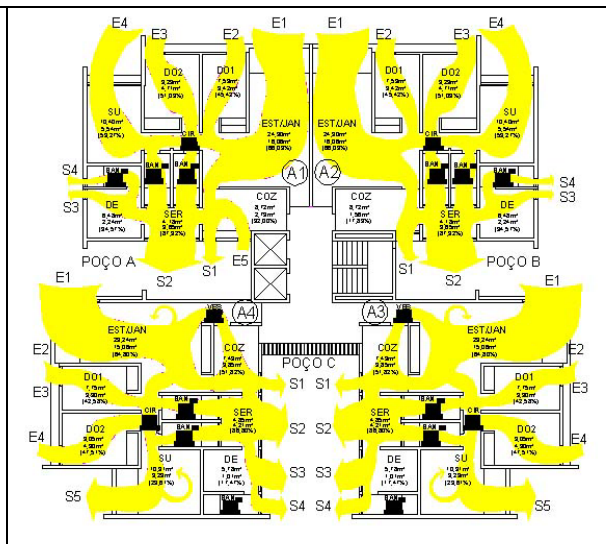


Figura 6 – Escoamento Leste do Edifício 2

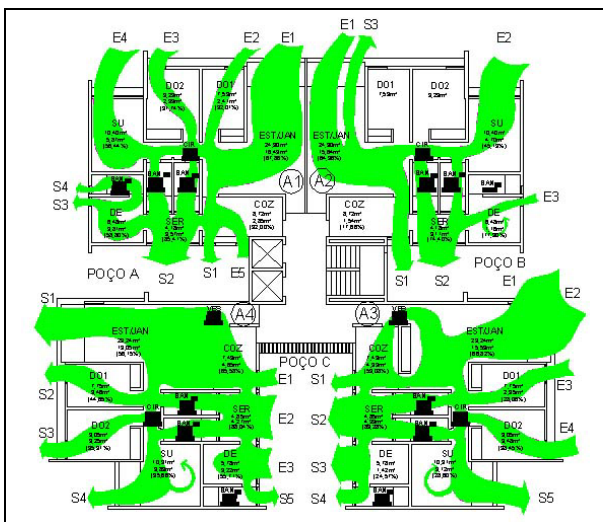


Figura 7 – Escoamento Sudeste do Edifício 2

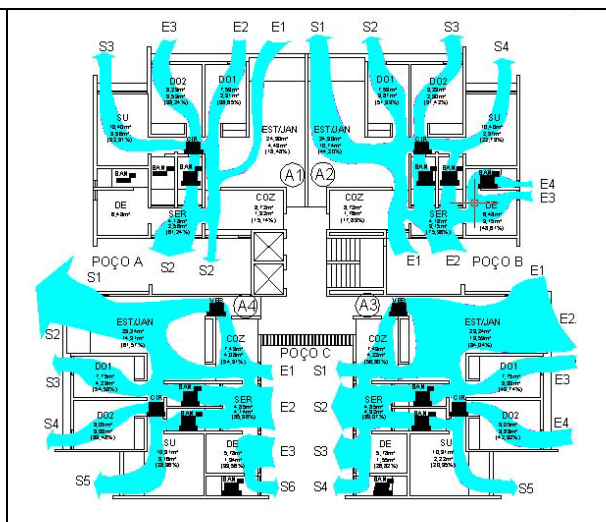


Figura 8 – Escoamento Sul do Edifício 2

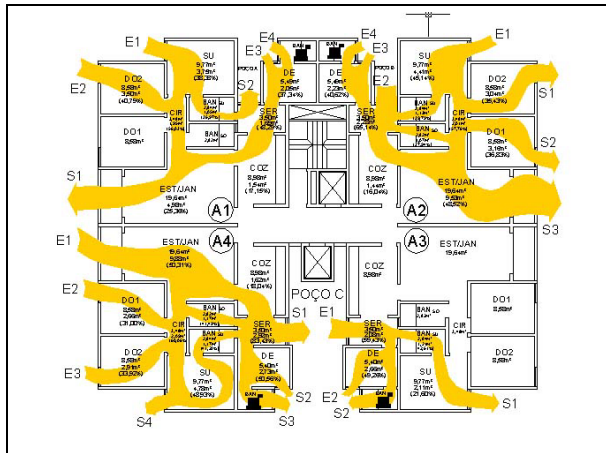
Além do que, 47,62% dos entrevistados escolheram o apartamento 1 como o melhor do edifício 2. Portanto, apesar da concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN para os apartamentos do edifício 2 ser fraca (50%), as análises dos ensaios na mesa d'água justificam a avaliação pela MAM-VN e ainda encontra amparo na segunda escolha dos entrevistados.

