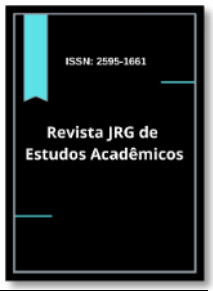
Listas de conteúdos disponíveis em Portal de Periódicos CAPES

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

ISSN: 2595-1661

Página da revista:
https://revistajrg.com/index.php/jrg

ARTIGO



Otimização energética em uma instituição educacional em Vitória da Conquista: um estudo de caso de viabilidade técnico-econômica

Energy optimization in an educational institution in Vitória da Conquista: a techno-economic feasibility case study

DOI: 10.55892/jrg.v8i19.2538
ARK: 57118/JRG.v8i19.2538

Recebido: 21/10/2025 | Aceito: 25/10/2025 | Publicado *on-line*: 27/10/2025

Elber Pereira Libarino[1]
https://orcid.org/0009-0001-4773-9051
http://lattes.cnpq.br/6326610122513264
Faculdade Independente do Nordeste - FAINOR, BA, Brasil
E-mail: elber.libarinoo@gmail.com

Carlos Henrique Santos Silveira[2]
https://orcid.org/0009-0000-0588-988X
http://lattes.cnpq.br/5651934855448522
Faculdade Independente do Nordeste - FAINOR, BA, Brasil
E-mail: carlossantossilveira@outlook.com

Eduardo de Carvalho Silva[3]
https://orcid.org/0009-0001-1244-0199
http://lattes.cnpq.br/7136079735039602
Faculdade Independente do Nordeste - FAINOR, BA, Brasil
E-mail: duducarvalho683@gmail.com

Resumo

A crescente demanda por sustentabilidade e redução de custos operacionais impulsiona a necessidade de otimização do consumo de energia em edificações comerciais e educacionais. Este artigo apresenta um estudo de caso detalhado, conduzido na unidade da Federação das Indústrias do Estado da Bahia (FIEB) em Vitória da Conquista, para avaliar o potencial de eficiência energética através da modernização de seus sistemas de iluminação e climatização. A metodologia consistiu em um diagnóstico energético, incluindo a análise de faturas de 2023, o levantamento das cargas instaladas e a elaboração de propostas de substituição tecnológica. Os resultados indicam um potencial de economia mensal de R$ 1.553,92 com a troca de 872 lâmpadas fluorescentes por modelos LED, exigindo um investimento de R$ 35.575,98 e apresentando um payback descontado de 2,2 anos. Adicionalmente, a substituição de 66 aparelhos de ar-condicionado de baixa eficiência por modelos de alto desempenho (selo PROCEL A) geraria uma economia mensal de R$ 10.293,38, com um investimento de R$ 449.474,00 e payback descontado de 4 anos. O estudo conclui que as intervenções propostas são técnica e economicamente viáveis,

[1] Graduado em Engenharia Elétrica; Especialista em Engenharia Elétrica e em Engenharia de Segurança do Trabalho.
[2] Graduado em Engenharia Elétrica.
[3] Graduado em Engenharia Elétrica.

oferecendo um roteiro prático para outras instituições alcançarem significativa redução de custos e melhoria no desempenho ambiental.

Palavras-chave: Cultura de Segurança, Conflitos de Objetivos, Pressão de Produção, Eficiência Operacional.

Abstract
The growing demand for sustainability and operational cost reduction drives the need for energy consumption optimization in commercial and educational buildings. This article presents a detailed case study conducted at the Federation of Industries of the State of Bahia (FIEB) unit in Vitória da Conquista to assess the potential for energy efficiency through the modernization of its lighting and air conditioning systems. The methodology consisted of an energy diagnosis, including the analysis of 2023 energy bills, an inventory of installed loads, and the development of technological replacement proposals. The results indicate a potential monthly saving of BRL 1,553.92 by replacing 872 fluorescent lamps with LED models, requiring an investment of BRL 35,575.98 and showing a discounted payback period of 2.2 years. Additionally, the replacement of 66 low-efficiency air conditioning units with high-performance models (PROCEL A-rated) would generate monthly savings of BRL 10,293.38, with an investment of BRL 449,474.00 and a discounted payback period of 4 years. The study concludes that the proposed interventions are technically and economically feasible, offering a practical roadmap for other institutions to achieve significant cost reductions and improved environmental performance.

