

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: PLANEJAMENTO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NAS EMPRESAS

ENERGY EFFICIENCY: PLANNING FOR ENERGY CONSERVATION IN COMPANIES

João Victor de Assis Silva¹
Kaique Romulo Vasconcellos²
Rodrigo de Souza Campista Ferraz³

RESUMO: Nos últimos anos, uma infinidade de novas tecnologias tornou mais fácil do que nunca para empresas de todos os tamanhos e setores alcançar a eficiência energética. Décadas atrás, gerentes em todo o mundo reconheceram a importância de otimizar o uso de energia. Este artigo apresenta uma análise de publicações sobre conservação de energia e uso consciente da eletricidade. Ele utiliza uma revisão da literatura composta por livros, dissertações, artigos de periódicos e congressos que detalham métodos para gerenciamento eficiente de energia, o impacto da conservação de energia nos custos de produção e operação dentro de uma indústria e a criação de planos de conservação de energia. Conclui-se que os profissionais da indústria que possuem conhecimento de métodos de aplicação energeticamente eficientes estão inclinados a utilizá-los como um meio de redução de custos e um movimento estratégico de negócios. 1076

Palavras-chave: Eficiência Energética. Engenharia Elétrica. Consumo de Energia.

ABSTRACT: In recent years, a plethora of new technologies has made it easier than ever for companies of all sizes and in all industries to achieve energy efficiency. Decades ago, managers around the world recognized the importance of optimizing energy use. This paper presents an analysis of publications on energy conservation and conscious electricity use. It utilizes a literature review consisting of books, dissertations, journal and conference articles that detail methods for efficient energy management, the impact of energy conservation on production and operating costs within an industry, and the creation of energy conservation plans. It is concluded that industry professionals who have knowledge of energy efficient application methods are inclined to use them as a means of cost reduction and a strategic business move.

Keywords: Energy Efficiency. Electrical Engineering. Energy Consumption.

INTRODUÇÃO

A energia elétrica é uma das mais importantes fontes de energia utilizadas pela sociedade,

¹Graduando em Engenharia Elétrica, Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ, Brasil.

²Graduando em Engenharia Elétrica, Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ, Brasil.

³Orientador Universidade de Vassouras, Vassouras, RJ.

podendo ser proveniente de diversas fontes energéticas, denominadas de energia primária, que é a energia disponível na natureza. A Matriz Elétrica Nacional é composta por 78,1% de energia renovável obtida de fontes de energia que não causam impacto negativo significativo no meio ambiente e que não se esgotam, como a energia solar; 21,9% são não renováveis obtidas de fontes como combustíveis fósseis. A matriz elétrica do Brasil é composta principalmente por recursos hídricos, que respondem por 53,4% de toda a produção de eletricidade do país, seguidos por eólica e solar, que respondem por 10,6% e 2,5% (EPE, 2022b).

Cada vez mais alternativas estão sendo investigadas a fim de buscar otimizar o consumo de energia, reduzindo as perdas e/ou a quantidade de energia utilizada para realizar uma mesma tarefa ou serviço, o que levará a uma redução no consumo de energia instalada, e adicionado automaticamente à sua conta de energia superior. Com o uso excessivo de recursos naturais, crises hídricas, baixos reservatórios e outros problemas que se somam aos desafios do desenvolvimento sustentável, seja econômico, social ou ambiental, a eficiência energética é uma das medidas que mais cresce (SILVA, 2015).

Para reduzir os custos de energia, certas ações podem não ser simples. Exames e análises criteriosas de equipamentos e estruturas físicas em locais de consumo de energia podem ser necessários, pois suas características nem sempre favorecem a redução de custos. Diversas áreas se envolvem, necessitando de uma equipe qualificada e ferramentas de gestão eficazes para implementar as mudanças dentro da empresa. Tais medidas evitam a transferência de custos de energia para produtos ou serviços, garantindo a sustentabilidade do negócio e a eficiência energética.

Segundo Goldemberg (2000) tendo em vista a atual crise energética mundial, o termo eficiência energética tem sido amplamente difundida na indústria.

Na contemporaneidade, a responsabilidade ambiental é um aspecto fundamental da gestão energética. À medida que as organizações globais se concentram cada vez mais no impacto do desenvolvimento humano na natureza, é imperativo que as empresas priorizem práticas que preservem os recursos naturais e minimizem seu consumo. A abordagem equilibrada da sustentabilidade ambiental deve ser o princípio norteador da gestão das empresas, com foco na utilização criteriosa dos recursos naturais para atender às necessidades da sociedade. Além disso, as empresas devem explorar soluções alternativas para processos industriais para garantir o desenvolvimento sustentável. (THEIS, 1990).

Para que uma iniciativa de eficiência energética seja bem-sucedida, ela requer uma

estrutura abrangente de medidas a serem concebidas e gerenciadas dentro da indústria. O comitê responsável por isso deve possuir criatividade e pensamento crítico para identificar áreas de desperdício de energia dentro da organização, trabalhando em colaboração com todos os funcionários. O responsável pelo projeto de eficiência também deve tomar medidas concretas para alcançar seus objetivos, justificando suas ações por meio de comunicação clara e delegação de responsabilidades. O sucesso da iniciativa depende do comprometimento de todos com os objetivos relacionados a eficiência energética.

