



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

AValiação DO DESEMPENHO DA VENTILAÇÃO NATURAL EM APARTAMENTOS COM DORMITÓRIOS E BANHEIROS REVERSÍVEIS

Alexandre Márcio Toledo (1); Nayane Laurentino da Silva (2)

(1) Doutor, Professor do Curso de Arquitetura e Urbanismo, prof.amtoledo@fau.ufal.br

(2) Bolsista de Iniciação Científica, nayane_al@hotmail.com

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Grupo de Estudos em Projeto de Arquitetura (GEPA), Maceió/ AL, Tel.: (082) 3241- 1864

RESUMO

No trópico quente e úmido, a ventilação natural é de suma importância para garantir o conforto térmico dos usuários de edifícios não climatizados, sobretudo os residenciais. O mercado imobiliário visando maior flexibilidade de uso tem oferecido apartamentos com dormitórios e banheiros reversíveis. Em geral, os apartamentos são entregues com duas portas nesses ambientes, cabendo aos usuários as futuras adaptações. Até que ponto os dormitórios e banheiros reversíveis contribuem para a ventilação natural dos apartamentos? O objetivo da presente pesquisa é avaliar o desempenho da ventilação natural em apartamentos com dormitórios e banheiros reversíveis. A metodologia consistiu na realização de ensaios analógicos de escoamento com maquetes vazadas no equipamento mesa d'água, utilizando o método do traçador e a técnica de injeção direta do indicador e, por fim, aplicação da Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural (MAM-VN) em três situações de uso para as aberturas internas dos dormitórios reversíveis: as duas portas abertas, abertura para o setor íntimo, abertura para o setor de serviço. Os resultados demonstram que os dormitórios reversíveis ampliaram as possibilidades de ventilação conjunta dos apartamentos, por permitirem ligação direta entre o setor íntimo e de serviço, quando as duas portas encontram-se abertas, o que ocasiona um melhor desempenho de ventilação natural. A situação 2, quando a porta para o setor de serviço aberta apresentou resultados ligeiramente inferiores a primeira, diferente da situação 3 que apresentou os piores resultados.

Palavras-chave: Ventilação Natural; Ensaios Analógicos; Avaliação Multicritério; Apartamentos.

ABSTRACT

On warm and humid tropics, the natural ventilation has great importance to achieve user's thermal comfort in not conditioned buildings, specifically on houses. Real estate, aiming a larger flexibility on apartment houses, offers reversible bedrooms and bathrooms. Generally, these apartment houses are handed over with two the doors in these ambients and the user decides how to use them. How far this reversible dormitories and bathrooms help the improvement of natural ventilation? The aim of this paper is to evaluate the performance of natural ventilation in apartment houses with reversible rooms. The method consisted in analogical essays of flowage on models with the equipment "water table", using the tracer method and the direct injection of indicator and, finally, the application of Methodology of Natural Ventilation Multicriteria Assessment (MAM-VN) in three moments of use for reversible dormitories' internal openings: both doors open, open for the intimate area and for servicing area. The results show reversible rooms have improved the possibilities of conjoint ventilation on apartment houses, for them allow a direct connection between the intimate and servicing area, when both doors are open, occasioning an improvement on natural ventilation. The second situation, with the door opened for the servicing area, shows results tiny inferior then the first, differently from situation three which presents the worst results.

Keywords: Natural ventilation; Analogical essays, Multicriteria Assessment; Apartments.

1. INTRODUÇÃO

A orientação adequada para captação dos ventos locais, a disposição e o tamanho das aberturas são aspectos comumente considerados para se analisar a ventilação natural pela ação do vento em edifícios (OLGYAY, 1998; BOUTET, 1987). Visto que o aproveitamento da ventilação natural pelos edifícios é de suma importância em clima quente e úmido moderado, presente na maior parte do litoral do nordeste do Brasil (LAMBERTS et al., 1997), o conhecimento de seu comportamento é de fundamental interesse para o projeto do sistema de aberturas de ventilação.

O conhecimento prático sobre ventilação natural dos edifícios baseia-se na teoria de distribuição de pressão do vento nas superfícies do edifício (ETHERIDGE; SANDEBERG, 1996; BLESSMANN, 1990; AYNSLEY; MELBOURNE; VICKERY, 1977). O problema é aplicar esse conhecimento prático aos 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.

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 reduzida); 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 (TOLEDO, 2006).

Apesar das simplificações e das limitações visuais, por apresentar resultados apenas bidimensionais, verifica-se o grande potencial dos ensaios analógicos como ferramenta de visualização qualitativa para o entendimento do escoamento do ar pela ação do vento no interior dos edifícios (GERMANO, M.; ROULET, C. A., 2006), por trabalharem com baixa velocidade e permitirem a visualização instantânea do escoamento.

Os métodos tradicionais de visualização de escoamentos com modelos em escala reduzida exigem menos tempo de trabalho e menor custo operacional, constituindo-se em boa alternativa para os modelos CFD's (Dinâmica de Fluidos Computacional), os quais são muito eficazes quantitativa e qualitativamente; porém, segundo Toledo (2006), podem ser considerados impróprios por ainda serem pouco acessíveis, implicarem treinamento especializado, equipamentos de informática com grande capacidade de memória de processamento e onerosas licenças pelo uso dos programas; além de dificuldade em simular plantas complexas.

O setor imobiliário, visando atender a perfis diferentes de usuários tem ofertado apartamentos com dormitórios e banheiros reversíveis, os quais apresentam mais flexibilidade de uso, permitindo tanto a ampliação do setor íntimo quanto a do setor de serviço. Como se dá a ventilação natural nesses apartamentos? Até que ponto os dormitórios e banheiros reversíveis contribuem para a ventilação natural dos apartamentos?

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho da ventilação natural em tipologias de edifícios de apartamentos com banheiros e dormitórios reversíveis.

3. MÉTODO

Realizaram-se ensaios analógicos de escoamento no equipamento mesa d'água (fig. 1), do Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, utilizando o método do traçador e a técnica de injeção direta do indicador - detergente lava-louça. (TOLEDO; PERREIRA, 2003).

Confeccionou-se maquete vazada (fig. 2) do pavimento tipo de um edifício, na escala 1/50 em MDF, com as seguintes características: paredes com 3cm de altura, portas e janelas consideradas como vãos abertos, com exceção das portas de acesso aos apartamentos, as quais consideraram-se sempre fechadas. Previram-se três situações de uso para as aberturas do dormitório reversível: (i) duas portas abertas, (i) porta voltada ao setor íntimo fechada, (iii) porta voltada ao setor de serviço fechada.