### 3.1.3 Apartamentos do Edifício 3

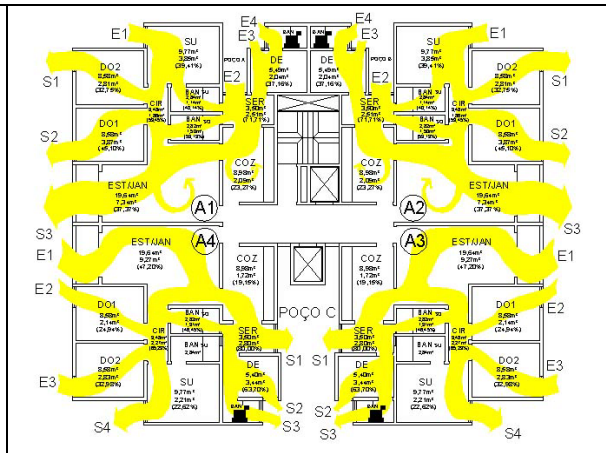
Os resultados coincidem apenas quanto ao pior (A4) apartamento e divergem quanto ao melhor (A2 e A3, respectivamente), segundo melhor (A1 e A2, respectivamente) e terceiro melhor (A3 e A1,

respectivamente) apartamentos do edifício 3, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados. Para a condição de apartamentos situados a barlavento abertos, nenhum dos resultados coincide.

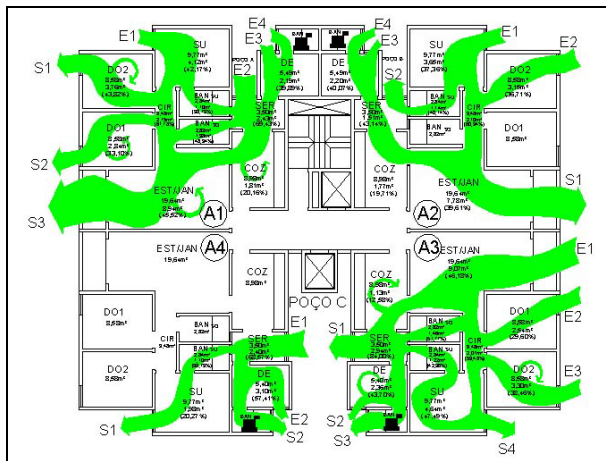
Por outro lado, pelas justificativas apresentadas na pesquisa, a escolha do apartamento 2 como o melhor se deveu à suposta melhor captação dos ventos L, SE e S e a do apartamento 1 como o segundo melhor, à suposta melhor captação dos ventos L, SE e NE. Esses fatos não são confirmados pelos ensaios, pois, apesar do apartamento 2 apresentar faces orientadas para Leste e Sul e o apartamento 1, para Leste e Norte, apenas os desempenhos de escoamento Nordeste dos apartamentos 2 e 1 são superiores aos demais desempenhos de escoamentos do apartamento 3. Isso ocorre também devido ao inesperado desempenho de direção Leste pelo apartamento 3, por se situar lateralmente e a sotavento em relação à essa direção (Figuras 9 a 12).



