



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

GIOVANA LORENA DE LYRA SANTOS NAVARRETE

PANORAMA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA IDEALIZADA PELO PROCEL INDÚSTRIA

Campina Grande

2018

GIOVANA LORENA DE LYRA SANTOS NAVARRETE

PANORAMA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA IDEALIZADA PELO PROCEL INDÚSTRIA

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Luis Reyes Rosales Montero, D. Sc.

Campina Grande

2018

GIOVANA LORENA DE LYRA SANTOS NAVARRETE

PANORAMA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA IDEALIZADA PELO PROCEL INDÚSTRIA

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em 06/08/2018

Professor Benedito Luciano

Avaliador, UFCG

Professor Luis Reyes Rosales Montero

Orientador, UFCG

A Seu Plinio Bezerra dos Santos (*in memoriam*),

meu avô,

pela minha criação e valores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Paula Cristiane de Lyra Santos, por sempre ter sido a minha força, meu norte e meu porto seguro. Agradeço por ter me dado todos os meus valores e ter me ensinado o que é a ser uma mulher independente. Obrigada por ter me dado a minha vida e por todos os dias se fazer presente nela.

Agradeço a meus avós, Maria Dylza e Plínio Bezerra (*in memoriam*), por terem sido meus maiores incentivadores nessa jornada. A minha avó obrigada por ter sempre me amado, e me guiado em todos os desafios que a vida colocou na minha frente. Obrigada por sempre me escutar e me dar os melhores conselhos. Ao meu avô, obrigada por ter sido o primeiro a acreditar que eu seria uma Engenheira, esse não é um sonho só meu, sonhamos juntos.

Agradeço a meus irmãos, Luisa Amanda e Vitor Emanuel, obrigado por terem me ajudado a chegar até aqui.

Agradeço a Douglas Medeiros, por acreditar em mim e por toda a paciência que tem comigo. Por todo o suporte e ajuda que tem me dado nessa jornada. Obrigada por ser meu parceiro e por me dar todo o seu amor.

Agradeço a minha melhor amiga, Dany Norberto, por ter sido presença constante durante toda a graduação. Sem você todas aquelas aulas não seriam as mesmas. Obrigada por ter vivido momentos inesquecíveis comigo, e por sempre ser sido um ouvido amigo.

Agradeço a meu melhor amigo, Ruan Jéfferson, por ter sido o melhor parceiro de conversas sobre qualquer assunto. Obrigada por responder minhas mensagens, não importa a hora. Obrigada por sempre me entender.

Agradeço a todos os amigos que fizeram dessa jornada uma caminhada mais fácil, Luiz Augusto, Luiz Fernando, Fernando, Buba, Paulo Gabriel, Mylena, Xande, Natana, Bia, Yago, Amanda e Álvaro.

Agradeço a Luis Reyes, pela orientação durante todo o desenvolvimento desse trabalho. Obrigada também a Coordenação do curso por todo o suporte durante a graduação.

“All our dreams can come true, if we have the courage to pursue them”

Walt Disney

RESUMO

A eficiência energética pode ser considerada o maior potencial existente hoje no setor industrial brasileiro em termos de economia. O Governo através de ações desenvolvidas pelo Procel Indústria, promove o uso eficiente de energia elétrica no setor, entretanto muitas ainda são as dificuldades na implantação de tais iniciativas. Nesse relatório são mencionados aspectos importantes da teoria que devem ser considerados no âmbito da gestão energética em uma indústria, bem como foram propostas possíveis ações para um maior desenvolvimento na região paraibana no âmbito universitário. Em busca de novas estratégias, casos bem-sucedidos e técnicas utilizadas em países que são, hoje, referência no assunto, como o Japão e os EUA, podem ser estudados e replicados. Um aspecto importante para que o país possa se desenvolver, é a pesquisa e o desenvolvimento no nível universitário, de forma que iniciativas como a implantação de um Laboratório de Otimização de Sistemas Motrizes e a criação de um curso de extensão voltado para a área de eficiência energética, devam ser incentivados em uma universidade do porte da UFCG.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Procel Indústria, Gestão Energética Industrial.

ABSTRACT

Energy efficiency can be considered the greatest potential in the Brazilian industrial sector in terms of economy. The Government through actions developed by Procel Industry, promotes the efficient use of electrical energy in the industrial sector, however there are several difficulties in the implementation of such initiatives. In this report are mentioned important aspects of the theory that should be considered when implementing energy management in an industry, as well as a few proposals to improve the state's development, as to the University contribution. Searching for new strategies, successful cases and techniques used in countries that are reference in this subject, such as Japan and the US, can be studied and replicated. An important aspect to consider, considering the country's development, is the research and development at the university level, so that initiatives such as the implementation of a Laboratory for Optimization of Motor Systems and the creation of an extension course focused on the area of energy efficiency should be encouraged in a university with UFCG's size.

Keywords: Energy Efficiency, Procel Industry, Industrial Energy management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Participação mundial dos setores no consumo final total (1973 e 2011)	23
Figura 2 – Investimentos anuais da Eletrobrás (milhões de R\$)	32
Figura 3 – Economia de energia decorrente das ações do Procel (Bilhões de kWh)	32
Figura 4 – Diagrama conceitual de processo de planejamento energético	40
Figura 5 – Ciclo PDCA	41
Figura 6 – Analisador de energia e potência Fluke 435	50
Figura 7 – Kaizen	53
Figura 8 – Sistema de monitoração Web Energy	56
Figura 9 – Grandezas elétricas de uma Indústria Química	57
Figura 10 – Perfil de carga de uma Indústria Química	57
Figura 11 – Consumo de uma Indústria Química	58
Figura 12 – Superior Energy Performance	59
Figura 13 – Circuito hidráulico da Bancada de Bombas.....	63
Figura 14 – Bancada do Exaustor	64
Figura 15 – Bancada do Compressor.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo de energia elétrica por classe (GWh)	24
Tabela 2 – Consumo de energia elétrica por região geográfica (GWh)	25
Tabela 3 – Consumo de energia elétrica do setor industrial por região geográfica (GWh)	25
Tabela 4 – Programa Aliança	43
Tabela 5 – Requisitos para obtenção de certificação SEP	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ATECEL	Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CICE	Comissão Interna de Conservação de Energia
CIGE	Comissão Interna de Gestão de Energia
CLP	Controlador Lógico Programável
CNI	Confederação Nacional da Indústria
DOE	<i>U.S. Department of Energy</i>
ECL	<i>Energy Conservation Law</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCO	Empresa de Serviço de Conservação de Energia
EUA	Estados Unidos da América
FIEP	Federação das Indústrias do Estado da Paraíba
GERE	Grupo Executivo do Programa Nacional de Racionalização da Produção
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>

