

PLANEJAMENTO E ADOÇÃO DE TÉCNICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA CONSUMIDORES INDUSTRIAS: UMA ABORDAGEM PRÁTICA

Monilson de Sales Costa¹

¹*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe,
Aracaju, Brasil (monilson.costa@ifs.edu.br)*

Resumo: Este artigo apresenta técnicas de eficiência energética voltadas ao setor industrial. Analisa-se o perfil do consumidor e as principais fontes de desperdício, como escolha inadequada da tarifa, consumo excessivo de energia reativa e demanda contratada acima da necessária. Propõe-se um roteiro prático de correção com foco na redução de custos e na melhoria da eficiência operacional, promovendo uma gestão energética mais inteligente e sustentável.

Palavras-chave: Eficiência Energética; Redução de Custos; Energia; Demanda; Correção.

INTRODUÇÃO

A elaboração de um projeto eficiente para uma nova instalação, bem como o diagnóstico energético de sistemas já existentes, é motivada tanto pela busca da redução de custos operacionais quanto pela contribuição ambiental decorrente dessa economia. Segundo Acoroni (2021), a expectativa de elevação dos custos da energia de origem fóssil, aliada à crescente preocupação com as mudanças climáticas provocadas pelo aquecimento global — fenômeno amplamente atribuído à produção e consumo de energia —, reforça argumentos consistentes e decisivos para que a eficiência energética seja um elemento central na análise da oferta e do uso de energia.

Nesse contexto, compreender o conceito de eficiência energética torna-se essencial, especialmente para os consumidores industriais, que representam

uma parcela significativa da demanda por energia no país. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2025), eficiência significa fazer mais (ou, pelo menos, a mesma coisa) com menos, mantendo o conforto e a qualidade. Aplicado ao setor energético, esse conceito implica gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais ou realizar o mesmo serviço com menor consumo energético.

Na indústria, isso se traduz na adoção de tecnologias e processos mais eficientes, capazes de reduzir desperdícios, otimizar a produção e minimizar os custos operacionais, ao mesmo tempo em que contribuem para a sustentabilidade ambiental. Dessa forma, a eficiência energética não é apenas uma estratégia de economia, mas um diferencial competitivo e uma exigência crescente diante dos desafios ambientais e econômicos contemporâneos.

Diversas estratégias voltadas para o uso eficiente da energia têm sido amplamente adotadas pelo setor industrial em diferentes países, contribuindo para a redução de custos e o aumento da competitividade (Abdelaziz et al., 2011). Muitas dessas estratégias podem ser implementadas por meio de ações simples e de baixo custo, como a análise da curva de demanda e o estudo detalhado da fatura de energia elétrica. Nesses casos, não há necessidade de investimentos em novos equipamentos, sendo possível alcançar ganhos expressivos apenas com ajustes operacionais, reavaliação de processos produtivos ou a mudança para uma modalidade tarifária mais vantajosa.

Por outro lado, também podem ser implementadas ações que exigem investimento em materiais ou equipamentos, como a instalação de bancos de capacitores para a correção do fator de potência — uma demanda comum em muitas instalações industriais. Para essa segunda abordagem, é indispensável a elaboração de um projeto técnico que determine o montante de energia reativa a ser compensado, garantindo o dimensionamento correto do banco de capacitores e, consequentemente, a eficácia da medida adotada.

É importante destacar que a gestão eficaz da energia no ambiente industrial deve considerar as particularidades de cada instalação. Como observado em Nunes (2016), essa gestão insere-se em um contexto específico, influenciado

por diversos fatores, como localização geográfica, design do produto e escolha dos processos produtivos. Essas variáveis tornam muitas vezes inviável a simples replicação de soluções energéticas adotadas em um setor para outro ou mesmo entre unidades produtivas localizadas em regiões diferentes. Assim, a eficiência energética demanda uma abordagem personalizada, capaz de atender às condições específicas de cada indústria.

De acordo com Sola (2015), as ações voltadas à melhoria da eficiência energética nas organizações frequentemente enfrentam obstáculos que não são contemplados nos cálculos financeiros tradicionais. Embora muitos projetos apresentem viabilidade econômica, eles acabam não sendo implementados devido a barreiras organizacionais, culturais, técnicas ou à falta de informação qualificada. Diante desse cenário, este trabalho propõe uma análise aprofundada dos principais aspectos relacionados à eficiência energética no ambiente industrial, destacando, de forma acessível, medidas práticas que possam promover a redução dos custos operacionais e do consumo de matéria-prima. Ressalta-se que tais medidas não apenas contribuem para a racionalização do uso de energia, mas também para a otimização dos processos produtivos, favorecendo a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente.