Para garantir que todas as ações do programa sejam contabilizadas, é recomendável quantificar e compartilhar os ganhos com todos os funcionários. Uma ótima maneira de engajar os funcionários é pedir sua opinião sobre as medidas necessárias e eficazes para o programa. Diretrizes claras e objetivas para o programa de conservação são essenciais para garantir o entendimento em todos os níveis da hierarquia da indústria. Dentro do programa de conservação de energia, algumas ações podem facilitar a adoção de uma cultura de eficiência energética.

O presente artigo trata sobre o emprego das melhorias e emprego de eficiência energética dentro de uma empresa de pequeno porte trazendo um embasamento teórico sobre o tema visando a redução de custos e qualidade produtiva.

CONCEITO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Segundo Viana et al. (2012), a eficiência energética refere-se ao melhor uso da energia para evitar o desperdício, pois a energia não tem substitutos além da própria energia e pode ser parcialmente substituída por conhecimento e informação com o objetivo de reduzir o desperdício e melhorar desempenho do sistema de energia.

Com base nesse princípio, muitas vezes as pessoas confundem "racionalização" de energia com "racionamento" de energia, mas os significados dos dois são diferentes. A racionalização busca usar a razão e o bom senso para o uso correto da energia, enquanto o racionamento busca impor uma parte, uma pequena parte do todo (VIANA et al, 2012).

Viana et al. (2012) também apontam que a energia não gasta em perdas pode ser usada para alguns propósitos úteis, com vantagens imediatas, conciliando capital e custos operacionais na base certa, ou seja, entender e diagnosticar realidades energéticas, determinar priorizar, implementar melhorias projetos, reduzir perdas e monitorar resultados.

Energia elétrica

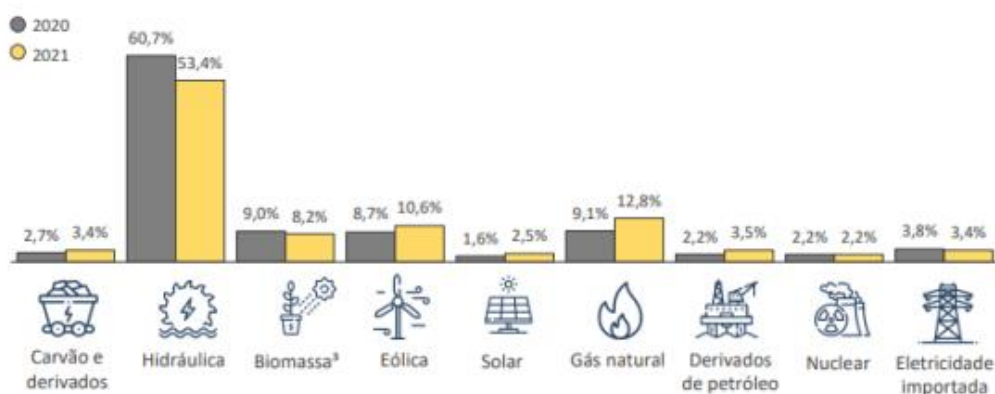
Esta seção apresenta os informações e dados sobre energia elétrica e eficiência energética

citados nas bibliografias que embasam este artigo.

Segundo Abrahão e Souza (2021), o consumo de energia elétrica no mundo está em constante crescimento porque está relacionado principalmente ao desenvolvimento da sociedade. Mesmo com o aumento da eficiência energética no Brasil, o consumo de eletricidade cresceu a uma taxa anual média geométrica de 2,8% entre 2000 e 2019. Os resultados corroboram as preocupações com o crescimento contínuo do consumo relacionado à segurança energética e a necessidade de investir na expansão da capacidade instalada.

Antes da virada do século, uma parcela significativa da eletricidade gerada era derivada de fontes não renováveis, como petróleo, carvão e gás natural. Embora esses recursos apresentassem altos rendimentos, eles eram limitados e poluentes, gerando preocupações quanto ao seu esgotamento e impacto ecológico (NASCIMENTO E ALVES, 2016). Abaixo (Figura 1) principais fontes energéticas da Matriz Brasileira.

Figura 1 – Matriz elétrica do Brasil



Fonte: EPE (2022b).

Pode-se observar pela figura acima (Figura 1) que a energia elétrica gerada pelas usinas hidrelétricas é a mais destacada de todas as fontes de energia, o que também explica a grande quantidade de água e recursos internos existentes (REBOUÇAS, 2022).

Segundo Oliveira et. al. (2021), prevê-se que o Brasil contará com fontes de energia renováveis para cerca de 84% de seu suprimento de eletricidade até 2023. O país possui irradiação solar abundante, disponibilidade de vento em várias áreas e uma extensa capacidade de produção de biomassa, posicionando-o como um candidato promissor para o desenvolvimento de energia renovável.