Lamotriz	Laboratório de Otimização de Sistemas Motrizes
LEEQE	Laboratório de Eficiência Energética e Qualidade de Energia
MME	Ministério de Minas e Energia
MPE	Micro e Pequena Empresas
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
OS	<i>Operation Station</i>
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PME	Programa de Mobilização Energética
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PSTA	<i>Pumping System Assessment Tool</i>
RGR	Reserva Global de Reversão
SAGEE	Sistema de Avaliação da Gestão da Eficiência Energética
SEP	<i>Superior Energy Performance</i>
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UHE	Usina Hidrelétrica
US CEEM	<i>U.S. Council for Energy Efficient Manufacturing</i>

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	OBJETIVOS	16
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1.	BREVE HISTÓRIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL	17
2.2.	CONCEITOS SOBRE EFICIENCIA ENERGETICA	22
2.3.	DADOS SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	23
2.4.	CICE	26
2.5.	SETORES PASSÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	27
2.5.1.	SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO	27
2.5.2.	SISTEMAS DE ACIONAMENTOS	28
2.5.3.	REFRIGERAMENTO DE AR	28
2.5.4.	AR COMPRIMIDO	29
2.6.1.	CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA (CE).....	30
2.6.2.	FATOR DE CARGA DA INSTALAÇÃO (<i>f_c</i>).....	31
2.6.3.	CUSTO MÉDIO DE ENERGIA (<i>CMe</i>).....	31
3.	PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	32
3.1.	CASOS DE SUCESSO.....	34
3.2.	PROCEL INDÚSTRIA.....	35
3.2.1.	LAMOTRIZ.....	37
3.2.2.	ESCOS	39
3.2.3.	ISO 50001	40
3.2.4.	SOFTWARES.....	42
3.2.5.	PROGRAMA ALIANÇA.....	43
4.	METODOLOGIA DA GESTÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA	44
4.1.	CIGE – COMISSÃO INTERNA DE GESTÃO DE ENERGIA	45
5.	DESAFIOS ENFRENTADOS PELA INDÚSTRIA	45
5.1.	MANUTENÇÃO	46
6.	PROPOSTAS.....	47
6.1.	AUMENTO DO FATOR DE CARGA	48
6.2.	ANALISADOR DE QUALIDADE DE ENERGIA.....	49
6.3.	MODELO JAPONÊS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	51
6.3.1.	KAIZEN.....	52
6.4.	SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA.....	53

6.5.	MONITORAÇÃO REMOTA COM WEB ENERGY	55
6.6.	SISTEMA AMERICANO	59
6.6.1.	SOFTWARES AMERICANOS	61
7.	SUGESTÕES PARA O AMBIENTE ACADÊMICO.....	61
7.1.	LAMOTRIZ.....	62
7.2.	CURSO DE EXTENSÃO.....	65
7.3.	PARCERIAS.....	67
8.	CONCLUSÃO	69
9.	REFERÊNCIAS.....	70

1. INTRODUÇÃO

Uma porção significativa dos custos de produção das indústrias é proveniente dos gastos com energia elétrica. Logo, o uso eficiente e consciente de energia deve ser empregado em todos os setores industriais. Programas de eficiência energética e gestão de energia devem ser explorados e colocados em prática.

Eficiência energética trata do uso eficiente de todo tipo energia. Em outras palavras, a eficiência energética tem como objetivo a redução de perdas e eliminação de desperdícios na execução de uma atividade com o mesmo nível e qualidade energética. Ou ainda, olhando a partir de uma visão produtiva, a eficiência energética propõe um método de entregar a mesma quantidade de produto, usando uma menor quantidade de energia.

Neste contexto, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) tem por objetivo promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais. Este programa foi criado em 1985 e transformado em um Programa de Governo em 1991, tendo suas abrangências e responsabilidades ampliadas desde sua criação.

O setor industrial brasileiro consome cerca de 40% da energia elétrica do país e dois terços dessa energia são utilizados por sistemas motrizes. O elevado consumo apresentado por esses sistemas tornam a força motriz o principal alvo de atuação dos programas de eficiência energética voltados para o segmento industrial. (PROCEL,2018)

A sociedade de economia mista, Eletrobrás, por meio do Programa Nacional de Conservação de Energia, Procel Indústria, tem como objetivo fomentar a adoção de práticas eficientes no uso da energia elétrica pelo setor industrial, nas micro e pequenas empresas (MPEs) e no comércio, levando-se em conta os potenciais técnico, econômico e de mercado das ações de eficiência energética. Para instalações industriais e comerciais de grande porte, o programa tem como foco principal de suas ações, a otimização de sistemas motrizes, que compreende instalações elétricas, motores elétricos, transmissão mecânica, cargas acionadas, instalações mecânicas e uso final, uma vez que estes sistemas representam o maior consumo de energia elétrica e apresentam o maior potencial técnico de conservação de energia elétrica. (PROCEL,2018)

Com o apoio do Procel Indústria, somente em 2016, foi economizado 15,15 bilhões de kWh, além dos benefícios diretos de reduzir a demanda na ponta de 8.375 MW e de ajudar a evitar a emissão de 1,238 milhão tCO_2 equivalentes, o que correspondente a emissões de 425 mil veículos durante um ano. (PROCEL,2018)

Fazendo o uso eficiente da energia elétrica, é fornecido para a indústria uma melhor utilização dos equipamentos e das instalações elétricas, além da baixa no consumo de energia e a consequente economia com os gastos em eletricidade. Gerando assim um aumento de produtividade, mantendo a qualidade do produto final, sempre procurando ter um bom nível de segurança. (COPEL, 2005)

O uso eficiente da energia elétrica beneficia diferentes setores da sociedade, como por exemplo os empresários, a economia e a própria população. A eficiência gera a redução de custos de operação, para os empresários, o impulsionamento da economia, gerada pela maior oferta de energia, e a preservação do meio ambiente, ao ser feito o uso correto de recursos naturais.

