UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DAIANE RODRIGUES DE ANDRADE

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ANÁLISE DO RETORNO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROJETO EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA BRASILEIRA

JUIZ DE FORA
2023

DAIANE RODRIGUES DE ANDRADE

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ANÁLISE DO RETORNO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROJETO EM UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA BRASILEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientadora: Dra. Cristina Márcia Barros de Castro

JUIZ DE FORA

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rodrigues de Andrade, Daiane.
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ANÁLISE DO RETORNO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROJETO EM UMA INSTITUIÇÃO BRASILEIRA / Daiane Rodrigues de Andrade. -- 2023.
52 p.

Orientadora: Cristina Márcia Barros de Castro
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2023.

1. Eficiência Energética. 2. Impactos da geração de energia elétrica. 3. Benefícios da eficiência energética. 4. Análise de investimentos. I. Márcia Barros de Castro, Cristina, orient. II. Título.

DAIANE RODRIGUES DE ANDRADE

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ANÁLISE DO RETORNO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROJETO EM UMA INSTITUIÇÃO BRASILEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 06 de julho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

D. Sc. Cristina Márcia Barros de Castro (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora

D. Sc. Marcos Vinicius Rodrigues
Universidade Federal de Juiz de Fora

D. Sc. Clarice Breviglieri Porto
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me sustentou nos dias mais difíceis durante esta jornada e me manteve forte diante de todas as adversidades. Agradeço também aos meus pais, Lenisse e Valter, por terem me ensinado desde criança o poder e o valor que existe na educação. Muito obrigada pelo amor, incentivo e apoio que sempre me deram, devo esta e várias outras conquistas a vocês.

À minha irmã, Danielle, que como irmã mais velha sempre foi uma inspiração e que sempre acreditou muito em mim.

Não posso esquecer as minhas grandes amigas, Carina e Mariana, que dividem momentos comigo desde os 15 anos e que sempre vibraram por cada uma das minhas conquistas. Além delas, agradeço também às amizades que fiz na engenharia, sobretudo a Paloma, que quero levar para toda a minha vida.

Agradeço também à empresa que trabalhei e que me proporcionou o conhecimento prévio para realizar o trabalho. Aprendi muito ao lado de todos que me acolheram e sou muito grata pela oportunidade que tive de acompanhar vários projetos de eficiência energética e aprender mais sobre esse tema fantástico e tão importante para o contexto atual.

Por fim, gostaria de agradecer à minha orientadora, Cristina, por todo cuidado e paciência e a tantos professores que marcaram minha vida dentro da UFJF, como Bruno e Clarice.

Finalizo esta etapa com alegria, gratidão e com a certeza de que meu futuro depende apenas do que tenho feito em meu presente. Muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho tem como assunto a eficiência energética, sua regulamentação no país e alguns incentivos e o estudo da aplicação de um projeto em uma empresa estatal do Brasil. No decorrer do documento são discutidos os impactos produzidos através da geração de energia elétrica e como tais impactos podem ser minimizados através da eficiência energética e do uso racional de energia. Um sistema é eficientizado quando suas instalações antigas com equipamentos obsoletos são trocadas por equipamentos eficientes, que funcionam utilizando menos energia e apresentam menos perdas durante seu desempenho. Desta forma, o trabalho traz um estudo de caso com os resultados observados com relação à economia de energia após a troca dos sistemas de iluminação e motriz e a instalação de um sistema de geração fotovoltaica em uma empresa estatal brasileira. Os projetos de eficiência energética geralmente apresentam um custo relativamente alto e, por este motivo, o principal objetivo deste trabalho é analisar o retorno do investimento nestes projetos usando como base o resultado da aplicação de um deles. Esta análise é feita através do método de *payback* descontado, que entrega o tempo necessário para recuperação do valor investido no projeto considerando a presença de uma taxa inflacionária para considerar o valor do dinheiro no tempo.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Meio Ambiente. Investimento.

ABSTRACT

This paper is about energy efficiency, its regulation in the country and some incentives, and the study of the application of a project in a state-owned company in Brazil. Throughout the paper, the impacts produced through the generation of electricity and how these impacts can be minimized through energy efficiency and the rational use of energy are discussed. A system is efficient when its old installations with obsolete equipment are replaced by efficient equipment, which works using less energy and presents fewer losses during its performance. This paper presents a case study of the results observed with respect to energy savings after the replacement of the lighting and motive power systems and the installation of a photovoltaic generation system in a Brazilian state-owned company. Energy efficiency projects generally present a relatively high cost and, for this reason, the main objective of this work is to analyze the return on investment of these projects using the results of the application of one of them as a base. This analysis is done using the discounted payback method, which delivers the time required to recover the value invested in the project considering the presence of an inflationary rate to consider the value of money over time.

Keywords: Energy Efficiency. Environment. Investment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – GRÁFICO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....22

FIGURA 2 – GRÁFICO DA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL.....23

FIGURA 3 - GRÁFICO DO CONSUMO POR MATRIZ ELÉTRICA NO BRASIL……...23

FIGURA 4 - GRÁFICO DO CONSUMO POR MATRIZ ELÉTRICA NO MUNDO……...24

FIGURA 5 – GRÁFICO DOS INVESTIMENTOS REALIZADOS EM PROJETOS DO PEE.....28

FIGURA 6 – DIAGRAMA DE FLUXO DE CAIXA.....33

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MUDANÇAS REALIZADAS…….....40

TABELA 2 – REPRESENTAÇÃO FLUXO DE CAIXA.....42

TABELA 3 – DADOS UTILIZADOS.....45

TABELA 4- VALORES OBTIDOS……...…….46

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1 – CÁLCULO DO VPL.....34

EQUAÇÃO 2 – CÁLCULO DA TAXA INTERNA DE RETORNO.....36

EQUAÇÃO 3 – CÁLCULO DO VALOR PRESENTE PARA *PAYBACK* DESCONTADO……..…..37

EQUAÇÃO 4: CÁLCULO DO VALOR TOTAL ECONOMIZADO DE ENERGIA……..…42

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

EE Eficiência Energética

PEE Programa de Eficiência Energética

EPE Empresa de Pesquisa Energética

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica

INEE Instituto Nacional de Eficiência Energética

ABESCO Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

IEA Agência Internacional de Energia

GEE Gases causadores do efeito estufa

MME Ministério de Minas e Energia

PBE Programa Brasileiro de Etiquetagem

CONPET Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural

PROCEL Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROCELINFO Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética

PROPEE Procedimentos do Programa de Eficiência Energética

CPP Chamada Pública de Projetos

ROL Receita Operacional Líquida

VPL Valor Presente Líquido

TIR Taxa Interna de Retorno

TMA Taxa Mínima de Atratividade

VP Valor Presente

VF Valor Futuro

CEE	CUSTO EVITADO DE ENERGIA
CED	CUSTO EVITADO DE DEMANDA NA PONTA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **14**
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 15
1.2 JUSTIFICATIVA 16
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 16
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 17
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 18
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 18

2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA **20**
2.1 O QUE É EFICIÊNCIA ENERGÉTICA? 20
2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 20
2.3 INCENTIVOS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 25
2.4 PEE 27
2.4.1 PROJETO DO PEE ANALISADO 29

3. MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTOS **31**
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 31
3.2 FLUXO DE CAIXA 32
3.3 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) 34
3.4 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA) 35
3.5 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) 35
3.6 *PAYBACK* 36

4. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS DO CASO ESTUDADO **39**
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 39
4.1.1. MUDANÇAS REALIZADAS E BENEFÍCIOS DO PROJETO 39
4.1.2. DADOS E INFORMAÇÕES UTILIZADOS PARA ANÁLISE FINANCEIRA 41
4.2. ANÁLISE DE VIABILIDADE DO PROJETO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 43

5. CONCLUSÃO **48**

REFERÊNCIAS **50**

1. INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica no mundo ocorre a partir das matrizes energéticas, que transformam diferentes tipos de energia em energia elétrica. Essas fontes são divididas em renováveis e não renováveis, sendo a última a matriz mais utilizada no planeta (EPE, 2021). As fontes não renováveis ou esgotáveis mais consumidas são os combustíveis fósseis. Tais fontes em seu processo de geração de energia liberam gases poluentes e causadores de danos ambientais conhecidos, um deles é o efeito estufa.

No Brasil, embora a maior parte da energia elétrica gerada venha de fontes renováveis (hidrelétricas), a instalação das usinas também provoca prejuízos sociais e ambientais. Diante destes danos e com o crescente consumo de energia no mundo, fez-se necessário discussões acerca dos prejuízos ambientais e sociais causados durante o processo de geração de energia elétrica por meio de diversas fontes.

A eficiência energética surgiu como uma alternativa de reduzir os impactos a partir do uso otimizado da energia gerada. A ação consiste no uso consciente da energia elétrica através de aparelhos eficientes, capazes de funcionar consumindo menos energia, e de hábitos mais cautelosos. No Brasil, a iniciativa é respaldada por lei e apresenta alguns programas de incentivo criados ou apoiados pelo Ministério de Minas e Energia (MME). A lei 9.991/2000 regulamenta o Programa de Eficiência Energética (PEE) e exige que as concessionárias de energia invistam uma porcentagem mínima por ano de sua receita operacional líquida (ROL) em projetos de eficiência energética.

O Programa de Eficiência Energética (PEE), é o responsável pela aplicação de projetos de eficiência energética em todo o território nacional. O programa recebe as propostas de projeto das mais diversas empresas privadas interessadas em promover a eficientização de lugares com potencial para o projeto. O PEE avalia as propostas e aprova as que possuem maior potencial de economia de energia. Assim, com o uso correto e racional da energia elétrica, todo potencial economizado pode ser direcionado às novas demandas sem que sejam necessários investimentos em geração.

Para o trabalho, será considerada uma empresa X situada no estado do Rio de Janeiro, que não será identificada, na qual ocorreu a implementação de um projeto de eficiência energética no ano de 2019. Os usos finais eficientizados neste projeto foram os sistemas de iluminação, motriz e ainda a aplicação de fonte incentivada através da geração de energia fotovoltaica, capaz de abastecer parte da demanda da instituição.

O projeto do sistema de iluminação contemplou a substituição de pontos de iluminação com tecnologias ineficientes. Em determinadas unidades, além do sistema de iluminação também foram contemplados a eficientização energética dos motores ineficientes que compõem o sistema de climatização de um dos prédios. A instalação dos painéis fotovoltaicos ocorreu em uma das instalações da empresa e visava gerar aproximadamente 70% do consumo total de energia do prédio onde foi instalada.

