

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Faculdade de Engenharia  
Departamento de Energia

Analu Ferreira

**ATUAÇÃO DA COMISSÃO INTERNA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM  
UMA INDÚSTRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso

Juiz de Fora  
2019

Analu Ferreira

**ATUAÇÃO DA COMISSÃO INTERNA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM  
UMA INDÚSTRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia  
Elétrica, da Universidade Federal de Juiz de Fora,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
bacharel em Engenharia Elétrica, habilitação em  
Energia.

Orientador: Prof. Cristiano Gomes Casagrande, Dr. Eng.

Juiz de Fora  
2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ferreira, Analu.

Atuação da Comissão Interna de Conservação de Energia em uma Indústria / Analu Ferreira. -- 2019.

75 f. : il.

Orientador: Cristiano Gomes Casagrande

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2019.

1. Comissão Interna de Conservação de Energia. 2. Eficiência Energética. 3. Indústria. I. Casagrande, Cristiano Gomes, orient. II. Título.

Analu Ferreira

**ATUAÇÃO DA COMISSÃO INTERNA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM  
UMA INDÚSTRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica, habilitação em Energia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Cristiano Gomes Casagrande, Dr. Eng. – UFJF (Orientador)

---

Prof. Danilo Pereira Pinto, D. Sc. – UFJF

---

Eng. Douglas de Assis Ferreira, M. Eng. – UFJF

Juiz de Fora, MG, Brasil.

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado coragem e força para superar as dificuldades encontradas durante a jornada acadêmica.

Agradeço ao meu orientador Cristiano, pela dedicação e por estar sempre presente, dando todo o suporte na realização deste trabalho e a todos os professores que estiveram presentes em minha vida.

Aos meus pais, Walter e Roselaine, e a minha irmã, Aline, agradeço o apoio incondicional, confiança e incentivo durante todos esses anos de faculdade.

Agradeço ao meu namorado, Matheus, pela paciência e por estar ao meu lado durante essa trajetória.

Finalmente, a todos os colegas de faculdade, da Proex e do estágio, que muitas vezes me aconselharam a não desistir de seguir com o sonho de terminar a faculdade, muito obrigada.

*“Acredito nos jovens que trazem sempre no rosto um fio de otimismo e alegria, como  
lamparina dentro do coração e o transmite aos outros.”*

*Indira Gandhi*

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a maneira como a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) atua em uma indústria e a importância de suas ações e tomada de decisões para alcançar ganhos energéticos, utilizando o conhecimento de forma aplicada através de conceitos de engenharia, economia e administração. Diante disso, são mostrados dois estudos de caso nos quais a atuação da CICE resultou na decisão de implantar projetos de Eficiência Energética. São apresentados alguns exemplos de acompanhamento energético implantados em uma indústria e executados pelo Setor de Gestão Energética, que apoia a CICE no controle periódico do consumo de energia.

Palavras-chave: Comissão Interna de Conservação de Energia. Eficiência Energética na Indústria. Viabilidade Econômica. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Combate ao Desperdício de Energia.

## **ABSTRACT**

This work aims to present a performance of the Internal Energy Conservation Commission (CICE) in industries, aiming to address some of its aspects as the importance of its actions to achieve energy gains using applied knowledge, through the concepts of economics, engineering and administration. Thus, two case studies are shown on what are the actions of CICE that result in the decision of energy efficiency projects. Some examples of energy monitoring deployed in an industry are presented and performed by the Energy Management Sector, which supports CICE in periodic control of energy consumption.

**Keywords:** Internal Commission for Conservation of Energy. Energy Efficiency in Industry. Economic viability. National Program for Conservation of Electric Energy. Combating Energy Waste.



## SUMÁRIO

Capítulo 1 .....	14
Introdução.....	14
1.1. Considerações Iniciais .....	14
1.2. Motivação .....	15
1.3. Objetivos.....	15
1.4. Estrutura do Trabalho .....	16
Capítulo 2 .....	17
Revisão da Literatura.....	17
2.1. Introdução .....	17
2.2. PROCEL .....	19
2.3. Combate ao Desperdício de Energia na Indústria.....	21
2.4. CICE .....	23
2.4.1. Obrigações .....	24
2.4.2. Inicialização.....	25
2.4.3. Atribuições .....	26
2.4.4. Estruturação .....	26
2.4.5. Operacionalização .....	27
2.5. Gestão Energética .....	28
2.5.1. Diagnostico Energético.....	28
2.5.2. Implantação .....	33
2.5.3. Acompanhamento.....	34
Capítulo 3 .....	35
Atuação da CICE na Indústria: Estudo de Caso .....	35
3.1. Introdução .....	35
3.2. Cogeração de Energia .....	37
3.3. Consumo de Energia .....	41
3.4. Controle de Equipamentos.....	43
3.5. Projeto Retrofit de LEDs .....	44
3.6. Projeto Troca de Motor.....	58
3.7. Discussão .....	63

Capítulo 4 .....	66
Conclusão .....	66
4.1. Conclusão .....	66
4.2. Trabalhos Futuros .....	67
Apêndice A .....	68
Relação das Lâmpadas Atuais por Área .....	68
Apêndice B .....	69
Relação das Lâmpadas de LED para Substituição .....	69
Anexo A.....	70
Decreto No 99.656, de 26 OUTUBRO de 1990.....	70
Bibliografia.....	74

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 3.1 – Consumo e geração de energia em 2018 .....	39
Tabela 3.2 – Gasto evitado de energia devido a cogeração em 2018.....	40
Tabela 3.3 – Gasto evitado de energia em 2018 com o gerador em paralelo a rede .....	41
Tabela 3.4 – Potências das lâmpadas atuais e de LED.....	47
Tabela 3.5 – Premissas adotadas para o cálculo do preço da energia. ....	48
Tabela 3.6 – Tarifas de energia. ....	48
Tabela 3.7 – Custo de energia. ....	49
Tabela 3.8 – Preço de energia.....	49
Tabela 3.9 – Horas de funcionamento das lâmpadas de domingo a sábado.....	50
Tabela 3.10 – Horas de funcionamento das lâmpadas de segunda a sexta.....	51
Tabela 3.11 – Energia consumida mensalmente em cada setor .....	64
Tabela 3.12 – Valor pago pela energia consumida mensalmente em cada setor.....	64
Tabela 3.13 – Payback avaliado para troca das lâmpadas.....	52
Tabela 3.14 – Iluminância nos postos de trabalho do setor Administrativo.....	54
Tabela 3.15 – Iluminância nos postos de trabalho do setor T.I.....	55
Tabela 3.16 – Iluminância nos postos de trabalho do setor Manutenção .....	57
Tabela 3.17 – Iluminância nos postos de trabalho do setor Caldeira .....	58
Tabela 3.18 – Relação dos motores utilizados no estudo de viabilidade econômica .....	62
Tabela 3.19 – Resultado da economia de energia gerada pela troca dos motores.....	63
Tabela 3.20 – Resultado do Fluxo de Caixa Descontado para a troca dos motores.....	64

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 2.1 - Consumo final de energia. ....	20
Figura 2.2 - Organizacao dos membros da CICE.....	27
Figura 2.3 - Etapas de um Programa de Eficiência Energética .....	30
Figura 2.4 - Etapas de um Diagnostico Energético .....	31
Figura 2.5 - Exemplo do Diagrama de Sankey.....	32
Gráfico 3.1 - Consumo final de energia por segmento no setor industrial .....	36
Figura 3.1 - Lay out do setor Administrativo .....	55
Figura 3.2 - Lay out do setor T.I. ....	55
Figura 3.3 - Lay out do setor Laboratório .....	56
Figura 3.4 - Lay out do setor Manutencao .....	57
Figura 3.5 - Lay out do setor Caldeira.....	58
Figura 3.6 - Evolução do rendimento de motores elétricos.....	59

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
ISO	International Organization for Standardization
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
MME	Ministério de Minas e Energia
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
LED	Light Emitting Diode
HFP	Horário Fora de Ponta
HP	Horário de Ponta

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1. Considerações Iniciais

Já por longo tempo os engenheiros e economistas vêm buscando meios mais eficientes para se utilizar a energia e têm estudado formas de evitar o seu desperdício, principalmente nas indústrias, uma vez que a energia é um dos principais insumos para o processo produtivo. As metas para se alcançar melhorias no consumo energético de empreendimentos vêm sendo discutidas em vários estudos, podendo-se destacar dois fatores predominantes na realização de tais metas: a mudança de hábitos e a conservação de energia (MARQUES et al., 2006).

O destaque para a conservação de energia tomou grandes proporções na década de 70, quando ocorreu a primeira grande crise do petróleo, resultando no aumento significativo do seu preço e de seus derivados, o que obrigou os consumidores a procurar alternativas de consumo (GOLDENBERG e PRADO, 2003).

Anos mais tarde, a crise energética de 2001 no Brasil mostrou a importância das práticas de eficiência no consumo energético e da participação do usuário, pois ele rege os atos de contenção de desperdícios proporcionando menos perdas através de seu comportamento, podendo chegar a economias significativas (REIS, 2018).

Segundo a Análise Estatística da BP Brasil sobre a Energia Mundial, em 2017, o crescimento da demanda global de energia está acima da tendência, pois cresceu 2,2% enquanto a média de dez anos estava em 1,7%. O relatório também apontou que os ganhos em eficiência energética decresceram à medida que aumentou a produção dos setores de uso mais intenso de energia na China. Esse aumento está relacionado com o forte crescimento econômico do mundo desenvolvido e com a diminuição em investimentos de eficiência energética (BP BRASIL, 2018).

O setor industrial tem um consumo de aproximadamente 46% da energia elétrica brasileira (MME/EPE, 2018). Dessa forma, trabalhando-se com a eficiência energética na indústria, não só é possível contribuir com a minimização de um consumo significativo de energia, como também com grandes ganhos ambientais, uma vez que o Brasil conta com

aproximadamente 318 mil unidades industriais, o que tem potencial de representar ganhos expressivamente impactantes (IBGE, 2019). A autoprodução de energia no setor industrial é de grande importância, tendo uma relevância na contribuição da diminuição dos investimentos na construção de fontes geradoras e na transmissão.

## **1.2. Motivação**

Através da análise de projeções futuras, segundo o Plano Decenal da Expansão 2027, o consumo final de energia cresce na primeira metade da década em torno de 1,9% ao ano e na segunda metade essa taxa cresce para 2,6% ao ano, tendo uma taxa média de 2,3% ao ano entre 2017 e 2027. Mas, durante esse período, estima-se uma redução gradual da intensidade energética devido aos ganhos de eficiência energética (BRASIL, 2018).

O setor industrial tem o maior percentual de consumo final de energia, mas, segundo o PDE, em 2027 essa porcentagem tende a diminuir em relação à participação de outros setores. Porém, o consumo em si tende a aumentar principalmente devido à utilização da capacidade instalada desse setor (BRASIL, 2018).

As questões ambientais também vêm contribuindo para a busca do consumo consciente de energia, sendo de grande importância o incentivo do desenvolvimento econômico sem afetar a conservação do meio ambiente, uma vez que a geração de energia o agride fortemente (MMA, 2019).

Esses aspectos foram motivadores para o estudo do tema apresentado neste trabalho, que se originou a partir da experiência de estágio da autora em uma indústria do ramo de papel e embalagens, utilizando os dados disponibilizados para elaborar um estudo de caso sobre a implantação de projetos eficiência energética, considerando-se a necessidade de contribuir com a diminuição do consumo de energia elétrica no setor industrial.

## **1.3. Objetivos**

O objetivo deste trabalho é mostrar a atuação da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) na indústria, evidenciando que, a partir de sua atuação, podem ser tomadas decisões de implementar melhorias no sistema, as quais podem resultar em ganhos energéticos.

Adicionalmente, serão apresentados dois estudos de caso que foram resultantes da atuação da CICE. Os exemplos mostrados destacam que a atuação da CICE na indústria em questão implicou na decisão de implantar projetos de Eficiência Energética. Ao final, será apresentado como esses projetos podem impactar em ganhos energéticos para a indústria.

Finalmente, este texto permite compreender também a importância do estudo de viabilidade técnica e econômica e das atividades periódicas de responsabilidade da Equipe de Gestão Energética, incluindo o monitoramento do consumo específico e absoluto de energia, a fim de auxiliar a CICE no controle do consumo energético e na tomada de decisões para a implantação de projetos.

#### **1.4. Estrutura do Trabalho**

Neste capítulo foi apresentado um resumo do consumo energético no Brasil, mostrando dados e análises dos órgãos responsáveis, como o MME e EPE. Através desses dados foi destacado o setor industrial como um dos que mais consomem energia. Foi mostrado que o objetivo do trabalho é apresentar a atuação da CICE na indústria, mostrando que isso implica em tomadas de decisões para implantar projetos de eficiência energética a fim de conquistar ganhos energéticos.

No capítulo 2 elabora-se uma revisão da bibliografia a respeito do Combate ao Desperdício de Energia, tendo como foco sua aplicação na indústria, apresentando suas duas vertentes: humana e tecnológica. Descreve-se, de forma geral a composição e atribuições da CICE.

O capítulo 3 mostra exemplos para a implantação de sistemas de acompanhamento da eficiência dos projetos e monitoramento diário desenvolvido pelo Setor de Gestão Energética e demonstra-se formas de elaborar planilhas para divulgar estes resultados. Finalmente, são apresentados estudos de caso da implantação de projetos a partir da tomada de decisões da CICE, bem como seus resultados, visando ganhos energéticos para a indústria. O primeiro caso é o Retrofit de LEDs e o segundo a troca de motores antigos por novos de alta eficiência. Uma discussão sobre os resultados obtidos é apresentada ao final.

Por fim, o capítulo 4 traz as principais conclusões do trabalho e sugestões de estudos futuros relacionados ao tema.



## Capítulo 2

### Revisão da Literatura

Alguns conceitos fundamentais para a compreensão do trabalho e o entendimento da importância dos projetos de eficiência energética no combate ao desperdício de energia na indústria são apresentados neste capítulo.

#### 2.1. Introdução

Devido à ampliação do acesso à energia elétrica, ao avanço das tecnologias e ao crescimento socioeconômico, pode-se notar um crescimento na utilização de energia e, para suprir esse aumento na demanda, novas fontes de energia devem ser criadas. Porém, a construção dessas novas usinas ocasiona um investimento elevado.

Nesse contexto entra em campo o Combate ao Desperdício de Energia, que é o emprego de formas otimizadas do uso de energia elétrica evitando, assim, o desperdício, mas sem comprometer a qualidade da produção. Considera-se que este é uma forma de geração virtual de energia, quando um gasto de energia é evitado, devido ao consumo mais eficiente, outro consumidor poderá usufruir dessa energia, que antes seria desperdiçada.

Pode-se citar alguns de seus motivadores (MARQUES et al., 2006):

- Economia de recursos, devido à falta de necessidade da construção de novos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia;
- Aumento da competitividade da produção;
- Melhoria do meio ambiente, diminuindo os impactos causados pela construção de unidades geradoras.

A implantação do programa de combate ao desperdício é obrigatória em algumas instituições e prédios públicos, mas em empresas privadas, de qualquer natureza, é aconselhável sua implantação. Essa forma de consumo contribui diretamente para a economia do consumidor e, conseqüentemente, do país, reduz a demanda no horário de ponta e provoca a melhoria nas instalações elétricas e no controle dos processos industriais (JÚNIOR, 2005).

O Combate ao Desperdício de Energia possui duas vertentes de atuação:

**Vertente humana:** Está relacionada com as mudanças de hábitos do cidadão, que recebe informações a respeito da mudança de comportamento, o que leva à conscientização da utilização de energia (CARVALHO, 2017).

A educação básica vem desenvolvendo um trabalho de conscientização das crianças, para que essas cresçam conscientes da importância de evitar o desperdício energético e que se torne natural pensar sempre em maneiras eficientes de lidar com o consumo (MARQUES et al., 2006).

Outro fato importante é o treinamento específico dos técnicos, que devem ser familiarizados as novas técnicas inseridas no ambiente de trabalho, podendo contribuir para uma boa economia de energia nos processos sem comprometer a qualidade do produto (MARQUES et al., 2006).

Nesse ramo do combate é onde a CICE mais atua. A comissão está presente na empresa tendo como uma das finalidades mostrar a importância da economia aos funcionários, elaborar ações educativas onde todos possam participar, promover concursos ou atividades de incentivo a economia e chamar a atenção através de painéis e relatórios onde serão compartilhados os ganhos obtidos pela colaboração de todos.

**Vertente tecnológica:** Está relacionada com o emprego das tecnologias modernas na indústria afim de utilizar menos energia para a realização das atividades rotineiras, tornando a eficiência ainda maior e podendo contribuir com a abertura da empresa para novas alternativas como a cogeração de energia e mudanças nos contratos com as concessionárias, pois grandes economias implicam em alteração na demanda contratual da empresa (CARVALHO, 2017).

Nesse ramo se encaixa a Eficiência Energética, no qual novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e aprimoradas através do engajamento de pesquisadores das instituições tecnológicas, sugestões elaboradas pelos próprios funcionários ligados a produção ou por ideias propostas por pessoas interessadas nesse tema. Muitas alterações podem ser feitas na instalação, como o uso de equipamentos eficientes e a alterações na arquitetura das instalações, que contribuem para a melhoria da iluminação e ventilação natural (JÚNIOR, 2005).

Algumas escolas técnicas e de nível superior vêm trabalhando com seus alunos a parte de desenvolvimento de técnicas para a eficiência energética, elaborando tecnologias para a conservação de energia (MARQUES et al., 2006).

## **2.2. PROCEL**

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi criado pelo governo brasileiro através da Portaria Interministerial nº 1.877 em 30 de dezembro de 1985, onde é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela ELETROBRAS. Ele visa mitigar os gastos excessivos em energia elétrica, buscando formas racionais do seu uso e evitando o seu desperdício (BRASIL, 1985).

A Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000 foi criada para instituir a obrigatoriedade de investimentos anuais em pesquisas relacionadas à eficiência energética por parte das concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. Essa foi substituída pela Lei nº 13.280 de 03 de maio de 2016 e prioriza os investimentos em indústrias nacionais (BRASIL, 2000).