Este trabalho de conclusão de curso se propõe a realizar um estudo sobre o histórico e o cenário atual das políticas de gestão energética implementadas nas indústrias brasileiras, analisando seus pontos fortes e fracos, sugerindo novas abordagens e soluções.

1.1. OBJETIVOS

O Trabalho de Conclusão de Curso aqui exposto possui como finalidade a apresentação do panorama brasileiro de eficiência energética, com foco em ações voltadas para a indústria pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, Procel Indústria. Foram estudados conceitos pertinentes com o tema, o histórico brasileiro de legislações referentes ao tema, assim como foi realizado uma análise dos pontos fortes e fracos do programa. Foram propostas algumas ações que poderiam a vir somar os esforços do programa, inspiradas em casos que já foram comprovadamente considerados eficientes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. BREVE HISTÓRIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

Em meados do decênio de 1970, mais precisamente em 1973, o mundo se viu em uma situação inesperada, a primeira crise do petróleo. A crise teve seu início após a Organização dos Países Exportadores de Petróleo, OPEP, decidir não só por um significativo aumento no preço do petróleo, mas também por uma redução na quantidade da produção. Essa decisão causou grande impacto ao redor do mundo, e isto se deveu a uma variedade de fatores, entre eles podendo ser citado o fato de que a maioria dos países preferiam importar petróleo em vez de explorar suas próprias jazidas, o que os tornavam extremamente dependentes dos países exportadores.

Tal crise trouxe à luz ao mundo um tópico não explorado anteriormente. O uso eficiente de nossas fontes de energia. Ficava claro que não somente não existia uma fonte infinita de petróleo, como também todas as fontes de energia não eram inesgotáveis ou infalíveis. Era necessário então a busca por alternativas.

Também na luz desses debates em busca de fontes alternativas de energia, outro tópico chama a atenção, o impacto que a queima de combustíveis fósseis estaria causando na atmosfera. Nesse cenário de preocupação e incerteza, foi realizada, em 1988, a Conferência Mundial sobre o Clima, em Toronto, no Canadá. Essa Conferência foi uma resposta ao profundo interesse aos problemas na atmosfera, e englobou não somente a mudança climática, mas também os prejuízos causados a camada de ozônio e o transporte de longo alcance dos poluentes da atmosfera. (USHER,2018)

No Brasil, em 1975 foi realizado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), o primeiro seminário com o tema conservação de energia. Também em 1975 foi instituído, com o Decreto nº 76.593, de 14 de novembro de 1975, o Programa Nacional do Alcool. O programa tinha como visão “*O atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos*”. O programa tinha como intuito incentivar a maior produção de álcool com origem da cana-de-açúcar. Pretendia atingir essa meta através de uma expansão e modernização das destilarias já existentes, assim como um aumento da produção agrícola da matéria prima utilizada na produção desse álcool.

Em 1981, foi criado o programa Conserve, mediante a portaria MIC/GM 46. Segundo SOUZA, GUERRA e KRUGER (2011), o programa constituiu-se num esforço de peso em conservação de energia no Brasil, referenciando a promoção da conservação de energia na indústria, o desenvolvimento de produtos e os processos energeticamente eficientes e estimulando a substituição de energéticos importados por fontes alternativas internas.

Segundo a PICCININI 1994, o Conserve dava prioridade às indústrias de cimento, siderurgia, papel e celulose. Suas diretrizes incluíam especificamente um apoio especial a médias e pequenas empresas, um estímulo à aquisição de equipamentos de origem nacional e ao uso de fontes energéticas regionais, e a inclusão de medidas de proteção ao meio ambiente nos projetos das empresas. O Conserve era subdividido em dois programas, o Conserve Indústria e o Conserve Tecnologia. O primeiro era responsável por 95% do orçamento total do programa, enquanto que o segundo ficava com os 5% restantes.

O Conserve Indústria consistia basicamente em financiamentos subsidiados e incentivos fiscais. Os financiamentos eram centralizados no BNDES, e somente empresas com capital nacional e cooperativas agroindustriais poderiam se beneficiar desses recursos. O BNDES e sua rede de agentes eram responsáveis pelo financiamento de obras e construções civis em geral, em contrapartida o financiamento de equipamentos era encargo da subsidiária Finame. Inicialmente todos os projetos, inclusive os solicitados em agentes regionais, tinham sua análise centrada no banco. Posteriormente, já em 1983, o BNDES, decidiu alterar essa sua política, para facilitar os financiamentos, analisando somente os projetos de grandes empresas, enquanto que os de pequenas e médias empresas, seriam analisados somente pelos agentes regionais. (PICCININI, 1994)

O Conserve Tecnologia, foi criado para apoiar as políticas tecnológicas do programa. Era subdividido em três programas: Extensão Tecnológica, com objetivo de realizar diagnósticos gratuitos, difusão de medidas de conservação e substituição de energéticos; Desenvolvimento experimental, visando o desenvolvimento de protótipos de equipamentos e desenvolvimento de tecnologias de processo, para uso eficiente de energia e de fontes alternativas de energia; e a Difusão de conhecimento e informação, que possuía o objetivo de disseminar informações técnicas, normas e procedimentos sobre medidas de conservação e substituição de energéticos. (PICCININI, 1994)

Em 1982, o Governo Federal, instituiu com o Decreto nº 87.079, de 2 de abril de 1982, o Programa de Mobilização Energética (PME). O programa tinha como objetivo “*Racionalizar a utilização da energia obtendo a diminuição do consumo dos insumos energéticos e substituir progressivamente os derivados de petróleo por combustíveis alternativos nacionais*”. Dentre as prioridades desse programa estavam a conservação de energia, adequação do refino de petróleo ao perfil de consumo dos derivados de petróleo, e a produção de substitutos de derivados do petróleo. O Programa também instituiu instruções para a melhor conservação de energia, em diferentes setores, como o de transportes, a indústria, nos veículos de carga e passageiros, nas máquinas de terraplanagem e agrícolas.

