

# 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*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Santa Maria – marianebrandalise@yahoo.com.br*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – 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 termoenérgético 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 absorção 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 absorção 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 apresentarem 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

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

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 SOCIETYFOR 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.