

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE SOLUÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES PARA UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR

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

(1) Lade, UFMS, e-mail: lai_almeida@hotmail.com

(2) Lade, UFMS, e-mail: arthurssilva07@gmail.com

(3) Lade, UFMS, e-mail: andreasi@dec.ufms.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade econômica de soluções energeticamente eficientes para uma edificação pública de ensino superior localizada em Campo Grande, MS. O prédio em questão se trata da Faculdade de Computação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e o presente estudo foi realizado simultaneamente aos andamentos da obra. Por este motivo foram consideradas alterações em projeto, procurando mostrar que pequenos cuidados ao projetar, como escolha de materiais e equipamentos, podem proporcionar às edificações a classificação “A” para o nível de eficiência energética. Os critérios utilizados foram dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Propostas de alterações na envoltória e nos sistemas de condicionamento de ar e iluminação artificial foram quantificadas e orçadas, a fim de se encontrar o investimento inicial necessário para sua implantação. Foram efetuados cálculos de Período de Retorno, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno para avaliação da viabilidade das soluções. Pode-se concluir que as alterações adotadas em projeto, além de tornar a edificação nível “A” pelo RTQ-C, proporciona considerável economia de energia elétrica com condicionamento de ar e iluminação, o que viabiliza sua implantação frente aos custos iniciais gerados.

Palavras-chave: *Análise de viabilidade, Soluções eficientes, RTQ-C.*

Abstract

This study aims to analyze the economic feasibility of energy efficient solutions for public building of higher education located in Campo Grande, MS. The building analyzed is the School of Computing of the Federal University of Mato Grosso do Sul, and the present study was conducted simultaneously with the construction progress. For this reason changes were considered in the design stage, trying to show that small care in the designing process, such as choice of materials and equipment, may give the building “A” level of energy efficiency. The criteria used were the Technical Quality Requirements for the Level of Energy Efficient of Commercial, Services and Public Buildings (RTQ-C). Changes proposals in the envelope, air conditioning and lighting system were quantified and budgeted in order to find the initial investment required for its implementation. Calculations of Period of Return, Net Present Value and Internal Rate of Return were performed to evaluate the feasibility of solutions. It can be concluded that the changes adopted in the design stage, turn the building level “A” according to RTQ-C, and also provides significant energy savings with air conditioning and lighting, which enables its implementation in front of initial costs generated.

Keyword: *Feasibility analysis, Efficient solutions, RTQ-C.*

1. INTRODUÇÃO

O consumo energético de prédios públicos, em 2009, representava cerca de 80% do total utilizado pelo poder público (ARAÚJO, 2009). Os sistemas de condicionamento de ar e

iluminação de um edifício são responsáveis por 48% e 24% do seu consumo, respectivamente (MAGALHÃES, 2011).

Edificações públicas possuem alto potencial de economia de energia e redução significativa de gastos, alcançados através de adoção de medidas técnico-econômicas e comportamentais (MAGALHÃES, 2011). De acordo com a EPE (2006), medidas de conservação são capazes de alavancar o crescimento econômico.

O documento dos Requisitos Técnicos da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos (RTQ-C) foi aprovado em 7 de setembro de 2010 (BRASIL, 2010). De acordo com Araujo (2009), com a implantação da etiquetagem será possível provocar mudanças na maneira brasileira de se projetar ao longo dos anos.

Em seu estudo, Carlo (2008) analisou a relação entre a eficiência estabelecida pelo RTQ-C e os benefícios econômicos provenientes de investimentos no envoltório. Carvalho *et al.* (2010a) avaliaram a eficiência energética de um edifício educacional fazendo uso do RTQ-C. Carvalho *et al.* (2010b) analisaram as variáveis que influenciam o consumo de energia elétrica em edifícios comerciais no Brasil. Porém, poucos estudos como de Menassa (2011) apresentam abordagem quantitativa do valor do investimento em efficientização de edifícios.

2. OBJETIVO

Tem-se como objetivo principal neste trabalho, analisar a viabilidade econômica de soluções energeticamente eficientes para o edifício da Faculdade de Computação (FACOM) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), situado no *campus* de Campo Grande.

3. MÉTODO

O presente estudo é oriundo de Trabalho de Conclusão de Curso (ALMEIDA, 2011) realizado simultaneamente à construção da FACOM. Por este motivo foram consideradas alterações em projeto. Este artigo relata superficialmente o método e os resultados alcançados devido à limitação de páginas requerida. O método é dividido em obtenção, tratamento dos dados e análise de viabilidade.

3.1. Obtenção de dados

Os dados utilizados para composição deste estudo foram obtidos principalmente de duas fontes: do estudo realizado por Silva (2011) e dos projetos da edificação em questão.