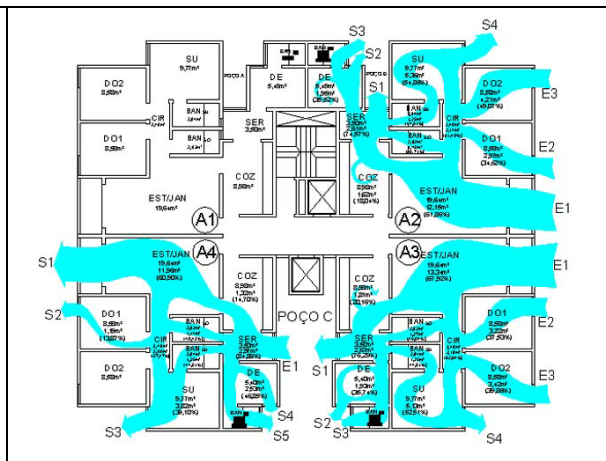
**Figura 9 – Escoamento Nordeste do Edifício 3**



**Figura 10 – Escoamento Leste do Edifício 3**



**Figura 11 – Escoamento Sudeste do Edifício 3**



**Figura 12 – Escoamento Sul do Edifício 3**

Cabe ressaltar, no entanto, que apenas um dos entrevistados (4,76%) escolheu o apartamento 3 como o melhor do edifício 3 e cinco deles (23,81%) o escolheram como o segundo melhor. Portanto, apesar da concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN ser muito fraca (25%) para os apartamentos do edifício 3 e não encontrar amparo significativo nas segunda e terceira escolhas dos entrevistados, as análises dos ensaios na mesa d'água justificam a avaliação pela MAM-VN.



### 3.1.4 Apartamentos do Edifício 4

Os resultados também coincidem apenas quanto ao pior (A4) apartamento e divergem quanto ao melhor (A2 e A3, respectivamente), segundo melhor (A1 e A2, respectivamente) e terceiro melhor (A3 e A1, respectivamente) apartamentos do edifício 4, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados. Para a condição de apartamentos situados a barlavento abertos, também nenhum resultado coincide.

Por outro lado, pelas justificativas apresentadas na pesquisa, a escolha do apartamento 2 como o melhor se deveu à suposta melhor captação dos quatro ventos L, SE, S e N e a do apartamento 1 como o segundo melhor, à suposta melhor captação dos três ventos L, SE e NE. Esses fatos não são confirmados pelos ensaios, pois, apesar do apartamento 2 apresentar faces orientadas para Leste e Sul e o apartamento 1, para Leste e Norte, apenas os desempenhos de escoamento Nordeste dos apartamentos 2 e 1 são superiores aos demais desempenhos de escoamentos do apartamento 3. Isso ocorre devido ao avanço lateral e a melhor definição de aberturas de saída do apartamento 3, o que permite melhores desempenhos para as direções L, SE e S. (Figuras 13 a 16).

