

Análise econômica de projeto em instituição pública de ensino superior

Economic analysis of a project in a public higher education institution

 Natália Paranhos Caoduro¹  Daniel de Paula Fernandes²  Roberto Otto Griese Junior³
 Douglas Alves Cassiano⁴  Alessandro Alves⁵

Universidade Federal do ABC – UFABC, São Bernardo do Campo, SP, Brasil 

Notas dos autores

Conflito de interesse: Os autores não declararam nenhum potencial conflito de interesse.

Autor correspondente: Natália Paranhos Caoduro - natalia.paranhos@ufabc.edu.br

Agradecimentos: Os autores agradecem à Universidade federal do ABC (UFABC) pelo apoio para o desenvolvimento deste estudo. Embora os dados utilizados para realização da análise sejam de acesso público, reconhecemos os esforços proativos da UFABC em facilitar a obtenção das informações e garantir sua disponibilização pública e transparente.

Cite como

American Psychological Association (APA)

Caoduro, N. P., Fernandes, D. P., Griese Junior, R. O., Cassiano, D. A., & Alves, A. (2025, jan./abr.). Análise econômica de projeto em instituição pública de ensino superior. *Revista de Gestão e Projetos (GeP)*, 16(1), 124-153. <https://doi.org/10.5585/2025.28044>

Resumo

O estudo analisa a viabilidade econômica de um projeto de eficiência energética na Universidade Federal do ABC (UFABC), utilizando indicador tradicional da engenharia econômica, o *payback* descontado. Foram analisados os consumos e valores pagos nas contas de energia elétrica no período de 2018 a 2023, abrangendo o cenário anterior e posterior às intervenções. Os resultados indicaram uma redução de 24,30% no consumo de energia e uma economia de 28,35% nos custos. O *payback* descontado foi calculado em três cenários, com taxas de desconto de 5%, 10% e 12%, resultando em retornos de 5,19, 6,06 e 6,5 anos, respectivamente. Além disso, foram projetados cenários adicionais considerando variações nas tarifas de energia e no consumo, demonstrando a robustez do projeto mesmo em condições menos favoráveis. A análise sugere que o projeto é viável economicamente, com benefícios significativos para a instituição e o meio ambiente. No entanto, recomenda-se que estudos futuros incorporem uma avaliação mais detalhada dos custos operacionais e de manutenção, bem como dos impactos de longo prazo, para uma compreensão mais completa da viabilidade do projeto.

Palavras-chave: gerenciamento de projetos, indicadores econômicos, instituição pública de ensino superior, eficiência energética

¹ Mestranda em Energia na Universidade Federal do ABC (UFABC). É servidora na UFABC. Possui experiência profissional na área de Administração, com ênfase em Administração Pública, e atua em programas de extensão universitária. natalia.paranhos@ufabc.edu.br

² Possui graduação em Processos Gerenciais pela Universidade Anhanguera de São Paulo (2013) e especialização em Gestão Pública pelo Instituto Facuminas EAD Ltda (2024). Atualmente, exerce função como servidor técnico-administrativo na Universidade Federal do ABC (UFABC), Administração Pública, atuando em atividades de gestão institucional. daniel.paula@ufabc.edu.br

³ Engenheiro de Produção Mecânico pela FEI - SBC, Especialista em Gestão e Estratégia de Empresas pela UNICAMP. Especialista em Finanças Corporativas pela UNICAMP e Mestre em Engenharia de Produção pela UFABC. Conto com mais de 24 anos de experiência profissional, tendo ao longo dos últimos doze anos me dedicado às atividades de ensino superior, MBA, pesquisa e extensão. roberto.otto@outlook.com

⁴ Professor Associado na Universidade Federal do ABC, UFABC. Doutorado pela Universidade Estadual de Campinas. Atua na graduação nos cursos de Engenharia de Gestão, Engenharia de Energia e Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Orientador de pesquisas no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UFABC. douglas.cassiano@ufabc.edu.br

⁵ Doutor em Energia pela UFABC (2023), Mestre em Administração de Empresas pela UNIP (2016). É pesquisador nas áreas de Projetos de Eficiência Energética de Edificações e Estratégia Competitiva de Empresas pertencentes a Redes de Negócios. alessandro.alves@ufabc.edu.br



Economic analysis of a project in a public higher education institution

Abstract

This study analyzes the economic feasibility of an energy efficiency project at the Federal University of ABC (UFABC), using a traditional engineering economics indicator, the discounted payback period. Energy consumption and costs from electricity bills were analyzed for the period from 2018 to 2023, covering both pre- and post-intervention scenarios. The results showed a 24.30% reduction in energy consumption and a 28.35% cost savings. The discounted payback was calculated under three scenarios, with discount rates of 5%, 10%, and 12%, resulting in payback periods of 5.19, 6.06, and 6.5 years, respectively. Additionally, further scenarios were projected, considering variations in energy tariffs and consumption, demonstrating the project's robustness even under less favorable conditions. The analysis suggests that the project is economically viable, with significant benefits for the institution and the environment. However, it is recommended that future studies incorporate a more detailed assessment of operational and maintenance costs, as well as long-term impacts, for a more comprehensive understanding of the project's feasibility.

Keywords: *project management, economic indicators, public higher education institution, energy efficiency*

Introdução

Nas últimas décadas, o planeta vem passando por mudanças que resultam em fortes impactos à humanidade. Atividades danosas ao meio ambiente são responsabilizadas pelo surgimento do aquecimento global (IPCC, 2023). Essa situação representa ameaças à sociedade, ocasionando riscos à disponibilização de alimentos e água, às condições de saúde e ao equilíbrio econômico mundial (Steiner *et al.*, 2017). A população do planeta era de 4 bilhões em 1980, atualmente esse número se duplicou (IMF, 2023), porém o crescimento do consumo de energia elétrica foi mais intenso, aumentando cerca de doze vezes em apenas um século (Krausmann *et al.*, 2009). Esse avanço causa preocupação com a produção de energia necessária e suas consequências ao meio ambiente e às condições de saúde da população (González *et al.*, 2011).

Nesse contexto, a eficiência energética se mostra como excelente alternativa para a situação identificada, pois pode resultar muitos benefícios relacionados à segurança energética, competitividade, produtividade, geração de empregos, bem-estar da população, saúde pública e redução de impactos ambientais (Faria *et al.*, 2022). Segundo Malinauskaite *et al.* (2020), é a maneira mais econômica de se reduzir emissões, melhorar a segurança energética, aumentar a competitividade e tornar a eletricidade mais acessível a todos.

Projetos de Eficiência Energética, em setores privados e públicos, vêm sendo incentivados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Através do programa, as empresas de distribuição e permissionárias de energia têm investido um percentual da Receita Operacional Líquida – ROL em projetos de eficiência energética em instituições das diversas tipologias.

Krechetov (2023) aponta que a tomada de decisão relacionada às finanças de projetos é essencial para seu sucesso, de maneira que se torna crucial a utilização de indicadores financeiros, pois possibilitam uma alocação eficaz dos recursos financeiros e melhores decisões, como avaliação de viabilidade na fase de seleção, eficiência econômica durante o gerenciamento e execução, acompanhamento de custos, retornos e economias geradas durante o desenvolvimento do projeto.

Dentre os indicadores financeiros utilizados no gerenciamento de projetos, o indicador *payback* possibilita medir o tempo necessário para que o fluxo de caixa projetado seja suficiente para alcançar o investimento inicial. O *payback* simples não considera as variações no valor do dinheiro ao longo do tempo, para que esta variação seja incluída na análise, é necessário utilizar o *payback* descontado, para o qual deve ser definida uma taxa de desconto a ser aplicada, com base no cenário econômico (Lima, 2019).