O edifício escolhido apresenta tipologia de quatro apartamentos por andar e o seguinte programa de necessidades: varanda, sala estar/jantar, dormitório, suíte reversível, dormitório reversível, banheiro de serviço, cozinha e serviço. Os dois apartamentos anteriores (1 e 2) são conjugados e apresentam as aberturas

dos setores social e íntimo voltadas para Leste; os dois apartamentos posteriores (3 e 4) são separados pela circulação vertical, apresentam avanços laterais e aberturas dos setores social e íntimo voltadas para Norte ou Sul (fig. 3).



Figura 1: Equipamento Mesa d'água.

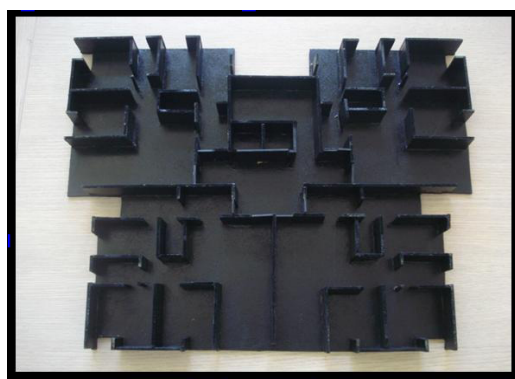


Figura 2: Maquete vazada do edifício Turmalina.

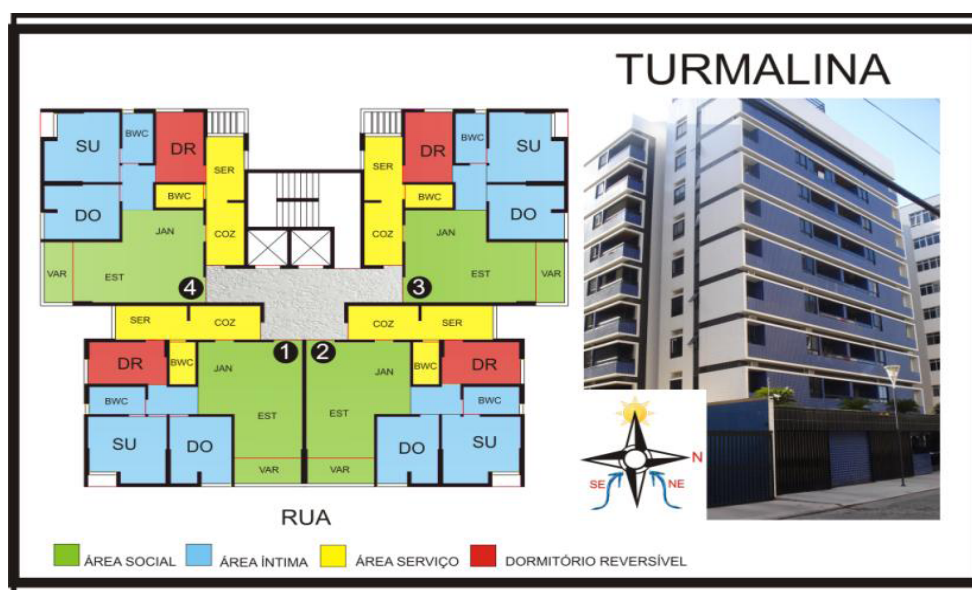


Figura 3: Planta baixa setorizada e foto da fachada do edifício.

Registraram-se os ensaios por meio de câmera fotográfica digital, sendo 12 ensaios por maquete para as três situações propostas e para as quatro orientações diferentes de vento (Nordeste, Leste, Sudeste e Sul). Redesenharam-se as imagens em CAD. Calcularam-se as abrangências do escoamento em todos os ambientes, exceto varanda e circulação. Construíram-se os diagramas de Níveis de Percursos, que consistem na visualização das saídas e entradas do escoamento, além de identificar quantos níveis de percursos existem desde a entrada até a saída do escoamento no apartamento. Aplicou-se a Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural (MAM-VN) – a qual prevê avaliações de desempenho, por meio dos Índices de Desempenho Parciais (IDP) de direção de vento e de estação, englobando o padrão desejável de escoamento do ar nos ambientes, dividido em quatro categorias: abrangência do escoamento, níveis de percurso, localização de banheiros e localização de cozinhas; e por meio do Índice de Desempenho Global de Ventilação Natural (IDG-VN), englobando dois níveis: o primeiro, que consiste na desejabilidade sazonal de ventilação natural em relação às estações do ano, e o segundo, que corresponde ao potencial sazonal dos ventos, composto pelos ventos de maior frequência total de cada estação, além da soma residual dos demais (TOLEDO, 2006).

Ajustaram-se as planilhas de avaliação devido à nova tipologia do edifício, mantendo-se os pesos para o setor social de 40%, o setor íntimo de 40% e o setor de serviço de 20%. Dessa forma, dependendo da situação considerada para o dormitório reversível, os pesos foram modificados para: situação 1 (aberturas no serviço e íntimo) – peso 12,5%; situação 2 (como dependência de empregada – setor de serviço) – peso

2,5%; situação 3 (como dormitório – setor íntimo) – peso 10%. E por fim, com base nos valores atribuídos classificaram-se os desempenhos da ventilação natural dos apartamentos (tabela 1).

Classificação		
1	9 a 10	Ótimo
2	8 a 9	Muito Bom
3	7 a 8	Bom
4	5 a 7	Razoável
5	4 a 5	Ruim
6	2 a 4	Muito Ruim
7	0 a 2	Péssimo

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 ENSAIOS DE ESCOAMENTO

4.1.1 Vento Nordeste

Tabela 1: Desempenhos de Ventilação Natural
Fonte: Toledo, 2006



O vento Nordeste incide no edifício diagonalmente, de forma que as aberturas a barlavento possuem orientações Norte e Leste, apesar de algumas aberturas do **apart. 2** também servirem de saída; as aberturas a sotavento apresentam orientações Sul e Oeste (fig. 4).

Constatou-se em todos os ensaios a não ocorrência de escoamento no **apart. 4**, orientado a Sul/Oeste, além da semelhança do escoamento no interior do **apart. 1** nas três situações. Destaca-se o **apart. 3** da situação 1, por apresentar o maior número de entradas (3) e saídas (4). É possível observar uma maior dinâmica na situação 1, em que a ventilação conjunta torna-se mais diversificada.

