

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CLAUDINEI RODRIGUES FERRAZ
LUIZ FRANCISCO CAVASSIN NETO

PROJETO DE SERVIÇOS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

CURITIBA

2020

CLAUDINEI RODRIGUES FERRAZ
LUIZ FRANCISCO CAVASSIN NETO

PROJETO DE SERVIÇOS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Projeto apresentado como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Energias Renováveis e Eficiência Energética. Curso de Pós graduação em Energias Renováveis e Eficiência Energética, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

CURITIBA

2020

RESUMO

A proposta do presente projeto é apresentar orientações de eficiência energética em empresas de modo a utilizar a energia eficientemente conciliando os custos de investimento e os custos operacionais. Alguns fatores que contribuem para o desperdício são, por exemplo, equipamentos subdimensionados ou superdimensionados, edificação antiga, inexistência de controles automáticos, manutenção inadequada ou também funcionários despreparados para gerenciamento da energia, problema esse que pode ser resolvido se maneira rápida e simples. Os objetivos principais são a análise da matriz energética da empresa e as oportunidades de redução do consumo de energia elétrica envolvendo os principais usos finais de energia, contribuindo dessa forma com a sustentabilidade energética da empresa/cliente e redução do desperdício. O uso eficiente de energia se constitui num pressuposto essencial para a concretização de uma estratégia energética em bases sustentáveis. Oferecer um serviço de avaliação energética, aproveitar melhor o potencial de conservação de energia intervenções eficientes de redução de consumo, oferecer orientações aos colaboradores, reduzir o gasto mensal da empresa e obter retorno financeiro em cima da redução da fatura mensal de energia.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Consumo consciente. Energia.

ABSTRACT

The proposal to present cost efficiency and energy efficiency in business projects in order to use energy efficiently reconciling operating costs. Some factors that contribute to waste management are, for example, troublesome or oversized men, troublesome or oversized men for automatic control equipment, maintenance or maintenance also of automatic control features that can be resolved quickly and simply. The main objectives are the main uses of the company's energy matrix and opportunities to reduce the company's/customer's energy consumption and to reduce the company's energy consumption. The efficient use of energy is essential for an efficient strategy on an efficient basis. Offer a consumption reduction service, optimize the consumption reduction service and maximize the energy consumption reduction potential of efficient consumption reduction, offer a monthly consumption reduction service of the company, reduce the monthly consumption of the company and obtain a financial return on the monthly energy bill.

Keywords: Energy Efficiency. Conscious consumption. Energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – OPORTUNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.....	07
FIGURA 02 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO ELÉTRICO DOS PRINCIPAIS SETORES.....	10
FIGURA 03 – CUSTO MÉDIO DA ENERGIA ELÉTRICA PARA A INDÚSTRIA NO BRASIL.....	11
FIGURA 04 – RANKING DAS OPORTUNIDADES DE APLICAÇÃO DAS MEDIDAS DE EE.	12
FIGURA 05 – SEQUENCIA DE ATIVIDADES.....	13
FIGURA 06: REUNIÃO COM CLIENTE INTERESSADO.....	16
FIGURA 07: LINHA DO TEMPO.....	18
FIGURA 08: MONETIZAÇÃO.....	19
FIGURA 09: ESTRUTURA ESQUEMATICA DOS PROCESSOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E BEBIDAS.....	20
FIGURA 10 – MODELO DE PLANILHA PARA DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO I.....	22
FIGURA 11 – MODELO DE PLANILHA PARA DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO II.....	22
FIGURA 12: MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS ENERGÉTICAS.....	30
FIGURA 13: TERMOGRAFIA EM INSTALAÇÕES ELETRICAS, PERDA DE ENERGIA POR EFEITO JOULE.....	33
FIGURA 14: SISTEMAS DE DOMUS LINEARES – ENTRADAS DE LUZ CRIADAS NO TELHADO PARA APROVEITAMENTO DA LUZ SOLAR.....	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MÉTODO PARA CLASSIFICAR MEES EM FUNÇÃO DO CUSTO.....	25
TABELA 2 – EXEMPLO DE TABELA MEES COM INDICAÇÃO DE CUSTOS E ECONOMIAS.....	26

CONTEÚDO

1.	INTRODUÇÃO.....	06
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO: O CONSUMO E A ENERGIA.....	06
1.2	ENERGIA ELÉTRICA.....	07
1.2.1	A Lei de Eficiência Energética.....	08
1.2.2	O Plano Nacional de Eficiência Energética.....	09
1.3	JUSTIFICATIVA.....	09
1.4	HIPÓTESE.....	12
1.5	OBJETIVO.....	13
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.	METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	16
3.1	PROJETO DA EMPRESA.....	16
3.2.	METODOLOGIAS DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	19
3.3	ANÁLISE ECONÔMICA.....	23
3.4	INTERVENÇÕES.....	28
3.4.1.	Ações de boas práticas.....	29
3.4.2.	Refeitórios.....	30
3.4.3.	Conta de energia.....	31
3.4.4.	Sistema elétrico e instalações.....	33
3.4.5.	Maquinas Elétricas.....	35
3.4.6.	Sistemas de Iluminação.	36
3.4.7.	Fornos elétricos.....	38
3.4.8.	Ar condicionado e ventilação.....	39
3.4.9.	Sistemas de Refrigeração.....	41
3.4.10.	Circuito de Água Gelada.....	41
3.4.11.	Elevadores e Escadas Rolantes.....	44
3.4.12.	Baixo Fator de Potência.....	45
3.4.13.	Correção por Capacitores.....	45
4.	DISCUSSÃO.....	46
5.	CONCLUSÕES.....	47
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO: O CONSUMO E A ENERGIA.

A energia é um importante insumo na produção dos mais variados produtos industriais. O desperdício de energia em nosso país é imenso: segundo dados do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (Procel), em 2009, ele foi de 40 milhões de kWh, com um custo equivalente a 2,8 bilhões de dólares. Desse total, 22 milhões de kWh são foram pelos consumidores e 18 milhões pelas próprias concessionárias! Isso nos mostra o quanto ainda se pode avançar nesse objetivo.

É necessário conservar e estimular o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores socioeconômicos do Brasil, sendo de grande importância para o País à adoção efetiva de medidas de economia de energia e o consequente impacto destas ações. Neste cenário destaca-se a indústria, não só pelo elevado potencial de conservação de energia do seu parque, como também pela sua capacidade produtiva como fornecedora de produtos e serviços para o setor elétrico.

Frente às diversas dificuldades enfrentadas atualmente com relação ao suprimento de energia, principalmente para as necessidades pessoais, torna-se primordial o controle e os estudos sobre os meios e procedimentos para que a sustentabilidade energética do país seja equilibrada com a demanda e o consumo existentes.

Considerando que parte da demanda por energia pela sociedade, em especial a indústria, será suprida pela construção de hidrelétricas que precisam de reservatórios para armazenagem de água ou por termoelétricas que produzem energia através da queima de algum combustível fóssil, o real impacto da Eficiência Energética implicaria reduzir a necessidade de novos investimentos, contribuindo para mitigar os impactos ambientais.

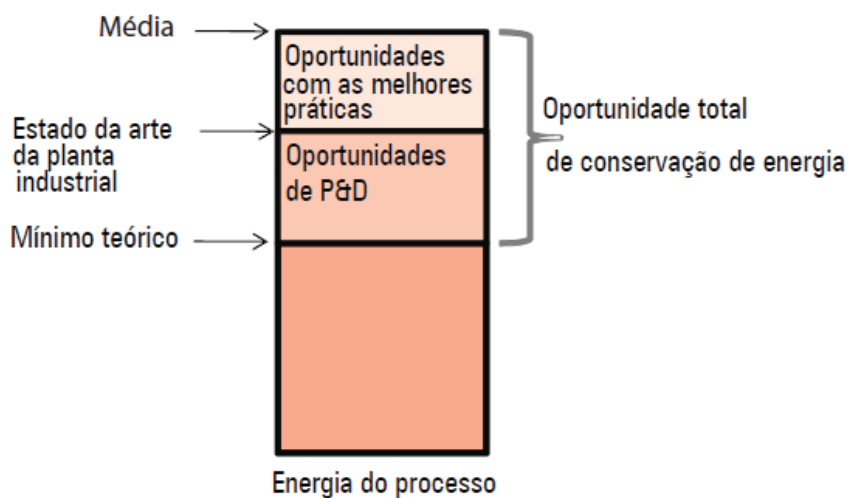
Melhorar a eficiência energética no setor industrial é uma necessidade latente. Além de ser um dos setores de maior consumo energético, esta é uma

demanda do mercado. Isto, uma vez que além de melhorar o uso do recurso energético e contribuir com o meio ambiente, o ganho em eficiência reduz os custos da produção, representando, assim, um saldo positivo para a empresa.

Sabe-se que a energia pode representar até um terço dos custos de produção, dessa forma, o ganho na conservação de energia traz enormes benefícios a este setor, pois torna a empresa mais competitiva e diminui o preço dos produtos aos consumidores. Além disso, o grande uso de energia neste setor e o grande potencial de economia de energia fazem dela um alvo atraente para melhorar a segurança energética e melhorar as questões das emissões de gases de efeito estufa, e, conseqüentemente, a questão climática.

Alguns fatores que contribuem para o desperdício são, por exemplo, equipamentos subdimensionados ou superdimensionados, edificação antiga, inexistência de controles automáticos, manutenção inadequada ou também funcionários despreparados para gerenciamento da energia.

FIGURA 01 – OPORTUNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA



FONTE: CNI/ELETROBRAS (2010)

1.2 ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica envolve o movimento de corrente elétrica através de condutores, sendo uma forma muito útil de energia pela capacidade de

desempenhar muitas funções. Em última instância, a energia elétrica, ou eletricidade, também acaba como energia térmica na forma de calor sensível. Alguns dispositivos como aquecedores elétricos, convertem a energia diretamente; outros dispositivos, como motores, convertem a eletricidade em energia mecânica, que eventualmente se torna calor. O truque para aperfeiçoar o uso de eletricidade é maximizar a quantidade de trabalho feita pela eletricidade antes que ela seja perdida na forma de calor. Logicamente isso também envolve o aperfeiçoamento do uso da energia mecânica.

Em geral, edifícios públicos ou privados apresentam oportunidades significativas de redução de tarifas de energia elétrica através de um gerenciamento da instalação com a adoção de equipamentos mais eficientes, alterações de algumas características arquitetônicas, mudança no hábito dos usuários como também projetos arquitetônicos que visam o melhor aproveitamento dos recursos naturais existentes. O gerenciamento energético de qualquer instalação requer a implementação de estratégias adequadas e planejadas partindo desde uma simples conta de energia elétrica até uma substituição de equipamentos.

