



VERIFICAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DE ÍNDICES CONSTRUTIVOS PARA EXPRESSAR O DESEMPENHO DE VENTILAÇÃO NATURAL

Alexandre M. Toledo (1); Fernando O. R. Pereira (2)

(1) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas, Brasil –
e-mail: prof.amtoledo@terra.com.br

(2) Departamento de Arquitetura – Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Santa Catarina,
Brasil – e-mail: feco@arq.ufsc.br

RESUMO

O índice de piso é geralmente utilizado, pelos códigos de edificações brasileiros, como parâmetro para o dimensionamento das aberturas de ventilação. Entretanto, o atendimento a esse parâmetro, por si só, não garante desempenhos favoráveis de ventilação natural dos edifícios pela ação do vento, pois esse processo depende de outros fatores e não apenas do tamanho das aberturas. Qual outro índice construtivo, então, deveria ser considerado para esse fim? O objetivo do presente artigo é verificar a adequação de diferentes índices construtivos para expressar os desempenhos de ventilação natural de apartamentos. Verificaram-se as correlações entre índices de desempenhos, obtidos pela aplicação da Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural (MAM-VN), a 16 apartamentos de 4 edifícios da tipologia de 4 unidades por andar, e quatro índices construtivos: compatibilidade, exteriorização, permeabilidade e piso. Nenhum dos quatro índices construtivos apresentou correlação significativa capaz de expressar os desempenhos de ventilação natural dos apartamentos. Outros aspectos, decorrentes da configuração geométrica dos edifícios e dos apartamentos, explicaram melhor os resultados dos desempenhos. Conclui-se pela maior adequação dos fatores fixos da geometria do edifício, em detrimento dos índices construtivos, para expressarem os desempenhos de ventilação natural pela ação do vento de apartamentos. Isso implica a necessidade de revisão do parâmetro utilizado pelos códigos de edificações brasileiros.

Palavras-chave: ventilação natural; desempenho de apartamentos; índices construtivos.

ABSTRACT

The floor index is generally used by Brazilian Buildings Code like a parameter to the ventilation opening dimension. However meeting this parameter by itself does not guarantee a proper performance of building natural ventilation by the wind action, because this process depends on other factors not only the opening size. Then, which other constructive index would be considered for this case? The aim of this paper is to check if the different constructive indexes are suitable to express the performance of natural ventilation of buildings. Linear statistics correlations have been checked among performance indexes and four constructive indexes: compatibility, exteriorization, permeability and floor. The first ones obtained by the Assessment Multicriteria Methodology of Natural Ventilation (MAM-VN) on 16 apartments of building typology with 4 units by floor. None of the results has presented relevant correlation to express the natural ventilation performance of the buildings. Other aspects, from the geometric configuration of the buildings and apartments, explained better the performance results. In conclusion, the factors from the geometry of the buildings are more suitable to express the natural ventilation by the wind action than the constructive indexes. This implies into a necessity to revise the used parameter by the Brazilian Buildings Code.

Keywords: natural ventilation; building performance; constructive indexes.

1 INTRODUÇÃO

O Índice de Piso é geralmente utilizado, pelos códigos de edificações brasileiros, como parâmetro para o dimensionamento das aberturas de ventilação. Entretanto, o atendimento a esse parâmetro, por si só, não garante desempenhos favoráveis de ventilação natural dos edifícios pela ação do vento (TOLEDO, 2001, 2006), pois esse processo depende tanto de fatores variáveis quanto de fatores fixos do entorno e do edifício e não apenas do tamanho das aberturas.

Os **fatores variáveis**, os quais incluem o padrão de ventos e o comportamento das temperaturas do ar constituem diferenciador importante para o projeto do edifício em cada lugar (OLGYAY, 1998). Os **fatores fixos do entorno** (natural e construído), os quais incluem a topografia, distribuição de águas e terras, vegetação, configuração da malha urbana, dentre outros, podem alterar a direção e a velocidade do vento sobre os edifícios (GARCÍA CHÁVEZ E FUENTES FREIXANET, 2005).

Já os **fatores fixos do edifício**, os quais englobam a orientação, forma e tipologia dos edifícios, as aberturas e os tipos de esquadrias, podem favorecer ou dificultar o aproveitamento dos ventos (BOUTET, 1987).

Qual outro índice construtivo, então, poderia ser considerado para expressar o desempenho da ventilação natural dos edifícios? Parte-se da hipótese de que o Índice de Permeabilidade (BLESSMANN, 1999), por associar a área das aberturas de ventilação com a área das paredes, parece ser mais adequado do que o Índice de Piso (TOLEDO, 2001) para expressar os desempenhos de ventilação natural. E tanto o Índice de Compacidade (RAMOS, 2003) quanto o Índice de Exteriorização (BRANDÃO, 2002), por relacionarem a forma (compacta ou dispersa) e a quantidade de superfície externa, poderiam também ser úteis para esse fim.

O objetivo do presente artigo é verificar a adequação de diferentes índices construtivos para expressar os desempenhos de ventilação natural de apartamentos.

Este artigo apresenta parte dos resultados de tese defendida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (TOLEDO, 2006).

