

ESTUDO DAS OPORTUNIDADES DE MELHORIAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA EMPRESA DO SETOR CALÇADISTA

STUDY OF IMPROVEMENT OPPORTUNITIES FOR ENERGY EFFICIENCY IN A COMPANY IN THE FOOTWEAR INDUSTRY

CARLA ANDRÉA MARTINS | Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Brasil

CRISTINE SANTOS DE SOUZA DA SILVA, Dra. | Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Brasil

RESUMO

A demanda por energia elétrica vem aumentando significativamente nos últimos anos, sendo o setor industrial um dos maiores consumidores no Brasil. Assim, o objetivo deste artigo é realizar um estudo da gestão energética de uma empresa do ramo calçadista, para identificar as oportunidades de melhorias para eficiência energética e realizar uma análise da viabilidade econômica de instalação de placas fotovoltaicas para aproveitamento da energia solar. Foi realizado um levantamento de dados do consumo energético da empresa por meio das contas de energia; as máquinas utilizadas e seu consumo energético; e a estrutura física e modo de operação da empresa. Todos os dados obtidos foram computados em planilhas do Software Excel e gerados gráficos para comparação e determinação dos setores e equipamentos que mais consomem energia na empresa. Assim, foi possível identificar oportunidades de melhorias e realizar um estudo da viabilidade de instalação de placas fotovoltaicas. Entre as oportunidades citadas estão a substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED e de máquinas e equipamentos com baixa eficiência energética por outros de maior eficiência e a promoção da conscientização dos funcionários quanto aos desperdícios. Por meio do estudo, foi atestado a viabilidade econômica de instalação de energia solar.

157

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética; Energia solar; Viabilidade econômica.

ABSTRACT

The demand for electricity has increased significantly in recent years, with the industrial sector being one of the largest consumers in Brazil. Thus, the objective of this article is to carry out a study of the energy management of a company in the footwear industry, to identify opportunities for improvements in energy efficiency and to carry out an analysis of the economic feasibility of installing photovoltaic panels to take advantage of solar energy. A survey of data on the company's energy consumption was carried out; the machines used and their energy consumption; and the physical structure and mode of operation of the company. All data obtained were computed in Excel software spreadsheets and graphs were generated for comparison and determination of the sectors and equipment that consume the most energy in the company. Thus, it was possible to identify opportunities for improvement and carry out a feasibility study for installing photovoltaic panels. Among the opportunities mentioned are the replacement of fluorescent lamps with LED lamps, and of machines and equipment with low energy efficiency for other more efficient ones, and the promotion of employee awareness regarding waste. Through the study, the economic feasibility of installing solar energy was attested.

KEYWORDS: Energy efficiency; Solar energy; Economic viability.



1. INTRODUÇÃO

O homem moderno se tornou altamente dependente de energia elétrica, tanto no uso nas indústrias para a produção de bens de consumo, quanto no comércio e residências para nos trazer comodidade e conforto. O grande problema desse aumento no consumo de energia é uma maior demanda no uso de combustíveis fósseis, desmatamentos e emissões de gases poluentes na atmosfera. Esse cenário tem gerado cada vez mais a necessidade de se encontrar fontes alternativas e renováveis de energia, bem como ações e políticas que visam diminuir desperdícios e aumentar a eficiência energética (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2015).

Dessa forma, a energia não pode ser consumida de maneira indiscriminada, mas sim de forma sustentável para garantir que esse recurso possa suprir as necessidades das futuras gerações.

Entende-se por eficiência energética, a relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização. Pode ser definida também como um conjunto de atividades que visam otimizar ao máximo o uso de energia e de suas fontes, buscando um consumo sustentável com a utilização de equipamentos de maior rendimento, eliminação de desperdícios e foco na utilização econômica de fontes de energia renováveis, como forma de reduzir o consumo dos combustíveis de fontes não renováveis (PEREIRA, 2009 *apud* MELONI, 2020).

No setor industrial, a gestão e eficiência energética possui uma grande relevância, tendo como resultado a melhoria do desempenho energético e da rentabilidade dos negócios, já que o consumo de energia elétrica é um dos custos mais elevados para o processo produtivo. Nesse sentido, segundo Thema *et al.* (2019, *apud* MELONI 2020), o uso de forma racional e consciente de energia nas indústrias, contribui para a redução de custos, gera uma economia nos recursos naturais e uma melhoria da segurança energética, além de aumentar a competitividade no mercado. O autor ainda cita como benefícios ambientais, a redução da emissão de gases de efeito estufa e, conseqüentemente, a poluição do ar e os efeitos a saúde e ao ecossistema. Dessa forma, estudos sobre eficiência energética e investimentos em fontes alternativas de energia neste setor, são importantes para a economia, sociedade e meio ambiente.

De acordo com o Relatório do Balanço Energético Nacional (BEN), no Brasil a geração de energia elétrica com uso de fontes renováveis registrou um índice de aproximadamente 83% em 2019, com destaque para a fonte hídrica que corresponde 64,9% da oferta interna, conforme a figura 1 (EPE, 2020).

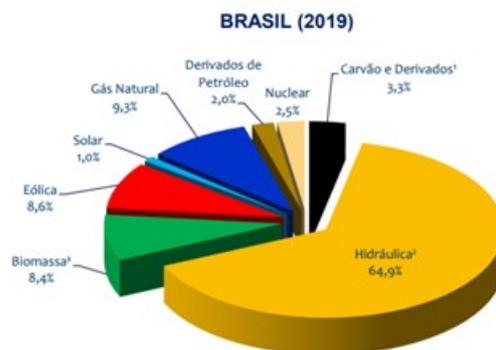


Figura 1. Matriz Elétrica Brasileira.
Fonte: EPE (2020).

O uso eficiente de formas renováveis de energia é sempre citado como uma maneira de garantir um desenvolvimento sustentável sem exercer maiores impactos no ecossistema. Uma das alternativas que vem crescendo muito nos últimos anos é a tecnologia fotovoltaica, que transforma a energia solar em elétrica, impulsionada pelos vários benefícios que apresenta, como a facilidade de construção e operação, baixo impacto ambiental, economia nos custos de energia elétrica e flexibilidade de utilização (VIAN *et al.*, 2021).

Neste contexto, o presente artigo tem o objetivo de avaliar os principais pontos de consumo de energia elétrica e identificar oportunidades de melhorias para eficiência energética, em uma empresa do ramo calçadista, bem como executar um estudo de viabilidade de instalação de sistemas fotovoltaicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Eficiência energética e sustentabilidade

A necessidade de se fornecer energia de forma mais adequada e sustentável tornou a eficiência energética indispensável e uma tendência no mundo. O Brasil demanda esforços maiores nesta área, devendo investir de uma forma mais coordenada em políticas e ações neste sentido (MAGINADOR, 2017).

Apesar dos diversos programas e políticas criados no país, a partir do início da década de 80, para reduzir o consumo e aumentar a conservação de energia, quando comparado com

as maiores economias do mundo, o Brasil não apresenta índices de eficiência energética muito satisfatórios. Um estudo realizado pelo Conselho Americano para uma Economia com mais Eficiência Energética (ACEEE, sigla em inglês), classificou o Brasil entre os últimos cinco colocados de uma lista com 25 países, no que se refere a políticas públicas e ações para gestão da eficiência energética. Entre as principais razões para esse baixo desempenho estão a falta de investimentos em inovações e o alto desperdício de energia (ACEEE, 2018).