A divisão dos benefícios, segundo a Lei nº 13.280, é feita da seguinte forma:

- a) 80% (oitenta por cento) serão aplicados pelas próprias concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica, conforme regulamentos estabelecidos pela Aneel; e
- b) 20% (vinte por cento) serão destinados ao Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), instituído pela Portaria Interministerial nº 1.877, de 30 de dezembro de 1985, e ratificado pelo Decreto de 18 de julho de 1991.

Para se ter um melhor controle desse investimento, foram criadas duas instituições, em que o envio desse benefício ao PROCEL está ligado. São elas:

- Grupo Coordenador de Conservação de Energia (GCCE), no qual algumas das funções são a elaboração do Plano de Aplicação de Recursos Anual e o Relatório da Prestação de Contas do Ano Anterior;
- Comitê Gestor de Eficiência Energética (CGEE), que fica responsável por avaliar e aprovar o Plano de Aplicação dos Recursos e fiscalizar a prestação de contas do PROCEL (BRASIL, 2017).

Desde sua criação até o ano de 2017 foram acumuladas pelo PROCEL a economia de energia total de 128,6 bilhões de kWh, sendo 21,2 bilhões de kWh somente em 2017, em que o custo anual evitado foi de aproximadamente R\$ 3,793 bilhões. Essa economia é 39,89% superior ao resultado do ano anterior, sendo que isso pode ser justificado pela retirada das lâmpadas incandescentes do mercado nacional e pelo uso de equipamentos mais eficientes.

Além disso, tem-se ainda a melhoria na eficiência energética dos equipamentos com o Selo Procel, que também teve destaque nesses resultados, pois tem sido muito utilizado pela sociedade. Segundo informações do Relatório de Resultados do Procel, lançado em 2018, existe uma estimativa de redução da demanda na ponta de 6.887 MW devido as ações implantadas pelo PROCEL (ELETROBRAS PROCEL, 2018).

O Gráfico 2.1 mostra o consumo final de energia estimado até 2027. Observa-se que a demanda final de energia esperada deve atingir 308 milhões de tep e a classe industrial poderá ser responsável por 47% do consumo final de energia do Brasil (MME, 2018).

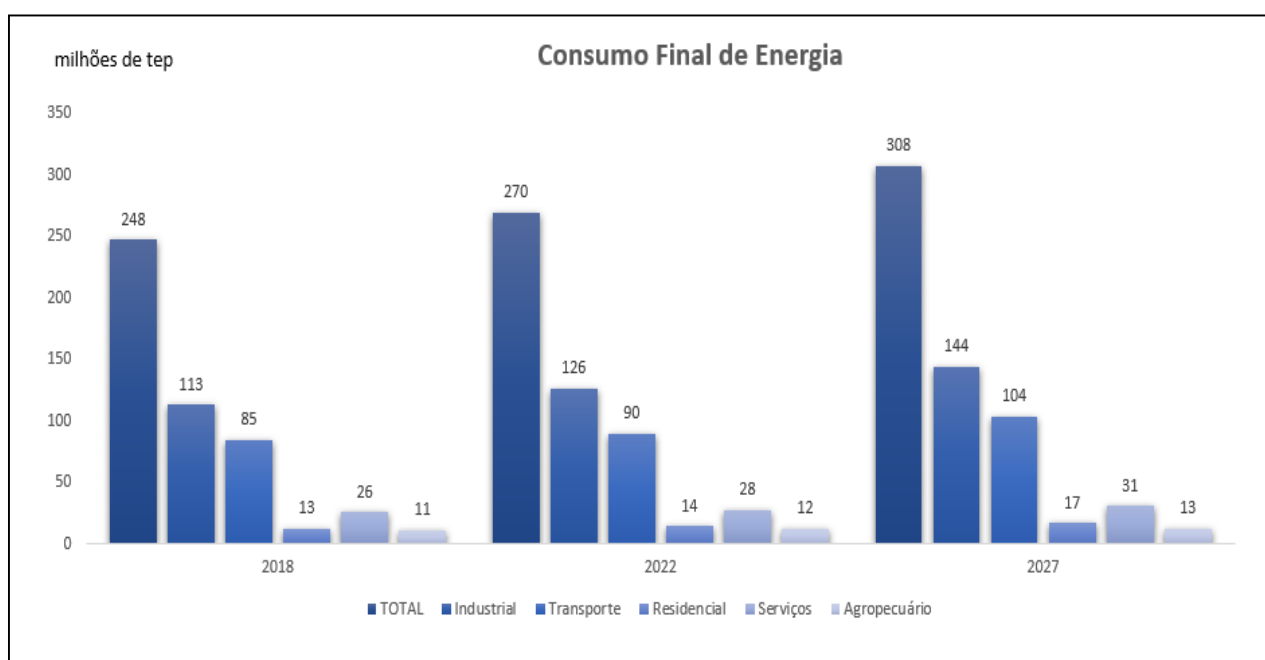


Gráfico 2.1 - Consumo final de energia.

Fonte: Plano Decenal da Expansão de Energia 2027, 2018

Devido ao grande consumo de energia e alto poder de economia energética nas indústrias, foi criado, em 2002, pela ELETROBRAS/PROCEL, o PROCEL INDÚSTRIA, com intuito de fornecer suporte técnico às diversas indústrias a fim de melhorar o desempenho energético em

sua produção. Um dos focos do programa é o estudo de economias nos sistemas motrizes, que são responsáveis por cerca de 60% do consumo de energia elétrica do setor e com grandes possibilidades de haver perdas.

A Rede Lamotriz (Laboratórios de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes), também criada pelo subprograma, são laboratórios implantados em universidades e instituições federais onde os alunos têm contato com os projetos de pesquisa e extensão voltados para a otimização de sistemas motrizes industriais. Durante o Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, ocorrido em agosto de 2019, foram apresentadas as ações do PROCEL no setor industrial e dentre essas ações foi englobada a reestruturação da Rede Lamotriz, entre elas a instalação de bancadas digitalizadas e automatizadas afim de enfatizar o conceito da Indústria 4.0, visita técnica aos laboratórios verificando as condições de infraestrutura e de operação e levantamento dos trabalhos acadêmicos.

A Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) é uma das universidades que conta com um Laboratório de Eficiência Energética (LEENER) em seu campus, onde os alunos têm um espaço para desenvolver seus projetos, contribuindo com uma melhor formação técnica. Além disso, há o Laboratório de Sistemas Motrizes, que contém bancadas que simulam as principais cargas presentes na indústria, o que permite aos estudantes e pesquisadores realizar estudos na área de Eficiência Energética em Sistemas Industriais (LOPES et al., 2015).

### **2.3. Combate ao Desperdício de Energia na Indústria**

No setor industrial os principais pontos de desperdício de energia são os sistemas motrizes, os sistemas de geração de calor e resfriamento e a iluminação. Assim, o setor de Gestão Energia tem a função de controlar e otimizar o consumo na indústria, sendo importante a elaboração de indicadores que apresentam os sistemas que impactam no uso final da energia. A prática da gestão eficiente de energia proporciona ganhos financeiros e ainda contribui com ganhos ambientais.

A troca de lâmpadas fluorescentes, halógenas e incandescentes por lâmpadas de LED é um exemplo da prática de gestão energética aliada com a contribuição ambiental. As lâmpadas fluorescentes, por exemplo, são compostas por mercúrio e fósforo, não podendo ser descartadas de qualquer forma e, por isso, devem ser destinadas a empresas qualificadas para a sua reciclagem. Essa destinação é paga pelo próprio consumidor e não é barato. As lâmpadas de

LED não necessitam desse tipo de descarte, reduzindo o custo total para a destinação, e a sua vida útil mais longa diminui ainda mais o período de trocas (O ARQUIVO, 2019). Quanto aos ganhos energéticos, essas lâmpadas são bem mais economias e eficientes. Quando se trata de uma fábrica de grande porte que funciona 24 horas por dia o ano todo o número de lâmpadas é gigantesco e, conseqüentemente, o gasto evitado com descarte se torna grande.

Com a criação do PROCEL um novo aliado nasceu, pois até então a ideia de Combate ao Desperdício de Energia na indústria era pouco difundida e hoje a maioria dos projetos desenvolvidos são para este ramo.

Sobre o Combate ao Desperdício de Energia algumas ideias são equivocadas. Pensa-se que ele é racionamento, ou que o seu emprego faz com que se perca em qualidade de serviço e poderá comprometer o desempenho produtivo da empresa. Porém, pode-se resumir como sendo:

- Forma de utilizar todo o benefício que a energia elétrica oferece de forma consciente;
- Tentativa de acabar com o desperdício desse bem que nos é oferecido;
- Forma de utilizar o necessário para manter a produção desejável e de qualidade.

Com o emprego do combate ao desperdício busca-se:

- Modernização industrial;
- Aumento da competitividade dos produtos no mercado internacional;
- Diminuição de custos para o consumidor;
- Mitigar impactos ambientais;
- Conscientizar um país em desenvolvimento sobre não esbanjar seus recursos.

A aplicação de treinamentos e modificação de hábitos, que são investimentos pequenos, serão necessários. Mudar a rotina da empresa pode ser difícil, mas deve ser trabalhada. Outra questão é a instalação de novos equipamentos para modernização. Tanto o treinamento da equipe quanto o gerenciamento de recursos humanos, suprimentos, manutenção e administração são fundamentais.

Os investimentos maiores serão necessários, como, por exemplo, inovação tecnológica, troca de equipamentos e sistemas elétricos obsoletos, entre outros. Esses investimentos substanciais necessitam de estudos de viabilidade. Alguns são bem mais simples e possuem

retorno rápido, outros são mais sofisticados e levam certo tempo para obterem retorno. Estruturando-se esse estudo uma linha de prioridades se formará, e essas prioridades determinarão os primeiros a serem executados. Assim sendo, é de grande importância o estudo bem feito (SCHAUZ, 2011).

Para a obtenção do sucesso nesse programa é essencial que aconteça um acompanhamento rigoroso de todas as atividades executadas, promovendo um comparativo dos dados obtidos com dados antigos e verificando se está dentro das metas previamente definidas na implantação do programa. Essas metas devem ser acompanhadas periodicamente e, se necessário, devem ser adaptadas as mudanças da empresa (JÚNIOR, 2005).

## **2.4. CICE**

Através do Decreto No 99.656, de 26 outubro de 1990 (ANEXO A) foi instituída a obrigatoriedade de criação da Comissão Interna de Conservação de Energia em instituições federais que apresentem consumo anual de energia elétrica superior a 600.000 kWh ou consumo anual de combustível superior a 15 TEPs.

Apesar de não ser obrigatória a criação dessa comissão em órgão privados, a sua implantação é de grande importância para o desenvolvimento de projetos de eficiência energética nas empresas, contribuindo grandemente com a conscientização do consumo de energia. A criação de uma medida estanque, sem coordenação e que não leva em consideração a integração global da empresa não é uma boa forma de implantação, pois pode não ter os objetivos alcançados totalmente e, assim, não ter o apoio dos gestores para a sua continuidade. Dessa forma, é importante a criação da CICE para que as iniciativas não percam o efeito ao passar do tempo (ELETROBRÁS PROCEL, 2002).

A CICE deverá ser a responsável pela estruturação do Programa de Conservação de Energia, desenvolvendo ações para a implantação desse programa, definindo metas e conscientizando todos os colaboradores sobre a importância das práticas implantadas, sempre os motivando a se envolverem nos projetos. Esta comissão também deverá acompanhar os relatórios dos resultados de suas ações, e divulgar os resultados do programa nas dependências do estabelecimento, ficando acessível a todos os funcionários da instituição. (MARQUES et al., 2007).

Os objetivos da CICE devem ser claros e suas metas bem definidas, sendo estes descritos em um plano de trabalho. Além de determinar projetos e ideias, cabe a CICE analisar o levantamento de cargas instaladas e acompanhar todas as mudanças ocorridas na planta, sempre visando a correção de problemas e tentando alcançar o melhor desempenho da instituição. A economia gerada pelas ações da CICE deve ser discutida de antemão, resguardando sua reserva para investimentos em projetos futuros (MARQUES et al., 2007).

Para iniciar um processo de combate ao desperdício de energia em uma instituição é muito importante que a CICE consiga o apoio dos gestores para liderar e acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos e poder colaborar com o avanço dos projetos.

É fundamental a participação de pessoas engajadas nesses propósitos, que busquem conhecimentos para levar a instituição boas propostas, além de expor as ideias, cobrar os demais colaboradores e que não se limitem, sejam criativos, pois hábitos de uma vida inteira da empresa muitas vezes vão ser quebrados, rotinas serão mudadas e a resistência a isso é natural. Mudar a mente de pessoas acostumadas com certos rótulos é uma tarefa difícil, exige muito estudos e bons argumentos (CELESC DISTRIBUIÇÃO SA, 2019).

#### **2.4.1. Obrigações**

Após criada a CICE os objetivos, as metas a serem alcançadas, os resultados e tudo mais devem ser detalhados claramente e expostos a todos os colaboradores, enfatizando a importância da continuidade do projeto. Argumentar sobre os problemas, questionar algo errado e definir as medidas a serem tomadas corretivamente são algumas das funções dos membros da CICE (CELESC DISTRIBUIÇÃO SA, 2019).

Alguns itens devem ser seguidos para obtenção de bons resultados do programa, são eles (SCHAUZ, 2011):

**Instruções:** Algumas são apenas faladas aos funcionários no decorrer da rotina e não são claras o suficiente. A melhor forma de repassar uma instrução é na forma escrita. Sendo assim mais explicativo, o funcionário pode lembrar caso precise e ainda fica documentado, seja por e-mail ou outro meio;

**Metas:** Os projetos de eficiência envolvem muitos cálculos para se chegar aos valores de custo e economia. Tudo que envolve a energia, valores e custos, devem ser quantificados e avaliados para se estabelecer metas bem definidas e fazer as instruções saírem do papel;



**Responsáveis:** Todo processo executivo do projeto deve ser acompanhado por um responsável. O programa exige o envolvimento de todos os servidores, tendo que haver um responsável para cada setor;

**Resultados:** É necessário que ocorra uma avaliação anual dos resultados e a elaboração de um cronograma e orçamento para o ano seguinte (BRASIL, 1990). Muito importante também que se faça um comparativo desses resultados anteriores para serem analisados, e assim incentivar a continuidade do programa ou mudanças a serem feitas para os próximos períodos;

**Revisão:** As atualizações das tecnologias não param e, dessa forma, não se pode parar as atualizações dos projetos. Sempre deve-se haver revisões para conseguir acompanhar a modernidade e obter melhorias cada vez mais rápido;

**Divulgação:** Os resultados obtidos, suas análises e comparativos devem ser divulgados em locais visíveis a todos os funcionários da empresa.

#### **2.4.2. Inicialização**

Para dar início ao projeto da CICE, deve-se realizar um processo de informação dos funcionários com o intuito de esclarecer os benefícios quanto ao uso consciente de energia e falar sobre as perdas financeira e ambientais provocadas pelo mal uso dos recursos energéticos, a fim de conscientizar a todos. Para um bom exercício desta atividade alguns pontos devem ser seguidos cuidadosamente, são eles (CELESC DISTRIBUIÇÃO SA, 2019):

**Boa administração:** Os diversos setores da indústria devem se reunir para divulgarem entre si os resultados de suas campanhas e mostrar a importância de cada membro na função de reduzir o consumo de energia;

**Comunicação efetiva:** São várias as formas de informação: cartazes, folhetos, e-mails, faixas. Cada um desses instrumentos pode auxiliar na integralização e na compreensão dos funcionários, sendo uma forma de mostrar que cada um tem sua importância nesse processo;

**Recomendações:** É importante que orientações sejam dadas mostrando como economizar energia durante o expediente: desligar ar condicionado e lâmpadas nos ambientes que não tenha ninguém trabalhando, assim também com as máquinas ligadas desnecessariamente. Nessas recomendações pode haver um espaço que incentive cada funcionário a fazer sugestões de melhorias, segundo o seu ponto de vista, pois eles estão na área e podem contribuir com informações que muitas vezes não são vistas pelos gestores e responsáveis dos projetos;

**Exemplos:** A melhor forma de incentivar é dar exemplo. Quando uma coisa é somente dita pode ficar abstrato na mente das pessoas, mas quando se é mostrado exemplos concretos isso muda o pensamento do outro e o estimula a continuar no caminho certo e fazer acontecer.

### 2.4.3. Atribuições

A CICE possui algumas atribuições específicas para gerenciar a implantação do Programa Interno de Conservação de Energia, que devem ser claramente explicadas a todos os seus membros. São elas (CELESC DISTRIBUIÇÃO SA, 2019):

- Promover a realização do Diagnóstico Energético a fim de conhecer o fluxo energético da planta e levantar as possibilidades de redução do consumo de energia;
- Desenvolvimento de planos de eficiência energética a partir do levantamento acima;
- Definição de metas para alcançar a eficiência dos projetos;
- Acompanhar periodicamente o relatório do consumo específico e o custo específico de energia na fábrica;
- Participar de licitações a fim de adquirir equipamentos com especificação técnica adequada e de boa procedência;
- Periodicamente promover inspeções nos procedimentos das tarefas e na instalação com vista a identificar desperdícios de energia;
- Definir coordenadores para acompanhar o processo de conservação de energia setorialmente;
- Avaliar os resultados, elaborar gráficos e relatórios e realizar comparações, a fim de detectar falhas e definir ações;
- Realizar cursos e treinamentos para capacitar seus colaboradores;
- Dirigir-se a órgãos governamentais e outros representantes da área a fim de obter orientações e informações;
- Avaliar o resultado anual e estabelecer diretrizes para o ano seguinte;
- Reavaliar as metas e objetivos;
- Expor os seus resultados em ambiente acessível a todos na empresa.

### 2.4.4. Estruturação

A CICE deverá ser composta por representantes dos funcionários e do empregador. O número de participantes irá depender do porte da empresa, mas deverá ter no mínimo três

integrantes, devido as suas atividades administrativas, técnicas e de comunicação. Em fábricas de grande porte é interessante haver um representante de cada área (MARQUES et al., 2007).

Quanto mais heterogênea for a composição da CICE maior será sua representatividade e, com isso, as chances de obtenção de sucesso serão maiores (JÚNIOR, 2005).

Uma estrutura comumente utilizada para a composição da CICE é representada na Figura 2.2. Os membros da CICE são o vice-presidente, um representante da CIPA e um profissional, de preferência um engenheiro, com conhecimentos na área de energia. Depois de eleitos tais membros, cabe a superintendência designar o presidente e o vice-presidente.