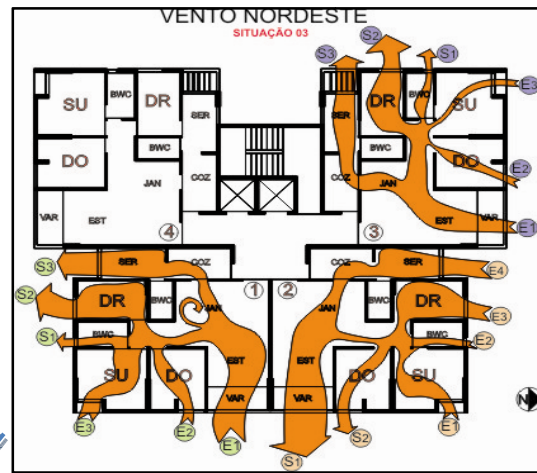
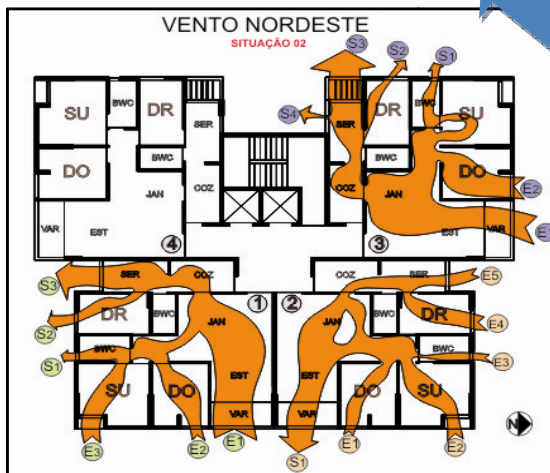
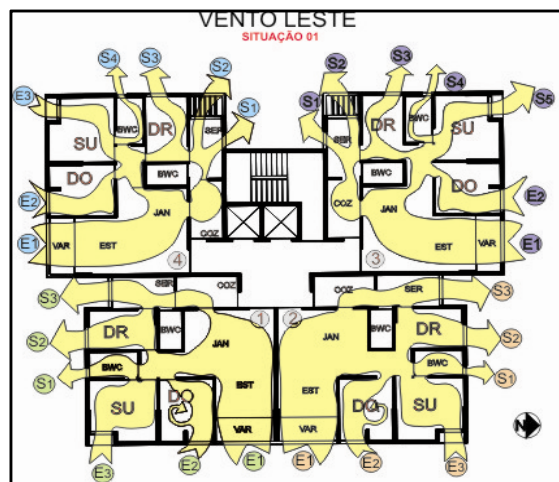


Figura. 4 – Escoamento Nordeste para as 3 situações.

Quanto às áreas de abrangências, pode-se perceber que a situação 01 permitiu que todos os ambientes apresentassem áreas de abrangências equilibradas. O **apart. 1** apresentou o maior valor de abrangência em todos os cômodos. Já a situação 02 apresentou altos valores nas áreas íntimas e sociais e a situação 03, as maiores abrangências na área de serviço.

4.1.2 Vento Leste

O vento Leste incide perpendicularmente nas aberturas a Leste dos **apart. 1 e 2**, tornando-as barlavento, já as aberturas paralelas a incidência, tornam-se sotavento. Nos **apart. 3 e 4** ocorre o inverso, com exceções das aberturas no setor de serviço e na suíte (fig. 5).



O escoamento circula em todos os apartamentos e em quase todos os ambientes exceto no BWCse. Notam-se reduções na abrangência do escoamento conforme mudança do uso das aberturas no dormitório reversível. Em cada situação há semelhanças nos percursos entre os **apart. 1 e 2**, e entre os **apart. 3 e 4**.

A situação 01 apresentou os maiores valores de abrangência para os setores íntimo e social nos quatro apartamentos. As menores abrangências ocorreram na situação 02, nos **apart. 1 e 2**, e na situação 03, nos **apart. 3 e 4**.

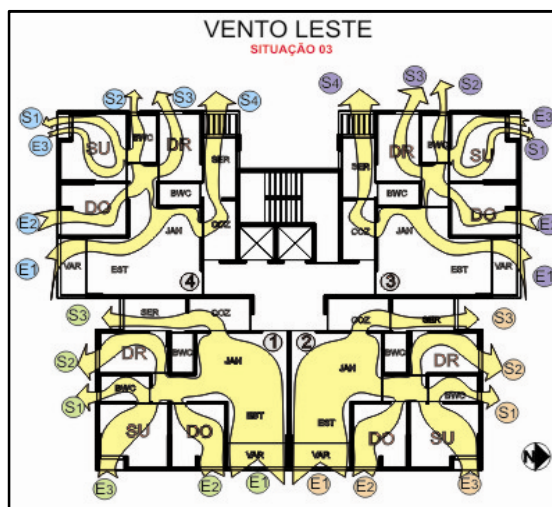
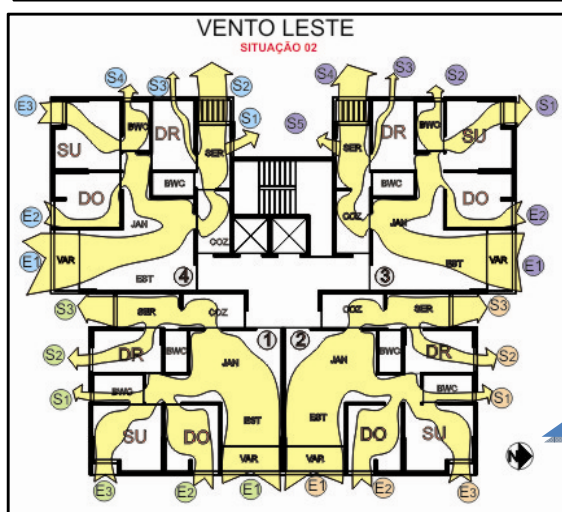


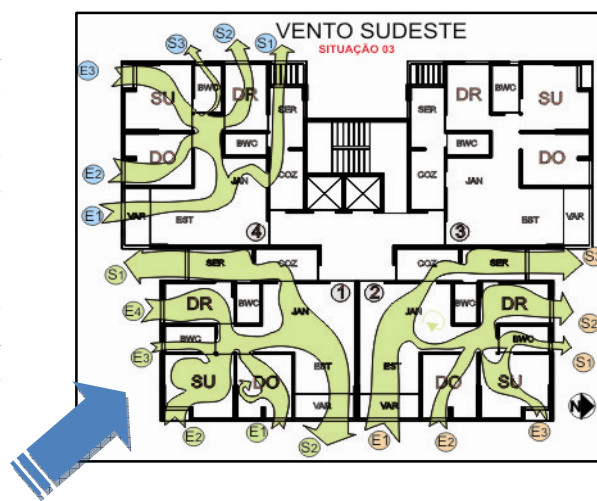
Figura. 5 – Escoamento Leste para as 3 situações.