Em seu trabalho, Silva (2011) analisou a eficiência energética dos sistemas que compõe o projeto da FACOM pelo RTQ-C. Após análise, propôs alterações (descritas no Quadro 1) com objetivo de elevar para “A” os níveis de eficiência dos sistemas separadamente.

Quadro 1 – Estratégias propostas por Silva (2011) para redução do consumo dos sistemas.

Envoltória	Iluminação	Condicionamento de ar
Mudança das cores de todas as fachadas.	Alterações de especificações de luminárias, reatores e lâmpadas.	Alterações na capacidade instalada com os equipamentos condensadores e evaporadores em projeto.
Adição de pintura na cobertura da edificação.	Alterações de quantidades de luminárias, reatores e lâmpadas.	Adicionar sombreamento das unidades condensadoras.

Por meio de simulação computacional termoenergética, Silva (2011) identificou os consumos da edificação do projeto original e como do projeto com soluções eficientes definidas. Para a

análise econômica dos consumos, adotou-se a tarifa de consumo de energia elétrica estipulada pela concessionária ENERSUL para o Subgrupo A4 de R\$ 164,62/MWh.

3.2. Tratamento de dados

A partir das quantidades e especificações dos equipamentos para iluminação de cada ambiente propostos por Silva (2011), no presente estudo foi elaborado novo projeto luminotécnico, atendendo aos pré-requisitos do RTQ-C e a iluminância de acordo com as normas brasileiras. Foi elaborada estrutura metálica para cobertura dos aparelhos condicionadores de ar, para promover sombreamento às máquinas. Foi calculado o peso da estrutura e seu custo unitário foi retirado da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO).

3.2.1. Quantificação

Para a análise de viabilidade proposta no presente estudo foram reunidos os dados quantitativos que provinham dos projetos da FACOM. Do projeto arquitetônico foram retiradas as áreas de todas as fachadas, descontando as aberturas de portas e janelas, e a área da cobertura, para intuito de quantificação de pintura. Do projeto elétrico foram obtidas quantidades de luminárias, lâmpadas e reatores, e suas especificações, quantidade em metros dos condutores de cobre, e de interruptores. Do projeto de condicionamento de ar foi retirada área de cobertura ocupada pelos condensadores, para elaboração de estrutura capaz de promover sombreamento necessário aos equipamentos, pré-requisito do RTQ-C.

3.2.2. Orçamentação

De posse de informações necessárias dos insumos, determina-se o custo direto unitário de cada serviço que, quando multiplicados pelas suas respectivas quantidades, determinam o custo direto de cada serviço e, então, o custo direto da obra (PIUS, 1999). Estes custos diretos unitários foram obtidos em pesquisa de mercado e bases de dados como a TCPO e o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices na Construção Civil (SINAPI).

Após o tratamento dos dados obtidos, foram elaboradas duas planilhas orçamentárias, uma para o projeto original e outra para o modelo eficiente, a fim de se avaliar a viabilidade de implantação das soluções eficientes.

3.3. Análise de Viabilidade

A exigência básica de um projeto de investimento é a geração de retorno econômico, que compense os riscos e os custos de capital envolvidos no investimento (SCHROEDER *et al.*, 2005).

Foram calculados o investimento inicial e o benefício gerado para montagem de um fluxo de caixa que represente o estudo. Baseado na vida útil dos equipamentos propostos adotou-se o tempo para análise do fluxo de caixa e foram calculados custos de manutenção dos sistemas.

Embora seja comumente utilizado, o método *Payback* (Equação 01) não é o mais adequado para análise de viabilidade, pois não leva em conta a depreciação monetária ao longo do tempo e a vida do projeto (PAPST *et al.*, 2005). Desta forma, também foram utilizados para a análise de viabilidade os métodos de valor presente líquido (Equação 02) e taxa interna de retorno (Equação 03), com adoção da taxa mínima de atratividade do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) do mês de setembro de 2011, igual a 11,9% a.a..

$$Payback = \frac{\text{Investimento}}{\text{Benefício}} \quad [\text{Eq. 01}]$$

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC}{(1+i)^t} \quad [\text{Eq. 02}]$$

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC}{(1+TIR)^t} = 0 \quad [\text{Eq. 03}]$$

Considera-se rentável um projeto de investimento pelo método da TIR caso esta seja menor que a TMA considerada. Para o VPL, se o resultado encontrado for igual ou maior que zero, o projeto de investimento é viável, e se for menor que zero, deve ser rejeitado.

4. RESULTADOS

Das estratégias propostas por Silva (2011) para redução do consumo dos sistemas (Quadro 1), a alteração dos condensadores de ar não foi contabilizada na análise de viabilidade, pois a mesma não reduz o consumo efetivo do sistema, apenas a capacidade instalada. Inicialmente foi proposta adição de manta isolante para a cobertura, que foi retirada da análise, pois o custo de implantação não é compensado pela economia gerada.