A eficiência energética está intimamente relacionada ao desenvolvimento sustentável, e é uma das melhores alternativas para se reduzir os impactos negativos decorrentes do aumento do consumo, tendo em vista que auxilia na redução da taxa de expansão do sistema elétrico e construção de novas usinas (SOUZA, ROSSATO, HENKES, 2019). Neste sentido, a ideia de eficiência energética consiste na criação de um método capaz de permitir a execução de tarefas das quais o ser humano depende com o menor consumo e desperdício de energia possível (PINTO *et al.*, 2016).

Uma alternativa bastante competitiva que pode contribuir significativamente com a redução dos impactos decorrentes do fornecimento de energia é a tecnologia fotovoltaica (BRASIL, 2020). Devido aos altos índices de insolação do país, essa tecnologia, que transforma a energia solar em elétrica, vem se destacando pelo forte crescimento nos últimos anos. A potência instalada da energia solar fotovoltaica atingiu 1.798 MW em 2018, contra 2.473 MW em 2019, um crescimento de 675 MW no período, que representa um percentual de 38% (EPE, 2020).

Graças a regulamentações e leilões de energia solar por parte da ANEEL e da redução dos custos de instalação de sistemas fotovoltaicos sentidos nos últimos anos, espera-se uma crescente demanda da geração fotovoltaica na matriz elétrica brasileira, de forma a ajudar a suprir esse aumento previsto (MIRANDA, 2014).

2.2. Consumo de energia na indústria e impactos ambientais

Nos países em desenvolvimento, o crescimento econômico e a atividade industrial têm provocado um grande aumento da demanda de energia. De acordo com o Relatório do Balanço Energético Nacional, no Brasil a geração de energia elétrica atingiu 626.328 GWh em 2019, representando um aumento de 4,1% em relação ao ano anterior. Dentro dessa estimativa, as perdas em consumo total de eletricidade

chegaram em torno de 17%, correspondendo a aproximadamente 105.647 GWh, valor considerado alto pelas proporções de produção do Brasil (EPE, 2020). Para se ter uma ideia, esse valor de desperdício é maior do que a produção de energia gerada pela Usina da Itaipu, uma das maiores hidrelétricas do mundo, durante o ano de 2020 inteiro (ITAIPU, 2020).

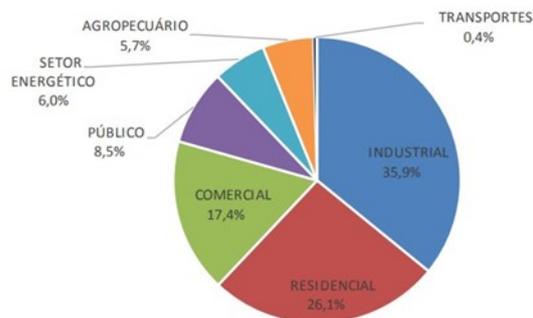


Figura 2. Participação setorial no consumo de energia elétrica no Brasil em 2019.
Fonte: EPE (2020).

Dentro da matriz elétrica do país, o setor industrial se destaca como o maior consumidor se comparado aos outros setores, representando 35,9% do total, sendo que mais da metade dessa energia é utilizada apenas pelos sistemas motrizes (EPE, 2020; PROCEL, 2020).

Para a indústria, o consumo de energia elétrica representa um dos custos mais elevados, podendo chegar a mais de 40 % dos custos de produção. Devido à falta de chuvas e a necessidade de acionamento de usinas termelétricas, este custo tende a aumentar (FIRJAN, 2017).

De acordo com Carvalho (2017), entre os problemas relacionados aos custos e ao aumento do uso de energia nas indústrias está o desperdício, ocasionado principalmente pelos sistemas motrizes, iluminação e geração de calor ou resfriamento. O autor explica que estes desperdícios estão relacionados aos métodos de operação, aos processos, treinamento de colaboradores e eficiência dos equipamentos e máquinas utilizadas.

Com relação aos efeitos do consumo indiscriminado e dos desperdícios de energia, o setor energético produz impactos em toda a sua cadeia de desenvolvimento, que vai desde a captura de recursos, até o seu uso final. Piqueira e Brunoro (2019), citam como impacto da geração e do alto consumo de energia elétrica, a poluição do ar, devido a utilização de combustíveis fósseis, gerando uma grande

quantidade de dióxido de carbono (CO₂) e outros gases prejudiciais à saúde humana e aos ecossistemas. Esses poluentes lançados na atmosfera, podem provocar também, chuvas ácidas, aquecimento global, mudanças climáticas, poluição da água e do solo. Os autores destacam ainda os efeitos decorrentes de alagamentos e perdas de áreas de terras, como no caso das hidrelétricas, que obrigam o deslocamento de populações e provocam alterações na flora e fauna local.

Perante o exposto, é necessário que o uso eficiente de energia se faça presente no planejamento das indústrias, a fim de aumentar a eficiência e o desempenho energético, reduzir os impactos ambientais e os custos de produção, e aumentar a competitividade no mercado (MARTINS, 2016).

Antes de se iniciar qualquer ação de economia de energia elétrica, é necessário conhecer como a mesma é consumida na instalação, identificando os equipamentos que mais consomem, o histórico de consumo da conta de energia elétrica, o consumo individual por setores e a análise da demanda (COPEL, 2005). Conforme Barros, Borelli e Gedra (2015), é necessário primeiramente realizar um diagnóstico energético, com dados e informações sobre as características das instalações, dos equipamentos e regime de utilização. A partir desses dados é possível identificar as oportunidades de melhorias no consumo, sendo possível analisar as soluções e estimar quanto de energia pode ser economizada e quais os custos associados.

Entre as ações para melhoria da eficiência energética, pode-se citar a substituição de máquinas e equipamentos por outras de maior rendimento, dar preferência para escolha de cores mais claras para as paredes e teto do local, utilizar de forma mais eficiente a iluminação natural, substituir lâmpadas por outras de maior eficiência, conscientização dos colaboradores para uso mais racional de energia, mudanças na estrutura da organização e utilização de fontes de energia renováveis, como, por exemplo, a fotovoltaica (COPEL, 2005).

Diante disso, é imprescindível que as indústrias brasileiras busquem cada vez mais formas de melhorar seu desempenho energético, criando programas e modelos capazes de reduzir o consumo e, conseqüentemente, os custos de produção e os impactos advindos da geração de energia, além de aumentar a sua competitividade no mercado (MARTINS, 2016).

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste artigo se baseia no estudo de caso realizado em uma indústria do ramo calçadista, com a proposta de analisar a eficiência energética da mesma, apontar as oportunidades de melhorias e avaliar a viabilidade de instalação de placas fotovoltaicas.

O presente artigo, tem como objeto de análise uma empresa familiar alemã, que atua com foco na produção de calçados de segurança. Fundada em 1910, a indústria está inserida em três municípios diferentes, sendo uma unidade localizada na cidade de Dortmund, no estado da Renânia do Norte - Vestfália - Alemanha, e outras três nos municípios de Bom Retiro do Sul e Lajeado, no estado do Rio Grande do Sul - Brasil.

Para este estudo serão consideradas apenas as três unidades localizadas no Brasil, nas quais estão inseridas em áreas residenciais. A matriz está situada em Lajeado, com área total construída de 6.516,63 m². No mesmo município, encontra-se a filial 2, com área total de 5.364 m². Ambas se localizam na Rua Alberto Schneider, Bairro Campestre. Já a filial 1, está instalada em Bom Retiro do Sul, na Rua Henrique Schmidt, Bairro Imigrantes, com área total construída de 5.569,39 m². Possui um total de 1.055 funcionários, sendo 45 deles jovens aprendizes.

Apesar da empresa se preocupar e possuir diversas ações para propagar a sustentabilidade, não possui nenhuma Política de Sustentabilidade Energética em relação as suas unidades localizadas no Brasil.