A hidroeletricidade responde por 17% da produção mundial de energia., isto é conseguido através da conversão de energia hidráulica em energia mecânica através de turbinas horizontais

e verticais. À medida que a água passa pelas pás, ela aciona uma força que impulsiona um grande sistema de engrenagens, transmitindo força mecânica a um gerador de energia. O processo envolve duas etapas: na primeira, a energia hidráulica é convertida em energia mecânica rotacional através da turbina. No segundo estágio, a energia mecânica é posteriormente transformada em energia elétrica. Essa energia é então transmitida através de vários processos até chegar ao consumidor final (SANTOS, 2020).

Segundo Santos (2020), não há como negar a importância da energia elétrica para nossa existência. No entanto, os investimentos feitos em fontes de energia renováveis têm se mostrado insuficientes em comparação com a expansão da rede elétrica. Por isso, Santos afirma que a eficiência energética deve ser priorizada, pois não basta contar apenas com fontes alternativas sem um esforço coletivo de consumo consciente da sociedade.

Eficiência energética

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi instituído em dezembro de 1985, sob a orientação do Ministério de Minas e Energia. A Eletrobras é responsável por sua execução, com o objetivo de promover a eficiência energética e reduzir o desperdício. Posteriormente, em dezembro de 1993, o PROCEL lançou o Selo Procel de Economia de Energia, popularmente conhecido como Selo Procel. É uma forma simples e eficaz do consumidor identificar os equipamentos energeticamente eficientes e os eletrodomésticos disponíveis no mercado que consomem menos energia (PROCEL INFO, 2022).

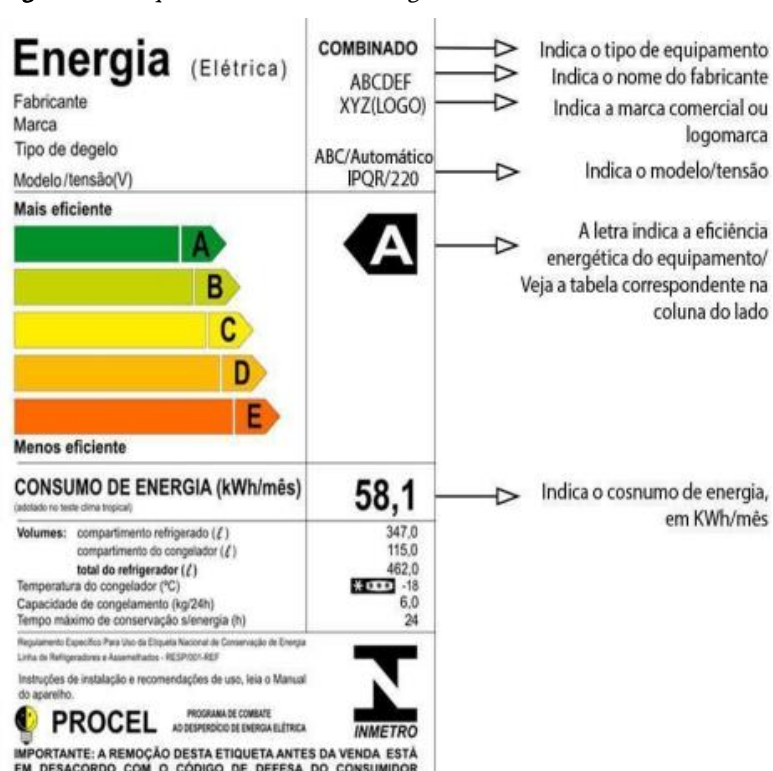
1080

A Lei de Eficiência Energética, também conhecida como Lei nº 10.295, promulgada em 18 de outubro de 2001, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. O artigo 1º desta legislação sublinha a importância da distribuição criteriosa dos recursos energéticos, salvaguardando o ambiente. O artigo 2º determina que o Poder Executivo estabeleça os níveis mais altos permitidos de consumo de energia para máquinas e aparelhos vendidos ou produzidos nacionalmente, com base em métricas técnicas específicas que garantam a eficiência energética mínima (BRASIL, 2001).

Cada equipamento utiliza uma certa quantidade de eletricidade onde a quantidade de energia que o dispositivo usa para fazer o trabalho que precisa executar. Existem no mercado diversos aparelhos e marcas com a mesma finalidade, por isso escolher um aparelho mais eficiente e que realize a mesma tarefa com menos energia pode ser um fator importante para reduzir o consumo mensal de energia em sua casa. (REBOUÇAS, 2022).

O grupo de equipamentos, consumo mensal e eficiência podem ser identificados a partir do selo (Figura 2). Os produtos acabados enviados a seus laboratórios são avaliados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e ali certificados. Estes produtos, após vários testes, recebem uma etiqueta inerente à sua classe de eficiência energética, que varia consoante o seu desempenho e é assinalada pelas letras "A" a "G", ou seja, aquelas marcadas com a letra "A" são os mais eficientes energeticamente, com menor impacto no meio ambiente, reduzindo assim economicamente as contas de energia (PAVANI, 2021).

Figura 2 – Etiqueta de eficiência energética



Fonte: Pavani (2021).

