

ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO RTQ-C QUANTO À VARIAÇÃO DA DENSIDADE DE CARGA INTERNA NAS ZONAS BIOCLIMÁTICAS BRASILEIRAS 1, 4 E 7

Mariane Pinto Brandalise¹⁵⁰

Eduardo Grala da Cunha¹⁵¹

RESUMO

O RTQ-C, Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, define metodologias de classificação do nível de eficiência energética das edificações em cinco níveis. A avaliação pode ser feita através de dois métodos: o método prescritivo, e o método de simulação. A pesquisa tem como objetivo analisar a sensibilidade do método prescritivo do RTQ-C, quanto à variação de densidade de carga interna (DCI) de equipamentos em edifícios de escritórios, na zona bioclimática 1, 4 e 7 do zoneamento bioclimático brasileiro. Foram analisadas três densidades de carga interna, a utilizada para o desenvolvimento do RTQ-C, e outras duas de acordo com a norma ASHRAE (2009). Os resultados da pesquisa demonstram que a DCI utilizada para o desenvolvimento do RTQ-C é menor que a DCI média de equipamentos adotada pela ASHRAE (2009). Portanto, gera pouco calor interno e a envoltória com maior transmitância térmica apresenta o maior consumo energético por estar recebendo calor do meio externo. O baixo valor adotado na DCI não possibilita uma análise real da eficiência energética dos limites de transmitância térmica para paredes e coberturas adotados pelo RTQ-C para todas as zonas bioclimáticas brasileiras.

¹⁵⁰ Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Pelotas – Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo-PROGRAU/UFPel – marianebrandalise@yahoo.com.br

¹⁵¹ Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal de Pelotas, Doutor em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pós-doutorado pela Universidade de Kassel – professor Adjunto da Universidade Federal de Pelotas - eduardogralacunha@yahoo.com.br



PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética; RTQ-C; edifício de escritórios; densidade de carga interna.

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2001, após ocorrer o “apagão” energético, o país buscou soluções mais eficazes vinculadas à efficientização energética. O primeiro passo foi à elaboração da Lei _ 10.295, publicada pelo Ministério de Minas e Energia em 17 de outubro de 2001, a qual estabelece a criação de mecanismos que resultem em edificações mais eficientes energeticamente (BRASIL, 2001).

Mais recentemente, foram publicados o RTQ-C - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, em 2009, e o RTQ-R - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, em 2010. Os regulamentos classificam as edificações em cinco níveis de eficiência. No caso do RTQ-C, a avaliação poderá ser feita através de dois métodos: o método prescritivo, que é um método simplificado, ou o método de simulação. Pelo Método Prescritivo, utilizam-se duas equações por Zona Bioclimática, uma para edificações com área de projeção menor que 500m², e com Fator de Forma Máximo, e outra para edificação maior que 500m², e com Fator de Forma Mínimo. Os métodos simplificados provêm uma ferramenta rápida para a avaliação do desempenho da edificação, porém podem envolver uma incerteza considerável em seus resultados, levando a comprometer o processo de certificação dos edifícios (MELO, 2012).

No âmbito que está inserida está pesquisa, pretende-se identificar a sensibilidade do RTQ-C, quanto à variação de densidade de carga interna (DCI) de equipamentos, na avaliação do desempenho energético da envoltória de edifícios de escritórios localizados Zona Bioclimática 1, 4 e 7 do zoneamento bioclimático brasileiro.

Estudos demonstram que um modelo de edifício de escritório na cidade de Curitiba, com a densidade de carga interna de 20 W/m², baixa absorvância superficial externa, e padrão de uso de 8h/dia, o aumento da transmitância térmica, aumenta o consumo de energia elétrica em climatização. A mesma edificação com densidade de carga interna de 50 W/m², quanto maior transmitância térmica na envoltória, menor o consumo de energia elétrica em climatização (WESTPHAL, 2007). A densidade de R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.542-555, dez. 2015.

carga interna gerada por equipamentos é um dos fatores que interfere no desempenho energético das edificações. No caso de edifícios de escritórios, onde se observa uma variação muito grande quanto à ocupação, a DCI, dependendo do uso dos ambientes, pode interferir significante.

Este trabalho tem como objetivo identificar a sensibilidade do RTQ-C quanto à variação de DCI de equipamentos na avaliação do desempenho energético da envoltória de edifícios de escritórios na Zona Bioclimática 1,4 e 7 do zoneamento bioclimático brasileiro.