A figura 3, a seguir, mostra um fluxograma da metodologia utilizada neste trabalho. A mesma será detalhada ao longo desta seção.

3.1. Levantamento de dados

O levantamento de dados foi realizado por meio de visitas e inspeções nas unidades estudadas e entrevistas com funcionários e responsáveis por setores. Foi realizado um levantamento da quantidade de equipamentos e máquinas utilizados, a potência e o horário de funcionamento dos mesmos, as características físicas do ambiente e o modo de trabalho de cada setor. Os valores da potência das máquinas e equipamentos foram obtidos observando as placas identificadoras, bem como as informações dos fabricantes.



Figura 3. Fluxograma da pesquisa.
Fonte: Autores.

Por meio desses dados, foi possível calcular o consumo de cada um deles, através da equação (1):

$$\text{Consumo de energia (kWh)} = P * t * d \quad (1)$$

Onde:

P - Potência do equipamento (kW);

t - Tempo de uso diário do equipamento (horas);

d - Dias de uso mensal.

Para o cálculo do consumo dos ar condicionados e ventiladores, nos quais são usados apenas no verão, foi considerado quatro meses de uso durante o ano (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro), e realizado uma média mensal de consumo de acordo com esse período. Assim, temos a equação (2):

$$\text{Consumo de energia (kWh)} = \frac{(P*t*d)*4}{12} \quad (2)$$

Vale ressaltar que a melhor maneira de se obter os dados de consumo de equipamentos e máquinas é por meio do procedimento de

medição direta, que consiste na utilização de equipamentos específicos para essa finalidade, como analisadores de energia e wattímetros, capazes de fornecerem as grandezas elétricas de interesse. Devido à falta de disponibilidade de equipamentos de medição e de recursos humanos, o consumo foi obtido via inspeção de ambiente, como já mencionado. Assim, os dados obtidos são valores aproximados de consumo e não valores exatos.

Foi ainda coletado os dados pertencentes ao consumo energético dos últimos 12 meses, referentes às três unidades, por meio das faturas de energia elétrica, para avaliar o perfil de consumo da empresa.

3.2. Referencial teórico

Foi realizada uma breve pesquisa bibliográfica, com objetivo de formar base teórica necessária para promover uma posterior discussão e análise dos resultados envolvendo o tema. As principais fontes de pesquisa foram artigos acadêmicos, dissertações, monografias, trabalhos de conclusão de curso e normas técnicas.

3.3. Análise e tratamento de dados

Com os dados levantados foram elaborados planilhas e gráficos com as informações obtidas, sendo possível fazer um comparativo entre os equipamentos, máquinas e setores que mais consomem energia, identificando os pontos de maior consumo que poderiam ser trabalhados para redução de desperdícios e custos.

3.4. Análise da gestão energética e identificação das oportunidades de melhorias

Por meio das informações obtidas nas vistorias e análise do consumo energético de cada setor, foi possível avaliar a gestão energética da empresa e identificar os pontos de maior consumo, a fim de encontrar desperdícios e oportunidades de melhorias para eficiência energética.

3.5. Análise de viabilidade de implementação de placas solares

De acordo com Capaz e Nogueira (2016, *apud* BARROS; BORELLI; GEDRA, 2015), apenas os benefícios na redução de perdas e a contribuição com o meio ambiente em relação aos projetos para melhoria da eficiência energética, não são o suficiente para atrair os investidores. Estes projetos precisam ser também economicamente viáveis, para assegurar o retorno do

investimento, e devem ser considerados como qualquer outro projeto, sendo analisados com as mesmas ferramentas de avaliação econômica.

O valor ou viabilidade de um investimento é baseado em sua capacidade de gerar lucro. As alternativas de investimentos só podem ser comparadas se forem medidas em um ponto comum no tempo e levado em consideração as atualizações e mudanças no mercado (SAMANEZ, 2007). Assim, o fluxo de caixa se apresenta como sendo o resumo do projeto e serve de guia para a administração financeira (BRITO, 2011).

Diante disto, foi realizada uma análise da viabilidade econômica de instalação de placas fotovoltaicas na empresa, com auxílio do Software Excel para a execução dos cálculos. Para isto, foram solicitados orçamentos em quatro empresas especializadas na área, a fim de obter valores e propostas de projeto e aplicá-los no estudo utilizando alguns indicadores de avaliação. Neste trabalho foram utilizados o Payback Simples, Taxa Mínima de Atratividade (TMA), Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Índice de Lucratividade (IL).

O Payback Simples se refere ao tempo necessário para obter o retorno do investimento inicial, considerando os fluxos de caixa descontados (LIMA, 2019).

A TMA é a taxa mínima de juros que um investidor pretende receber em um investimento ou o maior valor que uma pessoa está disposta a pagar em um financiamento (ABREU FILHO, 2012 apud BARROS; BORELLI; GEDRA, 2015).

O VPL, segundo Barros (2018), determina o valor presente dos fluxos de caixa futuros de um investimento, somando ao valor do investimento inicial e levando em consideração o valor temporal dos recursos financeiros. Se o VPL for positivo significa que o projeto proporcionará à empresa um retorno superior ao investimento, sendo viável economicamente, caso contrário, se for negativo, o projeto causará prejuízo (SANTOS, 2001 apud CORTI, SALVADOR, SAURIN, 2014; BARROS; BORELLI; GEDRA, 2015).

A TIR é a taxa que iguala o valor do investimento ao fluxo de caixa operacional, ou seja, iguala o VPL à zero. Assim, o objetivo da TIR é encontrar uma taxa de rendimento particular do investimento, sendo que se essa taxa for maior que a TMA, significa que o projeto é viável economicamente, caso contrário não é viável (LIMA, 2019; SAMANEZ, 2007).

O IL é um indicador que mede a capacidade de um investimento em gerar lucro, sendo que, conforme explica Silva (2018), se o resultado for

maior que 1, significa que a soma do valor presente dos fluxos de caixa será maior que o custo inicial do projeto e, desta forma, criará valor à empresa. Caso o IL se apresente com valor inferior a 1, o custo inicial será superior aos fluxos de caixa e o projeto deve ser rejeitado. Já nos casos em que o IL for igual a zero, o projeto não renderá lucro nem prejuízo para empresa.

Para aplicação destes indicadores na avaliação da viabilidade econômica de instalação de placas fotovoltaicas, foi levado em consideração o tempo de vida útil do sistema; o valor da tarifa de energia da concessionária e o seu reajuste anual; os custos de manutenção do sistema ao longo do tempo (OPEX); o decaimento da eficiência das placas solares; e a Taxa Mínima de Atratividade.

O tempo de vida útil do sistema de acordo com o fabricante das placas solares se encontra na faixa de 25 anos. Assim, será considerado esse período para determinação do tempo de retorno do investimento.

O reajuste anual de operação e manutenção do sistema (OPEX), se refere principalmente aos custos com limpeza dos módulos solares. Foi determinado um valor de reajuste anual de 8%, baseado na média do Índice IPCA dos meses de janeiro a outubro de 2021 que, de acordo com o Banco Central do Brasil (2021) é de 7,8%. Foi determinado para o primeiro ano de uso, de acordo com o fornecedor, uma taxa de 0,5%.

Para a determinação da tarifa de energia das concessionárias foram utilizados os valores correspondentes ao último mês das contas de luz obtidas (julho de 2021). Já para o fator de reajuste anual da tarifa estimou-se uma taxa de 8% ao ano.