Em 1984, diante de tantas discussões e debates sobre o uso eficiente da energia elétrica, o Inmetro, com a ideia de contribuir para uma melhor racionalização da energia, instituiu o Programa Brasileiro de Etiquetagem, ou, PBE. Este programa propunha que fossem informados aos consumidores o nível de eficiência energética dos produtos que eles estavam consumindo, de forma que pudesse ser feita uma compra consciente. Nesta primeira fase do programa, esta etiquetagem era realizada de forma voluntária. (INMETRO,2018)

A Portaria Interministerial nº 1877, de 30 de dezembro de 1985, instituiu o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, ou PROCEL. A ideia por trás deste Programa era a integração de todas as ações que visavam a conservação dos insumos energéticos do País, podendo ser assim realizada uma melhor coordenação de todos esses esforços. O seu objetivo era racionalizar o uso da energia elétrica e propiciar o mesmo serviço ou produto, porém com menor desperdício e menor consumo. As diretrizes propostas pelo Programa eram a promoção, educação e difusão do mesmo; buscar a permanente adequação da legislação do setor elétrico; induzir através da adequada tarifação, a eficiência e economia dos demais energéticos; criar linhas de incentivo financeiro para o desenvolvimento dos programas; realização de pesquisas adequadas para identificação dos diversos segmentos do mercado; promover a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico; incentivar a certificação de componentes e sistemas que auxiliem a conservação de energia; e avaliar o desenvolvimento de todos os programas.

O Decreto nº 99.250, de 11 de maio de 1990, instituiu o Programa Nacional de Racionalização da Produção e do uso de Energia, que tinha a finalidade de promover e desenvolver ações que visassem uma maior eficiência e racionalização no uso dos insumos energéticos do Brasil. Entre

as atribuições do Programa estavam a proposta de princípios e metas para a conservação da energia no País, realizar e promover o desenvolvimento de pesquisa e desenvolvimento de práticas necessárias a racionalização e conservação da energia no país.

Em 26 de outubro de 1990, o Decreto n° 99.656, institui a criação da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE). De acordo com o Art. 1°:

Fica criada uma 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).

Entre as atribuições das Cices podem-se citar ações de conscientização dos servidores para a importância do Programa de Conservação de Energia, manter uma análise constante do consumo de energia, promover uma avaliação anual dos resultados obtidos pelo programa, entre outros.

O Decreto n° 99.250 foi, mais tarde, revogado pelo Decreto de 21 de setembro de 1993. O novo Decreto, instituiu, entre outras alterações, que, as ações do Programa seriam agora geridas pelo Grupo Executivo do Programa Nacional de Racionalização da Produção e do Uso de Energia, GERE, que seria coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. A GERE estaria então, agindo para coordenar a ação governamental em conservação de energia, e teria então agora a responsabilidade de propor diretrizes para a conservação de energia no País, além de avaliar e propor as modificações necessárias na legislação para uma maior eficácia no funcionamento de todos os programas que tratavam da eficiência energética, entre outras.

No ano 2000, o Governo, por meio da lei n° 9.991, de 24 de julho de 2000, instituiu a obrigatoriedade de investimentos em programas de conservação de energia pelas concessionárias. Segundo a lei, artigo segundo:

As concessionárias de geração e empresas autorizadas à produção independente de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, um por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, excluindo-se, por isenção, as empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólicas, solares, de biomassa e pequenas centrais hidroelétricas.

A lei tratava também da instituição do Comitê Gestor, que ficará encarregado de prestar apoio técnico, administrativo e financeiro, além de prestar assessoria na implementação de ações e na avaliação anual dos resultados alcançados. Esse comitê era formado por membros do Ministério da Ciência e Tecnologia, do Ministério de Minas e Energia, da ANEEL, de representantes da comunidade científica e tecnológica, além de representantes do setor produtivo.

Em 2001, o Brasil se viu em uma situação difícil, um período grande de estiagem acabou gerando uma grande crise no abastecimento de energia elétrica. A combinação desta estiagem com uma falta de investimentos na geração e na transmissão de energia acabou agravando ainda mais a situação, e não havia energia suficiente para prover a demanda dos setores industriais e residenciais. O Governo se viu então obrigado a implantar uma política de racionamento, iniciado em 16 de maio de 2001, e que só teve seu fim em 28 de fevereiro de 2012. O brasileiro se viu forçado a se adequar a uma cota de consumo mensal de energia, e caso não obedecesse esta restrição seria multado em sua conta, e correria até mesmo o risco de sofrer um corte de luz em sua residência.

Dentre as medidas adotadas pelo Governo para evitar uma futura crise, estavam o investimento em fontes alternativas de energia, como, por exemplo, usinas termelétricas. Houve o investimento também na construção de um maior número de linhas de transmissão, visto que um dos maiores motivos para a crise de 2001 foi a falta de LT suficientes para levar energia da região onde os reservatórios ainda estavam cheios, a Região Sul, para o Sudeste e o Nordeste. Foi feito ainda investimentos em novas hidrelétricas na Amazônia, para garantir para o país um abastecimento contínuo e seguro. Porém esta iniciativa gerou muitos questionamentos em relação a segurança ambiental, e as negociações com ambientalistas e a obtenção de licenças para a execução de obras se tornou algo bastante difícil.

A Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, iniciou um novo capítulo na história do uso de energia elétrica no Brasil, e por isso, ficou conhecida como a lei da eficiência energética. Ela tinha como objetivo “*A alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente*” (Art. 1). Esta lei declarava que o Poder Executivo ficaria responsável por estabelecer níveis máximos de um consumo específico de energia, ou estabelecer um nível mínimo de eficiência energética, para qualquer aparelho consumidor de energia fabricado ou comercializado no Brasil.

Após a instituição desta lei, o PBE, coordenado pelo Inmetro, passou a exigir a obrigatoriedade na etiquetagem de todos os aparelhos e máquinas consumidores de energia elétrica. O Decreto 4059, de 19 de dezembro de 2001, que regulamentou a lei em questão, especificava, no Art. 9, que, segundo o INMETRO

O INMETRO será responsável pela fiscalização e pelo acompanhamento dos programas de avaliação da conformidade das máquinas e aparelhos consumidores de energia a serem regulamentados.