Analisando as informações dos projetos submetidos à ANEEL, foi verificado que a classificação desses projetos é baseada em um conjunto de critérios mínimos que recebem pontuações. No início do programa, essa avaliação era realizada por um único critério, a Relação Custo-Benefício – RCB, essa taxa é caracterizada, essencialmente, como um indicador financeiro. Atualmente, o indicador RCB representa o maior peso na decisão de classificação para a seleção dos projetos e serve de parâmetro para a análise da viabilidade do investimento realizado. Diante dessa condição, surgiu o questionamento referente à verificação da viabilidade econômica desses projetos, empregando os conceitos comumente utilizados na literatura.

Na busca por promover o maior entendimento do fenômeno e possibilitar o desenvolvimento de estudos relacionados, foi realizada uma revisão bibliográfica com a finalidade de identificar estudos referentes à verificação da viabilidade econômica dos projetos de eficiência energética do PEE ANEEL em IPES. Porém, não foram identificados estudos suficientes para a compreensão do fenômeno estudado. Desse modo, foram analisados os estudos que mais se aproximaram ao tema.

Os estudos anteriores identificados na literatura que abordam PEE em instituições públicas de ensino superior (IPES) destacam que ações voltadas à iluminação, força motriz e ar comprimido tendem a gerar melhores resultados econômicos. Vieira *et al.* (2016) identificaram que projetos de iluminação, força motriz e ar comprimido apresentam melhores resultados econômicos, enquanto os de refrigeração e aquecimento são menos favoráveis. Costa e Silva (2017) observaram uma redução de 51% nos custos com eletricidade e um *payback* de 2 anos na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, com a substituição de sistemas de iluminação. Já Rodrigues *et al.* (2019) constataram economias entre 55,75% e 80,78% na Universidade Federal de Uberlândia - UFU, com benefícios ambientais devido à adoção de lâmpadas LED. Os projetos de climatização, como o analisado por Benedito *et al.* (2020) na Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, demonstraram que 53,23% do consumo de energia está ligado a esses sistemas, com potencial de redução de 34,65% e *payback* de 4,43 anos.

Em relação à geração distribuída, Silva *et al.* (2018) obtiveram uma TIR de 21,96% e *payback* de 8,7 anos na Universidade Federal do Ceará - UFC, enquanto Volan *et al.* (2018) registraram TIR de 19% e *payback* de 12 anos na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, no Rio Grande do Sul. Cardoso *et al.* (2021) destacaram que a geração fotovoltaica é financeiramente atrativa, mas sensível a mudanças tarifárias. Projetos integrados, como os implementados em 11 *campi* do Instituto Federal de Goiás - IFG (Faria *et al.*, 2022), resultaram em uma redução de 58% nas contas de energia. Na UFABC, por meio de simulações (*ex ante*) desenvolvidas com o uso do software *PVSyst Copyright*, Colombo *et al.* (2023) previram economias anuais de R\$ 440 mil com geração fotovoltaica e R\$ 350 mil com *retrofit* de iluminação, com *payback* de 7,89 anos e seis meses para cada sistema, respectivamente. Em síntese, projetos de EE em IPES mostram-se eficazes, com destaque para iluminação e geração distribuída, e apesar dos desafios relacionados à climatização e variações tarifárias, apresentaram-se financeiramente viáveis e socioambientalmente vantajosos.

Como consequência das investigações realizadas e alicerçado pelos resultados obtidos, surgiu a identificação de uma lacuna na literatura, que ressaltou a necessidade de realização deste estudo, na busca por ampliar o conhecimento relativo aos resultados obtidos mediante a implantação de projetos de eficiência energética do PEE ANEEL em IPES. Notou-se que os estudos avaliaram ações de eficiência energética específicas nas IPES, entretanto, nenhum deles

avaliou o Projeto de Eficiência Energética (PEE) aprovado pela ANEEL como um todo, considerando todas as ações e o investimento global aplicado.

O estudo visa ir além das abordagens identificadas na literatura, ao analisar os resultados reais obtidos (*ex post*), e fornecer uma contribuição ao avanço do conhecimento sobre a viabilidade dos projetos financiados pelo PEE da ANEEL. O objetivo é realizar uma análise do resultado financeiro do PEE aprovado pela ANEEL, realizado na Universidade Federal do ABC (UFABC).

A proposta trata de um estudo de caso, por meio do desenvolvimento de um *payback* descontado para analisar as condições de retorno do investimento realizado no projeto integral de eficiência energética da UFABC. A pergunta de pesquisa a qual se pretende responder é: “O Projeto de Eficiência Energética da UFABC, aprovado pela ANEEL, apresenta retorno financeiro quando avaliado pelo *payback* descontado?”.

Referencial teórico

Programa de eficiência energética

O Programa de Eficiência Energética – PEE, regulamentado e gerido pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, tem como objetivo a promoção do uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia brasileira, por meio da aplicação anual de um percentual da Receita Operacional Líquida - ROL das empresas concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica, em conformidade com a Lei nº 9.991 (2000), de 24 de julho de 2000. O programa busca majorar os benefícios públicos através da energia economizada e demanda evitada, procurando promover a transformação do mercado de eficiência energética e estimular o desenvolvimento de tecnologias e a criação de hábitos e práticas de uso eficiente (ANEEL, 2022).

O PEE contempla projetos de todos os setores econômicos, classes e usos finais, nas tipologias estabelecidas, como: Industrial, Comércio e Serviços, Poder Público, Serviços Públicos, Rural, Residencial, Baixa Renda, Gestão Energética Municipal, Educacional e Iluminação Pública. É considerado a principal fonte de recursos na busca pelas metas estabelecidas pelos planejamentos de longo e médio prazo do setor de energia, definidos pelo Plano Nacional de Energia – PNE e

Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE, de responsabilidade do Ministério de Minas e Energia – MME, com assessoria da Empresa de Pesquisa Energética – EPE (ANEEL, 2018).

A Relação Custo-Benefício – RCB é o resultado da relação entre os custos e os benefícios totais de um projeto. Geralmente, esses dados são expressos em base anual, considerando a vida útil da instalação e a taxa de desconto.

Projeto de Eficiência Energética em IPES

O projeto é compreendido por um esforço temporário, despendido em ações para a criação de um produto, serviço ou resultado único (PMI, 2021). A eficiência energética é a condição em que é produzido o mesmo produto ou serviço, utilizando menor quantidade de energia (Patterson, 1996), sendo considerada a forma menos danosa ao meio ambiente e a fonte de menor custo para se aumentar a disponibilização de energia. Já a economia de energia trata da redução do consumo de energia, condição que pode ser obtida por meio da implantação de uma Ação de Eficiência Energética - AEE. Uma AEE compõe um conjunto de atividades desenvolvidas para buscar aumentar a eficiência energética de uma instalação, sistema, processo ou equipamento (EVO, 2012). Nesse contexto, um projeto de eficiência energética pode ser compreendido por “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único” (PMI, 2017, p. 4) para a implantação de uma AEE (EVO, 2012).

Como qualquer ação de engenharia, os projetos devem preceder as ações relativas à implantação de um sistema de uso eficiente de energia por meio de um conjunto de estudos, procedimentos e ações, com o objetivo de reduzir ou eliminar os desperdícios no consumo da energia elétrica (Faria *et al.*, 2022). Os projetos de eficiência energética nas IPES buscam a diminuição do consumo e a redução dos valores das contas de energia elétrica, por meio da implantação de um conjunto de AEE, como: substituição de sistemas de iluminação; *retrofit* de sistemas de condicionamento de ar; *retrofit* de sistemas de refrigeração; instalação de sistemas de aquecimento de água solares; instalação de sistemas de geração por placas fotovoltaicas; *retrofit* de sistemas motrizes; instalação de sistemas de automação; dentre outros, além da implantação de sistema de monitoramento para possibilitar a verificação dos ganhos obtidos (Alves & Cassiano, 2024).