Com os resultados de economia de energia obtidos na implementação do projeto, foi possível realizar uma análise sobre o retorno de investimentos em projetos de eficiência energética. Para isso, os dados disponibilizados pela empresa que realizou o projeto - a qual também não é divulgada neste trabalho - foram analisados através do método de *payback* descontado. Sendo que, o período de *payback* é o tempo necessário para recuperação de um investimento inicial, calculado a partir das entradas de caixa.

Para o *payback* descontado, existe uma taxa mínima para correção do valor do dinheiro no tempo que faça o investimento valer a pena para o investidor: a Taxa Mínima de Atratividade. Para dar base ao conceito do *payback* descontado, também foram citados outros métodos de análise de investimentos, como a Taxa Interna de Retorno e o Valor Presente Líquido. O último soma as entradas de caixa futuras aplicando a elas a taxa esperada para trazer o valor futuro ao valor presente e compará-lo com o valor investido inicialmente. A TIR, por sua vez, representa a taxa de retorno dos investimentos, podendo ser maior ou menor do que a taxa mínima de atratividade esperada pelo investidor.

Após a exposição dos dados e o fim da análise, foi possível concluir sobre a viabilidade da implantação do projeto de eficiência energética na organização em estudo através do tempo de retorno do investimento e dos benefícios alcançados.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Programa de Eficiência Energética busca promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica ao utilizar de forma mais eficiente energeticamente equipamentos, processos e usos finais de energia (ANEEL, 2021).

Para o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE, 2018), um aparelho eficiente do ponto de vista energético consegue converter o máximo da energia entregue a ele em seu funcionamento.

Desta forma, o estudo de caso proposto consiste na avaliação do retorno financeiro obtido através da economia de energia com a troca dos aparelhos antigos e ineficientes por aparelhos mais tecnológicos e da implantação de um sistema fotovoltaico, que fará com que parte da energia necessária ao funcionamento da empresa seja gerada pela própria organização resultando em mais economia para a instituição.

1.2 JUSTIFICATIVA

Diante de um cenário ambiental cada vez mais preocupante, faz-se necessário alternativas que busquem a sustentabilidade e a preservação do planeta. Conhecendo a empresa responsável pela elaboração e implementação do projeto, foi possível perceber que existe um grande potencial de economia de energia elétrica em muitas instalações no Brasil. Diante disso, a principal justificativa para este trabalho é evidenciar como é possível realizar políticas sustentáveis dentro de uma organização obtendo um retorno financeiro relativamente rápido quando comparado ao período de vida útil dos equipamentos e do seu potencial de economia de energia.

Além disso, do ponto de vista social, é de suma importância que assuntos como este sejam apresentados e discutidos. Para além da eficientização nas empresas, é necessário que os usuários saibam explorar os conhecimentos para aumentar a economia gerada. Saber usar corretamente a energia elétrica é responsabilidade da sociedade como um todo e seus benefícios estão diretamente ligados ao bem estar de todo o planeta.

No decorrer do trabalho é possível conhecer os principais impactos causados ao meio ambiente na geração de energia elétrica, se aprofundar no que norteia a eficiência energética, observar os resultados obtidos com o estudo de caso e conhecer algumas práticas simples e importantes de economia de energia elétrica.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Diante de todos os impactos sociais e ambientais oriundos da necessidade crescente de geração de energia elétrica, a eficiência energética surgiu como uma das alternativas de diminuir a demanda cada vez maior por energia. Desta forma, o trabalho busca entender a relevância da eficientização na sociedade como um todo através da análise de sua aplicação em uma empresa de grande porte no país. Com os dados financeiros buscou-se encontrar o

período de retorno do investimento aplicado no projeto, bem como levantar as vantagens e apresentar a viabilidade de sua implementação. Do ponto de vista ambiental, foram discutidos os ganhos com a aplicação da eficientização.

O presente trabalho visa apresentar a análise feita sobre o retorno financeiro de um projeto de eficiência energética realizado em uma empresa pública brasileira, no período de 2019 a 2020, por uma empresa de engenharia de Minas Gerais especializada na realização de projetos de EE (Eficiência Energética). Para isso, o documento inicialmente aborda conceitos e assuntos importantes referentes à eficiência energética. Em seguida, descreve alguns métodos utilizados para análise de investimentos a fim de avaliar os valores e o tempo necessário para o retorno do investimento. Para além do ponto de vista ambiental, é vantajoso do ponto de vista financeiro investir em um projeto de eficiência energética? Em quanto tempo o valor investido foi recuperado no projeto?

Os dados utilizados na análise deste estudo de caso foram dados fictícios, mas que respeitam a proporcionalidade com os valores reais.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar os retornos financeiro e os ganhos ambientais obtidos na aplicação de um projeto de eficiência energética em uma empresa pública de grande porte brasileira.

Do ponto de vista financeiro, foram aplicados alguns métodos de análise de investimentos para verificar o tempo do retorno do investimento do projeto de eficiência energética, bem como apontou o quanto, em valores monetários, a instituição apresentou em economia dada a implantação do projeto.

Dado o aspecto ambiental, objetivou-se informar e conscientizar sobre os impactos positivos que as mudanças de hábito podem promover, além de mostrar o importante papel que as instituições e a sociedade como um todo têm diante de um cenário socioambiental que exige mudanças.

Como objetivos específicos é possível destacar:

- Estudar acerca dos avanços da eficiência energética no Brasil, os programas de incentivo existentes e a importância deles;
- Observar o avanço do consumo de energia, capaz de explicar a necessidade latente de discussão sobre o tema;

- Apresentar um estudo de caso para exibir os resultados obtidos com a implementação da eficiência energética em uma instituição brasileira;
- Estudar sobre os principais métodos de análise de investimento, sobretudo o método *payback*, utilizado para indicar o tempo necessário para economizar na energia elétrica o valor investido no projeto.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa descritiva e explorativa. A finalidade é explorar o mercado de eficiência energética expondo conceitos e dados atuais importantes, além de utilizar um estudo de caso para analisar os retornos financeiros e ambientais de um projeto de aplicação de eficiência energética em uma empresa brasileira. Para isso, a pesquisa foi realizada através de livros, artigos científicos, páginas oficiais do governo e de programas de eficiência energética.

Após a abordagem descritiva sobre o projeto, pretendeu-se, posteriormente, tratar os dados obtidos após sua implementação e observar as vantagens do projeto através de uma análise de *payback* descontado. Para esta abordagem foram utilizados documentos oficiais disponibilizados pela empresa que realizou o projeto. Através deles foi possível ter os dados para cálculo do retorno financeiro e conhecimento dos benefícios ambientais que podem ser alcançados após a realização do projeto.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi dividido em 5 capítulos. O primeiro capítulo refere-se a esta parte inicial e introdutória do trabalho.

O capítulo 2 descreve aspectos da eficiência energética. Nele, foram abordados os conceitos e os aspectos ambientais voltados ao tema, os principais programas de incentivo à eficiência energética no Brasil e o detalhamento de alguns pontos importantes do projeto realizado voltados ao trabalho proposto.

O capítulo 3 traz a descrição de alguns métodos de análise da viabilidade de investimentos, inclusive o método de *payback* descontado, aplicado neste trabalho.

O capítulo 4 traz os resultados obtidos com a implantação do projeto, os benefícios obtidos com sua implantação e os cálculos para determinação do tempo de retorno do investimento.

Por último, o capítulo 5 apresenta a conclusão do estudo.

2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

2.1 O QUE É EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO), eficiência energética é “uma atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia”. Tal melhoria pode ocorrer através do uso consciente dos aparelhos que consomem energia elétrica ou através da substituição destes aparelhos por outros mais tecnológicos, capazes de funcionar consumindo menos energia (ABESCO, 2018).

Para o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE), um aparelho eficiente do ponto de vista energético consegue converter o máximo da energia entregue a ele em seu funcionamento. Eficiência Energética, neste caso, é a relação entre a energia convertida e a energia disponibilizada. Desta forma, considerando uma lâmpada – que transforma eletricidade em luz –, considera-se o nível de eficiência energética deste equipamento como sendo a divisão entre a energia da luz convertida sobre a energia elétrica usada pela lâmpada para realizar tal conversão. Equipamentos mais eficientes perdem menos energia – em forma de calor, som, e outros tipos de desperdício – em seu processo de conversão (INEE, 2018).

Para exemplificar, segundo o INEE (2018), uma lâmpada incandescente possui eficiência média em torno de 8%, isto significa que apenas 8% de toda a energia disponibilizada ao equipamento é convertida em luz, os outros 92% apenas aquecem o ambiente. As lâmpadas fluorescentes, também muito utilizadas, possuem eficiência em torno de 32%. Se forem considerados dados a níveis nacionais, segundo a ABESCO (2021), a quantidade de energia desperdiçada, sobretudo pelos aparelhos, chegou no Brasil, em 2017, a R$61,7 bilhões em três anos. Para além dos impactos econômicos e financeiros gerados por tal desperdício, são considerados os impactos ambientais promovidos, os quais serão melhor apresentados no próximo subtópico.

2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Todo o consumo de energia elétrica no mundo ocorre a partir das matrizes energéticas, que transformam diferentes tipos de energia em energia elétrica. Essas fontes são divididas em renováveis e não renováveis, sendo a última a matriz mais utilizada no planeta (EPE,

2021). Segundo a EPE (2021), as fontes mais utilizadas no mundo são as fósseis, representadas pelo petróleo, carvão mineral e gás natural.

As matrizes não renováveis apresentam um rendimento energético superior quando comparadas às fontes renováveis, isto é, convertem o processo de queima em energia com menos perdas durante o processo. Além disso, de acordo com a EPE (2021), estas fontes possuem preços mais atrativos além de necessitarem de uma infraestrutura para sua geração e distribuição – usinas, ferrovias e rodovias –, o que gera empregos e promove desenvolvimento.

Contrapondo-se às vantagens oferecidas pelas fontes não renováveis, as desvantagens são ainda maiores. O petróleo e o carvão mineral são os responsáveis por grande parte da liberação de gases causadores do efeito estufa (GEE), fenômeno intensificado, segundo muitos climatologistas e especialistas, por ação antropogênica e que compromete a saúde e o meio ambiente. Os gases gerados no processo de queima dos combustíveis fósseis são o dióxido de carbono (CO2), o vapor d'água, o metano (CH4) e o óxido nitroso (N2O), sendo o primeiro o mais emitido (EPE, 2018). Tais gases são responsáveis por manter o calor no planeta, fenômeno natural e conhecido como aquecimento global. Porém, segundo cientistas, as atividades desenvolvidas pelo homem têm emitido GEE em um ritmo acelerado e muito maior que o necessário à sobrevivência, o que tem provocado danos ambientais. (ECODEBATE, 2019).