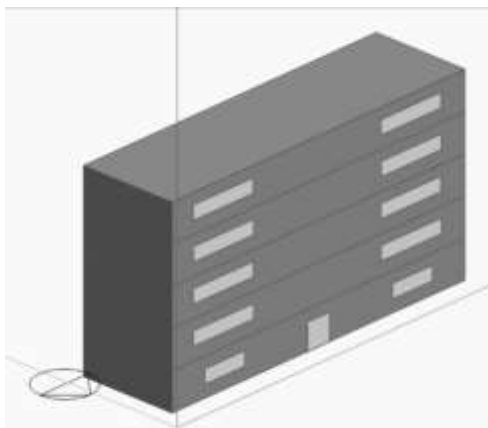
2 METODOLOGIA

O método utilizado para se alcançar o objetivo deste trabalho está dividido em cinco etapas, as quais serão apresentadas a seguir: Definição do modelo de análise; caracterização da DCI a serem utilizadas na configuração dos modelos de análise; determinadas as características da envoltória dos modelos de análise de acordo com o RTQ-C, determinação do consumo energético dos modelos avaliados; e comparação do consumo dos edifícios com envoltória nível A, B e C com diferentes densidades de carga interna.

2.1. Definição do modelo de análise

O modelo analisado foi definido com base no estudo desenvolvido por Carlo (2008). Carlo (2008), através de um levantamento fotográfico, pode observar volumetrias típicas, mais frequentes na paisagem urbana, para algumas atividades comerciais. A partir do levantamento, foi possível gerar um modelo representativo para cada atividade. O modelo foi identificado por Carlo (2008) com o nome de grandes escritórios e caracterizado como edificação vertical, área de pavimento tipo menor que 500m², possuindo 5 pavimentos, forma retangular, com dimensão de 27m de comprimento, 7,8m de largura e 15m de altura, a Figura 1 ilustra o modelo.

Figura 1 – Modelo



Fonte: Elaborada pelos autores, 2014.

2.2. Caracterização da densidade de carga interna a ser utilizada na configuração dos modelos de análise

A densidade de carga interna é definida pela soma das três principais fontes de calor internas (W/m^2): iluminação, equipamentos elétricos e pessoas. O sistema de iluminação dos modelos, foi configurado com a densidade de potência de iluminação $9,7W/m^2$, classificada como nível A pelo RTQ-C. ASHRAE (2009) classifica os escritórios em quatro tipos de densidade de carga interna de equipamentos, neste trabalho foram avaliados somente dois tipos de densidade, a média e a alta. A densidade de pessoas foi estabelecida conforme a densidade de equipamentos, média e alta, e de acordo com NBR 16.401 (2008). Também foi avaliada a DCI $25W/m^2$, a qual Carlo (2008) utilizou para desenvolvimento da equação de regressão linear que originou o RTQ-C. Carlo (2008) adotou este valor considerando equipamentos, pessoas e iluminação.

Tabela 1: Caracterização das densidades de carga interna utilizadas nos modelos de análise

Tipo de Escritório	DCI Equipamentos (W/m^2)	Densidade de Pessoas (W/m^2)	Potência de iluminação (W/m^2)	Total (W/m^2)
Média densidade	11,00	16,70	10,00	37,70
Alta densidade	21,00	23,88	10,00	54,88
RTQ-C	8,00	8,00	9,00	25,00

Fonte: Adaptada de ASHRAE (2009); ABNT (2008); INMETRO (2010)

2.3 Determinação das características da envoltória da edificação

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.542-555, dez. 2015.

O RTQ-C determina que a transmitância térmica das paredes externas e da cobertura e a absorvência são pré-requisitos específicos da envoltória. Estes pré-requisitos possuem limites estabelecidos para cada zona bioclimática, de acordo com o nível de eficiência energética que se pretende alcançar. Nas Tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os pré-requisitos da envoltória para as zonas bioclimáticas 1, 4 e 7, respectivamente. A zona bioclimática 7, apresenta duas configurações de parede, a primeira com a transmitância térmica limite de $2,5\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ e a capacidade térmica menor que $80\text{kJ}/\text{m}^2\cdot\text{K}$, e a segunda, com a transmitância térmica limite de $3,7\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ e a capacidade térmica maior que $80\text{kJ}/\text{m}^2\cdot\text{K}$. Já no caso da absorvência, optou-se por não analisar sua influência e definiu-se o valor de 0,20 para paredes e coberturas, pois este valor atende aos pré-requisitos para nível A.

