



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

ETIQUETA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA: COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO PRESCRITIVO E SIMULAÇÃO PARA ANÁLISE DE DESEMPENHO DA ENVOLTÓRIA

Luíza T. de Castro (1); Fernando S. Westphal (2)

(1) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, bolsista de iniciação científica, luiza@labcon.ufsc.br

(2) Professor, engenheiro civil, Dr. Eng, fernandosw@arq.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental, Cx Postal 476, Florianópolis-SC, 88040-970, Tel.: (48) 3721 4974

RESUMO

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia é um mecanismo de avaliação para classificação do nível de eficiência energética de edifícios no Brasil. O procedimento de determinação da eficiência da envoltória pelo método prescritivo de etiquetagem baseia-se em um índice de consumo (IC) obtido através de uma equação, que pode ser considerado como um índice que relaciona a influência que os materiais e/ou formas dos componentes da envoltória de um edifício exercem no consumo energético do sistema de condicionamento artificial dos ambientes, para que se consiga atingir a zona de conforto térmico da maneira mais eficiente. A simulação computacional, por sua vez, pode quantificar este consumo, de maneira aproximada, por meio da reprodução das variáveis da envoltória que influenciam no consumo do condicionamento artificial. Logo, este estudo irá comparar as variações de consumo dos dois métodos, prescritivo e simulação, a fim de verificar se ambos refletem as mesmas tendências, analisando a influência da área de abertura das fachadas, a orientação do edifício e os ângulos de sombreamento de um tipo comum de edifício de escritórios localizado na cidade de Florianópolis. O programa de simulação computacional utilizado foi o EnergyPlus. Foram identificadas diferenças significativas nas tendências de variação do consumo calculadas no método prescritivo e nas simulações computacionais.

Palavras-chaves: etiquetagem, eficiência energética, edificações comerciais.

ABSTRACT

The National Energy Efficiency Label is an evaluation mechanism to classify the level of energy efficiency in buildings in Brazil. The procedure for determining the building envelope performance by the prescriptive method of labeling is based on a Consumption Index (IC) obtained by an equation that can be considered as an index that relates the influence of building envelope and architecture parameters on the energy consumption for air conditioning. Therefore, this study will compare the variation in consumption predicted by both methods, prescriptive and simulation, in order to verify that both reflect the same trends, analyzing the influence of the window to wall area of the facades, building orientation and shading overhangs of a typical office building located in the city of Florianopolis. The EnergyPlus software was used in this task. Significant differences were identified in the trends of variation in consumption calculated according to the prescriptive method and by computer simulation.

Keywords: performance rating, energy efficiency, commercial buildings.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Nicoletti (2009), uma considerável parcela de energia elétrica é desperdiçada para obtenção de conforto ambiental na maioria das edificações devido à não incorporação de importantes avanços ocorridos nas áreas da arquitetura bioclimática, materiais e tecnologias construtivas. “Nesse contexto, regulamentações têm sido propostas e começam a ser implementadas no Brasil, focadas nos impactos de possíveis alterações da envoltória no consumo de energia elétrica, repercutindo em melhores condições de conforto térmico para os usuários”. A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia foi criada no Brasil após um processo que se iniciou em 2001 com a promulgação da Lei n.º. 10.295, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (BRASIL, 2001a) e do Decreto n.º. 4059, que regulamenta a lei (BRASIL, 2001b). Para a realização do processo de etiquetagem foi criado o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e seus documentos complementares, como o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RAC-C) e o Manual para aplicação do RTQ-C (INMETRO, 2010).

O procedimento de determinação da eficiência da envoltória pelo método prescritivo baseia-se em um Índice de Consumo (IC) obtido através de uma equação. A equação a ser utilizada para cada edificação é determinada pela zona bioclimática na qual o edifício pertence, e pela sua área de projeção (maior ou menor de 500m²). Esta equação relaciona os seguintes parâmetros com o indicador de consumo de energia:

- a) Ape (área de projeção do edifício);
- b) Atot (área total construída);
- c) Aenv (área da envoltória);
- d) Apcob (área de projeção da cobertura);
- e) AVS (ângulo vertical de sombreamento);
- f) AHS (ângulo horizontal de sombreamento);
- g) FF (fator de forma);
- h) FA (fator altura);
- i) FS (fator solar);
- j) PAFt (percentual de abertura na fachada total);
- k) Vtot (volume total da edificação).