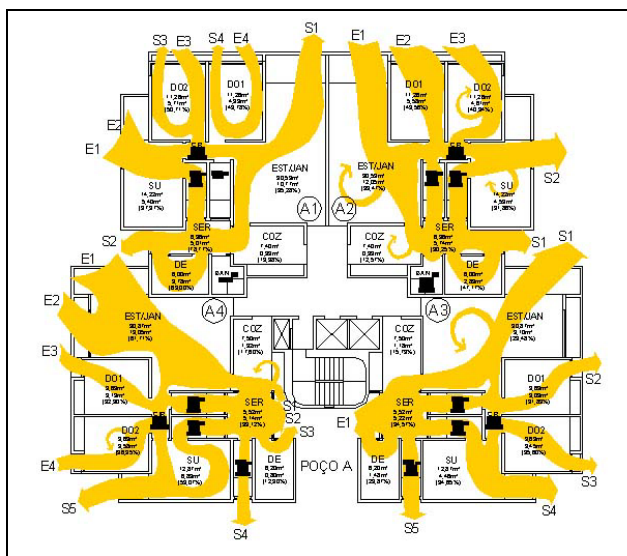


Figura 13 – Escoamento Nordeste do Edifício 4

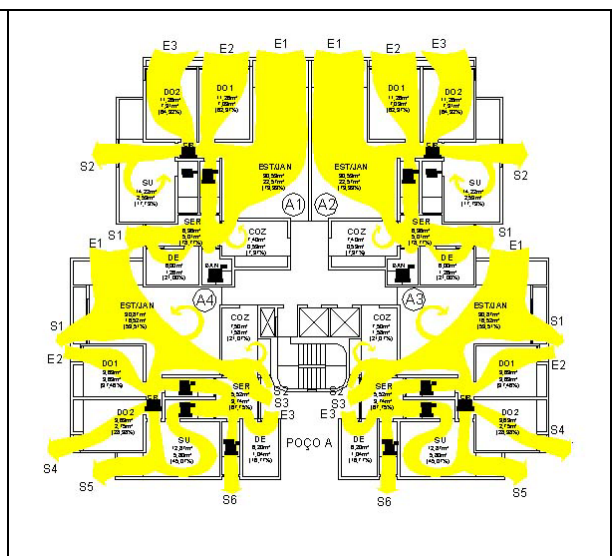


Figura 14 – Escoamento Leste do Edifício 4

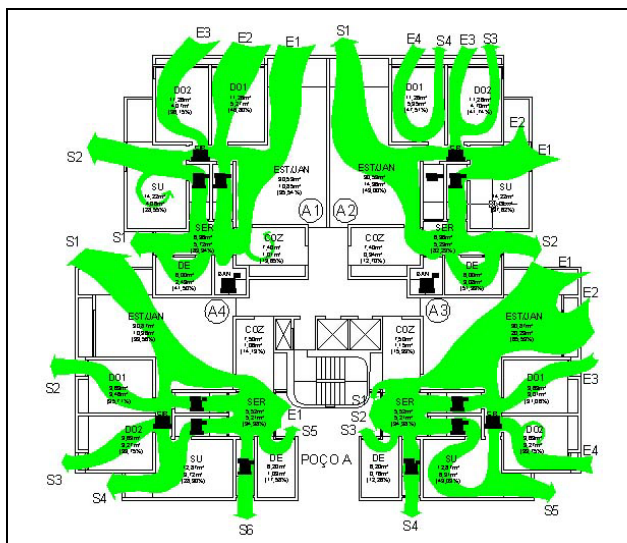


Figura 15 – Escoamento Sudeste do Edifício 4

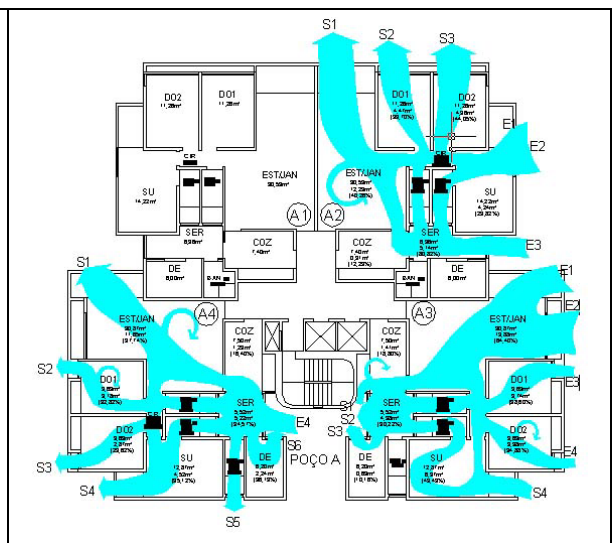


Figura 16 – Escoamento Sul do Edifício 4

Cabe ressaltar, no entanto, que apenas um dos entrevistados (4,76%) escolheu o apartamento 3 como o melhor do edifício 4 e nenhum deles o escolheu como o segundo melhor. Portanto, apesar da

concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN ser muito fraca (25%) para os apartamentos do edifício 4 e não encontrar amparo significativo nas segunda e terceira escolhas dos entrevistados, as análises dos ensaios na mesa d'água justificam a avaliação pela MAM-VN.