O aumento da emissão de gases estufa levou a comunidade mundial a discutir e buscar modos de frear o acontecimento. O Protocolo de Kyoto, por exemplo, assinado em 1997, na cidade de Kyoto - Japão, possui diretrizes e propostas para amenizar o impacto dos problemas ambientais gerados com a alta emissão dos gases poluentes. Sendo assim, os países que assinaram o documento se comprometeram a reduzir a emissão em aproximadamente 5% (GREENPEACE, 2007). Além do Protocolo de Kyoto, o Acordo de Paris, assinado em 2015, também foi uma iniciativa criada com a mesma finalidade. O Acordo é um compromisso firmado entre 195 países com objetivo de reduzir a emissão de gases do efeito estufa. A principal meta é manter o aumento da temperatura do planeta abaixo dos 2ºC, garantindo um futuro com menos emissão de carbono, mais adaptável e justo para as próximas gerações (WWF BRASIL, 2020).

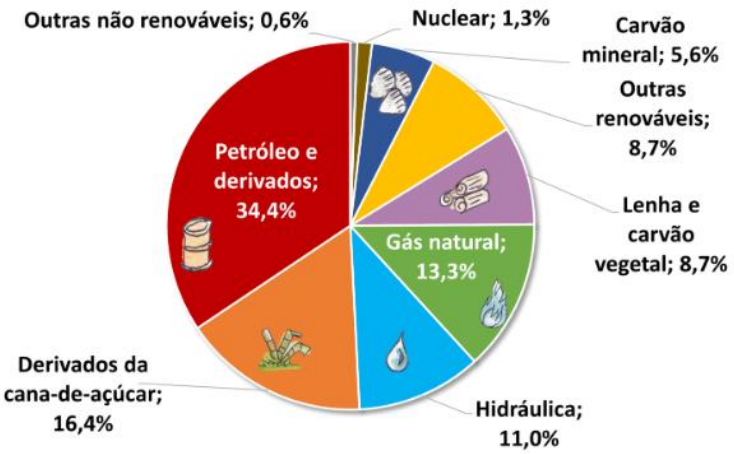
As fontes renováveis de energia são aquelas consideradas inesgotáveis, uma vez que tem enorme potencial de renovação. Os principais exemplos deste tipo de matriz são a energia hidráulica, solar, eólica, biomassa, geotérmica, hidrogênio e oceânica. Boa parte das energias

renováveis são também consideradas limpas pois não emitem gases estufa. Segundo a IEA (2021), em 2020 as fontes renováveis correspondiam a apenas 2% da matriz energética mundial. Quando somadas às energias de biomassa e hidráulicas esse valor se aproxima de 14% (EPE, 2020).

É importante considerar a diferença nos conceitos entre matriz energética e matriz elétrica. A primeira considera todas as fontes utilizadas para geração de energia, considerando qualquer atividade que demande energia. A segunda se refere somente às fontes destinadas à geração de energia elétrica (EPE, 2022).

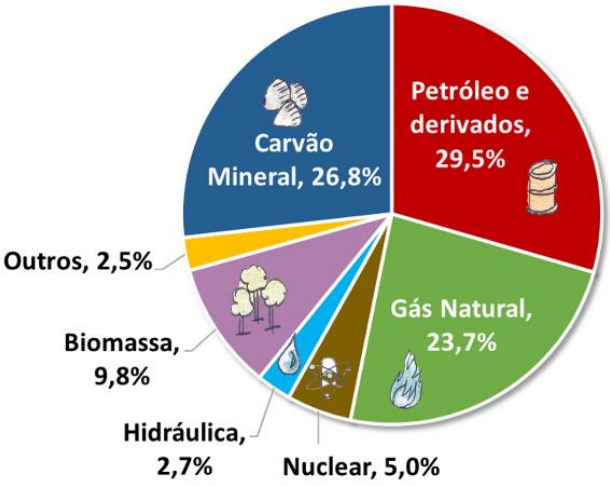
De acordo com Brasil (2022), 48% do consumo de energia no Brasil é proveniente de fontes renováveis, valor três vezes maior quando comparado à média global. Desse consumo, 11% é ofertado pela energia hidráulica. Tal fonte possui alta dependência do volume de chuvas, isto é, a geração de energia aumenta conforme o aumento no volume da água. (EPE, 2022). A matriz energética do Brasil é diferente da utilizada no restante do planeta. No país, apesar do consumo de energia de fontes não renováveis (55,2%) ser maior do que o de renováveis (44,8%), a quantidade utilizada com fontes renováveis é maior que a média utilizada no mundo. Abaixo, dois gráficos (1 e 2) que ilustram o consumo por matriz energética no Brasil (2021) e no mundo (2020), respectivamente.

Gráfico 1: Matriz Energética Brasileira



Fonte: EPE (2022).

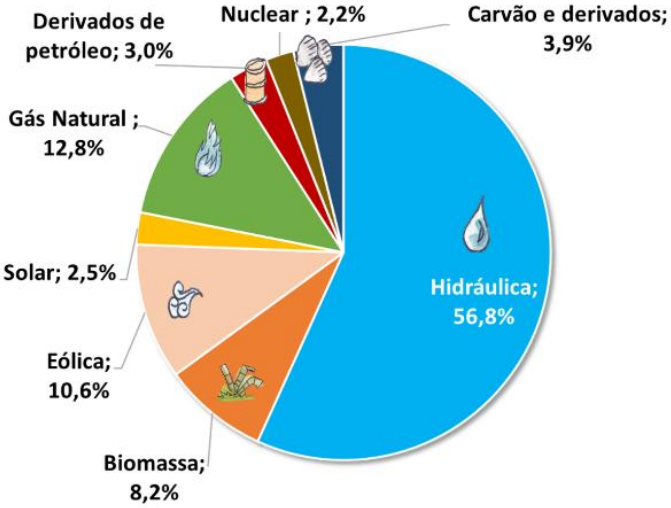
Gráfico 2: Matriz Energética Mundial



Fonte: EPE (2022).

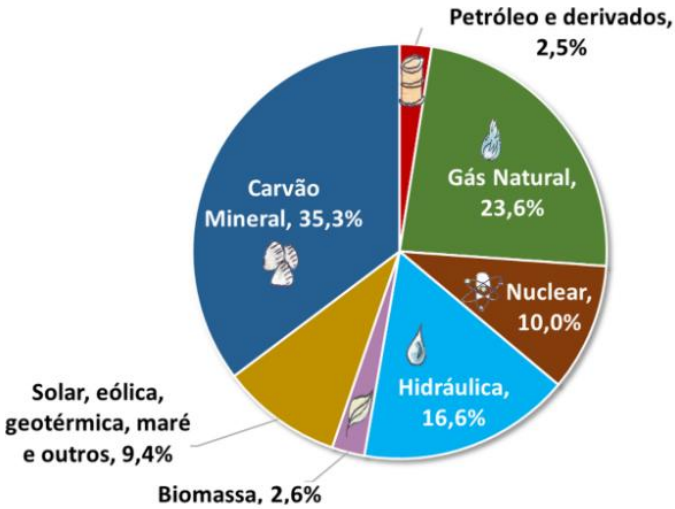
Quando a matriz elétrica é analisada, é possível perceber uma nova distribuição na comparação entre o uso no Brasil e no mundo. No mundo, a geração de energia elétrica ocorre, sobretudo, através de combustíveis fósseis. No Brasil, ocorre o inverso, sendo a hidráulica a principal fonte da matriz elétrica do país, representando 56,8% do total (EPE, 2022). Abaixo os gráficos 3 e 4, que ilustram o consumo por matriz elétrica no Brasil (2021) e no mundo (2020), respectivamente.

Gráfico 3: Consumo por matriz elétrica no Brasil



Fonte: EPE (2022).

Gráfico 4: Consumo por matriz elétrica no mundo



Fonte: EPE (2022).

Apesar de ser considerada limpa e usar a água como matéria prima, a fonte hidráulica tornou-se foco de discussões sobre os malefícios causados pela construção de suas usinas. Dentre alguns prejuízos ambientais, os mais pontuados são a perda na qualidade da água, as mudanças no regime de fluxo dos rios, a perda da biodiversidade devido ao desmatamento e a emissão de gases estufa. Apesar de não ocorrer durante o processo de transformação em energia elétrica, a emissão de GEE ocorre após a submersão das árvores (ECODEBATE, 2017).

Para além dos impactos ambientais, a principal fonte de energia do Brasil também provoca impactos sociais. As comunidades ribeirinhas, os indígenas e a economia de subsistência são duramente afetados, tendo, por muitas vezes, que se deslocar para longe do lugar que sempre viveram (PEE, 2018). Considerando o caso da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte no Brasil, em 2011, estima-se que mais de 30 mil pessoas perderam suas casas, as quais a maioria não recebeu nenhum tipo de ressarcimento por isso (ECODEBATE, 2017).

Diante de todos os impactos ambientais e sociais gerados pelo aumento no consumo de energia no Brasil e no mundo, tornou-se de extrema importância a discussão acerca do consumo racional e consciente de energia, além de iniciativas para a transição energética. Os países estão comprometidos em reduzir o percentual das fontes fósseis utilizadas no processo de geração de energia e estão criando políticas de incentivo ao aumento de eficiência energética (EPE, 2021).

O Brasil apresenta alguns programas de incentivo à eficiência energética e ao consumo consciente de energia, criados ou apoiados pelo Ministério de Minas e Energia (MME). Alguns deles, o Selo Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), Conpet (Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural), o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem) e o PEE (Programa de Eficiência Energética). Todos foram melhor descritos no subtópico a seguir deste documento.

Para além dos programas de incentivo, a Lei nº 10.295/2001 – Lei da Eficiência Energética – criada em outubro de 2001, visa estabelecer novas medidas de consumo no país, buscando o uso mais eficiente das fontes de energia. Segundo seu artigo 1º, "A Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia visa a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente".

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), associada ao Governo Federal, publicou o "Atlas da Eficiência Energética no Brasil – Relatório de Indicadores" em 2020, que contém o monitoramento do progresso da eficiência energética em diferentes setores da economia ao longo dos anos e que está disponível para acompanhamento do público.

No próximo subitem foram descritos os programas de incentivo à eficiência energética criados no país.