A eficiência das placas fotovoltaicas vai reduzindo ao longo do tempo devido à sua degradação. No primeiro ano a taxa de degradação pode chegar de 1 à 3% e o restante dos anos pode-se ter um decaimento de 0,6% ao ano. De acordo com o fornecedor, a degradação do sistema no primeiro ano de uso é de 2,5% e nos demais de 0,6%.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) utilizada foi baseada na Selic, pois a mesma representa a taxa básica de juros da economia e influencia as outras taxas, como taxa de juros de empréstimos, financiamentos e aplicações (BACEN, 2019 apud MEDEIROS; BARBOSA; LOPES, 2019). De acordo com o Banco Central do Brasil (2021), a partir de 28 de outubro de 2021, a taxa Selic passou a ser de 7,75% ao ano. Assim, foi determinado uma TMA de 8% ao ano.

Tabela 1 - Consumo mensal de energia.

Fonte: autores.

Mês	Consumo mensal (kWh)		
	FILIAL 1	FILIAL 2	MATRIZ
ago/20	38.285,92	61.938,00	42.460,00
set/20	38.443,61	78.672,00	52.741,00
out/20	41.496,72	73.672,00	43.187,00
nov/20	23.784,24	105.597,00	65.714,00
dez/20	29.727,62	98.603,00	61.092,00
jan/21	40.015,45	84.430,00	47.102,00
fev/21	38.747,33	81.532,00	45.885,00
mar/21	45.021,31	100.028,00	54.027,00
abr/21	39.255,96	84.463,00	45.048,00
mai/21	43.498,37	90.708,00	50.712,00
jun/21	40.913,06	89.869,00	50.464,00
jul/21	44.963,93	98.648,00	52.733,00
Média	38.679,46	87.346,67	50.930,42

Os cálculos levaram em consideração o investimento inicial e a manutenção como fatores de custo, e a energia economizada como receita ou lucro, já que se deixa de consumir da rede de distribuição. Para análise da viabilidade econômica foi construído um fluxo de caixa do sistema, onde os cálculos foram feitos multiplicando-se o rendimento (geração) anual do sistema pelo custo tarifário e, desse valor, subtraindo-se o custo de manutenção relativo a cada período. A tarifa da energia e os custos com manutenção foram corrigidos anualmente de acordo com a taxa de reajuste escolhida.

4. RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos por meio do estudo. Para tanto, são percorridas as análises quanto aos dados de consumo de energia elétrica da empresa, consumo dos setores e equipamentos, avaliação da gestão energética, identificação das oportunidades de melhorias e análise da viabilidade econômica de instalação de placas fotovoltaicas.

4.1. Dados de consumo de energia elétrica

Tomando como base as plantas industriais das três unidades em estudo, foi realizado o levantamento das faturas energéticas em um período de 12 meses, de agosto de 2020 a julho de 2021, fornecidas pelas distribuidoras de energia. Sendo assim, temos na Tabela 1, a

distribuição mensal do consumo de energia elétrica das três unidades brasileiras.

Em uma comparação entre as três unidades, a que mais consome energia elétrica é a filial 2, representando quase metade do consumo total mensal entre elas. Isso se dá pelo fato dela possuir dois turnos de trabalho, o primeiro, que é aplicado nas três unidades, vai das 6:55 hs às 17:20 hs, e o segundo, aplicado apenas na Filial 2, vai das 17:20 hs às 1:30 hs, de segunda a quinta, e das 13:30 hs às 22:00 hs nas sextas, possuindo assim, uma carga horária diária de trabalho maior. Outro ponto que pode ser analisado é o fato de o consumo na ponta da filial 2 ser bem maior que nas outras. O consumo na ponta diz respeito ao horário de maior consumo energético (horário de pico), onde é cobrado um valor de tarifa maior, e varia de acordo com cada distribuidora de energia. No caso da distribuidora desta unidade, esse período abrange o consumo entre os horários das 17h59 hs às 21h00 hs.

Todo esse consumo, representou um gasto com energia elétrica de R\$ 1.287.271,84 no ano analisado, apresentando um custo médio mensal de aproximadamente R\$ 107.272,65. A Tabela 2 apresenta os gastos mensais dentro do período estudado.

Tabela 2 - Gasto com energia elétrica.

Fonte: autores.

Mês	Gasto com energia elétrica (R\$)		
	FILIAL 1	FILIAL 2	MATRIZ
ago/20	29.949,76	37.547,14	19.816,29
set/20	28.131,20	45.937,79	24.376,74
out/20	29.834,05	43.658,15	21.023,09
nov/20	20.753,29	57.666,04	28.359,02
dez/20	26.384,44	59.517,10	30.463,07
jan/21	29.213,61	49.242,31	22.943,91
fev/21	28.641,51	47.128,99	22.360,76
mar/21	31.878,71	55.631,98	25.155,14
abr/21	29.617,86	49.966,55	22.081,16
mai/21	32.078,34	56.256,05	26.048,03
jun/21	32.527,34	59.229,27	28.067,32
jul/21	38.240,12	67.501,76	30.043,95
Total	357.250,23	629.283,13	300.738,5

4.2. Consumo energético por setor

Identificar as áreas com uso significativo de energia é necessário para determinar onde será aplicada a maior parte das ações de melhorias.

Com os dados do consumo energético de cada equipamento e máquina utilizados, foi possível identificar os setores que mais gastam energia. Os resultados foram compilados em gráficos para uma melhor visualização e são apresentados a seguir (Figura 4).

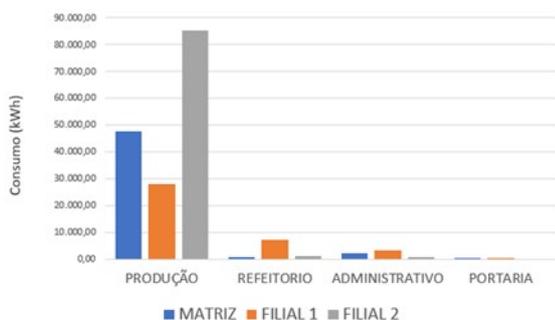


Figura 4. Procura energética por setor.
 Fonte: Autores.

Percebe-se que o setor que se destaca como sendo o maior consumidor de energia é o de produção. Isso se dá pelo fato de possuir uma concentração significativa de máquinas e equipamentos em funcionamento, além de uma maior quantidade de lâmpadas para iluminação. Em vista disso, esse setor é o ponto que possui maiores oportunidades para aumento da eficiência energética e redução de custos e foi o foco para analisar tais oportunidades.

4.3. Consumo energético dos equipamentos e máquinas

Aprofundando mais a pesquisa, fez-se o levantamento do consumo energético por máquinas, sendo escolhidos cinco módulos temáticos para comparação, conforme mostra a Figura 5, abaixo.

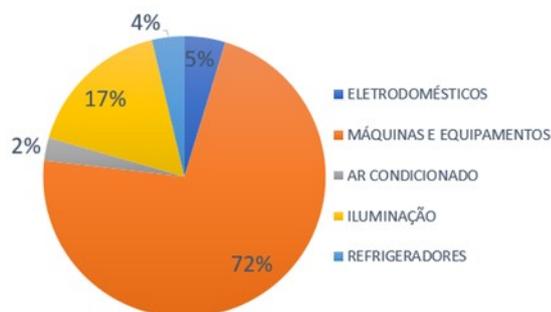


Figura 5. Consumo energético por equipamento.
 Fonte: Autores.

Percebe-se que o setor que se destaca como sendo o maior consumidor de energia é o de produção. Isso se dá pelo fato de possuir uma concentração significativa de máquinas e equipamentos em funcionamento, além de uma maior quantidade de lâmpadas para iluminação. Em vista disso, esse setor é o ponto que possui maiores oportunidades para aumento da eficiência energética e redução de custos e foi o foco para analisar tais oportunidades.