### **3.2 Avaliação Comparada dos Apartamentos por Orientação**

Os resultados da pesquisa e da MAM-VN coincidem apenas quanto ao pior e divergem quanto ao melhor, segundo melhor e terceiro melhor edifícios quanto aos apartamentos 1 e 2. Coincidem quanto ao terceiro melhor e pior edifício e divergem quanto ao melhor e segundo melhor edifício quanto aos apartamentos 3, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados; entretanto, para a condição de apartamentos a barlavento abertos, nenhum resultado coincide. Coincidem também para todos os edifícios quanto aos apartamentos 4, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados; entretanto, para a condição de apartamentos situados a barlavento abertos, os resultados coincidem apenas quanto ao melhor edifício e divergem para os demais.

#### **3.2.1 Apartamento 1: Orientação Norte/Leste**

Os resultados coincidem apenas quanto ao pior edifício (E3) e divergem quanto ao melhor (E4 e E2, respectivamente), segundo melhor (E2 e E1, respectivamente) e terceiro melhor (E1 e E4, respectivamente) edifícios quanto ao apartamento 1.

Por outro lado, pelas justificativas apresentadas na pesquisa, a escolha do edifício 4 como o melhor deveu-se ao maior número de aberturas para captação do vento NE; do edifício 2 como o segundo melhor, à ampla abertura da suíte e boas aberturas de saída; do edifício 1 como o terceiro melhor, à captação apenas do vento NE pela suíte. Esses argumentos não são confirmados pelos ensaios como indicadores de melhor desempenho, pois, os desempenhos de escoamentos do apartamento 1 do edifício 2 são superiores aos dos demais para as três direções de vento (NE, L e SE), só sendo inferior para a direção S, em relação ao edifício 1. Isso ocorre devido à melhor definição de aberturas de saída do apartamento 1 do edifício 2, o que permite melhores desempenhos para as direções NE, L e SE; já o edifício 4, apesar de apresentar amplas aberturas nos setores social e íntimo, não apresenta aberturas de saída na mesma proporção.

Cabe ressaltar, no entanto, que 47,62% e 38,10% dos entrevistados escolheram o edifício 2 como o melhor e segundo melhor, respectivamente, quanto ao apartamento 1. Portanto, apesar da concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN ser muito fraca (25%) para os edifícios quanto aos apartamentos 1, encontram-se justificativas nas análises dos ensaios na mesa d'água e amparo significativo nas segundas escolhas dos entrevistados.

#### **3.2.2 Apartamento 2: Orientação Leste/Sul**

Os resultados também coincidem apenas quanto ao pior edifício (E3) e divergem quanto ao melhor (E4 e E2, respectivamente), segundo melhor (E2 e E1, respectivamente) e terceiro melhor (E1 e E4, respectivamente) edifícios quanto ao apartamento 2.

Por outro lado, pelas justificativas apresentadas na pesquisa, a escolha do edifício 4 como o melhor se deveu ao maior número de aberturas para captação do vento SE; do edifício 2 como o segundo melhor, à ampla abertura da suíte e boas aberturas de saída; do edifício 1 como o terceiro melhor, à captação pela suíte apenas dos ventos SE e S. Esses argumentos não são confirmados pelos ensaios como indicadores de melhor desempenho, pois, os desempenhos de escoamentos do apartamento 2 do edifício 2 são superiores aos dos demais para as direções NE e L, sendo ligeiramente inferior para as direções SE e S, em relação ao edifício 1. Isso ocorre devido à melhor definição de aberturas de saída do apartamento 2 do edifício 2, o que permite melhores desempenhos para as direções NE, L e SE; já o edifício 4, apesar de apresentar amplas aberturas nos setores social e íntimo, não apresenta aberturas de saída na mesma proporção.

Cabe ressaltar, no entanto, que 42,86% dos entrevistados escolheram o edifício 2 como o melhor e 42,86% como o segundo melhor, em primeira escolha, quanto ao apartamento 2. Portanto, apesar da concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN ser muito fraca (25%) para os edifícios quanto aos apartamentos 2, encontram-se justificativas nas análises dos ensaios na mesa

d'água e amparo significativo na segunda escolha dos entrevistados, para o melhor, e na primeira escolha para o segundo melhor edifício.