2.3 INCENTIVOS À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De acordo com a ABESCO (2015) estima-se que o Brasil tenha um potencial de redução de 10% do consumo de energia, caso utilizasse a energia de forma eficiente. Em 2015, foram cerca de 50 mil gigawatts/hora por ano desperdiçados, o equivalente a uma diferença de R$12,6 bilhões de reais nas contas de luz, de acordo com as tarifas de 2014. Para a ABESCO (2015), o país possui oportunidades para redução no uso de energia elétrica:

> *No Brasil, há um potencial para economizar 10% de todo o consumo de energia. Por tipo de cliente, o maior potencial de redução (eficiência energética) está na residência dos brasileiros. A Abesco estima que poderia ocorrer uma redução de 15% nas casas. Esse percentual é maior do que o dos consumidores industrial, comercial e outros que poderiam economizar, em média, 6,20%; 11% e 10%.*

Nas casas, a substituição de eletrodomésticos por aparelhos eficientes do ponto de vista energético seria capaz de gerar uma economia significativa para o país. A partir disso,

foi criado um programa para definir, dentro de um conjunto de aparelhos, quais são aqueles que contribuem para a eficiência energética, isto é, consomem e desperdiçam menos energia. Com o objetivo de tornar a Eficiência Energética uma política aplicada, alguns programas de incentivo ao consumo eficiente e racional foram criados (EPE, 2018). Dentre eles:

(i) PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem): Para o INMETRO (2021), o programa tem o objetivo de orientar os consumidores na escolha de equipamentos eficientes, além de promover a competitividade na indústria - gerando a fabricação de itens mais econômicos - e proteger o meio ambiente. O programa é coordenado pelo Inmetro e fornece informações sobre "o desempenho dos produtos, considerando atributos como a eficiência energética, o ruído e outros critérios que podem influenciar a escolha dos consumidores que, assim, poderão tomar decisões de compra mais conscientes" (INMETRO, 2021). O programa possui os parceiros Selo Procel e CONPET, que informam aos consumidores o melhor produto - do ponto de vista energético - dentro de cada categoria.

(ii) Selo Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica): Para o ProcelInfo (Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética), o Selo Procel de Economia de Energia tem como objetivo informar ao consumidor, quais equipamentos, dentre os fornecidos no mercado, são mais eficientes e consomem menos energia. O programa foi criado em 1993 através do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel, iniciativa conjunta do Governo Federal e a Eletrobrás. A elaboração do programa fomentou pesquisas de universidades, laboratórios e dos próprios fabricantes de equipamentos em parceria com o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) buscando equipamentos cada vez mais eficientes do ponto de vista energético. Segundo a ProcelInfo (2021), aparelhos contemplados com o Selo Procel indicam que, além de contribuir para um consumo consciente de energia, o consumidor estará diminuindo o gasto nas contas de luz.

(iii) Selo CONPET (Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural): "O CONPET é um Programa do Governo Federal e do Ministério de Minas e Energia - MME executado com o apoio técnico e administrativo da Petrobras" (CONPET, 2021). O programa entrou em vigor em 2005 e visa orientar

os usuários na escolha de equipamentos que utilizam derivados de petróleo e gás natural e que sejam mais eficientes. Segundo o INMETRO (2021), “o principal objetivo do CONPET é incentivar o uso eficiente destas fontes de energia não renováveis no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária”.

(iv) PEE (Programa de Eficiência Energética): “O objetivo do PEE é promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia (ANEEL, 2021). Assim como os outros programas citados anteriormente, o PEE também tem como objetivo promover a conscientização do uso racional da energia elétrica no país. O programa foi criado através da lei 9.991 em 2000 e já sofreu mudanças em sua regulamentação desde então. Este programa será detalhado no próximo subitem.

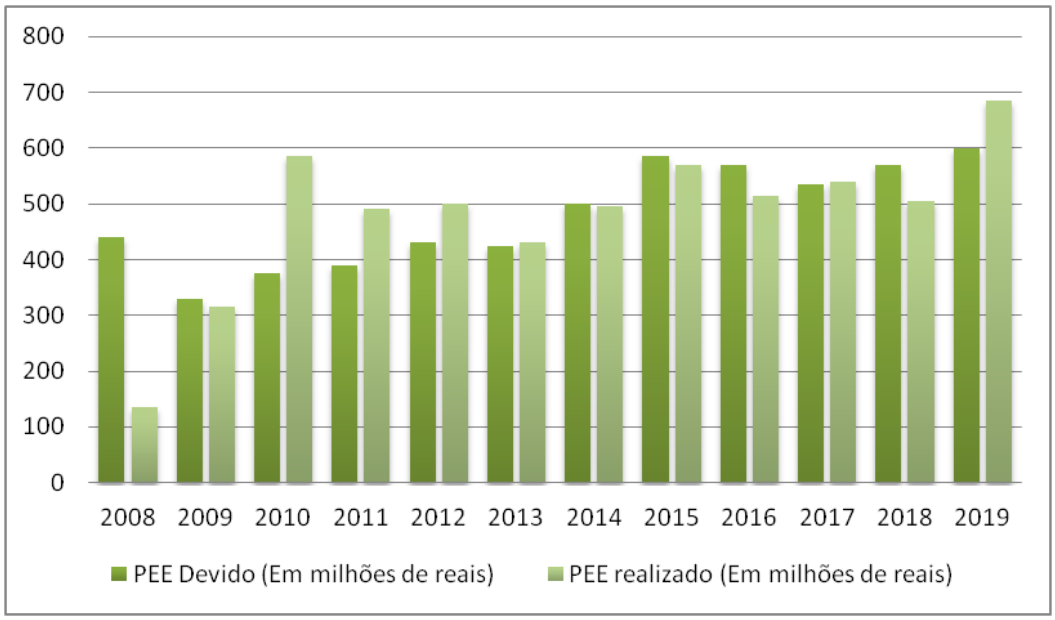
2.4 PEE

A lei 9.991/2000, que regulamenta o Programa de Eficiência Energética, determina que as concessionárias de energia elétrica devem investir uma porcentagem mínima anual de sua receita operacional líquida (ROL) em projetos de eficiência energética (PROPEE, 2021). As concessionárias são empresas do setor elétrico brasileiro responsáveis pela transmissão e distribuição da energia elétrica no país (Portal da Indústria, 2022). O percentual investido tem variado ao longo do tempo, bem como a resolução específica. Em 2015, por exemplo, o percentual mínimo a ser investido era de 0,5% da ROL anual. A partir de 2016 esse percentual baixou para 0,4% (ANEEL, 2021).

Dessa forma, o objetivo principal de um PEE é promover economia de energia nos locais onde o projeto será aplicado. O gráfico 3 ilustra o total investido, ao longo dos anos, com os projetos do PEE da ANEEL, atualizado até junho de 2021 (ANEEL, 2021). Neste gráfico, é possível verificar o total devido (verde escuro), isto é, o que deveria ter sido investido, e o total realizado de investimento (verde claro), entre os anos de 2008 a 2019. É possível notar que, a partir de 2014, os valores devidos tiveram aumentos significativos quando comparados aos anos anteriores. Além disso, o ano de 2019 apresenta o maior

investimento realizado em projetos do PEE desde 2014, chegando a quase 700 milhões de reais investidos.

Gráfico 05 - Total investido em projetos do PEE



Fonte: ANEEL (2021).

Com relação aos projetos incentivados pelo PEE, estes são desenvolvidos, em sua maioria, por empresas do setor privado que concorrem nas Chamadas Públicas pela escolha de seu projeto. A Chamada Pública do PEE tem como objetivo "tornar o processo decisório de escolha dos projetos e consumidores beneficiados mais transparente e democrático, promovendo maior participação da sociedade" (PROPEE, 2021). Por meio desta Chamada, todos os interessados poderão apresentar suas propostas. No geral, as empresas concorrentes devem desenvolver diagnósticos energéticos identificando possíveis melhorias nas instalações do cliente, atuando em diversos usos finais, com foco na redução do consumo. Dentre os usos finais que podem ser tratados nos projetos, os mais comuns são: sistema de iluminação, condicionamento ambiental, fonte incentivada e sistema motriz. Para o sistema de iluminação, condicionamento ambiental e sistema motriz, os projetos trazem a troca dos equipamentos obsoletos para equipamentos eficientes do ponto de vista energético. No caso do retrofit de iluminação, por exemplo, as lâmpadas são substituídas por aquelas de tecnologia LED, mais potentes, econômicas e duradouras. Já no uso final de fontes incentivadas, os projetos englobam a instalação de painéis fotovoltaicos, capazes de transformar a energia solar em energia elétrica que será utilizada pela instalação. (ANEEL, 2021).

A regulamentação varia também de acordo com a empresa contemplada no projeto. Pelo PROPEE, são 7 as tipologias nas quais podem ser aplicados os projetos de eficiência energética: Industrial, Comércio e Serviços, Poder Público, Serviços Públicos, Rural, Residencial e Iluminação Pública (PROPREE, 2021).

2.4.1. PROJETO DO PEE ANALISADO

O projeto analisado neste estudo foi apresentado na Chamada Pública de Projetos – CPP 002/2019 e foi apresentado à ANEEL para a área de concessão do Grupo Light.

Dadas as tipologias determinadas pelo PROPEE, a instituição estudada neste trabalho, a qual o projeto foi realizado, está enquadrada na tipologia Poder Público.

Com relação a empresa que ganhou a realização do projeto, esta é uma empresa que tem como principal atividade a elaboração de projetos de eficiência energética e geração distribuída com atuação em geração fotovoltaica e resíduos. O projeto consistiu na modernização do sistema de iluminação com a substituição de equipamentos obsoletos por equipamentos com tecnologia de LED, na eficientização do sistema motriz e na implementação de um Sistema de Geração de Energia Fotovoltaica.

No projeto, através da utilização de equipamentos com maior eficiência energética e vida útil e sem a adição de metais pesados em sua composição, espera-se a redução de prejuízos ambientais causados pela necessidade de construção de unidades geradoras (hidroelétricas e termoelétrica, por exemplo) de energia elétrica - diante do crescente aumento de consumo observados ao longo dos anos - e ainda a redução da contaminação da água e do solo por compostos tóxicos, como metais pesados, presentes em maior quantidade nos equipamentos obsoletos (EPE, 2021).

Os projetos do PEE também preveem uma fase importante no processo de redução de consumo de energia: a conscientização dos funcionários responsáveis. O objetivo da campanha é ensinar os profissionais a usar os recursos energéticos de forma consciente para disseminação com os usuários do local (PROPEE, 2021). A fase consiste na elaboração e distribuição de material contendo informações sobre os impactos gerados na geração de energia e a importância de bons hábitos para mitigá-los. Uma equipe fica responsável por ensinar aos colaboradores o conteúdo do material, além de distribuir um guia de boas práticas que instrui sobre mudanças cotidianas capazes de economizar energia e promover diminuição na conta de luz.

Desta forma, o investimento em eficiência energética se mostra benéfico não somente pela economia financeira observada nas contas de luz, mas também pelo benefício ambiental que é possível alcançar. A redução da demanda por energia exige menos geração, o que resulta em diminuição na emissão de gases poluentes na atmosfera. Para o Brasil, que gera energia sobretudo de usinas hidrelétricas, a redução de demanda diminui a necessidade de construção de novas usinas, o que beneficia não só o meio ambiente, mas também a população ribeirinha e que mora nas proximidades das áreas que seriam alagadas.

