

ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO RTQ-C QUANTO A VARIAÇÃO DA DENSIDADE DE CARGA INTERNA DE EDIFICAÇÕES DE ESCRITÓRIOS NA ZONA BIOCLIMÁTICA BRASILEIRA 8

CAROLINA DE MESQUITA DUARTE¹; MARIANE BRANDALISE²; SÍLVIA RUZICKI PEREIRA³; EDUARDO GRALA DA CUNHA⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – carolinademesquitaduarte@hotmail.com

² Universidade Federal de Santa Maria – marianebrandalise@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Pelotas – silvia-ruzicki@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – eduardo.grala@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O RTQ-C não considera a possibilidade de ocupação e geração de calor na configuração da carga interna, faz observação somente no caso da iluminação artificial (INMETRO, 2010). De acordo com WESTPHAL (2007) um modelo de edifício de escritório na cidade de Curitiba, com uma menor DCI e uma maior transmitância térmica apresenta um maior consumo de energia elétrica em climatização do que um modelo com uma DCI mais elevada e a mesma transmitância térmica. 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 8 do zoneamento bioclimático brasileiro.

2. METODOLOGIA

O método foi dividido em cinco etapas: Definição dos modelos de análise; caracterização da densidade de carga interna de equipamentos (DCI) a serem utilizadas na configuração dos modelos de análise; determinação das 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 DOS MODELOS DE ANÁLISE

Para este estudo foram definidos cinco modelos de análise. O primeiro modelo analisado foi definido com base no estudo desenvolvido por Carlo (2008), que observou volumetrias típicas, mais frequentes na paisagem urbana, para algumas atividades comerciais. Os outros modelos estudados foram determinados com base nas equações do RTQ-C. O regulamento limita um Fator de Forma mínimo de 0,17, para áreas de projeção maiores que 500m², e um Fator de Forma máximo de 0,48 para áreas de projeção menores que 500m², para a zona bioclimática 8. O Fator de Forma é determinado pela razão entre a área de envoltória e o volume total da edificação. Para cada Fator de Forma (mínimo e máximo) foram definidos dois modelos com o intuito de avaliar as diferenças entre uma área maior de cobertura e uma área maior de paredes, conforme ilustra a Figura 1.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA DENSIDADE DE CARGA INTERNA A SER UTILIZADA NA CONFIGURAÇÃO DOS MODELOS DE ANÁLISE

A norma ASHRAE Fundamentals (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, já que a baixa é contemplada com a configuração atual do RTQ-C. A densidade de carga interna é

definida pela soma das três principais fontes de calor internas: iluminação, equipamentos elétricos e pessoas. O sistema de iluminação dos modelos, foi configurado com a densidade de potência de iluminação de 10W/m², tanto para a DCI alta quanto para a DCI média, de acordo com o RTQ-C. Já a densidade de carga interna de equipamentos é definida de acordo com a Norma ASHRAE Fundamentals, que adota 11,00W/m² para a DCI média e 21,00W/m² para a DCI alta. Enquanto que a densidade de pessoas é definida pela NBR 16.401- Parte 3, que determina 0,14pessoas/m² e 16,71W/m² para a DCI média e 0,20pessoas/m² e 23,88W/m² para a DCI alta. Onde, somando essas 4 variáveis a DCI média é de 37,70W/m² e a DCI alta de 54,88W/m².

2.3. DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA ENVOLTÓRIA DA EDIFICAÇÃO

As paredes e coberturas dos modelos foram configurados com as características térmicas de acordo com os pré-requisitos do RTQ-R. A zona bioclimática 8 permite duas configurações de parede, portanto, cada modelo foi configurado duas vezes, uma com transmitância térmica da parede externa de 2,5 (W/m².K), para paredes com capacidade térmica \leq 80 kJ/m²K e outra com 3,7 (W/m².K), para paredes com capacidade térmica $>$ 80 kJ/m²K. E com relação a transmitância térmica da cobertura, os modelos foram configurados com 1,0 (W/m².K), 1,50 (W/m².K) e 2,0 (W/m².K), para os níveis A, B e C respectivamente. A absorção definiu-se o valor de 0,20 para paredes e coberturas, pois este valor atende aos pré-requisitos para Nível A. Apesar do RTQ-C não considerar o Percentual de Abertura de Fachada Transparente (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) da zona bioclimática 8, onde a variável PAFT foi isolada. 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 ENERGÉTICO DOS MODELOS COM CARACTERÍSTICAS DE ACORDO COM DIFERENTES NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO RTQ-C.

Para se obter o consumo energético foram feitas simulações no software *DesignBuilder* versão 3.0.0.15. Inicialmente foi Configurando o arquivo climático PB_Joao_Pessoa.epw, para a cidade de João Pessoa (Zona Bioclimática 8). Após a modelagem das edificações foram informados os parâmetros. Como o padrão de uso (h/dia), de 100% das 08h0min0 até às 12h00min e das 14h00min até às 18h00min, e de 10% das 12h00min até às 14h00min, sem considerar sábados e domingos como período de ocupação. E também o coeficiente de performance do sistema de condicionamento de ar de 3,23W/W para aquecimento e resfriamento, setpoint de aquecimento de 18°C e de resfriamento de 24°C e orientação da maior fachada para Norte/Sul.