A CICE poderá convidar pessoas de fora para participar das reuniões sempre que julgar a importância dessas nas pautas que serão tratadas (SCHAUZ, 2011).

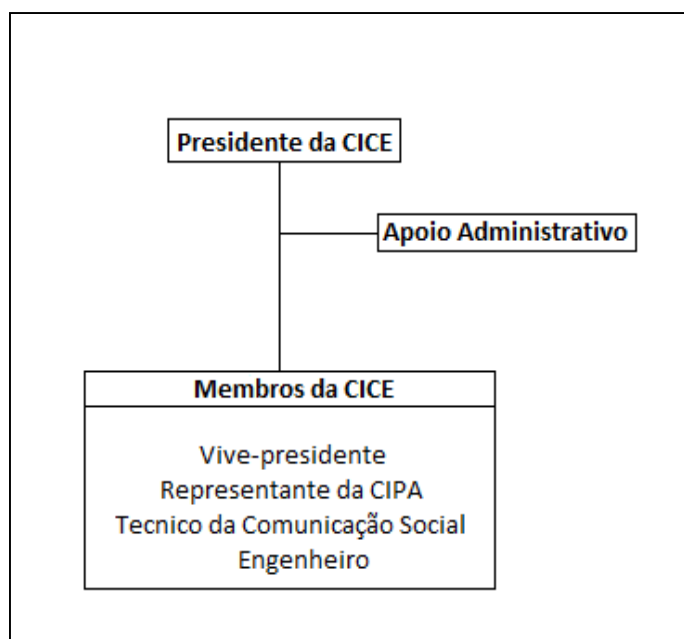


Figura 2.2 – Organização dos membros da CICE.

Fonte: (CELESC DISTRIBUIÇÃO SA, 2019)

#### 2.4.5. Operacionalização

Abaixo estão listadas algumas sugestões para melhorar o gerenciamento da CICE (CELESC DISTRIBUIÇÃO SA, 2019):

- As primeiras atuações para promover o programa de combate ao desperdício de energia têm os resultados obtidos, geralmente, sem muitos recursos aplicados. São práticas de mitigação do desperdício. Cabe ao presidente da CICE negociar com a superintendência da empresa a utilização das economias obtidas nessas ações, obrigatoriamente e perante

fiscalização da gerência, em outras ações mais aprofundadas de conservação de energia na própria instituição;

- O segundo passo é a determinação de valores orçamentários destinados a essa comissão para a execução mais ágil de projetos de melhorias da eficiência energética;
- Mesmo as economias pequenas devem ser valorizadas e somadas para que no final gerem um ganho significativo que será apresentado, a fim de mostrar uma eficiência da gestão energética;
- É sempre importante mostrar bons resultados para se adquirir credibilidade perante a alta administração da empresa a fim de que esta possibilite a destinação de uma quantia orçamentária definitiva para os próximos investimentos e libere recursos ainda maiores que seu orçamento em projetos mais complexos, desde que apresentados os estudos de viabilidade técnica e econômica deles.

## **2.5. Gestão Energética**

O implantação do programa de Gestão Energética na indústria promove o uso eficiente de energia elétrica, aproveitando melhor o sistema e visando encontrar focos de consumo que podem ser otimizados, promovendo a eficiência energética. Para isso, é necessário conhecer e contabilizar o consumo energético, tendo-se um banco de dados importante a disposição durante as tomadas de decisões referentes aos projetos dessa natureza. A prática desse programa também reduz o tempo de paradas das máquinas, tanto para manutenção quanto por defeito em equipamentos, o que promove um aumento de produção. Isso afeta o consumidor final, que poderá observar a diminuição do preço pago pelos produtos. (CARVALHO, 2017).

O desenvolvimento do programa possui uma estrutura básica, mas cabe a empresa flexibilizar essas etapas de acordo com a sua realidade (MARQUES et al., 2006).

A CICE é responsável por promover o Programa de Gestão Energética e deve proceder com o andamento dos seguintes pilares do programa, em busca da aprovação de seus projetos, e sendo todos estes pilares tratados com igual importância: Diagnostico Energético, Implantação de Projetos e Acompanhamento.

### **2.5.1. Diagnostico Energético**

É fundamental compreender o consumo energético da indústria no seu processo produtivo, ou seja, realizar um diagnostico energético, que pode ser interpretado como sendo a

análise sistemática do fluxo de energia de um sistema onde o objetivo é designar projetos de combate ao desperdício de acordo com os resultados obtidos. Esse diagnóstico abrange a primeira e segunda etapa a figura 2.3.

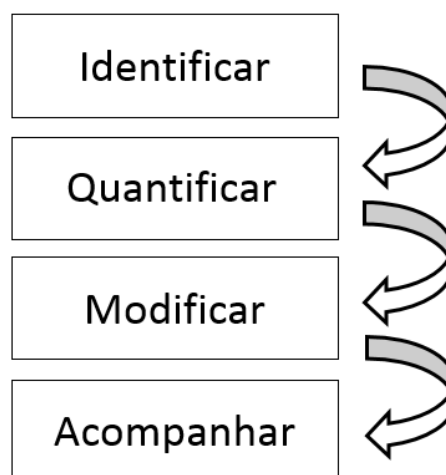


Figura 2.3 – Etapas de um Programa de Gestão Energética.

Fonte: (MARQUES et al., 2006)

Em empresas industriais essas medidas têm caráter preventivo para novas instalações e caráter corretivo para antigas instalações. Por tanto, o início e a continuidade do programa se baseiam nas respostas das seguintes perguntas (MARQUES et al., 2006):

- Quanta energia está sendo consumida?
- Quem está consumindo energia?
- Como é consumida a energia e sua frequência?

Esse tópico visa a apresentação de métodos para a realização do diagnóstico energético em um sistema, com a finalidade de conhecer os principais consumidores em seu fluxo de energia e, a partir desse diagnóstico, estabelecer prioridades e desenvolver projetos que mais se enquadram com o perfil encontrado e acompanhar o seu resultado.

Uma sequência de etapas foi elaborada, de forma genérica, para a inicialização do diagnóstico, sendo elas representadas na figura 2.4. Em cada empresa essas etapas podem ser administradas da forma mais compatível com seu perfil, levando-se em consideração os requisitos técnicos e pessoal da instituição, entre outros aspectos que os membros julgarem necessário (MARQUES et al., 2007).

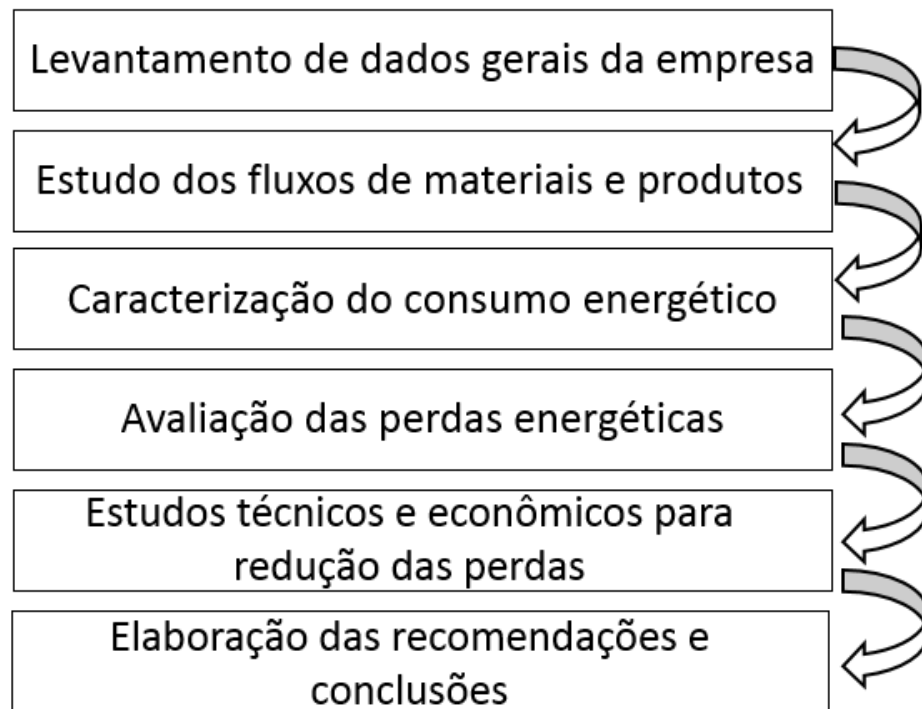


Figura 2.4 – Etapas de um Diagnóstico Energético.

Fonte: (MARQUES et al., 2007).

Um forma de apresentação gráfica muito utilizada para representar os fluxos energéticos é o Diagrama de Sankey. Ele representa o fluxo desde a entrada até a saída, mostrando suas perdas e transformações. Pode-se realizar uma comparação entre a situação original diagnosticada e uma situação modificada, mostrando que a aplicação de medidas de eficiência no processo contribui com a economia sem alterar a demanda de uso final, apenas controlando as perdas no processo.

A figura 2.5 mostra um exemplo desse diagrama para representar o acionamento de um motor com um efeito útil de 48 kW no seu eixo e com perdas de 52 kW, necessitando de 100kW de potência na entrada (MARQUES et al., 2007).

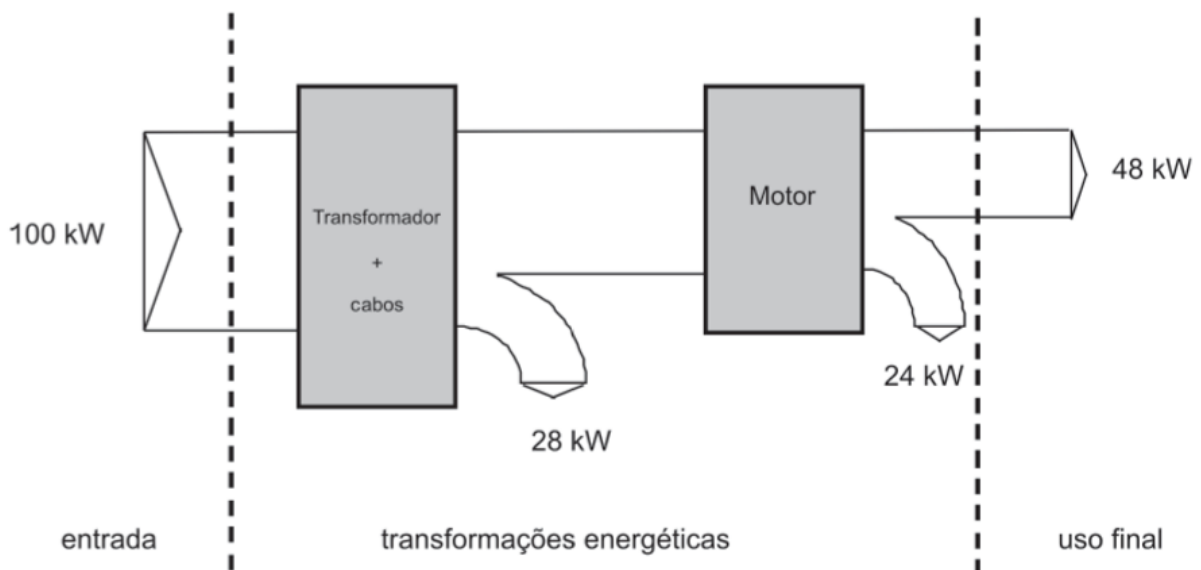


Figura 2.5 – Exemplo do Diagrama de Sankey.

Fonte: (MARQUES et al., 2007).

Após esse trabalho de levantamento deve-se criar um relatório do diagnóstico contendo uma avaliação da realidade encontrada, recomendações e conclusões. Esse relatório será um banco de dados estruturado que auxiliará a determinação de potenciais para a economia energética e contribuirá para que a equipe decida quais projetos serão mais tecnicamente viáveis para a empresa (JUNIOR, 2005).

Abaixo é representado um exemplo de relatório, contendo os tópicos e subtópicos das análises que podem ser alocados no documento (MARQUES et al., 2007).

### **Sistemas Elétricos:**

Após análise dos diagramas e das características da instalação elétrica pode-se apresentar os dados abaixo:

- Levantamento da carga elétrica;
- Parecer de harmônica, baixo fator de potência e sistema de transformação;
- Análise do sistema de distribuição como desequilíbrio de corrente, variação de tensão, conexões elétricas;
- Avaliação do sistema de distribuição;
- Análise da situação de uso final como motores elétricos.

**Sistemas térmicos e mecânicos:**

- Análise do sistema de ar condicionado e exaustão;
- Análise do sistema de geração e distribuição do vapor como a avaliação do desempenho da caldeira, situação as perdas térmicas e isolamento;
- Análise do sistema de bombeamento e tratamento de água;
- Avaliação do sistema de distribuição;
- Análise do sistema de compressão.

**Balço energético:**

A representação da matriz energéticas da empresa, onde contém todos os insumos energéticos gastos, deve ser analisada nesse item para melhor compreensão dos gastos energéticos da planta.

**Diagrama de Sankey:**

A apresentação desse diagrama é importante para a compreensão visual dos projetos de combate a perdas, devendo conter a situação atual e a modificada.

**Finalização:**

Aqui deve-se apresentar as recomendações e elaborar uma conclusão. Ao seu final pode-se inserir um anexo contendo as figuras, esquemas, tabelas e demais dados que possam ser úteis.

Um empasse ocorrido nessa fase inicial é sobre a contratação de empresas para fazer o procedimento do diagnóstico ou a utilização de pessoal interno. Nesse caso deve-se levar em consideração os aspectos econômicos e estratégicos da empresa e as características técnicas dos seus funcionários.

Mesmo a empresa optando por terceirizar este serviço ainda sim e de responsabilidade da CICE acompanhar todo o estudo, analisar os resultados, controlar as ações propostas pela terceirizada e a divulgar os resultados para todos os colaboradores (JÚNIOR, 2005).

Após a equipe decidir todas as alternativas tecnicamente viáveis propostas para combater o desperdício de energia deve-se elaborar o estudo da viabilidade econômica, escolhendo os projetos com maior custo-benefício, que contribuam para a economia financeira da empresa, respondendo as seguintes perguntas (JÚNIOR, 2005):



- Quanto custa cada alternativas?
- Qual a taxa de retorno o investimento?
- Qual o período de amortização?
- Qual é o ganho da empresa com cada alternativa?

### **2.5.2. Implantação**

Após a apresentação do diagnóstico energético e aprovação da execução de atividades e projetos de gestão energética o próximo passo é a implantação desses projetos. Não basta somente uma boa elaboração e apresentação das ideias, mas o gerenciamento do seu processo de implantação é fundamental, requer mudanças de processos e rotinas podendo ocorrer resistência de algumas pessoas diante da adaptação a tais mudanças, sendo fundamental o apoio e o engajamento dos diretores da empresa (SOUTO, 2015).

A maioria das indústrias tem o setor de Planejamento Estratégico, eles analisam as possibilidades viáveis e os melhores planos de execução. Agora, cabe a CICE elaborar esses planos, uma boa ideia seria ter em sua composição pessoas envolvidas com o Planejamento Estratégico para auxiliar nesse processo.

O projeto é um empreendimento que deve possuir início, meio e fim bem definidos. Ele apresenta os problemas a serem solucionados e deve conter um objetivo, orçamento, prazos e metas. É importante que ele atenda aos prazos e orçamentos sem que ocorra perda de qualidade.

Na maioria das indústrias não é comum a existência de equipes específicas para projetos de Gestão Energética, por isso é importante envolver mais colaboradores, podendo estes trazer suas ideias de melhorias para o seu setor, contribuindo com um melhor desenvolvimento do programa. Assim, a participação na empresa fica mais diversificada e englobando níveis organizacionais diferentes, aumentando-se a previsão de riscos devido a mais pessoas acompanhado e verificado as ações práticas nas áreas onde os gestores nem sempre estão presentes. Esse envolvimento é importante, principalmente em projetos de Eficiência Energética, onde o resultado tem como um dos focos alcançar melhor qualidade de trabalho e sustentabilidade (IANOSKI, 2012).

O gerenciamento de projetos visa buscar a organização do trabalho utilizando técnicas estratégicas para conciliar as necessidades do projeto e seu resultado. O detalhamento do gerenciamento proporciona uma melhor administração das informações e, durante todo o ciclo

de vida do projeto, ele viabiliza o andamento das etapas a serem executadas. Sua estrutura deve ser clara e organizada, onde os participantes da equipe devem acompanhar seus status e andarem juntos na progressão, verificando se as metas estão sendo alcançadas e ter controle de um todo (IANOSKI, 2012).

Como dito, cabe a CICE acompanhar a implantação dos projetos de Gestão Energética, mesmo quando estes forem executados por empresas terceirizadas. Nessa etapa será necessário gerenciar pessoas, acompanhar todo o cronograma de implantação, verificar se as etapas estão sendo executadas sem extrapolar o cronograma e o orçamento. Caso necessário poderão ser aprovadas solicitações de mudanças a fim de reparar os problemas encontrados. Durante o encerramento da execução também é dever da CICE promover o encerramento de contratos e organizar todos os documentos (SOUTO, 2015).

### **2.5.3. Acompanhamento**

Após a implantação vem a etapa de acompanhamento dos resultados obtidos pelos projetos do Programa de Gestão Energética.

O Planejamento Estratégico ainda permanece nessa etapa. É fundamental a elaboração de indicadores de acompanhamento para o desempenho dos projetos implantados, como instrumentos de monitoramento. A definição das metas é importante para mensurar tais resultados.

Esse acompanhamento pode ser realizado através de dados obtidos da fatura de energia, ou de forma mais precisa, com equipamentos de medição. Os dados devem ser relacionados em planilhas e gráficos como um forma de visualização mais eficiente.

Os resultados levantados deverão ser inseridos em relatórios e divulgados os funcionários, também pode-se imprimir os gráficos e anexá-los em murais acessíveis a todos que transitam na empresa.

O capítulo seguinte mostrará como a CICE atua particularmente na indústria, incluindo alguns exemplos específicos de sua atuação.

## Capítulo 3

### Atuação da CICE na Indústria: Estudo de Caso

#### 3.1. Introdução

O setor industrial, como foi abordado no Capítulo 2, possui um grande consumo de energia, mas também um alto poder de economia energética. O destaque de consumo nesse setor é o uso da força motriz, destinando-se o consumo elétrico em bombas, ventiladores, compressores entre outras aplicações.