Tabela 2: Características da envoltória para a zona bioclimática 1

Pré-Requisitos Envoltória	Nível A	Nível B	Nível C e D
Transmitância Térmica Cobertura ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)	0,50	1,00	2,00
Transmitância Térmica Parede externa ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)	1,00	2,00	3,70
Absortância Cobertura	Livre	Livre	Livre
Absortância Parede externa	Livre	Livre	Livre

Fonte: Adaptada de INMETRO (2010)

Tabela 3: Características da envoltória para a zona bioclimática 4

Pré-Requisitos Envoltória	Nível A	Nível B	Nível C e D
Transmitância Térmica Cobertura ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)	1,00	1,50	2,00
Transmitância Térmica Parede externa ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)	3,7		
Absortância Cobertura	$\alpha < 0,50$	$\alpha < 0,50$	Livre
Absortância Parede externa	$\alpha < 0,50$	Livre	Livre

Fonte: Adaptada de INMETRO (2010)

Tabela 4: Características da envoltória para a zona bioclimática 7

Pré -Requisitos Envoltória	Nível A	Nível B	Nível C e D
Transmitância Térmica Cobertura ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)	1,0	1,50	2,0

Transmitância Térmica	2,5 (W/m ² .K), para paredes com capacidade térmica ≤ 80 kJ/m ² K		
Parede externa	3,7 (W/m ² .K), para paredes com capacidade térmica > 80 kJ/m ² K		
Absortância Cobertura	α < 0,50	α < 0,50	Livre
Absortância Parede externa	α < 0,50	Livre	Livre

Fonte: Adaptada de INMETRO (2010)

Apesar do RTQ-C não considerar o Percentual de Abertura na Fachada Total (PAFT) um pré-requisito da envoltória, foi calculado o PAFT limite para cada nível de eficiência em cada modelo. Para o cálculo, foi utilizada a equação do indicador de consumo da envoltória (ICenv) isolando a variável PAFT, como pode ser observado na Equação 1 a seguir.

Equação 1:

$$PAFT < R > = ICR + 43,0 \cdot FA + 316,62 \cdot FF - 7,29 \cdot FS - 132,5 \frac{FA}{FF} + 77 \cdot FA \cdot FF - 182,66$$

16,38

Onde, ICR = Indicador de consumo do modelo de referência (adimensional)

FA = Fator altura (A_{pco}/A_{tot})

FF = Fator de forma (A_{env}/V_{tot})

PAFT = Percentual de abertura na fachada total (adimensional, para uso na equação)

FS = Fator solar

A_{pco} = Área de projeção da cobertura em (m²)

A_{env} = Área da envoltória (m²)

A_{tot} = Área total de piso (m²)

V_{tot} = Volume total de piso (m³)

Sendo assim os modelos foram configurados com um PAFT inicial de 0,05, e sofreram variações de acréscimo de 0,05, até o PAFT limite para cada nível de eficiência.

2.4 Determinação do consumo dos modelos com características para nível a, b e c.

Para se obter o consumo energético dos edifícios com características de acordo com diferentes níveis de eficiência energética do RTQ-C foram feitas simulações no R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.542-555, dez. 2015.

software DesignBuilder versão 3.0.0.15. Inicialmente foi configurado o arquivo climático, de acordo com a zona bioclimática que estava sendo analisada. Após a modelagem das edificações no software, foram informados os parâmetros utilizados nas simulações, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 –Parâmetros utilizados nos modelos de análise

Parâmetros	Valores Adotados
Padrão de uso (h/dia) (ocupação, equipamentos e iluminação). Sábados e domingos não foram considerados como períodos de ocupação	08:00 até às 12:00 – 100% 12:00 até às 14:00 – 10% 14:00 até às 18:00 – 100%
Coefficiente de Performance do sistema de condicionamento de ar (W/W)	3,21W/W para aquecimento e resfriamento
Setpoint de aquecimento (°C)	18 °C
Setpoint de resfriamento (°C)	24 °C
Orientação da maior fachada	Norte/ Sul

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

2.5 Comparação do consumo dos edifícios com envoltória nível a, b e c com diferentes densidades de carga interna de equipamento

A partir das simulações foi obtido o consumo energético anual de cada modelo. Com esses dados foi possível avaliar e comparar o desempenho energético para as diferentes configurações da envoltória de acordo com o RTQ-C e com variadas densidades de carga interna.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados esta dividida em três partes, primeiro os resultados da Zona Bioclimática 1 e em seguida da Zona Bioclimática 4 e por último os resultados da Zona Bioclimática 7.