Segundo o RTQ-C, o PAFt (Percentual de Abertura de Fachada total) corresponde ao valor médio representativo do percentual de abertura de todas as fachadas, calculado através da razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada de cada fachada e a área total de fachada da edificação. Dessa forma, um edifício com PAFt de 40% pode corresponder às quatro fachadas com aberturas equivalentes; ou fachadas com percentuais de aberturas diferentes, resultando no mesmo PAFt de 0,4 calculado por média ponderada. Além disso, a questão da orientação do edifício é determinante para o Regulamento apenas no sentido de definir o valor a ser aplicado na equação: “Para o uso deste valor [PAFt], primeiramente deve-se realizar o cálculo do PAF para a fachada oeste (PAFo) e em seguida o PAFt. Se o PAFo for pelo menos 20% maior que o PAFt, deve-se adotar o PAFo na equação” (MME, 2010).

O Indicador de Consumo oferecido pelo método prescritivo para análise de eficiência energética da envoltória pode ser considerado como um índice que relaciona a influência que os materiais e/ou formas dos componentes da envolvente de um edifício exercem no consumo energético do sistema de condicionamento artificial dos ambientes, para que se consiga atingir a zona de conforto térmico da maneira mais eficiente. A integração do sistema de ar condicionado com a edificação visa à obtenção do equilíbrio entre as condições de conforto térmico dos ocupantes, o tipo de ocupação e o consumo de energia associado à edificação. (Hernandes Neto, Tribess e Fiorelli, 1999). O método de avaliação por simulação computacional pode quantificar o consumo de energia, de maneira aproximada, por meio da modelagem do edifício com as variáveis que farão com que o sistema de condicionamento artificial seja mais solicitado, para então analisar se a envoltória é mais ou menos eficiente.

Logo, este estudo irá comparar as variações de consumo dos dois métodos, a fim de verificar se ambos refletem as mesmas tendências, analisando a influência da área de abertura das fachadas, a orientação do edifício e os ângulos de sombreamento.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é comparar o Índice de Consumo obtido na avaliação do método prescritivo da Etiquetagem de Eficiência Energética, com os resultados do método de simulação computacional termoenergética, a fim de analisar a influência da área de abertura e da orientação das fachadas no

desempenho da envoltória de uma edificação, considerando a relação entre área opaca e área translúcida, a orientação do edifício e os ângulos de sombreamento.

3. MÉTODO

3.1. Descrição do modelo

O primeiro modelo-base adotado para estudo consiste em um edifício de escritórios, localizado na cidade de Florianópolis. Possui 15 pavimentos (incluindo térreo, 13 pavimentos tipo e cobertura), e todos estão divididos em cinco zonas térmicas (ver figura 1), com pé direito de 3 metros cada. A laje de cobertura é composta por reboco (2,5cm), concreto maciço (20cm) e argamassa de regularização (2,5cm); e as paredes externas utilizam tecnologia *drywall*, compostas por placa cimentícia (1,5cm), lã de rocha (5,0cm) e gesso acartonado (3,0cm). As demais características do edifício estão descritas na tabela 1. Todas as zonas são condicionadas com *splits*, com exceção do *core* (zona 5), não condicionado, como ocorre usualmente neste tipo de edifício. Considerou-se eficiência energética nível A para os *splits*. A densidade das cargas internas (DCI) das zonas térmicas foi selecionada de acordo com o uso de um edifício de escritórios, como mostra a tabela 2. Por não caracterizar-se como área de permanência prolongada, a zona 5 possui densidade de carga interna menor. A ocupação e uso dos sistemas do prédio ocorrem das 8h às 18h em dias úteis, e das 8h às 13h aos sábados, sem ocupação aos domingos.

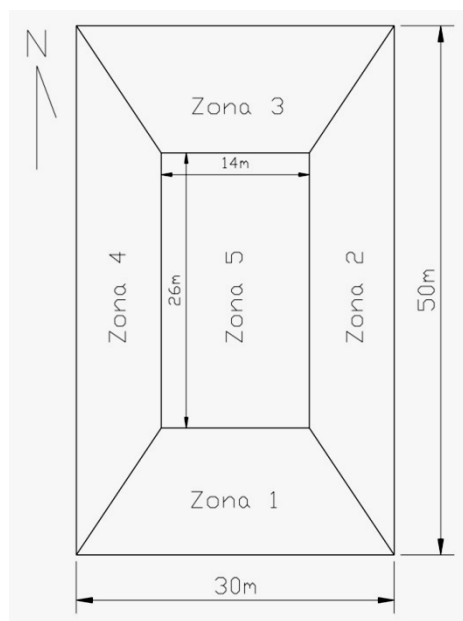


Figura 1: Modelo-base 1 - planta baixa esquemática do térreo, pavimento tipo e cobertura.