4.1.3 Vento Sudeste

O vento Sudeste incide diagonalmente no edifício resultando em aberturas a barlavento situadas a Sul e Leste do edifício, e as aberturas a sotavento situadas a Norte e Oeste, exceto o **apart. 1**, em que há aberturas de saída situadas a Sul e Leste (fig. 6).

Em todos os ensaios contata-se a ausência do escoamento do vento Sudeste no **apart. 3**, orientado a Norte/Oeste. A disposição das aberturas de entrada e saída são semelhantes em quase todas as situações, exceto no **apart. 4** para a situação 03, na qual a redução da abrangência implica na redução de uma abertura de saída localizada na área de serviço.

As maiores abrangências ocorreram na situação 01, com destaque para o **apart. 1** no setor íntimo e no **apart. 4**, no setor de serviço. Apenas o **apart. 2**, na situação 02, apresentou os melhores resultados. A situação 03 apresentou as menores abrangências em todos os apartamentos.



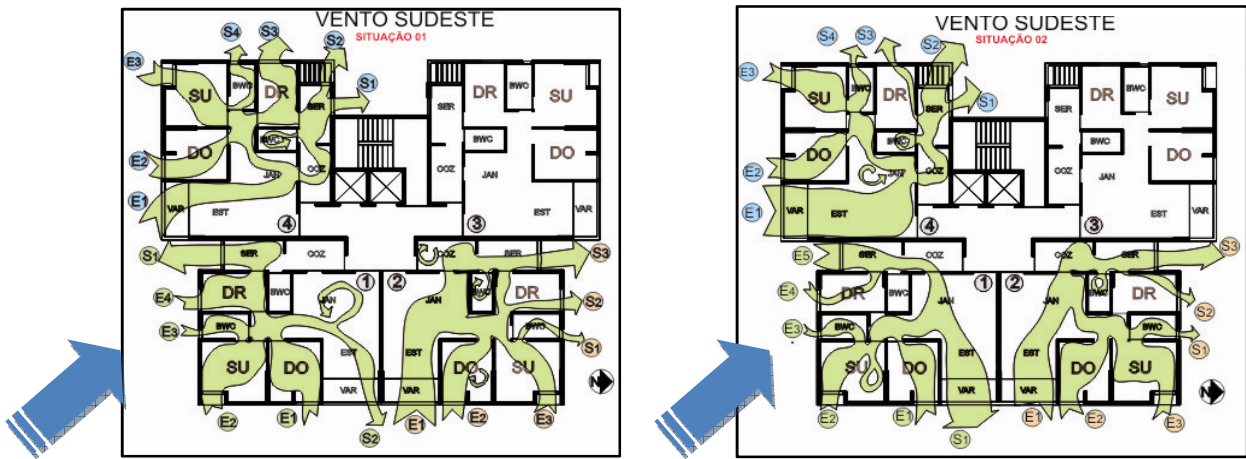


Figura. 6 – escoamento Sudeste para as 3 situações.

4.1.4 Vento Sul

O vento Sul incide perpendicularmente nas aberturas orientadas a Sul dos **apart. 1 e 4**, as quais situam-se a barlavento. As aberturas de saída funcionam lateralmente nas faces Leste e Oeste, com exceção da abertura do serviço do **apart. 4**, situada a sotavento. Nos **apart. 2 e 3**, as entradas ocorrem pelas aberturas situadas lateralmente, exceto no serviço do **apart. 3**, situada a Sul; as saídas ocorrem todas pelas aberturas da face Norte, exceto na suíte do **apart. 2**, situada na face leste (fig. 7).

Mesmo incidindo na face Sul do edifício, todos os apartamentos apresentam escoamento dessa direção nas três situações. A dinâmica de entrada e saída das aberturas é semelhante, havendo exceções na situação 02, na qual o dormitório reversível do **apart. 2** não é ventilado, e a suíte, na situação 03 do **apart. 2**, a qual apresenta simultaneamente entrada e saída na mesma abertura. Observa-se um escoamento de maior abrangência nas zonas de entrada, que por sua vez, sofre reduções de abrangência nas zonas de saída.