Keywords: *Energy Efficiency, Energy Diagnosis, Economic Feasibility, Consumption Optimization, Case Study.*

1. Introdução

No cenário atual, onde a sustentabilidade e a otimização de custos são imperativos estratégicos, a eficiência energética emerge como uma disciplina fundamental. Contudo, persiste uma lacuna significativa entre o reconhecimento teórico de seus benefícios e a implementação prática de projetos em instituições de médio e grande porte. Gestores frequentemente enfrentam desafios como a falta de dados granulares sobre o próprio consumo, a incerteza quanto ao retorno financeiro dos investimentos em novas tecnologias e a complexidade técnica para realizar um diagnóstico preciso. Este artigo se propõe a preencher essa lacuna, oferecendo um roteiro metodológico detalhado e transparente, aplicado a um cenário real e complexo. Para isso, foi conduzido um estudo de caso aprofundado na Unidade Integrada Sudoeste da Federação das Indústrias do Estado da Bahia (FIEB), localizada em Vitória da Conquista. Esta instituição foi escolhida por seu perfil representativo: uma estrutura com alto consumo de energia, múltiplos ambientes de uso (salas de aula, laboratórios, áreas administrativas) e uma infraestrutura elétrica consolidada, porém com potencial para modernização. O objetivo principal deste trabalho foi executar um diagnóstico energético completo, que transcendeu a simples análise de faturas. A metodologia envolveu o mapeamento minucioso das cargas elétricas, a análise da curva de carga para entender os padrões de demanda ao longo do dia e a identificação precisa dos pontos de maior desperdício.

Com base nesse levantamento, a pesquisa concentrou-se nos dois sistemas que, historicamente, representam os maiores centros de custo energético em edificações com perfis semelhantes: a iluminação e a refrigeração. Para cada um

desses sistemas, foi realizada uma análise rigorosa da viabilidade técnico-econômica de sua substituição por tecnologias mais eficientes. Este processo não se limitou a comparar potências nominais; incluiu o cálculo detalhado da economia mensal projetada e a aplicação do método do Payback Descontado, uma métrica financeira robusta que considera o valor do dinheiro no tempo para determinar o período exato de retorno do investimento. Ao fazer isso, a pesquisa busca demonstrar um caminho prático e mensurável para a otimização do consumo, transformando a eficiência energética de um conceito abstrato em um projeto de investimento tangível e defensável, servindo assim como um modelo replicável para outras entidades educacionais, comerciais ou industriais que almejam aliar responsabilidade ambiental a uma gestão financeira inteligente.

2. Referencial Teórico

A otimização do consumo de energia em edificações institucionais é um processo multidisciplinar que se apoia em conceitos de gestão, engenharia e análise financeira. O presente estudo está fundamentado em quatro eixos teóricos principais: a gestão de energia como um sistema, a eficiência em tecnologias elétricas específicas e a análise de viabilidade econômica para projetos.

2.1 Gestão e Eficiência Energética

A gestão de energia elétrica transcende a simples redução do consumo, estabelecendo-se como uma prática abrangente que visa otimizar as transformações no sistema elétrico e o uso eficiente dos recursos disponíveis. Segundo Borelli e Barros (2015), essa abordagem busca aprimorar o desempenho na produção de serviços para alcançar máxima eficiência com o menor dispêndio energético possível. O controle energético pode ser direcionado por duas vertentes complementares: a administrativa e a técnica. A abordagem administrativa foca na otimização contratual, envolvendo a análise da demanda de energia contratada e a adequação da modalidade tarifária para obter o menor custo unitário, conforme o sistema tarifário vigente. Já as medidas técnicas visam aprimorar o fator de carga, a relação entre a demanda média e a máxima, e podem incluir a implementação de geração própria, condicionada à sua viabilidade econômica e estratégica.

A norma ISO 50001 (2018) formaliza essa prática, propondo um sistema de gestão de energia baseado na melhoria contínua, que facilita a incorporação do gerenciamento energético às práticas organizacionais, alinhando-o à gestão da qualidade e ambiental.