Tabela 1: Características do edifício.

TRANSMITÂNCIA (W/m ² K)		ABSORTÂNCIA		FS
U _{cob}	U _{par}	α _{cob}	α _{par}	
2,9	0,7	0,5	0,5	0,27
AVS	AHS	PAF _t	FA	FF
0°	0°	0.4	0.07	0.13

Tabela 2: Densidade de cargas internas.

ZONA	CARGAS INTERNAS		
	OCUPAÇÃO (m ² /pessoa)	ILUMINAÇÃO (W/m ²)	EQUIPAMENTOS (W/m ²)
1, 2, 3 e 4	7	12	16
5	0	5	0

Para avaliar o impacto no consumo de energia devido à relação entre a área opaca da fachada e a área translúcida, o mesmo modelo teve a sua orientação rotacionada em 90°, dando origem ao segundo modelo-base, mostrado na Figura 2.

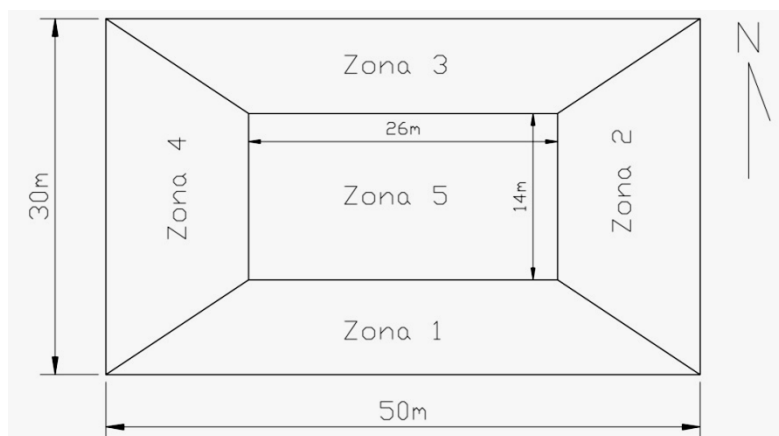


Figura 2: Modelo-base 2 - planta baixa esquemática do térreo, pavimento tipo e cobertura.

3.2. Definição dos parâmetros a serem variados

A partir dos modelos-base iniciais (casos 1 e 9 nas tabelas 3 e 4), foram construídos outros 14 modelos para o estudo da influência das aberturas nas fachadas. Como o RTQ-C exige que seja adotado o valor da fachada oeste (PAFo) quando esta ultrapassar 20% do valor do PAFt, foram selecionados modelos que representassem essa diferença, com 48% de abertura na fachada oeste; e casos em que esse limite não fosse alcançado, mas que aproximasse-se dele, com PAFo igual a 47%.

Além disso, avaliou-se a influência do sombreamento das aberturas, definindo três ângulos de sombreamento diferentes, incluindo o valor máximo permitido pelo RTQ-C, como mostram as tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Variações para edifício orientado no eixo norte-sul

EIXO Norte-Sul							
caso	PAFt	PAFo	PAF _{norte}	PAF _{sul}	PAF _{leste}	AVS	AHS
1	40	40	40	40	40	0	0
2	40	47	28	40	40	0	0
3	40	48	27	40	40	0	0
4	40	47	40	28	40	0	0
5	40	48	40	27	40	0	0
6	40	40	40	40	40	15	0
7	40	40	40	40	40	30	0
8	40	40	40	40	40	45	0

Tabela 4: Variações para edifício orientado no eixo leste-oeste

EIXO Leste-Oeste							
caso	PAFt	PAFo	PAF _{norte}	PAF _{sul}	PAF _{leste}	AVS	AHS
9	40	40	40	40	40	0	0
10	40	47	36	40	40	0	0
11	40	48	35	40	40	0	0
12	40	47	40	36	40	0	0
13	40	48	40	35	40	0	0
14	40	40	40	40	40	15	0
15	40	40	40	40	40	30	0
16	40	40	40	40	40	45	0

Nos casos 2, 4, 10 e 12, a abertura oeste é apenas 17,5% maior que o PAFt, sendo este o valor a ser inserido na equação da envoltória. A fim de manter o percentual total de 40%, nos casos 2 e 10, foram reduzidas as áreas de abertura da fachada norte; e nos casos 4 e 12, as áreas de abertura da fachada sul.