4.3. Consumo energético dos equipamentos e máquinas

Para o módulo “Eletrodomésticos”, foram considerados também os computadores e impressoras, e o item “Máquinas e equipamentos” se refere aos utilizados no setor de produção.

De acordo com o gráfico, nota-se que o módulo temático que mais consome energia é o de máquinas e equipamentos seguido de iluminação, por existirem em maior quantidade na empresa.

Tabela 3 - Classificação Selo PROCEL.
 Fonte: autores

APARELHO	SELO PROCEL	LOCAL
FREEZER	D	FILIAL 1
GELADEIRA	B	FILIAL 2
GELADEIRA	C	MATRIZ
MICROONDAS	B	MATRIZ

Assim, as análises realizadas para efeito do aumento da eficiência energética foram focadas nestes pontos.

4.4. Análise da gestão energética

Para avaliar a gestão energética da empresa, foram realizadas entrevistas com gestores e funcionários e visitas aos setores para verificação das condições físicas e ambientais. O foco do estudo foi a identificação de ações relacionadas à redução do consumo energético, considerando a iluminação do ambiente, os equipamentos e máquinas utilizados e a conscientização dos colaboradores quanto aos gastos energéticos.

Em relação à iluminação, a empresa utiliza em grande parte lâmpadas fluorescentes tubulares, cerca de 2.526 lâmpadas deste tipo, aproximadamente. As demais são de LED do tipo bulbo, utilizadas principalmente nos banheiros. No passado recente, as lâmpadas fluorescentes eram consideradas as mais econômicas do mercado, porém, atualmente, surgiram as de

LED, que possuem como principais características a alta eficiência, baixo consumo e geração de calor, longa vida útil e menor impacto ambiental (LUTCKMEIER, 2021; MELONI, 2020). Diante disso, pode-se apontar um estudo de viabilidade de substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, como uma oportunidade de aumentar a eficiência energética da empresa.

Por possuir grande parcela do consumo energético, as máquinas e equipamentos representam a maior prioridade quando se trata de redução de perdas. A empresa em estudo não possui nenhum plano de substituição de equipamentos e máquinas por outros de maior eficiência energética e, na aquisição de novos produtos, nem sempre leva em consideração a eficiência energética dos mesmos. Sabe-se que esse procedimento é uma alternativa importante para reduzir o consumo e custos com energia.

Ao longo da coleta de dados, foram identificados alguns equipamentos que não possuem classificação de eficiência A no Selo Procel e são apresentados na Tabela 3.

Nota-se que os quatro aparelhos identificados com menor eficiência se encontram nos setores de cozinha das 3 unidades. Foi constatado também, outros dois aparelhos, um forno e uma fritadeira elétrica, localizados na cozinha do refeitório da filial 1, que possuem aproximadamente 20 anos de uso. Por serem muito antigos não foi possível identificar o seu consumo energético sem o uso de equipamentos específicos para isso, mas pode-se citar os mesmos como sendo de baixa eficiência devido ao tempo de uso.

A integração da iluminação natural com a artificial em ambientes internos corporativos é uma boa estratégia de projeto para reduzir o consumo de energia, impactando positivamente também no bem-estar das pessoas (NASCIMENTO, 2019). Verificou-se que a empresa não utiliza em seus novos projetos e construções um estudo para aproveitamento de níveis adequados de iluminação natural. Já em seus prédios construídos, não foram identificados esse tipo de aproveitamento em todos os ambientes, apenas nos setores administrativos que possuem janelas amplas.

Outra questão importante na redução do consumo e custos com energia é a conscientização dos colaboradores quanto aos desperdícios. Deste modo, a sensibilização dos funcionários em relação ao consumo racional e eficiente de energia é válido, já que os mesmos são elementos importantes para um sistema de gestão energético bem-sucedido. Pequenas atitudes, como desligar as máquinas quando

estiverem fora de uso e manter as lâmpadas desligadas nos ambientes vazios, por exemplo, já fazem uma grande diferença. Em relação a isso, a organização não realiza ações e treinamentos com seus funcionários para estimular o uso racional de energia, sendo este um ponto importante a ser trabalhado.

A aplicação de energias renováveis é, sem dúvida, uma das melhores medidas que podem ser tomadas para aumentar a eficiência energética. O uso de placas fotovoltaicas vem ganhando o seu espaço e se tornando um meio de gerar economia nas contas finais de energia elétrica, além de contribuir para redução de impactos ambientais e emissão de gases do efeito estufa (ARAGÃO, 2020). A respeito disso, a empresa demonstrou grande interesse em instalar placas fotovoltaicas em suas unidades, tendo a consciência da importância e dos benefícios que poderiam ser adquiridos com tal investimento.

4.5. Identificação das oportunidades de melhorias

Conforme a NBR ISO 50.001:2018, para implementar uma política energética eficaz, algumas ações são recomendadas como, por exemplo, a aquisição de produtos e serviços com alta eficiência energética, adotando critérios de eficiência na compra de novos equipamentos, e a conscientização e treinamento em relação aos aspectos vinculados ao uso racional e adequado de energia (ABNT, 2018). Reforçando essa ideia, Sola e Mota (2015) afirmam que a melhoria da eficiência energética pode ser obtida por meio da redução de perdas, podendo ser alcançada com o uso de equipamentos mais eficientes, redução de desperdícios e uso racional de energia ou, ainda, substituição de uma fonte energética.

Com esse conceito e levando em consideração a análise da gestão energética da empresa, observou-se algumas oportunidades de melhorias para reduzir o consumo e custos com energia elétrica. Assim, entre as principais medidas para aumento da eficiência energética na indústria, pode-se citar:

- Substituição dos aparelhos que não possuem Classe A no selo Procel de Economia de Energia (Tabela 3) e equipamentos muito antigos;
- Aquisição de novos equipamentos e máquinas levando em consideração o consumo e a eficiência energética dos mesmos;
- Realização de treinamentos e campanhas de conscientização aos colaboradores quanto à redução de desperdícios energéticos;

- Substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED;
- Instalação de placas fotovoltaicas para aproveitamento da energia solar.

4.6. Análise da viabilidade econômica de instalação de placas fotovoltaicas

Entre as possíveis oportunidades de melhorias citadas, a utilização da energia solar para aproveitamento energético se destaca como sendo a que representaria a maior parcela de custos de implantação, mas também a que proporcionaria uma maior economia energética.

Neste sentido, foi realizado um estudo para verificar a viabilidade de instalação de placas fotovoltaicas na empresa. Foram solicitados orçamentos em quatro empresas do ramo para estimar o custo do investimento. Porém, apenas uma retornou com a proposta, e a partir desta, aplicou-se o estudo.

De acordo com a proposta apresentada pelo fornecedor, seriam utilizadas um total de 2.946 placas fotovoltaicas, para atender a demanda das 3 unidades da empresa, nas quais seriam instaladas nos telhados dos prédios. Essa quantidade representaria uma geração de energia de 1.751.000 kWh/ano e um valor total do investimento de R\$ 4.990.350,00. Foi usado para orçamento o painel solar RISEN RSM144-7-445M monocristalino do fabricante Risen Energy, com dimensões de 2108 × 1048 × 35 mm, peso de 24 kg e com Classificação A em eficiência pelo INMETRO. Como previsto na metodologia, os orçamentos foram realizados separadamente para cada unidade e são apresentados a seguir.