2 METODOLOGIA

A metodologia consistiu na verificação de correlações entre índices de desempenhos de ventilação natural e índices construtivos de uma amostra intencional de quatro edifícios da tipologia de quatro apartamentos por andar. Todos eles localizados no Loteamento Stella Maris, no bairro da Jatiúca, na planície litorânea marítima da cidade de Maceió-AL (9°40' Sul e 35°42' Oeste).

Todos os 16 apartamentos apresentam organização espacial setorizada por funções (social, íntimo e serviço) e a mesma tipologia programática, composta por dez ambientes. Os apartamentos 1 apresentam orientação N/L; os apartamentos 2, L/S; os apartamentos 3, S/O e os apartamentos 4, N/O.

Os índices de desempenhos foram obtidos pela aplicação da Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural (MAM-VN), por meio de duas planilhas eletrônicas: a primeira para os Índices de Desempenhos Parciais de Direção de Vento (IDP-Vento); a segunda para os Índices de Desempenhos Parciais de Estação (IDP-Estação) e Índices dos Desempenhos Globais (IDG-VN).

A MAM-VN é focada no comportamento do escoamento do ar e constituída por três níveis: **padrão de escoamento do ar** recomendado para o uso residencial, o qual é subdividido em quatro categorias: abrangência do escoamento, níveis de percurso, localização de banheiros e de cozinhas; **potencial sazonal de ventos** que é composto pelos ventos de maior freqüência total de cada estação; **desejabilidade sazonal de ventilação natural**, subdividida em quatro categorias que correspondem às quatro estações do ano (TOLEDO, 2006).

Todos os quatro índices construtivos foram calculados com base nos perímetros e áreas de aberturas, superfícies e de piso dos apartamentos. Incluíram-se as espessuras das paredes externas no cálculo das áreas de piso e as aberturas foram consideradas sempre com altura padrão (1,10 m, para janelas, e 2,10 m, para portas). A vantagem prática de se trabalhar com esses índices construtivos é que eles são relativos e não absolutos, o que favorece a comparação de apartamentos de áreas diferentes.

Utilizou-se o módulo estatístico do programa EXCEL da Microsoft, para determinar as correlações. Realizaram-se regressões lineares entre todos os índices construtivos e os índices de desempenhos globais e parciais. Os índices construtivos foram considerados sempre como variável independente e os índices de desempenhos parciais e globais como variável dependente. As retas de regressão foram traçadas sempre sem passar na origem e os coeficientes de determinação (r^2) foram obtidos, pelos quais se calcularam os coeficientes de correlação (r).

2.1 Os edifícios e apartamentos

O **edifício 1** apresenta todos os quatro apartamentos iguais; a menor compacidade (46,77); dois poços abertos laterais; todos os apartamentos com três faces externas e alinhadas, com banheiros e varandas ligeiramente sacados e, serviço e cozinha ligeiramente recuados; apartamentos anteriores separados dos posteriores pelos poços abertos; aberturas dos banheiros e ambientes do setor de serviço todas externas (figura 1).

O **edifício 2** apresenta os apartamentos anteriores e posteriores iguais dois a dois; a segunda menor compacidade (49,82); três poços abertos, sendo dois laterais e um posterior; apartamentos anteriores com três faces externas e posteriores com quatro, todos com suítes recuadas; apartamentos anteriores separados dos posteriores pelos poços laterais e, apartamentos posteriores avançados lateralmente e separados pelo poço posterior; aberturas dos banheiros social e da suíte internas e voltadas para o serviço; todos os ambientes do setor de serviço com aberturas externas (figura 2).