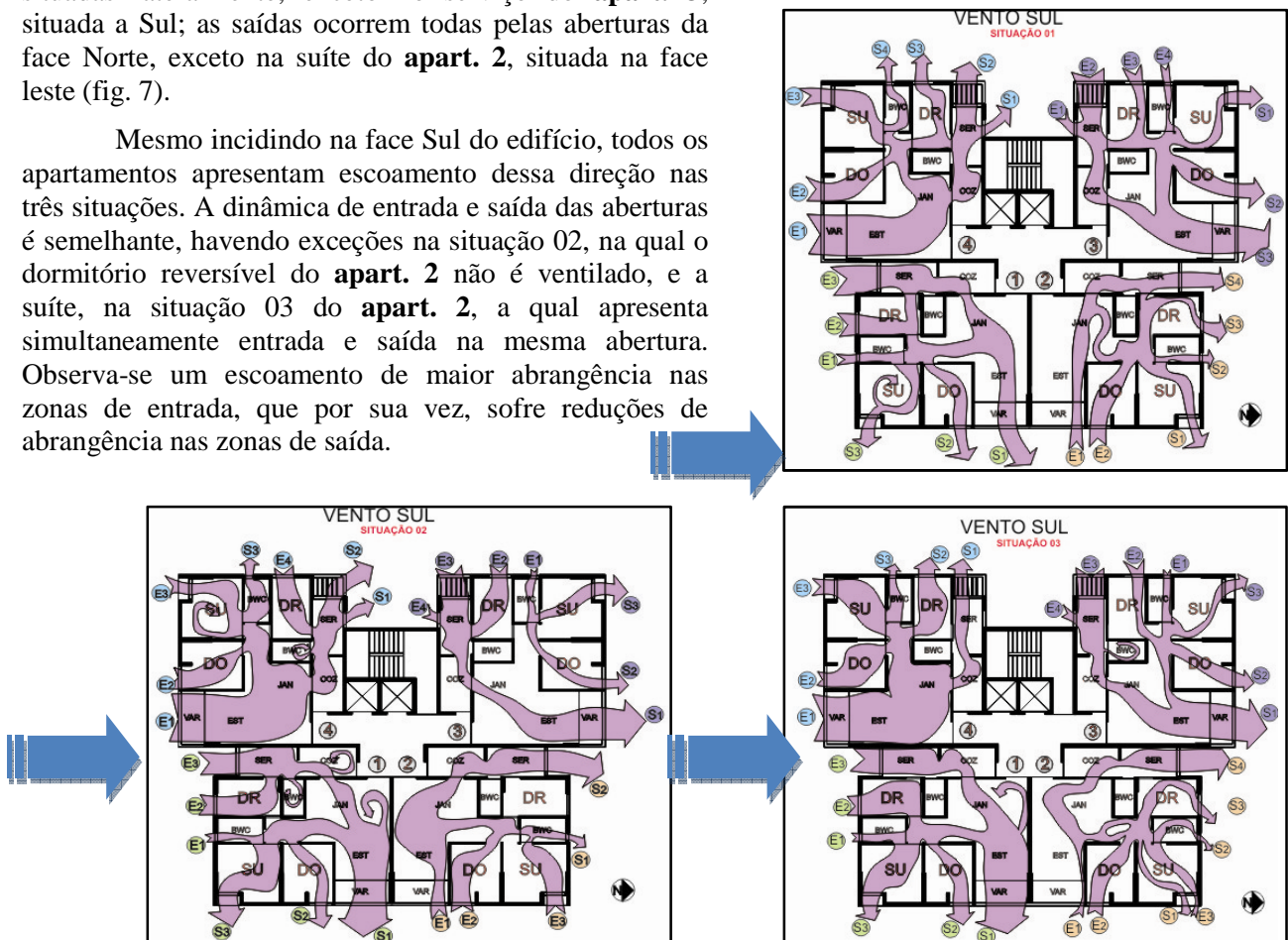


Figura. 7 – Escoamento Sul para as 3 situações.

As maiores abrangências ocorrem no setor de serviço na maioria dos apartamentos e em todas as situações, com exceção do **apart. 4**, ocorrendo no setor social.

4.2 DIAGRAMAS DE NÍVEIS DE PERCURSO

4.2.1 Vento Nordeste

No **apart. 1** todas as situações apresentaram três níveis de percurso, três entradas e três saídas. O escoamento ocorre de forma adequada favorecendo a salubridade do ar, pois as entradas localizam-se nos setores íntimo e social; enquanto as saídas, no setor de serviço.

No **apart. 2**, destaca-se a situação 03 com apenas dois níveis de percursos. Já a situação 2, apresentou o maior número de entradas (5E), e o menor número de saídas (1S), apenas uma. Em todas as situações constataram-se percursos inapropriados, com entradas localizadas no setor de serviço e saídas nos setores íntimo e social, o que gera uma circulação de ar indesejável.

No **apart. 3**, a situação 02 difere das demais por possuir 4(quatro) níveis de percursos e apenas duas entradas nos setores íntimo e social, e quatro saídas no setor de serviço. Todos os escoamentos são adequados.

4.2.2 Vento Leste

Os **apartamentos 1 e 2** possuem os mesmos percursos tendo em ambos o destaque na situação 2 quanto à quantidade de níveis, com total de quatro. Já o número de entradas e saídas é o mesmo, 3E e 3S. Os percursos nas três situações e nos dois apartamentos são adequados.

Os **apartamentos 3 e 4** possuem os mesmos percursos na situação 3. As demais situações diferem dos dois apartamentos quanto à troca de entrada por saída na suíte.

4.2.3 Vento Sudeste

No **apart. 1**, todas as situações possuem três níveis, a diferença surge na quantidade de entradas e saídas, tendo destaque a situação 02, na qual das seis aberturas existentes, cinco são entradas.

Qualitativamente são as melhores situações 1 e 3, enquanto a situação 2 permite que a entrada 4 percorra pelo apartamento do setor de serviço para o setor social. No **apart. 2**, a situação 2 apresentou quatro níveis de percursos, que difere das outras situações, e a mesma quantidade de aberturas de entrada e saída, semelhante a situação três. O Destaque

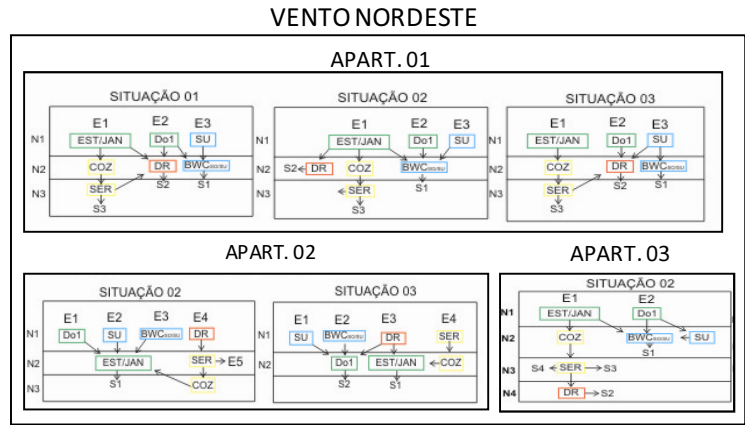


Figura 8: Diagramas dos níveis de percurso do escoamento para a orientação Nordeste.