Vale destacar que os resultados obtidos são referentes à presente situação da empresa, com o consumo energético atual e sem a aquisição de novas máquinas, equipamentos, iluminação ou implantação de melhorias. Em vista disso, caso sejam implantadas as melhorias propostas, a eficiência energética e o lucro ao final dos 25 anos poderá ser bem maior.

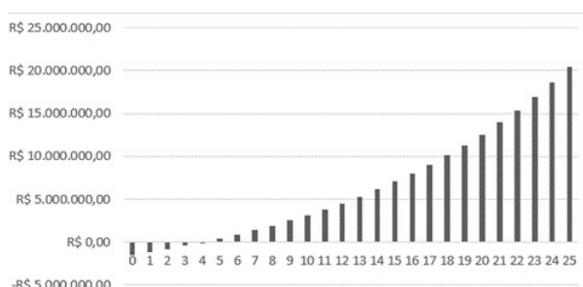


Figura 6. Tempo de retorno do investimento, em anos - Filial 1.

Fonte: Autores.

4.6.1. Filial 1 - Bom Retiro do Sul

Como apresentado na Tabela 1, o consumo médio mensal desta unidade é de 38.679,46 kWh/mês, que representa um total de 464.153,52 kWh/ano. A proposta apresenta uma geração possível do sistema fotovoltaico de 541.000 kWh/ano, que representa 45.000 kWh/mês. Para essa geração seriam necessárias 884 placas solares e o valor total do custo de implantação seria de R\$ 1.500.000,00.

Considerando a produção anual de energia pelo sistema, as tarifas cobradas pela concessionária de energia e as possíveis despesas, a economia no primeiro ano de uso seria de R\$ 337.225,20.

Os dados contidos na Figura 6, apresentam a evolução do retorno do investimento, que foi determinado pelo método do Payback simples. Percebe-se que esse tempo seria de aproximadamente 4 anos e 14 dias. Assim, a partir do quarto ano o investimento começaria a gerar lucro e ao final dos 25 anos de garantia das placas fotovoltaicas, a economia a ser gerada aos cofres da empresa seria de R\$ 20.457.184,30.

Os dados obtidos por meio dos cálculos se referem à análise do investimento e custos durante 25 anos, apresentados anualmente e considerando a geração do sistema e tarifas de energia, as receitas e despesas e o fluxo de caixa.

Foi calculado também, o Valor Presente Líquido (VPL), para determinar o valor do fluxo de caixa futuro no tempo presente; a Taxa Interna de Retorno, para definir se o projeto é viável; e o Índice de lucratividade, para medir a capacidade do investimento em gerar lucro.

O VPL foi quantificado pela seguinte equação (3):

$$VPL = \sum_{k=1}^n \frac{FC_k}{(1+i)^k} - FC_0 \quad (3)$$

Onde:

FC_k = Fluxo de caixa referente a cada ano no horizonte de planejamento;

FC₀ = Investimento inicial;

k = períodos do horizonte de planejamento;

i = taxa mínima de atratividade do projeto (TMA).

Já a TIR foi determinada de acordo com a equação (4):

$$0 = -FC_0 \sum_{k=1}^n \frac{FC_k}{(1 + TIR)^k} \quad (4)$$

Os resultados do VPL e da TIR são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - VPL e TIR - Filial 1.
 Fonte: autores

	VPL	TIR
5 anos	R\$ 18.149,96	8%
10 anos	R\$ 1.484.349,07	24,4%
15 anos	R\$ 2.906.057,65	28%
20 anos	R\$ 4.284.594,48	29%
25 anos	R\$ 5.621.239,27	29%

Através dos dados apresentados, é possível analisar o VPL e a TIR do investimento a cada 5 anos para comparação dos resultados ao longo do tempo. Quanto ao VPL, observa-se que todos os dados obtidos são valores positivos, atestando a viabilidade do projeto. Esse índice nada mais é do que a obtenção do valor final do fluxo de caixa descontado futuro, trazendo o mesmo para o presente, ou seja, para análise do valor atual deste dinheiro. Como já citado, ao final da vida útil do sistema a empresa terá em seu fluxo de caixa um valor de retorno de R\$ 20.457.184,30 (valor que deixaria de ser gasto), porém, trazendo esse montante para o valor do dinheiro presente, isso representaria um total de R\$ 5.621.239,27, atualmente.

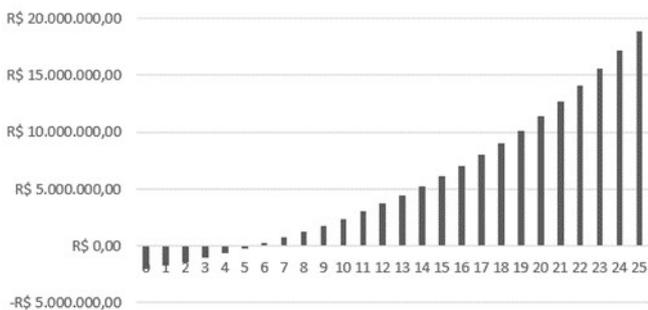


Figura 7. Tempo de retorno do investimento, em anos - Filial 2.
 Fonte: Autores.

A respeito da TIR, pode-se constatar que todos os valores resultantes são maiores ou igual que a TMA determinada no início dos cálculos, de 8%. Isso quer dizer que o investimento é atrativo economicamente, já que ele renderia mais do que uma aplicação livre de risco. Sendo assim, ao final dos 25 anos, o projeto estaria rendendo ao investidor 29% ao ano.

Sabendo que o Índice de Lucratividade resulta do quociente entre a soma dos valores presentes e o valor total do investimento, obteve-se o dado pela seguinte equação (5):

$$IL = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{FC_k}{(1+i)^k}}{I} \quad (5)$$

Sendo assim,

$$IL = \frac{7.121.239,27}{1.500.000} = 4,75 \quad (6)$$

O valor do IL de 4,75 significa que, com a concretização do projeto, a empresa atingiria um retorno financeiro de 4,75 vezes superior ao investimento inicial. Em outros termos, a cada R\$ 1,00 investido no projeto seria possível obter R\$ 4,75 de lucro. À vista disso, o IL demonstra que o projeto é viável, já que o valor resultante é maior que um.

4.6.2. Filial 2

O consumo médio mensal da Filial 2 é de 87.346,67 kWh/mês (Tabela 1), que representa um total de 1.048.160,04 kWh/ano.

De acordo com a proposta apresentada pelo fornecedor, o sistema fotovoltaico desta unidade geraria 716.000 kWh/ano, que representaria 59.666,67 kWh/mês. Seriam necessárias 1.224 placas solares para atender à essa demanda e o valor do investimento seria de R\$ 2.066.350,00. A economia no primeiro ano de uso representaria um valor de R\$ 322.178,65.

A Figura 7 apresenta o comportamento do retorno do investimento, que se encontrou dentro de 5 anos e 6 meses, sendo que a partir deste período o projeto começaria a gerar lucro e ao final dos 25 anos a economia a ser gerada seria de R\$18.886.370,00.

Tabela 5 - VPL e TIR - Filial 2.

Fonte: autores.

	VPL	TIR
5 anos	-R\$ 616.333,60	-4%
10 anos	R\$ 783.572,75	15%
15 anos	R\$ 2.140.565,02	20%
20 anos	R\$ 3.455.915,27	21%
25 anos	R\$ 4.730.857,85	22%

O VPL e a TIR são mostrados a seguir (Tabela 5):

De acordo com a Tabela 5, o VPL em 5 anos é negativo, demonstrando que nesse período ainda não há um retorno positivo do investimento. O restante dos anos o VPL passa a ser positivo, indicando a viabilidade do projeto. Ao final da vida útil do sistema a empresa teria de retorno um montante de R\$ R\$18.886.370,00, como apresenta a Figura 7, porém esse valor quando trazido para o valor presente representaria uma economia de R\$ 4.730.857,85 conforme a Tabela 5.