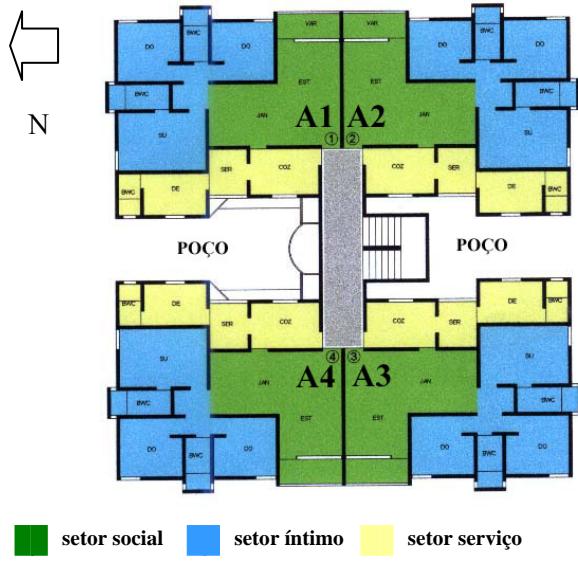


Figura 1: Planta Baixa Tipo do Edifício 1

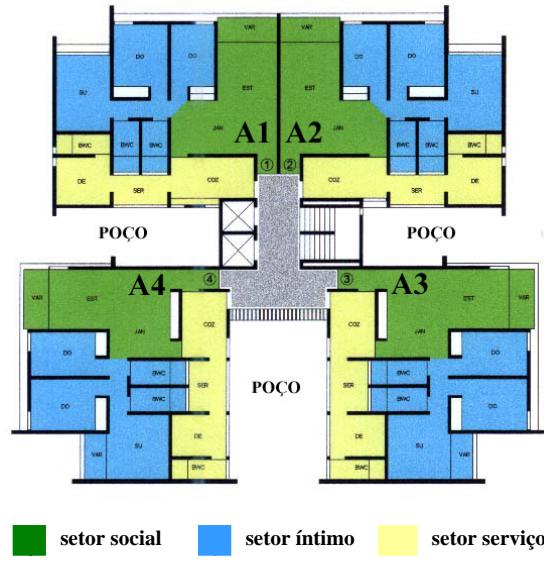


Figura 2: Planta Baixa Tipo do Edifício 2

O **edifício 3** apresenta os quatro apartamentos praticamente iguais: anteriores diferem dos posteriores apenas no setor de serviço; a terceira menor compacidade (55,34); três poços abertos: um posterior (maior) e dois anteriores (menores); todos os apartamentos com três faces externas, desalinhadas devido ao recuo das suítes e reentrâncias do setor de serviço; apartamentos posteriores separados pelo poço posterior; aberturas internas e voltadas para o serviço nos banheiros social e suíte e, demais ambientes do setor de serviço com aberturas externas (figura 3).

O **edifício 4** apresenta os apartamentos anteriores e posteriores iguais dois a dois; a maior compacidade (62,17); apenas um poço aberto e posterior e duas reentrâncias laterais; apartamentos anteriores com duas faces externas e posteriores com três, desalinhadas devido ao recuo das suítes e serviço; apartamentos posteriores separados pelo poço aberto posterior; aberturas internas e voltadas para o serviço em todos os banheiros, dependência empregada e cozinha (ap. anteriores); aberturas internas e voltadas para o serviço nos banheiros social e suíte (ap. posteriores) (figura 4).

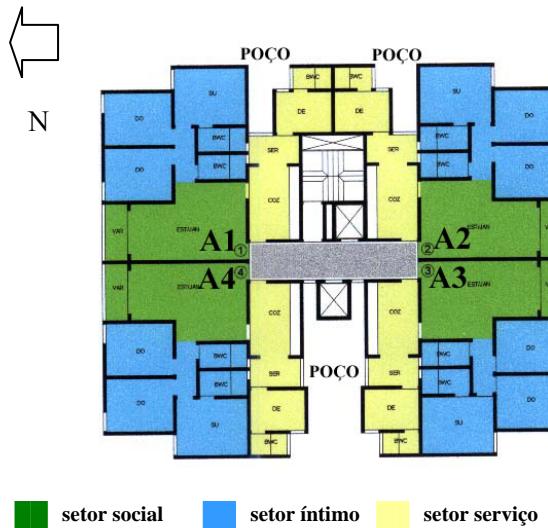


Figura 3: Planta Baixa Tipo do Edifício 3

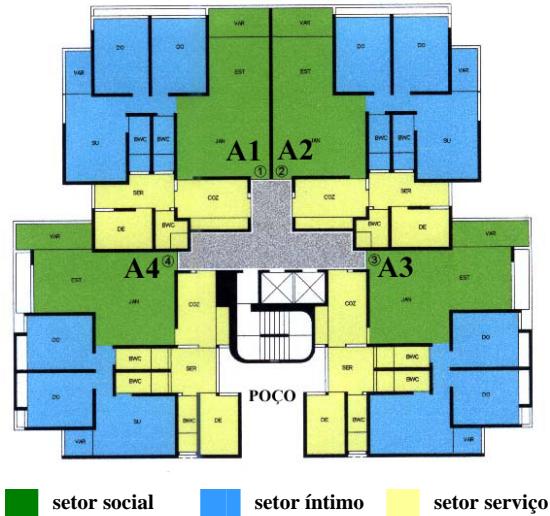


Figura 4: Planta Baixa Tipo do Edifício 4

2.2 Índices construtivos

O Índice de Compacidade (ICo) consiste na relação percentual entre o perímetro de um círculo de igual área de projeção da área do piso e o perímetro das paredes externas e limítrofes dos apartamentos (equações 1 e 2).

$$ICo = (Pc/Pap) \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

$$ICo = (2 \sqrt{Ap\pi}/Pat) \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Pc – perímetro do círculo de área igual ao da projeção do apartamento; Pap – perímetro do apartamento; Ap – área da projeção do apartamento.

O Índice de Exteriorização (IEx) consiste na relação entre área total das paredes externas do apartamento pela soma das áreas totais das paredes externas e internas, que se limitam com os apartamentos vizinhos e área comum do edifício (equação 3).

$$IEx = (ATPex/ (ATPaex + ATPain)) \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

ATPaex – área total de paredes externas do apartamento; APain – área total de paredes internas do apartamento.

O Índice de Permeabilidade (IPe) consiste na relação entre área total de aberturas externas e área total de paredes externas do apartamento (equação 4).

$$IPe = (ATAbex/ ATPaex) \times 100 \quad \text{Eq. 4}$$

ATAbex – área total de aberturas externas do apartamento; ATPaex – área total de paredes externas do apartamento.

O Índice de Piso (IPi) consiste na relação entre a área total de aberturas externas e a área total de piso do apartamento (equação 5).

$$IPi = (ATAbex / ATPi) \times 100$$

Eq. 5

ATAbex – área total de aberturas externas do apartamento; ATPi – área total de piso do apartamento.