### **3.2.3 Apartamento 3: Orientação Sul/Oeste**

Os resultados coincidem quanto ao terceiro melhor (E3) e pior (E1) e divergem quanto ao melhor (E4 e E2, respectivamente) e segundo melhor (E2 e E4, respectivamente) edifícios quanto aos apartamentos 3, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados. Para a condição de apartamentos abertos, nenhum resultado coincide.

Por outro lado, pelas justificativas apresentadas na pesquisa, as escolhas dos edifícios 4 e 2 como os melhores deveram-se quase aos mesmos motivos, tendo o edifício 4 sido escolhido como o melhor pelas maiores aberturas do estar/jantar em relação ao edifício 2. Esse argumento, no entanto, não é confirmado pelos ensaios como indicador de melhor desempenho, pois, os desempenhos de escoamentos do apartamento 3 do edifício 2 são superiores aos do edifício 4 para as direções L e S, sendo ligeiramente inferior para a direção SE. A maior abrangência do escoamento no estar/jantar, dormitórios 1 e 2, na cozinha e serviço do apartamento 3 do edifício 2 permite melhores desempenhos para as direções L e S.

Cabe ressaltar, no entanto, que 40% dos entrevistados escolheram o edifício 2 como o melhor e 55% como o segundo melhor, em primeira escolha, quanto ao apartamento 3. Portanto, apesar da concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN ser fraca (50%), para os edifícios quanto aos apartamentos 3, encontram-se justificativas nas análises dos ensaios na mesa d'água e amparo significativo na segunda escolha dos entrevistados, para o melhor, e na primeira escolha para o segundo melhor edifício.

### **3.2.4 Apartamento 4: Orientação Oeste/ Norte**

Os resultados coincidem para todas as posições de edifícios quanto aos apartamentos 4, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados. Para a condição de apartamentos abertos, coincide apenas quanto ao melhor (E2) e diverge para o segundo melhor (4 e 1, respectivamente), terceiro melhor (E3 e E4, respectivamente) e pior (E1 e E3, respectivamente) edifícios quanto aos apartamentos 4.

Portanto, como a concordância entre os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN é absoluta (100%) para os edifícios quanto aos apartamentos 4, demonstra a maior facilidade tanto dos entrevistados quanto da MAM-VN em identificar a pior condição de desempenho, a qual corresponde aos apartamentos de orientação Oeste/Norte.

## **3.3 Síntese e Discussão dos Resultados Comparados**

Os resultados da pesquisa e da MAM-VN para **apartamentos por edifício** coincidem quanto ao pior e terceiro melhor e divergem quanto ao melhor e segundo melhor apartamento dos edifícios 1 e 2; apresentando, portanto, concordância fraca. Mesmo assim, os resultados dos ensaios justificam a avaliação pela MAM-VN e ainda encontra amparo na segunda escolha dos entrevistados, para ambos.

Os resultados coincidem apenas quanto ao pior e divergem quanto aos demais apartamentos dos edifícios 3 e 4, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados (B). Para a condição de apartamentos situados a barlavento abertos (A), nenhum dos resultados coincide, para ambos; apresentando, portanto, concordância muito fraca. Mesmo assim, apesar de não encontrar amparo significativo nas segunda e terceira escolhas dos entrevistados, os resultados dos ensaios também justificam a avaliação pela MAM-VN, para ambos (Quadro 1).

O curioso desse resultado, mas já expresso nas opiniões dos entrevistados, foi o melhor desempenho dos apartamentos 1 (Norte/Leste) em relação aos apartamentos 2 (Leste/Sul). Os ensaios de escoamento (figuras 1 a 4 – E1 e figuras 5 a 8 – E2) demonstram que, nos dois edifícios, o escoamento SE (direção de maior frequência anual) é superior nos apartamentos 1 do que nos apartamentos 2 e que o escoamento de direção S (terceira maior frequência anual), apesar de ser inferior quanto à abrangência do escoamento, corresponde melhor ao padrão de escoamento desejado, por garantir entradas pelo setor social e íntimo e saídas pelo setor de serviço.