1.2.1 A Lei de Eficiência Energética

A Lei de Eficiência Energética A Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, estabelecendo “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos fabricados ou comercializados no País”. É a chamada “Lei de Eficiência Energética”. Em 19 de dezembro de 2001, o Decreto nº 4.059 veio a regulamentar a Lei, instituindo o CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética, encarregado de operacionalizar o estabelecido pela lei. Estudo realizado em 2012 aponta que os equipamentos regulamentados e em regulamentação serão capazes de reduzir o consumo de energia elétrica em 14 TW·h/ano em 2030 e a demanda de ponta em 9 GW. Em junho de 2012, iniciou-se a gradativa retirada das lâmpadas incandescentes ineficientes do mercado, a começar pelas de potência maior que 100 Watts. Os benefícios energéticos desta medida, nos próximos vinte anos,

representarão cerca de 10 TW·h/ano, equivalendo à expansão de 2.433 MW na oferta, proporcionando uma economia de aproximadamente R\$ 6 bilhões em custos de geração, transmissão e distribuição. A implementação destas medidas são parte do esforço do governo federal no sentido de promover a eficiência energética no Brasil, alinhando-se com as premissas e diretrizes do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf)

1.2.2 O Plano Nacional de Eficiência Energética

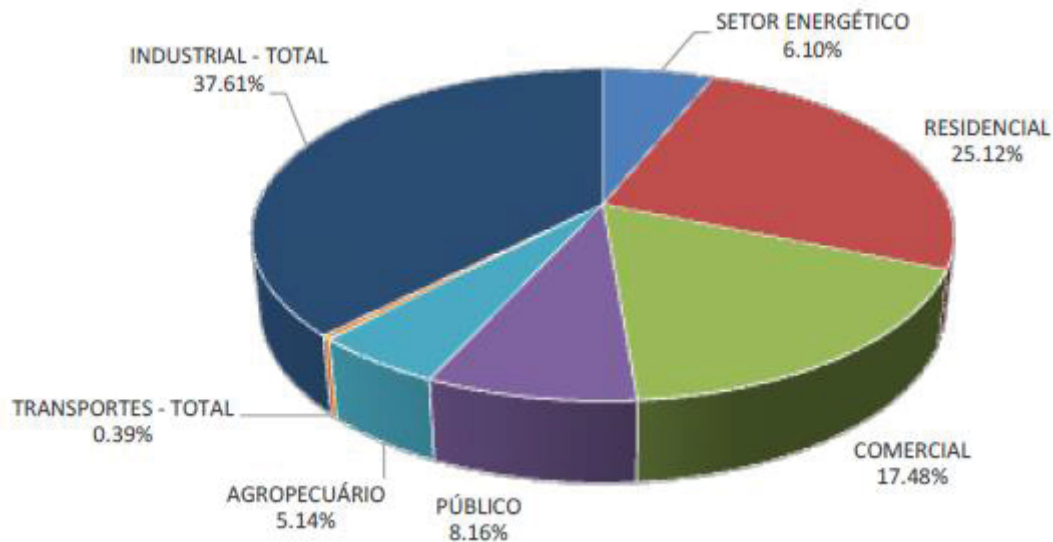
Para fazer frente ao desafio de economizar 10% de energia no horizonte de 2030, o Plano Nacional Eficiência Energética (PNEf) objetiva alinhar os instrumentos de ação governamental, orientar a captação dos recursos, promover o aperfeiçoamento do marco legal e regulatório afeto ao assunto, constituir um mercado sustentável de Eficiência Energética e mobilizar a Sociedade brasileira no combate ao desperdício de energia, preservando recursos naturais. O MME tem a responsabilidade de coordenar as atividades de implantação do Plano acionando ou promovendo negociação com outros órgãos do Governo Federal, Congresso Nacional, Estados, Municípios, Associações, Confederações, Universidades e instituições representativas.

1.3 JUSTIFICATIVA

O setor industrial no Brasil é o maior consumidor de energia, correspondendo a 37,7% em 2017. Existem duas situações que são: empresas já existentes ou em fase de construção, como o número de existente é bem maior do que as que estão sendo construídas, torna-se como grande desafio, o combate de desperdício de energia nos estabelecimentos já construídos.

Mostra-se a distribuição do consumo elétrico dos principais setores brasileiros em 2015, sendo que o setor industrial representa 37,61% do consumo elétrico total no Brasil (EPE, 2016).

DOS PRINCIPAIS SETORES



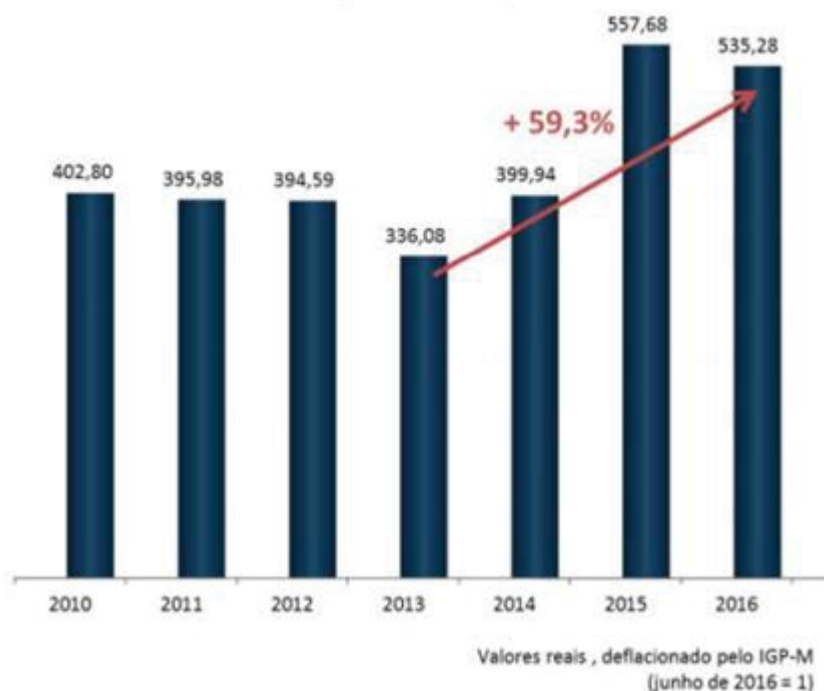
FONTE: EPE (2016)

Considerando as seguintes questões: Como o nível real de consumo de energia de sua fábrica se compara àquele do mês passado ou do ano passado? Você utiliza mais ou menos energia para fabricar seus produtos ou operar sua fábrica do que a média para o seu segmento industrial?

As respostas à essas questões podem começar a revelar a dimensão da oportunidade de economia de energia para uma fábrica ou instalação.

Sob uma perspectiva de planejamento, as respostas também permitirão estabelecer metas de economia realistas para um programa de gerenciamento de energia. Consequentemente, essa análise nos leva a uma atividade de gerenciamento de energia importante, a de monitoração e estabelecimento de metas.

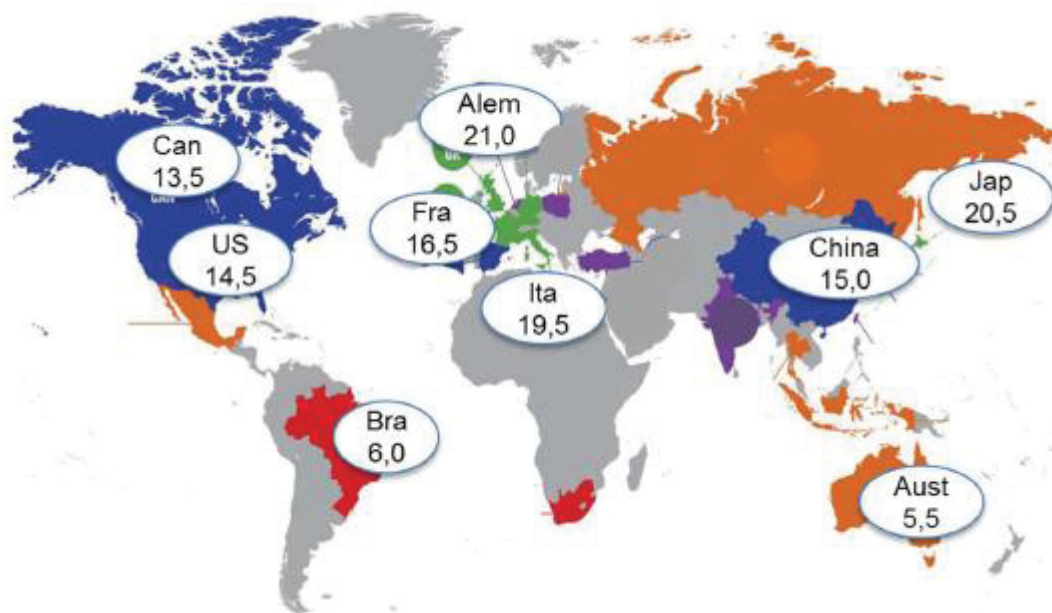
FIGURA 03 – CUSTO MÉDIO DA ENERGIA ELÉTRICA PARA A INDÚSTRIA NO BRASIL.



FONTE: SISTEMA FIRJAN (2016)

Em 2016 foi elaborado um relatório internacional referente ao desempenho dos esforços nacionais em relação às medidas de eficiência energética adotadas em vinte e três países, medindo inclusive as oportunidades de melhorias. Esses dados são apresentados na Figura 4 (YOUNG, R. et al., 2014). Enquanto alguns países, como Alemanha e Japão, têm pontuação elevada no ranking, mais de vinte pontos, o Brasil tem somente seis pontos, sendo que as políticas que contribuem para esta pontuação são, por exemplo, acordos voluntários, auditorias energéticas e capacidade instalada de cogeração.

FIGURA 04 – RANKING DAS OPORTUNIDADES DE APLICAÇÃO DAS MEDIDAS DE EE.