Variações na tarifa de energia elétrica

No Brasil, a tarifa de energia elétrica é influenciada por uma gama de fatores, como os custos envolvidos com a geração, transporte e distribuição da energia até as residências. Além disto, também é importante considerar os encargos e tributos do setor.

As tarifas são calculadas considerando as classes de consumo, definidas na Resolução Normativa ANEEL nº 414 de 2010: residencial, industrial, comercial, rural e poder público – e dividem-se nas modalidades grupo A e grupo B. O grupo A refere-se às unidades consumidoras de alta e média tensão, e aos sistemas subterrâneos. Já o grupo B, às unidades consumidoras de baixa tensão, como a classe residencial, rural e iluminação pública.

A aplicação das modalidades tarifárias considera os horários de utilização da energia, que, para o grupo A se divide em horário de ponta e fora de ponta, para o grupo B aplicam-se os horários de ponta, intermediário e fora de ponta.

Os efeitos climáticos e a diminuição da capacidade de geração de energia em alguns momentos no Brasil também são fatores que influenciam a tarifa, pois, nestes casos, são ativadas as termelétricas para garantir a produção da energia complementar necessária para atender a demanda do país. Porém, esses sistemas, além de serem altamente poluentes, apresentam um custo mais elevado de operação. Nesse caso, as empresas de fornecimento de energia elétrica aplicam taxas extras nas contas de energia, determinadas por meio de uma classificação denominada de bandeira tarifária (ANEEL, 2024), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1.

Bandeiras Tarifárias

Bandeira	Condições para geração de energia no país	Acréscimo na tarifa (R\$/kWh)
Verde	Favoráveis	Zero
Amarela	Menos favoráveis	0,01874
Vermelha – Patamar 1	Custosas de geração	0,03971
Vermelha – Patamar 2	Ainda mais custosas de geração	0,09492

Fonte: ANEEL (2024).

Nos momentos em que os sistemas de geração principais apresentam condições de operação favoráveis, a bandeira tarifária aplicada é a verde, o que não resulta em aumento no valor da energia consumida. Quando são identificadas mudanças nas condições de geração, devido às variações climáticas, dependendo da intensidade, são aplicadas bandeiras nas cores amarela ou vermelha, o que resulta em aumento na tarifação da energia consumida.

Outra incidência que exerce grande influência no preço da energia elétrica são os reajustes anuais da tarifa. Somente nesse período, entre 2019 e 2023, o efeito dos reajustes das tarifas ultrapassou a marca de 30%, um reajuste médio anual de 6,1%, conforme pode ser verificado na Tabela 2.

Tabela 2.

Efeito Médio de Reajuste Tarifário Anual

	2019	2020	2021	2022	2023
Efeito médio de reajuste da energia elétrica ENEL SP	7,03%	4,23%	9,44%	12,04%	-2,24%

Fonte: ENEL SP (2024).

Procedimentos metodológicos

Objeto

O objeto do estudo é composto pelos dados das contas de energia elétrica e do projeto de eficiência energética da IPES, denominada Universidade Federal do ABC - UFABC, especificamente: o valor total do investimento, as AEE implantadas, o consumo (kWh) e o valor pago (R\$) nas contas de energia elétrica. Também foram utilizadas informações do andamento das obras de implantação do projeto, dados do repositório da UFABC e informações relativas aos hábitos dos usuários dos *campi* da Universidade.

Classificação da pesquisa

A pesquisa é caracterizada como um estudo de caso, de abordagem qualitativa, com objetivo explicativo. Trata-se de um estudo teórico-empírico, com recorte transversal. Os dados são do tipo primário e secundário, obtidos por meio de observações de campo, do repositório do PEE, documentos e publicações da UFABC, que compreendem: dados do investimento realizado,

projeto técnico, andamento das implantações das AEE, divulgações públicas, contas de energia elétrica e informações relativas aos hábitos dos usuários dos *campi* da Universidade.

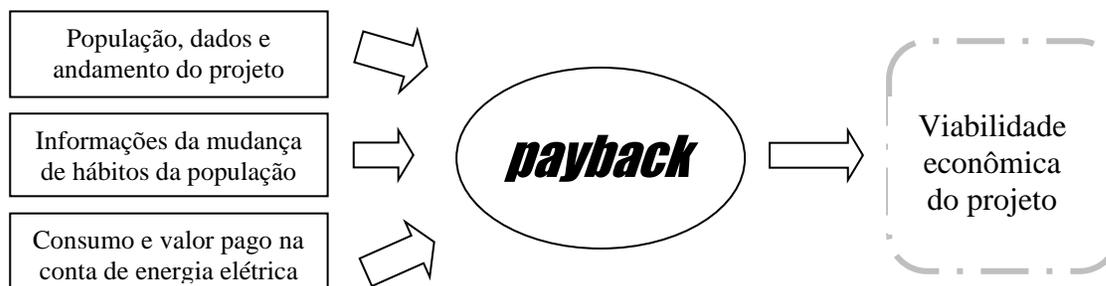
Etapas de desenvolvimento

Para a realização deste trabalho, foram desenvolvidas as etapas seguintes, conforme apresentado na Figura 1.

- Etapa 1: após o estabelecimento do objetivo do estudo, essa etapa consistiu em definir o objeto do estudo, especificamente, a instituição a ser analisada.
- Etapa 2: por meio da vivência na comunidade acadêmica da UFABC, foram observadas as mudanças de hábitos ocorridas durante o período entre 2018 e 2023.
- Etapa 3: por meio do banco de dados, repositório e publicações da UFABC, foram obtidas as contas de energia elétrica do período de 2018 a 2023, população, informações do projeto, andamento da implantação e investimento realizado.
- Etapa 4: análise dos dados e definição das informações a serem utilizadas na aplicação do modelo do estudo.
- Etapa 5: aplicação do modelo do estudo, composto pelo método de payback, para a obtenção do retorno econômico do investimento, considerando três diferentes cenários, para os quais serão aplicadas taxas de desconto distintas, buscando simular as situações: pessimista, tendencial e otimista.

Figura 1.

Modelo do Estudo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tratamento dos dados

A coleta de dados foi realizada para o ano de 2018 e 2019, período anterior à pandemia e à implantação do PEE na UFABC. Nos dois anos seguintes, o projeto esteve em fase de construção, com a instalação das usinas fotovoltaicas e a substituição do sistema de iluminação, processo que foi impactado pela pandemia e pela paralisação das atividades presenciais. Buscando garantir a consistência dos dados posteriores à implantação do PEE, considerou-se um período em que as atividades estavam normalizadas, ano de 2023, quando apenas era obrigatório o uso de máscaras, mas não havia restrições de acesso ou aulas remotas. Quanto aos valores de tarifas de energia, foram coletados dados reais das contas de eletricidade da UFABC para os períodos analisados, minimizando o impacto de distorções e garantindo a validade dos resultados obtidos.

Payback

Um projeto de investimento pode ter motivação por diversos objetivos organizacionais para se obter retorno à empresa. Para medir esse retorno pode-se utilizar o método do *payback*, que é o “período necessário para que o fluxo operacional de caixa do projeto recupere o valor a ser investido” (Lima, 2019, p. 53).

Segundo Lima (2019), o *payback* trata-se de uma ferramenta simples, mas muito utilizada para auxiliar na tomada de decisões de investimentos de longo prazo. É necessária a definição de um período máximo de retorno do projeto pela instituição, diminuindo os riscos e valorizando a liquidez. De acordo com Laurencel e Rezende (2013), de modo geral, quanto maior o prazo para recuperação do valor investido, ou do “*payback*”, pior será sua atratividade.

