



## **A aplicação de modelos de economia energética em ambientes industriais**

**Frances Gomes Lopes, Letícia Aparecida Machado Vieira, Marcos Júnior Pereira Leão, Mariane de Aguiar Xavier**

frances.lps@gmail.com, leticiaaparecida71@gmail.com, marcosjuniorleao@gmail.com, mariane\_aguiar10@hotmail.com

Professora orientadora: Adriana Aparecida dos Santos Izidoro

Coordenação de curso de Engenharia Elétrica

### **Resumo**

Este estudo aborda a temática da eficiência energética na indústria, com o objetivo de analisar a viabilidade de redução do consumo de energia elétrica em instalações industriais com a utilização de tracker solar. A otimização do uso de energia elétrica é uma abordagem altamente factível, que pode ser implementada por meio de decisões apropriadas no projeto de instalações, na utilização de equipamentos e por meio de melhorias em instalações industriais em operação. Uma instalação industrial tem o potencial de fornecer o mesmo nível de produção e operacionalidade, ao mesmo tempo em que reduz significativamente o consumo de energia elétrica. Esta pesquisa reconhece a importância crucial da eficiência energética no contexto industrial atual, onde a pressão por redução de custos e a responsabilidade ambiental estão em constante destaque.

Palavras-chave: Eficiência energética, Redução de custos, Energia Elétrica, Indústria.

### **1. INTRODUÇÃO**

Na década atual, a busca pela competitividade nas indústrias é mais desafiadora do que nunca. Empresas de todos os tamanhos estão sob constante pressão para diminuir custos e melhorar processos, a fim de se manterem competitivas em um mercado global em rápida mudança. Nesse contexto, a eficiência energética surge como uma estratégia essencial, que não apenas pode impactar positivamente os resultados financeiros das indústrias, mas também promover sua competitividade no cenário econômico em constante evolução.

Segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021a), o termo "energia" tem uma aplicação ampla e abrange diversos campos e contextos. Na física, a energia é um conceito central que permeia várias de suas disciplinas, como a mecânica, a química e a termodinâmica. Em contextos científicos, essa noção é meticulosamente definida e está diretamente relacionada ao potencial específico de realizar trabalho ou executar uma ação particular. Isso significa que qualquer processo que envolva aquecimento, movimento ou atividade semelhante está, de fato, consumindo energia.

Ao longo do tempo, temos observado um aumento significativo no consumo de energia elétrica. Concomitantemente, surgiram crescentes preocupações relacionadas ao meio ambiente, o que influenciou diretamente a maneira como essa energia é utilizada. Esse aumento na demanda e a busca por práticas mais eficientes e sustentáveis na utilização da energia elétrica têm sido amplamente examinados tanto em nível nacional quanto internacional, como destacado por Castro (2015).

O Brasil possui uma matriz elétrica amplamente baseada em fontes de energia renovável, com ênfase na energia hidrelétrica. No ano de 2022, a fonte hidrelétrica contribuiu com impressionantes 64% da oferta total de energia elétrica no país, quase a totalidade da qual

provém da usina de Itaipu. No cenário geral, as fontes de energia renovável compõem 88% da oferta interna de eletricidade no Brasil, considerando a combinação da produção nacional e as importações, que, em sua maioria, também são de origem renovável.

## 2. METODOLOGIA

O presente artigo apresenta um estudo de caso da implantação de uma usina de *tracker* solar em uma indústria do ramo metalúrgico, com a finalidade de identificar alternativas para reduzir o consumo energético vindo da concessionária, passando a ser produtora de sua própria energia de forma eficiente e limpa.

A fim de verificar a viabilidade da instalação da usina de *tracker* solar, foram levantados dados, como o investimento realizado, consumo médio da unidade consumidora e a economia média mensal.