3.1 Zona Bioclimática 1

Ao analisar os resultados do modelo 1, foi possível observar que a DCI influenciou nos resultados. Na DCI 25 W/m², a envoltória Nível A, apresentou o melhor

desempenho energético no PAFT 0,05. Nos demais PAFTs o modelo Nível B demonstra o menor consumo energético. Já envoltória de acordo com o Nível C apresentou o maior consumo energético em todos os PAFT analisados.

Ao observar os resultados para a DCI 37,70 W/m² os exemplares configurados atendendo aos pré-requisitos da envoltória para nível B apresentaram o melhor desempenho energético, enquanto que os exemplares atendendo aos pré-requisitos da envoltória para nível A demonstraram o maior consumo energético, devido principalmente ao fato desta envoltória ser mais isolada, impedindo a troca do calor interno para o meio externo.

Analisando os modelos com a densidade de 54,88 W/m², a envoltória que apresenta um maior isolamento térmico (nível A), demonstrou um consumo energético superior as amostras com envoltórias de maior transmitância térmica (nível B e C). Sendo que os modelos com características da envoltória nível C apresentaram o melhor desempenho energético. Com o aumento do calor interno, os edifícios mais isolados (Nível A e B) necessitam um maior uso do sistema de condicionamento de ar para resfriamento, por não permitirem que o calor interno se dissipe para o meio externo, acarretando o maior consumo energético. Na Tabela 6 é possível observar a síntese dos resultados para a zona bioclimática 1.

Tabela 6 – Síntese dos resultados para a Zona Bioclimática 1

			PAFT		
			0,05	0,10	0,15
Zona Bioclimática 1	DCI 25 W/m ²	Maior consumo	Nível C	Nível C	Nível C
		Menor consumo	Nível A	Nível B	Nível B
	DCI 37,70 W/m ²	Maior consumo	Nível A	Nível A	Nível A
		Menor consumo	Nível B	Nível B	Nível B
	DCI 54,88 W/m ²	Maior consumo	Nível A	Nível A	Nível A
		Menor consumo	Nível C	Nível C	Nível C

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

3.2 Zona Bioclimática 4

Nesta zona bioclimática a DCI não influenciou nos resultados, pode-se observar que no PAFT 0,05 a envoltória de acordo com o Nível C apresenta o melhor desempenho energético e o modelo nível A demonstra o maior consumo de energia. A partir do PAFT 0,10, os exemplares de acordo com o Nível C demonstram o maior consumo de energia e a envoltória conforme Nível B apresenta o melhor desempenho energético. Isso ocorre nas três densidades de carga interna analisadas. Na zona bioclimática 4, as temperaturas durante o ano são mais elevadas que na zona bioclimática 1, portanto a envoltória Nível C apresenta o maior consumo de condicionamento de ar para resfriamento a partir do PAFT 0,10, devido ao aumento dos ganhos de calor por radiação decorrente do aumento das aberturas. Na tabela 7 a seguir pode-se observar a síntese dos resultados para a zona bioclimática 4.

Tabela 7 – Síntese dos resultados para a Zona Bioclimática 4

			PAFT		
			0,05	0,10	0,15
Zona Bioclimática 4	DCI 25 W/m ²	Maior consumo	Nível A	Nível C	Nível C
		Menor consumo	Nível C	Nível B	Nível B
	DCI 37,70 W/m ²	Maior consumo	Nível A	Nível C	Nível C
		Menor consumo	Nível C	Nível B	Nível B
	DCI 54,88 W/m ²	Maior consumo	Nível A	Nível C	Nível C
		Menor consumo	Nível C	Nível B	Nível B

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

3.3 Zona Bioclimática 7

Na zona bioclimática 7, o RTQ-C foi considerado pré-requisitos da envoltória a possibilidade de utilizar duas paredes para todos os níveis de eficiência energética. A primeira com transmitância térmica máxima de 2,50 W/m²K para paredes com R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.542-555, dez. 2015.

capacidade térmica máxima de 80 kJ/m²K e a segunda com transmitância térmica máxima de 3,70 W/m²K para paredes com capacidade térmica superior a 80 kJ/m²K. Dessa forma, os modelos foram simulados duas vezes primeiro, com a parede 1 e em seguida utilizando a parede 2. Como as paredes são iguais para todos os níveis de eficiência energética, o que diferem os níveis de eficiência energética dos modelos é cobertura.