E também, o melhor desempenho dos apartamentos 3 (Sul/Oeste) em relação aos apartamentos 1 (Norte/Sul) e 2 (Leste/Sul), sobretudo para o edifício 4. Os ensaios de escoamento (figuras 9 a 12 – E3 e figuras 13 a 16 – E4) demonstram que, nos dois edifícios, o escoamento SE (direção de maior frequência anual) dos apartamentos 3 é superior ou equivalente ao dos apartamentos 2 e 1, respectivamente; o escoamento L (segunda maior frequência anual) é bastante satisfatório, mesmo no edifício 3 (localização lateral em relação à essa direção) e, o escoamento de direção S (terceira maior frequência anual), apresenta maior abrangência e padrão de escoamento desejado, por garantir entradas pelo setor social e íntimo e saídas pelo setor de serviço.

**Quadro 1 – Resultados Comparados dos Apartamentos (A) por Edifício (E)**

	E1		E2		E3			E4		
	PESQ	MAM	PESQ	MAM	PESQ	MAM (A)	MAM (B)	PESQ	MAM (A)	MAM (B)
<b>1º Melhor</b>	A2	A1	A2	A1	A2	A3	A3	A2	A3	A3
<b>2º Melhor</b>	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A4	A2
<b>3º Melhor</b>	A3	A3	A3	A3	A3	A4	A1	A3	A2	A1
<b>4º Pior</b>	A4	A4	A4	A4	A4	A1	A4	A4	A1	A4

Os resultados da pesquisa e da MAM-VN para **apartamentos por orientação** coincidem apenas quanto ao pior e divergem quanto ao melhor, segundo melhor e terceiro melhor edifícios quanto aos apartamentos 1 e 2; apresentando, portanto, concordância muito fraca. Apesar disso, encontram-se justificativas nos resultados dos ensaios e amparo significativo nas outras escolhas dos entrevistados.

Os resultados também coincidem quanto ao terceiro melhor e pior edifício e divergem quanto ao melhor e segundo melhor edifício quanto aos apartamentos 3, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados (B); apresentando, portanto, concordância fraca. Apesar disso, encontram-se justificativas nos resultados dos ensaios e amparo significativo na segunda escolha dos entrevistados, para o melhor, e na primeira escolha para o segundo melhor edifício.

Coincidem também para todos os edifícios quanto aos apartamentos 4, para a condição de apartamentos situados a barlavento fechados; apresentando, portanto, concordância absoluta entre a avaliação dos arquitetos e da aplicação da MAM-VN (Quadro 2).

**Quadro 2 – Resultados Comparados dos Apartamentos (A) por Orientação**

	A1		A2		A3			A4		
	PESQ	MAM	PESQ	MAM	PESQ	MAM (A)	MAM (B)	PESQ	MAM (A)	MAM (B)
<b>1º Melhor</b>	E4	E2	E4	E2	E4	E2	E2	E2	E2	E2
<b>2º Melhor</b>	E2	E1	E2	E1	E2	E4	E4	E4	E1	E4
<b>3º Melhor</b>	E1	E4	E1	E4	E3	E1	E3	E3	E4	E3
<b>4º Pior</b>	E3	E3	E3	E3	E1	E3	E1	E1	E3	E1

O curioso desses resultados para os apartamentos 1 e 2 foi a diferenciação realizada pela MAM-VN quanto aos edifícios 2, 1 e 4, posto que o edifício 4 foi escolhido como o de melhor desempenho pelos entrevistados. No entanto, os ensaios de escoamento e as análises mostraram que apesar da maior face e área de aberturas para captação dos ventos NE, L e SE do edifício 4, o mesmo não apresenta boa proporção entre aberturas de entrada e saída, nem faces orientadas a sotavento. Fato esse que prejudica sensivelmente o desempenho de escoamento no interior dos respectivos apartamentos.

Nesse caso, pode-se afirmar que a existência dos poços abertos nos edifícios 1 e 2 e a menor compactidade contribuíram para os melhores desempenhos. Portanto, maiores faces a barlavento e maiores aberturas de entrada não levaram necessariamente ao melhor desempenho; outros aspectos da geometria do edifício e dos apartamentos são também importantes, como a existência de faces situadas a sotavento e relação equilibrada entre aberturas de entrada e de saída.