FONTE: FABBRIANI (2017)

1.4 HIPÓTESE

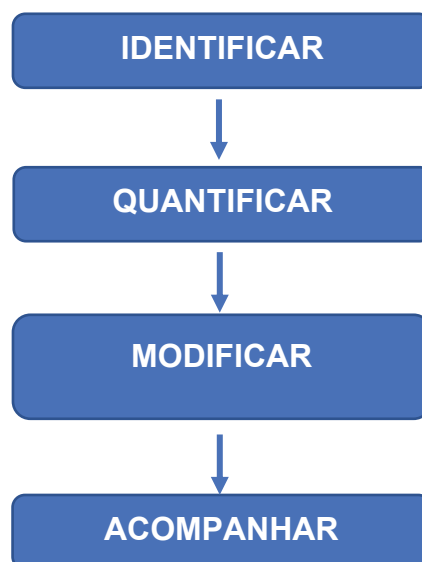
Analisar como é o processo produtivo do seu cliente, ou seja, tem que conhecer o *porquê* e o *para quê* de cada setor, parte e máquina da instalação;

- Realizar o levantamento de cargas da instalação, o mais minuciosamente possível;
- Projetar as melhorias, apresentando o custo estimado tanto individual como global;
- Propor ao cliente o seu projeto de substituição de equipamentos, bem como as modificações de regime de funcionamento das instalações, com os custos pertinentes e economia a ser gerada;
- Acompanhar a execução de projeto, até a conclusão, redirecionando-o quando necessário, e verificando se o resultado almejado foi alcançado. Caso não tenha sido alcançado, corrigir todo ou parte do processo.
- Receber um valor percentual sobre a economia de energia obtida.

Apresentar e discutir os principais métodos e procedimentos de auditoria energética, que mediante uma abordagem sistemática dos fluxos energéticos em um dado sistema, visa determinar quem, quanto e como se está consumindo energia e fundamentar a implantação de programa de uso racional de insumos energéticos.

- **Etapa 01:** Diagnóstico energético;
- **Etapa 02:** Elaboração de projeto básico;
- **Etapa 03:** Elaboração do projeto executivo;
- **Etapa 04:** Execução das obras e reparos;
- **Etapa 05:** Fiscalização e acompanhamento dos resultados.

FIGURA 05 – SEQUENCIA DE ATIVIDADES



FONTE: PROCEL 2006

1.5 OBJETIVO

Identificar as oportunidades de redução de custos por meio de ações voltadas para a eficiência energética.

Identificar Custos com energia: Demanda, Energia Consumida, Horário de consumo, Fator de potência, Fator de carga.

Identificação das possibilidades de economia; uma vez feito esse inventário, viabiliza identificar as oportunidades de diminuição do consumo e da demanda.

Ter o perfil de consumo dos últimos 12 meses com objetivo de fazer a média e calcular a economia nos próximos 12 meses.

Oferecer um serviço personalizado de diagnóstico e intervenções, de acordo com a necessidade de cada empresa.

Desenvolver um rol de empresas de serviços terceirizados parceiras, assim existindo a necessidade, terceirizar alguns serviços especializados, como por exemplo, manutenção de máquinas ou instalação de painéis fotovoltaicos com os custos repassados ao cliente.

Reduzir custos operacionais. Gastar menos energia, mantendo os níveis de produtividade.

Obter retorno financeiro sobre a economia e redução de valor de energia na empresa/cliente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A implantação de programas, projetos e atividades de conservação e uso eficiente de energia pelos diversos segmentos industriais, deve ser permanentemente estimulada, considerando-se os desafios que o setor energético vem enfrentando para atender a demanda em todas as regiões do país.

A rigor, promover a eficiência energética é essencialmente utilizar o conhecimento de forma aplicada empregando os conceitos da engenharia, da economia e da administração aos sistemas energéticos. Contudo, dado à diversidade e complexidade desses sistemas, é interessante apresentar técnicas e métodos para definir objetivos e ações para melhorar o desempenho energético e reduzir as perdas nos processos de transporte, armazenamento e distribuição de energia.

A grande maioria dos consumidores só percebe que está gastando muita energia quando sua conta de fornecimento fica muito alta.

O primeiro passo para solucionar qualquer problema é reunir a maior quantidade possível de informações que possam ajudar a resolvê-lo.

O consumo de energia elétrica é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Ele reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população em adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como eletrodomésticos e eletroeletrônicos.

No entanto, fatores favoráveis relacionados a uma matriz energética majoritariamente composta por fontes renováveis podem muitas vezes criar uma falsa impressão de não haver a necessidade de utilizar os recursos naturais de forma racional, estimulando assim o desperdício e a forma irracional com que são utilizados (MANGIAPELO, 2012).

Neste panorama, o problema de suprimento não se limita apenas à necessidade de gerar cada vez mais energia elétrica, mas, primeiramente, a eliminar desperdícios, buscando o máximo de desempenho com o mínimo de consumo (ELETROBRAS, 2005).

Conforme pontuado por Irrek e Thomas (2006), a racionalização do uso de energia elétrica apresenta-se como alternativa de baixo custo e de curto prazo de implantação, além de impactar positivamente o meio ambiente. Sendo assim, os princípios de conservação de energia pretendem diminuir o consumo e, conseqüentemente os custos, sempre levando em consideração que não se perca a qualidade dos processos produtivos proporcionada pelo uso da energia elétrica.

Diante deste princípio, Godoi (2011) indica que a eficiência energética consiste em um conjunto de ações que resulta na diminuição da demanda energética, sem prejuízo da quantidade e da qualidade dos bens e serviços produzidos. Frente à esta demanda, tem-se introduzido em todo o mundo uma série de leis, auditorias e certificações relacionadas à energia nas últimas décadas. Somado a estes fatores, o aumento do custo de energia tem impulsionado significativamente os consumidores à adoção de práticas de conservação e, conseqüentemente, à redução do consumo.

3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

3.1. PROJETO DA EMPRESA

EPHIGREEN EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

JUSTIFICATIVA

O custo com energia elétrica pesa nos ativos das empresas. Muitas empresas podem diminuir seu consumo com simples ajustes e alterações.

FIGURA 06: REUNIÃO COM CLIENTE INTERESSADO.



FONTE: AUTORES (2020)

OBJETIVO SMART

Oferecer um pacote de serviços e soluções personalizadas para a redução do consumo e conscientização do consumo adequado de energia elétrica.

BENEFÍCIOS

Plano de conhecimento e conscientização sobre o consumo energético da empresa;

- Melhorar e garantir a segurança nas instalações elétricas da empresa;
- Desenvolvimento e aplicação tecnológica;

- Redução do consumo energético.

PRODUTO

- Análise energética x projetos;
- Análise de eventos e ocorrências;
- Análise de dispositivos, equipamentos e instalações elétricas;
- Análise luminotécnica e readequação;
- Intervenção técnica;
- Help desk;
- Desenvolvimento de Planos e rotinas econômicas.

REQUISITOS

- As análises devem ser feitas por profissionais qualificados;
- A empresa deve manter sua rotina normal de funcionamento durante o período de avaliação técnica;
- Devem ser disponibilizadas as faturas da conta de energia elétrica de no mínimo 12 meses para análise do consumo por estação.

STAKEHOLDERS

- Proprietário, diretor, gerente, gestor e responsáveis técnicos;

EQUIPE

- Gerente de projetos;
- Engenheiros;
- Técnicos e eletricitistas;
- Empresas terceirizadas parceiras

RESTRIÇÕES

- Empresas com menos de um ano de funcionamento;
- Empresas irregulares com empresas de energia e bombeiros.

PREMISSAS

- Contas de energia elétrica;
- Histórico de consumo dos últimos 12 meses.
- Dados de equipamentos;

- Horários e rotinas da empresa;
- Projeto elétrico da empresa.

RISCOS

- Dificuldade ao acesso de dados da empresa;
- Risco de inadimplência;

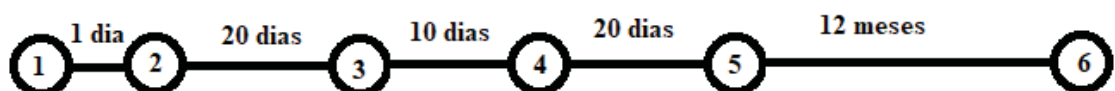
GRUPO DE ENTREGAS

- Avaliação do consumo energético da empresa;
- Elaboração do projeto e planos de ações;
- Apresentação do projeto e planos;
- Intervenção técnica;
- Análise dos resultados;
- Acompanhamento do serviço prestado.

LINHA DO TEMPO

1. Apresentação;
2. Avaliação;
3. Desenvolvimento;
4. Aplicação;
5. Acompanhamento.
6. Finalização.

FIGURA 07: LINHA DO TEMPO



FONTE: AUTORES (2020)

CUSTOS

Os custos devem ser analisados individualmente, podendo ser muito baixos apenas com intervenções e orientações simples, até custos mais altos com implementação de sistemas de geração de energia.

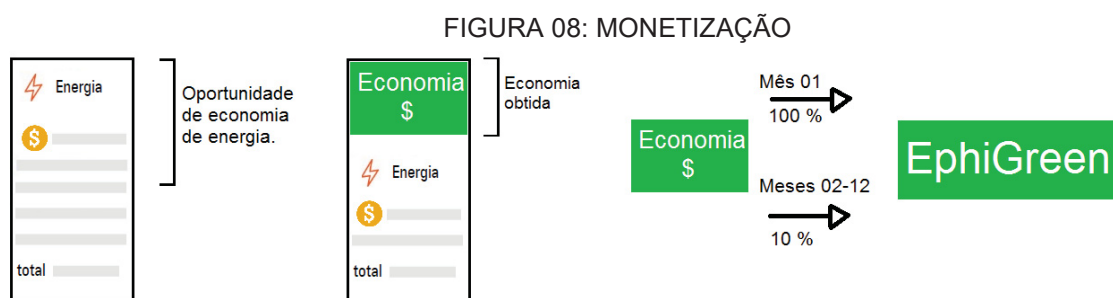
Existem os custos de logística e dias trabalhados pelos participantes da empresa, sendo esses custos arcados pelos próprios desenvolvedores deste projeto.

Os custos iniciais podem ser obtidos através de cotações com fornecedores. É boa prática manter um banco de dados atualizado de custos já levantados, sempre anotando a data da cotação. Deve-se levar em conta os custos de todos os materiais que compõem uma medida, e a mão-de-obra.

MONETIZAÇÃO

A proposta de retorno financeiro será em cima de um percentual a ser negociado da economia de energia oferecida ao cliente/empresa.

O trabalho aplicado na empresa será capaz de obter redução no consumo energético, conseqüentemente redução no valor da fatura de energia. Nesta etapa do projeto a proposta de cobrança da empresa/cliente pelo serviço prestado será de 100% do valor economizado no mês 01, completo após intervenções, mais 10% do valor economizado nos meses 02 até 12.