A julgar pelas informações do selo mostradas (Figura 2), o consumidor tem liberdade para utilizar a etiqueta de eficiência energética do equipamento e pode calcular o consumo médio de energia. A utilização desta etiqueta nos equipamentos é uma ferramenta que ajuda o consumidor a escolher os produtos com as melhores características em termos de desempenho energético (REBOUÇAS, 2022).

Segundo Santos (2020), os principais benefícios que o desempenho energético adequado pode trazer são: redução do desperdício de energia; otimização do consumo; economia pelo uso consciente; incentivo à competitividade tecnológica industrial e criação de equipamentos com

melhores indicadores de eficiência energética; produtividade, redução de custos e melhoria da qualidade do produto; entre outros.

Importância da Eficiência Energética

Conforme observado por Rodrigues (2021), a eficiência energética tem recebido maior atenção tanto no Brasil quanto no mundo. Conseqüentemente, podemos delinear e classificar os seus benefícios da seguinte forma:

- Melhoria nos processos produtivos;
- Ganho econômico (principalmente na fatura de energia);
- Maior competitividade (devido à diminuição do custo do produto e/ou serviço);
- Menor necessidade de investimentos em infraestrutura;
- Menor impacto ambiental:
 - Menor utilização de combustíveis fósseis; ◦ Menor necessidade de novas fontes de geração de energia (hidrelétricas, termelétricas, nuclear, etc).
- Maior disponibilidade energética;
- Maior segurança energética.

Embora a eficiência energética na indústria apresente inúmeras vantagens, ainda existem obstáculos que devem ser superados para que ela seja adotada de forma mais ampla. O principal obstáculo é o alto custo inicial de execução de um projeto, que pode variar dependendo do estado da empresa. Esse gasto se deve à necessidade de aquisição de máquinas e equipamentos mais eficientes (que podem ser mais caros) e à instalação de um sistema de gerenciamento de energia, que demanda muita mão de obra e horas de trabalho (RODRIGUES, 2021).

Embora as despesas iniciais possam parecer assustadoras, vale a pena notar que o retorno do investimento para este projeto é normalmente alcançado dentro de um prazo razoável. Além disso, as indústrias globais vêm promovendo cada vez mais a eficiência energética, e os programas de incentivos governamentais servem como suporte adicional (RODRIGUES, 2021).

Sistema de Gestão Energética

O gerenciamento de energia é um conceito crucial que envolve o emprego de técnicas inteligentes de racionalização para gerenciar o uso de energia em locais específicos. Envolve também avaliação de opções energéticas e a implementação de medidas administrativas que reduzam coletivamente as contas de energia, resultando em economia (ANEEL, 2018). Vale a

pena notar que as práticas de eficiência e conservação de energia são essenciais para a racionalização do consumo de energia.

Para regular efetivamente o uso de energia, avaliações de alternativas energéticas devem ser conduzidas. Essas avaliações podem incluir a substituição ou redução do uso de máquinas ou equipamentos, substituição de lâmpadas de baixa eficiência por outras de alta eficiência, otimização de configurações de iluminação existentes ou outras análises semelhantes. (RODRIGUES, 2021).

Numerosos negócios hoje em dia têm incorporado um sistema de gestão de energia, frequentemente integrado com os sistemas de gestão de qualidade pré-existentes na maioria das corporações, a fim de aplicar os princípios PDCA (Figura 3), para melhoria ininterrupta de procedimentos. A norma internacional ISO 50001:2015, gerida pela ABNT no Brasil, serve de referencial para essa abordagem, traçando critérios auditáveis para acompanhamento do modelo energético da empresa, incluindo o estabelecimento de objetivos e indicadores (RODRIGUES, 2021).

Figura 3 – Princípios do ciclo PCDA



Fonte: Rabello (2022).

Ferramentas de gestão

No mundo em rápida evolução de hoje, as ferramentas de gerenciamento tornaram-se onipresentes no mundo dos negócios. Essas ferramentas capacitam os executivos a atingir seus objetivos, seja aumentar a receita, cortar custos, impulsionar a inovação, melhorar a qualidade do produto ou se preparar para o futuro. Algumas ferramentas também auxiliam na antecipação de possíveis obstáculos e permitem ações proativas para mitigar desvios futuros. (RODRIGUES, 2021).

Métodos de análise e solução de problemas (MASP)

Kume (1993) identifica o MASP como uma metodologia popular de solução de problemas para empresas que priorizam a melhoria contínua. Normalmente, as empresas tendem a adotar uma abordagem não científica ao abordar os problemas, deixando de analisar o problema de forma holística e identificar as relações subjacentes de causa e efeito. O MASP (Figura 4) oferece uma solução eficiente, lógica e eficaz para esse problema. Abrange um processo passo a passo para identificar, analisar e, finalmente, resolver o problema.

Figura 4 - Metodologia MASP



Fonte: Sydle, (2022).

O MASP é definido em oito etapas:

Etapa 1 – Identificação do problema: é o aspecto mais importante da resolução reativa de problemas, pode ser dividido em 4 partes: orientação por pontos fracos, exploração do problema, seleção cuidadosa do tema e declaração clara do tema (OLIVEIRA, 1996).