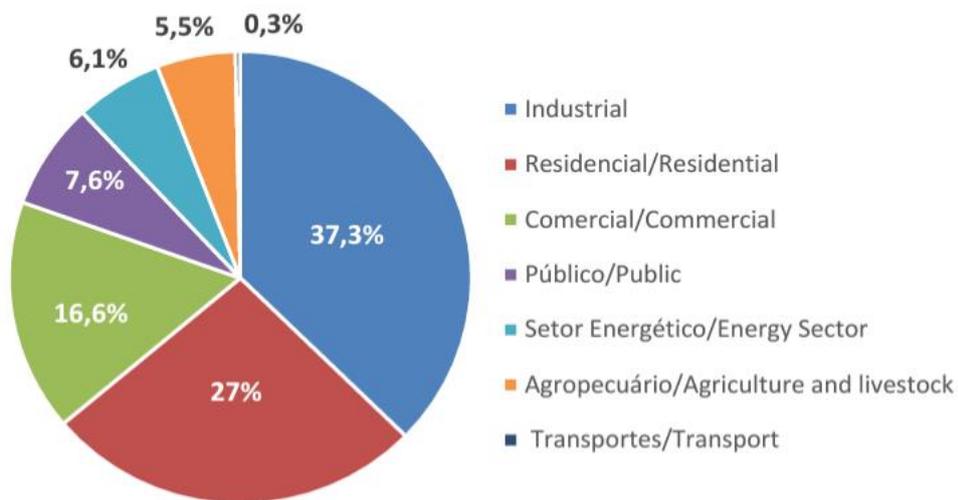
A partir disso foram estudados os resultados da implantação em torno da energia solar gerada, estimativa baseada no tempo de compensação, custo da instalação e tempo de retorno.

## 3. DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Consumo de energia elétrica na indústria

Nota-se que o setor industrial consome 37,4 % da energia elétrica disponibilizada no país em 2022, conforme figura 1.

Figura 1 – Participação setorial no consumo de eletricidade



Fonte: (EPE, 2023)

No ano de 2022, houve um incremento de 2,2% no consumo de eletricidade no setor industrial em comparação com 2021. Dentro dos dez principais segmentos industriais, destacaram-se as maiores variações nos setores Têxtil, que registrou uma redução de 5,8%, e Papel e Celulose, com um aumento de 4,7% (EPE, 2023).

Figura 2 – Consumo industrial por segmento

CONSUMO INDUSTRIAL POR SEGMENTO		
10 MAIORES DE 2022	PARTICIPAÇÃO	GWh
 METALÚRGICO	24,9%	45.101
 PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	13,4%	24.340
 QUÍMICO	10,7%	19.439
 PRODUTOS MINERAIS NÃO METÁLICOS	7,9%	14.363
 EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS	7,0%	12.753
 BORRACHA E MATERIAL PLÁSTICO	5,6%	10.145
 PAPEL E CELULOSE	5,2%	9.353
 AUTOMOTIVO	3,5%	6.418
 TÊXTIL	3,5%	6.323
 PRODUTOS METÁLICOS (EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS)	2,4%	4.265
<b>TOTAL</b>	<b>84,2%</b>	<b>152.499</b>

Fonte: (EPE, 2023)

Conforme as projeções estabelecidas pelo Ministério de Minas e Energia (MME) em 2001, é previsto que até 2025 o Brasil tenha um crescimento anual da Oferta Interna de Energia na ordem de 2,42%, enquanto a demanda global projeta uma taxa de aumento de apenas 1,8% ao ano. Se essas estimativas se confirmarem, o Brasil enfrentará a necessidade de realizar investimentos substanciais no setor de energia. Assim, a economia de energia desempenha um papel crucial, adiando a urgência de construir novas usinas geradoras e sistemas elétricos associados, o que, por sua vez, liberaria recursos para outras áreas e contribuiria para a preservação ambiental, conforme apontado por Marques, Haddad e Martins (2007).

Iniciativas como o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) foram concebidas pelo MME como um primeiro estudo governamental para o planejamento integrado de energia, baseado na elaboração de cenários. Este plano estabelece uma meta ambiciosa de economia de 10% no consumo final de energia elétrica até 2030, a ser alcançada por meio do aprimoramento da eficiência dos sistemas energéticos. No entanto, eventos recentes impactaram significativamente o setor de energia, incluindo a complexidade crescente na exploração hidroelétrica na matriz energética nacional, o notável avanço da energia eólica no Brasil, o acidente de Fukushima e suas implicações no setor nuclear, o *shale-gas* nos Estados Unidos, a persistente crise econômica global desde 2008 e a crescente apreensão com as mudanças climáticas, conforme relatado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em 2014.

Esses desdobramentos levaram à criação do Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050), que delinea novos cenários com o objetivo de antecipar tendências que possam gerar oportunidades ou ameaças, exigindo um planejamento estratégico a longo prazo. Os projetos de eficiência energética na indústria se destacam como alternativas para enfrentar desafios relacionados ao aumento da demanda e, conseqüentemente, aos custos de produção em elevação. No entanto, apesar de sua relevância, poucas indústrias implementaram sistemas de gestão de energia ou têm controle efetivo sobre os aspectos relacionados ao consumo de energia.