Nos casos 3, 5, 11 e 13, a abertura oeste está no limite máximo permitido pelo Regulamento, 20% acima do PAFt, passando a ser o PAFo o valor adotado para o cálculo do ICenv na equação. Da mesma

forma, para manter o valor de abertura total em 40%, nos casos 3 e 11 foram reduzidas as aberturas norte; enquanto nos casos 5 e 13, as aberturas sul.

Já os casos 6, 7, 8, 14, 15 e 16 possuem aberturas equivalentes em todas as fachadas, porém foram adicionados elementos de sombreamento horizontais para comparação da influência dos ângulos de sombreamento na edificação.

3.3. Método por simulação

De acordo com o RTQ, “o método da simulação compara o desempenho do edifício proposto (real) com um edifício similar (de referência), cujas características devem estar de acordo com o nível de eficiência pretendido” (MME, 2010).

A ferramenta de simulação utilizada neste trabalho foi o software EnergyPlus. A partir dos modelos-base (casos 1 e 9), foram modelados outros quatro edifícios de referência de acordo com os requisitos do Regulamento, utilizando o mesmo arquivo climático, padrão de uso e operação de sistemas, DCI em equipamentos, padrão de ocupação e sistema de condicionamento de ar. A tabela 5 mostra os limites específicos de transmitância e absortância para zona bioclimática 3, de acordo o item 3.1 do RTQ-C, e os valores de FS, AVS e AHS, e PAFt a serem modelados para cada nível de eficiência.

Tabela 5: Características dos modelos de referência para cada nível de eficiência

Modelo referência	TRANSMITÂNCIA (W/m ² K)		ABSORTÂNCIA		FS	AVS	AHS	PAFt
	Ucob	Upar	αcob	αpar				
A	1,0	3,7	0,5	0,5	0,87	0	0	0,18
B	1,5	3,7	0,5	0,5	0,87	0	0	0,31
C	2,0	3,7	0,9	0,9	0,87	0	0	0,44
D	2,0	3,7	0,9	0,9	0,87	0	0	0,57

3.4. Método prescritivo

O edifício em questão possui área de projeção maior que 500m², e foi modelado para a cidade de Florianópolis (Zona Bioclimática 3); portanto, a equação adequada para determinação da eficiência é a Equação 3.6 do RTQ-C, reproduzida abaixo.

$$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAFt + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAFt.AHS + 277,98$$

Onde:

FA = Fator altura (Apcob / Atot);

FF = Fator de Forma (Aenv / Vtot);

PAFt = Percentual de abertura de fachada total;

FS = Fator Solar;

AVS = Ângulo vertical de sombreamento;

AHS = Ângulo horizontal de sombreamento.

Esta equação fornece o Indicador de Consumo (IC) do edifício, que deve então ser comparado aos intervalos de uma escala numérica que classificará seu nível de desempenho. A equação foi calculada para todos os 16 casos, de acordo com os valores dos parâmetros sob análise.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados das simulações e das equações são apresentados nas tabelas a seguir. Os valores de consumo para condicionamento de ar dos modelos simulados foram obtidos em seus respectivos relatórios de uso final de energia.

A tabela 6 mostra os valores de consumo dos edifícios de referência simulados para cada nível de eficiência. A partir desses valores foi possível classificar os 16 casos simulados, obtendo então, os resultados apresentados nas tabelas 7 e 8. As tabelas mostram também os Indicadores de Consumo obtidos pelo método prescritivo e as respectivas categorias de classificação de cada modelo. As diferenças percentuais nos consumos e IC de cada caso em relação aos modelos base 1 e 2 também são apresentadas nas tabelas.