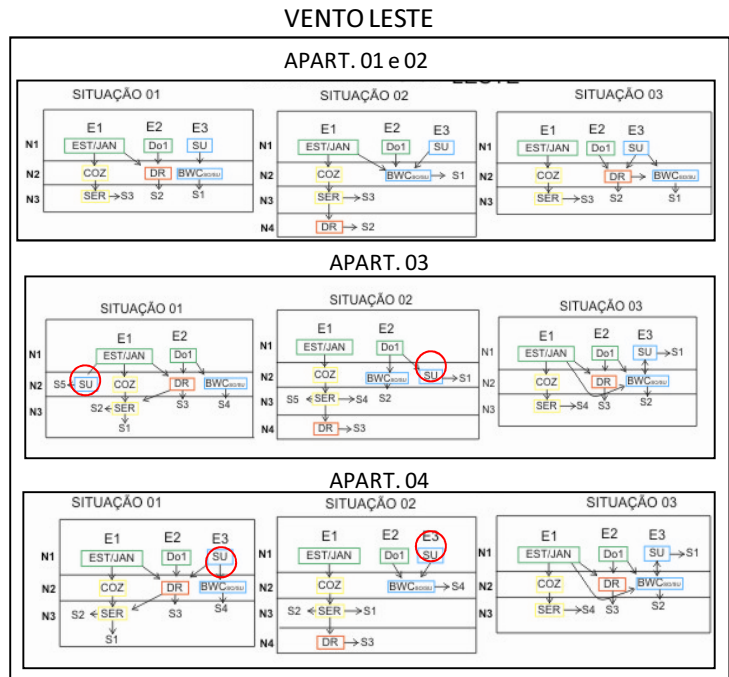


Figura 9: Diagramas dos níveis de percurso do escoamento para a orientação Leste.

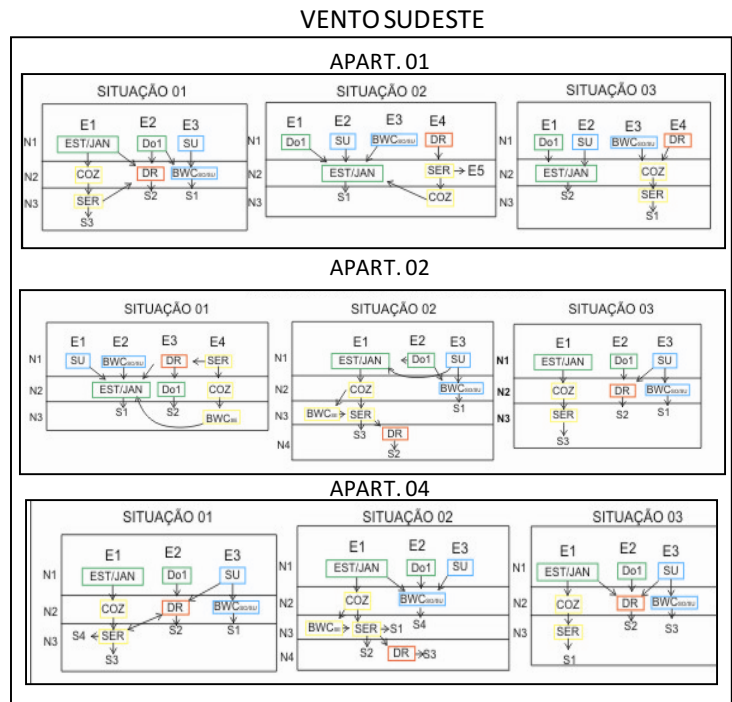


Figura 10: Diagramas dos níveis de percurso do escoamento para a orientação Sudeste.

VENTOSUL

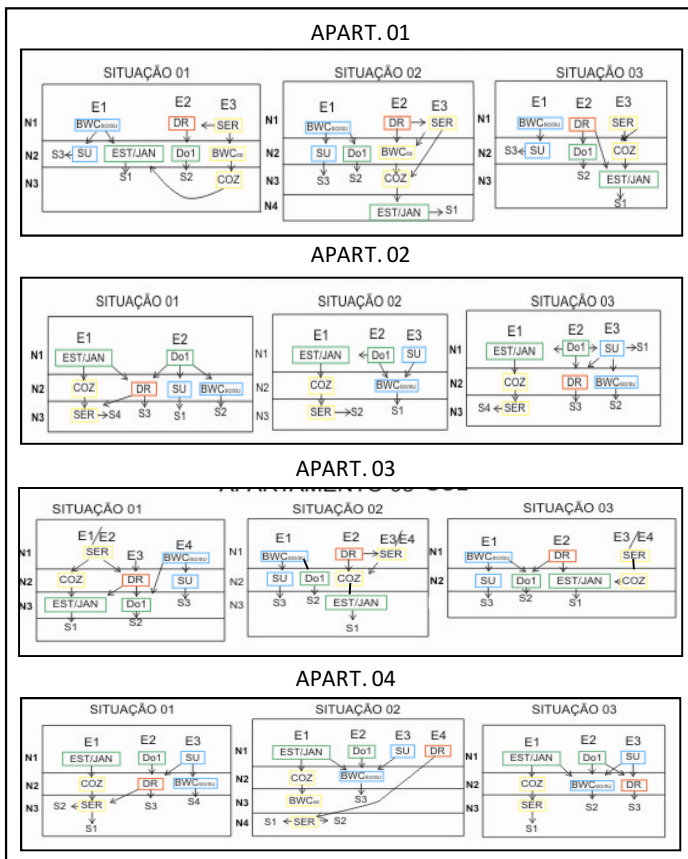


Figura 11: Diagramas dos níveis de percurso do escoamento para a orientação Sul.

número de saídas e a situação 3 equilíbrio entre elas.

Observa-se que as situações 1 e 2 apresentaram uma maior fluidez entre os ambientes. Quanto aos níveis, a situação 2 apresentou a maior quantidade, quatro níveis, e a situação 3, a menor quantidade, dois níveis. Além de constatar entre os quatro apartamentos o único que não apresentou percursos inadequados no interior, em nenhum das direções de ventos, foi o apart. 4.