2.3 Índices de desempenhos

Com base no padrão ideal de escoamento para ambientes residenciais (ALUCCI *et al.*, 1986; RAMOS, 2002; TOLEDO, 1999), adotaram-se os seguintes pesos para as categorias do primeiro nível da MAM-VN: abrangência do escoamento – 50% (setor social – 40%, setor íntimo – 40%, setor serviço – 20%), níveis de percurso – 10%, localização de banheiros – 25% e localização de cozinha – 15%.

Com base nos dados climáticos de Goulart *et al.* (1995), considerou-se o seguinte potencial sazonal de ventos: Verão – 15,85% NE, 45,96 L, 30,39% SE e 3,66% S; Outono – 4,77% NE, 20,90% L, 37,54% SE e 26,43 S; Inverno – 1,49% NE, 11,95% L, 43,61% SE e 36,23% S; Primavera – 13,88% NE, 40,15% L, 35,26% SE e 2,77% S.

Com base nos mesmos dados climáticos e no Programa Analysis Bio (LAMBERTS *et al.*, 1997), consideram-se os seguintes pesos para a determinação da deseabilidade sazonal de ventilação: 40% para Verão, 25% para Primavera e Outono, respectivamente, e 10% para Inverno.

Tanto os índices parciais quanto os globais foram classificados em sete níveis de impacto (NI). A posição 3 correspondendo ao Nível Bom e a posição 5, ao Nível Neutro (ENSSLIN *et al.*, 2001). Ou seja, os desempenhos aceitáveis situaram-se entre os níveis 3 (7 a 8), 4 (5 a 7) e 5 (4 a 5); os inaceitáveis, entre os níveis 6 (2 a 4) e 7 (0 a 2); os superiores, entre os níveis 1 (9 a 10) e 2 (8 a 9).

3 COMPORTAMENTO DOS ÍNDICES

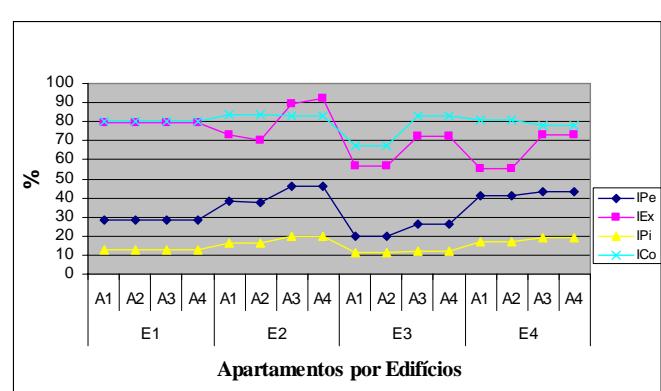
3.1 Índices Construtivos

Os Índices de Compacidade dos dezesseis apartamentos variaram entre 67,10 e 83,87; os Índices de Exteriorização, entre 55,03 e 92,31; os Índices de Permeabilidade, entre 20,15 e 46,27 e os Índices de Piso variaram entre 11,41 e 19,99. Os quatro apartamentos do edifício 1 apresentaram os mesmos índices construtivos; os apartamentos anteriores dos demais edifícios apresentaram índices muito próximos ou iguais e os posteriores iguais, para um mesmo edifício (tabela 1 e gráfico 1).

Tabela 1: Índices Construtivos

ED	AP	IPe	IEx	IPi	ICo
E1	A1	28,09	79,51	12,82	79,83
	A2	28,09	79,51	12,82	79,83
	A3	28,09	79,51	12,82	79,83
	A4	28,09	79,51	12,82	79,83
E2	A1	38,18	73,02	16,36	83,87
	A2	37,87	70,38	16,37	83,51
	A3	46,27	89,34	19,99	83,10
	A4	46,27	92,31	19,99	83,10
E3	A1	20,15	56,80	11,41	67,10
	A2	20,15	56,80	11,41	67,10
	A3	26,54	72,21	12,25	82,70
	A4	26,54	72,21	12,25	82,70
E4	A1	41,02	55,03	16,94	80,71
	A2	41,02	55,03	16,94	80,71
	A3	43,58	73,24	18,89	78,28
	A4	43,58	73,24	18,89	78,28

Gráfico 1: Comportamento dos Índices Construtivos



3.2 Índices de Desempenhos

A classificação dos desempenhos dos apartamentos foi muito variável, abrangendo as categorias Razoável a Péssimo: quatro apartamentos obtiveram desempenho global Razoável; dois apartamentos, Ruim; oito apartamentos, Muito Ruim; dois apartamentos, Péssimo (tabela 2).