Para que o método considere o valor do dinheiro ao longo do tempo, deve-se definir uma taxa de desconto a ser aplicada, com base no cenário econômico atual. Uma desvantagem da utilização do *payback* para análise econômica é a chamada miopia financeira, pois não considera os fluxos de caixa posteriores à recuperação do investimento.

Não há na literatura um período ótimo de retorno para o investimento. Usualmente, são definidas políticas de investimentos de projetos pelas instituições, conforme conceitos internos das organizações, não se encontrando na literatura uma regra geral. Outro parâmetro utilizado é a consideração da vida útil do projeto. A vida útil é “o prazo de duração de um bem, durante o qual existe a possibilidade de sua utilização” (Hirschfeld, 2013, p. 316).

No *payback* descontado, o cálculo do pagamento do investimento depende de uma taxa de desconto (Newnan & Lavalley, 2020), que pode ser definida com base na Taxa Mínima de Atratividade – TMA, compreendida como a taxa mínima de juros identificada quando o dinheiro se encontra em uma aplicação financeira comumente oferecida no mercado. De acordo com Maghsoudi e Sadeghi (2020) o cálculo do *payback* descontado é o principal indicador para o cálculo do período necessário para que o fluxo de caixa passe a ser positivo após determinado investimento.

Segundo Newnan e Lavalley (2020), para se obter o *payback* simples é calculado o fluxo de caixa acumulado, identificando o período em que se torna positivo. No caso do *payback* descontado, é necessário que os fluxos sejam trazidos para o valor presente, mediante o emprego de uma taxa de desconto, conforme expresso pela Equação 1.

$$FCC(t) = -I + \sum_{j=1}^t \frac{R_j - C_j}{(1+i)^j} \quad 1 \leq t \leq n \quad (1)$$

Onde,

$FCC(t)$ – Fluxo de caixa descontado cumulativo até o instante t , dado em R\$

I – Investimento inicial, dado em R\$

R_j – Receita proveniente do ano j , dado em R\$

C – Custo proveniente do ano j , dado em R\$

i – Taxa de juros empregada (Taxa de desconto), dado em %

j – Índice que representa os períodos $j = 1$ a t

Segundo Maghsoudi e Sadeghi (2020), o *payback* descontado também pode ser representado pela Equação 2.

$$\sum_{t=0}^{PBD} \left(\frac{FC_t}{(1+TMA)^t} \right) \quad (2)$$

Onde,

FC – Capital do fluxo de caixa

PBD – Tempo de *payback* descontado

TMA - Taxa mínima de atratividade

O projeto será considerado aceito caso o tempo máximo estabelecido seja menor que o tempo de *payback* encontrado.

Taxa de desconto

As taxas de desconto adotadas no estudo foram definidas em função da variação da taxa SELIC, por ser o índice brasileiro que apresenta significativa influência no comportamento do mercado financeiro de todo o país (Mader, 2023). Essa taxa apresenta variação de acordo com as condições econômicas do país. De outubro de 2019 a junho de 2021, a taxa permaneceu abaixo dos 5%. Desse período até junho de 2022, houve uma rampa ascendente, tendo como resultado a ultrapassagem da marca de 12%, o que se manteve até dezembro de 2023. A partir desse período, houve uma tendência de queda e o índice se manteve na casa dos 10%, voltando a marcar 12% no início de 2025. Devido a identificação dessa variação, foram definidos os três cenários de análise, considerando as taxas de desconto de 5%, 10% e 12%.

Análise e discussão dos resultados

Implantação do projeto

Em atendimento à solicitação no Ministério da Educação, a ANEEL promoveu, no ano de 2016, a Chamada Pública de Projeto Prioritário e Estratégico nº 01/2016, por meio dos programas PEE e Pesquisa e Desenvolvimento - P&D. Juntamente com a Universidade de São Paulo - USP e o Instituto Federal de São Paulo – IFSP, a UFABC teve a sua proposta aprovada pela Enel São Paulo e confirmada pela própria ANEEL. O projeto proposto seguiu as exigências do Edital, contemplando a instalação de usina fotovoltaica e AEE relativas à substituição do sistema de iluminação por tecnologias mais eficientes, além da conscientização, capacitação e formação na área de geração de energia solar fotovoltaica. Foram definidas duas etapas: a primeira foi relativa à substituição de 12.600 lâmpadas fluorescentes de 16 watts por lâmpadas mais modernas e eficientes de 9 watts, o que resultou em 88,2 kW de redução da potência instalada de iluminação, sem que fossem afetadas as condições de utilização dos espaços. Também foram realizadas

campanhas voltadas à redução do consumo de energia. Já a segunda etapa compreendeu a instalação das usinas fotovoltaicas, com capacidade instalada de 655 kWp, compostas por nove subsistemas distribuídos entre os *campi* de Santo André e São Bernardo do Campo, localizados nas coberturas dos blocos A e B em Santo André, e Mü, Gama, Delta e Ômega em São Bernardo do Campo (UFABC, 2019).

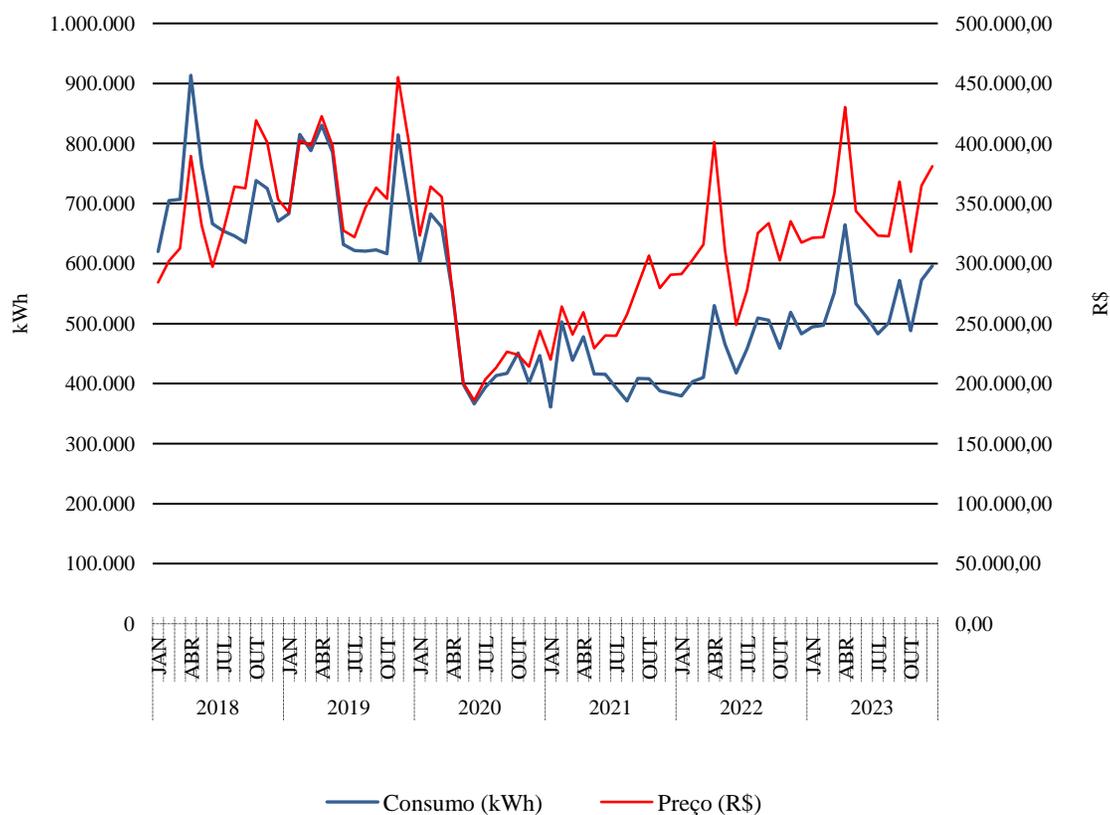
O investimento total realizado no projeto da UFABC foi de 8.173.538,59 reais. Deste valor, 5.425.664,67 reais foram financiados pelo PEE para a implantação dos sistemas de geração fotovoltaicos e o *retrofit* dos sistemas de iluminação; 2.064.146,42 reais foram financiados para P&D, contemplando a aquisição de equipamentos e bolsas para pesquisas; e 683.727,50 reais foram custeados diretamente pela UFABC como contrapartida, por meio de suporte técnico e horas de dedicação dos docentes (UFABC, 2024b). O prazo para a implantação das ações era de 24 meses (UFABC, 2019), porém, devido aos efeitos vivenciados por razão da pandemia da COVID-19, que acometeu todo o planeta a partir do início de 2020, o prazo foi estendido. Em 2019, foi realizada a substituição das lâmpadas e, em 2021, o comissionamento das usinas fotovoltaicas nos dois *campi* da Universidade, de 388,8 kWp em Santo André e de 274,3 kWp em São Bernardo do Campo.