O próximo capítulo abordará o método de *payback* descontado e outras formas de análise de investimentos, a fim de avaliar o período de retorno do investimento na aplicação do projeto.

3. MÉTODOS DE ANÁLISE DE INVESTIMENTO

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para Dalzot e Castro (2015, p.109) a análise de investimentos pode ser considerada uma série de parâmetros utilizados nas tomadas de decisão:

> *A análise de investimentos pode ser considerada como um conjunto de critérios que as empresas utilizam na tomada de decisão ao realizar investimentos visando, principalmente, a reposição de ativos existentes (em especial instalações e equipamentos), o lançamento de novos produtos e a redução de custos. O processo consiste em decidir se o projeto vale a pena.*

Os investimentos, por sua vez, têm seu desempenho avaliado em termos monetários e, para isso, são utilizadas técnicas e ferramentas de engenharia econômica (CASAROTTO FILHO. 2000). Os principais métodos para análise de investimentos são o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *payback* - simples e descontado. Os conceitos sobre o método VPL e a TIR foram abordados neste capítulo como conceitos base para melhor entendimento e cálculo do *payback* descontado, mas não representaram o objetivo principal deste trabalho.

Algumas das ferramentas utilizadas para análise de investimentos são o *payback* simples e o *payback* descontado, sendo o último o método escolhido para avaliar a viabilidade do projeto na empresa considerada neste estudo. A escolha do *payback* descontado foi baseada no tipo de projeto e investimento realizado.

De maneira simplificada, o *payback* simples é o tempo necessário para se recuperar o investimento inicial aplicado em um projeto, calculado a partir das entradas de caixa (GUEDES, 2020). O *payback* ou “retorno do investimento” é comumente utilizado para calcular o prazo para recuperação do valor aplicado para uma finalidade. Segundo ROSS (2015) *payback* é o tempo de retorno do investimento inicial até o momento no qual o ganho acumulado se iguala ao valor deste investimento.

No *payback* descontado, diferentemente do *payback* simples, considera-se o valor do capital investido ao longo do tempo, considerando uma taxa mínima de ajuste - como a inflação por exemplo - e que pode ser definida de acordo com a taxa que o investidor

considera atrativa (SOUZA, 2008). Para isto, é preciso inserir no cálculo o conceito do VPL e da TIR.

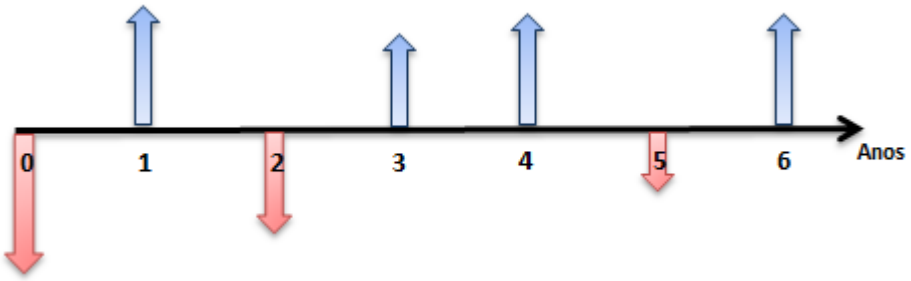
O Valor Presente Líquido representa “a diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente do investimento inicial ou das saídas de caixa” (Camargos, 2017, p. 336). Para Gitman (1992), o VPL é um método de análise de investimentos que busca estimar o lucro futuro com o investimento para trazer o retorno ao valor presente considerando uma taxa mínima (TMA), para assim decidir se o investimento é ou não vantajoso.

Segundo Camargos (2017, p. 340), a Taxa Interna de Retorno representa a “rentabilidade que o projeto de investimento apresenta para o capital que nele permanece investido, sendo também determinada rentabilidade própria do projeto”, pois depende apenas dos investimentos e do retorno auferido. A TIR também é a taxa que leva o valor presente das entradas de caixa a se igualarem ao investimento inicial e deve ser comparada à taxa mínima esperada de retorno com o projeto.

3.2 FLUXO DE CAIXA

O fluxo de caixa é uma ferramenta fundamental de controle financeiro. O fluxo de caixa basicamente analisa o saldo disponível daquele empreendimento, para que seja feito um balanço de quanto capital a empresa tem. Além disso, a ferramenta informa onde foram gastos os recursos, para qual finalidade, quanto a empresa recebeu e de onde recebeu (CAMLOFFSKI, 2014). Para melhor entendimento, o fluxo de caixa pode ser representado por um diagrama com uma reta horizontal orientada, a qual indica a periodicidade de tempo considerada na análise, por exemplo “anos”. Essa reta é cortada por linhas verticais também orientadas que representam as entradas (setas azuis, para cima) e saídas (setas vermelhas, para baixo) de capitais, conforme a Figura 6.

Figura 6: Diagrama fluxo de caixa



Fonte: Elaboração própria

O Fluxo de Caixa é um instrumento para controle que busca auxiliar o empreendedor na tomada de decisão frente à situação financeira da empresa. Consiste em um relatório que informa a movimentação de dinheiro (entradas e saídas) em um período determinado, que pode ser um dia, uma semana, um mês, etc (SEBRAE, 2021).

No Fluxo de Caixa ficam registradas as movimentações financeiras e a razão pela qual elas ocorreram. Apresentando os recebimentos vindos de clientes, juros de investimentos ou qualquer outra entrada de capital. Além das entradas, são registradas também as saídas, tais como pagamentos, compras e quaisquer despesas que a empresa tenha tido (SILVA, 2015). Sendo assim, a ferramenta se aplica independentemente do tamanho da empresa, oferecendo ao empresário um cenário da saúde financeira da organização. Com o correto controle do Fluxo de Caixa, é possível verificar uma série de variáveis, que no contexto geral do negócio, fazem toda a diferença (SEBRAE, 2021).

O uso da ferramenta de Fluxo de Caixa auxilia na identificação daquilo que sobra e que falta no caixa naquele período, possibilitando ao gestor planejar melhor suas ações futuras ou acompanhar o desempenho da empresa (SILVA, 2015). Desta forma, como principais atribuições da ferramenta, é possível destacar o auxílio na tomada de decisões antecipadas sobre a falta ou sobra de dinheiro e se os recursos financeiros são suficientes para tocar o negócio em determinado período ou se há necessidade de obtenção de capital (Guedes, 2020).

Diante da definição e do objetivo de se representar e conhecer o Fluxo de Caixa de uma empresa, surge outro conceito importante no processo de avaliação de um projeto de investimento: o Valor Presente Líquido, descrito logo a seguir.

3.3 VALOR PRESENTE LÍQUIDO

O Valor Presente Líquido (VPL) corresponde a um método que calcula o retorno de um investimento ou projeto. Segundo Gitman (1992) a ferramenta busca estimar o lucro futuro com o investimento e, ao converter o retorno em reais para o dia de hoje, o investidor tem condições de decidir se o investimento é ou não vantajoso. Para Gitman (1992), o VPL é o valor das somas algébricas de fluxos de caixa futuros, descontados a uma taxa de juros, em determinada data.

Para Dalzot e Castro (2015), o valor presente líquido é o valor atual de um fluxo de caixa na data estipulada zero, sendo consideradas todas as entradas e saídas e, utilizando a taxa mínima de atratividade como taxa de juros. A forma de cálculo do VPL é apresentada na equação 1:

$$VPL = \sum_{j=0}^{n} \frac{FCj}{(1+i)^j} - Io \tag{1}$$

Sendo:

VPL = Valor Presente Líquido

FC = Fluxo de caixa

I_0 = Valor inicial

i = Taxa de juros

j = Período considerado

De acordo com Ross (2022, p. 295), “a diferença entre o valor de mercado de um investimento e seu custo” é o Valor Presente Líquido deste investimento. O desafio então é conseguir ter uma boa previsibilidade do investimento e do valor dele no mercado posteriormente. O cálculo do VPL, portanto, informa a viabilidade do investimento, de modo que, se o valor obtido for maior que zero, o investimento é economicamente atrativo. Continuando na linha na qual o objetivo é gerar valor para os acionistas e partes interessadas, se o VPL foi igual a zero, investir ou não neste projeto é indiferente dado que o valor presente

das entradas de caixa é igual aos valores de saída de caixa. Por último, se o VPL for menor que zero, o investimento não é economicamente atrativo. Considerando o estudo de caso do capítulo 4 como exemplo, as entradas de caixa obtidas com a economia de energia são levadas ao valor presente do investimento com uma taxa mínima de atratividade esperada pelo investidor. Logo após, estas entradas são somadas e diminuídas do valor investido inicialmente. Se esta diferença for positiva, o investimento é vantajoso. Se a diferença for nula ou negativa o investimento é irrelevante e inviável, respectivamente.

Uma vantagem observada neste método é que ele considera e analisa o valor do dinheiro no tempo, porém para alguns investimentos é uma tarefa muito difícil prever com certa exatidão os retornos que serão obtidos, tornando o processo de análise muito mais desafiador (ROSS, 2022).

3.4. TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE

É uma taxa que os investidores tomam como referência para orientação quanto aos seus investimentos (DALZOT E CASTRO, 2015). Para Abreu (2016), a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é a menor taxa capaz de fazer um investidor realizar uma aplicação, portanto, é uma taxa que deve ser analisada e que não possui fórmula padrão para ser calculada.

Desse modo, deve-se conhecer a rentabilidade do projeto considerado, caso esta rentabilidade seja inferior à TMA, o projeto deve ser recusado, porque o resultado sugere uma perda na capacidade de ganhos da empresa e gera para ela um custo de oportunidade (CAMARGO, 2007).

3.5. TAXA INTERNA DE RETORNO

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é uma taxa utilizada para igualar o valor investido com os valores finais projetados no Fluxo de Caixa. De acordo com Guedes (2020), TIR é a taxa de desconto que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores, trazidos ao valor presente, sejam iguais aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente. Isto é, a TIR é uma taxa cujo valor representa um retorno de investimento igual a zero (Equação 2).

$$0 = \sum_{j=0}^{n} \frac{FCj}{(1+TIR)^j} - I_0 \quad (2)$$

Sendo:

FC = Fluxo de caixa

I_0 = Investimento inicial

TIR = Taxa Interna de Retorno

j = Período considerado

A TIR deve ser comparada com a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) para análise de aceitação do projeto. Segundo Dalzot e Castro (2015, p.111), a Taxa Interna de Retorno para um investimento pode ser comparada aos juros para uma aplicação financeira:

> *Assim como juros são a renda de uma aplicação financeira e a taxa de juros é a medida relativa de sua grandeza, o lucro ou retorno é a renda de um investimento e a taxa interna de retorno é a medida relativa da grandeza do retorno.*

Assim como no método do VPL, para se determinar a TIR é feita uma projeção dos valores de um fluxo de caixa no momento inicial do investimento. A diferença é que para o VPL se utiliza uma taxa escolhida pelo investidor, a TMA, que representa o retorno mínimo que a empresa espera obter com o investimento. Já a TIR é a própria taxa a ser calculada para um VPL igual a zero. Por este motivo, a TIR é comparada à TMA, se a TIR for maior ou igual a TMA o projeto é vantajoso, caso contrário, não é viável (ROSS, 2022)

3.6. *PAYBACK*

Considerando os conceitos de análise de investimento apresentados nos subtópicos anteriores, segundo Ross (2022, p. 298), o período de *payback* “é o tempo necessário para que um investimento gere fluxos de caixa suficientes para recuperar seu custo inicial”.