2.2 Otimização em Sistemas Elétricos

O ponto de partida para qualquer projeto de otimização é o diagnóstico energético. Trata-se de um processo sistemático de análise e avaliação das diversas facetas do consumo e da utilização de energia (ELETROBRÁS/PROCEL, 2006). Essa investigação permite mapear o perfil de consumo da unidade, identificar os equipamentos de maior impacto, quantificar desperdícios e, fundamentalmente, revelar as oportunidades de melhoria. A execução de um diagnóstico aprofundado, que considera não apenas os dados de faturamento, mas também a curva de carga e as especificidades das instalações, em conformidade com normas técnicas como a ABNT NBR 5410, é o que confere a base técnica necessária para propor intervenções seguras e eficazes.

A eficiência em instalações elétricas foca na redução do consumo de energia em cargas críticas, como iluminação e refrigeração, através da incorporação de

tecnologias modernas.

Iluminação: A eficiência está ligada ao tipo de lâmpada e à forma de utilização. A substituição de tecnologias obsoletas, como as lâmpadas fluorescentes, por lâmpadas de LED representa um avanço significativo, pois os LEDs possuem baixo consumo, longa vida útil e convertem energia elétrica em luz com mínimas perdas por calor. O uso de sensores de presença e fotocélulas complementa essa estratégia.

Refrigeração: Os sistemas de ar-condicionado representam uma parcela expressiva do consumo em edifícios comerciais. A eficiência desses equipamentos é medida pelo Energy Efficiency Ratio (EER) e classificada pelo Selo PROCEL. A escolha de equipamentos de alta eficiência (selo A) e o correto dimensionamento da carga térmica são cruciais para a otimização.

2.4 Tecnologias Aplicadas à Eficiência em Edificações

Nos edifícios comerciais e institucionais, os sistemas de iluminação e refrigeração representam, tipicamente, as maiores parcelas do consumo de energia. Segundo Castro (2015), a modernização desses sistemas oferece o maior potencial de economia.

No campo da iluminação, a transição de tecnologias fluorescentes para o Diodo Emissor de Luz (LED) representa um salto de eficiência. As lâmpadas de LED convertem energia elétrica em luz com perdas térmicas (efeito Joule) muito menores e possuem uma vida útil drasticamente superior, o que reduz custos tanto de energia quanto de manutenção (CASTRO, 2015).

Para os sistemas de refrigeração, a eficiência é medida pelo *Energy Efficiency Ratio* (EER), um coeficiente que relaciona a capacidade de refrigeração de um aparelho (em BTU/h) com a potência elétrica que ele consome (em *Watts*). Equipamentos com um EER mais alto são mais eficientes. No Brasil, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) utiliza essa métrica para classificar os equipamentos através do Selo PROCEL, orientando o mercado e os consumidores a optarem por aparelhos de classificação "A", que garantem menor consumo para o mesmo desempenho (PROCEL, 2019).

2.4 Análise de Viabilidade Econômica

A implementação de medidas de eficiência energética envolve investimentos que devem ser economicamente justificados. O Payback Descontado é uma ferramenta eficaz para avaliar a viabilidade financeira dessas intervenções, pois estima o tempo necessário para recuperar o investimento inicial considerando o valor do dinheiro no tempo, por meio de uma taxa de desconto aplicada aos fluxos de caixa futuros gerados pelas economias de energia.

O valor presente (VP) de cada fluxo de caixa ((FC_t) é calculado pela fórmula:

$$VP_t = FC_t/(1+i)^t$$

permite comparar diferentes alternativas de melhoria energética, priorizando aquelas com maior retorno econômico ajustado pelo valor do dinheiro no tempo, como substituição de lâmpadas por LEDs ou modernização de sistemas de climatização.

3. Metodologia

O presente estudo foi conduzido como uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa.