FONTE: AUTORES (2020)

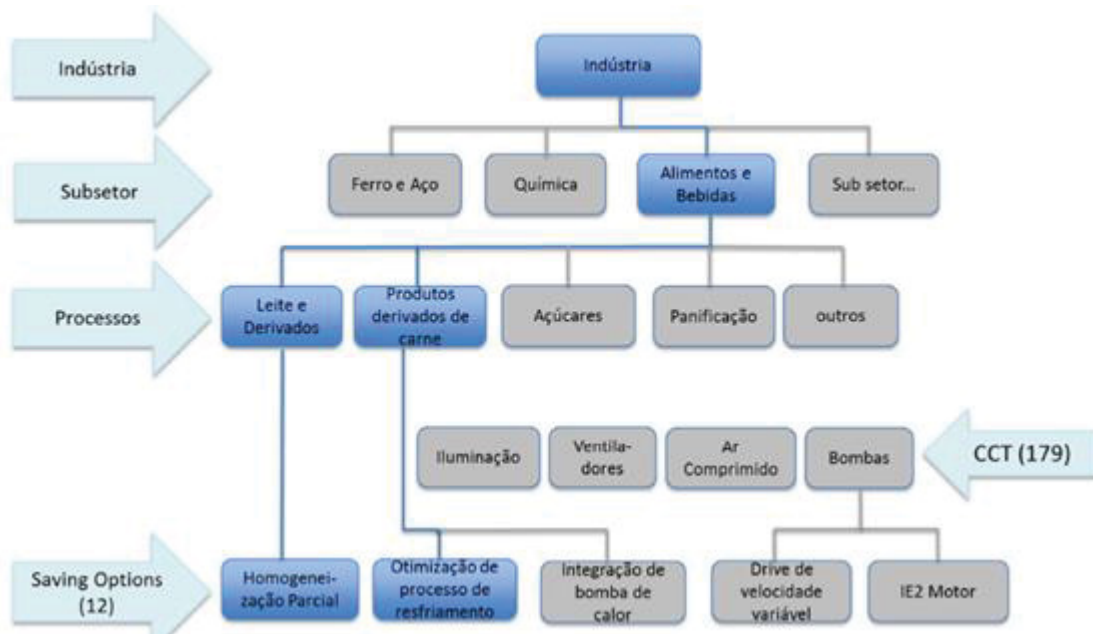
3.2. METODOLOGIAS DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Análise de energia, taxas e tarifas, cálculo de contas de eletricidade. Algumas perdas de energia podem ser avaliadas quantitativamente através de cálculos específicos que comprovam como andam alguns equipamentos da instalação.

É preciso conhecer, diagnosticar a realidade energética, para então estabelecer as prioridades, implantar os projetos de melhoria e de redução de perdas e acompanhar seus resultados, em um processo contínuo.

Por exemplo, um supermercado em geral apresenta como matriz energética a maior parte do consumo em sistemas de refrigeração, ar condicionado e iluminação. Sendo assim, é primordial que o controle em cima desses fatores seja de grande importância para a redução do consumo de energia nessas edificações.

FIGURA 09: ESTRUTURA ESQUEMATICA DOS PROCESSOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E BEBIDAS



FONTE: FABBRIANI (2017)

O início ordenado e a continuidade de um programa de eficiência energética começam através da resposta às seguintes questões:

- Quanta energia está sendo consumida?
- Quem está consumindo energia?
- Como se está consumindo energia, com qual eficiência?

Diagnostico Energético- Visa estudar as unidades consumidoras industriais e comerciais, essencialmente levantando o perfil de consumo por uso final e comparando com uma amostra dos principais setores produtivos. Requer algum levantamento de dados em campo, *(já desenvolver um banco de dados próprio)* que são processados e permitem identificar qualitativamente os pontos críticos e indicar necessidades de atuação em equipamentos específicos, através de relatórios padronizados.

Auto avaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica-Trata-se de um roteiro simples para identificar pontos de desperdício e avaliar expeditamente as economias conseguidas com sua eliminação, em um trabalho a ser realizado pelo próprio consumidor. Visa diretamente as indústrias e não considera a utilização dos combustíveis.

Estudo de Otimização Energética – Inclui análises econômicas e considera tanto o uso de combustíveis como a energia elétrica, já se propondo alternativas e priorizando as ações para melhorar a eficiência energética.

Estudo de Otimização Energética, embora demorado, é o mais indicado para um tratamento integral do uso racional de energia.

Considerando uma abordagem bem genérica a ser adaptada caso a caso, a sequência de atividades apresentada na Figura 05. Pode ser adotada para o desenvolvimento de uma avaliação energética.

O relatório de diagnóstico energético deve informar claramente ao cliente as informações que ele precisa saber para tomar decisões sobre o desempenho energético da empresa. Portanto, deve ser claro, conciso, objetivo e visualmente bem apresentado.

Evidentemente, qualquer estudo dos fluxos energéticos em uma empresa, com o propósito de racionalizar o uso de eletricidade e/ou combustíveis ou reduzir os custos com energia pode ser considerado uma auditoria energética, não sendo obrigatório seguir as metodologias padronizadas expostas no tópico anterior. Cabe mesmo comentar as possibilidades de aperfeiçoamento e adaptação destes métodos, a requerer um permanente esforço de estudos e desenvolvimento.

FIGURA 10 – MODELO DE PLANILHA PARA DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO I

Perfil de consumo						
Ano	Consumo Anual (MWh)	Demanda Média (kW)				
2010						
2009						
2008						

Soluções propostas que podem ser acompanhadas no Projeto Executivo						
Medida Eficiente	Consumo (MWh/ano)			Finanças (R\$)		Payback Simples (meses)
	Atual (MWh/ano)	Proposto (MWh/ano)	Economia (MWh/ano)	Economia Anual (R\$)	Investimento ¹ (R\$)	
Sistema de Iluminação						
Sistema de Climatização						
Sistema de XXXXXXXX						
Total do Projeto						

¹ Esses valores são estimados, podendo sofrer variações ao longo do tempo e de acordo com o fornecedor escolhido.

FONTE: SEBRAE 2012

FIGURA 11 – MODELO DE PLANILHA PARA DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO II

Soluções propostas – Resumo Global									
CNPJ	Razão Social	Consumo Médio Anual Global (MWh)	Consumo dos sistemas analisados (MWh/ano)				Finanças (R\$)		
			Atual	Proposto	Economia	% de economia em relação ao total da empresa	Economia Anual	Investimento	Payback (meses)

Soluções que NÃO podem ser acompanhadas no Projeto Executivo	
Solução proposta	Resultados esperados

Soluções de boas práticas	
Solução proposta	Resultados esperados

FONTE: SEBRAE 2012

Softwares

Existem softwares para auxiliar na execução de diagnósticos energéticos, disponibilizados gratuitamente através do portal Procel Info (www.procelinfo.com.br).

As ferramentas padronizam a visita técnica, organiza o registro de dados levantados, automatiza os cálculos de separação de consumos por uso final, gera o gráfico de benchmarking do edifício, propõe e calcula medidas de eficiência energética e permite a exportação para relatório em Word.

É importante frisar, contudo, que o software não substitui o consultor ou auditor, sendo a experiência, conhecimento técnico, observação e capacidade analítica, condições necessárias para a qualidade do diagnóstico.

Um importante recurso nessa direção é o aplicativo *Mark IV Plus*, um pacote de programas computacionais disponibilizados pela Eletrobrás exatamente como ferramenta para execução de auditorias e análises de desempenho de sistemas energéticos, considerando caldeiras, sistemas de cogeração, fornos e estufas, sistemas de iluminação, motores elétricos, quadros de distribuição, transformadores, tubulações e sistemas de ar condicionado e refrigeração. Este programa incorpora ainda recursos para estudos de viabilidade econômica e análises tarifárias, podendo ser de efetiva aplicação na caracterização das perdas e sua hierarquização para progressiva implementação das medidas de eficiência energética.

3.3. ANÁLISE ECONÔMICA

Qualquer que seja a decisão de investimento em alternativas e projetos de economia e uso eficiente de energia elétrica é necessário submeter as alternativas possíveis à análise de viabilidade técnica e econômica. Os índices que melhor expressam a atratividade, ou não, do investimento em eficiência energética são: o valor presente líquido, o valor anual líquido, a taxa interna de retorno e o tempo de retorno do capital (payback).

A aprovação e implantação das medidas dependem, em grande parte, de sua viabilidade financeira. Por isso, é muito importante realizar essa avaliação antes de apresentá-las ao cliente, diretor, proprietário ou outro tomador de decisão.

A avaliação financeira deve levar em conta o custo inicial de investimento bem como as economias esperadas, considerando o tempo de vida útil da medida. Há quatro formas de avaliação que são mais usadas, dependendo dos critérios do cliente e do projeto.

Payback simples. Esta é a análise mais comum e mais fácil de calcular, e que geralmente é utilizada em diagnósticos energéticos de nível 1 ou 2. No entanto, ela não considera o valor do dinheiro no tempo, nem a vida útil dos equipamentos. Por isso, para paybacks mais longos, acima de 3 anos, recomenda-se utilizar uma das outras opções.

$$\text{Payback simples (meses)} = \frac{\text{Custo inicial (R\$)}}{\text{Economia mensal } \left(\frac{\text{R\$}}{\text{mês}}\right)} \quad (1)$$

VPL. O valor presente líquido é um cálculo que considera o custo inicial e o ganho anual de uma medida, durante um período determinado (vida útil), aplicando-se uma determinada taxa de desconto. É utilizado para avaliar a viabilidade levando em conta o valor do dinheiro no tempo. Usando a taxa mínima de atratividade (TMA) do cliente, se o VPL for positivo, a medida é considerada viável.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - CF_0 \quad (2)$$

Sendo:

CF_T = Alteração em fluxo de caixa

CF_0 = Alteração em fluxo de caixa no primeiro ano (investimento)

k = taxa de desconto

n = números de anos de vida útil

t = tempo

TIR. A taxa interna de retorno é usada para comparar o retorno financeiro de uma MEE com o de um outro investimento atrativo para o cliente (TMA). Matematicamente, é a taxa de desconto para a qual o VPL é zero. O TIR é muito utilizado nas empresas para tomar decisões de investimentos. A medida é considerada viável se seu TIR for maior que a TMA. Tanto o VPL quanto o TIR podem ser calculados no Excel usando os comandos VPL e TIR.

Custo de ciclo de vida. Pouco usada no Brasil, a análise de custo de ciclo de vida compara diferentes medidas entre si, considerando o custo total da vida útil delas, incluindo futuro descarte ou substituição.

As medidas podem ser classificadas, de acordo com o seu custo de implementação, em medidas de zero e baixo custo, medidas de médio custo e medidas de investimento / alto custo.

TABELA 1: MÉTODO PARA CLASSIFICAR MEES EM FUNÇÃO DO CUSTO.