Redução do consumo de energia elétrica

Foi realizado o monitoramento dos consumos e custos da energia elétrica nos dois *campi* da UFABC, no período entre o ano de 2018 e 2023. A evolução mensal do consumo total, em kWh, e do valor pago nas contas de energia elétrica, expressos em reais, podem ser observados no gráfico da Figura 2.

Figura 2.

Consumo e Valores Mensais Pagos de Energia Elétrica



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar uma brusca redução do consumo e, consecutivamente, nos valores pagos nas contas de energia elétrica a partir do ano de 2020. Porém, nesse período, apenas a primeira fase do projeto se encontrava implantada, através da substituição de lâmpadas e ações de conscientização. Essa primeira fase do projeto não se mostra suficiente para explicar a variação percebida. Entre o ano de 2021 e 2023 é verificada uma rampa ascendente em direção aos consumos e valores pagos nos anos de 2018 e 2019.

Influências na variação do consumo e custos da energia elétrica

É preciso levar em consideração que alguns outros aspectos podem apresentar influência significativa nas variações observadas. Analisando a variação da população que oficialmente

utiliza, frequentemente, as instalações da Universidade, conforme apresentado na Tabela 3, verificou-se que houve alteração significativa na população entre 2018 e 2023, sinalizando o aumento do número de ocupantes nos *campi*. Essa variação não parece explicar a redução do consumo de energia elétrica identificada, por sinalizar um movimento no sentido contrário ao que se espera nesse caso.

Tabela 3.

População Usuária dos Campi da Universidade

	Campus Santo André e São Bernardo do Campo				
	2019	2020	2021	2022	2023
Discentes de graduação	12.512	13.866	15.933	16.907	15.409
Discentes de pós-graduação lato sensu	-	-	2.008	1.940	2.000
Discentes de pós-graduação stricto sensu	4.340	3.277	5.635	6.153	5.498
Servidores (administrativos e docentes)	1.565	1.550	1.591	1.633	1.642
Servidores terceirizados	301	349	278	367	342
TOTAL	18.718	19.042	25.445	27.000	24.891

Fonte: UFABC (2024a).

Analisando o reflexo efetivo da variação da tarifa de energia para a Universidade, foi identificado que o preço pago pelo consumo de energia elétrica no campus Santo André em 2019 foi de 0,50298 R\$/kWh e de 0,64573 R\$/kWh em 2023, resultando no aumento de 28,38%, neste período. Já no campus de São Bernardo do Campo o valor pago em 2019 foi de 0,50815 R\$/kWh e 0,65383 R\$/kWh em 2023, representando um aumento efetivo de 28,95%. Analisando a Universidade como um todo, obtém-se um aumento médio de 28,67% na tarifa de energia efetivamente paga pela Universidade, quando analisados os períodos de 2019 e 2023, o que representa um reajuste anual de 7,17%. Esta análise foi realizada comparando-se os dados monetários e de consumo identificados nas medições realizadas no mês de março, buscando minimizar a influência de outras variáveis que pudessem distorcer os resultados, como os períodos de recesso da Universidade e os períodos de estiagem, onde são aplicadas bandeiras tarifárias adicionais.

Na busca por explicar essa variação, identificou-se mudanças de hábitos impostas aos usuários da Universidade entre os anos de 2020 e 2021, devido à ameaça da pandemia da COVID-19. Nesse período, os discentes foram obrigados a interromper a frequência presencial aos *campi*. As aulas foram adaptadas para o sistema *on-line* e, dependendo do período e situação da pandemia, a presença nos *campi* foi proibida ou restringida. Os servidores docentes seguiram esse mesmo regime, desenvolvendo os planejamentos e ministrando as aulas de suas residências. Para o outro grupo, composto pelos servidores administrativos e os terceirizados, o regime foi um pouco diferente, pois algumas tarefas exigiam a execução de atividades presenciais, como as de segurança, manutenção, obras e outras que não puderam ser incorporadas ao regime *on-line*. Porém, mesmo diante dessa diferença, houve um regime de revezamento e forte redução do número de usuários desenvolvendo atividades presenciais nos *campi*.

No ano de 2022, a ameaça da pandemia foi se distanciando, porém, foi sendo instituído um novo regime de trabalho. O trabalho remoto, ou teletrabalho, que consiste em realizar, parcial ou integralmente, as atividades pelo sistema *on-line*, trouxe mudanças de ocupação e no consumo dos insumos. Para os discentes e docentes, foram viabilizadas aulas pelo sistema *on-line*, porém como uma situação optativa, o que também altera a condição de ocupação dos *campi*.

Para se efetuar a análise, foi realizada uma seleção dos dados, observando os acontecimentos ocorridos em cada período, de modo a diminuir a influência de efeitos gerados por condições diferentes das que estão sendo investigadas nesse estudo.

O valor do investimento foi informado pela UFABC. As AEE foram executadas entre 2019 e 2021. Os dados de consumo e custos com energia elétrica iniciais selecionados são os relativos ao ano de 2019, devido ser o período mais aproximado ao da efetiva realização do desembolso do investimento, a não apresentar variações significativas ao período anterior, por ter sido iniciada apenas a primeira fase do projeto e não ter apresentado variação significativa no consumo e ser o ano anterior aos efeitos da pandemia de COVID-19. Os dados de consumo e custos com energia elétrica, observados após as intervenções, são relativos ao ano de 2023, devido ser o último ano que possui dados completos disponíveis, ser um ano em que os efeitos ocasionados pela pandemia da COVID-19 foram, praticamente, eliminados, e por ser um período em que as implantações realizadas com o projeto estiveram totalmente em operação.

Análise de viabilidade econômica do projeto

Diante dos dados levantados e com base no modelo do estudo que foi desenvolvido a partir da utilização da análise de retorno do investimento por *payback*, foi realizada a análise de viabilidade econômica no projeto. O resultado está apresentado na Tabela 4.

O valor efetivamente pago pelo consumo de energia elétrica pela UFABC em 2019 foi de 4.532.773,53 reais. Porém, para possibilitar a análise comparativa adequadamente, este valor foi corrigido para a data base de 2023, aplicando-se a taxa de aumento médio real identificada nas contas de energia da Universidade de 28,67%, resultando no valor de 5.832.244,71 reais.

Tabela 4.

Análise de Viabilidade Econômica do Projeto

	Medição		Diferença		Variação	
	Consumo (kWh)	Valor (data base 2023) (R\$)	Consumo (kWh)	Valor (R\$)	Consumo	Valor
2019	8.536.817,90	5.832.244,71	-2.074.202,41	-1.653.571,66	-24,30%	-28,35%
2023	6.462.615,49	4.178.673,05				

Fonte: Elaborado pelo autor.

