

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR DE ACORDO COM O RTQ-C E PROPOSTA DE SOLUÇÕES EFICIENTES TECNICAMENTE

Arthur Santos Silva⁽¹⁾; Laiane Susan Silva Almeida⁽²⁾; Wagner Augusto Andreasi⁽³⁾

⁽¹⁾Laboratório de Análise e Desenvolvimento de Edificações. E-mail: arthurssilva07@gmail.com

⁽²⁾Laboratório de Análise e Desenvolvimento de Edificações. E-mail: lai_almeida@hotmail.com

⁽³⁾Laboratório de Análise e Desenvolvimento de Edificações, UFMS. E-mail: andreasi@dec.ufms.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência energética de uma edificação pública, juntamente com análise computacional de estratégias em projeto que promovam redução do consumo de energia elétrica. A edificação avaliada foi a Faculdade de Computação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Campo Grande. O critério adotado foi o RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos). Foram levantados dados da envoltória, sistema de iluminação, condicionamento de ar, e padrão de uso e ocupação dos ambientes. Foram aplicados os Métodos Prescritivo e Simulação parcial da envoltória com o software DesignBuilder. A envoltória da edificação atingiu nível “B” pelo Prescritivo e nível “A” por Simulação. Os demais sistemas atingiram nível “B” pelo Prescritivo. As propostas resultaram em economia de 10,4% de energia elétrica com condicionamento de ar e 20,4% com iluminação, alcançando nível “A” no âmbito global. Sendo assim, a utilização do RTQ-C juntamente com a simulação computacional, pode levar à escolha das melhores estratégias para a eficiência energética da edificação e correta quantificação da economia de energia elétrica para estudos de viabilidade econômica.

Palavras-chave: RTQ-C, Eficiência energética, Simulação computacional.

Abstract

This study has the goal to evaluate energy efficiency of a public building, in parallel with computational analysis of design stage strategies that can promote energy savings. The building assessed was the School of Computing, of Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande campus. The criterion used was the RTQ-C (Technical Quality Requirements for Energy Efficiency Level of Commercial, Services and Public Buildings). It was collected data of the envelope, lighting, air conditioning, and use and occupancy patterns of the zones. Prescriptive and Envelope Partial Simulation Methods were applied with DesignBuilder software. The envelope of the building reached Level “B” by the Prescriptive and Level “A” for Partial Simulation. The other systems reached level “B” by Prescriptive. The proposals have resulted in savings of 10.4% of electricity with air conditioning and 20.4% with lighting, reaching the level “A” at the global scope. Thus, the RTQ-C with building simulation can lead to correct strategies for improve energy efficiency of the building and also correct quantification of energy saving, for feasibility purposes.

Keywords: RTQ-C, Energy efficiency, Building simulation.

1. INTRODUÇÃO

A etiquetagem das edificações comerciais, de serviços e públicas é regulamentada pela Portaria nº 372 (BRASIL, 2010) e denominada RTQ-C: Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.

Estudos de caso são imprescindíveis na validação de métodos de avaliação de eficiência energética de edificações, como Nogueira *et al.* (2010), Carvalho *et al.* (2009), Nicoletti e Amorin (2009). Nota-se que grande parte das publicações se refere ao Método Prescritivo do RTQ-C. Carlo e Lamberts (2010) relatam que o Método Prescritivo é menos oneroso que o Método de Simulação. Entretanto, a simulação pode ser viável em casos que o método prescritivo não descreve corretamente os itens que influenciam na eficiência energética.

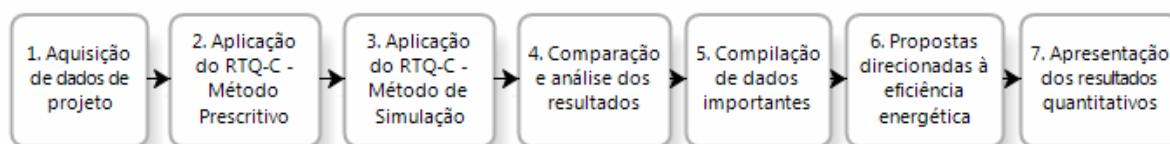
2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência energética de uma edificação pública de acordo com o RTQ-C (BRASIL, 2010) através da comparação entre os dois métodos descritos na referida regulamentação. Foram propostas alterações em projeto para os sistemas da edificação, direcionadas à eficiência energética.

3. MÉTODO

A Figura 1 mostra o fluxograma do método aplicado. O estudo é oriundo do Trabalho de Conclusão de Curso de Silva (2011) e será apresentado superficialmente neste artigo, devido à limitação do número de páginas pelo Encontro.

Figura 1 – Fluxograma do método aplicado.