2.5. 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 de acordo com o RTQ-C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados na zona bioclimática 8 apresentaram, na maioria, pequenas diferenças. Portanto, não é possível dizer que um modelo é mais eficiente do que o outro.

Tabela 1: Síntese dos resultados da zona bioclimática 8

Modelos	Parede	Eficiência Energética	Resultados Zona Bioclimática 8									
			DCI Média					DCI Alta				
			PAFT		PAFT			PAFT		PAFT		
			0,05	0,1	0,15	0,20	0,25	0,05	0,1	0,15	0,20	0,25
Modelo 1	P1		C	C	B	B	B	C	B	B	B	B
			A	A	C	C	C	A	C	C	C	C
	P2		C	C	B	B	C	C	B	B	B	B
			A	A	C	C	B	A	C	C	C	C
Modelo 2	P1		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			A	A	A	B	B	A	A	A	B	B
	P2		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			A	A	A	B	B	A	A	A	B	B
Modelo 3	P1		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			A	A	A	B	B	A	A	A	B	B
	P2		B	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			C	A	A	B	B	A	A	A	B	B
Modelo 4	P1		C	B	B	C	C	C	C	C	C	C
			A	A	A	B	B	A	A	A	B	B
	P2		C	C	C	C	C	C	B	C	C	C
			A	A	A	B	B	A	A	A	B	B
Modelo 5	P1		A	C	A	C	C	C	C	C	C	C
			C	B	C	B	B	A	A	A	B	B
	P2		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
			A	A	A	B	B	A	A	A	B	B

LEGENDA:

P1 - Parede 1	$U = 3,7 \text{ W/m}^2\text{K} CT > 80 \text{ KJ/m}^2\text{K}$
P2 - Parede 2	$U = 1,85 \text{ W/m}^2\text{K} CT \text{ max. } 79 \text{ KJ/m}^2\text{K}$
	Modelo mais eficiente energeticamente
	Modelo menos eficiente energeticamente

3.1. MODELO 1

O modelo 1, nas duas paredes analisadas, obteve mesmo comportamento quando configurado com densidade alta, e similar quando configurado com densidade média. Pode-se perceber que, conforme aumenta o PAFT e consequentemente os ganhos de calor por radiação solar direta, a envoltória nível C demonstra uma maior necessidade de resfriamento, apresentando um maior gasto energético em relação a envoltória de acordo com o nível B.

3.2. MODELOS 2 E 3

Esses modelos por possuírem Fator de Forma mínimo e uma maior área interna, apresentam uma maior quantidade de calor interno em comparação aos outros modelos. Sendo assim, a envoltória que apresenta um maior isolamento térmico (nível A), demonstra um maior consumo de energia devido à necessidade de resfriamento, já a envoltória de acordo com o nível C apresenta o menor isolamento térmico e um menor consumo energético com resfriamento.

3.3. MODELOS 4 E 5

Os modelos 4 e 5, possuem Fator de Forma máximo e uma menor área interna. Nesses modelos configurados com a parede 1, foi possível observar que a DCI influenciou nos resultados. No modelo 4, com a parede 1 e DCI média, a envoltória que atende aos pré-requisitos do nível B apresentou o melhor desempenho energético nos PAFTs 0,10 e 0,15, e a envoltória nível C nos restantes. Já na DCI alta a envoltória de acordo com o nível C demonstrou o melhor desempenho energético em todos os PAFTs analisados. E na parede 2, a envoltória nível C se comporta de forma mais eficiente em todos os PAFTs, independente da densidade de carga interna, menos no PAFT 0,10, DCI alta. No modelo 5, que possui apenas um pavimento, configurado com a parede 1 e a DCI média, a cobertura de acordo com o nível A demonstrou o melhor desempenho energético nos PAFTs 0,05 e 0,15, e a envoltória de nível C nos restantes. Nesse modelo na DCI alta a envoltória de acordo com o nível C também apresentou o melhor desempenho energético em todos os PAFTs. Este fato se explica observando que com o aumento da carga interna, e consequentemente o aumento do calor gerado no interior da edificação, a envoltória com maior transmitância térmica permite que o calor interno se dissipe mais facilmente para o meio externo. E nesse mesmo modelo, com a parede 2, nas duas DCI analisadas, a envoltória de acordo com o nível C demonstrou o melhor desempenho energético.

4. CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que, dependendo da densidade de carga interna de equipamento instalada, as envoltórias com a transmitância térmica de acordo com os níveis de eficiência energética preconizados no RTQ-C, podem apresentar diferentes consumos energéticos descaracterizando, portanto, a escala de eficiência energética entre os níveis A, B e C. Ou seja, podemos ter um edifício com a envoltória respeitando aos pré-requisitos específicos para nível C mais eficiente que um respeitando ao que preconiza o regulamento para nível A. No entanto, esta diferença depende da zona bioclimática, fator de forma e percentual de abertura nas fachadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.401-3 Instalação de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários. Parte 3: Qualidade do ar interior.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

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.

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.

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.