Tabela 6: Consumo do ar condicionado dos modelos de referência [kWh]

Nível do modelo de referência	Eixo Norte-Sul	Eixo Leste-Oeste
A	756.577	742.560
B	852.035	832.946
C	1.039.001	1.006.241
D	1.107.046	1.069.262

Tabela 7: Resultados da simulação e prescritivo no eixo norte-sul

caso	Simulação			Prescritivo			
	Consumo AC [kWh]	Diferença	Classificação	ICenv	Diferença	Classificação	Pré-Requisitos
1	755.200	---	A	43,25	---	C	E
2	752.379	-0,4%	A	43,25	0,0%	C	E
3	753.399	-0,2%	A	47,32	9,4%	C	E
4	754.275	-0,1%	A	43,25	0,0%	C	E
5	754.901	0,0%	A	47,32	9,4%	C	E
6	711.081	-5,8%	A	38,45	-11,1%	B	E
7	680.166	-9,9%	A	33,65	-22,2%	A	E
8	652.454	-13,6%	A	28,85	-33,3%	A	E

Tabela 8: Resultados da simulação e prescritivo no eixo leste-oeste

caso	Simulação			Prescritivo			
	Consumo AC [kWh]	Redução	Classificação	ICenv	Redução	Classificação	Pré-Requisitos
9	744.028	---	B	43.25	---	C	E
10	743.410	-0,1%	B	43.25	0,0%	C	E
11	743.521	-0,1%	B	47.32	9,4%	C	E
12	743.984	0,0%	B	43.25	0,0%	C	E
13	744.155	0,0%	B	47.32	9,4%	C	E
14	702.835	-5,5%	A	38.45	-11,1%	B	E
15	672.142	-9,7%	A	33.65	-22,2%	A	E
16	646.386	-13,1%	A	28.85	-33,3%	A	E

A classificação dos 16 casos no nível E pelo método prescritivo é devido ao valor da transmitância térmica da cobertura do edifício, $2,9\text{W/m}^2\text{K}$, que não atende ao pré-requisito mínimo de $2,0\text{W/m}^2\text{K}$ para ser classificada nos níveis C e D, fazendo-o cair para E. Porém, o método de simulação leva em consideração a baixa transmitância das paredes e o vidro de alto desempenho no cálculo do seu balanço térmico. Como a área das fachadas do edifício é praticamente 80% maior que a área da cobertura, as paredes externas e os vidros exercem maior influência do que a cobertura, possibilitando até a classificação máxima em nível A para alguns modelos.

A comparação dos casos 1 e 9, que caracterizam-se por dois tipos idênticos de edifícios, com a mesma geometria e características construtivas, diferenciando-se um do outro apenas pela orientação, demonstra que, diferentemente da classificação do método prescritivo, que considera os dois edifícios com o mesmo IC, a simulação mostra o desempenho diferente entre eles.

Mesmo contendo igual percentual de abertura nas fachadas, equivalente a 40% para todas as fachadas, é possível notar a influência, ainda que mínima, da fachada norte, suficiente para fazer o nível de eficiência cair de A, no caso 1, para B, no caso 9, no qual esta face do edifício passa a ser 67% maior, logo, com maior área envidraçada, como mostra esquematicamente a figura 3.

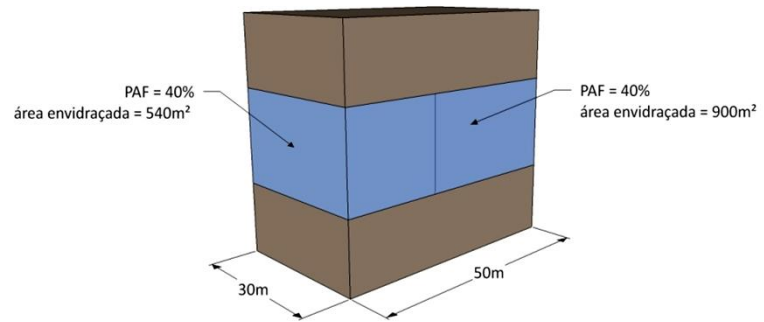


Figura 3: Comparativo da área de vidro das duas faces do edifício com mesmo PAF de 40%.

É possível notar ainda a influência desta fachada no caso 2, onde a redução de aberturas a norte de 40% para 28% resulta na redução de 0,4% no consumo do ar condicionado, ainda que com o aumento para 47% da fachada oeste, sendo esta a redução de consumo mais significativa dos casos com variações de aberturas estudadas. Nos casos 5 e 13, o aumento da abertura oeste não alterou em nada o consumo de energia do edifício, mesmo atingindo valor 20% maior que o PAFt, e os casos 3 e 11 indicaram inclusive a redução de 0,1% do consumo, enquanto o Índice de Consumo da envoltória pelo método prescritivo indica um aumento de 9,4% para todos os casos que alcançaram esse limite.