Outro aspecto interessante e que não se mostrou determinante foi quanto à localização dos banheiros nas plantas dos apartamentos: externos, apenas no edifício 1, ou internos, nos demais; posto que o

edifício 1 não apresentou nenhum apartamento como o melhor de todos por orientação, mas apenas o segundo melhor para as orientações Norte/Leste e Leste/Sul.

#### **4. CONCLUSÕES**

Nesse artigo foram apresentados, discutidos e comparados os resultados de avaliações de desempenho de ventilação natural de dezesseis apartamentos de quatro edifícios de quatro apartamentos por andar, obtidos por meio de pesquisa realizada com os arquitetos e professores de projeto de arquitetura de Maceió e da aplicação da Metodologia Multicritério de Avaliação da Ventilação Natural (MAM-VN). Os resultados foram analisados em duas etapas: entre os quatro apartamentos de cada um dos edifícios e entre os quatro apartamentos de mesma orientação dos quatro edifícios; e para duas condições: com os apartamentos situados a barlavento abertos e com eles fechados. Os resultados da pesquisa e da aplicação da MAM-VN foram comparados para as duas condições. Também foram verificadas as concordâncias dos resultados e confrontadas as justificativas apresentadas pela pesquisa com as análises dos ensaios de escoamento realizados na mesa d'água.

Apesar da comparação dos resultados da pesquisa com os arquitetos e professores de arquitetura e da aplicação da Metodologia Multicritério de Avaliação da Ventilação Natural ter apresentado concordância entre fraca e muito fraca para a primeira etapa e concordância variável, entre muito forte e muito fraca, para a segunda etapa, os resultados da aplicação da MAM-VN puderam ser satisfatoriamente justificados pelas análises dos ensaios de escoamento realizados na mesa d'água e, também, quase sempre amparados pelas segundas ou terceiras escolhas dos entrevistados.

Os resultados demonstram como a MAM-VN consegue diferenciar os aspectos da geometria dos apartamentos e do padrão de escoamento desejado para o uso residencial, ponderando a contribuição de cada uma das quatro direções de vento analisadas.

Comprova-se, portanto, a validade do Método de Análise e da Metodologia de Avaliação Multicritério utilizados, para determinar o desempenho de ventilação natural pela ação do vento dos dezesseis apartamentos dos quatro edifícios selecionados e para esclarecer as discordâncias entre as respostas dos arquitetos e professores.

#### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALUCCI, M.; CARNEIRO, C.; BARING J. (1986) Implantação de conjuntos habitacionais: recomendações para adequação climática e acústica. São Paulo: IPT.
- AYNSLEY, R.M.; MELBOURNE, W.; VICKERY, B.J. (1977) Architectural aerodynamics. Applied London: Science Publishers.
- BLESSMANN, J. (1990) Aerodinâmica das construções. Porto Alegre: Sagra.
- BOUTET, T.S. (1987) Controlling air movement: a manual for architects and builders. New York: McGraw-Hill.
- ETHERIDGE, D.; SANDEBERG, M. (1996) Building ventilation: theory and measurement. West Sussex (UK): Wiley & Sons.
- OLGYAY, V. (1998) Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili.
- RAMOS, A. (2002) Incorporação imobiliária: roteiro para avaliação de projetos. Brasília: Lettera.
- TOLEDO, A.M.; PEREIRA F.O.R. (2004) Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural: detalhamento para aplicação em apartamentos. In: Congresso de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação do Mercosul, MERCOFRIO 2004, Curitiba, 10p.
- TOLEDO, A.M.; PEREIRA F.O.R. (2005a) Avaliação da ventilação natural em apartamentos: parte I - como os arquitetos avaliam. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, ENCAC 2005, Maceió, 10p.
- TOLEDO, A.M.; PEREIRA F.O.R. (2005b) Avaliação da ventilação natural em apartamentos: parte II - como a MAM-VN avalia. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, ENCAC 2005, Maceió, 10p.