De acordo com Dalzot e Castro (2015), o *payback* de um projeto mede a rapidez com que os fluxos de caixa gerados por este projeto cobrem seu investimento inicial. Neste método, projetos que pagam seus investimentos mais cedo podem ser considerados mais atraentes, além de serem considerados menos arriscados.

O *payback* simples refere-se apenas ao tempo necessário para recuperação do investimento inicial, enquanto que, o *payback* descontado, considera, além do tempo de retorno, um retorno mínimo exigido pelo investidor ou uma correção monetária em cima do valor investido, o que torna o método mais preciso pois considera o custo de capital (SEBRAE, 2021).

Como visto, todo investimento gera uma expectativa de retorno e o método *payback* fornece o prazo em que isso vai ocorrer. De forma exemplificada, se uma empresa investe R$40.000,00 em um projeto e tem como retorno uma entrada de caixa de R$25.000,00 e R$15.000,00 nos dois anos subsequentes, o *payback* simples deste investimento é de 2 anos, isto é, o tempo necessário para que a empresa recupere o valor investido (ROSS, 2022).

Ao considerar o modelo de *payback* descontado, o tempo de retorno considera também a taxa que incide sobre o investimento, considerando, assim, o valor do capital ao longo do tempo (CAMLOFFSKI, 2014). Para o mesmo exemplo utilizado acima, em que uma empresa investe R$40.000,00 em um projeto, considere que, para este investidor, exista uma taxa mínima de atratividade de 10% ao ano que compense o investimento. No método do *payback* descontado, é preciso considerar o valor do dinheiro no tempo e trazer os fluxos de caixa futuros de R$25.000,00 e R$15.000,00 para o valor presente (equação 3), a fim de determinar em quanto tempo será retornado o valor investido.

$$VP = \frac{VF}{(1+TMA)^{j}} \tag{3}$$

Sendo:

VP = Valor Presente

VF = Valor Futuro

TMA = Taxa Mínima de Atratividade

j = Período considerado

Através da equação (3), o valor futuro de R$25.000,00 obtido no primeiro ano a uma taxa de 10% ao ano, resulta em um valor presente aproximado de R$22.727,00. Portanto, é

possível observar que o tempo de retorno para este exemplo através do método *payback* descontado será maior que o tempo encontrado com o método do *payback* simples.

Assim, Camloffski (2014) descreve que em tempos de instabilidade, a utilização deste método é uma forma de aumentar a segurança nos investimentos. É um método simples e de fácil compreensão, além de ser adequado para projetos com vida mais curta e limitada. Outra vantagem do *payback* é o fornecimento de uma percepção acerca do grau de liquidez e do risco dos projetos.

Como desvantagens, Dalzot e Castro (2015) apresentam que é necessário ponderar que o método *payback* não considera os fluxos de caixa gerados depois do ano de recuperação, tornando-se assim, desaconselhável para projetos de maior duração. Para Guedes (2020, p.61), o *payback* simples "simplesmente utiliza a quantia monetária retornada nos períodos, sem descontar nenhuma taxa ou trazer os valores para outros momentos do projeto". Com isso, em projetos muito longos o *payback* não é recomendado.

Segundo Camloffski (2014) embora o *payback* não deixe de representar um parâmetro para análise, para longos períodos o método não pode ser considerado do ponto de vista financeiro, já que não se pode somar ou comparar valores em datas diferentes pois se estará desconsiderando que o caixa resultante do primeiro ano poderia ser investido, gerando juros. Ao ignorar o valor do dinheiro no tempo, o investidor concorda que é indiferente receber R$20.000 hoje ou daqui dois anos, quando na verdade este valor pode ser reinvestido, retornando um valor superior ao final de dois anos.

Para o estudo realizado neste trabalho, considera-se um projeto relativamente curto e com esperança de retorno rápido, quando comparado ao período de vida útil dos equipamentos e do potencial de economia de energia que eles são capazes de gerar. Por este motivo, foi considerado o cálculo do *payback* descontado buscando analisar após quanto tempo o investimento realizado no projeto de eficiência energética foi retornado por meio da economia nas contas de energia da instituição.

4. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS DO CASO ESTUDADO

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente capítulo busca analisar os resultados obtidos após a implementação das ações de eficiência energética nos sistemas de Iluminação, Motriz e de Geração de Energia Fotovoltaica de uma empresa estatal brasileira. O principal objetivo dos projetos de eficiência energética é promover economia de energia, sobretudo nos horários de demanda na ponta, nos quais a demanda por energia é maior e ocorre sobrecarga na distribuição. Como a realização destes projetos exige um investimento inicial, este capítulo vai detalhar as análises e os cálculos realizados para determinar em quanto tempo o projeto considerado neste trabalho obteve seu retorno financeiro, isto é, quanto tempo após o fim do projeto o valor economizado se igualou ao montante investido.

4.1.1. MUDANÇAS REALIZADAS E BENEFÍCIOS DO PROJETO

De acordo com o escopo do projeto, seriam realizadas mudanças nos sistemas de iluminação e motriz da instituição e seriam instalados painéis fotovoltaicos para geração de energia através de fonte incentivada. Ao efetuar a troca dos aparelhos existentes por tecnologia LED no sistema de iluminação e tecnologias mais eficientes no sistema motriz previu-se uma redução de aproximadamente 2.493,81 MW ao ano no consumo de energia elétrica da instituição. Desse total de economia, pretendia-se gerar com a fonte incentivada aproximadamente 37,29 MW ao ano.

O projeto do sistema de iluminação contemplou a substituição de 5.051 pontos de iluminação com tecnologias ineficientes e os valores de economia obtidos foram próximos aos previstos. A grande maioria das tecnologias contempladas foram lâmpadas fluorescentes tubulares, com a substituição de lâmpadas e reatores, mantendo as luminárias existentes. Além do sistema de iluminação também foram contemplados a eficientização energética dos motores que compõem o sistema de climatização de um dos prédios. Ao todo, no sistema motriz, foram substituídos 48 equipamentos ineficientes por 37 motores eficientes, nas torres de resfriamento, nas bombas de condensação e nos *Fan Coils*[1] de climatização.

[1] O *Fan coil* de climatização é um equipamento utilizado em projetos de climatização, aquecimento e ventilação que utiliza ventiladores para aquecer ou resfriar um ambiente.

Após finalização da troca dos equipamentos, é feita uma medição para comparar os resultados reais de economia obtidos com o projeto. Com a substituição dos equipamentos antes existentes, constituídos por equipamentos obsoletos, por equipamentos mais eficientes, chegou-se a um resultado de economia de energia de 225,275 MW/ano e uma redução de demanda no horário de ponta de 20,38 kW para o sistema de iluminação. Para o sistema motriz observou-se uma redução de 2245,5 MW/ano e 494,62 kW no horário de ponta. Sendo assim, o total de economia obtido através dos sistemas de iluminação e motriz foi de 2470,77 MW/ano, sendo 515 kW reduzidos de demanda na ponta. Todos os equipamentos obsoletos foram devidamente descartados, tendo certificado de destinação final obedecendo a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Os materiais descartados são desmontados e reciclados e o transporte é feito por companhias habilitadas. Os componentes que não podem ser reutilizados são encaminhados para coprocessamento.

A instalação dos painéis fotovoltaicos resultou na geração de 37,28 MW/ano, que soma um total de energia economizada de 2508 MW/ano e este valor representa cerca de 39% do que era consumido anualmente pela instituição. A energia gerada através dos painéis representa 70% de toda a energia consumida no local onde estes foram instalados. Abaixo a tabela 1 ilustra as mudanças realizadas e a economia obtida.

Tabela 1: Mudanças realizadas

Mudanças realizadas		
Sistema de Iluminação		
Nº de lâmpadas trocadas	Economia obtida (MW)	
5051	**225,27**	
Sistema Motriz		
Nº de equip. antigos descartados	Novos equipamentos	Economia obtida (MW)
48	**37**	**2245,5**
Fonte incentivada		
Economia obtida (MW)		
37,29		

Fonte: Elaboração própria

Além dos benefícios em economia de energia e redução de demanda que decorrem imediatamente da implementação das ações de eficientização, para a empresa beneficiária do projeto são consideradas ainda as melhorias na utilização dos recursos energéticos e na iluminância dos ambientes da instituição. A melhor utilização dos recursos cria uma cultura que visa diminuir os desperdícios de energia elétrica através de um consumo consciente e a melhoria na iluminância gera o aumento no nível de segurança das instalações e consequentemente melhoria na qualidade do atendimento aos usuários.

A concessionária de energia também é beneficiada com o projeto, uma vez que se torna possível postergar os investimentos no sistema elétrico que visa aumentar a disponibilidade de energia elétrica para ser consumida. Além disso, é possível observar uma redução na queima constante de equipamentos na rede de distribuição de energia elétrica e ainda o ganho de imagem da concessionária resultante da melhoria da qualidade dos serviços oferecidos e da redução dos custos na conta de energia elétrica dos clientes.

Para o sistema elétrico nacional, também é possível elencar benefícios, dentre eles: a redução na demanda do horário de ponta, que contribui para planejar integradamente os recursos disponíveis para atender o mercado consumidor; a redução de perdas no sistema elétrico e a melhoria na confiabilidade dos sistemas modernizados.

Por fim, é possível pontuar também os benefícios para a sociedade, tais como a disseminação das práticas do uso racional e consciente de energia elétrica e o aumento da disponibilidade de energia no sistema elétrico, que representam menores riscos de racionamento a médio e longo prazo. Considera-se ainda o benefício da diminuição da necessidade de geração de energia, que poupa a sociedade dos prejuízos ambientais e sociais já discutidos neste trabalho.