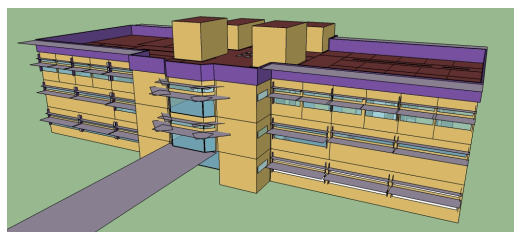


3.1 Dados Gerais

A edificação analisada é a Faculdade de Computação (FACOM) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, *campus* de Campo Grande. Possui área total construída de 2421,0 m² e três pavimentos, como se observa na Figura 2. A cidade pertence à Zona Bioclimática 6 (ZB 6), de acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2005).

O sistema de iluminação é composto predominantemente de lâmpadas fluorescentes tubulares de 14W e 28W. O sistema de condicionamento de ar é do tipo *MultiSplit (Variable Refrigerant Flow - VRF)*.

Figura 2 – Edificação FACOM, modelada no *Google Sketchup*.



3.2 Dados para avaliação do RTQ-C

O Quadro 1 resume os dados necessários para a avaliação pelo RTQ-C. A caracterização correta do padrão de uso e ocupação foi necessária devido à análise de viabilidade econômica realizada por Almeida (2011). Ressalta-se que não há Áreas Não Condicionadas (ANC) na edificação, não foram consideradas bonificações nem os pré-requisitos gerais (circuitos elétricos e aquecimento de água) na análise. Neste trabalho não será detalhado o método de

avaliação do RTQ-C. Para a avaliação por simulação foi considerado o método parcial da envoltória. O arquivo climático utilizado é oriundo do *US Department of Energy*, no formato SWERA.

Quadro 1 - Dados necessários para a avaliação pelo RTQ-C.

Sistema	Dados necessários
Envoltória	Propriedades térmicas dos componentes construtivos (paredes de alvenaria cerâmica de 15 e 25cm, cobertura em laje de concreto e metálica); absorvância solar de superfícies externas; Fator Solar dos vidros; e taxa de infiltração pelas frestas.
Iluminação	Potência das lâmpadas e perdas nos reatores, definido o Método das Atividades, o tipo de luminária de embutir e sobrepor, diferenciadas pelo seu fator radiante.
Condicionamento de Ar	Definiu-se o tipo de sistema como VRF, são 5 unidades condensadoras de 56kW e COP* de 3,72 e 1 unidade de 45kW e COP* de 3,89; as perdas na distribuição são de 10%; e temperaturas de <i>Setpoint</i> e <i>Setback</i> de 25°C e 28°C, respectivamente. * <i>Coefficient of Performance</i> .
Uso e Ocupação	A taxa de pessoas/m ² variou de 0,11 a 0,90; os ganhos internos de 2 a 50W/m ² ; a taxa metabólica de 120 a 160 W/pessoa, fator metabólico fixo de 0,90; e isolamento térmico de roupas de 0,70 clo no verão e 1,00 clo no inverno.

3.3 Proposta de alternativas eficientes

As propostas de alternativas eficientes foram sintetizadas em dois modelos (1 e 2). O item analisado na simulação foi o consumo de energia elétrica (kWh/ano.m²) por uso final. O Quadro 2 resume os dados adotados nas soluções eficientes, em ambos os Modelos.

Quadro 2 – Dados adotados nas soluções eficientes.

Sistema	Dados necessários
Envoltória	Modificada a absorvância solar das paredes para 0,48 e da cobertura para 0,27 (médias ponderadas). Modificação da transmitância térmica da cobertura pela adição de isolamento térmico no Modelo Eficiente (1) onde <i>UcobAC</i> se tornou 0,52 W/m ² K e <i>UcobANC</i> , 0,89 W/m ² K.
Iluminação	Redimensionamento do sistema de iluminação, através do método dos lúmens. A Iluminância média foi de 100 a 500 lux. Refletância das superfícies internas: ppar de 0,50; pteto de 0,70 e ppiso do 0,10. O Fator de depreciação do fluxo luminoso é de 0,80; as iluminâncias de projeto são oriundas de Ramos e Lamberts (s/d); as luminárias são do fabricante Itaim e lâmpadas e reatores da Philips.
Cond. de Ar	Análise da carga térmica de pico e proposta de novas unidades condensadoras e evaporadoras de menores capacidades (simulação). Inclusão de sombreamento das unidades condensadoras.

Onde: *Ucob* é a transmitância térmica da cobertura; e os sufixos AC e ANC são de ambientes condicionados e ambientes não condicionados, respectivamente.