5 APLICAÇÃO DA MAM-VN

5.1 Índices de Desempenho Parcial

		APARTAMENTO - 01						APARTAMENTO - 02					
Vento 1: Nordeste		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03	
	Peso	Parcial	Final	Parcial	Final	Parcial	Final	Parcial	Final	Parcial	Final	Parcial	Final
Abrangência do Escoamento	50	5,10	25,50	5,33	26,63	5,88	29,38	5,05	25,25	4,03	20,13	3,98	19,88
Níveis de Percurso	10	8,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Localização de BAN	25	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00	0,80	2,00	0,80	2,00	0,80	2,00
Localização de COZ	15	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,50
		Total	5,15	Total	4,86	Total	5,14	Total	3,08	Total	2,56	Total	2,54
Vento 2: Leste		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03	
Abrangência do Escoamento	50	7,95	39,75	7,43	37,13	6,83	34,13	7,95	39,75	7,43	37,13	6,83	34,13
Níveis de Percurso	10	8,00	8,00	8,00	8,00	4,00	4,00	8,00	8,00	8,00	8,00	4,00	4,00
Localização de BAN	25	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00
Localização de COZ	15	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00
		Total	6,58	Total	6,31	Total	5,61	Total	6,58	Total	6,31	Total	5,61
Vento 3: Sudeste		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03	
Abrangência do Escoamento	50	5,20	26,00	6,13	30,63	5,88	29,38	6,65	33,25	6,53	32,63	4,38	21,88
Níveis de Percurso	10	9,00	9,00	2,00	2,00	4,00	4,00	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Localização de BAN	25	0,80	2,00	0,80	2,00	0,80	2,00	6,60	16,50	4,80	12,00	4,80	12,00
Localização de COZ	15	0,00	0,00	2,00	3,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00
		Total	3,70	Total	3,76	Total	4,14	Total	5,78	Total	5,46	Total	4,39
Vento 4: Sul		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03	
Abrangência do Escoamento	50	6,55	32,75	4,68	23,38	4,18	20,88	2,63	13,13	6,00	30,00	3,03	15,13
Níveis de Percurso	10	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00	4,00	8,00	8,00	4,00	4,00
Localização de BAN	25	0,80	2,00	0,80	2,00	0,80	2,00	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00
Localização de COZ	15	1,00	1,50	2,00	3,00	1,00	1,50	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00
		Total	3,83	Total	3,04	Total	2,64	Total	3,51	Total	5,60	Total	3,71

Tabela 2: Apresentação dos valores parciais e finais da aplicação da MAM-VN nas três situações do apartamento 01e 02.

dá-se ao percurso feito pelo vento que entra pela E4 no setor de serviço e sai pela S1 no setor social da situação 01. No **apart. 4** a situação 2 permanece com 4 níveis de percurso e os mais adequados para os ambientes.

4.2.4 Vento Sul

No **apart. 1** em todas as situações surge o padrão de escoamento inadequado, em que a sala de estar e jantar é o ultimo nível a receber o escoamento que entrou por ambientes como banheiro, serviço e cozinha. Há um equilíbrio com o número de entradas e saídas nas três situações, o que difere com a quantidade de níveis, em que na situação 2 chega à quatro.

No **Apert. 2**, todos os percursos considerados adequados. Destaque para a situação 1, em que o dormitório permite que o escoamento alcance três ambientes do apartamento.

No **apart. 3**, repete-se o padrão de escoamento inadequado, visto no apartamento 1, no entanto, as situações 3 e 2 apresentam reduções na quantidade de níveis de percursos.

No **apart. 4**, todos os percursos são adequados, todas as saídas estão localizadas no setor de serviço. A situação 2 possui o maior número de entradas, a situação 1 o maior

		APARTAMENTO - 03						APARTAMENTO - 04					
Vento 1: Nordeste		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03	
	Peso	Parcial	Final	Parcial	Final	Parcial	Final	Parcial	Final	Parcial	Final	Parcial	Final
Abrangência do Escoamento	50	5,05	25,25	6,80	34,00	3,73	18,63	Não há atuação do vento neste apartamento.					
Níveis de Percurso	10	8,00	8,00	4,00	4,00	4,00	4,00						
Localização de BAN	25	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00						
Localização de COZ	15	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00						
Total		5,13	Total	5,60	Total	4,06							
Vento 2: Leste		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03	
Abrangência do Escoamento	50	6,88	34,38	6,10	30,50	2,73	13,63	6,88	34,38	6,10	30,50	2,73	13,63
Níveis de Percurso	10	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Localização de BAN	25	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00
Localização de COZ	15	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00	6,00	9,00	4,00	6,00	4,00	6,00
Total		5,64	Total	5,25	Total	3,56	Total	6,34	Total	5,65	Total	3,96	
Vento 3: Sudeste		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03	
Abrangência do Escoamento	50	Não há atuação do vento neste apartamento.						7,73	38,63	5,63	28,13	3,23	16,13
Níveis de Percurso	10							4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Localização de BAN	25							6,60	16,50	4,80	12,00	4,80	12,00
Localização de COZ	15							4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00
Total								6,51	Total	5,01	Total	3,81	
Vento 4: Sul		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03		SITUAÇÃO 01		SITUAÇÃO 02		SITUAÇÃO 03	
Abrangência do Escoamento	50	4,53	22,63	6,00	30,00	5,97	29,85	7,03	35,13	7,85	39,25	7,10	35,50
Níveis de Percurso	10	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	8,00	8,00	8,00	8,00	4,00	4,00
Localização de BAN	25	4,80	12,00	0,80	2,00	0,80	2,00	4,80	12,00	4,80	12,00	4,80	12,00
Localização de COZ	15	4,00	6,00	1,00	1,50	1,00	1,50	4,00	6,00	4,00	6,00	4,00	6,00
Total		4,26	Total	3,45	Total	3,44	Total	6,11	Total	6,53	Total	5,75	

Tabela 3: Apresentação dos valores parciais e finais da aplicação da MAM-VN nas três situações para o apartamento 03 e 04.

5.1.1 Apartamento 1

Os ventos que apresentaram os melhores padrões de escoamento foram o vento Leste seguido pelo vento Nordeste, ambos da primeira situação. Quanto ao pior tem-se o vento Sul, na situação 3. Para cada vento a situação que apresentou os melhores resultados foi a situação 1, seguida pela situação 2 e por fim a situação 3.

5.1.2 Apartamento 2

Os valores mais altos para o padrão de escoamento ocorreu no vento Leste e em todas as situações, seguido pelo vento Sudeste, na situação 1 e o vento Sul, na situação 2. O vento Sul apresentou o melhor padrão de escoamento quando comparado ao vento Nordeste, que apresentou os mais baixos valores, vale salientar que sua o vento Sul possui sua maior frequência nos períodos frios do ano, diferente do Nordeste que são nos períodos quentes tornando-se mais necessário. Novamente a situação 1 apresentou os melhores resultados quando comparada as demais situações.

5.1.3 Apartamento 3

Novamente o vento Leste apresenta os melhores resultados nas situações, exceto na situação 3, em que o vento Nordeste torna-se melhor. O vento Sul apresentou os piores resultado nas três situações. Nesse apartamento não há o fluxo do vento Sudeste em seu interior, por isso seu padrão de escoamento é zero. Quanto à classificação das situações, tem-se com os melhores resultados a situação 1, seguida pela situação 2 e em ultimo a situação 3.