Etapa 2 – Observação: consiste em estudar especificamente o problema, com suas características bem definidas sob vários pontos de vista. É necessário assegurar que a coleta de dados seja feita de modo que os dados representem amostras independentes e em número suficiente para uma correta representação do processo da linha de produtos escolhida (OLIVEIRA, 1996).

Etapa 3 – Análise das causas: envolve a identificação e o estudo das causas principais e fundamentais do problema, busca-se identificar a causa raiz ou fundamental (OLIVEIRA, 1996).

Etapa 4 – Plano de ação: o foco é eliminar a causa do problema (OLIVEIRA, 1996).

Etapa 5 – Ação: A etapa de ação prioriza executar o que foi planejado na etapa anterior com atenção para treinamentos, por meio de divulgação do plano para todos, reuniões participativas e técnicas de treinamento, certificando de quais ações necessitam da ativa cooperação, entendimento e aceitação de todos (OLIVEIRA, 1996).

Etapa 6 – Verificação: avaliam-se as soluções obtidas e a efetividade do plano de ação, verificando se o bloqueio foi efetivo. Para a verificação podem ser utilizados o diagrama de Pareto e o gráfico sequencial que serve como base para a análise das causas, e comparar com o desempenho anterior e confirmar se houve efeito na causa fundamental (OLIVEIRA, 1996).

Etapa 7 – Padronização: padroniza-se o processo sistemático formalizado de realização de atividades de forma que o problema não retorne. Para que se consiga isso, podem-se modificar os procedimentos utilizados com o intuito de eliminar definitivamente a causa do problema (OLIVEIRA, 1996).

Etapa 8 – Conclusão: Mesmo que a equipe tenha feito um trabalho com deficiências nas outras etapas, ela pode aproveitar esta para aprender e fazer melhor em outras aplicações do método (OLIVEIRA, 1996).

Sistemas industriais de energia

Os sistemas de energia industrial são essenciais para converter matérias-primas em produtos finais, fornecendo aquecimento de processo, resfriamento e energia elétrica. O Departamento de

Energia dos Estados Unidos classificou esses sistemas como incluindo aquecimento direto e indireto, refrigeração, eletricidade, iluminação, automação, transmissão e geração e cogeração de energia. (U.S. Department of Energy's Industrial Technologies Program, 2004), No Brasil, o Ministério de Minas e Energia classifica os sistemas de energia industrial com base em seu uso final, que inclui força motriz, calor de processo, aquecimento direto, refrigeração, ar condicionado, iluminação e eletroquímica (BRASIL, 2005).

Ações para uso eficiente de energia

As melhorias de eficiência energética nas indústrias brasileiras não são implementadas de forma consistente em todas as áreas. O Programa Nacional de Eficiência Energética, supervisionado pela Agência Nacional de Energia Elétrica, já examinou mais de 200 projetos de eficiência energética em 13 setores industriais, segundo a Confederação Nacional da Indústria - CNI (2009). Os dados revelam que 19% dessas iniciativas estão centradas na substituição do motor, 20% na melhoria do sistema de iluminação, 8% na otimização do sistema de ar comprimido (para força motriz), enquanto apenas 6% focam na otimização do processo térmico.

A CNI reconhece que a melhoria da eficiência energética resulta em ganhos sociais, ambientais e de competitividade para as empresas, mas afirma que falta no Brasil uma política de eficiência energética específica para as indústrias e que, nesse sentido, o setor industrial não tem sido prioridade nos esforços governamentais (SOLA et. al., 2015). No que diz respeito aos investimentos em projetos de eficiência energética pelas empresas concessionárias de energia, conforme determina a lei, apenas 9% dos projetos, em média, têm sido desenvolvidos nas indústrias, segundo a confederação. Quanto aos índices mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no Brasil, conforme a lei n. 10.295/2000 (Brasil, 2001), muitos deles, utilizados pelas indústrias, ainda não possuem regulamentação.

Apesar do progresso nos sistemas de energia industrial, ainda há ampla oportunidade de melhoria na eficiência energética. Por exemplo, em força motriz, avanços como motores de alto desempenho, adequação de carga, correção do fator de potência, dispositivos de controle de partida e velocidade, manutenção periódica e balanceamento da tensão de alimentação podem melhorar a eficiência energética. (SOLA et al., 2015).