3.3.1 ZONA BIOCLIMÁTICA 7 COM A PAREDE 1

Na Zona Bioclimática 7, com a parede 1, foi possível observar que a DCI influenciou nos resultados. Na menor DCI analisada (25W/m²) pode ser observado que a envoltória de acordo com o modelo nível A apresentou o maior consumo energético. Já envoltória conforme o nível C demonstrou o melhor desempenho energético até o PAFT 0,10, após a envoltória de acordo com o modelo nível B apresenta o melhor desempenho energético.

Com DCI de 37,70 W/m², na parede 1, pode ser observado que a envoltória, atendendo aos pré-requisitos para Nível A, apresentou um consumo energético superior aos demais. Já envoltória Nível C, apresentou o menor consumo energético.

Nos resultados encontrados na DCI 54,88 W/m², o modelo nível A também apresentou o maior consumo energético. Já os modelos nível C apresentam o menor consumo até o PAFT 0,10 e, depois, os modelos nível B demonstram o menor consumo energético, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Síntese dos resultados para a Zona Bioclimática 7

			Parede 1			Parede 2		
			PAFT			PAFT		
			0,05	0,10	0,15	0,05	0,10	0,15
Zona Bioclimática 7	DCI 25 W/m ²	Maior consumo	Nível A	Nível A	Nível C	Nível A	Nível A	Nível C
		Menor consumo	Nível C	Nível C	Nível B	Nível C	Nível B	Nível B
	DCI 37,70 W/m ²	Maior consumo	Nível A	Nível A	Nível B	Nível A	Nível A	Nível C
		Menor consumo	Nível C	Nível C	Nível C	Nível C	Nível B	Nível B

DCI 54,88 W/m ²	Maior consumo	Nível A	Nível A	Nível C	Nível A	Nível C	Nível C
	Menor consumo	Nível C	Nível C	Nível B	Nível C	Nível B	Nível B

Fonte: Elaborada pelos autores, 2015.

3.3.2 ZONA BIOCLIMÁTICA 7 COM A PAREDE 2

Com a parede 2, os resultados foram um pouco diferentes da parede 1. Ao analisar a DCI 25W/m² na zona bioclimática 7, com a parede 2 pode-se observar que no PAFT 0,05 a envoltória de acordo com o Nível C apresenta o melhor desempenho energético. A partir do PAFT 0,10 a envoltória de acordo com o Nível B apresenta o menor consumo energético. O modelo Nível A apresentou o maior consumo energético nos dois PAFTs (0,05 e 0,10) analisados, Tabela 7.

Na DCI 37,70W/m², o modelo nível A apresentou o maior consumo energético até o PAFT 0,10. Já o modelo nível B, demonstrou o menor consumo energético em todos os PAFTs analisados, com exceção do PAFT 0,05, no qual o modelo nível C apresentou o melhor desempenho energético. O modelo Nível C apresenta o maior consumo energético para resfriamento no PAFT 0,15, isso ocorre pelo fato do modelo nível C possuir uma maior transmitância térmica na cobertura, recebendo assim calor do meio externo e também devido ao aumento dos ganhos de calor por radiação em virtude do aumento da área de abertura.

Na DCI 54,88W/m² ocorre o mesmo fato, o modelo nível C apresenta o melhor desempenho energético apenas no PAFT 0,05, por necessitar um menor consumo energético para resfriamento. E, nos demais PAFTs, o modelo nível B apresenta o menor consumo energético.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados demonstraram que as envoltórias com a transmitância térmica, de acordo com os níveis de eficiência energética do RTQ-C, podem apresentar diferente desempenho energético dependendo da densidade de carga interna de equipamento instalada. Na zona bioclimática 1, pode-se observar que edifícios de escritório com DCI 37,70W/m² a envoltória de acordo com o Nível B do RTQ-C apresenta o melhor desempenho energético.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.542-555, dez. 2015.