1. Zero e baixo custo	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas que podem ser feitas por pessoal interno; • Não há necessidade de Capex específico para o projeto; • São em geral medidas operacionais.
2. Médio Custo	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas que exigem a compra ou substituição de algum equipamento; • Estudos preliminares de payback e priorização; • Implantação geralmente simples.
3. Investimento	<ul style="list-style-type: none"> • São as que necessitam de grande quantidade de investimento; • Precisam de estudos de payback e de risco; • Aproveitar “momentos de oportunidade”, para a realização de retrofits.

FONTE: CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2016).

TABELA 2 – EXEMPLO DE TABELA MEES COM INDICAÇÃO DE CUSTOS E ECONOMIAS.

Medidas	Categoria	Custo inicial	Economia anual (R\$/ano)	Payback
Reduzir demanda contratada em 600kV	Gestão	Zero	R\$ 137.860	Imediato
Desligar a central de água gelada aos domingos	Estratégia operacional	Zero	R\$ 92.000	Imediato
Campanha de sensibilização para desligamento correto de computadores	Elétrico e tomadas	Zero	R\$ 13.600	Imediato
Aumentar setpoint de temperatura nos CPDs	CPD	Zero	R\$ 8.800	Imediato
Reduzir iluminação em subsolos desocupados	Estratégia operacional	Zero	R\$ 5.000	Imediato
Instalar sensores de CO para controlar a exaustão do subsolo	Ventilação subsolos	R\$ 3.800	R\$ 3.600	2 anos
Trocar Splits do nível C por nível A nos CPDs	Aquecimento ventilação e ar-condicionado	R\$ 14.000	Até R\$29.800	6 meses
Substituir lâmpada T8 de 32W por LEDs de 10 W	Iluminação	R\$ 32.180	R\$ 19.700	1 ano e 7 meses
Automação das torres de resfriamentos	Aquecimento ventilação e ar-condicionado	R\$ 38.000	R\$ 20.000	1 ano e 10 meses
Instalar películas de controle solar	Fachada	R\$ 48.000	R\$ 12.000	4 anos e 1 mês
Geração fotovoltaica	Outros	R\$ 980.000	R\$ 108.000	9 anos

FONTE: CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2016).

Os custos de materiais e equipamentos apresentados, bem como as economias estimadas, são simbólicos e não devem ser considerados para futuros orçamentos, pois dependem de fatores como época da cotação, fabricante, localização geográfica, tarifa vigente e especificidades de cada empresa.

Financiamento de Medidas de Eficiência Energética (MEEs)

É comum as medidas propostas não serem implementadas, mesmo aquelas com payback baixo e TIR atrativo, devido ao custo, ou seja, a uma

decisão empresarial de investir os recursos financeiros disponíveis para outras finalidades.

O Brasil tem várias fontes de investimento em projetos de eficiência energética, entretanto, ainda fica a cargo dos próprios particulares e órgãos públicos a procura por este tipo de investimento.

Procel indústria tem como objetivo a otimização energética de sistemas motrizes, uma vez que foi constatado que a força motriz é a principal fonte energética do setor. Este programa atua em duas frentes de trabalho: o fomento à utilização de motores de alto rendimento; e, a promoção de ações que diminuam as perdas nos sistemas motrizes já instalados. O programa atua por meio de convênios com as Federações Estaduais de Indústrias e este convênio é dividido em quatro etapas, quais sejam: identificar os potenciais de economia de energia; capacitar agentes industriais em eficiência energética; elaborar diagnósticos energéticos nas plantas industriais; e, acompanhar a implementação das ações de melhoria. Para um projeto ser considerado elegível é analisado três aspectos: o potencial de energia a ser economizado; a motivação para a implementação do projeto; e, o potencial multiplicador no segmento industrial respectivo.

Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL, que seleciona projetos para financiar através de chamadas públicas pelas concessionárias de eletricidade, com base no retorno esperado dos projetos. O Programa de Eficiência Energética – PEE, por sua vez, financia projetos de eficiência energética na indústria. Para este programa, as concessionárias e permissionárias de energia elétrica destinam 0,5% do seu rendimento operacional líquido – ROL – para projetos de eficiência energética, em que são financiados por meio de contratos de desempenho. Até o ano de 2017 foram investidos noventa e dois milhões de reais em projetos industriais neste programa.

Proesco trata-se de uma linha de crédito financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES ou por seus agentes, visando estimular projetos de eficiência energética. O financiamento pode ser de até 90% do valor dos projetos de eficiência energética, estando incluso, estudos, projetos executivos, obras, instalações, compra de máquinas e equipamentos novos, serviços técnicos especializados, sistemas de informação, monitoramento e

controle. Os projetos elegíveis a este programa devem estipular a economia de energia, e dentre eles destacam-se a troca de equipamentos por outros mais eficientes, sistemas de cogeração e sistemas automatizados de gerenciamento de energia.

Além disso, o banco avalia a responsabilidade ambiental nas análises de impacto nas suas operações e exige a apresentação de licenças ambientais nos projetos em que apoia.

Também o BNDES Eficiência Energética, para grandes projetos (valor mínimo de R\$ 5 milhões) focados em ar-condicionado, iluminação, cogeração e geração distribuída.

Outra linha de financiamento de projetos de eficiência energética oferecida no Brasil advém do Banco Caixa Econômica Federal – Caixa. Entre as linhas oferecidas estão: investimento em energias renováveis; incentivo às construções habitacionais sustentáveis; promoção de eficiência energética em edificações próprias; e, selo Casa Azul para eficiência residencial.

3.4 INTERVENÇÕES

Antes de ser selecionada para compor o relatório final, cada melhoria deve ser analisada tecnicamente a fim de avaliar se sua implantação no faz sentido do ponto de vista técnico. É importante envolver os gerentes e gestores durante o processo para evitar a sugestão de medidas que não se apliquem ao local ou que já foram previamente descartadas por algum motivo.

As informações descritas abrangem os principais usos de energia elétrica no processo produtivo, visto que a classe industrial apresenta uma grande variedade de atividades.

A conservação de energia na indústria deve ser iniciada por uma campanha de conscientização, com a motivação de todos os empregados, por meio da distribuição de folhetos, cartazes, manuais, notícias em jornais internos. Deve haver a participação de todos os níveis da indústria, com responsabilidades definidas, em que cada uma das ações a serem definidas deve ter responsáveis diretos.

Ações práticas de conservação de energia não podem ser meramente episódicas, mas sim fazerem parte do cotidiano das empresas.

3.4.1. Ações de boas práticas

- Diminuir o consumo de energia elétrica por meio de pequenas interferências no processo produtivo e em outros ambientes de trabalho da empresa;
- Organizar um plano de manutenção que preveja a revisão periódica do funcionamento de máquinas e equipamentos;
- Verificar se os equipamentos estão sendo utilizados de acordo com as suas especificações;
- Estudar a necessidade de novos investimentos em máquinas e equipamentos com melhor rendimento;
- Adequar o consumo e a demanda às reais necessidades da empresa.
- Verificar se a automação do processo redundante em economia de energia.
- Discutir como e o que é cobrado na conta da empresa após levantamento do perfil inicial do cliente, por meio do estudo de consumo versus produção.
- Após levantamento do horário de maior carga da empresa, bem como estudo de como ela funciona, verificar o que contribui para a demanda de suas instalações;
- Feito o inventário de toda a carga, identificar os equipamentos que mais consomem;
- Adequação do consumo, ou seja, eliminação dos gastos desnecessários, evitando-se desperdícios e melhorando seu perfil de demanda, caso seja possível.
- No caso da existência de máquinas que apresentam melhor rendimento, analisando economicamente se é vantajosa a sua substituição.
- Estudo de viabilidade da substituição da energia elétrica por outra mais rentável se for constatada a obtenção de economia de escala ou substituir a energia elétrica da concessionária por energia elétrica de geração própria, ou de cogeração.

FIGURA 12: MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS ENERGÉTICAS



FONTE: PROCEL (2007)

3.4.2. Refeitórios

As seguintes ações foram identificadas como exemplos de ações de “**boas práticas do setor bares e restaurantes**” e podem ser aplicadas nos refeitórios das empresas.

- Desligamento dos fornos que não estão em uso, somente ligá-los em horário de maior movimento da loja.
- Utilizar sempre fornos em sua capacidade máxima, reduzindo o tempo de uso;
- Antes do início de funcionamento da loja, reunir todos os salgados que serão preparados no dia em apenas um freezer, fazendo que apenas um deles seja aberto várias vezes durante o dia.
- Manutenção das borrachas das portas dos freezers e geladeiras, evitando trabalho excessivo do sistema de refrigeração.
- Utilização de equipamentos de refrigeração com selo Procel, selo que garante a eficiência do equipamento, visto que ficam ligados 24 horas por dia, representando grande potencial de economia de energia.
- Quando forem utilizados aparelhos de ar condicionado instalá-los de maneira que a troca de calor seja realizada com o ambiente externo, evitando maior aquecimento do ambiente, melhorando a eficiência dos equipamentos e exigindo menos dos exaustores.
- Manutenção e limpeza dos filtros dos aparelhos de ar condicionado.

- Não utilização de aparelhos de refrigeração em locais quentes, como cozinha, por exemplo, onde os fornos ficam ligados. O calor excessivo diminui a eficiência desses equipamentos.
- Instalação de fotocélulas nos letreiros da loja, evitando que fiquem ligados durante o dia.
- Manutenção das instalações elétricas, evitando as “gambiarras”.
- Aproveitamento da luz natural, principalmente na área de vendas onde a entrada de luz natural é mais comum.

3.4.3. Conta de energia

A conta de eletricidade de cada empresa é única, mas a informação fornecida na conta na maioria dos casos inclui pelo menos os seguintes itens:

1) Quilowatt Hora Consumido (kWh)- esta é a energia consumida desde a última leitura do medidor e pode incluir valores para períodos de pico e fora de ponta.

2) A definição de períodos de ponta e fora de ponta é fornecida pela concessionária na conta ou na tarifa publicada. Tipicamente os períodos de pico podem ser: 18:00 até 21:00 e períodos fora de ponta: 21:00 até 18:00. Geralmente os feriados são incluídos nos períodos fora de ponta.

3) Cobrança de Demanda (kW e/ou kVA) – Esta é a demanda máxima experimentada durante o período de cobrança. Um ou os dois valores podem ser medidos e listados. Se ambos são fornecidos, o fator potência está no momento de demanda máxima. Também, o valor da demanda máxima para ambos os períodos de ponta e fora de ponta podem ser listados.

- Fator de potência é o índice que indica a relação entre a energia ativa e a energia total solicitada pelo consumidor. (aparente).

4) Código de Taxa – Determina que taxa de cobrança é aplicada para as leituras de consumo e demanda. Isto vai depender de sua empresa em particular.