Dentro do setor industrial destacam-se três grandes consumidores finais de energia no Brasil: Alimentos/Bebidas, Ferro-Gusa/Aço e Papel/Celulose, segundo o PDE 2027, no qual os números observados em 2017 e projetados para 2027 estão relacionados no Gráfico 3.1. Sendo estes segmentos mais consumidores, também merecem atendimento especial quanto ao seu potencial de combate ao desperdício de energia.

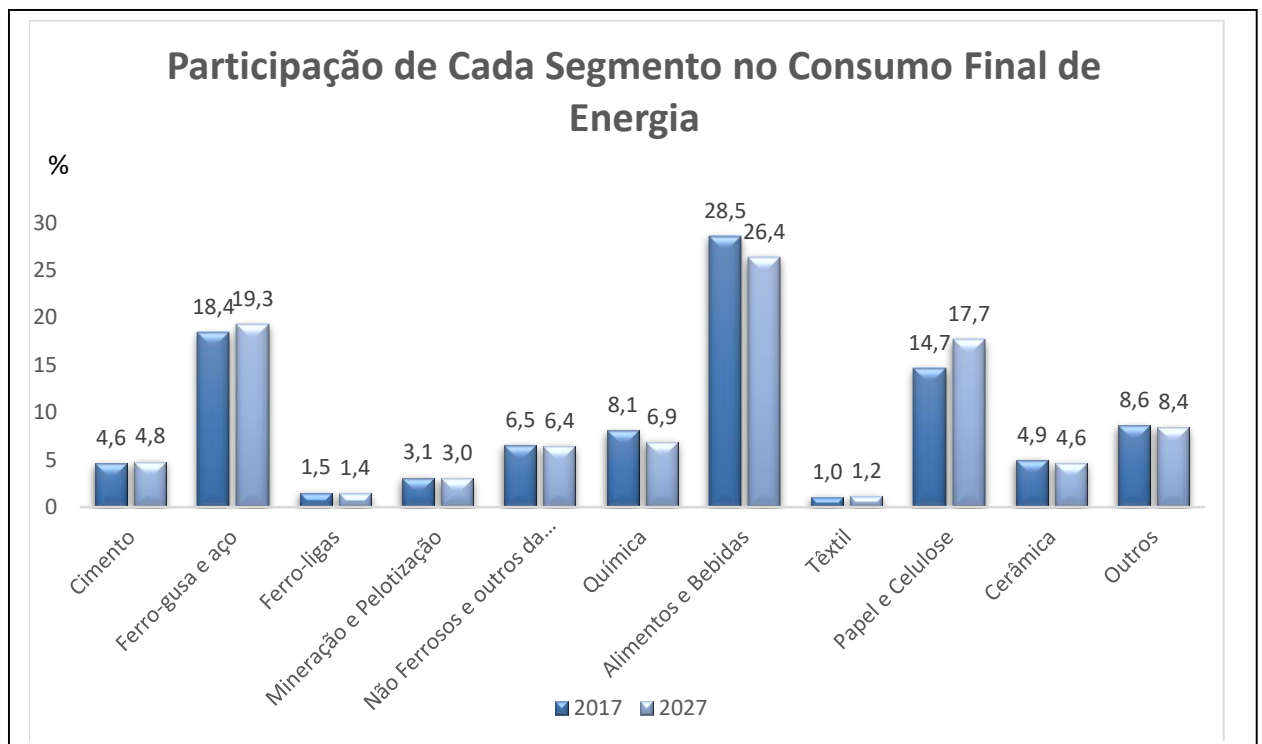


Gráfico 3.1 – Consumo final de energia por segmento no setor industrial.

Fonte: Plano Decenal da Expansão de Energia 2027, 2018

Nos últimos anos as indústrias vêm buscando alternativas para redução do consumo energético, obtendo bons resultados. Algumas das mais eficientes ações tomadas foram (CARVALHO, et al., 2014):

- Cogeração de energia elétrica reutilizando os gases gerados no processo;
- Substituição de combustíveis;
- Automação industrial no controle do processo produtivo;
- Investimento em treinamento de funcionários para familiarizarem com as novas tecnologias.

Serão apresentados neste capítulo exemplos como estudos de caso em uma indústria do ramo de papel e embalagens em geral, em duas unidades da empresa, uma situada em Sapucaia, no estado do Rio de Janeiro, que se encontra no Mercado Cativo de Energia, e outra situada em Juiz de Fora, Minas Gerais, que faz parte do Mercado Livre de Energia. Ambas as unidades funcionam 24 horas por dia, todos os dias, incluindo domingos e feriados. As fábricas possuem quatro turmas que se revezam em três turnos, com revezamento de folga para uma das turmas.

Primeiramente, serão mostrados métodos para o acompanhamento do consumo energético periódico da fábrica, desenvolvidos pelo Setor de Gestão Energética, que deve elaborar relatórios constando os dados obtidos e enviá-los periodicamente a CICE, a fim de que esta os avalie e possa, através deles, tomar decisões a respeito de ações para combater o desperdício de energia ou melhorar o sistema. O banco de dados formado através desse controle serve de comparações para acompanhar a eficiência de projetos após sua implantação.

Por fim, serão mostrados dois estudos de caso, nos quais fica evidente a atuação da CICE durante a tomada de decisões para a implantação de projetos de eficiência energética. A CICE, atuando nessas unidades industriais, constatou alguns problemas no sistema de iluminação e na utilização dos motores, decidindo fazer a implantação de projetos de melhorias destes sistemas. A decisão cabe à CICE e a implantação destes projetos é executada pelo Setor de Gestão Energética. Este setor também deve acompanhar os resultados posteriores à implantação do projeto e realizar comparações com os dados anteriores, elaborando relatórios que serão entregues à CICE, para que esta os avalie e comprove a eficiência do projeto e, posteriormente, divulgue os seus resultados, comprovando os ganhos energéticos obtidos pela sua ação.

### 3.2. Cogeração de Energia

O sistema de cogeração de energia é aderido em diversas empresas, tornando-se alvo de muito estudo e possui uma quantia de geração bem significativa em vários países desenvolvidos, contribuindo com a diminuição da dependência de hidroelétricas.

No conceito ambiental a cogeração também tem seu valor, pois a maioria dos sistemas utilizam a biomassa em seu processo e emitem menos carbono.

A indústria de Papel e Celulose possui um processo com grande consumo de energia devido, principalmente, ao calor utilizado no processo. Devido a isso, a maioria das fábricas do segmento tem potencial para a utilização da cogeração de energia em sua planta (SOUZA, 2015).

Na fábrica de Minas Gerais, após feito o estudo de viabilidade pelo Setor de Gestão Energética e este avaliado pela CICE, esta comissão aprovou a implantação do sistema de cogeração de energia. O desempenho desse sistema deve ser acompanhado diariamente pela equipe de Gestão Energética, que deverá elaborar também as planilhas comparativas dos resultados acumulativos para avaliar sua eficiência. Quando a geração fica muito abaixo do orçado, seja por problemas de operação na caldeira ou paradas das máquinas, gera prejuízo e o custo orçado da energia fica elevado. As causas e as soluções devem ser levantadas por essa equipe e levadas aos membros da CICE a fim de avaliar as alternativas viáveis para melhorar o sistema.

Uma primeira análise elaborada é a geração bruta em cada mês de um determinado ano, considerando o gerador com uma demanda de 1MW e o período de geração referente a 2018. Esses dados armazenados serão importantes para estimar as premissas de geração e contratação de energia para o ano seguinte e, com base nos valores obtidos, um orçamento de energia será elaborado junto a controladoria. A cogeração atende somente uma parcela do consumo de energia, sendo a outra parcela abastecida pela rede da concessionária local.

A Tabela 3.1 mostra o consumo total de energia que a fábrica consumiu da rede e, em outra coluna, a cogeração realizada em cada mês no ano de 2018, sendo o consumo total da empresa a soma dos dois montantes.

Tabela 3.1 – Consumo e geração de energia em 2018.

<b>Mês</b>	<b>Consumo (MWh)</b>	<b>Gerador (MWh)</b>
Janeiro	3562	511
Fevereiro	3239	424
Março	3584	396
Abril	3533	319
Maio	2807	370
Junho	3525	467
Julho	3618	555
Agosto	3689	427
Setembro	3481	391
Outubro	3380	389
Novembro	3533	341
Dezembro	3637	379
<b>Total do ano</b>	<b>41587</b>	<b>4968</b>

Depois dessa análise, através do valor encontrado de geração em cada mês, será calculado o valor economizado de energia com esse sistema. A planta em estudo está no Mercado Livre de Energia, como dito, e o preço médio de contrato obtido em 2018 é de aproximadamente 216,00 R\$/MWh.

A Tabela 3.2 apresenta o gasto evitado com energia após a implantação do sistema de cogeração em 2018, considerando o volume de energia gerado e o preço da energia, ambos informados acima. O resultado é obtido multiplicando-se a volume pelo preço e, com isso, foi encontrada a economia média de 109 mil R\$/mês e um total de 1,308 milhões R\$/ano, considerando os 18% de ICMS, sendo que este valor deveria ser desembolsado para comprar o montante de energia gerado no Mercado de Energia.

Tabela 3.2 – Gasto evitado de energia devido a cogeração em 2018.

<b>Mês</b>	<b>Gerador (MWh)</b>	<b>Preço da Energia (R\$/MWh)</b>	<b>Valor a Pagar (R\$)</b>
Janeiro	511	216	R\$ 134.690
Fevereiro	424	216	R\$ 111.670
Março	396	216	R\$ 104.282
Abril	319	216	R\$ 84.081
Maio	370	216	R\$ 97.440
Junho	467	216	R\$ 123.125
Julho	555	216	R\$ 146.067
Agosto	427	216	R\$ 112.388
Setembro	391	216	R\$ 102.941
Outubro	389	216	R\$ 102.421
Novembro	341	216	R\$ 89.704
Dezembro	379	216	R\$ 99.860
<b>Total do ano</b>	<b>4968</b>	<b>216</b>	<b>R\$ 1.308.669</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>414</b>	<b>216</b>	<b>R\$ 109.056</b>

Como mostrado na Tabela 3.1 o gerador não está gerando a sua potência nominal, devido a variação das cargas conectadas a ele, pois este gerador atua de forma isolada, ou seja, atende apenas algumas cargas, sendo que se essas cargas param por algum motivo a cogeração é cessada e a energia para o restante do sistema é todo suprido pela rede. Por essa razão faz-se necessário um outro estudo, a possibilidade de colocar este gerador operando em paralelo com a rede, ou seja, ele gera energia continuamente, atingindo sua potência nominal, e injeta essa energia diretamente na rede da indústria, não apenas para o funcionamento de determinadas cargas. A rede da concessionária fornecera a energia necessária para suprir o restante de energia, que a demanda deste gerador não atende. Após o estudo da viabilidade do projeto e a aprovação da CICE a empresa deve seguir com a documentação e preenchimento de formulários exigidos.

A Tabela 3.3 mostra o estudo considerando uma meta de geração de 1 MW e com o gerador operando paralelo a rede, nela é informado o preço médio da energia para o ano de 2018, a meta de geração, que é a demanda do gerador multiplicada pelas horas de funcionamento no mês, e o valor da economia em cada mês conseguida com a implantação desse sistema de cogeração.

Tabela 3.3 – Gasto evitado de energia em 2018 colocando o gerador paralelo a rede.

<b>Mês</b>	<b>Preço da Energia (R\$/MWh)</b>	<b>Meta do Gerador (MWh)</b>	<b>Valor da Economia (R\$)</b>
Janeiro	216	744	R\$ 195.980
Fevereiro	216	672	R\$ 177.015
Março	216	744	R\$ 195.980
Abril	216	720	R\$ 189.659
Maio	216	744	R\$ 195.980
Junho	216	720	R\$ 189.659
Julho	216	744	R\$ 195.980
Agosto	216	744	R\$ 195.980
Setembro	216	720	R\$ 189.659
Outubro	216	744	R\$ 195.980
Novembro	216	720	R\$ 189.659
Dezembro	216	744	R\$ 195.980
<b>Total do ano</b>	<b>216</b>	<b>8760</b>	<b>R\$ 2.307.512</b>
<b>MÉDIA</b>	<b>216</b>	<b>730</b>	<b>R\$ 192.293</b>

Pela análise dessa planilha pode-se notar que anualmente a empresa deixaria de gastar aproximadamente 2,3 milhões de reais. Considerando-se a diferença com o que é gerado atualmente, essa economia seria de aproximadamente um milhão de reais. Decidindo implantar esse sistema a CICE conseguiria levar essa economia para a empresa.



### 3.3. Consumo de Energia

O setor de Gestão Energética auxilia a CICE, dando um apoio administrativo, e o acompanhamento do consumo de energia é uma das suas funções. Para acompanhar esse consumo alguns dados podem ser obtidos da conta de energia elétrica, mas, com a instalação de equipamentos adequados de medição, esse monitoramento pode ser feito em tempo real e os dados serão armazenados diariamente, facilitando ainda mais o acompanhamento e as comparações futuras.

Esse sistema gera uma memória de massa do consumo e da geração em intervalos de cinco minutos, posteriormente podem ser tratados para alimentar as planilhas. Algumas das planilhas que poderão ser elaboradas pelo setor de Gestão Energética através desses dados e avaliadas pela CICE estão listadas abaixo:

- **Consumo diário e demanda de energia elétrica**

O consumo diário de energia servirá para se ter um controle melhor do desempenho energético da fábrica. Também, poderá ser estimado o consumo final de energia, fazendo-se uma previsão da fatura de energia e, no caso da fábrica inserida no Mercado Livre de Energia, uma estimativa de déficit ou excedente de energia ao final do mês será feita.

A análise da demanda oferece dados para uma possível reestrutura dos horários de funcionamento de alguns equipamentos de consumo mais elevado ou para adaptar o sistema de paradas programadas de forma a possibilitar o deslocamento do pico de demanda para fora do horário de ponta.

- **Fator de Potência**

No Brasil o valor aceitável é de 0,92 ou mais, caso em algum momento a instalação fique abaixo desse valor a concessionária aplicará uma multa proporcional a energia reativa injetada na rede. Atentar-se a isso evita gastos desnecessários. Pelo controle instantâneo do consumo de energia é possível a elaboração de uma planilha que informa quando foi ultrapassada a tolerância e calcular o valor estimado a ser pago. Detectando-se algum momento de fator de potência baixo o responsável pela manutenção da elétrica deverá ser informado para diagnosticar eventuais causas e corrigir o mais rápido possível a fim de evitar uma multa maior.

- **Produção Diária e Consumo Específico**

É possível relacionar o consumo e geração de energia por dia com o tipo de produto fabricado, no caso estudado é a gramatura do papel produzido. Dessa forma o banco de informações para comparações fica mais completo e as tomadas de decisão facilitadas.

Através de um outro programa instalado na indústria é possível a elaboração de uma tabela com informações mais completas, onde serão inseridos os tipos de papeis produzidos, a quantidade produzida e as horas paradas das máquinas. Com isso fica mais fácil chegar-se a conclusões, por exemplo, das causas de baixa geração (por exemplo a produção de papel com baixa gramatura), ou descobrir no mesmo instante porque o gerador parou, sem esperar que o operador venha comunicar. Assim, essa planilha auxiliará nos levantamentos de dados para acompanhar o desempenho da cogeração.

Considerando-se uma fábrica de papel com sua produção diária definida em toneladas, é adotado o consumo específico como sendo a energia gasta no período, em kWh, dividido pela produção no mesmo período, em toneladas. Esse dado é um dos melhores comparativos, pois através desse valor definido como meta, segundo as características históricas da fábrica, pode-se chegar a um valor ideal de consumo para uma produção definida. Quando o consumo específico fica muito acima do orçado é porque algum problema ocorreu e deve-se investigá-lo. Esse monitoramento diário deve ser feito para se chegar mais rápido as causas. Pois analisar algo ocorrido dia a dia é mais fácil do que esperar passar o mês inteiro e este ser analisado como um todo.

Todas as informações registradas, colocadas de forma organizada, serão úteis. No caso da produção, ela é importante pois determina se o aumento de consumo foi pelo aumento da produção ou ocorreu um gasto além do necessário, se foi desperdício ou realmente necessidade de consumo. Algumas vezes, no caso da cogeração, o gerador parou por problemas elétricos ou falha na caldeira e precisou que essa energia deixada de gerar fosse suprida pela rede da concessionária. Em outros casos pode ocorrer simplesmente o esquecimento de equipamento ligado desnecessariamente. Tudo isso deve ser diagnosticado e suas causas repassadas para os supervisores da área e demais operadores, para estes ficarem mais atentos aos desperdícios.

- **Consumo por Turma**

O acompanhamento de energia separado por setor também poderá ser executado e o estabelecimento desse sistema cria-se estratégias de economia que mais se adequam a cada setor, ou a cada turno.

Para uma indústria com troca de turno a análise pode ser feita separando-se o consumo e produção realizada por cada turma e acompanhando-se o consumo específico de cada uma. Dessa forma o controle fica mais eficiente pois, sabendo-se em qual turma se consome mais, pode-se chegar mais rápido as causas de certos desperdícios.

Todos os dados relevantes de cada setor ou de cada turma separadamente analisados podem indicar potenciais significativos de economia. Por exemplo, a turma A teve um consumo específico maior, ou seja, gastou mais para produzir menos, então o campo de procura ao desperdício naquele dia limita-se apenas a turma A. O que ocorreu? Por que certo equipamento ficou ligado mais tempo? Foi parada de manutenção? Com essas informações adquiridas um banco de dados pode ser formado para avaliações futuras e algumas causas podem ser encontradas de imediato, caso não seja um desperdício que pode ser evitado pelo menos tem-se uma justificativa. Após serem apurados os dados de cada turma no dia, um membro da CICE deve ser encarregado de levá-los para a área, por exemplo anotar em um quadro onde todos os operadores podem ter acesso ao acompanhamento, e caso tenham alguma dúvida eles podem questionar ou da alguma opinião.

- **Gráficos**

Alguns dados dessas planilhas podem ser apresentados em gráficos, uma das melhores formas de realizar comparações rápidas. Relacionar o consumo específico de todos os meses do ano para verificar o melhor índice, montar o gráfico da cogeração anual, entre outros é uma ferramenta facilitadora na hora de avaliar e apresentar os resultados. Esses gráficos deverão ser enviados para a análise da CICE e esta deverá divulgá-los juntamente com outros dados coletados, poderão também ser anexados em quadros na área industrial, ficando estes expostos a toda comunidade fabril.