No entanto, em edificações com elevada DCI ($54,88\text{W/m}^2$), observou-se que paredes e cobertura configuradas para atender aos pré-requisitos específicos para o nível C (transmitância térmica de paredes e cobertura) apresentam um consumo inferior a envoltória que atendem aos níveis A e B.

Na zona bioclimática 4, pode-se verificar que a variação da DCI de equipamentos não influenciou nos resultados. Os edifícios configurados com a envoltória Nível B demonstraram o melhor desempenho energético, nas três DCI analisadas. Na zona bioclimática 4, apenas a cobertura possui valores de transmitâncias térmicas diferentes para cada nível de eficiência energética. Portanto, os resultados de desempenho energético das diferentes envoltórias foram muito próximos, apresentando diferenças menores que 5%.

Na zona bioclimática 7, a variação da DCI não causou grande influência, devido ao fato de somente a cobertura possuir limites de transmitâncias térmicas diferentes para cada nível de eficiência energética. Entretanto, foi possível observar que os modelos configurados para o nível A apresentaram o maior consumo energético, em virtude de apresentarem um superaquecimento já na DCI média ($37,70\text{ W/m}^2$). E os modelos de acordo com Nível B e C demonstraram o melhor desempenho energético.

Também foi possível constatar que DCI de equipamentos utilizada por Carlo (2008) é menor que a DCI média de equipamentos adota pela ASHRAE (2009). Portanto, gera pouco calor interno e a envoltória com maior transmitância térmica apresenta o maior consumo energético por estar recebendo calor do meio externo. O baixo valor adotado na DCI não possibilita definir os limites corretos de transmitância térmica para paredes e coberturas para todas as zonas bioclimáticas. Já as DCI de equipamentos analisadas na pesquisa, DCI média e alta, provoca um aumento no calor interno e o fluxo de calor se inverte do meio interno para o externo. Sendo assim, a envoltória de acordo com o Nível B e C demonstraram o melhor desempenho energético.

**SENSIBILITY ANALYSIS OF THE BRAZILIAN STANDARDS FOR
ENERGY EFFICIENCY REGARDING THE VARIATION OF INTERNAL LOAD
DENSITY IN BRAZILIAN BIOCLIMATIC ZONES 1, 4 AND 7**

ABSTRACT

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.542-555, dez. 2015.

The RTQ-C (Technical Requirements of Quality for the energetic performance Level of Commercial Buildings) publication, classify the buildings in five efficiency levels. In RTQ-C, the evaluation can be done with two methods: a prescriptive method and a simulation one. The aim of the research is to identify the RTQ-C, sensibility towards the internal load diversity of equipments in the energy performance evaluation of office buildings envelopes situated in the bioclimatic zone 1, 4 and 7 of Brazilian bioclimatic zoning. Were analyzed three internal load density, is used for the development of RTQ-C, and two others according to ASHRAE (2009). The research results show that internal load density used for the development of RTQ-C is smaller than the average internal load density equipment adopted by ASHRAE (2009). Therefore, it generates little internal heat and the envelope with higher thermal transmittance has the largest energy consumption to be receiving heat from the external environment. The low value adopted in the internal load density does not allow a real analysis of the energy efficiency of thermal transmittance limits for walls and roofs adopted by RTQ-C for all Brazilian bioclimatic zones.

KEYWORDS: energetic performance; RTQ-C; Office Building; internal load density.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16.401- Instalação de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários. Parte 1: Projetos das instalações*. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY FOR HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERING. *Handbook of Fundamentals*. Atlanta, 2009.

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, 2001. Disponível em: <www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf>. Acesso em: 20 Jun. 2015.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.542-555, dez. 2015.

CARLO, J. C. *Desenvolvimento de metodologia de avaliação de eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais*. (Tese de doutorado). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. 215 p.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. *Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, RTQ-C*. Eletrobrás, 2010.

MELO, Ana Paula. *Desenvolvimento de um método para estimar o consumo de energia de edificações comerciais através da aplicação de redes neurais*. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

WESTPHAL, Fernando. *Análise de incertezas e de sensibilidade aplicadas à simulação de desempenho energético de edificações comerciais*. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.