2.2. CONCEITOS SOBRE EFICIENCIA ENERGETICA

A palavra eficiência pode ser definida como fazer algo de forma competente, produtiva ou ainda, o ato de realizar uma ação de forma que se possa conseguir o melhor rendimento possível, com o menor número de erros ou gastos. Este conceito pode ser exemplificado se considerarmos dois modelos diferentes de carro, e nos perguntarmos qual deles é mais eficiente em termos de consumo de combustível? Ou em outras palavras, qual dos dois modelos realiza o mesmo percurso com um menor consumo de combustível. Quando falamos em eficiência energética, estamos nos referindo a um eficiente uso de todas as formas de energia, não incluindo somente a energia elétrica. Como engenheiros, devemos utilizar todos os conceitos de engenharia, economia e administração, adquiridos em nossa formação para supervisionar o uso eficiente de energia.

Para que se possa tratar um sistema, de forma que este possa atingir seu potencial energético da forma mais eficiente possível, temos que supervisionar e nos certificar que todas as formas de energia estão sendo transportadas, armazenadas e distribuídas eficientemente. O responsável técnico pela eficiência energética da empresa deve estar sempre encarregado de seguir os seguintes requisitos:

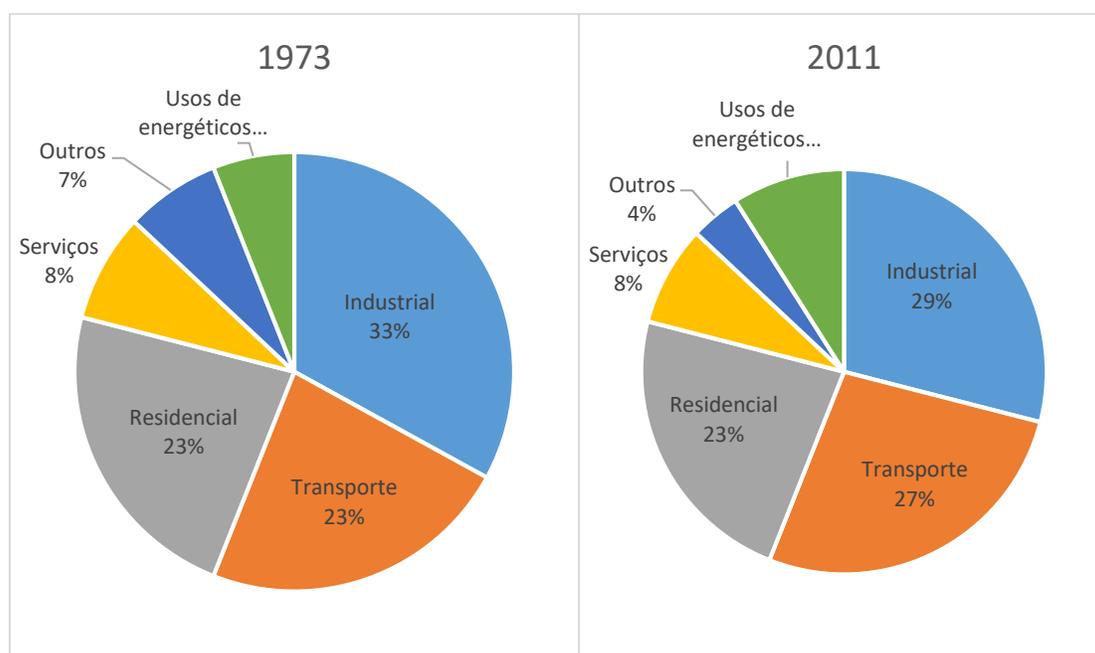
- 1- Avaliação da demanda energética que é necessária para atingir as necessidades energéticas atuais, assim como a demanda que será necessária para o suprimento das necessidades energéticas futuras;
- 2- Após o cálculo desta demanda, deve-se contratar no mercado, a demanda necessária para atender suas especificações. Esta demanda deve ser contratada de acordo com o tipo de consumidor específico de sua empresa, seja ele um consumidor cativo, ACR (Ambiente de Contratação Regulada), consumidor livre, ACL (Ambiente de Contratação Livre), ou ainda um consumidor que trabalhe com cogeração de energia.

No âmbito da discussão sobre a eficiência energética de uma empresa não é levado em conta somente o uso eficiente de sua energia elétrica, mas também a forma de relacionamento que a mesma possui com o ambiente e as leis ambientais.

2.3. DADOS SOBRE O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

A Agência Internacional de Energia, IEA (*International Energy Agency*), é uma organização autônoma que trabalha para garantir uma energia de boa qualidade, com bom custo e confiável para todos os países membros. Em um relatório de 2016, a IEA, apresentou um comparativo, entre 1973 e 2011, do consumo mundial por setores de consumidores de energia. Em 1973 foi registrado um consumo total de 4.674 Mtep, já em 2011, foi feito um registro de 8.918 Mtep. É importante salientar que essas relações podem variar drasticamente de um país para o outro. Facilmente percebe-se que os setores industriais, de transportes e residenciais lideram o consumo de energia, e que o setor de transporte está em crescimento e chegando perto da proporção já alcançada pelo setor industrial.

Figura 1. Participação mundial dos setores no consumo final total (1973 e 2011)



Fonte: (IEA,2016)

Essas estatísticas são importantes para poder se fazer uma análise do consumo de um determinado país com relação aos índices de consumo mundiais e assim poder analisar as tendências gerais do mercado de consumo de energia. Esses dados, porém, não são suficientes caso

se queira realizar um diagnóstico mais profundo sobre o consumo energético, ou até mesmo uma proposta de políticas de melhorias e ações para os setores. É necessário para isso que seja realizado um estudo detalhado de cada setor, e de cada particularidade que tal setor possui no país, levando em consideração suas regiões e sazonalidades. Isso porque um país pode gastar mais ou menos com refrigeração dependendo de sua localização e da estação do ano em que se encontra.