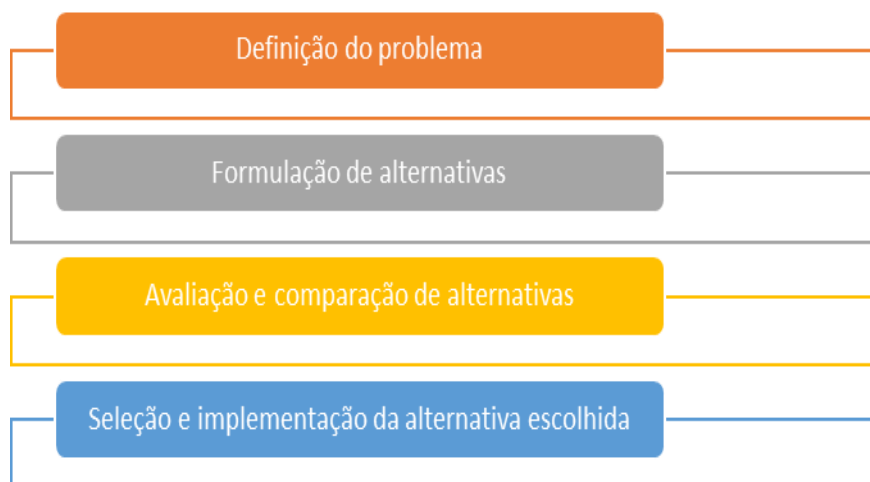
O uso eficiente de energia nas indústrias depende da superação de alguns obstáculos organizacionais, conforme observado por SOLA et al. (2015). Além das políticas governamentais, que abrangem regulamentação, incentivos e investimentos no setor de energia, os esforços para melhorar a eficiência energética exigem a quebra dessas barreiras internas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste artigo centra-se na implementação da cultura de eficiência energética dentro de uma empresa, disponibilizando uma exemplificação de como se pode analisada e aplicada. O foco está na identificação de áreas de melhoria nas instalações elétricas.

Para obtenção de dados e informações, é necessário visitas e inspeções in loco, além de entrevistas com funcionários e chefes de departamento para coleta de dados (Figura 5). É necessário também um amplo levantamento para determinar a quantidade, a potência e as horas de funcionamento dos equipamentos e máquinas, bem como as características físicas do ambiente de trabalho e os procedimentos operacionais de cada setor. As potências das máquinas e equipamentos tem que serem obtidas por meio da observação cuidadosa das placas de identificação, bem como das informações fornecidas pelos fabricantes.

Figura 5 – Fases de desenvolvimento da eficiência energética



Fonte: Autores (2023).

Possíveis melhorias de eficiência energética em empresas

Na gestão estratégica de um negócio, diversas análises financeiras são indispensáveis para uma tomada de decisão informada. A gestão de um projeto de EE, principalmente voltado

para a expansão da unidade, envolve um processo crítico que enfatiza a correlação entre a otimização de recursos da matriz energética e a meta de produzir mais com menos. Este é um passo crucial para garantir uma expansão bem-sucedida.

O processo envolve o alinhamento e sincronização cuidadosos de todos os dados relevantes dos planos de expansão com os projetos de EE. Adota-se, então, uma nova orientação de investimentos, que prioriza ações sustentáveis, mantendo os objetivos traçados. O desenvolvimento do plano começa com a análise do plano de expansão da unidade, seguida de um estudo de eficiência da matriz energética para orientar a execução e o controle das revisões de recursos e processos durante as atividades.

Para melhora ou expansão de uma rede elétrica industrial, o estudo de eficiência deve utilizar recursos como projetos de EE que diminuam a demanda de carga e incorporem novos processos. Este estudo não apenas otimizará os processos e aumentará a produtividade, mas também fornecerá uma nova perspectiva sobre a análise de mercado e a estratégia de negócios que se alinha com as metas de sustentabilidade.

Para o cálculo individual dos equipamentos (consumo) pode ser dada através da equação (i):

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

1088

Onde:

P – Potência do equipamento (kW);

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

d – Dias de uso mensal.

Análise da gestão energética e identificação das oportunidades de melhorias

A avaliação do sistema de gestão de energia da empresa por meio de pesquisas e análises de consumo de energia ajuda a identificar os setores mais consumidores. Os dados obtidos permitiram detectar desperdícios de energia e oportunidades de melhoria da eficiência energética.

É importante destacar que a abordagem mais precisa para coletar dados de consumo de equipamentos e máquinas é por meio de procedimentos de medição direta, utilizando equipamentos especializados, como analisadores de energia e wattímetros, que podem fornecer quantidades elétricas relevantes.

DESENVOLVIMENTO

Áreas de ação da conservação de energia

Para estabelecer um programa de eficiência energética para plantas industriais, é importante priorizar as considerações ambientais durante a fase de projeto estrutural quando a empresa ainda não está em funcionamento. Isso significa incorporar iluminação e ventilação natural, minimizando seu uso, dependendo da natureza da atividade. Conforme afirmado por Gimenes (2000), a construção de infraestrutura deve empregar materiais recicláveis e reciclados para promover a sustentabilidade durante a fase de construção e para se preparar para o futuro descarte de resíduos. Para projetos elétricos, o ponto de alimentação de tensão deve estar o mais próximo possível das máquinas para evitar quedas de tensão, e os condutores devem atender aos padrões exigidos. Adicionalmente, devem ser utilizadas máquinas e equipamentos com alto desempenho. A implementação dessas normas e procedimentos na concepção do projeto pode servir como uma ferramenta potencial para alcançar a eficiência energética nas instalações elétricas. (ORTEGA, 2006).

Ao analisar plantas industriais, percebe-se que o motor elétrico é o principal consumidor de energia, respondendo por entre 50 e 60% do consumo total de energia elétrica. Essa é uma grande preocupação, pois os motores elétricos possuem baixo fator de potência (FP), que se refere à quantidade de energia aparente da concessionária de energia que é transformada em energia que realiza trabalho. Quanto maior o índice PF, mais energia o consumidor pode utilizar. Portanto, o baixo FP dos motores elétricos é outro fator importante a ser considerado ao avaliar o consumo de energia (PANESI, 2006).