Tabela 2: Classificação dos Apartamentos por Desempenhos

EDIFÍCIO	EST	DIR	APARTAMENTOS											
			A1 (N/L)		A2 (L/S)		A3 (S/O)		A4 (O/N)					
E1	NE	V	4,95	7,12	2	6,20	5,63	4	0,00	1,46	14	4,90	0,93	16
	L	O	6,53	4,94		6,43	4,60		0,00	2,75		0,00	1,33	
	SE	I	6,00	4,97		5,08	4,52		4,33	3,33		0,00	1,57	
	S	P	4,13	5,54		3,99	5,34		3,99	1,64		4,13	0,79	
	IDG		5,97			5,19			2,01			1,06		
E2	NE	V	5,68	7,13	1	6,38	5,70	3	0,00	4,59	5	6,24	3,63	11
	L	O	6,75	4,96		6,58	4,52		5,74	5,15		5,74	1,50	
	SE	I	6,45	4,88		5,05	4,38		5,70	5,36		0,00	0,78	
	S	P	3,28	5,84		3,58	5,41		6,03	4,48		0,00	3,17	
	IDG		6,04			5,20			4,78			2,70		
E3	NE	V	2,33	2,71	13	3,18	2,85	10	0,00	3,48	7	5,24	2,68	15
	L	O	2,90	1,96		2,90	3,19		4,03	4,23		4,03	1,09	
	SE	I	3,30	1,82		2,70	3,51		4,71	4,52		0,00	0,56	
	S	P	0,00	2,65		5,35	2,71		5,49	3,43		0,00	2,35	
	IDG		2,42			2,97			3,76			1,99		
E4	NE	V	3,20	3,79	9	3,96	3,95	8	0,00	4,35	6	5,71	3,29	12
	L	O	4,68	2,53		4,68	3,28		5,20	4,85		5,20	1,36	
	SE	I	3,74	2,24		3,50	3,24		5,83	5,04		0,00	0,71	
	S	P	0,00	3,64		3,03	3,75		5,19	4,29		0,00	2,88	
	IDG		3,29			3,66			4,53			2,45		

NE – Nordeste, L – Leste, SE – Sudeste, S – Sul, V – Verão, O – Outono, I – Inverno, P – Primavera



Os apartamentos 1 e 2 apresentaram os melhores Índices de Desempenhos Globais para os edifícios 1 e 2, porém ficaram abaixo do apartamento 3, nos edifícios 3 e 4. Entretanto, na média (item 5 do gráfico 3), os apartamentos 1 e 2 superaram os desempenhos globais dos apartamentos 3. Os apartamentos 4 apresentaram IDG-VN sempre abaixo dos demais, para todos os quatro edifícios; apesar de os apartamentos 4 dos edifícios 2 e 4 terem superado os desempenhos do apartamento 3 do edifício 1 e do apartamento 1 do edifício 3.

Gráfico 2: IDG-VN por Edifícios

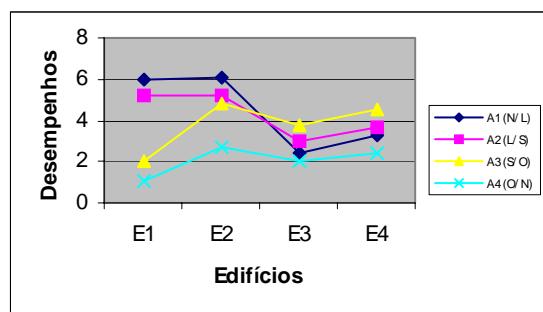
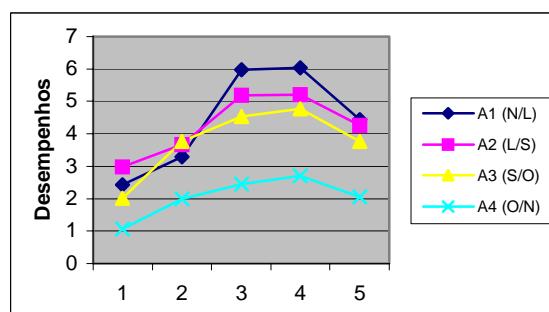


Gráfico 3: IDG-VN em Ordem Crescente



Os Índices de Desempenhos Parciais por Direção de Vento dos apartamentos apresentaram comportamento diferente dos Índices de Desempenhos Globais (gráficos 4 a 7).