5) Dias – Número de dias cobertos pela conta como é atualmente. É importante notar este aspecto porque o tempo entre as leituras pode variar em até mais ou menos 5 dias, tornando alguns dos custos mensais artificialmente mais altos ou mais baixos do que outros.

6) Data de Leitura – Está na área chamada “Serviço Para – De”. Os dias cobertos e a Data de Leitura podem ser usados para correlacionar aumentos de consumo e demanda com fatores dependentes de produção ou do clima.

A existência de alternativas de enquadramento tarifário permite alguns consumidores escolher o enquadramento e valor contratual de demanda que resultam em menor despesa com a energia elétrica. A decisão, porém, só deve ser tomada depois de adequada verificação dos padrões de consumo e demanda nos segmentos horários (ponta e fora de ponta).

Além de revelar relações entre hábitos e consumo de energia elétrica, úteis ao se estabelecer rotinas de combate ao desperdício, a análise da fatura de energia elétrica é a base para a avaliação econômica dos projetos de eficiência energética.

A análise pode ser dividida em duas partes:

- Enquadramento tarifário e determinação do valor da demanda contratual;
- Correção do fator de potência, caso haja necessidade.

Embora uma análise completa exija certa experiência e conhecimento técnico, com um exemplo servindo de guia e algum treino, qualquer pessoa pode identificar as oportunidades de redução de despesas com a energia elétrica.

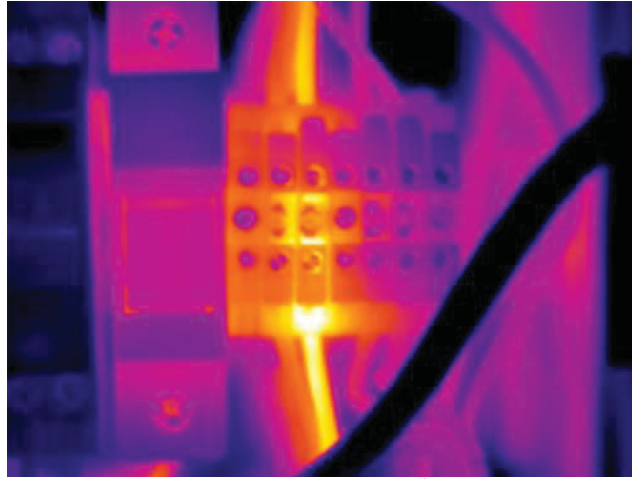
3.4.4. Sistema elétrico e instalações

O sistema elétrico de distribuição de energia de uma instalação industrial pode apresentar diversos arranjos, cujas configurações são definidas em função:

- Da confiabilidade do suprimento desejado de energia elétrica;
- Da regulação de tensão adequada às necessidades das cargas elétricas;
- Da flexibilidade de operação do sistema;
- Da facilidade para a adição de novas cargas;
- Dos investimentos necessários para sua implantação.

Em qualquer arranjo, um sistema de distribuição é constituído de transformadores, disjuntores, chaves seccionadoras, chaves fusíveis, contadores, barramentos, cabos condutores e conectores. Todos esses dispositivos apresentam resistências elétricas e por consequência apresentam perdas Joule. Dessa forma, em qualquer sistema de distribuição de energia elétrica há perdas que podem alcançar valores elevados, aumentando o consumo de energia elétrica. Essas perdas aquecem o ambiente, tornando em muitos casos, necessária a instalação de ventiladores e exaustores, elevando ainda mais o consumo de energia e a demanda de potência solicitada.

FIGURA 13: TERMOGRAFIA EM INSTALAÇÕES ELETRICAS, PERDA DE ENERGIA POR EFEITO JOULE.



FONTE: EVMCONSTRUÇÕES (2019)

Recomendações:

- Implementar transformadores próximos aos principais centros de consumo;
- Evitar sobrecarregar circuitos de distribuição e manter bem balanceadas as redes trifásicas;
- Conductor superaquecido é um sinal de sobrecarga. Substituir este condutor por outro de maior bitola ou redistribuir a sua carga para outros circuitos;
- Dimensionar adequadamente os condutores, sendo que, para cada instalação, deve-se calcular a seção ótima e mais econômica dos condutores, o custo do capital e o preço da energia;
- Para potências elevadas, dar preferência ao transporte de energia em alta tensão, mesmo que isto exija a instalação de um transformador ao lado do equipamento;
- Emendas de fios e cabos devem ser bem feitas, por meio de conectores apropriados, devendo-se dar atenção às emendas de cobre com alumínio;
- Reduzir o comprimento dos condutores: a redução do comprimento dos condutores utilizados, principalmente em baixa tensão, é a forma mais adequada de minimizar perdas ôhmicas pela redução da resistência elétrica;
- Adequar a cargas elétricas indutivas, ou seja, a sua potência de operação deve ser a mais próxima de sua potência nominal;
- Evitar operar uma carga indutiva em vazio, devendo sempre que possível ser desligada da rede nessas condições;
- Sempre manter uma distribuição de cargas equilibradas entre os condutores.

Fugas de Corrente

Uma causa muito comum de perda de energia e o consequente aumento na conta de energia elétrica é a fuga de corrente. Fugas de corrente são um comprometimento da segurança, devendo ser sanadas assim que detectadas. Suas principais causas são:

- aparelhos defeituosos;
- emendas malfeitas ou mal isoladas;
- fios desencapados ou com isolamento desgastado;
- conexões inadequadas ou malfeitas;

Em geral, há necessidade do auxílio de profissional habilitado para a detecção de fugas de correntes, em instalações de médio e grande porte.

Emendas

As emendas de fios e cabos devem ser benfeitas por meio de conectores apropriados, devendo-se dar atenção às emendas de cobre com alumínio, utilizando-se nesse caso conectores bimetálicos.

Isolar as emendas com fita isolante, não utilizando esparadrapos, fitas adesivas etc. As emendas necessárias deverão estar sempre em caixas de passagem e derivações, nunca em eletrodutos.

Não efetuar emendas com fios de seções (bitola) diferentes. Além de perigosas, essas práticas podem aumentar as perdas no sistema.

Equilíbrio de Fases

A distribuição não equilibrada de cargas pelas fases pode causar vários efeitos:

- queima de fusíveis ou desligamento dos disjuntores;
- aquecimento dos condutores e conexões;
- funcionamento inadequado dos equipamentos conectados a uma fase mais carregada que as outras.

O desequilíbrio deve ser corrigido transferindo alguns equipamentos da fase mais carregada para a fase menos carregada. A medição e a transferência da carga devem ser executadas por profissional habilitado.

3.4.5. Maquinas Elétricas

Existem no mercado os motores de alto rendimento, com perdas reduzidas, mais caros que os modelos clássicos, mas cujo uso pode se revelar rentável. Nestes motores aumentou-se a massa de material ativo (cobre e chapas metálicas) de forma a reduzir as perdas no cobre e no ferro.

Recomendações:

- Os motores devem funcionar entre 75% e 90% de sua potência nominal;
- Se a máquina necessitar de duas ou três velocidades diferentes pode-se utilizar um motor assíncrono com 2 ou 3 velocidades;
- Adotar variadores eletrônicos de velocidade para aplicações onde exista variação de carga;
- Utilizar motores de alto rendimento, com perdas reduzidas;
- Evitar utilizar motores superdimensionados;
- Redimensionar corretamente a potência dos motores de acordo com o carregamento;
- Desligar os motores das máquinas quando estas não estiverem operando;
- Verificar se as características do motor são adequadas às condições do ambiente onde está instalado;
- Instalar motores adequados ao ambiente e regime de trabalho;
- Verificar se os dispositivos de partida são adequados;
- Verificar o alinhamento dos motores;
- Verificar e eliminar ruídos e vibrações;
- Manter mancais lubrificados conforme as orientações do fabricante;
- Realizar manutenção preventiva, a fim de eliminar desperdícios, diminuir custos e aumentar a vida útil dos equipamentos;
- Evitar o rebobinamento de motores antigos ou que já sofreram rebobinamento;
- Equilibrar a corrente elétrica nas três fases;

- Evitar variações de tensão;
- Avaliar a viabilidade técnica e econômica de substituir os motores antigos por motores mais eficientes.

3.4.6. Sistemas de Iluminação

Um sistema de iluminação é definido como todos os componentes necessários para atender aos requisitos da iluminação. O bom desempenho de um sistema de iluminação depende de cuidados que se iniciam no projeto elétrico, envolvendo informações sobre luminárias, perfil de utilização, ou tipo de atividade a ser exercida.

FIGURA 14: SISTEMAS DE DOMUS LINEARES – ENTRADAS DE LUZ CRIADAS NO TELHADO PARA APROVEITAMENTO DA LUZ SOLAR.



FONTE: GRUPOMB (2020)

Recomendações:

- Máximo aproveitamento da luz natural;
- Desligar a iluminação em ambientes não ocupados;
- Determinar áreas efetivas de utilização;
- Acertar o nível de iluminação adequado ao trabalho solicitado conforme recomenda a Norma Brasileira;
- Utilizar circuitos independentes para utilização de iluminação parcial e por setores;

- Iluminação localizada e pontos especiais como: máquinas operatrizes, pranchetas de desenho, depósitos etc.;
- Sistemas que permitam desviar o calor gerado pela iluminação para fora do ambiente, visando reduzir a carga térmica dos condicionadores de ar;
- Selecionar cuidadosamente lâmpadas e luminárias buscando conforto visual com mínima carga térmica ambiental;
- Utilizar lâmpadas e luminárias de alta eficiência energética;
- Escolher lâmpadas adequadas a cada tipo de ambiente;
- Selecionar cuidadosamente reatores, buscando a redução das perdas e fator de potência mais alto;
- Utilizar relés fotoelétricos para controlar o número de lâmpadas acesas em função da luz natural no local;
- Recomendar a instalação de sensores de presença;
- Estabelecer um programa periódico de limpeza das lâmpadas e luminárias existentes;
- Verificar luminárias desnecessárias ou com excesso de iluminação;
- Utilizar iluminação artificial somente onde não existir iluminação natural suficiente para o desenvolvimento das atividades;
- Instruir os empregados a desligarem as lâmpadas de dependências desocupadas, salvo aquelas que contribuem para a segurança;
- Reduzir a carga de iluminação nas áreas de circulação, garagem, depósitos, etc., observando sempre as medidas de segurança;
- Rever tetos e paredes com cores escuras, as quais exigem lâmpadas de maior potência para a iluminação do ambiente;
- Verificar a possibilidade de instalar “timer” para controle da iluminação externa, letreiros e luminosos;
- Limpar regularmente as paredes, janelas, forros e pisos. Uma superfície limpa reflete melhor a luz de modo que menos iluminação artificial seja necessária.