O propósito central foi desenvolver uma análise detalhada da situação energética da unidade em estudo, a fim de identificar as relações entre seus elementos constituintes e propor melhorias. A pesquisa aplicou conhecimentos teóricos para racionalizar e modelar um consumo de energia eficiente, por meio da implementação de técnicas de eficiência energética na entidade analisada. O procedimento metodológico seguiu cinco fases:

1. **Revisão Bibliográfica:** Nesta fase, foram levantados e analisados os fundamentos teóricos sobre eficiência energética, incluindo conceitos de racionalização do consumo, indicadores de desempenho energético e metodologias de diagnóstico. Além disso, foram examinadas normas técnicas nacionais e internacionais aplicáveis, bem como tecnologias emergentes para iluminação, refrigeração e sistemas elétricos, com o objetivo de embasar as análises posteriores.
2. **Definição do Local de Estudo:** A unidade selecionada para análise foi a sede da FIEB em Vitória da Conquista, classificada como consumidora do Grupo A4 (média tensão), com demanda contratada de 175 kW. Esta etapa envolveu a caracterização física e funcional da unidade, contemplando informações sobre o layout, tipos de cargas elétricas, perfil de operação e horários de maior consumo, fornecendo subsídios essenciais para o levantamento e diagnóstico energético.
3. **Levantamento do Consumo Energético:** Foram analisadas as faturas de energia elétrica referentes ao ano de 2023, permitindo a construção de um perfil detalhado de consumo e demanda. A análise considerou tanto o consumo mensal quanto a demanda contratada, identificando variações sazonais, picos de carga e eventuais desvios que possam indicar ineficiências. Esta fase possibilitou estabelecer uma base quantitativa confiável para o diagnóstico e para a proposição de medidas de eficiência.
4. **Diagnóstico Energético:** A etapa de diagnóstico consistiu em um inventário detalhado das principais cargas elétricas da unidade, com ênfase nos sistemas de iluminação e refrigeração, que geralmente apresentam maior participação no consumo total. Foram identificadas perdas energéticas, equipamentos obsoletos e práticas de uso ineficientes, além de oportunidades para otimização. O levantamento também considerou aspectos de manutenção e operação dos sistemas, fornecendo uma visão abrangente do desempenho energético da unidade.
5. **Proposta e Análise de Viabilidade:** Com base no diagnóstico, foram elaboradas propostas de substituição de equipamentos e melhorias operacionais, contemplando diferentes cenários de intervenção. Cada proposta foi avaliada quanto à viabilidade técnico-econômica, utilizando o método do Payback Descontado para mensurar o retorno sobre o investimento ao longo do tempo. Esta etapa permitiu não apenas estimar os ganhos potenciais em eficiência energética, mas também fornecer subsídios concretos para tomada de decisão pela administração da unidade.

4. Resultados e Discussões

A análise do perfil de consumo de 2023 revelou um custo anual com energia elétrica de R$ 302.090,52. O consumo mensal demonstrou forte variação sazonal, com picos nos meses mais quentes, como outubro (20.928,44 kWh), e vales nos meses mais frios, como agosto (10.191,68 kWh), evidenciando o impacto do sistema de climatização.

4.1 Otimização do Sistema de Iluminação

O sistema original possuía 872 lâmpadas fluorescentes. A proposta de substituição por modelos LED resultou na seguinte análise:

a) Investimento Total: R$ 35.575,98.
b) Economia Mensal Projetada: R$ 1.553,92.
c) Payback Descontado: 2,2 anos (26 meses), considerando uma taxa de desconto de 0,83% ao mês.

Essa intervenção representa uma aplicação direta dos princípios de eficiência energética em iluminação, com retorno rápido e baixo risco, sendo indicada como uma medida inicial estratégica.

4.2 Otimização do Sistema de Refrigeração

O diagnóstico identificou 66 aparelhos de ar-condicionado com baixa eficiência energética (classificação B ou C). A proposta de substituição por modelos de alta eficiência (selo A) apresentou os seguintes resultados:

a) Investimento Total: R$ 449.474,00.
b) Economia Mensal Projetada: R$ 10.293,38.
c) Payback Descontado: 4 anos (48 meses), com a mesma taxa de desconto.

Embora a modernização do sistema de climatização exija um investimento inicial mais elevado, seus benefícios em termos de economia energética são significativamente superiores. A adoção de equipamentos de alta eficiência resulta em redução substancial do consumo de energia elétrica, proporcionando uma economia absoluta muito maior quando comparada a intervenções de menor porte, e está plenamente alinhada às diretrizes do Selo PROCEL, reforçando práticas de eficiência reconhecidas nacionalmente. Essa modernização se insere em uma estratégia de sustentabilidade de longo prazo, integrando aspectos econômicos, ambientais e operacionais.