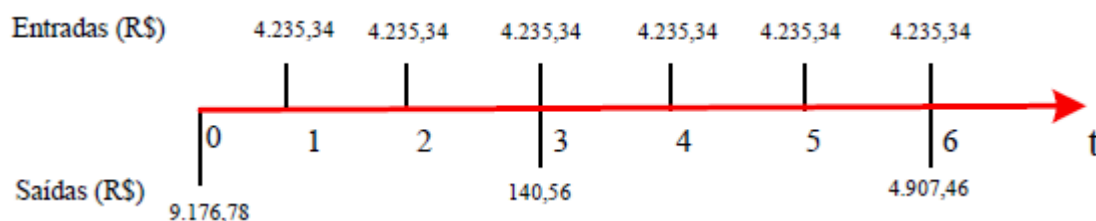
Este item apresenta os resultados da análise referente à edificação como um todo. Os parâmetros iniciais usados durante os cálculos da análise de viabilidade para o projeto de efficientização da FACOM estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados iniciais para análise de viabilidade.

Consumo Projeto (kWh/ano)	374.286	Manutenção ao 3º ano (R\$)	140,56
Consumo Solução (kWh/ano)	348.558	Manutenção ao 6º ano (R\$)	4.907,46
Economia anual (R\$)	4.235,34	Período de Fluxo de caixa (anos)	6
Valor de Investimento (R\$)	9.176,78		

Para verificação da viabilidade econômica da proposta de alterações em projeto do prédio da FACOM, foi elaborado um fluxo de caixa. O mesmo, expresso na Figura 1, contém os valores anuais de entrada e saída para cada ano dentro do período de projeto avaliado.

Figura 1 – Fluxo de caixa do projeto de investimento.



Para análise de viabilidade os cálculos de *Payback*, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno resultaram, respectivamente, em 2,2 anos, R\$5.685,92, e 35,4% a.a.. Estes resultados provam a viabilidade econômica da aplicação de soluções energeticamente eficientes para o projeto do prédio da FACOM.

5. CONCLUSÕES

Ao final deste estudo, conclui-se que as alterações propostas por Silva (2011), visando classificação “A” pelo RTQ-C, para a edificação ainda em projeto são viáveis. Apesar do alto investimento inicial, devido ao acréscimo de custos unitários dos itens alterados, o mesmo foi compensado pela eficiência dos novos equipamentos e pelo dimensionamento correto do sistema de iluminação, que teve redução de 20,1% de potência instalada.

Conclui-se que podem ser obtidas soluções adequadas para as edificações comerciais, de serviços e públicas, dependendo das peculiaridades de cada uma, promovendo redução do consumo de energia. Além de proporcionar melhores condições de conforto aos ocupantes, soluções eficientes permitiriam o alcance de um reconhecimento especial à edificação, através da etiqueta Nível “A” pelo PROCEL/Eletróbrás e PBE/INMETRO.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. S. S. **Análise de viabilidade econômica de soluções energeticamente eficientes para uma edificação pública de ensino superior**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil). UFMS. Campo Grande, 2011.
- ARAUJO, G. A. M. **Avaliação dos ganhos em eficiência energética em iluminação adotando a regulamentação de etiquetagem em edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2009.
- 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.
- CARLO, J. C. **Relação entre a eficiência estabelecida pela Regulamentação para Etiquetagem do nível de eficiência energética de edifícios comerciais e os benefícios econômicos provenientes de investimentos no envoltório**. Monografia apresentada ao Eco_Lógicas: Concurso Catarinense sobre Energias Renováveis e Eficiência Energética. Instituto IDEAL. Florianópolis, 2008.
- 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, 2010a.
- CARVALHO, M. M. Q.; ROVERE, E. L. L.; GONÇALVES, A. C. M. Analysis of variables that influence electric energy consumption in commercial buildings in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 14, p. 3199–3205, 2010b.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Consumo Final e Conservação de Energia Elétrica (1970 – 2005)**. Ministério de Minas e Energia, EPE, Julho de 2006.
- MAGALHÃES, L. C. **Orientações gerais para conservação de energia elétrica em prédios públicos**. PROCEL/Eletróbrás. 1ª Edição, Abril de 2011.
- MENASSA, C. C. Evaluating sustainable retrofits in existing buildings under uncertainty. **Energy and Buildings** 43, 2011.
- PIUS, M. A. **Análise de algumas práticas utilizadas no cálculo do BDI para fixação de preços de obras na construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1999.
- SCHROEDER, J. T.; SCHROEDER, I.; COSTA, R. P.; SHINODA, C. O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. **Revista Gestão Industrial**. V. 01, N. 02: PP. 036-045, 2005.
- 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. (Graduação em Engenharia Civil). 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.