4. RESULTADOS

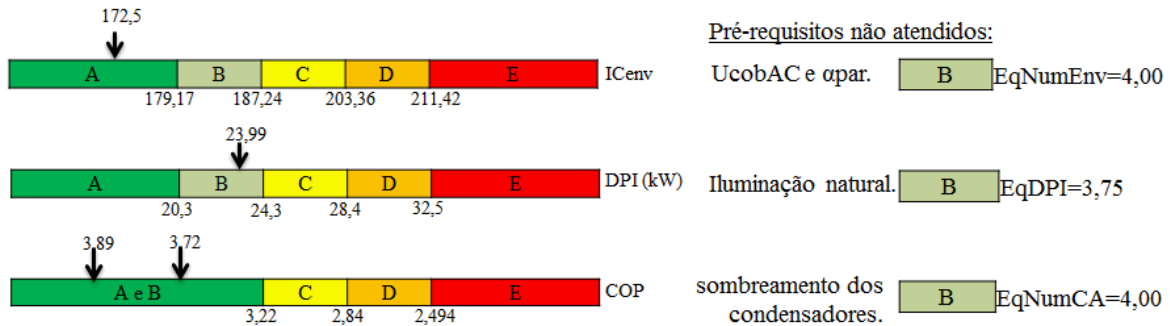
4.1 Avaliação do RTQ-C

Recentemente, a Portaria nº17 do INMETRO (BRASIL, 2012) exclui da avaliação prescritiva o item de proteção das unidades condensadoras, o qual engloba o sombreamento das mesmas. No entanto, o requisito é mantido para os fins deste trabalho. Sendo assim, de acordo com a equação 2.1 do RTQ-C (BRASIL, 2010) a Pontuação Total da edificação é PT igual a 4,18 e classificação “B” pelo Método Prescritivo (Figura 3). Há pré-requisitos não atendidos nos três sistemas avaliados, também descritos na Figura 3.

A Figura 4 apresenta os resultados do Método de Simulação, onde se compara o consumo de energia do modelo real de envoltória parcial “A” e “B” com os modelos de referência “A” e “B”, respectivamente. É alcançado Nível “A” para a Envoltória, pois os modelos reais parciais consomem menos que os modelos de referência para cada nível pretendido. Não foi

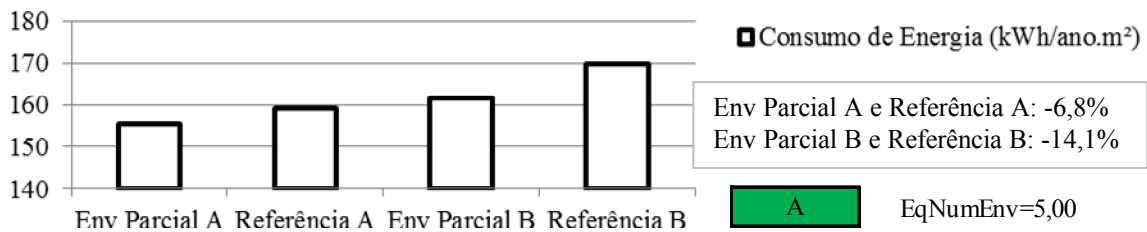
necessária a avaliação dos modelos dos níveis “C” e “D”. Entretanto, após a ponderação pelo Nível dos demais sistemas pelo Prescritivo, se obtém PT igual a 4,37 e nível “B”.

Figura 3 – Resultados do Método Prescritivo.



Obs.: pré-requisitos não atendidos da envoltória - absorvância solar das paredes externas (α_{par} =0,62) e UcobAC=1,27 W/m²K.

Figura 4 – Resultados do Método de Simulação Computacional.



4.2 Alternativas eficientes

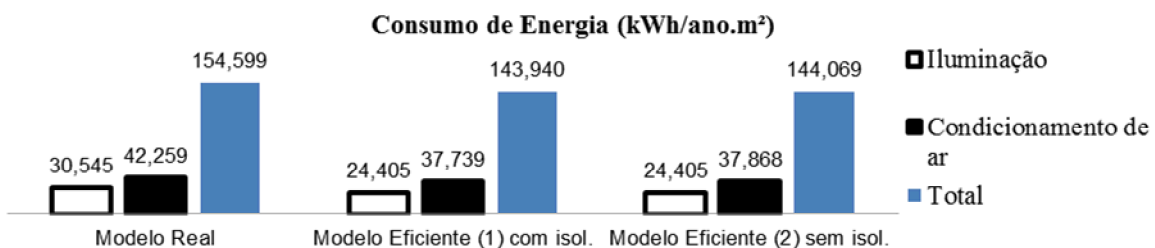
A Tabela 2 apresenta os resultados dos redimensionamentos da alternativa eficiente, de forma a se alcançar nível “A” na Pontuação Total. Constatou-se redução significativa da potência instalada com iluminação (20,4%), sem comprometer as iluminâncias de projeto.