3.4.7. Fornos elétricos

Os fornos elétricos e as estufas são equipamentos de aquecimento que consomem volumes expressivos de energia nas instalações industriais.

Apesar de serem considerados equipamentos de elevada eficiência, costumam apresentar perdas significativas, não só nas operações de aquecimento e fusão, como também nas chamadas operações complementares, como o carregamento e transporte do material aquecido.

Recomendações:

- Havendo casos de fornos que operam com carga inferior a 50% de sua capacidade, essa situação deve ser corrigida, já que ela conduz a consumos desnecessários de energia;
 - Evitar aquecimentos inúteis: o forno elétrico deve operar o mais próximo possível da plena carga, pois isso proporciona uma diminuição do consumo específico;
 - Minimizar o tempo de carregamento dos fornos;
 - Observar o uso exagerado de dispositivos de transportes entrando e saindo do forno, há uma indicação de má utilização de energia para o aquecimento de tais dispositivos;
 - Observar equipamentos operando com as portas não totalmente fechadas ou a existência de frestas em portas, soleiras ou tampas, deve-se procurar corrigir tais situações que reduzem o rendimento térmico dos fornos;
 - Manter portas fechadas: é importante lembrar que uma porta ou tampa aberta se constitui num dos maiores fatores de perda de calor;
 - A introdução de cargas para o aquecimento contendo impurezas ou umidade representa uso de energia desnecessária e deve ser evitadas;
 - Se for registrado o uso de cadinhos com isolamento térmico em mau estado ou sem tampa, o consumo de energia elétrica pode ser reduzido por meio de uma ação corretiva para recuperação do isolamento térmico e colocação de tampas nos cadinhos;
- Verificar a possibilidade de reaproveitar o calor proveniente dos sistemas de refrigeração, resfriamento do forno e gases de exaustão;
- Sempre que possível, pré-aquecer a carga a ser introduzida nos fornos elétricos. Essa é uma boa aplicação para a energia recuperada dos fornos;
 - Evitar sobreaquecimentos: recomenda-se trabalhar sempre próximo ao nível mínimo de temperatura para o qual o processamento foi especificado.

3.4.8. Ar condicionado e ventilação

Recomendações:

- Manter os níveis de temperatura utilizados nos ambientes servidos por ar-condicionado dentro da faixa de conforto térmico, 22o a 24oC, observando as épocas do ano;
- Utilizar maior ou menor entrada de ar exterior quando a temperatura atmosférica estiver baixa ou alta, respectivamente;
- Operar os compressores e *chillers* à plena carga em vez de dois ou mais com carga parcial;
- Não usar ar-condicionado em ambientes não ocupados;
- Eliminar penetração de ar falso nos dutos e ventiladores;
- Limpeza periódica dos ventiladores;
- Optar pela aquisição de equipamentos de ar condicionado de alta eficiência;
- Operar somente as torres de refrigeração e as bombas essenciais à operação do sistema;
- Verificar a relação BTU/h/Watt dos equipamentos de ar condicionado, procurando eliminar ou substituir aqueles em que esta relação é baixa;
- Verificar o alinhamento e tensão de todas as correias, ajustando-as quando necessário;
- Lubrificar mancais dos motores e todas as partes móveis de acordo com as recomendações do fabricante;
- Manter limpa a torre de refrigeração para minimizar as quedas de pressão de ar e de água;
- Manter limpas todas as partes dos aparelhos de janelas, se possível, evitando deixar áreas refrigeradas expostas diretamente ao sol, colocando cortinas ou persianas nas janelas;
- Verificar se não existem vazamentos de fluido refrigerante em torno de vedações, visores, tampas de válvulas, conexões, válvula de segurança de condensador e nas ligações da tubulação;

- Observar as operações irregulares do compressor, como funcionamentos contínuos ou parados e partidas frequentes, que podem indicar operação ineficiente;

Verificar as perdas em todas as juntas do compressor, vedar se necessário, Isolar os tubos, ligações e válvulas de água quente e refrigerada nos locais não condicionados, para minimizar as perdas e a absorção de calor;

- Ligar o aparelho de ar-condicionado uma hora após o início do expediente e desligar uma hora antes do seu término;
- Verificar se o tratamento de água gelada e de condensação está sendo adequado;
- Limpar periodicamente os filtros, trocando-os quando necessário;
- Colocar avisos junto às janelas e portas, instruindo os funcionários a mantê-las fechadas quando o sistema de ar condicionado estiver operando;
- Verificar as perdas nas tubulações, vedando todas as fugas de ar;
- As instalações de ar fresco devem ser projetadas de tal forma que o registro de saída fique fechado quando o equipamento estiver desligado;
- Reduz a resistência ao fluxo de ar ao mínimo, substituindo as seções dos dutos e os elementos que acrescentam resistência desnecessária ao sistema;
- Substituir as entradas e as saídas de alta resistência por grades modernas e difusores de baixa resistência.

3.4.9. Sistemas de Refrigeração

Esta lista deve ser implementada no plano de manutenção preventiva para sistemas de refrigeração:

- Isolamento térmico das tubulações de líquido e de gás;
- Verificação da unidade condensadora – se está localizada em ambientes com ventilação natural, sem exposição ao sol e longe de outros equipamentos que irradiem calor;
- A possibilidade de modulação de carga das unidades compressoras;
- Limpeza regular dos evaporadores e condensadores do sistema;
- Verificação de vazamento de fluido frigorígeno;
- Verificação do funcionamento da instrumentação e dos sistemas de proteção e controle;

- Observação das recomendações de armazenamento dos produtos estocados nas câmaras (temperatura, umidade relativa e tempo de armazenamento);
- Verificação do estado das tubulações e conexões (observe se há rugosidades e/ou curvas inadequadas).

3.4.10. Circuito de Água Gelada

- Isolamento das tubulações, acessórios e válvulas;
- Avaliação da possibilidade de desligar bombas operando sem necessidade, devido à existência de pressão suficiente na entrada do ramal para vencer a perda de carga do circuito, sem necessidade de bombeamento;
- A vazão de água gelada fornecida pela bomba deve estar de acordo com a capacidade nominal do evaporador;
- Todos os ramais secundários devem receber a quantidade correta de água gelada para alimentar os trocadores de calor. A vazão de água deverá ser a nominal relativa ao processo;
- Verificação da existência de tratamento químico contínuo da água gelada;
- Controle da perda de pressão nas serpentinas dos trocadores de calor;
- Limpeza periódica das serpentinas dos trocadores;
- Verificação do funcionamento correto dos elementos de controle do circuito de água gelada (válvulas de três vias, duas vias etc.).

O primeiro parâmetro a observarmos é se o conjunto motor-bomba existente é o adequado em função da altura manométrica e da vazão requerida. A relação entre a altura manométrica e a vazão é importante porque:

- Para uma mesma bomba, quanto maior a altura manométrica menor é a vazão;
- Para a mesma altura, quanto maior a potência da bomba maior será a vazão;
- Para a mesma vazão, quanto maior for a altura manométrica maior deve ser a potência da bomba.

Como parte do roteiro de análise do desempenho do sistema de bombeamento de água e do plano de manutenção, sugere-se:

- Verificar a existência de vazamentos no sistema hidráulico conectado à bomba;
- Verificar o consumo indevido ou desnecessário no sistema hidráulico;
- Verificar as condições de limpeza dos filtros;
- Verificar a existência de válvulas de bloqueio parcialmente fechadas;

- Verificar a possibilidade de reduzir o número de acessórios existentes na tubulação;
- Verificar a quantidade de água que é utilizada para arrefecimento da caixa de gaxeta da bomba;
- Verificar a vazão da bomba (se é excessiva para as necessidades do sistema);
- Verificar vibrações excessivas e corrosão nas pás do rotor, que podem ter sido ocasionadas por problemas de sucção;
- Verificar se a bomba escolhida é a mais adequada (se apresenta o maior rendimento);
- Verificar se o diâmetro da tubulação é apropriado (a economia na tubulação reflete em maior custo de energia);
- Verificar os acessórios da canalização, evitando válvula de pé, curvas acentuadas, reduções e ampliações bruscas;
- Verificar se a potência do motor elétrico é compatível com a bomba (a sobra excessiva de potência ocasiona um baixo fator de potência).

Os principais itens que compõem o potencial de redução de perdas de energia, neste segmento, são:

- Entrada de ar na tubulação de sucção. Isto ocorre pelo estado precário da tubulação ou intencionalmente, com o ajuste da vazão e, conseqüentemente, da carga do motor. Apesar de ser uma maneira de redução da carga solicitada, esta atitude é condenável pela redução da eficiência e vida útil da bomba. O procedimento correto seria, em vez da entrada de ar, o redimensionamento do conjunto motor-bomba por meio do rotor ou jogo de polias;
- Grandes alturas de sucção. Dependendo da forma de como são instaladas as bombas, podem ocorrer alturas demasiadas de sucção o que, além de diminuir o rendimento, pode provocar “cavitação”, diminuindo a vida útil do rotor da bomba. Para este caso, reduzir ao máximo a altura de sucção;
- Redução concêntrica na tubulação de sucção. Este tipo de acoplamento (na posição horizontal ou levemente inclinada) permite a formação de “bolsões de ar”, provocando o turbilhonamento do fluxo d’água na entrada da bomba e diminuindo o rendimento;

- Curvas de raio curto. As curvas existentes nas tubulações de sucção não devem ter raio curto (isto ocasiona um considerável aumento na perda de carga das instalações);
- Vazamentos na tubulação de recalque. A existência de vazamentos na tubulação de recalque é uma situação concreta de desperdício de energia;
- Ampliação após a curva. As ampliações não devem ser feitas com comprimento reduzido depois de uma curva. Assim, evita-se provocar uma maior velocidade do fluxo d'água na curva e, conseqüentemente, maior perda de carga;
- Tubulação longa e sem juntas. Pode-se constatar, frequentemente, a utilização de tubulações longas sem os devidos meios de proteção contra efeitos térmicos (juntas de dilatação) e hidráulicos (ventosas e válvulas de alívio). Dessa maneira, as tubulações apresentam, ao longo do tempo, deformações que oferecem um aumento de resistência ao fluxo do líquido;
- Altura de despejo desnecessária. Quando a saída da tubulação encontra-se numa altura bastante superior ao ponto de despejo, provoca um gasto desnecessário de energia por superdimensionamento da instalação;
- Levantes com bomba única. Deve-se evitar que as instalações sejam compostas por um único conjunto motor-bomba. O correto seria dividir a carga hidráulica em dois (ou mais) conjuntos motrizes.

