

ANÁLISE DA SENSIBILIDADE DO REGULAMENTO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – RTQ-C QUANTO À VARIÇÃO DE DENSIDADE DE CARGA INTERNA DE EQUIPAMENTOS NA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS.

Mariane Pinto Brandalise¹; Eduardo Grala da Cunha²

¹Universidade Federal de Pelotas/ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/ Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo-PROGRAU/UFPel – marianebrandalise@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Pelotas/ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/ Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo-PROGRAU/UFPel – eduardo.grala@ufpel.edu

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros programas governamentais e legislações específicas que buscavam a eficiência energética em edificações surgiram na década de 70 na Europa, na França e Alemanha, mais especificamente, e nos Estados Unidos.

No Brasil, na década de 80 surgiram os programas PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem e PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Mas foi após o ano de 2001, quando ocorreu o “apagão” energético e a atenção da população se voltou para este problema, que o país efetivamente tomou medidas mais eficazes vinculadas à efficientização energética de edificações. O primeiro passo foi à elaboração da Lei Nº 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). Segundo Lamberts (2004) para melhorar a eficiência energética na arquitetura deve ser estudado o desempenho energético dos edifícios, além das campanhas contra o desperdício e do advento de tecnologias e equipamentos mais eficientes.

Alguns dos maiores avanços na área da eficiência energética de edificações no país foram às publicações, do RTQ-C - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, em 2009, e do 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, que vão de A, para a mais eficiente, até E para a menos eficiente. No caso do RTQ-C, a avaliação poderá ser feita através de dois métodos: o método prescritivo ou o 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 edificações com área maior que 500m², e com um Fator de Forma mínimo. (INMETRO, 2012).

No caso do desempenho termoenergético das edificações de escritórios, uma série de aspectos devem ser considerados. Alguns deles, como a envoltória da edificação, o sistema de iluminação artificial, como também o sistema de condicionamento de ar, são considerados no Regulamento de Eficiência Energética que avalia, entre outros usos, edifícios de escritórios.

Nos edifícios de escritórios, onde se observa uma variação muito grande quanto à ocupação, a densidade de carga interna (DCI), dependendo do uso dos ambientes, pode interferir significativamente no desempenho da edificação.

Estudos demonstram que para 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).

Este trabalho tem como objetivo geral 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 do zoneamento bioclimático brasileiro.

2. METODOLOGIA

O método utilizado para se alcançar o objetivo deste trabalho está dividido em cinco etapas, as quais serão descritas a seguir:

2.1. Definição dos modelos de análise.

O primeiro modelo analisado foi definido com base no estudo desenvolvido por Carlo (2008). O modelo foi identificado pela autora com o nome de “grandes escritórios”, caracterizado como edificação vertical e área de pavimento tipo menor que 500m². Os outros dois modelos estudados foram determinados com base nas equações do RTQ-C, que limita um Fator de Forma mínimo e um Fator de Forma máximo. O Fator de Forma é determinado pela razão entre a área de envoltória e o volume total da edificação. Desta forma foi definido um segundo modelo com área de projeção maior que 500m² e Fator de Forma 0,17 (Fator de Forma mínimo) e um terceiro modelo com área de projeção menor que 500m² e Fator de Forma 0,60 (Fator de Forma máximo).

2.2. Caracterização das DCI a serem utilizadas na configuração dos modelos de análise.

A densidade de carga interna é definida pela soma das três principais fontes de calor internas: iluminação (W/m²), equipamentos elétricos (W/m²) e pessoas (pessoas/m²). O total da densidade de carga interna é dado em W/m². A Tabela 1 caracteriza os valores adotados de acordo com a Norma ASHRAE Fundamentals (2009), NBR 16.401- Parte 3 e RTQ-C respectivamente.