### **3.4. Controle de Equipamentos**

Após uma comparação do consumo de energia algumas causas do consumo excessivo não são aparentes, e outros meios de controle serão importantes para encontrá-las, como por exemplo o controle de equipamentos. Manter uma planilha com a relação de todos os

equipamentos em funcionamento, considerando suas substituições, sua potência, horário atual de funcionamento, idade e número de rebobinagem, no caso de motores, ajudara a verificação de quais equipamentos estavam em funcionamento em determinado instante e auxiliará os técnicos a se atualizarem quanto as trocas dos equipamentos e a equipe da CICE a se organizarem quanto a alteração do horário de funcionamento, podendo manipular os motores que mais consomem energia a não funcionarem em horário de ponta ou em horários de alta demanda, isso poderá ser estudado relacionando essa planilha com a de demanda diária, e assim combinar os melhores horários de funcionamento de acordo com a necessidade da produção em cada mês. Essa planilha também será a base de controle para diversos outros estudos, como por exemplo a viabilidade da troca de motores e sobredimensionamento.

### **3.5. Projeto Retrofit de LEDs**

Este tópico tem por objetivo apresentar o estudo da implantação do projeto de eficiência energética que visa a substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED, mostrando a eficiência energética que foi adquirida e a análise de viabilidade executada.

Na fábrica no Estado do Rio de Janeiro, durante avaliação dos relatórios dos níveis de iluminância, foi constatada a precariedade da iluminação. Alguns depoimentos dos colaboradores também foram considerados, nos quais estes afirmavam que havia pontos onde a iluminação era desconfortante, causando dores de cabeça e outros problemas, afetando a qualidade do desenvolvimento de suas atividades e podendo causar até mesmo acidentes de trabalho, principalmente durante o turno da noite. A Norma Regulamentadora NR-17, referente às condições de trabalho, afirma que a iluminação é classificada como um risco físico, sendo assim a iluminação é importante para a segurança dos funcionários. Também foi constatado pela CICE um número grande de lâmpadas descartadas periodicamente, sendo que o descarte correto desse material é pago pela empresa, gerando mais despesas, a vida útil das lâmpadas atuais é de aproximadamente 4 anos, e as de LED aproximadamente 15 anos de vida útil.

Diante dessas reclamações e visando economias energéticas para a fabricas, a CICE decidiu dar início ao andamento das análises de implantação do projeto de melhorias, e assim foi repassado ao Setor de Gestão Energética a elaboração do estudo para a troca das lâmpadas então utilizadas por lâmpadas LEDs. O projeto visou fazer todo o estudo do uso adequado de lâmpadas para cada setor, contribuindo com a solução dos problemas detectados.

A opção de utilizar lâmpadas de LED nesse projeto de iluminação ocorreu devido a sua durabilidade e eficiência, luminosa e energética, quando comparadas as demais lâmpadas. Abaixo estão listadas algumas das vantagens de se utilizar lâmpadas LED:

- Funcionam com baixas potências e grande eficácia luminosa, reduzindo assim o consumo de energia elétrica;
- Baixo custo de manutenção, uma vez que sua durabilidade diminui muito a necessidade de trocas;
- Não emitem calor, proporcionando maior eficiência;
- Sua vida útil não depende da quantidade e frequência em que é ligada e desligada;
- São resistentes a impactos e vibrações.

O estudo para a troca de lâmpadas deu início em dezembro de 2017, e toda a implantação do projeto foi finalizada em julho de 2018. Ao todo foram substituídas 972 lâmpadas espalhas em diversas áreas da fábrica. Estão inseridas no Apêndice A as informações das lâmpadas atuais e no Apêndice B a relação das lâmpadas de LED para a substituição. Foi feito um estudo de várias empresas terceirizadas e a que mostrou mais credibilidade deu início aos trabalhos seguindo algumas etapas, sendo todas elas acompanhadas por um responsável do setor de Gestão Energética e suas observações repassadas à CICE para avaliação.

Primeiramente realiza-se uma análise detalhada da área para levantar o tipo de lâmpada que existe e qual deverá ser utilizada em seu lugar de forma a melhorar a qualidade de iluminação, levando em consideração a norma NBR ISO 8995-1, sobre a regulamentação da iluminação de ambientes de trabalho e a ABNT NBR 5382, que se refere a iluminação de ambientes de trabalho, a troca das luminárias também foi considerada nesse projeto. Também foram avaliados os horários de funcionamento e preço unitário de cada lâmpada, assim como o consumo energético delas. Após feito isso, um inventário é elaborado contendo o número de lâmpadas atuais, a potência de cada uma. Isso também será feito para as lâmpadas LED, que serão inseridas no lugar das atuais em cada ambiente da indústria contemplado com o projeto.

Posteriormente, uma comparação da redução de potência foi feita e esta é apresentada na Tabela 3.4, que apresenta os ambientes contemplados com o projeto, o número de lâmpadas em cada um deles, a potência atual e a potência dos LEDs. Verificou-se uma redução de 68.594,1 Watts de potência através da substituição de 972 lâmpadas.

Tabela 3.4 – Potência das lâmpadas atuais e de LED.

<b>Ambiente</b>	<b>Número de Lâmpada</b>	<b>Potência Atual (W)</b>	<b>Potência LED (W)</b>	<b>Redução de Potência (W)</b>
E.T.I	2	575	200	375
Caldeira	7	575	200	375
Área Industrial	26	126,5	19	107,5
Manutenção	12	126,5	19	107,5
E.T.I	4	126,5	19	107,5
Manutenção	4	36,8	19	17,8
Área Comum	16	36,8	19	17,8
E.T.I	6	36,8	19	17,8
Almoxarifado	48	40	20	20
FOSTER	24	40	20	20
Manutenção	2	40	20	20
E.T.I	2	40	20	20
Área Comum	4	40	20	20
Clicheria	14	155,25	75	80,25
Depósito Externo	7	155,25	75	80,25
Oficina Nova	4	155,25	75	80,25
E.T.I	1	155,25	75	80,25
Área Industrial	580	155,25	75	80,25
Caldeira	5	155,25	75	80,25
S.E - 02	18	36,8	19	17,8
Área Comum	20	36,8	19	17,8
Administração	40	36,8	19	17,8
Plotter	8	36,8	19	17,8
Arquivo Morto	4	36,8	19	17,8
C.C.O	8	36,8	19	17,8
CCM Elétrica	16	36,8	19	17,8
Vestiário	28	36,8	19	17,8
Sala Treinamento	12	36,8	19	17,8
Banheiros	6	36,8	19	17,8
R.H	12	40	20	20
Sala Reunião	8	40	20	20
T.I	4	40	20	20
Estacionamento	2	155,25	75	80,25
Estacionamento	18	460	120	340
<b>Total</b>	<b>972</b>	<b>124.941,1</b>	<b>56.347</b>	<b>68.594,1</b>

O segundo passo é a análise do preço da energia paga pela empresa mensalmente e estimar esta economia em reais.

A indústria estudada nesse caso está situada no estado do Rio de Janeiro no segmento tarifário A4 Azul. Foram analisadas as faturas de três meses consecutivos para se chegar ao preço pago pela energia, no horário de ponta e fora de ponta. A Tabela 3.5 apresenta as premissas utilizadas para o cálculo do preço de energia, como a demanda contratada, consumo e impostos.

Tabela 3.5 – Premissas adotadas para o cálculo do preço da energia.

	<b>Unid. Medida</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>
Ambiente de Contratação	-	CATIVO	CATIVO	CATIVO
Demanda Fio HP	kW	800	800	800,00
Demanda Fio HFP	kW	800	800	800,00
Consumo HP	kWh	32986	25924	32891,00
Consumo HFP	kWh	297810	259470	339570,00
ICMS	-	22%	22%	22%
PIS/COFINS	-	5,98%	6,05%	6,05%

A Tabela 3.6 abaixo apresenta as tarifas informadas pela concessionária sem imposto, aplicadas a cada uma das premissas adotadas na Tabela 3.5.

Tabela 3.6 – Tarifas de energia.

<b>TARIFAS THS AZUL A4 – LIGHT</b>				
<b>TARIFAS SEM IMPOSTOS</b>				
<b>Componente</b>	<b>Unid. Medida</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>
Demanda Fio HP	R\$/kW	29,68	29,68	31,02
Demanda Fio HFP	R\$/kW	15,76	15,76	16,77
Encargo HP	R\$/MWh	71,38	71,38	87,95
Encargo HFP	R\$/MWh	71,38	71,38	87,95
Energia HP	R\$/MWh	388,74	388,74	399,06
Energia HFP	R\$/MWh	254,76	254,76	255,87

A Tabela 3.7 apresenta o custo da energia. Os valores foram encontrados multiplicando a tarifa da Tabela 3.6 pelo consumo dos respectivos componentes inseridos na Tabela 3.5.

Tabela 3.7 – Custo de energia.

<b>CUSTOS SEM IMPOSTOS</b>				
<b>Componente</b>	<b>Unid. Medida</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>
Demanda Fio HP	R\$	23.744,00	23.744,00	24.814,45
Demanda Fio HFP	R\$	12.608,00	12.608,00	13.419,61
Encargo HP	R\$	2.354,54	1.850,46	2.892,84
Encargo HFP	R\$	21.257,68	18.520,97	29.865,95
Energia HP	R\$	12.822,98	10.077,70	13.125,32
Energia HFP	R\$	75.870,08	66.102,58	86.885,01
<b>TOTAL</b>	<b>R\$</b>	<b>148.657,27</b>	<b>132.903,70</b>	<b>171.003,18</b>

Finalmente, para se chegar ao valor pago pela energia em cada horário, ponta e fora de ponta, foram somados os valores dos custos no horário de ponta da Tabela 3.7 e essa soma foi dividida pelo consumo no horário de ponta, inseridos na Tabela 3.5. O mesmo processo foi feito para o horário fora de ponta. A tabela 3.8 mostra os resultados para o preço da energia em cada horário. Para calcular o preço da energia posteriormente será utilizado a média dos três meses, que será de 1,27 para o horário de ponta e 0,37 para fora de ponta.

Tabela 3.8 – Preço de energia.

<b>PREÇO SEM IMPOSTOS</b>				
	<b>Unid. Medida</b>	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>
HP	R\$/kWh	1,18	1,38	1,24
HFP	R\$/kWh	0,37	0,37	0,38

O valor pago pela energia é diferente para horário de ponta e fora de ponta. Dessa forma, é importante avaliar quanto que cada lâmpada consome separadamente para esses horários.

Os setores foram separados de acordo com o horário que as lâmpadas permanecem ligadas. Mesmo durante o dia, a maioria dos setores precisam de todas as lâmpadas ligadas.

Foram criados três grupos, um com funcionamento de domingo a sábado de 00:01 as 23:59, outro de domingo a sábado no intervalo de 16:01 as 23:59, e o setor administrativo, com funcionamento de segunda a sexta no intervalo de 08:01 as 16:59.



As Tabelas 3.9 e 3.10 mostram os setores com a separação mencionada acima e a soma do tempo, em horas, que as lâmpadas funcionam durante uma semana de uso.

Tabela 3.9 – Horas de funcionamento das lâmpadas de domingo a sábado

<b>Domingo a Sábado de 00:01 as 23:59</b>			
<b>Ambiente</b>	<b>Uso HP (Horas)</b>	<b>Uso HFP (Horas)</b>	<b>Uso Total (Horas)</b>
E.T.I	15	152,77	167,77
Caldeira	15	152,77	167,77
Área Industrial	15	152,77	167,77
Manutenção	15	152,77	167,77
E.T.I	15	152,77	167,77
Manutenção	15	152,77	167,77
Área Comum	15	152,77	167,77
E.T.I	15	152,77	167,77
Almoxarifado	15	152,77	167,77
Máquina - FOSTER	15	152,77	167,77
Manutenção	15	152,77	167,77
E.T.I	15	152,77	167,77
Área Comum	15	152,77	167,77
Clicheria	15	152,77	167,77
Depósito Externo	15	152,77	167,77
Oficina Nova	15	152,77	167,77
E.T.I	15	152,77	167,77
Área Industrial	15	152,77	167,77
Caldeira	15	152,77	167,77
<b>Domingo a Sábado de 16:00 as 23:59</b>			
<b>Ambiente</b>	<b>Uso HP (Horas)</b>	<b>Uso HFP (Horas)</b>	<b>Uso Total (Horas)</b>
Estacionamento	15	40,88	55,88
Estacionamento	15	40,88	55,88

Tabela 3.10 – Horas de funcionamento das lâmpadas de segunda a sexta.

<b>Segunda a Sexta de 08:01 as 16:59</b>			
<b>Ambiente</b>	<b>Uso HP (Horas)</b>	<b>Uso HFP (Horas)</b>	<b>Uso Total (Horas)</b>
S.E – 02	0	45,00	45,00
Área Comum	0	45,00	45,00
Administração	0	45,00	45,00
Plotter	0	45,00	45,00
Arquivo Morto	0	45,00	45,00

C.C.O	0	45,00	45,00
CCM Elétrica	0	45,00	45,00
Vestiário	0	45,00	45,00
Sala Treinamento	0	45,00	45,00
Banheiro	0	45,00	45,00
R.H	0	45,00	45,00
Sala Reunião	0	45,00	45,00
T.I	0	45,00	45,00

Esse horário está calculado em semanas. Para encontrar o valor mensal basta multiplicá-lo por 30 e dividir este resultado por 7. Com o horário de funcionamento e a potência de cada lâmpada foi calculada a energia consumida antes e depois da troca. Para isso multiplicou-se o número de lâmpadas pela sua potência e pelo horário de funcionamento delas em cada setor.

A Tabela 3.11 mostra a energia consumida, em kWh mensal, para cada setor antes e depois da troca. Analisando esta tabela foi verificado que o consumo mensal antes da troca era de 82.110 kWh e depois do projeto passou a ser de 37.554 kWh. A eficiência energética dessa ação foi de aproximadamente 44.557 kWh

Tabela 3.11 – Energia consumida mensalmente em cada setor

<b>Ambiente</b>	<b>Atual HP (kWh)</b>	<b>Atual HFP (kWh)</b>	<b>LED HP (kWh)</b>	<b>LED HFP (kWh)</b>
E.T.I	74	753	26	262
Caldeira	259	2635	90	917
Área Industrial	211	2153	32	323
Manutenção	98	994	15	149
E.T.I	33	331	5	50
Manutenção	9	96	5	50
Área Comum	38	385	20	199
E.T.I	14	145	7	75
Almoxarifado	123	1257	62	629
FOSTER	62	629	31	314
Manutenção	5	52	3	26
E.T.I	5	52	3	26
Área Comum	10	105	5	52
Clicheria	140	1423	68	687
Depósito Externo	70	712	34	344
Oficina Nova	40	407	19	196
E.T.I	10	102	5	49
Área Industrial	5789	58954	2796	28480
Caldeira	50	508	24	246

S.E - 02	0	128	0	66
Área Comum	0	142	0	73
Administração	0	284	0	147
Plotter	0	57	0	29
Arquivo Morto	0	28	0	15
C.C.O	0	57	0	29
CCM Elétrica	0	114	0	59
Vestiário	0	199	0	103
Sala Treinamento	0	85	0	44
Banheiros	0	43	0	22
R.H	0	93	0	46
Sala Reunião	0	62	0	31
T.I	0	31	0	15
Estacionamento	20	54	10	26
Estacionamento	532	1451	139	378
<b>Total</b>	<b>7592</b>	<b>74519</b>	<b>3396</b>	<b>34158</b>

Com o consumo energético separado em horário de ponta e fora de ponta é possível calcular o consumo de energia em reais, para isso multiplica-se o consumo da Tabela 3.11 pelo preço médio da energia encontrado, 1,27 para o horário de ponta e 0,37 para fora de ponta. Assim, tem-se o valor pago em cada horário, podendo somá-los agora e encontrar o valor total pago pela energia. Isso foi feito para as lâmpadas atuais e as de LED.

A Tabela 3.12 relaciona o valor total pago de energia para as lâmpadas atuais, o valor que se pagará para as lâmpadas LED e a economia, todos os valores em reais. Pode-se observar que antes da troca o valor pago de energia é de R\$ 37.213, depois da troca esse valor cai para R\$ 16.951, sendo assim foi encontrada uma economia mensal de aproximadamente R\$ 20.262.

Tabela 3.12 – Valor pago pela energia consumida mensalmente em cada setor

<b>Ambiente</b>	<b>Atual (R\$)</b>	<b>LED (R\$)</b>	<b>Economia (R\$)</b>
E.T.I	372	130	242
Caldeira	1304	453	851
Área Industrial	1065	160	905
Manutenção	492	74	418
E.T.I	164	25	139
Manutenção	48	25	23
Área Comum	191	98	93
E.T.I	72	37	35
Almoxarifado	622	311	311
FOSTER	311	155	156

Manutenção	26	13	13
E.T.I	26	13	13
Área Comum	52	26	26
Clicheria	704	340	364
Depósito Externo	352	170	182
Oficina Nova	201	97	104
E.T.I	50	24	26
Área Industrial	29164	14089	15075
Caldeira	251	121	130
S.E - 02	47	24	23
Área Comum	53	27	26
Administração	105	54	51
Plotter	21	11	10
Arquivo Morto	11	5	6
C.C.O	21	11	10
CCM Elétrica	42	22	20
Vestiário	74	38	36
Sala Treinamento	32	16	16
Banheiros	16	8	8
R.H	34	17	17
Sala Reunião	23	11	12
T.I	11	6	5
Estacionamento	45	22	23
Estacionamento	1213	316	897
<b>Total</b>	<b>37213</b>	<b>16951</b>	<b>20262</b>

A Tabela 3.13 relaciona o investimento, considerando o preço unitário já multiplicado pelo número de lâmpadas nos setores, e a economia encontrada na Tabela 3.12 para o cálculo do payback.

Tabela 3.13 – Payback avaliado para troca das lâmpadas.