A TIR para 25 anos é de 22%, maior que a TMA, sendo assegurado a viabilidade econômica do projeto.

Em relação ao Índice de Lucratividade, se alcançou um valor de 3,29 indicando que a empresa conseguiria um retorno do investimento de 3,29 vezes o investimento inicial. O cálculo é apresentado na equação (7):

$$IL = \frac{6.797.207,85}{2066350} = 3,29 \quad (7)$$

Assim, o IL demonstra que o projeto é viável, já que o valor resultante é maior que um.

4.6.3. Matriz

O consumo médio de energia elétrica da Matriz é de 50.930,42 kWh/mês e 661.165,04 kWh/ano.

De acordo com o orçamento realizado pelo fornecedor, o sistema proposto alcançaria uma geração de 494.000 kWh/ano ou 41.166,67 kWh/mês. Seriam instaladas para essa geração cerca de 838 placas solares com um custo de instalação do sistema de R\$ 1.424.000,00. A economia atingida no primeiro ano de uso corresponderia à um valor de R\$ 222.293,60.

O comportamento do retorno do investimento pode ser observado na Figura 8, sendo de 5 anos e 6 meses. A partir desse período o projeto começaria a gerar lucro e sua economia ao final dos 25 anos seria de R\$ 13.032.815,25.

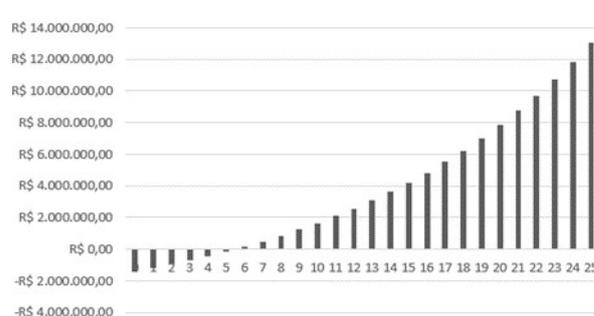


Figura 8. Tempo de retorno do investimento, em anos - Matriz.

Fonte: Autores.

O VPL e a TIR são exibidos a seguir (Tabela 6).

Tabela 6 - VPL e TIR - Matriz.

Fonte: autores.

	VPL	TIR
5 anos	-R\$ 423.531,13	-4%
10 anos	R\$ 542.364,62	15%
15 anos	R\$ 1.478.652,04	20%
20 anos	R\$ 2.386.208,79	21%
25 anos	R\$ 3.265.886,51	22%

Conforme a Tabela 6, é possível verificar que em 5 anos o VPL se apresenta negativo, constatando que o investimento ainda não gera lucro dentro deste período. No restante dos anos o VPL passaria a ser positivo comprovando a sua viabilidade. Em 25 anos o investimento teria proporcionado uma economia para a empresa de R\$ 13.032.815,25, que representaria no presente um valor de R\$ 3.265.886,51, como pode ser observado na Tabela 6.

A TIR deste projeto também se apresenta de forma favorável à sua instalação, já que dentro do período estudado apresentaria um valor de 22%, o que significa que ao final o sistema estaria rendendo à empresa um lucro de 22% ao ano, valor bem maior que a Taxa Mínima de Atratividade.

Sobre o IL, seu cálculo é apresentado na equação (8).

$$IL = \frac{4.689.886,51}{1.424.000} = 3,29 \quad (8)$$

O IL encontrado representaria um lucro de 3,29 vezes o investimento inicial e, por ser um valor maior que um, reforça a ideia de que o projeto é viável economicamente.

5. CONCLUSÕES

O setor industrial é o que se destaca pelo maior consumo de energia elétrica atualmente, sendo este consumo um dos custos mais elevados que o setor possui. Assim, é visto que as indústrias são locais com grande capacidade de contribuição para a redução no consumo energético, sendo de grande valia a aplicação de estudos que visem o aumento da eficiência energética.

O presente artigo objetivou analisar a eficiência energética, identificar as oportunidades de melhorias e realizar um estudo de viabilidade de instalação de placas fotovoltaicas nas três unidades da empresa em estudo, localizadas nos municípios de Bom Retiro do Sul e Lajeado, no estado do Rio Grande do Sul.

Quanto ao estudo de caso por meio da análise da gestão energética da empresa, foram encontrados alguns pontos de melhorias para reduzir o consumo e custos com energia elétrica, tais como a substituição de lâmpadas do tipo fluorescentes por lâmpadas de LED, substituição de aparelhos antigos por outros de maior eficiência, promoção da conscientização dos funcionários quanto aos desperdícios e aproveitamento de fonte renovável vinda da energia solar.

Por meio dos cálculos dos indicadores de avaliação de projetos, pode-se concluir que o aproveitamento da energia solar por parte da empresa é viável economicamente e renderia benefícios econômicos e ambientais. O investimento total para o projeto seria de R\$ 4.990.350,00 e quanto à economia, considerando as três unidades e o período de 25 anos, a empresa pouparia cerca de R\$ 52.376.369,55 em energia elétrica, valor este que se comparado no tempo presente corresponderia à R\$ 13.617.983,63. Em relação ao retorno do investimento, o projeto se pagaria dentro de 4 e 5 anos, aproximadamente.

Salienta-se que os resultados obtidos por meio do estudo, em relação à economia e ao retorno do investimento, são baseados no consumo energético atual da empresa, sem qualquer substituição de máquinas, equipamentos e

iluminação. Assim, havendo a substituição destes ou a implantação de outros pontos de melhorias mencionados, a eficiência bem como o lucro ao final dos 25 anos poderá ser bem maior.

No que diz respeito aos benefícios ambientais, o projeto estaria contribuindo significativamente com a redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) e seus efeitos negativos à saúde e aos ecossistemas, e uma economia dos recursos naturais. Além disso, a empresa aumentaria sua competitividade no mercado, se destacando por promover a sustentabilidade.

Perante o exposto, conclui-se que a eficiência energética não é um tema para se tratar em um único estudo, é preciso que seja constantemente revista, devido às variações e dinamismo dos processos e do mercado. Temas como este são questões que valem a pena investigar, pois ações relacionadas ao aumento da eficiência energética acabam proporcionando em pouco tempo uma economia aos cofres da empresa, podendo se investir os recursos financeiros poupados em outros projetos e áreas

REFERÊNCIAS

- ABNT. ABNT NBR ISO 50.001:2018. **Sistemas de Gestão de Energia** - Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ACEEE. **The 2018 International Energy Efficiency Scorecard**. Washington, 2018. Disponível em: <https://www.aceee.org/research-report/i1801>. Acesso em: 12 set. 2021.
- ARAGÃO, Carlos Eduardo Moura. **Análise crítica da viabilidade econômica e eficiência energética de usina fotovoltaica: estudo de caso**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Angicos, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/5911/1/CarlosEMA_MONO.pdf. Acesso em: 20 out. 2021.
- BACEN - Banco Central do Brasil. **Taxas de juros básicas** - Histórico. 2021. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- BARROS, André Gomes. **Análise da viabilidade econômica de instalações de placas fotovoltaicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Cândido Mendes. Campos dos Goytacazes, RJ, 2018. Disponível em: <https://pep.ucam-campos.br/wp->

content/uploads/2018/03/Andr%C3%A9-Gomes-Barros.pdf. Acesso em: 15 out. 2021.

