

# ANÁLISE DO REGULAMENTO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA RTQ-C QUANTO À VARIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO DE EDIFICAÇÕES DE ESCRITÓRIOS NA ZONA BIOCLIMÁTICA BRASILEIRA 1

SÍLVIA R. PEREIRA<sup>1</sup>; MARIANE BRANDALISE<sup>2</sup>; EDUARDO G. CUNHA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [silvia-ruzicki@hotmail.com](mailto:silvia-ruzicki@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria – [marianebrandalise@yahoo.com.br](mailto:marianebrandalise@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduardo.grala@ufpel](mailto:eduardo.grala@ufpel)

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se procurado soluções qualificadas no setor da construção civil, devido aos problemas enfrentados com a alta demanda de energia. Desse modo, há um avanço cada vez maior na área da eficiência energética de edificações como a publicação do Requisito Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) em 2009. Este, contém requisitos técnicos para avaliação de edificações a fim de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). Muitos pesquisadores acreditam que quanto maior é a resistência térmica das paredes, melhor é o desempenho termoenergético da edificação, porém alguns estudos provam o contrário, pois segundo Westphal (2007), um edifício de escritório na cidade de Curitiba, com densidade de carga interna de 20 W/m<sup>2</sup>, baixa absorvância externa e padrão de uso de 8h/dia, o aumento da transmitância térmica acresce no consumo de energia para climatização. No entanto, na mesma edificação com densidade de carga interna de 50 W/m<sup>2</sup> e envoltória de maior transmitância, há a redução no consumo de energia elétrica em climatização. Considerando a importância do estudo e a limitação do método prescritivo do RTQ-C, analisou-se a sensibilidade do regulamento quanto à variação de DCI de equipamentos em frente ao desempenho energético da envoltória de edifícios na zona bioclimática 1.

## 2. METODOLOGIA

O método utilizado está dividido em cinco etapas: Definição dos modelos de análise; caracterização da densidade de carga interna de equipamentos (DCI); determinação das características da envoltória dos modelos de acordo com o RTQ-C, determinação do consumo energético dos modelos e comparação do consumo dos edifícios com envoltória nível A, B e C com diferentes densidades de carga interna.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Definição dos modelos de análise

Para o estudo foram definidos cinco modelos de análise, o primeiro identificado como grandes escritórios, baseado no estudo desenvolvido por Carlo (2008), com área de pavimento tipo menor que 500m<sup>2</sup> e 5 pavimentos. Enquanto que os demais, foram determinados de forma a limitar-se a um Fator de Forma mínimo, para áreas de projeção maiores que 500m<sup>2</sup> e um Fator de Forma máximo para áreas de projeção menores que 500m<sup>2</sup>. Sendo assim, para a zona bioclimática 1, o Fator de Forma Mínimo é de 0,17 e o Fator de Forma Máximo é de 0,60.

Para cada Fator de Forma foram definidos dois modelos. Assim, os modelos 2 e 3, com Fator de Forma mínimo, apresentam 10 e 2 pavimentos, enquanto que os

modelos 4 e 5, com Fator de Forma máximo, possuem 10 e 1 pavimentos, respectivamente.

### 3.2 Caracterização da Densidade de Carga interna a ser utilizada na configuração dos modelos de análise

A Tabela 1 apresenta os valores adotados de acordo com a Norma ASHRAE Fundamentals para a densidade de carga interna de equipamentos, NBR 16.401-Parte 3 para densidade de pessoas e RTQ-C para a potência de iluminação.

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

Tipo de Escritório	DCI Equipamentos (W/m <sup>2</sup> )	Densidade de Pessoas (pessoas/m <sup>2</sup> )	Densidade de Pessoas (W/m <sup>2</sup> )	Potência de iluminação (W/m <sup>2</sup> )	Total (W/m <sup>2</sup> )
Média densidade	11,00	0,14	16,71	10,00	37,70
Alta densidade	21,00	0,20	23,88	10,00	54,88

### 3.3. Determinação das características da envoltória da edificação

Conforme o RTQ-C, para o nível A, possui 0,5 W/m<sup>2</sup>.K e 1,00 W/m<sup>2</sup>.K, para o nível B 1,00 W/m<sup>2</sup>.K e 2,00 W/m<sup>2</sup>.K, para nível C e D, 2,00 W/m<sup>2</sup>.K e 3,70 W/m<sup>2</sup>.K, para transmitância térmica de cobertura e transmitância térmica de parede externa, respectivamente. A absorptância é de 0,20 na zona bioclimática 1.

### 3.4. Determinação do consumo energético dos modelos com características de acordo com diferentes níveis de eficiência energética do RTQ-C.