No Brasil, as estatísticas presentes no Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2017, elaborado pela EPE, Empresa de Pesquisa Energética, em colaboração com o Ministério de Minas e Energia, que toma como base o ano de 2016, mostram que o setor industrial é responsável por aproximadamente 35,7% do consumo total de energia elétrica do país. O segundo colocado no ranking do consumo de energia elétrica é o setor residencial, com 28,8 %, seguido do setor comercial com 19,1 %. Se compararmos a evolução dos anos de 2012 para 2016, notamos uma certa queda na porção que diz respeito a Indústria. Nota-se que no ano de 2012, o consumo total do Brasil estava na faixa de 448.176 GWh, o setor Industrial era então responsável por uma parcela de 183.475 GWh, o que equivale a aproximadamente, 40,93 % do consumo total. Já em 2016, embora o consumo total tenha sofrido uma elevação, passando para 460.829 GWh, a parcela relativa ao setor industrial, sofreu uma queda, passando agora a representar 35,7 % do consumo total.

Tabela 1: Consumo de energia elétrica por classe (GWh)

	2012	2014	2015	2016	Δ% (2016/2015)	Part. % (2016)
Brasil	448.176	474.823	464.976	460.829	-0,9	100
Residencial	117.646	132.302	131.190	132.872	1,3	28,8
Industrial	183.475	179.106	168.856	164.557	-2,5	35,7
Comercial	79.226	89.840	90.768	87.873	-3,2	19,1
Rural	22.952	25.671	25.899	27.266	5,3	5,9
Poder público	14.077	15.354	15.189	15.092	-0,6	3,3
Iluminação Pública	12.916	14.043	15.333	15.035	-1,9	3,3
Serviço público	14.525	15.242	14.730	14.969	1,6	3,2
Próprio	3.359	3.265	3.011	3.164	5,1	0,7

Fonte: EPE, 2017

Analisando agora, os dados colhidos pela EPE, mas agora considerando o consumo de cada região geográfica do Brasil com relação ao seu consumo total entre os anos de 2012 a 2016. A região Sudeste é, sem dúvida nenhuma, e em todos os anos analisados, a grande responsável pelo maior consumo de energia elétrica do país, possuindo uma taxa de quase 50% do consumo total. Isso se deve a uma grande quantidade de fatores, entre eles o fato de que grande parte da população se concentra nessa região, assim como grande maioria das indústrias brasileiras estão alocadas nessa região, como pode-se notar na Tabela 2.

Tabela 2. Consumo de energia elétrica por região geográfica (GWh)

	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\%$ (2016/2015)	Part. % (2016)
Brasil	448.176	463.134	474.823	464.976	460.829	-0,9	100
Norte	29.098	30.209	32.364	33.413	34.071	2,0	7
Nordeste	75.610	79.694	80.746	79.979	80.147	0,2	17,4
Sudeste	235.259	240.084	242.513	234.712	229.970	-2,0	49,9
Sul	77.491	80.393	84.819	82.012	82.063	0,1	17,8
Centro-Oeste	30.718	32.755	34.381	34.860	34.579	-0,8	7,5

Fonte: EPE, 2017

Nessa nova visão dos dados fica mais claro o percentual que o impacto que a indústria tem no consumo geral de energia elétrica brasileiro. Como também fica bem mais claro o quanto o setor industrial do Sudeste é relativo para esses dados, já que como podemos ver somente nessa região, o setor industrial é responsável por 18,9 % de todo o consumo brasileiro.

Tabela 3. Consumo de energia elétrica do setor industrial por região geográfica (GWh)

	2012	2013	2014	2015	2016	$\Delta\%$ (2016/2015)	Part. % (2016)
Brasil	448.176	463.134	474.823	464.976	460.829	-0,9	100
Norte	14.325	14.177	14.830	14.886	15.041	1,0	3,3
Nordeste	28.902	28.724	26.991	24.610	23.327	-5,2	5,1

Sudeste	100.787	100.237	95.445	89.679	86.977	-3,0	18,9
Sul	30.916	32.335	32.569	31.080	30.547	-1,7	6,6
Centro-Oeste	8.544	9.213	9.271	8.602	8.666	0,7	1,9

Fonte: EPE,2017

2.4. CICE

A Comissão Interna de Conservação de Energia, CICE, foi criada pelo Decreto 99.656 de 26 de outubro de 1990, como parte do plano do Governo para o aumento da eficiência energética brasileira. A CICE trabalha no acompanhamento, implementação e sugestão de medidas com o intuito de promover o uso eficiente de energia elétrica. Idealmente devem ser implementadas CICEs em todo e qualquer tipo de instalação, seja ela de cunho federal, estadual ou municipal. (ROCHA,2005)

Uma das mais importantes atribuições da CICE diz respeito a realização de um Diagnóstico Energético da empresa. É a partir desse diagnóstico que será conhecido o perfil de consumo específico do local, e só assim poderá ser feita a análise e consequente decisão das melhores políticas para a implementação de ações para aumentar a eficiência no uso de energia. A CICE coordena as ações de gestão energética da empresa, tais ações podem ser subdivididas em três grupos: Comunicação, Diagnóstico e Controle. Todas as atividades desenvolvidas pela CICE se encaixam em algum desses grupos. (PROCEL EDUCAÇÃO, 2007):

São de responsabilidade da CICE (PROCEL EDUCAÇÃO, 2007):

- Controlar o consumo de energia total;
- Controlar o custo específico de energia total;
- Gerenciar a demanda total de energia;
- Obter dos órgãos responsáveis a orientação e informação necessária para estudo e implementação de programas de conservação de energia;
- Treinar e capacitar todo os funcionários nas práticas necessárias para a melhor eficiência energética da empresa;
- Realizar as modificações necessárias para que o consumo da empresa esteja devidamente adequado ao seu específico sistema consumidor de energia;

- Realizar sempre uma avaliação dos resultados obtidos a partir de suas ações, manter uma transparência quanto aos dados obtidos nessa avaliação, além da proposta de novas metas a serem atingidas.

2.5. SETORES PASSÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

2.5.1. SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

Segundo PROCEL EDUCAÇÃO 2007, é estimado que para o setor residencial a iluminação seja responsável por cerca de 23% do consumo de energia elétrica, enquanto que para os setores comercial e industrial, essa taxa seja de aproximadamente 44% e 1% respectivamente. Um ineficiente sistema de iluminação pode então, dependendo do setor analisado, acarretar em grandes perdas monetárias e energéticas.