O consumo em 2019 é superior ao do ano de 2023 em mais de 2 milhões de quilowatt-hora. Essa diferença evidencia que houve uma significativa redução no consumo, nesse intervalo, mesmo após a retomada das atividades e a finalização da pandemia de COVID-19. Já a diferença do valor pago nas contas de energia não foi totalmente proporcional à redução no consumo. Essa diferença pode ter explicação em outros aspectos que influenciaram o resultado financeiro nesse período, como inflação e reajustes tarifários.

A partir dos dados selecionados, apresentados na Tabela 5, foram realizados os cálculos de *payback* do projeto para os três cenários distintos.

Tabela 5.

Dados do Projeto

Investimento total no projeto (R\$)	Redução anual percebida (R\$/ano)	Reajuste tarifário anual médio (%)
8.173.538,59	-1.653.571,66	7,17

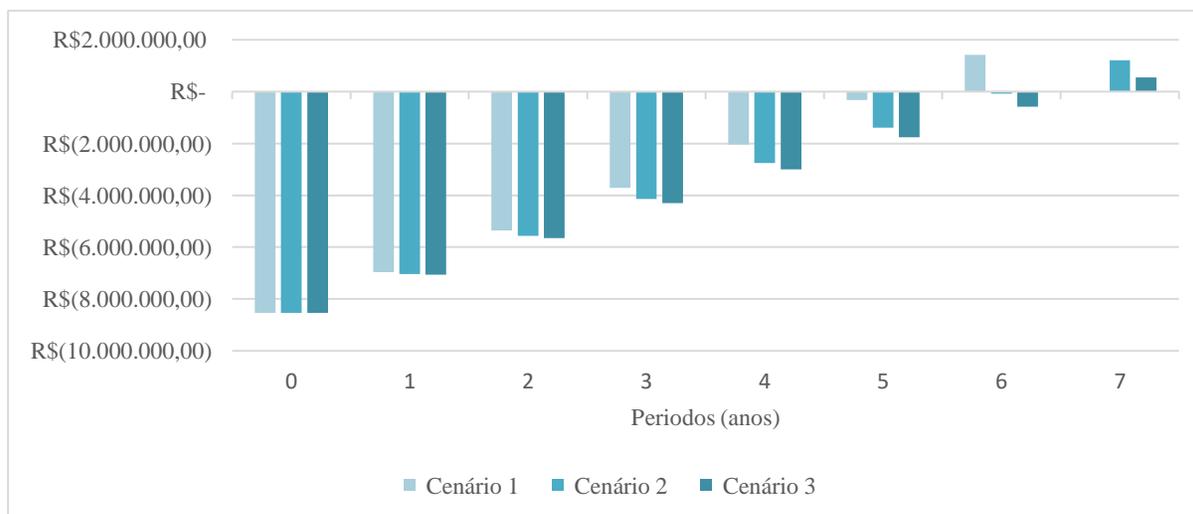
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ambos os cenários presumiram que o reajuste anual da tarifa se manteve na média dos últimos cinco anos, em 7,17%. O cenário I considera uma taxa de desconto de 5%, o cenário II, uma taxa de 10% e o cenário III, de 12%, conforme apresentado na Figura 3.

Foi identificado no primeiro ano uma redução de cerca de 1,6 milhão de reais, e caso essa condição se mantivesse constante, ajustando o valor da tarifa pela média de reajuste anual de 7,17%, resultaria em um retorno do investimento de aproximadamente cinco anos, seis anos e seis anos e meio para os respectivos cenários I, II e III.

Figura 3.

Evolução Payback



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os três cenários apresentam variações ocasionadas pela influência da taxa de desconto, visto que quanto maior a taxa, é percebido o aumento do prazo de retorno do investimento. Embora seja percebida essa diferença, o *payback* obtido não apresenta grande diferença, sendo de 5 anos para o cenário I, 6 anos para o cenário II e de 6,5 anos para o cenário III, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6.

Payback do Projeto

Cenário	Taxa de desconto (%)	PBD (ano)
I	5	5,19
II	10	6,06
III	12	6,51

Fonte: Elaborado pelo autor.

Buscando considerar as incertezas dos cenários, foram avaliadas as situações:

- a) o ajuste tarifário excedendo em 2% as previsões, resultando em 9,17% de aumento;
- b) o ajuste tarifário 2% menor que as previsões, em 5,17%;
- c) um aumento de 5% no consumo em relação a 2023; e
- d) uma redução de 5% no consumo em relação a 2023.

A tabela 7 apresenta os cenários “a” e “b”.

Tabela 7.

Payback cenários “a” e “b”

Cenário	Taxa de desconto (%)	PBD (ano)
I a	5	5,01
II a	10	5,78
III a	12	6,17
I b	5	5,40
II b	10	6,39
III b	12	6,91

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos dados reais de consumo e valores das contas de energia na UFABC em 2019 e 2023, foram projetados os dados para os cenários “c” e “d”, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8.

Projeções de Consumo

	Medição		Diferença		Variação	
	Consumo (kWh)	Valor (R\$)	Consumo (kWh)	Valor (R\$)	Consumo	Valor
2019	8.536.817,90	5.832.244,71	-2.074.202,41	-1.653.571,66	-24,30%	-28,35%
2023	6.462.615,49	4.178.673,05				
c)	6785746,265	4387606,70	-1.751.071,64	-1.444.638,01	-20,51%	-24,77%
d)	6139484,716	3969739,40	-2.397.333,18	-1.862.505,31	-28,08%	-31,93%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nos novos valores projetados, foram calculados os *payback* para os cenários I, II e III.

Tabela 9.

Payback Cenários “c” e “d”

Cenário	Taxa de desconto (%)	PBD (ano)
I c	5	5,90
II c	10	7,02
III c	12	7,61
I d	5	3,64
II d	10	4,08
III d	12	4,29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao considerar um aumento de 5% no consumo de energia em relação aos valores observados em 2023, o cenário pessimista (cenário III b) resulta em um *payback* de 7,61 anos, sendo o pior período de retorno projetado. O aumento no consumo de energia pode ocorrer, por exemplo, no caso de o modelo de trabalho remoto sofrer reduções ou ser finalizado, ou mesmo com o crescimento no número de usuários, especialmente discentes da UFABC. Com base nos

dados coletados do período entre 2019 e 2023, observou-se uma estabilidade no número de servidores, enquanto o número de discentes apresentou maior variação. No entanto, ações como campanhas educacionais voltadas para alunos e servidores terceirizados - que apresentam maior rotatividade - podem contribuir para a redução do consumo de energia, promovendo práticas mais eficientes e conscientes.

Discussão dos resultados

Analisando os resultados obtidos após a implantação do projeto da Universidade Federal do ABC foi possível identificar que a redução do consumo de energia elétrica auferido foi de 24,30% e a redução do custeio para o pagamento das contas foi de 28,35%. Além dos resultados econômicos, o benefício gerado à humanidade é relevante e apresenta importância significativa para possibilitar a disponibilização de energia elétrica para o atendimento às demandas futuras previstas.

A diferença entre o retorno do consumo de energia identificado e o retorno econômico da Universidade foi analisado e chegou-se a algumas mudanças que se mostram responsáveis por importante parcela desse resultado econômico, como: o reajuste anual da tarifa; as oscilações de bandeiras tarifárias; as variações do número de usuários; e a falta de mudança na demanda contratada com a distribuidora de energia. Outras mudanças percebidas provavelmente influenciaram a redução do consumo, como é o caso da implantação do regime de trabalho *homeoffice* parcial, ou até total, em alguns casos.