<b>Ambiente</b>	<b>Investimento (R\$)</b>	<b>Economia (R\$)</b>	<b>Payback</b>
E.T.I	1.554,8	242	6,42
Caldeira	5.442,0	851	6,39
Área Industrial	2.397,8	905	2,65
Manutenção	1.106,7	418	2,65
E.T.I	368,9	139	2,65
Manutenção	185,0	23	8,05
Área Comum	740,2	93	7,96
E.T.I	277,6	35	7,93

Almoxarifado	2.656,1	311	8,54
FOSTER	1.328,0	156	8,51
Manutenção	110,7	13	8,51
E.T.I	110,7	13	8,51
Área Comum	221,3	26	8,51
Clicheria	7.063,5	364	19,41
Depósito Externo	3.531,8	182	19,41
Oficina Nova	2.018,1	104	19,41
E.T.I	504,5	26	19,41
Área Industrial	292.631,4	15075	19,41
Caldeira	2.522,7	130	19,41
S.E – 02	832,7	23	36,21
Área Comum	925,2	26	35,59
Administração	1.850,5	51	36,28
Plotter	370,1	10	37,01
Arquivo Morto	185,0	6	30,84
C.C.O	370,1	10	37,01
CCM Elétrica	740,2	20	37,01
Vestiários	1.295,3	36	35,98
Sala Treinamento	555,1	16	34,70
Banheiro	277,6	8	34,70
R.H	664,0	17	39,06
Sala Reunião	442,7	12	36,89
T.I	221,3	5	44,27
Estacionamento	1.009,1	23	43,87
Estacionamento	47.104,1	897	52,51
<b>Total</b>	<b>381.615</b>	<b>20.262</b>	<b>18,83</b>

Após esta análise elaborada e repassada à CICE, esta avaliou os dados e tomou a decisão de implantar o projeto, repassando a sua execução para o Setor de Gestão Energética, que posteriormente deverá acompanhar periodicamente os resultados desse projeto.

Com a atuação da CICE e sua decisão de implantar esse projeto de Retrofit LEDs a empresa conseguiu economizar aproximadamente R\$ 20.262 por mês, sendo a eficiência energética de 44.557 kWh.

Uma boa iluminação garante a segurança e melhora o desempenho dos funcionários. Para garantir a quantidade e qualidade da iluminação algumas regras devem ser seguidas. Assim sendo, a etapa final do projeto é a comparação da iluminância antes e depois da troca das lâmpadas para verificar se o ambiente está de acordo com a norma, cabendo essa função ao Setor de Gestão Energética.

Os níveis de iluminamento devem ser medidos no campo de trabalho onde se realiza a tarefa visual. O instrumento utilizando é o luxímetro calibrado com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano em função do ângulo de incidência e a unidade de medição é o lux.

Realizou-se uma comparação de iluminância antes e depois do projeto em cinco setores. Os setores se enquadram no item 22 da tabela “Planejamento dos ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor”, da NBR ISO CIE 8995-1, referente a trabalhos de escritório onde predominam as atividades de escrever, teclar, ler e processar dados, segundo esta norma a iluminância adequada no posto de trabalho deve ser de no mínimo 500 lux, e para ser adequado não pode ultrapassar 2500 lux. Existe a possibilidade de ocorrer alguma distorção entre o cálculo e a medição de uma instalação de iluminação, uma das causas é que foi considerado idêntico o desempenho das lâmpadas, circuitos e luminárias, o que é impossível. Por isso uma tolerância de 10% para as medidas de iluminância e luminância devem ser adotadas (ABNT, 2013).

A comparação dos resultados obtidos antes e depois da implantação do projeto em cada setor estão detalhados abaixo.

**Administrativo:** A sala possui área de 176m<sup>2</sup> e pé direito com 2,99 m<sup>2</sup> de altura. Possui três janelas na lateral esquerda e 4 na lateral direita. Existem 34 postos de trabalho, sendo duas mesas no formato “L” e 8 ilhas, contendo 4 postos de trabalho cada. A avaliação nesse ambiente ocorreu no plano visual da tarefa, a 75cm de altura.

A Tabela 3.14 apresenta o resultado encontrado de iluminância nos postos de trabalho e a Figura 3.1 representa o layout do setor.

Tabela 3.14 Iluminância nos postos de trabalho do setor Administrativo.

<b>Posto de Trabalho</b>	<b>Lux Recomendado</b>	<b>Lux Anterior</b>	<b>Lux Atual</b>
Posto 1	500	325	521
Posto 2	500	335	542
Posto 3	500	424	565
Posto 4	500	338	609
Posto 5	500	381	567
Posto 6	500	420	586
Posto 7	500	310	585

Posto 8	500	325	554
Posto 9	500	322	546
Posto 10	500	307	595
Posto 11	500	327	574
Posto 12	500	125	558
Posto 13	500	145	553
Posto 14	500	182	596
Posto 15	500	305	605
Posto 16	500	143	576
Posto 17	500	139	607
Posto 18	500	231	542
Posto 19	500	203	628
Posto 20	500	160	528
Posto 21	500	177	589
Posto 22	500	288	560
Posto 23	500	225	564
Posto 24	500	202	571
Posto 25	500	343	468
Posto 26	500	232	528
Posto 27	500	292	476
Posto 28	500	273	535
Posto 29	500	276	545
Posto 30	500	271	593
Posto 31	500	273	583
Posto 32	500	261	568
Posto 33	500	306	586
Posto 34	500	266	522

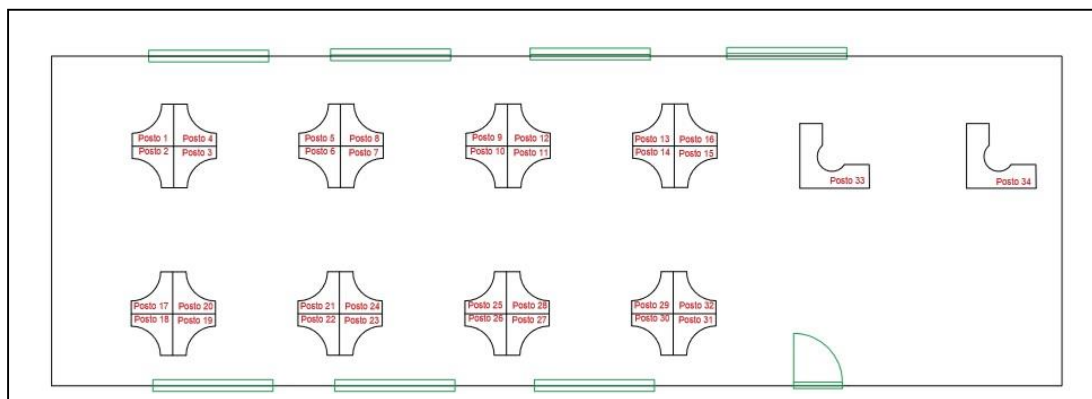


Figura 3.1 – Layout do setor Administrativo.

**Tecnologia da Informação:** O setor possui paredes de alvenaria, área de 11,66 m<sup>2</sup> e pé direito de 3,48m. Existem 4 postos de trabalho, dispostos em dupla e nas extremidades da sala. A avaliação nesse ambiente ocorreu no plano visual da tarefa, a 75cm de altura.

A Tabela 3.15 apresenta o resultado encontrado de iluminância nos postos de trabalho e a Figura 3.2 representa o layout do setor.

Tabela 3.15 – Iluminância nos postos de trabalho da TI.

Posto de Trabalho	Lux Recomendado	Lux Anterior	Lux Atual
Posto 1	500	424	617
Posto 2	500	335	455
Posto 3	500	429	644
Posto 4	500	421	617

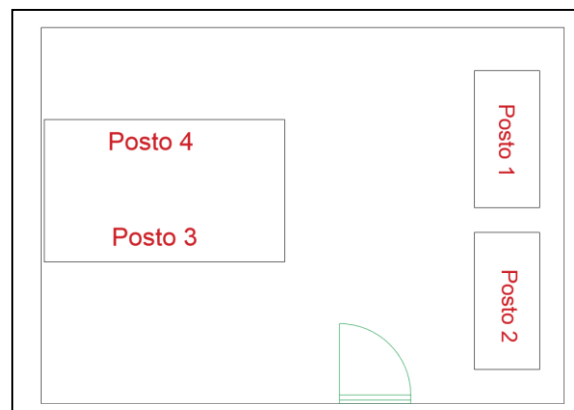


Figura 3.2 – Layout do setor T.I.

**Manutenção:** A sala fica dentro de um galpão com iluminação artificial. Possui duas paredes com a metade de baixo pintada na cor escura e a metade de cima painel de vidro, permitindo a visualização do galpão. As outras duas paredes são de alvenaria na cor branca. Existe uma mesa retangular no centro da sala e 6 postos de trabalho dispostos lateralmente.

A Tabela 3.16 apresenta o resultado encontrado de iluminância nos postos de trabalho e a Figura 3.4 representa o layout do setor.



Tabela 3.16 – Iluminância nos postos de trabalho da Manutenção.

Posto de Trabalho	Lux Recomendado	Lux Anterior	Lux Atual
Posto 1	500	231	495
Posto 2	500	220	752
Posto 3	500	254	693
Posto 4	500	275	627
Posto 5	500	260	948
Posto 6	500	275	661

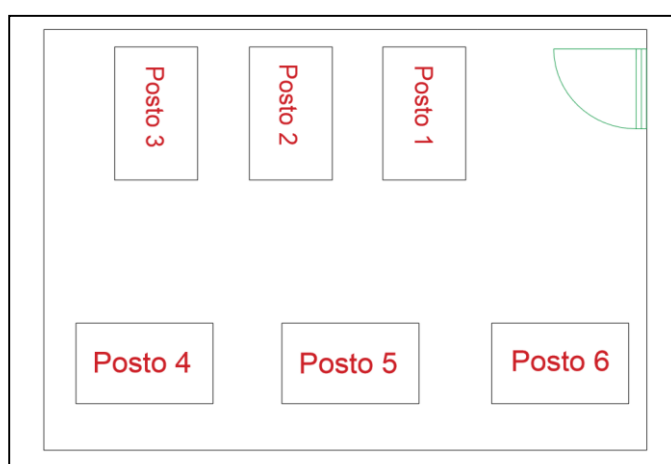


Figura 3.4 – Layout do Manutenção.

**Caldeira:** O setor possui painéis de vidro nas paredes, que permitem a entrada de luz natural e uma mesa com posto administrativo. As paredes são da cor clara e os painéis de energia são na cor cinza.

A Tabela 3.17 apresenta o resultado encontrado de iluminância nos postos de trabalho e a Figura 3.5 representa o layout do setor.

Tabela 3.17 – Iluminância nos postos de trabalho da Caldeira.

Posto de Trabalho	Lux Recomendado	Lux Anterior	Lux Atual
Posto 1	500	685	512

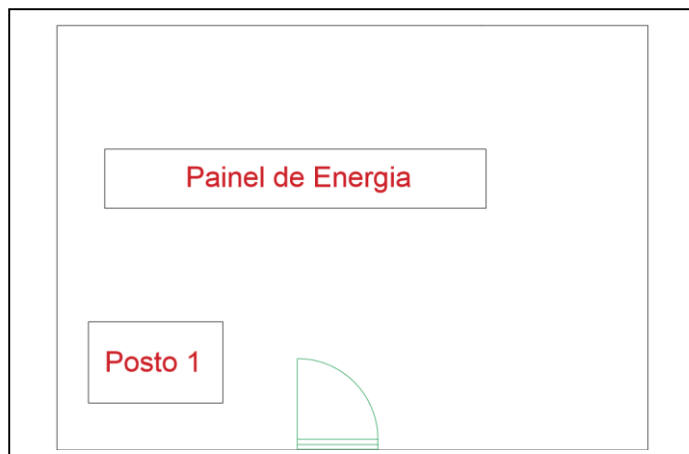


Figura 3.5 – Layout do setor Caldeira.

Após essa avaliação pela CICE pode-se constatar que o projeto, além da economia de energia, também trouxe melhorias na qualidade de iluminação, uma vez que antes da troca alguns setores apresentaram iluminância abaixo de 500 lux, depois do projeto todos os ambientes com lâmpadas LED ficaram dentro das especificações.

### 3.6. Projeto Troca de Motor

Investir em tecnologia e inovação é o primeiro passo para diminuir os custos operacionais e aumentar a produtividade. Os motores elétricos são essenciais no processo produtivo de qualquer indústria, e seu gasto com energia tem um valor expressivo.

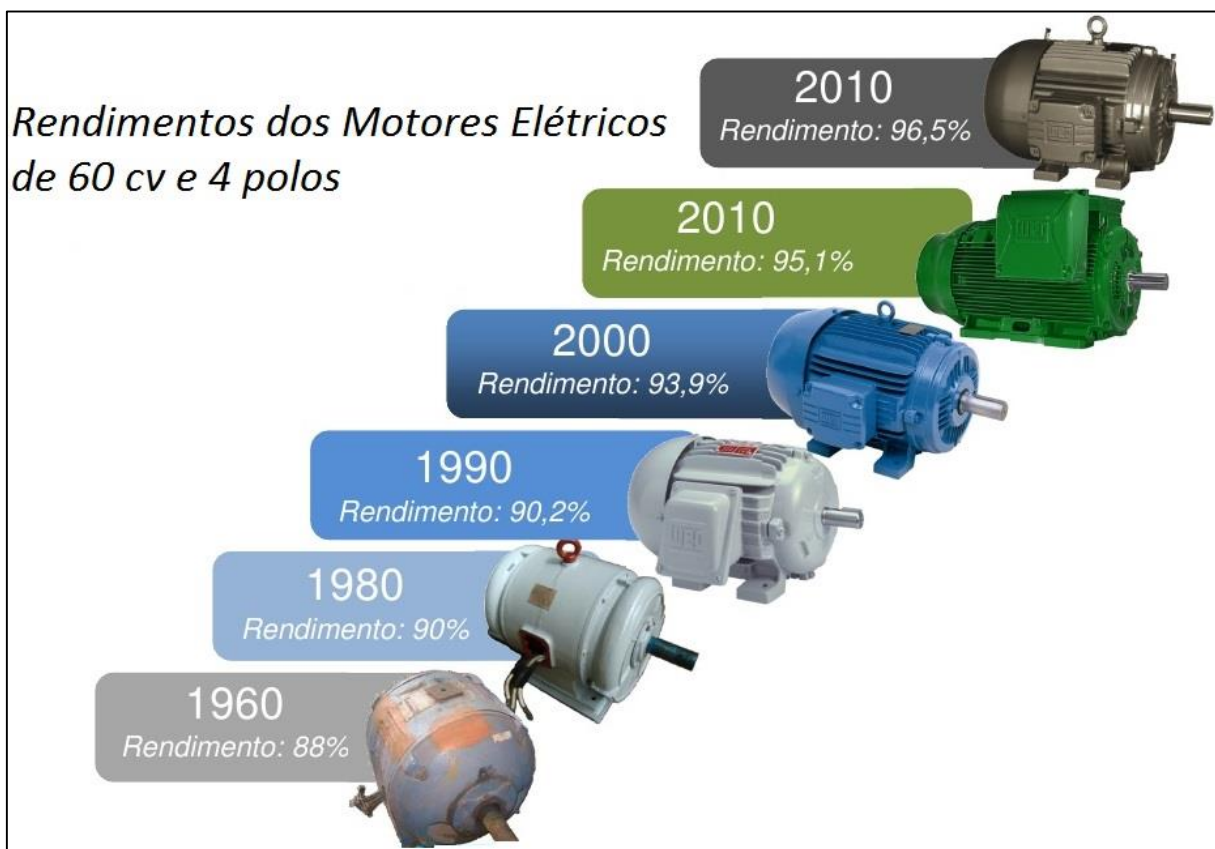
Na fábrica de Juiz de Fora, durante o acompanhamento dos relatórios de equipamentos em utilização, foram observados muitos motores antigos, que apresentavam muitas falhas e com alto número de rebobinamentos. Durante a avaliação da CICE de um estudo mais aprofundado feito pela equipe técnica da empresa, constatou-se que vários motores estavam sobredimensionados. Diante dessas observações, a CICE tomou a decisão de iniciar um processo para a implantação dos projetos de melhorias a fim de solucionar os problemas percebidos e conquistar ganhos energéticos para as empresas com essa ação. Depois da decisão tomada, a CICE repassou para o Setor de Gestão Energética a função de executar os estudos para análise da viabilidade desse projeto.

A utilização de motores com baixo rendimento pode provocar outros problemas como o risco de quebra, que leva a uma parada de produção não esperada. Nessa situação os gastos com

reparos não são os únicos, também ocorrem gastos com peças e mão de obra. Além disso pode ocorrer:

- Perda de produção;
- Atraso na entrega do produto;
- Perdas de vendas;
- Pagamento de horas extras;
- Desperdício de matéria prima e energia.

Algumas ações podem ser tomadas para alcançar essa eficiência, tais como a substituição de motores antigos por motores de alta eficiência, dimensionamento correto do motor a ser utilizado e a automação dos processos. A substituição de motores antigos por motores mais novos de alta eficiência pode acarretar maior eficiência energética dos sistemas industriais. A título de exemplo, a Figura 3.6 apresenta a evolução de motores elétricos de 60 cv e 4 polos entre 1960 e 2010 (WEG, 2015).



Fonte: (WEG, 2015).

A economia de um motor de alto rendimento é muito superior à de um motor antigo. Para viabilizar o projeto da troca desses equipamentos uma análise financeira deve ser feita. Mas para isso deve-se levar em consideração o ganho energético que irá ocorrer com a troca, pois o custo de energia é o maior gasto que se tem durante todo o período de funcionamento. Cerca de 3 a 5% são gastos com aquisição e manutenção e 96% gasto com energia (LEONARDO ENERGY, 2018).

Uma prática muito presente nas empresas é a destinação de um motor queimado para o rebobinamento quando este apresenta alguns defeitos ou queima da bobina, dependendo da qualidade desse trabalho pode não haver perda, mas não é muito comum. A maioria dos motores rebobinados ficam desgastados e toda a tecnologia utilizada para melhorar a eficiência do motor se perde, cerca de 2% a 5% de eficiência é perdida nesse processo (SEBRAE, 2016).

Antes de executar esse procedimento é importante a verificação alguns questionamentos:

- A oficina é credenciada?
- Segue os padrões?
- Está avaliando a parte de eficiência?
- Qual é a eficiência de um motor reconicionado comprado? Atende a Lei?
- Vale a pena recuperar?

Portanto, é importante levar estes equipamentos em uma assistência técnica autorizada.