5.1.4 Apartamento 4

Nesse apartamento não se constatou a captação do vento Nordeste, logo seu padrão de escoamento é zero. O vento Sul obteve os melhores resultados em todas as situações proposta, seguindo pelo vento Leste. A situação 1 apresentou os melhores resultados em todos os ventos, o que a classifica como a melhor opção de uso para esse apartamento, seguida pela situação 2 e por fim a situação 3. O vento Leste apresentou os melhores resultados em quase todos os apartamentos, exceto no apart. 4, porem com pequena diferença. Quanto à melhor situação tem-se a situação 1, seguida pela situação 2 e por fim a situação 3.

5.2 Desempenho por Estação do Ano

As situações 1 e 2 obtiveram as mesmas classificações nas estações do ano, em que nas estações frias do ano (outono e inverno) a classificação dos apartamentos foram as mesmas, enquanto nas estações quentes(verão e primavera), á troca ocorreu entre o melhor e o 2º Melhor. Destaca-se apartamento 3 que classificou-se como pior nas quatro estações do ano.

Situação 1	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
Melhor	A1(5,99)	A4(4,96)	A4(5,32)	A2(5,20)
2º Melhor	A2(5,40)	A2(4,62)	A2(4,62)	A1(4,74)
3º Melhor	A4(4,79)	A1(3,75)	A1(3,49)	A4(4,64)
Pior	A3(3,56)	A3(2,55)	A3(2,29)	A3(3,09)

Tabela 4: Classificação dos apartamentos nas estações do ano das situações 01.

A situação 3 difere das demais situações. A classificação das estações quentes do ano (verão e primavera) são as mesmas. Já nas estações frias o apartamento 4 elevasse de posição do 3º melhor para o melhor. Novamente o apartamento 3 classificou-se como o pior em todas as estações.

5.3 Índice de Desempenho Global

Com o padrão de escoamento e o desempenho por estação, obtido na etapa anterior, obteve-se os seguintes Índices de Desempenho Global e classificações em cada situação (tabela 7).

A ordem de classificação dos apartamentos difere nas três situações. Dos índices globais o apartamento 2 obteve os melhores resultados em duas situações, já o que obteve os piores foi o apartamento 3, em todas situações. Os apartamentos das situações 2 e 3 estão entre

Muito Ruim e Ruim. Já os apartamentos da situação 1 estão entre Ruim e Razoável. Quanto à classificação por situação, a situação 1 foi ligeiramente superior a situação 2, diferente da situação 3.

Situação 2	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
Melhor	A1(5,92)	A4(5,18)	A4(5,68)	A2(4,96)
2º Melhor	A2(5,17)	A2(4,97)	A2(5,20)	A1(4,61)
3º Melhor	A4(4,68)	A1(3,76)	A1(3,57)	A4(4,59)
Pior	A3(3,42)	A3(2,27)	A3(1,96)	A3(2,98)
Situação 3	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
Melhor	A1(6,05)	A1(3,98)	A4(4,12)	A1(4,53)
2º Melhor	A2(4,26)	A2(3,85)	A1(3,94)	A2(4,03)
3º Melhor	A4(2,82)	A4(3,61)	A2(3,92)	A4(2,77)
Pior	A3(2,40)	A3(1,84)	A3(1,73)	A3(2,09)

Tabela 5: Classificação dos apartamentos nas estações do ano das situações 02 e 03.

IDG	Situação 1	Situação 2	Situação 3
Melhor	A2 (5,08)	A2 (5,07)	A1 (4,64)
2º Melhor	A1 (4,86)	A4 (4,83)	A2 (4,07)
3º Melhor	A4 (4,84)	A1 (4,82)	A4 (3,14)
Pior	A3 (3,06)	A3 (2,88)	A3 (2,12)

Tabela 6: Classificação global dos apartamentos nas três situações avaliadas.

4. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou-se a análise de um dos três edifícios estudados, localizados em Maceió/AL, em que se analisou o comportamento da ventilação natural em apartamentos com dormitórios reversíveis, por meio de ensaios analógicos no equipamento mesa d'água para quatro direções de vento (Sudeste, Leste, Nordeste e Sul). Tendo como continuidade a aplicação da MAM-VN em três situações prováveis de uso das aberturas nesse ambiente.

Os resultados demonstram que os dormitórios reversíveis ampliaram as possibilidades de ventilação conjunta dos apartamentos, por permitirem ligação direta entre o setor íntimo e de serviço. E após a aplicação da MAM-VN comprovou a eficácia do mesmo na qualificação dos apartamentos, nos resultados IDP E IDG.

Conclui-se pela vantagem dos dormitórios reversíveis para a ventilação natural dos apartamentos. Nas próximas etapas da pesquisa pretende-se considerar a interação de banheiros reversíveis com a porta aberta apenas para a suíte ou para o hall do setor íntimo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYNSLEY, R. M.; MELBOURNE, W.; VICKERY, B. J. **Architectural aerodynamics**. London: Applied Science Publishers, 1977.
- BLESSMANN, J. **Aerodinâmica das construções**. Porto Alegre: Sagra, 1990.
- BOUTET, T. S. **Controlling air movement: a manual for architects and builders**. New York: McGraw-Hill, 1987.
- ETHERIDGE, D.; SANDEBERG, M. **Building ventilation: theory and measurement**. Sussex (UK): Wiley & Sons, 1996.
- GERMANO, M.; ROULET, C. A. Multicriteria assessment of natural ventilation potential. **Solar Energy**, 2006.
- HASTEN-REITER, Joyce de Amorim. **Vista e vento: avaliação da ventilação natural no Residencial Alto das Alamedas**. Trabalho Final de Graduação (Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2009.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Ed., 1997.
- LUZ, J.T.M.M. **Avaliação do Desempenho da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos de Maceió – AL**. Relatório de Iniciação Científica, Universidade Federal de Alagoas, 2007.
- OLGYAY, V. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.
- TOLEDO, A. M. **Avaliação do desempenho da ventilação natural pela ação do vento em apartamentos: uma aplicação em Maceió/AL**. Tese (Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
- TOLEDO, A. M.; PEREIRA, F. O. R. O potencial da mesa d'água para a visualização analógica da ventilação natural em edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 7, 2003. Curitiba. **Anais ENCAC/COTEDI 2003**. Curitiba: ANTAC, 2003. p. 1383-1390. 1 CD-ROM

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de pesquisa de Iniciação Científica, a qual possibilitou a continuidade da pesquisa Avaliação do desempenho da ventilação natural em apartamentos de Maceió/AL.