Um dos responsáveis pela ineficiência dos sistemas de iluminação é o uso de tecnologias antiquadas e ultrapassadas. Ao se realizar uma substituição de todos os equipamentos antigos por mais novos e mais eficientes é gerado um grande impacto no consumo de energia. Isso porque luminárias mais modernas são capazes de gerar a mesma quantidade de luz com um menor consumo de energia. Estudos também podem ser realizados, para que, dependendo do tipo de ambiente, o máximo da luz natural possa ser aproveitada. Deve-se também se atentar para que cada tipo de ambiente possua o seu tipo adequado de iluminação.

Algumas medidas práticas que podem ser utilizadas para melhorar a eficiência energética de uma instalação (COPEL, 2005):

- Uso de lâmpadas adequadas para cada tipo de ambiente
- Utilização de luz elétrica somente onde a luz natural não for realmente suficiente
- Manter sempre as luminárias limpas, luminárias sujas tem um fluxo luminoso reduzido, o que faz ser necessário o uso de maiores quantidades.
- Se possível instalar timer para controle de iluminação externa

2.5.2. SISTEMAS DE ACIONAMENTOS

O motor de indução é extremamente eficiente e amplamente utilizado em indústrias no Brasil e no mundo. Entretanto, estes são considerados um dos maiores, ou se não o maior, potenciais de economia do uso de energia elétrica. Algo que parece contradizer o que foi dito sobre sua eficiência, mas isso pode ser explicado se considerarmos a grande quantidade de motores desse tipo instalados atualmente e o fato de que uma porção considerável destes está atualmente mau dimensionado.

O sobre dimensionamento de motores de indução representam hoje um grande desafio para as políticas de gestão energética. Esse sobre dimensionamento se deve, geralmente, a falta de informação e especialização dos encarregados por sua instalação e manutenção. Uma opção para resolver esse problema seria o uso de motores de alto rendimento, conhecidos por terem uma performance mais eficiente que os motores de indução geralmente usados.

Recomendações para uma melhor eficiência energética em sistemas motrizes (CNI, 2018):

- Os motores devem funcionar entre 75% e 90% de sua potência nominal;
- Desligamento de motores dos equipamentos que não estão sendo utilizados;
- Verificação de que as condições ambientes são favoráveis para um correto funcionamento do motor
- Adequar os dispositivos de partida com o funcionamento esperado do motor;
- Eliminação de ruídos e vibrações que influenciem na performance do motor;
- Implementar um programa de manutenção preventiva eficiente e assíduo;
- Corrente trifásica equilibrada;
- Garantir que a tensão de alimentação não sofra variações.

2.5.3. REFRIGERAMENTO DE AR

Os sistemas de ar-condicionado estão presentes em grande parte das empresas e indústrias, e são responsáveis por uma parcela considerável dos gastos com energia. Dependendo do tipo de empresa esses gastos podem ser bastante consideráveis, portanto, se torna interessante uma possível melhoria no seu rendimento. Geralmente as melhorias relacionadas a uma melhoria nos

sistemas de condicionamento de ar estão relacionadas com o aperfeiçoamento de sua estrutura ou a uma melhoria do sistema de condicionamento de ar. Devem ser considerados, desde a fase de projeto, a escolha de equipamentos eficientes. É necessário sempre a atenção com o controle das condições internas da edificação, para se garantir que a temperatura e a umidade sejam mantidas dentro dos limites corretos. De um olhar ecológico, é preciso a monitoração da quantidade de substâncias sendo expelidas para a atmosfera por esses equipamentos.

Algumas medidas podem ser utilizadas para aumentar a eficiência no uso de condicionadores de ar: (CNI, 2018)

- Limpeza periódica dos equipamentos;
- Lubrificação correta e seguindo as recomendações dos fabricantes nas partes móveis dos equipamentos;
- Desligamento de equipamentos em ambientes que não estejam sendo utilizados;
- Evitar perdas nas tubulações através de vedações;
- Redução da resistência ao fluxo de ar ao mínimo, substituindo as seções dos dutos e os elementos que acrescentem resistência desnecessária ao sistema.

2.5.4. AR COMPRIMIDO

O ar comprimido é utilizado como forma de transporte de energia, especialmente em locais em que o transporte de energia elétrica possa ser considerado um pouco inconveniente, como é o caso de minas, onde é comum a presença de gases explosivos. No setor industrial, o ar comprimido é utilizado em motores pneumáticos, em equipamento de transportes de materiais, em sistemas de controle e comando, entre outros. O uso de ar comprimido tem entre suas vantagens, o fato de não apresentar risco de incêndio ou a ocorrência de explosões, além de apresentar um transporte bastante flexível. Sua grande desvantagem, e assim, seu maior potencial para melhoria, é o fato que sistemas de ar comprimido tendem a gastar uma maior quantidade de energia para produzir um trabalho, que um sistema com eletricidade gastaria. Outra desvantagem é que durante o transporte e distribuição geralmente ocorrem vazamentos e perdas.

Algumas medidas podem ser seguidas para aumentar a eficiência de sistemas de ar comprimido: (CNI, 2018)

- Limpeza periódico e troca dos filtros de ar;
- Verificação periódica das condições físicas dos compressores;
- Manter as correias de acionamento devidamente ajustadas, sempre realizando a troca quando deixarem de ser eficientes;
- Periodicamente realizar a drenagem do reservatório central;
- Tratamento da água de resfriamento das unidades compressoras de forma periódica.

2.6. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética aumenta quando conseguimos realizar o mesmo serviço com uma quantidade de energia inferior do que a usualmente era consumida pela tarefa. Para ser possível quantificar essa melhoria é necessário a utilização dos que são chamados indicadores de eficiência energética.

De forma simples, a eficiência energética pode ser definida por uma simples equação:

$$EE = \frac{RUP}{CEP} \quad (1)$$

Sendo EE a eficiência energética, RUP o resultado útil obtido através do processo, e CEP, o consumo de energia no processo. (LEITE, 2010)

2.6.1. CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA (CE)

Analisando o consumo de energia elétrica ativa, em kWh, ou a carga instalada em kW, com relação ao produto gerado produz um indicador de desempenho que pode ser utilizado como comparação entre desempenhos. Pode-se utilizar esse consumo específico na projeção de metas de consumo mais eficientes. Esse consumo específico pode ser calculado como: (BATISTA,2013)

$$CE = \frac{C}{Q} \quad (2)$$

Onde C é o consumo mensal de energia em kWh/mês e Q a quantidade de serviço produzido no mês pela unidade consumidora.