Gráfico 4: IDP – NE por Edifícios

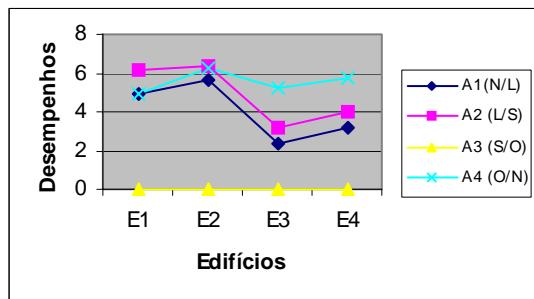


Gráfico 5: IDP – SE por Edifícios

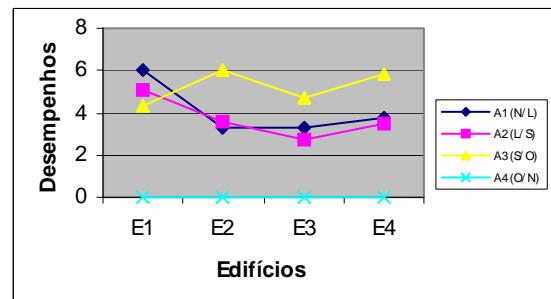


Gráfico 6: IDP – L por Edifícios

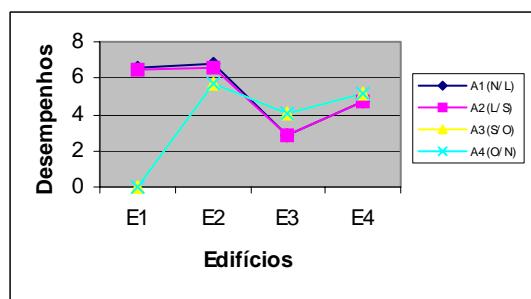
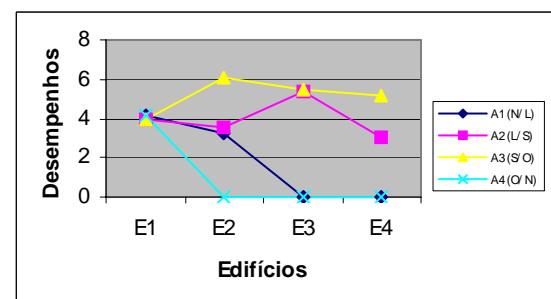


Gráfico 7: IDP – S por Edifícios



Os Índices de Desempenhos Parciais por Estação dos apartamentos também apresentaram comportamento diferente dos Índices de Desempenhos Globais (gráficos 8 a 11).

Gráfico 8: IDP - Verão

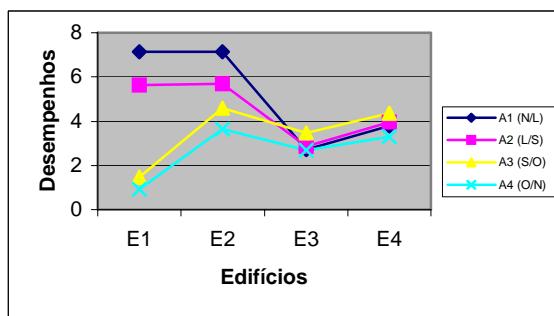


Gráfico 9: IDP - Inverno

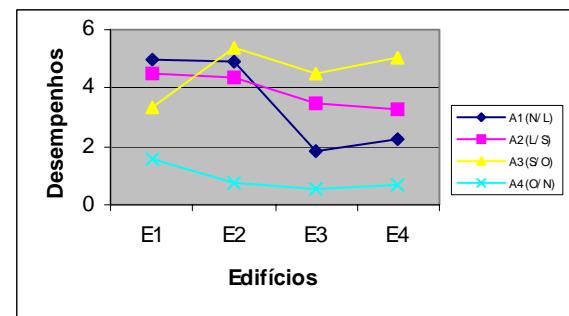


Gráfico 10: IDP - Outono

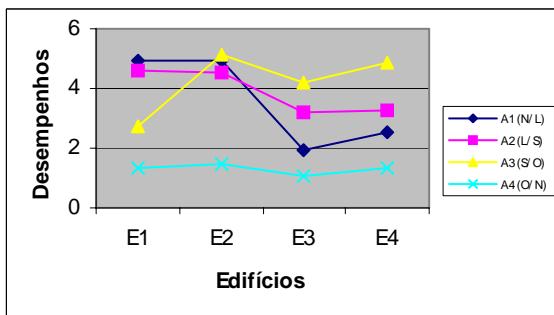
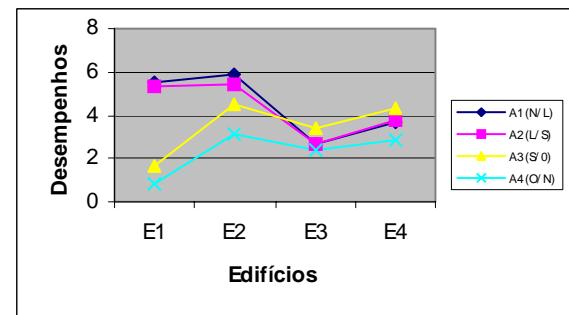


Gráfico 11: IDP - Primavera



3.3 Correlações entre Índices de Desempenhos e Índices Construtivos

A correlação dos índices construtivos com os índices de desempenhos apresentou todos os resultados positivos; entretanto, com correlações fracas. O IC_O, seguido pelo IP_E, foram os que apresentaram as melhores correlações com os IDGs, mesmo assim, apenas medianas. O IP_E também apresentou correlação mediana com o IDP-L. (tabela 2).

Tabela 2: Correlação dos Índices Construtivos e Índices de Desempenhos

	IDG	PARCIAL DE DIREÇÃO				PARCIAL DE ESTAÇÃO			
		IDP-NE	IDP-L	IDP-SE	IDP-S	IDP-V	IDP-O	IDP-I	IDP-P
ICo	0,5364	0,1789	0,3724	0,1208	0,0510	0,3330	0,3848	0,1556	0,3274
IEx	0,2335	0,0592	0,1425	0,0316	0,2117	0,1233	0,1288	0,1049	0,0872
IPe	0,4449	0,0640	0,4993	0,0480	0,1204	0,2872	0,1466	0,0469	0,3268
IPi	0,3962	0,0316	0,4922	0,0200	0,1229	0,2565	0,1269	0,0283	0,3000

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Verificou-se que apartamentos com mesmos índices construtivos, como os quatro apartamentos do edifício 1 e os apartamentos anteriores dos edifícios 3 e 4 e posteriores dos edifícios 2, 3 e 4, apresentaram índices de desempenhos globais e parciais bastante distintos.