A justificativa para este estudo está na crescente necessidade de fomentar a eficiência energética no setor industrial, responsável por uma parcela significativa do consumo energético nacional e que enfrenta desafios econômicos e ambientais expressivos. Considerando o aumento dos custos da energia de origem fóssil, a urgência em minimizar os impactos ambientais e as diversas barreiras técnicas, culturais e organizacionais que dificultam a adoção de projetos eficientes, torna-se imprescindível analisar e propor estratégias viáveis que possibilitem a redução dos custos operacionais e do consumo de matéria-prima. Dessa forma, a implementação dessas ações contribui para a transição energética, a melhoria contínua dos processos produtivos e o fortalecimento da competitividade industrial.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo fundamenta-se na análise técnica de metodologias de eficiência energética amplamente reconhecidas na literatura especializada, com foco em sua aplicação no setor industrial. Para isso, foram identificadas e analisadas as principais técnicas e práticas recomendadas para a otimização do consumo de energia em processos industriais, com destaque para auditorias energéticas, análise de curvas de demanda, correção do fator de potência e adequação tarifária.

A partir das metodologias identificadas, foi desenvolvido um modelo de estudo utilizando dados industriais fictícios, porém representativos, com o objetivo de exemplificar a aplicação prática das técnicas e avaliar seus impactos potenciais sobre o consumo energético e os custos operacionais. Esses dados avaliados contemplam informações típicas de consumo de energia, perfil de carga e parâmetros operacionais de uma planta industrial padrão.

Para a análise dos dados, foram utilizadas ferramentas computacionais, permitindo a aplicação das metodologias estudadas e a quantificação dos ganhos energéticos esperados. A abordagem adotada possibilitou não apenas a validação teórica das técnicas, mas também a visualização de seus efeitos em cenários controlados, contribuindo para a compreensão da eficácia das medidas propostas e sua viabilidade de implementação no contexto industrial real.

TÉCNICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Ao projetar uma nova instalação industrial, ou ao fazer um diagnóstico energético em uma instalação já existente, é importante considerar alguns fatores essenciais, como a escolha da modalidade tarifária, a correção da energia reativa, a análise da demanda e do fator de carga. Esses pontos são fundamentais para garantir a eficiência energética tanto em projetos novos quanto em sistemas já em operação.

Entre os principais benefícios dessas técnicas estão a redução dos custos na conta de energia, a diminuição da sobrecarga nas instalações causada pela

energia reativa e a redução das paradas na produção. A seguir, esses fatores serão explicados com mais detalhes.

• Adequação ou Escolha da Modalidade Tarifária

Compreende-se estrutura tarifária como o conjunto de tarifas aplicáveis as partes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, considerando-se a modalidade de fornecimento (PROCEL, 2011). Conforme previsto na Resolução Normativa ANEEL 1000/2021, os consumidores do grupo A devem ser enquadrados nas seguintes modalidades tarifárias: I - no caso de tensão de conexão maior ou igual a 69 kV: horária azul; e II - no caso de tensão de conexão menor que 69 kV: horária azul ou verde, de acordo com a opção do consumidor.

A modalidade tarifária horária verde possui uma única tarifa para a demanda, sem distinção de horário, e tarifas diferentes para o consumo de energia nos períodos ponta e fora de ponta. Já a modalidade horária azul segmenta tarifas tanto para a demanda quanto para o consumo, diferenciando os valores entre os horários ponta e fora de ponta. A Tabela 1 mostra a diferenciação entre as tarifas.

Tabela 1. Diferenciação entre as tarifas.