A diferença do custo despendido para a disponibilização da energia elétrica na instituição no ano de 2023, em comparação com o percebido em 2019, momento em que as implantações do projeto foram iniciadas, considerando a correção da data-base para 2023, foi de cerca de 1,6 milhão de reais, o que resultou num retorno do investimento, *payback* descontado, em 5,19 anos, 6,06 anos e 6,5 anos, considerando os cenários otimista, provável e pessimista.

Dentre os cenários projetados para análise de sensibilidade, o resultado com maior *payback* foi de 7,61 anos, o que representa um aumento de aproximadamente um ano no tempo de retorno em comparação ao cenário sem variações na taxa de desconto ou no consumo de energia.

Comparativamente, estudos anteriores mostraram resultados semelhantes. Costa e Silva (2017) observaram *payback* de 2 anos com redução de 51% nos custos de iluminação na UFRN,

enquanto Rodrigues *et al.* (2019) registraram economias de até 80,78% na UFU, reforçando que os resultados com projetos de iluminação tendem a apresentar os melhores resultados em economia no consumo de energia e financeiramente. Projetos de climatização, como o analisado por Benedito *et al.* (2020), apresentaram *payback* de 4,43 anos, e sistemas de geração distribuída, como os de Silva *et al.* (2018) e Volan *et al.* (2018), tiveram *payback* entre 8,7 e 12 anos. Embora o *payback* do PEE da UFABC tenha se mostrado superior ao de projetos focados em iluminação, alinha-se aos resultados de projetos mais complexos, como os de geração distribuída, reforçando a viabilidade econômica de iniciativas integradas de eficiência energética em IPES.

Essa análise prévia não levou em conta outros custos operacionais e de manutenção dos sistemas, pois devido ao pouco tempo de operação, e o estudo ter sido realizado a partir de dados reais (*ex post*) e não de simulações, não foi possível identificar qual será o custo médio anual com despesas dessa natureza, o que abre possibilidades para novos estudos.

A utilização do *payback* descontado para este estudo permitiu quantificar o tempo necessário para o retorno do investimento considerando diferentes cenários, tanto com relação às taxas de juros quanto ao consumo e tarifas de energia elétrica, considerando o valor do dinheiro ao longo do tempo. Outras métricas utilizadas - redução de consumo e economia financeira – demonstraram o impacto direto do projeto na instituição. Em conjunto, as métricas analisadas forneceram uma visão abrangente dos benefícios financeiros e econômicos do projeto.

Mesmo diante de um resultado econômico de *payback* em logo prazo, como a Universidade é uma instituição pública e não possui definida uma política de avaliação de retorno financeiro de investimentos, foi realizada a análise com base no tempo de vida útil dos sistemas de placas fotovoltaicas, que segundo os fabricantes e fornecedores encontrados no mercado, está em torno de 25 anos e de iluminação, que é de 5 anos. Desta forma, o retorno obtido no cenário pessimista, 5 anos, se mostrou adequado, e ainda que as tarifas ou consumo sejam maiores que o projetado, o retorno ainda se demonstrou financeiramente viável.

Considerações finais

O modelo do estudo possibilitou desenvolver uma análise de viabilidade econômica inicial do projeto de eficiência energética realizado pela UFABC, promovido pelo PEE da ANEEL, a partir de dados reais (*ex post*) de período anterior e posterior à implantação das AEE.

Como primeiro resultado, analisando a quantidade de energia elétrica anual real economizada no período medido após a implantação das AEE, foi verificada a redução de 24,30%. Já a redução efetiva dos valores pagos nas contas e energia elétrica foi de 28,35%.

A análise pelo *payback* descontado, juntamente com a taxa média de reajuste identificada de 7,17% e as taxas de desconto de 5%, 10% e 12%, resultou nos tempos de retorno do investimento de 5, 6 e 6,5 anos, respectivamente aos cenários otimista, provável e pessimista. Como a Universidade não possui uma política definida de viabilidade econômica dos seus projetos, foi realizada uma análise pelo tempo de vida útil do investimento. No mercado, é identificado que o tempo de vida útil dos sistemas de usinas de geração de energia elétrica por placas fotovoltaicas, consideradas responsáveis pela maior parte do retorno obtido, é em torno de 25 anos.

O último resultado de caráter acadêmico trata da possibilidade de compreensão de que diversos aspectos exercem influência no resultado do investimento em projetos de eficiência energética. Aparecem como protagonistas desse resultado o valor do investimento e a energia elétrica economizada. Porém, outros fatores se mostraram relevantes, como é o caso da tarifa de energia elétrica, devido às inúmeras possibilidades de variações, as mudanças de bandeira tarifária e os reajustes; os efeitos das mudanças de hábitos, como os ocorridos no período da pandemia da COVID-19; as mudanças de hábitos no ambiente de ensino e de trabalho, devido à adoção de atividades *on-line* e trabalho *homeoffice*; e a variação no número de usuários nos *campi*. Além desses aspectos, o tempo de vida dos equipamentos que compõem o sistema, disponíveis no mercado, também é determinante para o resultado.

Os resultados sinalizam que a viabilidade econômica do projeto se mostra atrativa. Ainda, os retornos e benefícios à sociedade e meio ambiente com a redução do consumo de eletricidade se mostraram representativos.

O *payback* possibilitou a identificação preliminar da viabilidade do projeto, porém novos estudos podem ser desenvolvidos para se obter maior precisão de análise, levando em consideração demais aspectos não considerados neste estudo, como os custos de operação e manutenção, que somente serão conhecidos após alguns anos de funcionamento do sistema e, portanto, não foram considerados nesse estudo. Assim como a aplicação de outros indicadores de viabilidade econômica, de modo a possibilitar uma análise conjunta que considere as variações de cada resultado e permita uma melhor compreensão do fenômeno estudado.

Os custos operacionais não puderam ser incorporados à análise, principalmente devido ao curto intervalo de tempo entre a finalização de implantação do projeto e a realização deste estudo, o que resultou em uma base de dados insuficiente para esta avaliação específica. Além disto, aspectos gerenciais, como as boas práticas para futuras implantações, custos de manutenção e impactos dos fatores externos e internos, também não puderam ser contemplados nesta pesquisa. Recomenda-se que estas lacunas sejam abordadas por estudos futuros, à medida que mais dados se tornem disponíveis com o avanço do tempo de operação dos sistemas, a fim de complementar a avaliação de viabilidade econômica de projetos integrais de eficiência energética financiados pela ANEEL.

Referências

Agência Nacional de Energia Elétrica. (2024). Entendendo a tarifa, DF: ANEEL. Recuperado de:

<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa>

Agência Nacional de Energia Elétrica. (2018). Procedimento do programa de eficiência

energética – PROPEE. Brasília, DF: ANEEL. Recuperado de:

https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021920_2.pdf

Agência Nacional de Energia Elétrica. (2022). Programa de eficiência energética: Conheça o

programa de eficiência energética (PEE) da ANEEL. Brasília, DF: ANEEL. Recuperado

de <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/programa-de-eficiencia-energetica>

Agência Nacional de Energia Elétrica. (2024). Sobre bandeiras tarifárias. Brasília, DF: ANEEL.

Recuperado de: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>

Alves, A., & Cassiano, D.A. (2024). Avaliação dos critérios na seleção de projetos de eficiência energética utilizando Fuzzy AHP. *Revista de Gestão e Projetos (GeP)*, 15(2), 265-291.