Tabela 1 – Dimensionamento dos sistemas.

Modelo	Capacidade de Refrigeração		DPI instalado	PT	Consumo kWh/ano.m ²
	Condensadores	Evaporadores			
Modelo Real	325 kW	465,8 kW	24,226 kW	Nível B	154,599
Modelo Eficiente (2)	270 kW	348,7 kW	19,280 kW	Nível A	144,069
Diferença	-16,90%	-25,10%	-20,40%		-6,80%

O Modelo Eficiente (2) foi tomado como a alternativa eficiente para este trabalho, apesar do Modelo (1) prever isolamento térmico na cobertura. A diferença entre o consumo dos Modelos Eficientes (1) e (2) é de 0,3%, correspondendo a 311 kWh/ano, inviabilizando a escolha do Modelo (1) como solução. Os resultados do consumo por uso final se encontram na Figura 5, onde o Modelo (2) consome 6,8% a menos que o Modelo Real; sendo 20,1% a menos com iluminação e 10,4% a menos com condicionamento de ar.

Figura 5 – Consumo de energia por uso final, em cada modelo simulado.



5. CONCLUSÕES

A edificação atinge classificação satisfatória de acordo com o RTQ-C, sendo que ambos os métodos resultaram em nível “B” para a Pontuação Total. No entanto, a avaliação da envoltória apresentou divergências, obtendo-se nível “A” por simulação e “B” pelo Prescritivo. É reforçada a escolha da simulação parcial da envoltória, pois não seriam considerados os pré-requisitos de iluminação e condicionamento de ar na simulação completa. Da mesma forma, estes mesmos sistemas são perfeitamente avaliados pelo Método Prescritivo (pelas potências instaladas e eficiência dos equipamentos), não necessitando de uma simulação com dados horários. Na simulação, a absorvância solar alta das superfícies (que reduziu o nível de eficiência no Prescritivo), influenciou pouco no consumo de energia, sendo compensada pelos grandes sombreamentos nas aberturas do modelo real, que apresentam maior sensibilidade no consumo de energia em edificações comerciais, de serviços e públicas.

Apesar da não consideração dos pré-requisitos gerais do RTQ-C de circuitos elétricos e aquecimento de água, o objetivo do trabalho foi alcançado corretamente. Utilizando-se métodos mais elaborados de dimensionamentos dos sistemas e observação dos requisitos do RTQ-C, pode-se encontrar a alternativa eficiente para a FACOM, correspondendo ao Modelo Eficiente (2).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. S. S. **Análise econômica de soluções energeticamente eficientes em edificação pública de ensino superior**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFMS. Campo Grande, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2005.
- BRASIL. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. **Portaria nº 372 INMETRO**, 17 de Setembro de 2010.
- _____. **Portaria nº 17 INMETRO**, 16 de Janeiro de 2012.
- CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 7-26. ANTAC, 2010.
- CARVALHO, C. R.; FONSECA, R. Q.; GALAFASSI, M.; CARTANA, R. P. Avaliação de eficiência energética de um edifício educacional no município de palhoça utilizando o regulamento técnico da qualidade para edifícios comerciais, de serviço e públicos. XIII ENTAC. **Anais...** Canela, 2010.
- NICOLETTI, A. M.; AMORIN, C. N. D. Análise do desempenho térmico de envoltória através da aplicação da metodologia prescritiva da etiquetagem de eficiência energética de edificações. X ENCAC e VI ELACAC. **Anais...** Natal, 2009.
- NOGUEIRA, F. H. S.; LAMENHA, M. A.; SILVA, J. T.; TORRES, S. C.; BATISTA, J. O. Avaliação do nível de eficiência energética do Laboratório de Computação Científica e Visualização da Universidade Federal de Alagoas (LCCV-UFAL). XIII ENTAC. **Anais...** Canela, 2010.
- RAMOS, G.; LAMBERTS, R. **Relatório Técnico do método de avaliação do Sistema de Iluminação do RTQ-C**. LabEEE. UFSC, s/d. < <http://www.labee.ufsc.br/> >
- SILVA, A. S. **Avaliação da Eficiência Energética de uma edificação pública de Ensino Superior através da aplicação do RTQ-C e apresentação de soluções eficientes tecnicamente**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFMS. Campo Grande, 2011.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Norte-rio-grandense de Pesquisa e Cultura (FUNPEC) pela bolsa de iniciação científica no período de atividades no Laboratório de Análise e Desenvolvimento de Edificações (Lade) – UFMS.