### 3.2 Eficiência energética e seus benefícios para a indústria

O uso eficiente da energia elétrica é importante para reduzir o consumo e os custos, além de contribuir para a sustentabilidade ambiental. Para que o uso eficiente da energia seja alcançado, é importante entender o consumo atual, como ele é cobrado, identificar oportunidades de economia e elaborar um plano de ação.

Alguns fatores que impulsionaram a busca por soluções mais eficientes do uso da energia são: mudanças na forma de cobrança das tarifas energéticas, crescimento no número de edificações com certificações sustentáveis e preocupação com as mudanças climáticas.

Com o aumento no consumo de energia e fontes cada vez mais limitadas, seja por falta de investimentos ou até mesmo pelo fato de que a oferta de energia não consegue acompanhar a demanda, temos notado um despertar na sociedade de forma geral na importância de se criar ações e movimentos com o objetivo do uso racional da energia elétrica. (MOREIRA, 2021, p. 395).

Em (CAPELLI, 2013, p. 173) cinco passos são citados para que se possa conseguir uma boa eficiência energética:

1. Compreenda seu consumo atual.
2. Entenda como ele é cobrado.
3. Identifique oportunidades de economia de custos.
4. Elabore um diagnóstico energético e um plano executivo.
5. Verifique, por meio de indicadores ou medição direta, a redução da demanda ou o consumo de energia elétrica.

A otimização do uso da energia elétrica surge como uma alternativa viável para reduzir os custos de produção, e pequenas mudanças nos procedimentos e práticas podem resultar em economias significativas, como evidenciado por Monteiro e Rocha (2005). Promover melhorias na eficiência dos sistemas energéticos requer a aplicação de conhecimentos interdisciplinares, envolvendo engenharia, economia e administração, conforme destacado por Nogueira (2006).

No cenário atual, há ainda um número limitado de indústrias no Brasil que possuem programas de eficiência energética e sistemas de gestão de energia bem estruturados e em operação contínua. Este trabalho tem como objetivo difundir o conhecimento sobre gestão energética, oferecendo estratégias de fácil compreensão e aplicabilidade para as indústrias.

### **3.3 Tracker solar**

O rastreador solar, também conhecido como tracker, é um dispositivo que acompanha o movimento do sol ao longo do dia, mantendo os painéis fotovoltaicos sempre voltados para a direção da fonte de luz. Isso permite que os painéis colem mais energia solar e, consequentemente, aumentem a eficiência do sistema de geração de energia solar.

Os rastreadores solares podem ser divididos em dois tipos principais:

- Rastreadores uniaxiais: movem os painéis apenas em um eixo, geralmente vertical, acompanhando o movimento do sol de leste a oeste.
- Rastreadores biaxiais: movem os painéis em dois eixos, vertical e horizontal, acompanhando o movimento do sol em todas as direções.

Os rastreadores biaxiais são mais eficientes do que os uniaxiais, mas também são mais caros e complexos. O funcionamento dos rastreadores solares é baseado em sensores que detectam a posição do sol. Esses sensores enviam sinais para um controlador, que comanda os motores que movem os painéis.

Os rastreadores solares oferecem uma série de vantagens em relação aos sistemas fotovoltaicos fixos, incluindo:

- Aumento da eficiência: os rastreadores solares podem aumentar a eficiência dos sistemas fotovoltaicos em até 30%.
- Maior produção de energia: os rastreadores solares produzem mais energia solar do que os sistemas fotovoltaicos fixos, mesmo em dias nublados.
- Redução do tempo de retorno do investimento: os rastreadores solares podem reduzir o tempo de retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos.

No entanto, os rastreadores solares também apresentam algumas desvantagens, incluindo:

- Custo: os rastreadores solares são mais caros do que os sistemas fotovoltaicos fixos.
- Complexidade: os rastreadores solares são mais complexos de instalar e manter do que os sistemas fotovoltaicos fixos.
- Manutenção: os rastreadores solares requerem manutenção regular, o que pode aumentar os custos de operação.