Para se obter o consumo energético dos modelos com características de acordo com diferentes níveis de eficiência energética do RTQ-C foram feitas simulações no software *DesignBuilder* versão 3.0.0.15. Inicialmente foi configurado o arquivo climático PR\_Curitiba.epw para a cidade de Curitiba (Zona Bioclimática 1), após a modelagem das edificações no software foram informados os parâmetros utilizados nas simulações, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros utilizados na simulação

Parâmetros	Valores Adotados
Padrão de uso (h/dia) (ocupação, equipamentos e iluminação). Sábados e domingos não foram considerados como períodos de ocupação	08h:0min até 12h00min – 100% 12h00min até 14h00min – 10% 14h00min até 18h00min – 100%
Coeficiente de Performance do sistema de condicionamento de ar (W/W)	3,23/W para aquecimento e resfriamento
Setpoint de aquecimento (°C)	18 °C
Setpoint de resfriamento (°C)	24 °C
Orientação da maior fachada	Norte/ Sul

### 3.5. Comparação do consumo dos modelos com envoltória nível A, B e C com diferentes densidades de carga interna de equipamentos

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 conforme o RTQ-C.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na maioria dos casos, os modelos com envoltória Nível C, obtiveram consumo energético inferior aos demais com envoltória Nível A e B. Isso ocorre devido a primeira possuir transmitância térmica menor, possibilitando maiores trocas térmicas do meio interno para o externo e evitando o uso de condicionamento de ar para resfriamento do ambiente. No entanto, em alguns modelos o mesmo não ocorreu, pois no modelo 1, na DCI média (37,70 W/m<sup>2</sup>), pode ser observado que a envoltória referente ao nível A apresentou um consumo energético superior aos demais, pois é mais isolada e por isso dificulta a dissipação do calor interno para o exterior. Observando os resultados dos fluxos térmicos dos componentes da edificação, concluiu-se que o exemplar de acordo com nível C apresentou as maiores perdas de calor pelas paredes, coberturas e forro enquanto a envoltória nível B pelos vidros, piso térreo e por infiltração. Além desse, houve no modelo 4, com DCI média no PAFT 0,05, o nível C apresentou o maior consumo energético e a partir do PAFT 0,10, com o aumento de ganhos de calor por radiação, o modelo nível A, começou a consumir mais energia, devido ao superaquecimento provocado pelo isolamento da envoltória o qual dificulta que o calor se dissipe para meio externo, apresentando maior consumo energético para resfriamento. Já os modelos nível B, foram os que apresentaram melhor desempenho energético até o PAFT 0,15, por manter as temperaturas internas mais amenas, não necessitando de muita energia para climatização. A partir do PAFT 0,20, quando aumentaram os ganhos térmicos oriundos da radiação solar direta a envoltória nível B, necessitou maior consumo energético para resfriamento. E, para o modelo 5, com DCI média, a envoltória referente ao nível A, apresentou o menor consumo energético, pois estes modelos tiveram maior perda de calor pelos vidros, piso térreo e infiltração, enquanto que os modelos nível C obtiveram as maiores perdas pelas paredes e coberturas, por apresentaram maior transmitância térmica. Já o exemplar com DCI alta, o PAFT 0,05 Nível C, apresentou o maior consumo energético, por apresentar maior consumo para aquecimento. Já o modelo nível A, apresenta um maior consumo para resfriamento, pois apresenta as menores perdas de calor pelas paredes e coberturas, mantendo o ambiente superaquecido. Enquanto que no PAFT 0,10 o modelo Nível A apresentou o maior consumo energético, com o aumento da abertura recebendo calor por radiação solar direta, os quais somados com o calor interno gerado pelos equipamentos acarretaram o superaquecimento.

Na tabela 3 pode ser observada uma síntese dos resultados encontrados para a zona bioclimática 1.

#### 5. CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que pode-se ter um edifício com a envoltória conforme os pré-requisitos especificados para nível C mais eficiente que um respeitando regulamento para nível A, dependendo da zona bioclimática, fator de forma e percentual de abertura nas fachadas. Ainda assim, a envoltória com maior transmitância térmica apresenta o maior consumo energético por estar recebendo mais calor por condução do meio externo. Já as DCI de equipamentos analisadas na pesquisa, DCI média e alta, provoca um aumento no calor interno gerado e o fluxo de calor se inverte do meio interno para o externo.

Tabela 3: Síntese dos resultados para a zona bioclimática 1

Resultados Zona Bioclimática 1														
	Eficiência Energética		DCI Média					DCI Alta					Influência da DCI no nível de EE	
			PAFT					PAFT						
			0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25		
Modelo 1	+	↑	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C		
	-	↓	A	A	A	B	B	A	A	A	B	B		
Modelo 2	+	↑	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
	-	↓	A	A	A	B	B	A	A	A	B	B		
Modelo 3	+	↑	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
	-	↓	A	A	A	B	B	A	A	A	B	B		
Modelo 4	+	↑	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C		
	-	↓	C	A	A	B	B	A	A	A	B	B		
Modelo 5	+	↑	A	A				B	B					
	-	↓	C	C				C	A					

LEGENDA:

+

↑

Modelo mais eficiente energeticamente

-

↓

Modelo menos eficiente energeticamente

LEGENDA:

+	↑	Modelo mais eficiente energeticamente
-	↓	Modelo menos eficiente energeticamente

Os pré-requisitos de envoltória do RTQ-C deveriam estar associados a utilização de controle de radiação solar com base em fator solar e elementos de sombreamento, desta forma evitaria o superaquecimento no edifícios mais isolados termicamente (nível A).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHRAE, AMERICAN SOCIETY FOR HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERING. **Handbook of Fundamentals**. Atlanta, 2009.
- 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.
- 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, 2007.