3.4.11. Elevadores e Escadas Rolantes

- Utilize o menor número possível de equipamentos fora do horário de maior demanda;
- Situe as áreas de atendimento ao público no andar térreo, evitando o uso de elevadores;
- Analise a possibilidade de instalar controladores de tráfego para evitar que uma mesma chamada desloque mais de um elevador;
- Evite sobrecargas, limitando o número de usuários por vez, por meio de cartazes afixados com destaque;
- Identifique com clareza as diversas seções, explicitando suas atividades, para evitar transportes desnecessários;
- Implante medidas de conscientização dos usuários mediante cartazes

explicativos, inclusive sugerindo que é mais prático utilizar a escada para chegar a andares próximos (para descer 2 andares ou subir 1 andar);

- Analise a possibilidade da instalação de sistemas mais eficientes para o acionamento dos elevadores, consultando os fabricantes ou firmas especializadas;
- Estude a possibilidade de instalar dispositivos de acionamento automático em escadas rolantes;
- Estude a possibilidade de ter os elevadores trabalhando alternadamente, ou seja, alguns atendendo andares ímpares e outros andares pares; ou ainda, atendendo a diferentes grupos de pisos;
- Estude a instalação de dispositivos de cancelamento de chamadas falsas. Eles fazem com que as chamadas sejam canceladas caso o elevador pare duas vezes consecutivas sem que haja movimentação de passageiros.

3.4.12. Baixo Fator de Potência

A correção do fator de potência deverá ser cuidadosamente analisada e não resolvida de forma simplista (isto pode levar a uma solução técnica e economicamente não satisfatória). É preciso critério e experiência para efetuar uma correção adequada.

Cada caso deve ser estudado especificamente e que soluções imediatas podem não ser as mais convenientes.

De modo geral, quando se pretende corrigir o fator de potência de uma instalação, surge o problema preliminar de se determinar qual o melhor método a ser adotado. Independentemente do método adotado, o fator de potência ideal no circuito elétrico, tanto para os consumidores como para a concessionária, é o valor unitário (1,0). Entretanto, esta condição nem sempre é conveniente e, geralmente, não se justifica economicamente. A correção efetuada até o valor de 0,95 é considerada suficiente.

As primeiras medidas que devem ser aplicadas para correção de baixo fator de potência são aquelas relacionadas às condições operacionais e características dos equipamentos.

3.4.13. Correção por Capacitores

A correção do fator de potência por meio de capacitores constitui a solução mais prática adotada. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados para que os capacitores não sejam usados indiscriminadamente.

Os capacitores podem, a princípio, ser instalados em quatro pontos distintos do sistema elétrico:

- Junto às grandes cargas indutivas (motores, transformadores etc.);
- No barramento geral de Baixa Tensão (BT);
- Na extremidade dos circuitos alimentados;
- Na entrada de energia em Alta Tensão (AT). Cada situação merece um estudo da melhor alternativa. Em geral, no caso de motores, a opção é instalar o capacitor próximo da carga;
- No que se refere ao dimensionamento dos bancos de capacitores (isto é, na determinação da potência reativa em kVAr a ser instalada de modo a corrigir o fator de potência), verifica-se que tal problema não é suscetível de uma solução imediata e simples.

Cada problema exige um estudo individual e tem uma solução própria, devendo ser executado por profissional capacitado.

4 DISCUSSÃO

Este projeto encontra-se na fase inicial de seu desenvolvimento, poderá passar por várias revisões até obter o resultado desejado, ele foi dividido em três etapas. Desde a concepção da ideia da empresa até o presente momento viu-se a necessidade de realizar uma revisão literária para delimitar o escopo do projeto e dar o embasamento teórico necessário para a concepção dele. Nesta primeira etapa a partir das premissas de sustentabilidade e viabilidade econômica foi realizada uma pesquisa investigativa do objeto de estudo. Na segunda etapa ocorrerão os testes e análises de resultados para verificar a viabilidade do projeto, vale ressaltar que para esta etapa é possível a realização de parceria para validar os resultados esperados. E por fim se os dados da segunda etapa forem satisfatórios inicia-se terceira etapa na qual está caracterizada a implementação do negócio e retorno financeiro.

Percebe-se assim que a aplicação de políticas energéticas que melhorem o entendimento e que sejam responsáveis pela aceleração na adoção de

medidas de eficiência energética, associadas a incentivos fiscais e financeiros com foco no setor industrial, é de suma importância para garantir a segurança do suprimento, contribuir para a modicidade tarifária (um dos pilares do novo modelo do setor elétrico brasileiro, conforme Lei 10.848/2004) (BRASIL, 2004), competitividade da economia e redução de impactos ambientais, entre eles a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Reduzir o consumo de eletricidade por meio da eficiência energética também ajuda a conservar os combustíveis fósseis, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa e de gases nocivos à saúde pública, além de aumentar a segurança energética e contribuir para a estabilidade do sistema elétrico de potência (SEP).

5 CONCLUSÕES

A economia de energia é essencial no mundo moderno, em que as fontes tradicionais têm se mostrado escassas, caras e prejudiciais ao meio ambiente. Mobilizar a sociedade para combater o desperdício de energia elétrica torna-se primordial, uma vez que adia a necessidade de construção de novas unidades geradoras e sistemas associados, libera recursos para serem investidos em outras áreas e contribui para a preservação do meio ambiente.

Adicionalmente, o emprego da eficiência energética como instrumento de mitigação de problemas ambientais através da atualização tecnológica na produção também deve ser ampliado, visto que incorpora vantagens econômicas aos processos onde é agregada e permite contabilizar efetivas reduções nas emissões de resíduos prejudiciais à saúde humana e ao clima (HADDAD, 2002).

A eficiência energética (EE) pode ser vista como uma das melhores políticas a serem adotadas pelos países para a redução da emissão de gases de efeito estufa e para a contribuição da economia.

Aponta-se, em diversos estudos, que as políticas energéticas têm uma influência fundamental na aceleração da adoção de medidas de eficiência energética no setor industrial, posicionando-se com um papel importante e

estratégico no atendimento da futura demanda, além de assegurar o fornecimento de energia para sociedade.

O Brasil, apesar de alguns esforços visando o uso racional de energia, ainda está longe de ser um protagonista nessa área.

Este trabalho tem por finalidade mostrar que é possível realizar operações de combate ao desperdício de energia sem a exigência de grandes investimentos iniciais atacando os pontos que proporcionam as oportunidades de melhorias através de observações de equipamentos e maquinários da instalação, com isso melhorando a competitividade do nosso cliente.

A falta de uma estratégia de combate a esses desperdícios seriam uma das grandes barreiras a serem vencidas como também o interesse do estabelecimento varejista em aplicar essas ações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 50.002:2014. **Diagnósticos energéticos**. Brasil, 2014.

BAJAY, Sérgio V. **Oportunidades de Eficiência Energética para Indústria: Experiências Internacionais em Eficiência Energética para a Indústria**. Brasília: CNI, 2010.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Guia Diagnóstico Energético**.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Uso Eficiente de Energia Elétrica na Indústria**, Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina.

COPEL. **Manual de Eficiência Energética na Indústria**. Disponível em: www.copel.com Acesso em: 07/02/2020.

ELETROBRÁS. **Conservação de Energia**. Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. 3ª Ed. Eletrobrás/ Procel Educação, Universidade Federal de Itajubá. 2006

ELETROBRÁS, ET AL.. **Metodologia de realização de diagnóstico energético: guia básico** – Brasília: IEL/NC, 2009. 108

FABBRIANI. L. F. B. **Proposta de políticas de eficiência energética para o Brasil: Impacto no consumo de eletricidade na indústria de alimento e bebidas**; 2017.

GODOI, J. M. A. **Eficiência energética industrial: um modelo de governança de energia para a indústria sob requisitos de sustentabilidade**. 2011. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

HADDAD, J. **Uso eficiente da energia: dos incentivos regulatórios recentes até a atual lei de eficiência energética**. Revista Brasileira de Energia, v. 9, n. 1, p. 107-118, 2002.

IRREK, W.; THOMAS, S. **Der Energie Spar Fonds für Deutschland**. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung, 2006.

MANGIAPELO, L. B. S. **Avaliação da eficiência energética em sistemas de iluminação predial**: estudo de casos em dois hipermercados na cidade de Campo Grande – MS. 2012. 201 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, 2012.

MME e CEPEL. **Guia para eficiência energética nas edificações públicas**. Rio de Janeiro, 2015.

PANESI. André Ricardo Quinteros. **Eficiência Energética em Supermercados**. (Poli-Usp). São Paulo, 2008.

PROCEL. **Guia Técnico – Gestão Energética**. Disponível em: www.procelinfo.com.br/main.asp Acesso em: 03/02/2020

PROCEL. **Eficiência energética: Teoria & Prática**. Disponível em: www.procelinfo.com.br/main.asp Acesso em: 03/02/2020

PROCEL. **Eficiência energética na arquitetura**. Disponível em: www.procelinfo.com.br/main.asp Acesso em: 03/02/2020

PROCEL. **Manual de iluminação eficiente**. Disponível em: www.procelinfo.com.br/main.asp Acesso em: 03/02/2020

PROCEL. **Manual de Conservação de Energia Elétrica: Fornos Elétricos a Indução**. Disponível em: www.procelinfo.com.br/main.asp Acesso em: 03/02/2020.

PROCEL INFO. **Oportunidades de eficiência energética para a indústria**. Brasília: Procel, 2010.

REVISTA ADIANTE. **Eficiência Energética**: Saída Inteligente para Atender a Demanda. Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. 2006. p. 46.

RIBEIRO, Ana L. Schiffner. **Programas de Eficiência Energética: Uma Análise Portuguesa e Brasileira**. COIMBRA 2019.

SALAZAR, Marlon B. **Demanda de Energia na Indústria Brasileira: Efeitos da Eficiência Energética**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2012.

SCHNEIDER-ELECTRIC **Guia Técnico – Motor de Alto Rendimento**. Disponível em: www.schneider-electric.com.br/documents/cadernos-tecnicos/apostila_procobre_eficienc.pdf Acesso em: 03/02/2020

SEBRAE. **Programa de Energia e Eficiência Energética P3E**. Rio de Janeiro 2012.

SENAI. **Os Sete passos para a eficiência energética: Ênfase em Sistemas Elétricos**. Departamento Regional de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2001.

SEOW, Y.; RAHIMIFARD, S. **A framework for modeling energy consumption within manufacturing systems**. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, v. 4, n.3, P. 258–264, 2011.

WEG. **Cartilha Weg – Uso Eficiente da Energia Elétrica – Motores Elétricos.**
Disponível em: www.weg.net Acesso em: 07/02/2020