Tarifa	Demanda			Consumo	
	Ponta	Fora Ponta	Única	Ponta	Fora Ponta
VERDE	-	-	X	X	X
AZUL	X	X	-	X	X

A seguir, apresenta-se a metodologia matemática utilizada para determinar a modalidade tarifária mais adequada. A Equação 1 refere-se à Tarifa Horária Verde, enquanto a Equação 2 corresponde à Tarifa Horária Azul.

$$\begin{aligned} \text{Fatura Verde} = & (CAp \times TCp) + (CAfp \times TCfp) + (CRfp \times TCfp) + (CRp \times TCp) \\ & \times (Dfat \times TDfp) + (Dult \times TDfp) + [(DMCRfp \\ & - Dfat) \times TDfp] + [(DMCRp - Dfat) \times TDp] + (Dult \\ & \times 2TDfp) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Fatura Azul} = & (CAp \times TCp) + (CAfp \times TCfp) + (CRfp \times TCfp) + (CRp \times TCp) \\ & + (Dfatfp \times TDp) + (Dfatfp \times TDfp) + (Dult \times TDfp) \\ & + [(DMCRfp - Dfat) \times TDfp] + [(DMCRp - Dfat) \times TDp] \\ & + (Dultp \times 2TDp) + (Dultfp \times 2TDfp) \end{aligned} \quad (2)$$

Ao igualarmos os valores das faturas correspondentes às modalidades tarifárias horária azul e horária verde, obtém-se uma expressão simplificada que permite comparar diretamente os custos de cada opção. Dessa forma, conclui-se que a tarifa horária verde será a alternativa mais econômica quando a Inequação 3 for satisfeita, enquanto a tarifa horária azul será mais vantajosa quando a Inequação 4 for válida.

$$\begin{array}{lll} \text{VERDE} & \text{AZUL} & (3) \end{array}$$

$$[(CAp \times TCp)] < [(CAp \times TCp) + (Dfatp \times TDp)]$$

$$\begin{array}{lll} \text{VERDE} & \text{AZUL} & (4) \end{array}$$

$$[(CAp \times TCp)] > [(CAp \times TCp) + (Dfatp \times TDp)]$$

Onde CA se refere ao consumo ativo, CR ao consumo reativo, Dfat é a demanda faturada, Dult a demanda de ultrapassagem, DMCR é a demanda média de consumo reativo, TC a tarifa de consumo ativo, TD a tarifa de demanda. Os subíndices p e fp referem-se ao período ponta e fora de ponta, respectivamente.

• Correção de Excedentes Reativos

De acordo com Geraldo Neto (2025), a energia ativa refere-se à parcela de energia que efetivamente realiza trabalho útil, sendo convertida em outras formas de energia, como mecânica, térmica e luminosa, estando diretamente relacionada à potência ativa instantânea. Ao contrário da energia ativa, que realiza trabalho útil, a energia reativa relaciona-se ao armazenamento temporário de energia nos campos magnéticos e elétricos dos componentes

reativos dos sistemas elétricos em corrente alternada, como reatores (indutores) e capacitores, respectivamente (COTRIM, 2017).

Na maioria das indústrias, predominam cargas motrizes essenciais para o funcionamento dos processos produtivos. Essas cargas, geralmente compostas por motores de indução, são as principais responsáveis pelo consumo de energia reativa nas instalações. Uma forma de quantificar esse consumo é relacioná-lo com a energia ativa utilizada é por meio do cálculo do fator de potência (FP), que expressa a eficiência com que a energia elétrica é convertida em trabalho útil. O fator de potência pode ser determinado pela equação 5, onde P é a potência ativa consumida pelo sistema e S é a potência aparente total.

$$FP = \frac{P}{S} \quad (5)$$

De acordo com o Art. 302 da Resolução 1000/2021, o fator de potência de referência (F_R), seja indutivo ou capacitivo, deve ter como limite mínimo permitido o valor de 0,92 para unidades consumidoras do grupo A. Na prática, isso significa que uma instalação com fator de potência igual a 0,92 e consumo de 1000 kW de potência ativa pode apresentar uma troca máxima de potência reativa de 425,98 kVAr, garantindo que não seja cobrada energia reativa na fatura de energia.

Segundo Silva (2013), a potência reativa necessária para a geração do campo magnético dos equipamentos, quando fornecida por uma fonte distante, sobrecarrega o sistema e provoca perdas nos sistemas de transmissão e distribuição. Codi (2004) destaca que ao se corrigir o consumo excessivo de energia reativa haverá a liberação de carga no transformador e no circuito elétrico do local, proporcionando disponibilidade para a instalação de novas cargas sem a necessidade de modificação nas instalações.