Os resultados obtidos no estudo validam as bases teóricas apresentadas na literatura. A economia projetada, superior a R$ 11.800,00 mensais, evidencia o potencial expressivo das medidas de eficiência energética, conforme destacado pela ABESCO (2023). A aplicação do método do Payback Descontado, conforme fundamentado por Gitman (2012), demonstrou a viabilidade econômico-financeira das intervenções, oferecendo uma referência confiável para tomada de decisão e priorização de investimentos.

A substituição das lâmpadas fluorescentes por modelos LED representa uma aplicação direta dos princípios de eficiência energética em iluminação. Essa medida apresenta baixo risco e retorno rápido, sendo indicada como ação inicial estratégica para redução de custos e melhoria da sustentabilidade operacional. Por outro lado, a modernização da climatização, apesar do maior capital envolvido, proporciona ganhos absolutos superiores e cumpre integralmente as normas de eficiência energética, configurando-se como uma intervenção de impacto significativo a médio e longo prazo.

Além das melhorias técnicas, o estudo identificou que fatores comportamentais também influenciam o consumo de energia. Hábitos como não desligar computadores fora do expediente contribuem de forma relevante para o aumento do consumo,

reforçando que a conscientização dos usuários é complementar às medidas técnicas. A implementação de campanhas educativas e protocolos operacionais pode potencializar a economia energética em até 40%, consolidando os resultados obtidos e promovendo uma cultura organizacional voltada à eficiência.

5. Conclusão

Este estudo de caso demonstrou, de forma conclusiva, a viabilidade técnica e econômica da implementação de um projeto de otimização energética na unidade da FIEB. O diagnóstico foi eficaz em identificar desperdícios e em quantificar o potencial de economia, alcançando os objetivos propostos.

A análise, embasada em um sólido referencial teórico, resultou em propostas práticas com retorno financeiro atrativo, que não apenas reduzem os custos operacionais, mas também promovem a sustentabilidade ambiental da instituição. O trabalho serve como um roteiro para outras organizações que buscam melhorar sua eficiência energética.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se a análise de viabilidade de migração para o mercado livre de energia, o redimensionamento de cargas térmicas e a implementação de sistemas de automação com sensores de presença.

6. REFERÊNCIAS

ABESCO (Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia). **Dados sobre o desperdício de energia elétrica no Brasil**. 2023. Disponível em: https://abesco.com.br. Acesso em: 02 dez. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Módulo 8: Qualidade da Energia Elétrica**. Brasília, DF: ANEEL, 2023.

BARRETO, L. H. M.; et al. Eficiência energética em edificações: métodos e indicadores de desempenho. **Revista Brasileira de Energia**, v. 28, n. 2, p. 45–59, 2022.

BOTECHIA, J. R. **Análise de medidas de gestão energética no contexto do Campus da USP São Carlos**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf 2030**. Brasília, DF: MME, 2020.

CASTRO, F. D. **Eficiência Energética Aplicada a Instalações Elétricas Residenciais**. 2015. Monografia (Especialização) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 50001:2018**: Energy Management Systems – Requirements with guidance for use. Geneva: ISO,

2018.

MACHADO, M. C.; LIMA, A. S. Gestão energética em edificações públicas: diagnóstico e propostas de eficiência. **Revista de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 8, n. 1, p. 55–72, 2021.

NOGUEIRA, L. A. H.; MOREIRA, J. R. **Eficiência energética**: conceitos, políticas e tecnologias. São Paulo: Edgard Blücher, 2020.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Informações sobre o Programa de Conservação de Energia Elétrica**. Brasília, DF: Eletrobras/Procel, 2019.

RIBEIRO, F. S.; MOURA, P. S. Modelagem e análise da viabilidade econômica de projetos de eficiência energética. **Revista Energia e Meio Ambiente**, v. 15, n. 3, p. 11–26, 2022.

SANTOS, R. M.; MOURA, R. S. Avaliação econômica de projetos de eficiência energética: aplicação do método do Payback Descontado. **Revista Gestão & Produção**, v. 30, n. 1, p. 1–15, 2023.