4.1.2. DADOS E INFORMAÇÕES UTILIZADOS PARA ANÁLISE FINANCEIRA

Para obter o tempo necessário para que o valor investido retornasse ao investidor por meio da economia de energia, inicialmente, obteve-se o total de energia economizada com o projeto. Este dado foi disponibilizado após uma etapa de medição e verificação realizada pela empresa que gerenciou o projeto. Nesta etapa são realizados testes que medem o gasto de energia da instituição por um período para compará-los com o gasto antes da eficientização. Como o gasto anual da instituição não possuía grandes alterações anuais em seu histórico, considerou-se constante a economia obtida para os anos seguintes após o fim do projeto.

Obteve-se, também, através da Resolução Homologatória da ANEEL disponibilizada na Chamada Pública do projeto, o Custo Evitado de Energia (CEE) e o Custo Evitado de Demanda na Ponta (CED). Estes valores costumam ser reajustados anualmente e representam o custo do MW - para o CEE - e o custo do kW - para o CED. Através dos valores do CEE e do CED e da equação abaixo, obteve-se o valor total economizado com o projeto pelos três anos seguintes à sua implementação: 2021 (V1), 2022 (V2) e 2023 (V3).

$$V = (CED \times DP) + [CEE \times (\text{EE-DP})]$$

Equação 4: Cálculo do valor total economizado de energia

Posteriormente, os valores de economia obtidos para cada ano foram levados ao valor presente em 2020, ano em que foi finalizado o projeto. Como visto no capítulo 3, o método do *payback* descontado considera o valor do dinheiro no tempo e, por isto, não compara valores monetários em diferentes instantes de tempo. A tabela 1 ilustra o investimento realizado no início do projeto, em 2019, considerado em vermelho como uma saída de caixa, e a economia obtida em 2021, 2022 e 2023, consideradas em verde como entradas de caixa. O valor investido torna-se valor futuro em 2020 (VF), enquanto que V1, V2 e V3 tornam-se valor presente para o mesmo período (VP1, VP2 e VP3).

Tabela 2: Representação fluxo de caixa

Ano	2019	2020	2021	2022	2023
Investimento	R$ 2.376.920,56	VF			
V1		VP1			
V2		VP2			
V3		VP3			

Fonte: Elaboração própria.

Seguindo o raciocínio, utilizando a equação 3 apresentada no capítulo 3, foi possível obter os valores de VF, VP1, VP2 e VP3 para finalmente comparar os valores e determinar o tempo necessário para retorno do investimento. Os cálculos pararam em 2023 porque o valor investido foi recuperado e não foi preciso continuar para os anos seguintes. Além disso, os valores de CEE e CED não estão disponíveis para os anos posteriores a 2023, necessitando fazer uma estimativa caso fosse necessário estender os cálculos. O valor considerado para a Taxa Mínima de Atratividade foi a taxa Selic, que é comumente utilizada como parâmetro de

taxa de remuneração de grande parte dos investimentos mais conservadores. Estes dados foram obtidos no site do Banco Central do Brasil e os valores da taxa selic considerados são nominais, ou seja, não foi desconsiderado o efeito da inflação sobre eles.

Os valores apresentados neste capítulo são valores proporcionais aos reais, não sendo, portanto, os valores verdadeiros obtidos com o projeto. No tópico abaixo são detalhados os valores utilizados e obtidos nos cálculos. Todos os cálculos foram realizados em planilha eletrônica.

4.2. ANÁLISE DE VIABILIDADE DO PROJETO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O custo total do projeto, em termos proporcionais, foi de R$2.376.920,56 (dois milhões, trezentos e setenta e seis mil, novecentos e vinte reais e cinquenta e seis centavos) e o projeto iniciou-se em outubro de 2019 com fim em setembro de 2020, tendo, portanto, um ano de duração. Para este período, de acordo com a Resolução Homologatória da ANEEL disponibilizada na Chamada Pública do projeto, o Custo Evitado de Energia (CEE) era de R$391,32/MW e o Custo Evitado de Demanda na Ponta (CED) era de R$261,68/kW para instituições nomeadas pela ANEEL como A2, cujo intervalo do nível de tensão é de 88kV a 138kV.

Como visto, após a finalização da etapa de medição e verificação no fim do projeto, foi possível comparar o gasto de energia dos equipamentos novos e eficientes com o gasto de energia dos antigos equipamentos. A partir do primeiro ano após fim do projeto, de outubro de 2020 a setembro de 2021, o consumo médio anual da organização teve uma redução de 2.508MW, destes sendo 515 kW reduzidos no horário de demanda na ponta. Como o consumo histórico da instituição não sofreu grandes variações anuais, a economia de energia obtida no primeiro ano foi mantida para os anos seguintes. Sendo assim, os cálculos foram iniciados determinando o valor total economizado para o primeiro ano após o fim do projeto, entre 2020 e 2021, conforme dados abaixo:

1. 515 kW foi a quantidade anual economizada no horário de demanda na ponta (DP).
2. 2.508MW foi a quantidade anual total economizada de energia (EE).
3. Considerando o histórico de consumo na instituição foi considerada a mesma quantidade economizada para o cálculo nos anos seguintes.
4. O custo evitado de energia (CEE) no período foi de R$391,32/MW

5. O custo evitado de demanda na ponta (CED) no período foi de R$261,68/kW
6. “V” é o valor total economizado

O valor total economizado entre 2020 e 2021 (V1), com a implantação do projeto, calculado conforme equação 4 foi de R$1.115.994,23 (Um milhão, cento e quinze mil, novecentos e noventa e quatro reais e vinte e três centavos).

Para o período de 2021 a 2022, de acordo com o edital da 8ª Chamada Pública de Projetos, publicado em dezembro de 2021, o Custo Evitado de Energia (CEE) considerado para cálculo é de R$408,47/MW e o Custo Evitado de Demanda na Ponta (CED) era de R$336,33/kW para instituições nomeadas pela ANEEL como A2, cujo intervalo do nível de tensão é de 88kV a 138kV.

Sendo assim, utilizando a equação 4 e considerando os demais dados apresentados acima para o cálculo de V1, o valor total aproximado economizado entre 2021 e 2022 (V2) foi de R$1.197.442,35 (Um milhão, cento e noventa e sete mil, quatrocentos e quarenta e dois reais e trinta e cinco centavos).

Por fim, para o período de 2022 a 2023, de acordo com o edital da 9ª Chamada Pública de Projetos, datado de dezembro de 2022, o Custo Evitado de Energia (CEE) considerado para cálculo é de R$457,25/MW e o Custo Evitado de Demanda na Ponta (CED) era de R$336,64/kW para instituições nomeadas pela ANEEL como A2, cujo intervalo do nível de tensão é de 88kV a 138kV. Para este período serão considerados os meses de outubro de 2022 a março de 2023. Abaixo a tabela 3, que resume os dados apresentados.

Tabela 3: Dados utilizados

Dados utilizados			
Período 2020-2021			
Energia Economizada (MW)	Demanda na ponta (kW)	CEE (R$/MW)	CED (R$/kW)
2508	515	391,32	261,28
Período 2021-2022			
Energia Economizada (MW)	Demanda na ponta (kW)	CEE (R$/MW)	CED (R$/kW)
2508	515	408,47	336,33
Período 2022-2023			
Energia Economizada (MW)	Demanda na ponta (kW)	CEE (R$/MW)	CED (R$/kW)
1254	257,5	457,25	336,64

Fonte: Elaboração própria

Sendo assim, utilizando a equação 4 e considerando os demais dados apresentados acima, o valor total aproximado economizado entre 2022 e 2023 (V3) foi de R$659.958,56 (Seiscentos e cinquenta e nove mil, novecentos e cinquenta e oito reais e cinquenta e seis centavos).

Para cálculo do período de retorno do investimento, V_1, V_2 e V_3 serão considerados como valores futuros para calcular o quanto representavam no momento do fim do projeto, em 2020. Desta forma, 2020 é o ano base do cálculo do *payback* descontado e todos os valores comparados estarão no mesmo período.

Considerando o método do *payback* descontado, é necessário incluir nos cálculos a TMA, vista no capítulo 3. A TMA neste caso será a Selic, que teve seu acumulado anual próximo de 2,55% no período entre outubro de 2020 a setembro de 2021 e de 9,75% no período entre outubro de 2021 e setembro de 2022, de acordo com dados divulgados pelo site do Banco Central do Brasil. Para o ano de 2023, será considerado metade do valor economizado, isto é, o período considerado será de outubro de 2022 a março de 2023.

Sendo assim, de acordo com a equação 3 apresentada no capítulo 3 e descrita abaixo, chega-se no resultado apresentado na tabela 4:

$$VP = \frac{VF}{(1+TMA)^j} \tag{3}$$

Tabela 4: Valores obtidos

Ano 2019 (VF)

VP	TMA 2019-2020	Período (j)	VF
R$ 2.376.920,56	3,38%	1 ano	R$ 2.457.260,47
Valor total investido em 2019 com ano base 2020		R$	2.457.260,47

Ano 2021 (V1)

V1	TMA 2020-2021	Período (j)	VP1
R$ 1.115.994,23	2,55%	1 ano	R$ 1.088.244,01
Valor total economizado em 2021 com ano base 2020		R$	1.088.244,01

Ano 2022 (V2)

V2	TMA 2021-2022	Período (j)	VP2'
R$ 1.197.442,35	9,75%	1 ano	R$ 1.091.063,64
VP2'	TMA 2020-2021	Período (j)	VP2
R$ 1.091.063,64	2,55%	1 ano	R$ 1.063.933,34
Valor total economizado em 2022 com ano base 2020		R$	1.063.933,34

Ano 2023 (V3)

V3	TMA 2022-2023	Período (j)	VP3"
R$ 659.958,56	5,31%	1 semestre	R$ 626.681,76
VP3"	TMA 2021-2022	Período (j)	VP3'
R$ 626.681,76	9,75%	1 ano	R$ 571.008,44
VP3'	TMA 2020-2021	Período (j)	VP3
R$ 571.008,44	2,55%	1 ano	R$ 556.809,79
Valor total economizado em 2023 com ano base 2020		R$	556.809,79
Total economizado com ano base 2020		**R$**	**2.708.987,14**

Fonte: Elaboração própria

Desta forma, o valor total economizado com o projeto até março de 2023, representa, em 2020, um total de R$2.708.987,14 (Dois milhões, setecentos e oito mil, novecentos e oitenta e sete reais e quatorze centavos).

Sendo assim, após levar todos os valores ao ano base de 2020 aplicando a equação 3 e comparando o valor investido com o total economizado, o período de *payback* do projeto de eficiência energética analisado é de aproximadamente 3 anos e 3 meses, desde o investimento inicial em 2019 e o retorno completo do valor investido.

Considerando a duração de um ano do projeto, em que a economia de energia não foi analisada, existe neste período uma economia de energia não contabilizada e que pode reduzir o período de *payback*. Além disso, a vida útil média dos equipamentos novos instalados informada no escopo do projeto é de 10 anos, possibilitando retorno financeiro pelos próximos 6 anos não considerados neste estudo.