Algumas perguntas são levantadas durante o estudo de troca, como por exemplo quais equipamentos tem melhor chances de entrar no projeto. Pode-se destacar alguns (SEBRAE, 2016):

- Motores antigos, principalmente acima de 15 anos;
- Alta frequência de falhas;
- Funcionamento acima de 8 h/dia e acima de 260 dias/ano;
- Motores rebobinados.

Para avaliação da economia, a WEG possui um sistema bem útil, onde podem ser inseridos alguns dados do motor antigo e ele gera o consumo economizado com o motor novo, em kWh/ano (WEG see+, 2019).

O sistema também gera o preço da carcaça desse equipamento pelo plano de troca de motores industriais de grande porte, onde incentiva a troca e gera uma ajuda ao meio ambiente, pois o que não for aproveitado dessa sucata é descartado de forma correta. Neste plano, o desconto pode chegar até 8% e poderão ser enviados para troca motores síncronos ou de indução de qualquer marca e modelo, funcionando ou não, desde que completos (estator bobinado, rotor, carcaça, tampas, mancais e trocador de calor (WEG ,2019).

Os motores avaliados estão apresentados na Tabela 3.18, relacionados com os dados que foram pedidos no sistema da WEG para análise de economia, número de rebobinagem, ano de uso, polos e potência.

Tabela 3.18 – Relação dos motores utilizados no estudo de viabilidade econômica.

<b>Equipamento</b>	<b>Número de Rebobinagem</b>	<b>Anos de Uso</b>	<b>Polos</b>	<b>Potência (CV)</b>
BM 04 Mesa Superior	5	18	4	200
Rebobinadeira	3	10	6	200
BBA 407	3	13	4	150
BV 03	5	17	4	125
BBA Balão	8	21	4	100
BBA Principal 104	5	18	4	75
BBA Reserva 104	4	15	4	75
BBA Tanque 14	4	15	4	75
BBA 619	3	16	4	75
Agitador Broke Pulper	4	13	6	75
Pihasso 02	8	19	2	50
Agitador Tanque 08	4	14	6	30
Agitador Torre 602	5	13	6	30
Agitador Tanque 14	4	15	6	30
BBA Alta Pressão	4	16	2	25
BBA Selagem	7	20	4	20
Pichasso 01	6	15	2	15
BBA Lamort 105	4	11	6	12,5
BBA Torre	3	14	4	10
PVB Preparo de Massa	5	15	6	5
<b>Total</b>				<b>1377,5</b>

A empresa está no Mercado Livre de Energia, e o preço calculado para a energia no período analisado, sem imposto, é de 0,21 R\$/kWh no ano de 2018. O plano de troca da WEG também considera o preços da sucata de motores antigos, que podem ser negociados na compra, onde a indústria vende esta sucata para a WEG.

O resultado da simulação é apresentado na Tabela 3.19, onde estão inseridos as economia de energia anual, a economia em R\$/ano, obtida multiplicando-se o preço da energia pela economia em kWh/ano, o preço dos equipamentos e da sucata fornecidos pela WEG e o total do investimento, que é a diferença do preço do equipamento novo pela sucata.

Tabela 3.19 – Resultado da economia de energia gerada pela troca dos motores.

<b>Equipamento</b>	<b>Economia (kWh/ano)</b>	<b>Economia (R\$/ano)</b>	<b>Preço WEG (R\$)</b>	<b>Sucata (R\$)</b>	<b>Investimento (R\$)</b>
BM 04 Mesa Superior	156359	R\$ 32.835,36	R\$ 87.547,43	R\$ 5.296,80	R\$ 82.250,63
Rebobinadeira	94922	R\$ 19.933,71	R\$ 103.307,50	R\$ 6.116,14	R\$ 97.191,36
BBA 407	80140	R\$ 16.829,50	R\$ 63.535,70	R\$ 3.949,41	R\$ 59.586,29
BV 03	91791	R\$ 19.276,10	R\$ 54.453,86	R\$ 3.622,84	R\$ 50.831,02
BBA Balão	99090	R\$ 20.808,96	R\$ 34.655,02	R\$ 2.406,92	R\$ 32.248,10
BBA Principal 104	58353	R\$ 12.254,17	R\$ 30.773,73	R\$ 2.050,58	R\$ 28.723,15
BBA Reserva 104	48752	R\$ 10.237,94	R\$ 30.773,73	R\$ 2.050,58	R\$ 28.723,15
BBA Tanque 14	48752	R\$ 10.237,94	R\$ 30.773,73	R\$ 2.050,58	R\$ 28.723,15
BBA 619	45973	R\$ 9.654,35	R\$ 30.773,73	R\$ 2.050,58	R\$ 28.723,15
Agitador Broke Pulper	45720	R\$ 9.601,16	R\$ 41.801,06	R\$ 2.511,97	R\$ 39.289,09
Pichasso 02	47576	R\$ 9.990,99	R\$ 19.538,08	R\$ 1.279,21	R\$ 18.258,87
Agitador Tanque 08	19511	R\$ 4.097,23	R\$ 14.911,76	R\$ 1.310,80	R\$ 13.600,96
Agitador Torre 602	20251	R\$ 4.252,68	R\$ 14.911,76	R\$ 1.310,80	R\$ 13.600,96
Agitador Tanque 14	20296	R\$ 4.262,11	R\$ 14.911,76	R\$ 1.310,80	R\$ 13.600,96
BBA Alta Pressão	18062	R\$ 3.793,09	R\$ 11.766,40	R\$ 629,54	R\$ 11.136,86
BBA Selagem	19493	R\$ 4.093,46	R\$ 8.574,57	R\$ 549,45	R\$ 8.025,12
Pihasso 01	12115	R\$ 2.544,08	R\$ 6.932,94	R\$ 382,19	R\$ 6.550,75
BBA Lamort 105	7648	R\$ 1.605,98	R\$ 9.592,34	R\$ 551,26	R\$ 9.041,08
BBA Torre	6212	R\$ 1.304,61	R\$ 5.949,65	R\$ 316,98	R\$ 5.632,67
PVB Preparo de Massa	4083	R\$ 857,36	R\$ 5.611,41	R\$ 297,74	R\$ 5.313,67
<b>Total</b>	<b>945099</b>	<b>R\$ 198.470,78</b>	<b>R\$ 621.096,16</b>	<b>R\$ 40.045,17</b>	<b>R\$ 581.050,99</b>

Para a elaboração do fluxo de caixa foi considerado o investimento de R\$ 581.050,99, economia mensal de R\$16.539,23, que equivale a dividir a economia encontrada para o ano na Tabela 3.20, R\$ 198.470,78, e dividir por 12. Foi considerada uma inflação de 10% e TMA de 1,31%. Essas taxas podem ser variáveis e no caso da TMA varia para cada empresa.

O fluxo de caixa descontado encontrado está detalhado na Tabela 3.19. Nessa tabela observa-se que o sistema se paga com um ano e cinco meses.

Tabela 3.20 – Resultado do Fluxo de Caixa Descontado para a troca dos motores.

Mês	Saída	Entrada	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Total Corrente	TIR
0	-R\$ 581.050,99	-	-R\$ 581.050,99	-R\$ 581.050,99	-R\$ 581.050,99	-97%
1	R\$ 0,00	R\$ 16.539,23	R\$ 16.539,23	R\$ 16.325,37	-R\$ 564.725,62	-81%
2	R\$ 0,00	R\$ 18.193,15	R\$ 18.193,15	R\$ 17.725,70	-R\$ 546.999,92	-64%
3	R\$ 0,00	R\$ 20.012,47	R\$ 20.012,47	R\$ 19.246,14	-R\$ 527.753,78	-50%
4	R\$ 0,00	R\$ 22.013,72	R\$ 22.013,72	R\$ 20.897,01	-R\$ 506.856,77	-39%
5	R\$ 0,00	R\$ 24.215,09	R\$ 24.215,09	R\$ 22.689,48	-R\$ 484.167,29	-31%
6	R\$ 0,00	R\$ 26.636,60	R\$ 26.636,60	R\$ 24.635,70	-R\$ 459.531,60	-25%
7	R\$ 0,00	R\$ 29.300,26	R\$ 29.300,26	R\$ 26.748,86	-R\$ 432.782,74	-20%
8	R\$ 0,00	R\$ 32.230,28	R\$ 32.230,28	R\$ 29.043,28	-R\$ 403.739,46	-16%
9	R\$ 0,00	R\$ 35.453,31	R\$ 35.453,31	R\$ 31.534,50	-R\$ 372.204,96	-12%
10	R\$ 0,00	R\$ 38.998,64	R\$ 38.998,64	R\$ 34.239,41	-R\$ 337.965,55	-10%
11	R\$ 0,00	R\$ 42.898,51	R\$ 42.898,51	R\$ 37.176,35	-R\$ 300.789,20	-7%
12	R\$ 0,00	R\$ 47.188,36	R\$ 47.188,36	R\$ 40.365,20	-R\$ 260.424,00	-5%
13	R\$ 0,00	R\$ 51.907,19	R\$ 51.907,19	R\$ 43.827,58	-R\$ 216.596,43	-4%
14	R\$ 0,00	R\$ 57.097,91	R\$ 57.097,91	R\$ 47.586,94	-R\$ 169.009,49	-2%
15	R\$ 0,00	R\$ 62.807,70	R\$ 62.807,70	R\$ 51.668,78	-R\$ 117.340,71	-1%
16	R\$ 0,00	R\$ 69.088,47	R\$ 69.088,47	R\$ 56.100,74	-R\$ 61.239,97	0%
17	R\$ 0,00	R\$ 75.997,32	R\$ 75.997,32	R\$ 60.912,85	-R\$ 327,12	1%
18	R\$ 0,00	R\$ 83.597,05	R\$ 83.597,05	R\$ 66.137,73	R\$ 65.810,61	2%
19	R\$ 0,00	R\$ 91.956,76	R\$ 91.956,76	R\$ 71.810,78	R\$ 137.621,39	3%
20	R\$ 0,00	R\$ 101.152,43	R\$ 101.152,43	R\$ 77.970,45	R\$ 215.591,84	3%

Através da avaliação da análise econômica elaborada pelo Setor de Gestão Energética, a CICE decidiu implantar o projeto. Sua ação gera uma economia energética de aproximadamente 945.099 kWh/ano e economia anual de aproximadamente R\$ 198.470,78.

### 3.7. Discussão

Na cogeração de energia mencionada nesse capítulo é de responsabilidade do setor de Gestão Energética monitorar seu desempenho e observar a ocorrência de falhas, apontando suas causas e mensurando a economia anual desse sistema, que no exemplo descrito foi de aproximadamente R\$ 109 mil por mês. Esses dados devem ser avaliados e divulgados pela CICE.

Apresentaram-se dois projetos realizados na empresa nos tópicos 3.5 e 3.6 desse capítulo. O levantamento dos dados anteriores foi feito pela equipe de Gestão Energética e avaliado pela CICE, que tomou a decisão da implantação desses projetos.

O primeiro, que se refere à troca de lâmpadas comuns por LEDs, mostrou-se eficiente na melhoria da qualidade de iluminação em todos os setores da empresa. Os dados obtidos antes da troca mostram que as lâmpadas antigas, mesmo tendo uma maior potência, não atendiam à norma, ficando, em muitos pontos, abaixo de 500 lux. Depois da troca, não só foi obtida a economia energética e financeira com esta ação da CICE, como também foram alcançados bons resultados na iluminância, sendo essas melhorias comprovadas pelos colaboradores, que notaram muita diferença de antes e depois, principalmente no turno da noite. Esse projeto também proporciona ganhos no aspecto ambiental, pois elimina a utilização de lâmpadas comuns, que possuem o mercúrio em sua composição, e evita-se o gasto com a destinação e descarte adequado desses objetos e a contaminação de seus funcionários. Após a análise técnica e levantamento de todos os dados necessários, e avaliado pela CICE, foi constatada uma redução de 68.594 Watts de potência na substituição de 972 lâmpadas, isso equivale a uma redução de 44.557 kWh de energia mensal, considerando os horários de funcionamento de cada lâmpada, provando a eficiência energética deste projeto, sendo o ganho energético o mais significativo. O investimento é de R\$ 381.615 e a economia estimada mensalmente é R\$ 20.2062. O projeto terá um retorno do investimento em aproximadamente um ano e sete meses. Mesmo tendo um alto valor, as lâmpadas LED podem ser pagas em pouco tempo.

O segundo projeto apresentou as vantagens econômicas adquiridas pela aquisição de motores novos, de alto rendimento, para a substituição de motores antigos, com grande quantidade de rebobinamento e horas de funcionamento elevadas. Mostrou-se uma economia de 945.099 kWh por ano, que equivale a R\$ 198.470,28. O investimento foi de R\$ 581.050,99 e o projeto deve ser pago em aproximadamente um ano e cinco meses.

Após a implantação desses projetos cabe à equipe de Gestão Energética promover um acompanhamento regular dos resultados, realizar comparações e elaborar relatórios com todos os dados obtidos e, no caso do projeto de iluminação, incluir a percepção dos colaboradores a respeito das melhorias, podendo isso ser feito através do preenchimento de questionários de satisfação. Esse relatório deve ser enviado periodicamente à CICE para avaliação e, posteriormente, deve ser feita a divulgação dos resultados para todos na empresa, mostrando a



eficiência de suas ações na solução de alguns problemas e na conquista de ganhos energéticos para a empresa.

Esses resultados poderão ser colocados em forma de gráficos, que é uma forma de visualização melhor, e divulgados por e-mail e impressos, colocados em murais espalhados pela área industrial, pois a maioria dos colaboradores não tem acesso ao e-mail.

Alguns projetos são desenvolvidos pelos governos, em parceria com outras empresas, a fim de contribuir com uma parte do investimento nesses projetos de troca do motor, com o intuito de aumentar o número de indústrias que aderem à ideia. Um desses projetos, que estava em vigor na época, é o “CEMIG troca seu motor”. Poderiam participar desse projeto grandes, pequenas, médias e microempresas ou motores elétricos de uso doméstico, que tenha a potência entre 1 e 250 CV. Após o preenchimento dos formulários e a comprovação da compra dos motores a CEMIG contribuirá com uma porcentagem do investimento (CEMIG, 2019).

A análise financeira dos projetos pode ser avaliada de diversas maneiras pela superintendência. Cada empresa possui um critério de investimento de acordo com o tempo de retorno.

Em casos onde o limite do payback é extrapolado cabe ao responsável pela elaboração dos cálculos reavaliar as tabelas e verificar a possibilidade de excluir os paybacks maiores, rearranjando os dados de forma que o investimento se adapte às diretrizes da empresa.

## Capítulo 4

### Conclusão

#### 4.1. Conclusão

Diante do cenário brasileiro de aumento do consumo energético, torna-se necessário mitigá-los, principalmente nos grandes consumidores. A criação da CICE nas grandes indústrias tem um papel importante nesse contexto, pois esta é responsável por buscar e estruturar ideias mais econômicas de consumo de energia, bem como avaliar dados energéticos da empresa periodicamente, a fim de encontrar pontos de economia. Esta comissão também é responsável por tomar decisões a respeito da implantação de projetos de eficiência energética a partir de estudos elaborados com o apoio do setor de Gestão Energética, e divulgar os ganhos alcançados com essa ação.

Este trabalho discutiu algumas atribuições da CICE e os benefícios de se ter essa comissão presente na instituição. Contudo, a CICE não se limita ao que foi apresentado; as ideias são diversas e sempre podem ser reinventadas. Cabe a cada membro perceber a importância de sua participação e da continuidade que cada projeto deve ter.

Analisaram-se estudos de casos abordando os métodos de acompanhamento do consumo energético na fábrica pela equipe de Gestão Energética e foi enfatizado a importância da divulgação dos resultados para todos os colaboradores. Para isso, foram apresentados alguns exemplos de planilhas de acompanhamento periódico, onde todos poderão ter conhecimento do desempenho energético da planta. Essas planilhas também auxiliarão a CICE na tomada de decisões referentes aos estudos de projetos para a eficiência energética. O banco de dados formado contribuirá com a criação de métodos comparativos para avaliação da eficiência dos projetos.

O estudo de caso Retrofit LEDs mostrou que a troca de todas as lâmpadas antigas por LEDs impactou na redução do consumo energético, mas também contribuiu com a melhoria observada na qualidade de iluminação da instalação. Essa melhoria traz segurança para os funcionários, principalmente no chão de fábrica, na utilização de equipamentos delicados e durante o turno da noite, quando o perigo aumenta e a iluminação ineficiente pode provocar diversos problemas, até mesmo facilitar a criminalidade por invasores. O projeto de troca dos

motores apresentou os problemas provocados pela utilização de motores muito antigos e de baixa eficiência, além das perdas que podem ocorrer tanto energéticas quanto de produção, uma vez que a queima repetitiva destes equipamentos acarreta longas paradas. Ao final de todos os levantamentos, obteve-se uma análise financeira que mostrou uma amortização de um ano e cinco meses. Os dois projetos apresentaram ganhos energéticos, mostrando, assim, a eficiência da atuação da CICE na empresa e na sua decisão em implantar tais ações.

Abordou-se, ainda, os benefícios ambientais que uma boa gestão energética pode trazer. O combate ao desperdício de energia contribui com a diminuição do consumo energético do setor industrial acarretando uma diminuição na geração de energia e evitando, assim, a necessidade de mais fontes geradoras que causam impactos ambientais durante sua construção e seu funcionamento. A utilização das lâmpadas de LED elimina o custo com a destinação de lâmpadas que possuem mercúrio em sua composição, sendo este um metal extremamente danoso ao meio ambiente.

Observou-se também a eficiência do trabalho da CICE quando é implantado um determinado programa bem estruturado e com engajamento de todos os participantes. São diversos os projetos que podem ser elaborados e implementados, bem como os métodos que serão seguidos para a sua concretização, e cada empresa pode desenvolver sua estratégia de acordo com sua organização e diretrizes, visando sempre o bem-estar de todos os colaboradores e o melhor desempenho de sua produção, respeitando sempre os seus limites.

## **4.2. Trabalhos Futuros**

Como projetos futuros de continuidade deste trabalho pode-se citar a utilização do Programa Dialux para um melhor desenvolvimento do estudo de caso Retrofit LEDs, onde todas as informações anteriores e posteriores ao projeto poderão ser inseridas e simuladas no ambiente que ocorreram as trocas de lâmpadas. Assim, melhores comparações do ponto de vista luminotécnico poderão ser feitas.