BARROS, Benjamim Ferreira; BORELLI, Reinaldo; GEDRA, Ricardo Luis. **Eficiência energética: técnicas de aproveitamento, gestão de recursos e fundamentos**. São Paulo: Érica, 2015. 152 p.

BRASIL. **Plano Nacional de Energia 2050**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao227/topico563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

BRITO, Paulo. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. 2 ed. São Paulo: Atlas: 2011.

CARVALHO, Sarah Batista de. **Combate ao desperdício de energia na indústria - redução de custos e impactos nas contas de energia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2017. Disponível em: https://www.ufjf.br/engenhariaeletrica/files/2018/04/TCC_Sarah_Batista_Carvalho-Sarah-Carvalho.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. **Manual de eficiência energética na indústria**. COPEL/DDI. Curitiba, 2005. Disponível em: <https://www.copel.com/hpcweb/download/3320/>. Acesso em: 10 set. 2021.

CORTI, Saulo; SALVADOR, Lorena; SAURIN, Gilnei. Viabilidade econômico financeira: estudo para instalação de energia solar. In: **12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional**. Anais [...]. Cascavel, PR. 2014. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/55953aeabba79.pdf>. Acesso em: 05 out. 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanco Energético Nacional 2020: Ano base 2019**. Rio de Janeiro: EPE, 2020. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sitespt/publicacoesdadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf. Acesso em: 21 ago. 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanco energético Nacional. 2017: Ano Base 2016**. Rio de Janeiro: EPE, 2017. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

FIRJAN. **Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoesdeconomia/quantocustaaenergiaeletrica.htm#pubAlign>. Acesso em: 12 set. 2021.

ITAIPU. **Produção ano a ano**. 2020. Disponível em:

<https://www.itaipu.gov.br/energia/producao-ano-ano>. Acesso em: 11 set. 2021.

LIMA, Fabiano Roberto Santos de. **Viabilidade econômica e financeira de projetos**. Volta Redonda, RJ: FERP, 2019. 144 p. Disponível em: http://www2.ugb.edu.br/Arquivossite/Editora/pdfdoc/E-BOOK-VIABILIDADE_ECONOMICA.pdf. Acesso em: 01 nov. 2021.

LUTCKMEIER, Tiago. **Eficiência energética na indústria coureiro-calçadista: estudo de caso de um curtume**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/222483/001126569.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 out. 2021.

MAGINADOR, Juliana Aline Galan. **Análise dos impactos dos programas de eficiência energética e proposições de melhorias dos programas nacionais**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Faculdade de Engenharia de Bauru, da Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150931/maginador_jag_me_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y Acesso em: 12 set. 2021.

MARTINS, Fernando Luiz. **Eficiência energética: gestão metodológica para a redução de energia elétrica na indústria**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/175088>. Acesso em: 12 set. 2021.

MEDEIROS, Ana Luiza. BARBOSA, Joseane Alves. LOPES; Neydiane Pereira. O efeito da taxa SELIC nas taxas de juros bancários do Brasil entre o período de 2011 a 2019. **Revista da FAESF**. v. 3, n. 3: 2019. Disponível em: <https://www.faesfpi.com.br/revista/index.php/faesf/article/view/90/80> Acesso em: 06 nov. 2021.

MELONI, Paulo Sérgio Rosa. **Proposta para melhoria de eficiência energética em uma indústria metalúrgica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2020. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192028/meloni_psr_me_guara_int.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Acesso em: 24 ago. 2021.

MIRANDA, Arthur Biagio Canedo Montesano. **Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010504.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

NASCIMENTO, Fernanda de Vargas. **Gestão da eficiência da iluminação artificial integrada à iluminação natural em ambientes internos: estudo do retrofit luminotécnico**. 2019. Trabalho de Conclusão de Especialização (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/bitstreams/06dcda44-8812-459f-885f-bba8324a9d77>. Acesso em: 18 out. 2021.

PINTO, Marileia Garcia. JÚNIOR, Mauro Souza Carvalho. VENTURELLI, Pablo Mariquito Pinheiro. ABREU, Sanderson Rocha de. BORGES, Thais Zignago. GONÇALVES, Valmir. PINTO, Marileia Garcia. Sustentabilidade aplicada à eficiência energética. In: **Simpósio de Engenharia de produção de Sergipe**. Anais [...] São Cristóvão, 2016. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7659/2/SustentabilidadeEficienciaEnergetica.pdf>. Acesso em: 12 set. 2021.

PIQUEIRA, José Roberto Castilho; BRUNORO, Claudio Marcelo. **Energia: uso, geração e impactos ambientais**. São Paulo: Anglo Sistema de Ensino, 2019.

PROCEL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Resultados PROCEL 2020**. Ano Base 2019. MME/Eletróbrás. 2020. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2020/>. Acesso em: 11 set. 2021.

SAMANEZ, Carlos Patrício. **Matemática Financeira: aplicações à análise de investimento**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SILVA, Luis Felipe Santiago dos Santos. **Análise da viabilidade econômica da implantação de energia solar fotovoltaica em uma pequena empresa envasadora de água no Ceará**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Antigos, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4239>. Acesso em: 06 nov. 2021.

SILVA, Natália Faria. **Desenvolvimento de metodologia de eficiência energética para aplicação em processos industriais de**

laticínios. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/136469/silva_nf_me_guara_sub.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 09 set. 2021.

SOLA, Antonio Vanderley Herrero; MOTA, Caroline Maria de Miranda. Melhoria da eficiência energética em sistemas motrizes industriais. **Production**, v. 25, n. 3, p. 498-509, jul./set. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/mtq9nFv33DhqbtVPqJ54ttr/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

SOUZA, Nicollas Luiz Schweitzer de; ROSSATO, Ivete de Fátima; HENKES, Jairo Afonso. Uma análise das estratégias de produção mais limpa e eficiência energética em uma indústria de equipamentos odontológicos. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 639-659, jul./set.2019. Disponível em: http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8074/4566. Acesso em: 12 set. 2021.

VIAN, Ângelo, *et al.* **Energia solar: fundamentos, tecnologia e aplicações**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 2021. Disponível em: <https://www.blucher.com.br/livro/detalhes/energia-solar-fundamentos-tecnologia-e-aplicacoes-1736>. Acesso em: 20 set. 2021.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1106-1517>

CARLA ANDRÉA MARTINS (CAM), Engenheira Sanitarista e Ambiental | Universidade Luterana do Brasil (ULBRA); Canoas, RS, Brasil; Endereço: Rua Emilio Tag, nº 236, bairro Getúlio Vargas, Bom Retiro do Sul - RS, 95870-000; e-mail: carlah_martins@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8858-1115>

CRISTINE SANTOS DE SOUZA DA SILVA (CSSS), Dra. | Universidade Luterana do Brasil (ULBRA); Professora do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária; Canoas, RS, Brasil; Endereço: Rua Antelmo Segundo Manfroi, nº 204, bairro Mont Serrat, Canoas, RS, 92031200; e-mail: cristine.silva@ulbra.br

COMO CITAR ESSE ARTIGO

MARTINS, Carla Andrea; SILVA, Cristine Santos de Souza da. Estudo das Oportunidades de Melhorias para Eficiência Energética em uma Empresa do Setor Calçadista. *MIX Sustentável*, v. 8, n. 3, p. 157-172, mai. 2022. ISSN-e: 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. DOI: <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n3.157-172>.

Submitted: 20/12/2021

Approved: 19/05/2022

Published: 31/05/2021

Editor Responsável: Vicente de Paulo Santos Cerqueira

Registro da contribuição de autoria:

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

CAM; CSSS: metodologia, escrita - rascunho original, escrita - revisão e edição, validação, visualização, conceituação.

Declaração de conflito: nada foi declarado.