1089

Produção

A eficiência no consumo de energia é um aspecto crucial de qualquer linha de produção. Assim, é importante programar a produção de forma a garantir um processo contínuo. Nas indústrias que operam com tarifas horárias sazonais, é essencial evitar a produção durante os períodos de pico tarifário. Além disso, deve-se adotar um regime equilibrado na divisão da produção para evitar picos acentuados, utilizando também a capacidade nominal das máquinas.

No domínio da especificação do produto e do método de produção, o consumo de energia deve ser levado em consideração. Uma maneira de reduzir os custos de energia é experimentar materiais alternativos e tratamentos de matérias-primas.

Abordar questões de produção estrategicamente pode aumentar significativamente a qualidade do produto final, reduzindo assim a taxa de rejeição e minimizando o desperdício de eletricidade. Em consonância com os ensinamentos de Taguchi (apud MATUICHUK et al., 2005), o projeto e o processo de fabricação de um produto desempenham um papel fundamental na determinação tanto de sua qualidade quanto de seu custo. Em última análise, o objetivo de qualquer organização é minimizar as despesas e, ao mesmo tempo, fornecer aos clientes a qualidade esperada.

Automação e manutenção

A introdução da automação nos processos industriais visava aumentar a velocidade e a qualidade da produção. Por meio da automação, o consumo de energia é otimizado, pois as máquinas podem funcionar com mais eficiência e as matérias-primas são conservadas. Para alcançar a eficiência energética completa, é crucial manter todo o sistema de fabricação. Além disso, a incorporação de tecnologias complementares pode gerar vantagens competitivas em estratégia de negócios e eficiência energética, tornando-se uma busca valiosa.

Um cronograma bem elaborado de planejamento e manutenção de máquinas e equipamentos é imprescindível para evitar quebras inesperadas e paradas prolongadas. Apesar do desconhecimento generalizado dos métodos de gestão e controle, as empresas devem perceber que a manutenção impacta não apenas no consumo de energia, mas também no preço do produto e no prazo de entrega. Equipamentos sem manutenção operam fora de sua condição nominal, resultando no maior consumo de eletricidade e custos relacionados (PERES; LIMA, 2008).

1090

DISCUSSÃO E RESULTADOS

Implementar um plano de conservação de energia não significa reduzir investimentos. Na verdade, os programas de eficiência energética requerem apoio financeiro para produzir resultados favoráveis. Por isso, é fundamental envolver as áreas administrativa, financeira, de engenharia e de gestão para avaliar o custo-benefício dos investimentos necessários (PANESI, 2006).

Diversas atualizações de equipamentos podem ser consideradas investimentos inteligentes, como optar por motores de alto desempenho em detrimento dos convencionais, lâmpadas, aquecedores a gás em vez de aquecedores elétricos e instalação de medidores parciais em máquinas e equipamentos.

Para garantir o sucesso de uma empresa, é fundamental fazer investimentos intangíveis no desenvolvimento pessoal dos colaboradores do setor. Esses investimentos em recursos humanos extrapolam os limites físicos da empresa. Uma vez que um funcionário leigo é treinado em eficiência energética, ele começa a aplicá-lo não apenas no local de trabalho, mas também em suas vidas pessoais e espaços públicos. Isso leva à disseminação desses conceitos para outras pessoas ao seu redor, gerando um impacto positivo além da empresa.

Investir em uma empresa especializada em gestão de eficiência energética é imprescindível. Com sua consulta, uma organização pode verificar, preparar, planejar e executar um plano de conservação de energia.

Embora existam vários métodos de cálculo de investimentos e retornos relacionados ao tempo de uso, cada caso requer uma análise detalhada das variáveis específicas do setor. Carlo (2008) sugere que a combinação do Indicador de Consumo com os custos de promoção da eficiência energética pode fornecer uma avaliação eficiente da eficácia da envolvente do edifício. Para uma avaliação mais precisa, o indicador Pay-back, que se refere à Taxa Interna de Retorno, é altamente recomendado. Este indicador pode avaliar qualquer edifício comercial, independente de sua estrutura.

CONCLUSÃO

O gerenciamento eficaz da energia elétrica em um ambiente industrial pode ser abordado de várias maneiras. No entanto, é fundamental ressaltar que essa tarefa requer uma visão holística, incorporando gestão ambiental, estrutura organizacional, gestão de recursos humanos, produção e engenharia.

O gerenciamento eficiente de energia em uma configuração industrial requer consideração cuidadosa, tempo e compromisso inabalável para atingir os objetivos pretendidos. A constituição de uma equipe de profissionais responsáveis pela execução do plano de conservação é fundamental, pois garante a perfeita integração entre os diversos departamentos. Os objetivos do plano de conservação e as áreas específicas a serem abordadas devem ser explicitamente delineados para aumentar a adesão do pessoal e minimizar a resistência por parte dos funcionários.