A tendência da variação do consumo entre a simulação e o prescritivo também é diferente quando diz respeito aos elementos de sombreamento, uma vez que, pelo prescritivo, seria necessária a adoção brises que fornecessem 30° de sombreamento das aberturas para elevar o edifício para nível A; enquanto a simulação indica que proteções solares de 15° já seriam eficientes a ponto de fornecer a classificação máxima.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, é possível constatar as diferentes tendências no indicativo de consumo de energia entre os métodos prescritivo e de simulação. Considerou-se que o indicador de consumo obtido pelas equações esteja relacionado ao consumo do sistema de condicionamento de ar, pois é o único sistema que sofre influência direta da envoltória.

Os pré-requisitos estabelecidos pelo RTQ-C, como não consideram a proporção de uma superfície em relação ao seu total, podem penalizar demasiadamente o edifício por ultrapassar algum dos limites definidos. No caso estudado, o limite da transmitância da cobertura trouxe o edifício para classificação E na avaliação pelo método prescritivo, mesmo com as paredes externas, que totalizavam praticamente três vezes mais área de envoltória (com baixa transmitância) do que a cobertura. Como visto por simulação computacional, o prédio poderia atingir o nível B de eficiência nas mesmas condições em que foi realizada a avaliação pelo método prescritivo, classificando-o em nível E.

Diferentemente do que apontam os resultados das equações, que indicam mesmos Índices de Consumo para o edifício com a orientação alterada, ficou comprovado pela simulação que os dois modelos terão resultados diferentes em seu balanço térmico, com variações de consumo de energia diferentes quando se avalia cenários de abertura nas fachadas. A alteração da orientação das faces do edifício, mesmo que contenham a mesma relação entre área opaca e área translúcida, faz com que estes não possam ser considerados iguais em seu desempenho. Trata-se de edifícios diferentes, porém o método prescritivo desconsidera tal critério, de fundamental importância na implantação arquitetônica de uma edificação.

A tendência da variação do IC é superestimada em relação à variação do consumo de energia obtido pela simulação quando se analisa o percentual de abertura na fachada oeste, para esta tipologia. O limite de 20% a mais na área envidraçada desta fachada não indicou aumento de consumo significativo em nenhum dos casos simulados, enquanto o IC cresce em 9,4%. Diferentemente do que aponta a equação, a fachada que demonstrou maior influência foi a fachada norte, que ao ter seu percentual de abertura reduzido, decresceu o consumo de energia em condicionamento de ar.

O trabalho realizado possui certas limitações, no sentido de estudar apenas uma situação específica. Com variações de tipologias de edifícios, com diferentes usos, e para diferentes zonas bioclimáticas, seria possível obter resultados mais completos, considerando que as tendências dos resultados dos métodos prescritivos e de simulação computacional podem refletir variações não coincidentes, de acordo com a sua volumetria, uso e o clima no qual o edifício está inserido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. “Lei n. 10295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia”. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001a. Disponível em: <www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf>. Acesso em: 17/03/03
- BRASIL. “Decreto n. 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências”. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em: <www.mme.gov.br/ministerio/legislacao/decretos/Decreto%20n%204.059-2001.html>. Acesso em: 17/03/03.
- INMETRO. “Portaria n. 372, de 17 de setembro de 2010”. Disponível em: <www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 20/09/10.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2ª edição. São Paulo: ProLivros, 2004.
- A. NICOLETTI, Ana; AMORIM, Cláudia. **Análise do desempenho térmico de envoltória através da aplicação da metodologia prescritiva da etiquetagem de eficiência energética de edificações**. Brasil - Natal, RN. 2009. p. 1086-1093. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2009, Natal, RN.
- HERNANDEZ NETO, A.; TRIBESS, A.; FIORELLI, F. A. S. **Influência da envoltória no consumo de energia em edifício comercial com ocupação mista**. Brasil - Fortaleza, CE. 1999. Iarq. htm. Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2º & Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 5º, Fortaleza, 1999. Artigo técnico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ELETROBRÁS/PROCEL pelos recursos financeiros aplicados no financiamento do projeto, dentro da Rede de Eficiência Energética em Edificações (R3E).