Poderão também ser desenvolvidos estudos acadêmicos abordando a análise técnica e financeira de outros projetos de eficiência que podem ser avaliados pela CICE em outros empreendimentos.

## Apêndice A

### Relação das Lâmpadas Atuais por Área

<b>Ambiente</b>	<b>Número de Lâmpada</b>	<b>Especificação da Lâmpada</b>	<b>Potência Atual (W)</b>	<b>Potência Reator (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>
E.T.I	2	Refletor (Luz Mista)	500	75	575
Caldeira	7	Refletor (Luz Mista)	500	75	575
Área Industrial	26	HO	110	16,5	126,5
Manutenção	12	HO	110	16,5	126,5
E.T.I	4	HO	110	16,5	126,5
Manutenção	4	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Área Comum	16	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
E.T.I	6	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Almoxarifado	48	Fluorescente Compacta	40	0	40
FOSTER	24	Fluorescente Compacta	40	0	40
Manutenção	2	Fluorescente Compacta	40	0	40
E.T.I	2	Fluorescente Compacta	40	0	40
Área Comum	4	Fluorescente Compacta	40	0	40
Clicheria	14	Fluorescente Compacta	135	20,25	155,25
Depósito Externo	7	Fluorescente Compacta	135	20,25	155,25
Oficina Nova	4	Fluorescente Compacta	135	20,25	155,25
E.T.I	1	Refletor	135	20,25	155,25
Área Industrial	580	Fluorescente Compacta	135	20,25	155,25
Caldeira	5	Fluorescente Compacta	135	20,25	155,25
S.E - 02	18	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Área Comum	20	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Administração	40	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Plotter	8	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Arquivo Morto	4	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
C.C.O	8	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
CCM Elétrica	16	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Vestiário	28	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Sala Treinamento	12	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
Banheiros	6	Tubular (T8 120cm)	32	4,8	36,8
R.H	12	Fluorescente Compacta	40	0	40
Sala Reunião	8	Fluorescente Compacta	40	0	40
T.I	4	Fluorescente Compacta	40	0	40
Estacionamento	2	Refletor	135	20,25	155,25
Estacionamento	18	Poste (Vapor de Sódio)	400	60	460
<b>Total</b>	<b>972</b>		<b>3411</b>	<b>463,65</b>	<b>3874,65</b>

## Apêndice B

### Relação das Lâmpadas de LED para Substituição

Ambiente	Número de Lâmpada	Especificação da Lâmpada	Potência Total (W)
E.T.I	2	FloodLight	200
Caldeira	7	FloodLight	200
Área Industrial	26	T8 (120 cm)	19
Manutenção	12	T8 (120 cm)	19
E.T.I	4	T8 (120 cm)	19
Manutenção	4	T8 (120 cm)	19
Área Comum	16	T8 (120 cm)	19
E.T.I	6	T8 (120 cm)	19
Almoxarifado	48	Bulbo	20
FOSTER	24	Bulbo	20
Manutenção	2	Bulbo	20
E.T.I	2	Bulbo	20
Área Comum	4	Bulbo	20
Clicheria	14	FloodLight	75
Depósito Externo	7	FloodLight	75
Oficina Nova	4	FloodLight	75
E.T.I	1	FloodLight	75
Área Industrial	580	FloodLight	75
Caldeira	5	FloodLight	75
S.E - 02	18	T8 (120 cm)	19
Área Comum	20	T8 (120 cm)	19
Administração	40	T8 (120 cm)	19
Plotter	8	T8 (120 cm)	19
Arquivo Morto	4	T8 (120 cm)	19
C.C.O	8	T8 (120 cm)	19
CCM Elétrica	16	T8 (120 cm)	19
Vestiário	28	T8 (120 cm)	19
Sala Treinamento	12	T8 (120 cm)	19
Banheiros	6	T8 (120 cm)	19
R.H	12	Bulbo	20
Sala Reunião	8	Bulbo	20
T.I	4	Bulbo	20
Estacionamento	2	FloodLight	75
Estacionamento	18	Street Light	120
<b>Total</b>	<b>972</b>		<b>1509</b>

## Anexo A

### Decreto No 99.656, de 26 OUTUBRO de 1990

**Presidência da República**  
**Casa Civil**  
**Subchefia para Assuntos Jurídicos**

**DECRETO Nº 99.656, DE 26 OUTUBRO DE 1990.**

Dispõe sobre a criação, nos órgãos e entidades da Administração Federal direta e indireta, da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), nos casos que menciona, e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição, e considerando o disposto no Decreto nº 99.250, de 11 de maio de 1990,

DECRETA:

Art. 1º Fica criada uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), em cada estabelecimento pertencente a órgão ou entidade da Administração Federal direta e indireta, fundações, empresas públicas e sociedades de economia mista controladas direta ou indiretamente pela União, que apresente consumo anual de energia elétrica superior a 600.000 KWH (seiscentos mil Quilowatts Hora) ou consumo anual de combustível superior a 15 tep's (quinze toneladas equivalentes de petróleo).

Parágrafo único. A Cice será responsável pela elaboração, implantação e acompanhamento das metas do Programa de Conservação de Energia, e divulgação dos seus resultados nas dependências do estabelecimento.

Art. 2º São atribuições básicas da Cice:

I - Levantar o potencial de redução de despesas com energia, para o que poderá solicitar o suporte técnico do Grupo Executivo do Programa Nacional de Racionalização da

Produção e Uso de Energia (Gere), instituído pelo Decreto nº 99.250, de 11 maio de 1990, e do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), instituído pela Portaria Interministerial nº 1.877, de 30 de dezembro de 1985, dos extintos Ministérios das Minas e Energia e da Indústria e do Comércio, quando se tratar de energia elétrica;

II - Elaborar o Programa de Conservação de Energia, com suas metas e justificativas no sentido da redução de consumo, submetendo-o ao dirigente máximo do órgão ou entidade, e divulgá-lo após sua aprovação.

III - Empreender ações visando conscientizar e envolver todos os servidores no Programa de Conservação de Energia;

IV - Participar da elaboração das especificações técnicas para projetos, construção e aquisição de bens e serviços, bem assim das consequentes licitações que envolvam consumo de energia;

V - Manter permanente análise dos consumos de energéticos por intermédio das cópias dos comprovantes de pagamentos que lhe serão encaminhadas pelo setor responsável;

VI - Calcular os consumos específicos dos diferentes energéticos e submetê-los ao Gere, que estabelecerá índices máximos de consumo a serem respeitados;

VII - Participar da elaboração do Programa de Manutenção Preventiva, com vistas à otimização do consumo de energéticos;

VIII - Promover avaliação anual dos resultados obtidos e propor programa para o ano subsequente.

Art. 3º A Cice será composta, no mínimo, de 6 (seis) membros do próprio estabelecimento integrante do órgão ou entidade, todos com mandato de 2 (dois) anos, sendo, pelo menos, um representante da Associação dos Servidores, e, na falta desta, um representante dos servidores, por eles escolhido, e, um da Comissão Interna de Prevenção de Acidente (Cipa), quando houver.

1º O ato do Dirigente do órgão ou entidade, que designar os membros da Cice, especificará, de logo, quem será o Presidente e o Vice-Presidente, sendo este o representante indicado pela Associação dos Servidores referido no caput deste artigo.

2º Os mandatos dos membros indicados pela Associação dos servidores e Cipa extinguir-se-ão, em qualquer hipótese, com os mandatos dos seus respectivos Presidentes.

3º As reuniões da Cice serão secretariadas por um dos seus membros, escolhido pelo Presidente.

4º Sempre que for possível, deverá haver entre os membros da Cice, não investidos nas funções de Presidente e Vice-Presidente, um Engenheiro ou Arquiteto com conhecimentos de conservação de energia, um especialista em Segurança do Trabalho, um Técnico em Comunicação Social e um Administrador.

Art. 4º A Cice reunir-se-á ordinariamente a cada três meses e, extraordinariamente, sempre que convocada por dois de seus membros.

Art. 5º Os órgãos e entidades da Administração Federal direta e indireta que se enquadrem nas condições previstas no artigo 1º terão o prazo de 45 (quarenta e cinco) dias, a partir da publicação deste decreto, para remeterem ao Gere a ata de instalação dos trabalhos da Cice e a relação de seus membros, com os respectivos cargos, qualificação profissional e endereços de trabalho.

Art. 6º O Gere, em conjunto com a Secretaria da Administração Federal (SAF), deverá organizar seminários regionais de conscientização e esclarecimentos para as Cice's, a se iniciarem até 120 (cento e vinte) dias, a contar da publicação deste decreto.

Art. 7º Cada Cice deverá encaminhar ao Gere, no prazo máximo de 15 (quinze) dias após a realização do seminário de que trata o artigo anterior, o seu Programa de Conservação de Energia no estabelecimento, com metas e justificativas, relativo ao seu mandato e, até 30 (trinta) dias após a realização das reuniões ordinárias, relatório de desenvolvimento do programa e cumprimento das metas.

Art. 8º A SAF, com orientação técnica do Gere, gerenciará o relacionamento entre as Cice's através das Secretarias de Administração Geral dos Ministérios e das Coordenações Gerais de Administração das Secretarias da Presidência da República, que promoverão a articulação entre Cice's dos órgãos e entidades que lhes são vinculados.

Art. 9º É vedada a remuneração pela participação em Comissão Interna de Conservação de Energia (Cice).



Art. 10. As despesas necessárias ao funcionamento da Cice serão custeadas com recursos provenientes da dotação orçamentária do respectivo órgão ou entidade.

Art. 11. Este decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 12. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 26 de outubro de 1990; 169º da Independência e 102º da República.

Fernando Collor

Jarbas Passarinho

## Bibliografia

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO/CIE 8995-1. Iluminação de ambientes de trabalho. 2013.

BP BRASIL. “Análise Estatística da BP sobre a Energia Mundial 2018: Dois passos para frente, um passo para trás”. Disponível em: [https://www.bp.com/pt\\_br/brazil/sala-de-imprensa/noticias/analise-estatistica-da-bp-sobre-a-energia-mundial-2018.html](https://www.bp.com/pt_br/brazil/sala-de-imprensa/noticias/analise-estatistica-da-bp-sobre-a-energia-mundial-2018.html)). Acesso em 24/06/2019.

BRASIL. “Criação do PROCEL”. Portaria Interministerial Nº 1.877, de 30 de dezembro de 1985, Brasília, DF, 1985. Disponível em: <https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro38519/documento%201.pdf> Acesso em 13/08/2019.

BRASIL. “Altera a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, para disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética”. Lei nº 13.280, de 03 de maio de 2016. Brasília, DF, 1985. Disponível em: <https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro38519/documento%201.pdf> Acesso em 13/08/2019.

BRASIL. “Plano Anual de Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL”. GCCE, Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/5163596/Plano+de+Aplica%C3%A7%C3%A3o+de+Recursos+do+PROCEL+PAR+2017.pdf/3cd345eb-be0a-499b-99d3-760e0f9334de>. Acesso em 13/08/2019.

BRASIL. “Criação da Comissão Interna de Conservação de Energia”. Decreto nº 99.656, de 26 outubro de 1990. Brasília, DF, 1990. Disponível no Anexo A.

CARVALHO, S. B. “Combate ao Desperdício de Energia na Indústria – Redução de Custos e Impactos nas Contas de Energia”, Juiz de Fora, MG, 2017. Disponível em: [http://www.ufjf.br/engenhariaeletrica/files/2018/04/TCC\\_Sarah\\_Batista\\_Carvalho-Sarah-Carvalho.pdf](http://www.ufjf.br/engenhariaeletrica/files/2018/04/TCC_Sarah_Batista_Carvalho-Sarah-Carvalho.pdf). Acesso em 10/12/2019.

CELESC DISTRIBUIÇÃO SA. “Manual do Consumo Inteligente”. Disponível em: <https://www.tjsc.jus.br/documents/27451/767802/Manual+de+Consumo+Inteligente+-+CELESC/9cfea243-baad-4d94-9a7f-e7db32dea8ed>. Acesso em: 25/05/2019.

CEMIG, “Programa CEMIG troca seu motor”, 2019. Disponível em: [https://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/sustentabilidade/nossos\\_programas/Eficiencia\\_Energetica/Paginas/Projeto\\_Motores.aspx](https://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Eficiencia_Energetica/Paginas/Projeto_Motores.aspx). Acesso em 12/11/2019.

CORRENTE CONTÍNUA. “A eficiência energética na indústria brasileira”. Eletrobras/Eletronorte. Ano XXXIII - nº 234 - Setembro/Outubro, 2010. Disponível em:

<https://issuu.com/eletrobraseletronorte/docs/cc234>.

Acesso em 16/03/2019.

ELETROBRAS COBEE. “Ações do PROCEL no setor industrial”. Rio de Janeiro, RJ, 2019.

Disponível em: [http://www.cobee.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Carlos\\_Ferreira.pdf](http://www.cobee.com.br/wp-content/uploads/2019/08/Carlos_Ferreira.pdf).

Acesso em: 10/12/2019.

ELETROBRAS PROCEL. “Relatório de Resultados do Procel 2011 - ano base 2010”. Rio de Janeiro, RJ, 2011.

ELETROBRAS PROCEL. “Relatório de Resultados do Procel 2018 - ano base 2017”. Rio de Janeiro, RJ, 2018.

ELETROBRAS PROCEL. “Orientações Gerais para Conservação de Energia Elétrica em Edificações”. Rio de Janeiro, RJ, 2002. Disponível em:

<https://organizacaotc.files.wordpress.com/2014/04/ceee1.pdf>.

Acesso em 26/08/2019.

GOLDENBERG, J., PRADO, L., T., S. “Reforma e crise do setor elétrico no período FHC”,

Tempo Social, vol. 15, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20702003000200009>.

Acesso em 13/08/2019.

IANOSKI, F. M., “Análise de Negócios em Projetos de Eficiência Energética”, Curitiba, 2012.

IBGE. “Pesquisa Industrial Anual, Empresa 2017”.

Disponível em:

[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia\\_2017\\_v36\\_n1\\_empresa\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/1719/pia_2017_v36_n1_empresa_informativo.pdf). Acesso em: 12/11/2019.

JIE. “Cice começa ciclo de reuniões para implantação da norma ISO 50.001”, 2014.

Disponível em: <https://jie.itaipu.gov.br/node/57363>. Acesso em: 22/11/2019.

JÚNIOR, J., P., S. “Combate, ao Desperdício de Energia”, Juiz de Fora, 2005.

LEONARDO ENERGY. “Redimensionamento de motores elétricos com foco em eficiência energética”, 2018. Disponível em: <https://www.leonardo-energy.org.br/doc-97-ga-ge-me-webinar-redimensionamento-de-motores-eletricos-com-foco-em-eficiencia-energetica-2/>.

Acesso em 28/05/2019.

LOPES, I., F., PINTO, D., P. “Eficiência Energética em Sistemas de Bombeamento Hidráulico”, Juiz de Fora, MG, 2015.

MARQUES, M., HADDAD, J. e MARTINS, A. R. S. “Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações”, Fupai, 3ª edição, Itajubá, 2006.

MMA. “Energia: A ordem é economizar”. 2019.

Disponível em:

[https://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/7%20-%20mcs\\_energia.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/7%20-%20mcs_energia.pdf).

Acesso em: 13/08/2019.

MME. “Plano Decenal de Expansão de Energia 2027”. EPE, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2027>. Acesso em 24/06/2019.

MME/EPE. “Plano Decenal da Expansão de Energia 2027”. Brasília, 2018. Disponível em [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202027\\_aprovado\\_OFICIAL.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202027_aprovado_OFICIAL.pdf). Acesso em 24/06/2019.

O ARQUIVO. “Lâmpadas incandescentes, fluorescentes, halógenas e de led”. 2019. Disponível em: <https://www.oarquivo.com.br/variedades/ciencia-e-tecnologia/2210-lampadas-incandescentes-fluorescentes-halogenas-e-de-led.html>. Acesso em 21/08/2019.

PARSEC. “Poluição Luminosa e o Risco das Lâmpadas de LED”. 2018 Disponível em: <http://www.parsec.net.br/poluicao-luminosa.html>. Acesso em: 04/11/2019.

PAR PROCEL. “Segundo Plano Anual De Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL”. 2019 Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656831/17806967/PAR+PROCEL+2018/8e1011fb-cae4-7a3a-6b6a-ca16b26966b6>. Acesso em: 20/11/2019.

REIS, T. “2001, o ano de consolidação do Selo Procel”, Procel Info, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7B8D1AC2E8-F790-4B7E-8DDD-CAF4CDD2BC34%7D&Team=&params=itemID=%7B3B5E386D-6B62-4AB2-9C64-0F9D467281BE%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>. Acesso em 13/08/2019.

SCHAUZ, M. A., “A Contribuição da Comissão Interna de Conservação de Energia para a Melhoria da Eficiência Energética nas Organizações”, Curitiba, 2011.

SOUTO, P. H. G., “Projeto de Implantação de Sistema de Gestão Energética nos Edifícios Funcionais da Câmara dos Deputados”, Brasília, 2015.

SOUZA, R. P., “Potencial para Eficiência Energética em Segmentos do Polo Industrial de Manaus/AM”, Manaus, 2015.

SEBRAE. “Eficiência Energética para Pequenos Negócios”.

Disponível em:

[http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/WEB%20%20Cartilha%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica\\_15x21cm4.pdf](http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/WEB%20%20Cartilha%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica_15x21cm4.pdf).

Acesso em 12/11/2019.

SRI. “Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) deve ser implementada na UFPR”, 2019. Disponível em: <https://plataformasri.pti.org.br/noticias/comissao-interna-de-conservacao-de-energia-cice-deve-ser-implementada-na-ufpr/>. Acesso em: 22/11/2019.

WEG. “Motores Elétricos WEG”, 2015.

Disponível em: <http://motoreseltricosweg.blogspot.com/2015/07/>. Acesso em 12/11/2019.

WEG. “Plano de Troca de Motores Industriais”, Jaraguá do Sul, 2019.

Disponível em: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h0e/h4d/WEG-Plano-de-troca-de-motores-industriais-50072054-guia-rapido-portugues.pdf>. Acesso em 12/11/2019.

WEG see+. “Descubra como o motor elétrico pode tornar sua indústria mais eficiente”.

Disponível em: <https://www.weg.net/see+/pages/regua.jsp>. Acesso em 28/05/2019.