Os trabalhadores de perfil operacional, também chamados de trabalhadores de operação, terão um papel menos ativo na execução do plano. Eles fornecerão informações valiosas para a equipe de planejamento, permitindo uma tomada de decisão mais bem informada. Para

implementar com sucesso o plano de conservação de energia, os investimentos devem ser feitos não apenas em novos equipamentos e tecnologias, mas também em treinamento de pessoal e consultoria especializada.

Diante do cenário apresentado, é fundamental destacar que compreender a implementação da eficiência energética e suas correspondentes vantagens oferece uma abordagem pragmática para empresários, especialistas e estudiosos enfrentarem o dilema amplamente deliberado no quadro organizacional.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, K.C.F.J.; SOUZA, R.G.V. Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 383-408, abr./jun. 2021.

BRASIL, Lei nº 10.295, de 18 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia - MME, Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico de Engenharia - FDTE. (2005). *Balanco de Energia Útil*. Brasília: MME/FDTE.

BRASIL. Lei número 9.991 de 24 de julho. *Diário Oficial da União*, 2000. Disponível em: Acesso em 24 de nov de 2015. 1092

CARLO, J. C. Desenvolvimento de Metodologia de avaliação de eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais. 2008. 215 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. (2009). *Eficiência energética na indústria: o que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional*. Brasília: CNI/COMPI.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022: ano base 2021*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, EPE, 2022a.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Balanco Energético Nacional 2022: Ano base 2021*. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2022b.

GALVÃO, Jucilene; BERMANN, Célio. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. *Estudos Avançados*, [S.L.], v. 29, n. 84, p. 43-68, ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142015000200004>.

GIMENES, A. L. V. *Agregação de valor à energia elétrica através da gestão integrada de recursos*. 2000. 253 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo. São Paulo.

GOLDEMBERG, J. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. São Paulo. Perspec., vol, no.3, p.91-97

KUME, H. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. II. ed. São Paulo: Editora Gente, 1993. 245 p.

MARQUES, M. C. S., Haddad, J., & Martins, A. R. S. (Coord.). (2006). Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações (3. ed.). Itajubá: Eletrobrás, Procel Educação, Unifei, Fupai.

MATUICHUK, M.; et al. Uma ferramenta didática para a linha de produção “Reunião diária da qualidade”. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25., Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: 2005. p. 1921-1927.

NASCIMENTO, R.S.; ALVES, G.M. Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: métodos e benefícios ambientais. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2016.

OLIVEIRA, A.M.; MARIO, M.C.; PACHECO, M.T.T. Fontes renováveis de energia elétrica: evolução da oferta de energia fotovoltaica no Brasil até 2050. Brazilian Applied Science Review, Curitiba, v.5, n.1, p.257-272, jan. 2021.

OLIVEIRA, S. D. Ferramentas para o aprimoramento da qualidade. 2. ed. São Paulo: Editora Pioneira, 1996.

ORTEGA, B. G. P. Propostas para regulação da eficiência energética nos sistemas elétricos de consumidores. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Regulação da Indústria de Energia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia , Universidade Salvador, Salvador.

1093

PANESI, A. R. Q. Fundamentos de Eficiência Energética. São Paulo: Ensino Profissional, 2006

PAVANI, D.R. Estudos de eficiência energética aplicada à iluminação. 2021, 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021.

PERES, C. R. C.; LIMA, G. B. A. Proposta de modelo para controle de custos de manutenção com enfoque na aplicação de indicadores balanceados. Gestão & Produção. São Carlos, v. 15, n. 1, p. 149-158, jan./abr. 2008.

RABELLO, G. O que é Ciclo PDCA e como ele pode melhorar seus processos. 2022. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/metodologias/ciclo-pdca/>. Acessado em: 09 de mar. De 2023

REBOUÇAS, D.A.; LIMA, G.A.S.; MACHADO, I.T.B. Eficiência Energética Aplicada a Instalação Elétrica de uma Residência. 2022.

RODRIGUES, L.R.B. Estudo de caso: Análise de Eficiência Energética em uma Fábrica de Medidores Eletrônicos de Energia. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica. Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral da Camara. FORTALEZA 2021

SANTOS, E.P. Mercado no Brasil para o uso de energias renováveis e ações de eficiência energética. 2020, 131f. Dissertação (Mestrado em Pesquisas Energéticas e Nucleares), Universidade de São Paulo, 2020.

SILVA, H.M.F.; ARAÚJO, F.J.C. Energia solar fotovoltaica no brasil: uma revisão bibliográfica. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.8, n.03, p. 859-869, mar. 2022.

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

SYDLE. MASP Qualidade: o que é o Método de Análise e Solução de Problemas. 2022 Disponível em: <https://www.sydle.com/br/blog/masp-qualidade-62bc6a26bc6a6423db428948/>. Acessado em: 09 de mar. De 2023

THEIS, I. M. Crescimento econômico e demanda de energia no Brasil. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990.

U.S. Department of Energy's Industrial Technologies Program - DOE/ITP. (2004). Energy use, loss and opportunities analysis: U.S. Washington.

VIANA, A. N. C. et al. Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações. 1ª ed. Campinas. SP, 2012.