Recuperado de: <https://doi.org/10.5585/gep.v15i2.25369>

- Benedito, V. M., Moreira, K. C. C. S. R., Viana, T. M., & de Freitas, R. R. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica de uma universidade pública federal—estudo de caso da Universidade Federal Do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), 97-113. <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/30865>
- Cardoso, D. S., Locatelli, P. S., Ramalho, W., & Asgary, N. (2021). Distributed generation of photovoltaic solar energy: impacts of ANEEL’s new regulation proposal on investment attractiveness. *Revista de Administração da UFSM*, 14(2), 423-442. <https://doi.org/10.5902/1983465961993>
- Colombo, J. V. S., Trigoso, F. B. M., & da Silva Benedito, R. (2023) Análise da aplicação de políticas setoriais voltadas à eficiência energética e à geração distribuída na Universidade Federal do ABC. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 19 (55), 1-20. <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v19n55.13967>
- Costa, C. N. D., Jr & Silva, P. Z. P. D. (2017). Eficiência energética e redução de custos: uma análise numa instituição federal de ensino do Rio Grande do Norte. *Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP 2017*. Recuperado de: <https://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/30501/EFICI%C3%8ANCIA%20ENERG%C3%89TICA%20E%20REDU%C3%87%C3%83O%20DE%20CUSTOS%20-%20V%20ANAIS%20-%20SIMEP%20ARTIGO%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Efficiency Valuation Organization. (2012). *Protocolo internacional de medição e verificação de performance: Conceitos e opções para determinação de economias de energia e de água – vol. 1 – EVO 10000 – 1:2012 (Br)*. Tradução: Fernando C. S. Milanez. Sofia: EVO,

2012. Recuperado de: http://www.abesco.com.br/wp-content/uploads/2015/07/PIMVP_2012-PTBR.pdf
- Entidade Nacional de Eletricidade. (2024). Tarifa de energia elétrica. ENEL. Recuperado de: https://www.enel.com.br/pt-saopaulo/Para_Voce/tarifa-energia-eletrica.html
- Faria, A., Alvarenga, B., Lemos, G., Viajante, G., Domingos, J. L., & Marra, E. (2022). Energy Efficiency and Distributed Generation: A Case Study Applied in Public Institutions of Higher Education. *Energies*, 15(3), 1217. <https://doi.org/10.3390/en15031217>
- González, A. B. R., Díaz, J. J. V., Caamano, A. J., & Wilby, M. R. (2011). Towards a universal energy efficiency index for buildings. *Energy and buildings*, 43(4), 980-987. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.12.023>
- Hirschfeld, H. (2013). Engenharia econômica e análise de custos. São Paulo, SP: Atlas.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate change 2023: Summary for policymakers. Interlaken: AR6 SYR. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- International Energy Agency. (2021). Atlas of Energy. Recuperado de <http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/-1118783123>
- International Monetary Fund. (2023). World economic outlook. IMF. Recuperado de <https://www.imf.org/external/datamapper/LP@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD/BRA>
- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K. H., Haberl, H., & Fischer-Kowalski, M. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological economics*, 68(10), 2696-2705. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.05.007>

- Krechetov S. D. (2023). Financial Project Management: Basic Approaches and Methods. Auditor. 2023. no. 11. pp. 35-43. DOI: <https://doi.org/10.12737/1998-0701-2023-9-11-35-43>
- Laurencel, L. C., & Rezende, M. (2013). Engenharia Financeira: Fundamentos para Avaliação e Seleção de Projetos de Investimentos e Tomada de Decisão. Rio de Janeiro, RJ: LTC.
- Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996. (1996). Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Brasília, DF. Recuperado de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9427cons.htm
- Lei n. 9.991, de 24 de julho de 2000. (2000). Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF. Recuperado de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm
- Lei n. 10.295, de 17 de outubro de 2001. (2001). Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília, DF. Recuperado de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm
- Lima, F. R. S. (2019). Viabilidade econômica e financeira de projetos. Volta Redonda, RJ: FERP. 144 p. Recuperado de http://www2.ugb.edu.br/Arquivossite/Editora/pdfdoc/E-BOOK-VIABILIDADE_ECONOMICA.pdf
- Mader, B. (2023). The rentier behavior of the Brazilian banks. Brazilian Journal of Political Economy. <https://doi.org/10.1590/0101-31572023-3457>.

- Maghsoudi, P.; Sadeghi, S. A novel economic analysis and multi-objective optimization of a 200-kW recuperated micro gas turbine considering cycle thermal efficiency and discounted payback period. *Applied Thermal Engineering*, v. 166, p. 114644-114656, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114644>
- Malinauskaite, J., Jouhara, H., Egilegor, B., Al-Mansour, F., Ahmad, L., & Pusnik, M. (2020). Energy efficiency in the industrial sector in the EU, Slovenia, and Spain. *Energy*, 208, 118398. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118398>
- Ministério de Minas e Energia. (2011). Plano nacional de eficiência energética: Premissas e diretrizes básicas. Brasília, DF: MME. Recuperado de <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-nacional-de-eficiencia-energetica/documentos/plano-nacional-eficiencia-energetica-pdf.pdf/view>
- Ministério de Minas e Energia. (2020a). Balanço energético nacional 2020: Ano 2019. Rio de Janeiro, RJ: EPE. Recuperado de https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf
- Ministério de Minas e Energia. (2020b). Anuário estatístico de energia elétrica 2020: Ano base 2019. Rio de Janeiro, RJ: EPE. Recuperado de <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>
- Newnan, D. G., & Lavelle, J. P. (2020) *Fundamentos de Engenharia Econômica*. Rio de Janeiro, RJ: GEN LTC.
- Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues. *Energy policy*, 24(5), 377-390. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(96\)00017-1](https://doi.org/10.1016/0301-4215(96)00017-1)

- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2019) Relatório do desenvolvimento humano 2019. Além do rendimento, além das medias, além do presente: Desigualdades no desenvolvimento humano no século XXI. New York: One United Nations Plaza.
- Project Management Institute. (2017). The standard for portfolio management. Newtown Square, PA: PMI.
- Project Management Institute. (2021). Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK, 7a. Edição). Newtown Square, PA: PMI.
- Rodrigues, S. D. F., Vazquez, H. G. & Morais, J. D. S. (2019). Substituição de lâmpadas fluorescentes por light emitting diode (LED) em uma instituição de ensino: preocupação ambiental, energética e econômica. Engenharia Sanitária e Ambiental, 24, 799-808.
<https://doi.org/10.1590/S1413-41522019187418>
- Silva, B. M. V. D., Rodrigues, A. B. D. L., Leal, J. I., & Rodrigues, M. V. (2018). Análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema de energia fotovoltaico na Universidade Federal do Ceará. XXV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Recuperado de: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/60509/1/2018_eve_bmvsilva.pdf
- Steiner, A., Espinosa, P., Glasser, R. (2017). Climate change is a threat to the rich and poor alike. UNFCCC. Recuperado de <https://unfccc.int/news/climate-change-is-a-threat-to-rich-and-poor-alike>
- Universidade Federal do ABC. (2019). Comunicare UFABC: Informativo interno da Universidade Federal do ABC nº 239 – Usina fotovoltaica da UFABC deve entrar em operação em 2019. Recuperado de:
https://www.ufabc.edu.br/images/comunicare/comunicare_ufabc_239.pdf

Universidade Federal do ABC. (2024a). Repositório de dados. Recuperado de:

<https://dados.ufabc.edu.br/>

Universidade Federal do ABC. (2024b). Sobre o Projeto de Eficiência (PEE) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Recuperado de: <https://pu.ufabc.edu.br/noticias/sobre-o-projeto-de-eficiencia-energetica-pee-e-pesquisa-e-desenvolvimento-p-d>

Vieira, N. D. B., SANTOS, R., Silveira, J. M., & Haddad, J. (2016). Avaliação da performance dos indicadores energéticos do programa de eficiência energética (PEE) da ANEEL.

In Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. ENERGIA, OEDD Gramado–RS.

<https://www.researchgate.net/publication/308773702>

Volan, T., Zanardo, R. P., & Balbino, A. J. (2018). Análise de viabilidade econômica de implantação de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica. 4rd International Congress of Management, Technology and Innovation.