O aumento dos índices construtivos não explicou satisfatoriamente o comportamento dos índices de desempenhos globais dos apartamentos; porém explicou razoavelmente os de mesma orientação, apesar dessa tendência ter sido contrariada por alguns apartamentos, geralmente que apresentaram problemas de inadequação de projeto.

Os desempenhos globais dos apartamentos confirmaram as orientações 1 (Norte/Leste) e 2 (Leste/Sul), seguidas da orientação 3 (Sul/Oeste), como as de melhores desempenhos globais, em média, e a orientação 4 (Oeste/Norte), como a de pior desempenho global. Esse resultado confirmou a importância da orientação nos desempenhos. Por outro lado, ao passo que algumas geometrias favoreceram os desempenhos, outras os dificultaram.

O IC_O foi o que apresentou a melhor correlação (0,5364) com o IDG-VN. Esse resultado foi intrigante, pois se esperava que a menor compacidade dos apartamentos levasse a um melhor desempenho (gráficos 12 e 13). Apesar disso, há de se considerar que a variação do Índice de Compacidade foi bem menor do que a variação do Índice de Exteriorização.

Gráfico 12: IC_O X IDG-VN

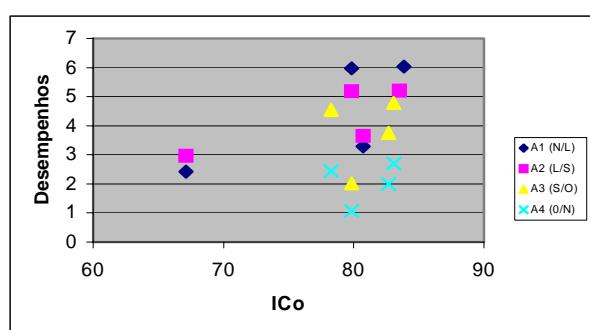
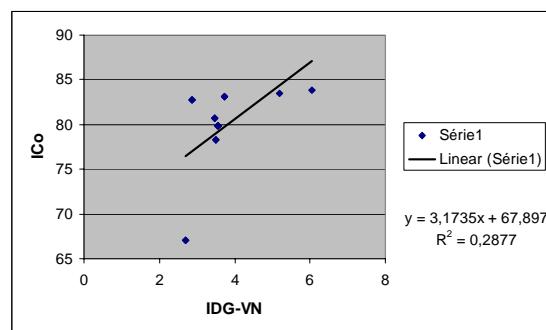


Gráfico 13: IDG-VN X IC_O



O IEx apresentou a menor correlação (0,2335) com o IDG-VN. Esse resultado também foi intrigante, pois se esperava que a maior superfície externa dos apartamentos levasse a um melhor desempenho (gráficos 14 e 15). Além do que, a variação do Índice de Exteriorização foi bastante significativa e superior à variação do ICo.

Gráfico 14: IEx X IDG-VN

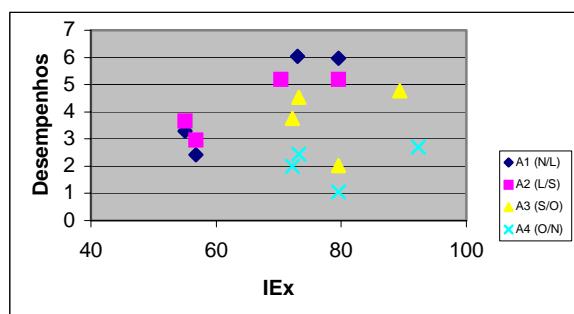
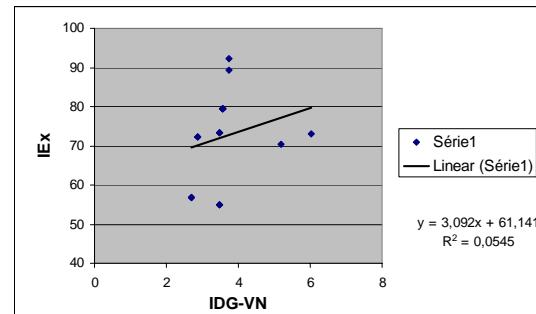


Gráfico 15: IDG-VN X IEx



O IPe apresentou melhor correlação (0,4449) com o IDG-VN do que o IPi (0,3962). (gráficos 16 a 19). Contudo, a variação do Índice de Permeabilidade foi muito superior à variação dos Índices de Piso.