Assim, entre as principais consequências para uma empresa que opera com baixo fator de potência, ou seja, com elevado consumo de potência reativa, destacam-se:

- Acréscimo no valor da fatura de energia, visto que a tarifa de energia reativa geralmente é o dobro da tarifa de energia ativa;
- Redução da capacidade dos alimentadores, pois parte significativa do condutor é ocupada pela energia reativa;
- Perda da qualidade da energia elétrica, causada por quedas de tensão nos circuitos;
- Aumento das perdas de energia elétrica;
- Desgaste acelerado dos equipamentos elétricos;
- Sobrecarga nos transformadores e equipamentos de manobra.

A Tabela 2 (Coelba) lista o acréscimo percentual da cobrança de consumo reativo na fatura de energia.

Tabela 2. Acréscimo devido ao consumo de energia reativa (COELBA).

Fator de Potência	Acréscimo
0.92	0 %
0.90	2 %
0.86	7 %
0.82	12 %
0.78	18 %
0.74	24 %
0.70	31 %
0.66	39 %
0.62	48 %
0.58	59 %
0.54	70 %
0.50	84 %

Na etapa de diagnóstico da instalação industrial, a primeira ação a ser realizada consiste em uma análise detalhada da instalação, avaliando aspectos como o percentual de carregamento do transformador, a presença de motores funcionando em vazio, entre outros fatores. Com base nessa avaliação, deve-se implementar ações corretivas para eliminar as causas do baixo fator de potência.

Caso o baixo fator de potência esteja relacionado às cargas motrizes essenciais ao funcionamento da indústria ou comércio, e não possa ser corrigido apenas com essa análise, torna-se necessário projetar filtros capacitivos para compensar o excesso de potência reativa. Considerando que o fator de potência desejado é normalmente 0,92 ou superior, apresenta-se a seguir um passo a passo para a elaboração de um projeto de correção dos excedentes reativos.

- **Levantamento de cargas da empresa:** Realiza-se um inventário detalhado das cargas instaladas, identificando motores, transformadores, sistemas de climatização e demais equipamentos que consomem potência reativa. Devem ser coletados dados como potência nominal, fator de potência individual, tempo de operação e regime de funcionamento.
- **Cálculo da Potência Ativa, Reativa e Fator de Potência:** Com base nos dados levantados e nas medições em tempo real (ou via fatura de energia elétrica), calcula-se a potência ativa (P), a potência reativa (Q) e a potência aparente (S), bem como o fator de potência (FP).
- **Determinação da Potência Reativa a Ser Corrigida:** Define-se o novo fator de potência desejado (por exemplo, 0,95) e calcula-se a nova potência reativa (Qn) correspondente. A diferença entre a potência reativa atual e a desejada determina o montante de correção necessário.
- **Dimensionamento do Banco de Capacitores:** Com base na potência reativa a ser corrigida, dimensiona-se o banco de capacitores, que

pode ser fixo ou automático. Também se deve considerar a divisão em etapas (para bancos automáticos) e o fator de simultaneidade das cargas.

- **Implementação Prática:** Deve-se garantir que a instalação dos bancos de capacitores ocorra em pontos estratégicos do sistema elétrico. Após a instalação, deve-se monitorar periodicamente o desempenho do sistema e a evolução do fator de potência.

A escolha do banco de capacitores depende do tipo de correção desejada, do nível de tensão em que será conectado e da magnitude da correção necessária. Quanto ao tipo de correção, esta pode ser realizada diretamente na carga a ser corrigida, nos barramentos do quadro de distribuição ou no barramento secundário do transformador. A correção no lado primário do transformador não é comum, devido ao elevado custo de fabricação de capacitores para tensões altas (13,8 kV ou superiores). A instalação mais recomendada é diretamente na carga que será corrigida, pois assim a correção torna-se mais eficiente.

Dependendo do tipo de instalação, é necessário ter cautela na instalação dos bancos de capacitores, especialmente quando há grupos geradores atuando como fonte de alimentação. Nesses casos, a correção simultânea da carga pode sobrecarregar o gerador devido ao aumento das cargas na instalação. Por isso, em instalações com geração própria, recomenda-se posicionar os bancos de capacitores no barramento de saída do transformador. Assim, quando a energia for fornecida pela concessionária, os bancos atuarão na correção da potência reativa, e quando o grupo gerador estiver em operação, os bancos permanecerão desativados.