5. CONCLUSÃO

Considerando que o objetivo geral do trabalho era analisar o retorno financeiro e os benefícios ambientais obtidos na aplicação de um projeto de eficiência energética em uma empresa e considerando os resultados obtidos após a análise do estudo de caso apresentado, conclui-se que o projeto de eficiência energética realizado obteve retorno financeiro em um prazo relativamente curto e com ganhos ambientais significativos, principalmente quando os projetos são aplicados em grande escala, isto é, com grande potencial de economia.

Do ponto de vista financeiro, o valor obtido foi recuperado em aproximadamente três anos e três meses. Desta forma, considerando que a vida útil média dos equipamentos novos instalados é de dez anos e que a quantidade de energia economizada nos anos posteriores se manterá próxima do que foi considerado nos cálculos deste trabalho, ao fim do uso dos equipamentos será possível economizar na conta de energia aproximadamente 3 vezes o valor investido inicialmente.

Quando se fala do ponto de vista ambiental, também foi possível analisar, através do histórico do uso de energia no Brasil e seus incentivos aos programas de eficiência energética, quanto trabalho ainda deve ser feito para um uso consciente da energia elétrica a fim de diminuir os danos causados ao meio ambiente. O projeto reduziu, em valores proporcionais, 2.508MW de energia por ano na instituição e isso permite que a energia economizada seja redistribuída, sem necessidade de geração de mais energia para cobrir a demanda da população. Como visto no decorrer do trabalho, a geração de energia causa diversos danos ambientais e sociais.

Além disso, outros benefícios puderam ser elencados. A empresa beneficiária do projeto consegue oferecer um serviço de melhor qualidade, oferecendo ambientes mais iluminados, seguros e confortáveis aos usuários. A etapa de conscientização ensina aos usuários sobre o uso consciente e racional da energia elétrica, o que ajuda a promover hábitos sustentáveis não só na instituição, mas em todos os ambientes. A concessionária de energia também é beneficiada, já que consegue postergar investimentos maiores para aumentar a disponibilidade de energia. Por fim, a população como um todo se beneficia com a eficiência energética, uma vez que a maior disponibilidade de energia diminui os riscos de racionamento no longo e médio prazo.

Considerando que existem no país muitas instalações ainda funcionando com aparelhos obsoletos, existe um grande potencial de economia a ser explorado para um ganho

expressivo na economia de energia. Logo, fez também parte do objetivo do trabalho informar e conscientizar sobre os impactos positivos que as mudanças de hábito podem promover, além de mostrar o importante papel que as instituições e a sociedade como um todo têm diante de um cenário socioambiental que exige mudanças no país e no mundo.

Por fim, o trabalho permitiu o estudo de alguns métodos de análise de investimentos, que possibilitaram conhecer a viabilidade do projeto e chegar nos resultados analisados. Estas ferramentas também dão base para escolhas mais adequadas ao que o investidor espera de retorno em diferentes tipos de investimentos.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode ser realizada uma análise que considere o consumo real dos anos de 2020 a 2023 da instituição para verificar o impacto da pandemia de COVID-19, entre 2020 e 2022, nos resultados financeiros obtidos neste estudo. Como uma das medidas de proteção tomadas durante a pandemia foi o isolamento social, muitas empresas pararam de funcionar ou diminuíram seu funcionamento durante um período, o que pode ter modificado o resultado esperado e exposto neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABESCO, Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Desperdício de energia gera perdas de R$ 12,6 bilhões**. Disponível em: http://www.abesco.com.br/novidade/desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes/. Acesso em: 23 de ag. de 2021

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Programa de Eficiência Energética**. 2021. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/. Acesso em: 30 de ag. de2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE. 10 Módulos. Brasília – DF: ANEEL, 2018.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – Plano de M&V – Iluminação. Brasília – DF: ANEEL, 2013.

BAJAY, Sérgio *et. al*. **Geração distribuída e eficiência energética** – reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro. 2018.Disponível em: http://iei-brasil.org/wp-content/uploads/2018/01/Gera%C3%A7%C3%A3o-distribu%C3%ADda-e-efici%C3%AAncia-energ%C3%A9tica-Reflex%C3%B5es-para-o-setor-el%C3%A9tric1o-de-hoje-e-do-futuro.pdf. Acesso em: 14 de ag. de 2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de juros básicas – Histórico**. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros. Acesso em: 22 abr. 2023.

BRASIL. **Energia renovável chega a quase 50% da matriz energética brasileira**. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/energia-renovavel-chega-a-quase-50-da-matriz-eletrica-brasileira-1. Acesso em: 22 abr. 2023.

CAMARGO, C. **Análise de investimentos e demonstrativos: financeiros**. Editora Ibpex, 2007. Disponível em: https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1111390529.pdf. Acesso em: 18 jan 2022.

CAMARGOS, Marcos Antônio de. Matemática financeira - Aplicada a produtos financeiros e à análise de investimentos. Editora Saraiva, 2017. E-book. ISBN 9788502207615. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502207615/. Acesso em: 22 abr 2023.

CAMLOFFSKI, Rodrigo. **Análise de investimentos e viabilidade financeira das empresas**. São Paulo: Grupo GEN, 2014. 9788522486571. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522486571/. Acesso em: 2021 set. 02.

CASAROTTO FILHO, N,; KOPITIKE, B.H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial** - 9ª edição - São Paulo: Atlas, 2000.

DAMODARAN, A. Finanças corporativas: teoria e prática – 2ª edição – Porto Alegre: Bookman, 2004.

ECODEBATE. **Impactos sociais de Belo Monte: Boom populacional, desemprego, tráfico e exploração sexual**. 2017. Disponível em: https://www.ecodebate.com.br/2017/05/08/impactos-sociais-de-belo-monte-boom-populacional-desemprego-trafico-e-exploracao-sexual/. Acesso em: 02 de set. de 2021.

EVANGELISTA, Mário Luís Santos. **Estudo comparativo de análise de investimentos em projetos entre o método vpl e o de opções reais: o caso cooperativa de crédito** - Sicredi Noroeste. 163 f. Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Acesso em 18 jan 2022.

EPE – **Fontes de Energia**. 2018.Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia. Acesso em: 30 de ag. de 2021.

EPE- **EPE publica o Atlas da Eficiência Energética no Brasil – Relatório de Indicadores**. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-publica-o-atlas-da-eficiencia-energetica-no-brasil-relatorio-de-indicadores. Acesso em: 15de ag. de 2021.

GITMAN, LAWRENCE. **Princípios da administração financeira**. São Paulo: Qualitymark, 1992.

GUEDES, Filipe. **Análise de viabilidade de projetos** -Filipe Eduardo Martins Guedes Eficiência Energética - Paulo Sergio da Silva Seixas, 2020.

GREENPEACE. **O Desmatamento das florestas tropicais e o Protocolo de Kyoto.** 2007. Disponível em: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:yBrtud_NIvcJ:https://www.greenpeace.org/brasil/blog/o-desmatamento-das-florestas-tropicais-e-o-protocolo-de-kyoto/+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 28 de ag. de 2021.

INMETRO. **Atualização do programa de etiquetagem de refrigeradores poderá gerar economia superior a R$ 30 bilhões na conta de luz dos brasileiros**. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/atualizacao-do-programa-de-etiquetagem-de-refrigeradores-podera-gerar-economia-superior-a-r-30-bilhoes-na-conta-de-luz-dos-brasileiros. Acesso em: o2 de set. de 2021.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. **O que é eficiência energética?** 2018. Disponível em: http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia. Acesso em: 30 de ag. de 2021.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. **Contabilidade Gerencial - Da Teoria à Prática**. São Paulo: Grupo GEN, 2020. 9788597024197. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597024197/. Acesso em: 05 jan. 2022.

MARQUEZAN, Luis Henrique Figueira. **Análise de Investimentos**. Revista Eletrônica de Contabilidade Curso de Ciências Contábeis, Santa Maria, v.3, n.1 janjun. 2006. Acesso em 05 jan 2022

MEGLIORINI, Evandir. VALLIM, Marco Aurélio. **Administração financeira** - 2ª edição - São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

PAULO, BRITO. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. São Paulo: Grupo GEN, 2006. 9788522465774. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522465774/. Acesso em: 05 jan. 2022.

PROCELINFO – Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **Equipamentos com selo** Procel. 2021. Disponível em: http://www.procelinfo.com.br/main.asp. Acesso em: 02 de set. de 2021.

ROSS, Stephen Alan; WESTERFIELD, Randolph; JORDAN, Bradford. **Administração Financeira**; 8 Ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

ROSS, S.A.; WESTERFIELD, R.W.; JAFFE, J.; AL., E. **Administração financeira**. São Paulo: Grupo A, 2015. 9788580554328. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580554328/. Acesso em: 06 Sep 2021

ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph; JORDAN, Bradford D.; et al. **Fundamentos de administração financeira**: Grupo A, 2022. E-book. ISBN 9788582605783. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582605783/. Acesso em: 09 out. 2022.

SEBRAE. PAYBACK: como calcular o prazo de retorno de investimentos de seu negócio. 2021. Disponível em: https://inovacaosebraeminas.com.br/payback-como-calcular-o-prazo-de-retorno-de-investimento-do-seu-negocio/. Acesso em: 09 de out. 2022.

SOUZA, Hamilton Moss de. *et. al*. Reflexões Sobre os Principais Programas em Eficiência Energética Existentes no Brasil. Revista Brasileira de Energia, Vol. 15, N 7 o. 1, 1o Sem. 2009, pp. 7-26. Disponível em: file:///C:/Users/55329/Downloads/228-Texto%20do%20artigo-209-1-10-20180308.pdf. Acesso em: 02 de set. de 2021.

SOUZA, Alceu. **Decisões financeiras e análise de investimentos**: Fundamentos, Técnicas e Aplicações. Grupo GEN, 2008. *E-book.* ISBN 9788597023466. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597023466/. Acesso em: 23 abr. 2023.
WWF-Brasil. **Acordo de Paris completa cinco anos com lições aprendidas**. 2020. Disponível em: https://www.wwf.org.br/?77471/Acordo-de-Paris-completa-cinco-anos-com-licoes-aprendidas. Acesso em: 26 de ago. de 2021.

ZOT, Wili D.; CASTRO, Manuela Longoni D. **Matemática financeira.** Porto Alegre: Grupo A, 2015. 9788582603338. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603338/. Acesso em: 05 jan. 2022.

ANEXO E – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 06 de julho de 2023.

Daiane Rodrigues de Andrade — 201549002
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A) — Matrícula

Daiane Rodrigues de Andrade — 130.074.906-77
ASSINATURA — CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.