Gráfico 16: IPe X IDG-VN

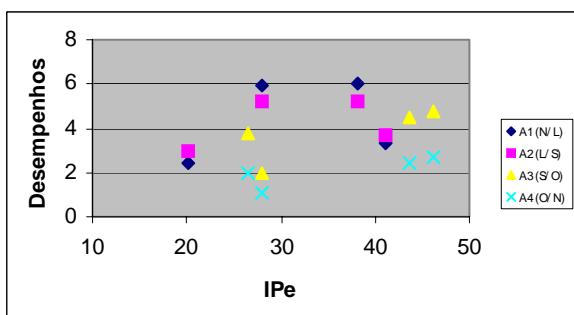


Gráfico 17: IDG-VN X IPe

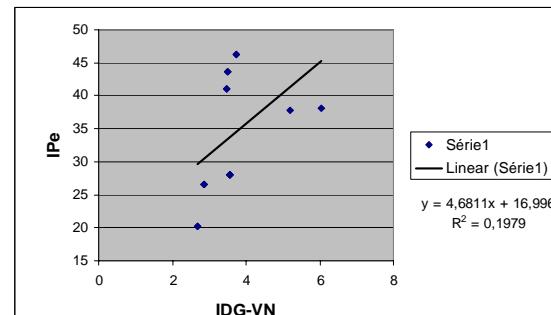


Gráfico 18: IPi X IDG-VN

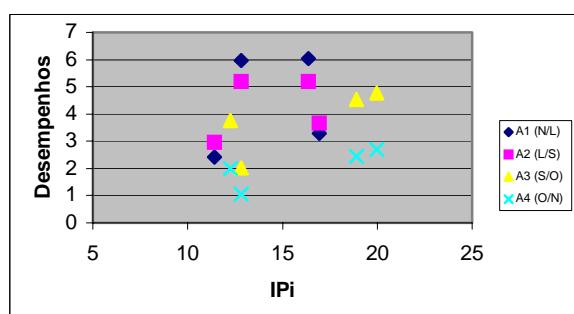
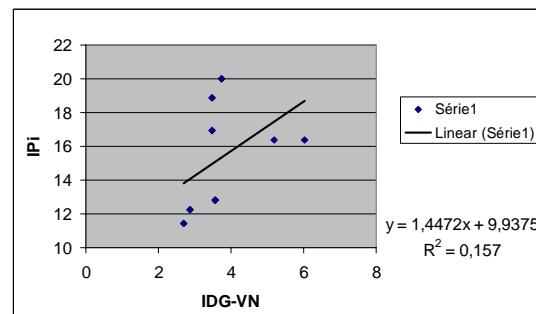


Gráfico 19: IDG-VN X IPi



Esse resultado confirma parcialmente a hipótese de trabalho, entretanto, a diferença entre a correlação do IPe e do IPi com o IDG-VN não foi tão significativa a ponto de se poder propor sua adoção pelos códigos de edificações. Cabem novas investigações, com maior controle das variáveis, para se estabelecer padrões com base nos índices construtivos. Mas, fica a certeza que tanto a orientação quanto a geometria do edifício deverão ser consideradas.

5 CONCLUSÕES

Nesse artigo foram verificadas as correlações entre índices de desempenhos, obtidos pela aplicação da Metodologia de Avaliação Multicritério de Ventilação Natural (MAM-VN), a 16 apartamentos de 4 edifícios de apartamentos da tipologia de 4 unidades por andar de Maceió/AL, e quatro índices construtivos: compacidade, exteriorização, permeabilidade e piso.

Verificou-se que apartamentos com mesmos índices construtivos apresentaram índices de desempenhos (globais e parciais) bastante distintos. O aumento dos índices construtivos não explicou satisfatoriamente o comportamento dos índices de desempenhos globais do conjunto de apartamentos, mas apenas dos apartamentos de mesma orientação. Por outro lado, a orientação e a geometria mais adequada dos apartamentos contribuíram significativamente para os melhores desempenhos.

Os índices construtivos apresentaram correlações entre medianas e muito fracas com os índices de desempenhos. O Índice de Permeabilidade apresentou correlação ligeiramente melhor do que o Índice de Piso, confirmando parcialmente a hipótese de trabalho.

Conclui-se pela maior adequação dos fatores fixos da geometria do edifício, em detrimento dos índices construtivos, para expressarem os desempenhos de ventilação natural pela ação do vento dos apartamentos. Isso implica a necessidade de revisão do parâmetro utilizado pelos códigos de edificações brasileiros.

6 REFERÊNCIAS

- ALUCCI, M. P.; CARNEIRO, C. de M.; BARING, J. G. de A. **Implantação de conjuntos habitacionais**. São Paulo: IPT, 1986.
- BLESSMANN, J. **Aerodinâmica das construções**. Porto Alegre: Sagra, 1990.
- BOUTET, T. **Controlling air movement**. New York: McGraw-Hill, 1987.
- BRANDÃO, D. Q. **Diversidade e potencial de flexibilidade de arranjos espaciais de apartamentos**. Florianópolis, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- ENSSLIN, L. ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão**. Florianópolis: Insular, 2001.
- GARCÍA CHÁVEZ, J. R.; FUENTES FREIXANET, V. **Viento y arquitectura**. México D.F.: Ed. Trillas, 2005
- GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. Florianópolis: UFSC, 1997.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Ed., 1997.
- OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.
- RAMOS NETO, A da C. **Incorporação imobiliária**. Brasília: Lettera, 2002.
- TOLEDO, A. M. **Ventilação natural e conforto térmico em dormitórios**: aspectos bioclimáticos para uma revisão do Código de Obras e Edificações de Maceió. Porto Alegre, 2001. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- _____. **Avaliação do desempenho da ventilação natural pela ação do vento**: uma aplicação em Maceió/AL. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- TOLEDO, E. **Ventilação natural das habitações**. Maceió: EDUFAL, 1999