Tabela 1 – Caracterização das DCI utilizadas nos modelos de análise

Tipo de Escritório	DCI Equipamentos	Densidade de Pessoas	Potência de iluminação
Média densidade	11 (W/m ²)	0,14 (pessoas/m ²)	10 (W/m ²)
Alta densidade	21 (W/m ²)	0,20 (pessoas/m ²)	10 (W/m ²)

2.3. Determinação das características da envoltória para os modelos de acordo com nível de eficiência A, B e C.

O RTQ-C determina pré-requisitos específicos da envoltória para cada Zona Bioclimática, que devem ser atendidos de acordo como nível de eficiência

que se pretende alcançar. Os modelos foram configurados de acordo com os pré-requisitos para Zona Bioclimática 1, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Características da Envoltória dos Modelos de Análise

Pré -Requisitos Envoltória	Nível A	Nível B	Nível C
Transmitância Térmica Cobertura	0,5 (W/m ² .K)	1,00 (W/m ² .K)	2,00 (W/m ² .K)
Transmitância Térmica Paredes	1,00 (W/m ² .K)	2,00 (W/m ² .K)	3,7 (W/m ² .K)
Absortância cobertura	0,20	0,20	0,20
Absortância Paredes	0,20	0,20	0,70

2.4. Determinação do Consumo dos modelos com características para nível A, B e C.

Para se obter o consumo dos edifícios com características para nível A, B e C foram feitas simulação no software Design Builder versão 3.0.0.15. Inicialmente foram configurados os arquivos climáticos para a cidade de Curitiba, Zona Bioclimática 1. Após a modelagem das edificações no software, foram informados os parâmetros utilizados nas simulações.

Os três modelos analisados foram simulados com o percentual de abertura na fachada de 0,05 (5%), 0,10 (10%) e 0,15 (15%). Com envoltória com transmitância térmica nível A, B e C e com densidade de carga interna de equipamentos 11W/m² e 21W/m².

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 foram obtidos o consumo energético anual de cada modelo, com esses dados foi possível avaliar e comparar o desempenho para os diferentes níveis da envoltória de acordo com o RTQ-C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados encontrados para o modelo grandes escritórios, pode ser observado que a envoltória atendendo aos pré-requisitos para nível B apresentou um consumo energético inferior que a edificação atendendo aos pré-requisitos para nível A, tanto para DCI de equipamentos média como a DCI de equipamentos Alta.

Para o segundo modelo analisado, com Fator de Forma 0,17, somente para o edifício com PAFT 0,05 e DCI de equipamentos alta, a envoltória atendendo aos pré-requisitos para nível A apresentou um consumo energético inferior aos modelos com envoltória atendendo aos pré-requisitos para nível B.

Para o terceiro modelo estudado, com Fator de Forma 0,60, com DCI de equipamentos Média, somente para o modelo com PAFT 0,15 a envoltória atendendo aos pré-requisitos para nível B apresentou um consumo energético inferior aos modelos com envoltória atendendo aos pré-requisitos para nível A. Já as edificações com DCI de equipamento Alta, os modelos com PAFT 0,10 e 0,15 atendendo aos pré-requisitos para nível B demonstraram um desempenho energético superior aos modelos com envoltória atendendo aos pré-requisitos para nível A.

Nos três modelos analisados a envoltória atendendo aos pré-requisitos para nível C sempre apresentou um consumo energético superior à envoltória atendendo aos pré-requisitos para nível A e B.

4. CONCLUSÕES

Os novos regulamentos de eficiência energética consideram a variação da DCI no caso da iluminação artificial apenas. Não existe qualquer observação do RTQ-C, para o caso de edifícios de escritórios, quanto às possibilidades de ocupação e geração de calor. Com o trabalho foi possível identificar que o RTQ-C apresentou uma sensibilidade quanto à variação de DCI de equipamentos. É importante salientar que o método prescritivo representa uma aproximação da realidade através das equações de regressão linear baseado na utilização de um modelo simplificado, apresentando assim limitações.

As análises realizadas considerando-se a Zona Bioclimática 1, evidenciam a importância da avaliação da variação DCI de equipamentos em conjunto com outras variáveis, como a envoltória. Deve-se analisar em um futuro trabalho o mesmo estudo para outras Zonas Bioclimáticas e assim poder identificar, com quais DCI de equipamentos e Fator Forma, o RTQ-C deveria considerar a envoltória atendendo aos pré-requisitos nível A, B e C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **2009 ASHRAE Handbook – Fundamentals**. SI Edition p. 9.19 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, 2001a.

_____. 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.

CARLO, J. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações não Residenciais**. 2008. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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**. Eletrobrás, 2013.

LAMBERTS, Roberto; Dutra, Luciano; Pereira, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: Procel, 2. ed., 2004.

WESTPHAL, F. **Análise de Incertezas e de Sensibilidade Aplicadas à simulação de Desempenho Energético de Edificações Comerciais**. 2007. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.