A pergunta central que guia esta pesquisa é: "É possível utilizar tracker solares como ações de eficiência energética na indústria em forma de instrumento para redução de custos e, conseqüentemente, aumentar sua competitividade"?

Essa questão destaca não apenas a importância da eficiência energética, mas também realça seu potencial como uma ferramenta estratégica para enfrentar os desafios da competitividade industrial. As indústrias desempenham um papel fundamental na economia global, contribuindo para a geração de empregos, inovação e produção de bens e serviços essenciais. No entanto, o consumo de energia nessas operações muitas vezes representa uma parcela significativa dos custos de produção. A otimização do uso de energia não apenas reduz esses custos, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental, fortalecendo a posição das indústrias no mercado.

Nas próximas seções deste trabalho, exploraremos como a tracker solar pode ser implementada na indústria de forma prática e eficaz. Por meio desta pesquisa, almejamos oferecer uma visão abrangente da relação entre eficiência energética, redução de custos e competitividade nas indústrias. Esta investigação não apenas aborda uma questão premente no mundo empresarial, mas também destaca o papel crucial da eficiência energética na construção de um futuro industrial mais sustentável, econômico e competitivo para todas as empresas.

#### **4. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISES**

No estudo aplicado, foi utilizado uma empresa do setor metalúrgico, com consumo mensal entre 300.000 a 480.000KW/h, em que foi viabilizado a utilização do sistema *tracker* solar que consiste em um sistema acoplado aos painéis solares, e registram por meio de sensores a luz solar, se movimentando com base neles e trazem resultados mais assertivos para minimizar os custos de energia. Foi dimensionado uma usina geradora de 5MWp com área de 25.000m<sup>2</sup> com geração de cerca de 650.000 KW/h mensal.

Os painéis solares possuem vida útil de aproximadamente 25 anos, e maximizando a chegar até os 30 anos com 80% de sua performance, ou seja no 6° ano começa a ter o ROI (Retorno do investimento), estimado em 19 anos x R\$ 344.500,00 x 12 = R\$ 78.546.000,00. Assim totalizando os 25 anos de vida útil dos painéis.



Fonte: (Canal Solar, 2023)

Além disso, com a aplicação do sistema gerando os 650.000 KW/h ao mês, haveria um retorno mensal de R\$ 344.500,00 e anual de R\$ 4.134.000,00, comprovando a viabilidade do sistema, e o retorno em 76 meses.

Analisado as vantagens do sistema, concluímos que com o *tracker*, o sistema solar pode alcançar num ganho de até 45% em relação a sistemas fixos, sendo um avanço para a geração de energia limpa, e obtendo melhores resultados.

## 5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados e análises nesta pesquisa, concluímos que é possível a aplicação de modelos de economia energética em ambientes industriais com alto consumo, utilizado com referencial a aplicação do sistema *tracker* solar. Salientamos o cumprimento do objetivo proposto inicialmente uma vez que, foi alcançado dados precisos e eficientes comprovando a viabilidade do que foi proposto.

Este trabalho foi de suma importância para compreensão e aprofundamento deste tema, que se insere como fundamental na atualidade e com a realidade de alto consumo vivida principalmente pelo setor industrial.

Com isso, fomentamos a necessidade de estudos longitudinais para a evolução de melhores resultados de maneira prospectiva a respeito da melhoria do alto consumo nas indústrias para se alcançar cada vez mais um objetivo ideal e eficaz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Manual de tarifação da energia elétrica. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20El%20-%20Procel\\_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20El%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf)>. Acesso em: 09 out. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional, 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>> Acesso em: 09 out. 2023.

NOGUEIRA, H. Conservação de energia: energia e fundamentos. FUPAI, 2006.

MONTEIRO, G.; ROCHA, R. Guia Técnico: gestão energética. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

MARQUES, S.; HADDAD, J.; MARTINS, S. Eficiência energética: teoria & prática. Itajubá: FUPAI, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional, 2022. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>> Acesso em: 10 out. 2023.

MOREIRA, José Roberto Simões. Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

CAPELLI, Alexandre. Energia Elétrica: Qualidade e Eficiência para Aplicações Industriais. 1. ed. São Paulo: Érica, 2013.

O que é um rastreador solar e quais suas vantagens. HCC Energia Solar, 2022. Disponível em: <<https://hccenergiasolar.com.br/o-que-e-um-rastreador-solar-e-quais-suas-vantagens-confira/>> Acesso em: 11 nov. 2023.