Além disso, recomenda-se a instalação de um controlador automático junto aos bancos de capacitores. Esse controlador monitora a instalação e ajusta a correção do fator de potência conforme a necessidade, ativando apenas os estágios necessários. Por exemplo, em uma instalação com um banco de capacitores totalizando 100 kVAr, dividido em estágios de 25, 20, 15, 15, 10, 10 e 5 kVAr, se em um dado momento for necessária uma correção de 60 kVAr, o

controlador acionará os estágios de 25, 20 e 15 kVAr, totalizando os 60 kVAr requeridos. O uso desse controlador torna a correção mais eficiente, evitando a inserção desnecessária de capacitores na rede.

- **Análise da Demanda Faturada e da Curva de Carga da Instalação**

De acordo com o artigo 2º, parágrafo XI da Resolução ANEEL 1000/2021, demanda é a média das potências elétricas ativas ou reativas, injetada ou requerida do sistema elétrico de distribuição durante um intervalo de tempo especificado. Partindo desse conceito, e de acordo com a mesma resolução, convém definir três tipos de demanda: Demanda registrada, demanda faturada e demanda contratada. Utilizando termos práticos, temos:

- **Demandas Medida:** Maior demanda de potência ativa injetada ou requerida do sistema elétrico de distribuição pela carga ou geração, verificada por medição e integralizada em intervalos de 15 minutos durante o período de faturamento, em kW (quilowatts);
- **Demandas Contratada:** Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora no ponto de conexão, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, em kW (quilowatts);
- **Demandas Faturada:** Maior valor entre a demanda contratada e a demanda medida.

Tomando como exemplo prático uma indústria que apresenta a curva de demanda mostrada na Figura 1, pode-se inferir que, quando o consumidor possui uma curva de carga com picos e vales ao longo do dia, é recomendada a tentativa de linearização dessa curva. Na prática, isso significa deslocar algumas cargas que operam nos horários de pico para períodos de menor demanda, conforme ilustrado na Figura 2.

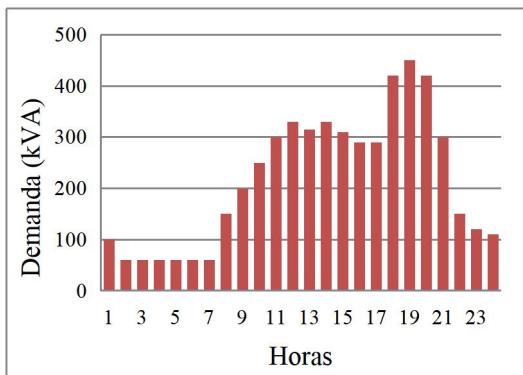


Figura 1. Curvas de demanda antes da linearização.

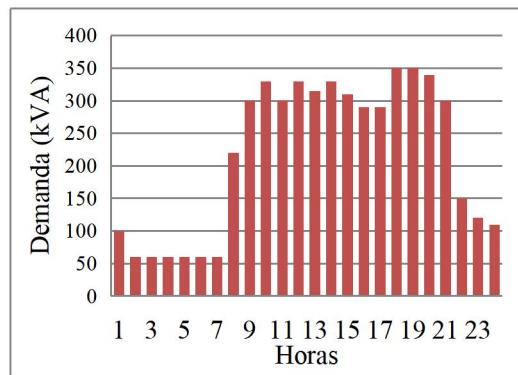


Figura 2. Curvas de demanda depois da linearização.

A motivação para o deslocamento das cargas é a redução da demanda máxima registrada e, consequentemente, da demanda contratada pelo consumidor. Assim, após a linearização da curva de carga, conforme ilustrado na Figura 2, é possível reduzir a demanda contratada para 370 kW, representando uma economia de 130 kW na fatura de energia.

Tomando como exemplo um consumidor industrial, pode-se elaborar o seguinte diagnóstico energético para otimização do consumo e redução de custos:

- **Análise detalhada da curva de carga:** Estudo do perfil de consumo ao longo do tempo para identificar padrões, picos e vales na demanda energética.
- **Identificação das cargas críticas:** Observação dos valores de pico de demanda para identificar quais equipamentos ou processos são responsáveis por esses aumentos pontuais no consumo.
- **Planejamento do deslocamento de cargas:** Avaliação da possibilidade de reprogramar o acionamento de parte dessas cargas para horários em que a demanda seja menor, buscando linearizar a curva e reduzir os picos.
- **Solicitação formal de redução da demanda contratada:** Com base na nova curva de carga otimizada, solicitar à concessionária uma revisão para redução da demanda contratada, resultando em economia direta na fatura de energia.

Esse procedimento permite não apenas reduzir custos, mas também melhora a eficiência do sistema elétrico, evitando penalidades por ultrapassagem da demanda contratada e contribuindo para a sustentabilidade operacional da empresa.

CONCLUSÃO

Este trabalho abordou as principais causas de desperdício de energia elétrica em instalações industriais, com foco nas ações corretivas identificadas por meio de diagnósticos energéticos. Foram analisados três pontos críticos comumente observados nesse tipo de avaliação: a adequação da modalidade tarifária, a correção dos excedentes de potência reativa e a análise da curva de demanda.

Verificou-se que a escolha apropriada da modalidade tarifária pode representar uma significativa economia na fatura de energia, ao evitar a aplicação de tarifas incompatíveis com o perfil real de consumo da instalação. A correção dos excedentes reativos, por sua vez, reduz a circulação desnecessária de corrente reativa no sistema, o que contribui para a diminuição das perdas por efeito Joule, alívio do carregamento de transformadores e alimentadores, aumento da vida útil dos equipamentos e eliminação de cobranças adicionais por excedentes reativos. Já a análise e reconfiguração da curva de demanda permite a adequação da demanda contratada ao perfil real de consumo, evitando o pagamento por capacidades ociosas e promovendo uma operação mais racional e econômica.

Além da redução direta nos custos com energia elétrica, essas medidas resultam em maior eficiência energética, menor desgaste dos componentes do sistema elétrico, maior confiabilidade no fornecimento e alinhamento com práticas sustentáveis. Dessa forma, conclui-se que o diagnóstico energético é uma ferramenta estratégica indispensável para a gestão eficiente da energia nas instalações, sendo capaz de promover melhorias técnicas, operacionais e financeiras, fundamentais para a competitividade e sustentabilidade de empreendimentos industriais.

REFERÊNCIAS

ABDELAZIZ, E. A.; SAIDUR, R. & MEKHILEF, S. A review on energy saving strategies in industrial sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 150-168, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.003>.

ACORONI, J. C. P.; SILVA, A. V.; SOUZA, E. D. Eficiência Energética: melhores práticas em economia de energia em um setor industrial. In: Revista Científica Semana Acadêmica, vol. 1, n. 44, 2014, 30 p. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_junio.pdf. Acesso em: 07 jul. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021. Estabelece as regras e os procedimentos referentes à prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 233, p. 81–84, 10 dez. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br>. Acesso em: 15 jul. 2025.

CODI - Comitê de Distribuição de Energia Elétrica. Manual de Orientação aos Consumidores. Curitiba: CODI, 2004. 13 p.

COELBA. Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. Disponível em: <<http://servicos.coelba.com.br/residencial-rural/Pages/energia-reativa.aspx>> Acesso em: 05 jul. 2025.

COTRIM, A. A. Instalações elétricas. 7ª. ed. São Paulo: Érica, 2017.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. Manual de Eficiência Energética na Indústria. Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf)>. Acesso em: 04 jul. 2025.

GERALDO NETO, G. G. Análise de desempenho de medidores de energia ativa e reativa em condições não senoidas. Trabalho de Conclusão de Curso - UFU, 2025.

MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas Industriais. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

NUNES, W. A. R.; MENDES JR., R. Os Sistemas de Gestão de Energia Elétrica como uma medida de redução de custos na indústria brasileira. In: CONBREPRO – VI Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa (PR), Brasil, 30 nov./02 dez., 2016, 11 p. Disponível em: <http://anteriores.aprepro.org.br/conbrepro/2016/down.php?id=1870&q=1>.

Acesso em: 6 jul. 2025.

PROCEL. Eficiência Energética para a indústria. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>. Acesso em: 08 jul. 2025.

PROCEL. Manual de Tarifação da Energia Elétrica. Rio de Janeiro: ELETROBRAS, 2011. Disponível em: https://www.eletrica.ufpr.br/sebastiao/wa_files/te344%20aula%2009%20-%20manual%20de%20tarif%20en%20el%20-%20procel_epp%20-%20agosto2011.pdf. Acesso em: 18 jun. 2025.

SILVA, A. C. R. Correção do Fator de Potência em Sistemas Industriais. 2013. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/capitulo-4-2013-2s.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2025.

SOLA, A. V. H.; MOTA, C. M. de M. Melhoria da eficiência energética em sistemas motrizes industriais. Production, v. 25, n. 3, p. 498-509, jul./set. 2015.