2.6.2. FATOR DE CARGA DA INSTALAÇÃO (fc)

Esse fator pode ser obtido utilizando dados das contas de energia, e pode ser considerado um indicador que mostra como a energia está sendo utilizada ao longo de um período.

$$fc = \frac{D_{med}}{D_{máx}} = \frac{C}{h \cdot D_{máx}} \quad (3)$$

Onde fc é o fator de carga do mês, no horário de ponta ou fora de ponta; D_{med} é a demanda média no mês, em kW, no horário de ponta ou fora de ponta; C o consumo de energia, em kWh no mês; h é o número médio de horas no mês, sendo normalmente 66 horas para o horário de ponta, e 664 horas para o horário fora de ponta. (BATISTA,2013)

Quanto mais próximo o fator de carga for de 1, indicará que o consumo de energia elétrica foi uniforme ao longo do tempo. Entretanto, se esse valor for baixo, pode-se interpretar que ocorreu uma concentração no consumo em um curto período, o que pode ser o resultado de uma demanda elevada. Nesta lógica, quanto maior for o fato de carga, menor é a demanda máxima registrada naquele período, e conseqüentemente menor será o custo de kWh. Essa afirmação pode ser comprovada se interpretarmos o cálculo de fator de carga de uma maneira diferente: (BATISTA,2013)

$$fc = \frac{D_{med}}{D_{máx}} \rightarrow D_{máx} = \frac{D_{med}}{fc} = \frac{C}{h \cdot fc} \text{ (kW)} \quad (4)$$

2.6.3. CUSTO MÉDIO DE ENERGIA (CMe)

O custo médio de energia é um indicador que faz referência ao valor gasto, em unidades monetárias, por kWh consumidos nas instalações da empresa, e pode ser calculado da seguinte forma:

$$CMe = \frac{F \text{ (R\$)}}{C \text{ (kWh)}} \quad (5)$$

O custo médio de energia é dado em R\$/kWh, F é o valor total da fatura de energia elétrica, em R\$ e C é o consumo de energia em kWh no mês, em horário de ponta e fora de ponta. Esse é

um indicador muito importante no âmbito industrial, já que quase todas as decisões empresariais são feitas sempre levando o custo e o benefício relacionados. (BATISTA,2013)

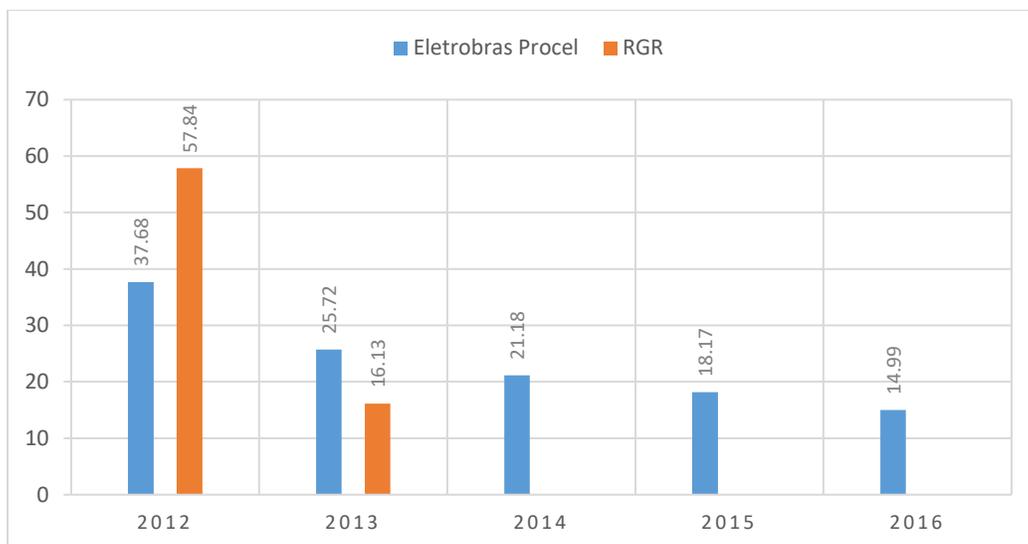
3. PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O Procel preza pela eficiência energética em todos os setores de economia brasileiros. Foi instituído em 30 de dezembro de 1985, com o intuito de reduzir o desperdício de energia elétrica e incentivar o desenvolvimento de estudos e ações relacionadas a melhor eficiência no seu uso. O Procel atua em diversas áreas, desde o setor de construção e obras civis, aos setores industriais e comerciais, não deixando de lado instituições públicas e a pesquisa e o desenvolvimento. Uma das ações mais conhecidas desenvolvida por este programa é o Selo Procel. Tal selo identifica equipamentos de acordo com o seu rendimento, e os agrupa em classes, para que o consumidor, ao realizar uma compra, possa selecionar qual equipamento é o mais eficiente, e poder fazer assim uma escolha consciente. Este selo também serve como incentivo para as indústrias investirem na produção de equipamentos cada vez mais eficientes. (PROCEL, 2018)

Desde a sua criação, os investimentos realizados pelo Procel foram custeados majoritariamente pela Eletrobrás. Esses investimentos, até o ano de 2016, já somavam algo na casa de R\$ 3 bilhões, e foram responsáveis por aproximadamente 107 bilhões de kWh economizados. Também no ano de 2016, o Procel atingiu uma nova meta, com a aprovação da Lei nº 13.280, de 3 de maio de 2016. Essa nova lei estabelece os planos que anualmente devem ser seguidos quanto a aplicação dos recursos do Procel. Todo investimento feito deve antes de tudo prezar pela transparência, aumentando assim a credibilidade de todo o programa. Assim, toda transação de investimento deve passar por um período de consulta pública, para então ser levada a avaliação de representantes do governo e de agentes do setor energético nacional. (PROCEL, 2017)

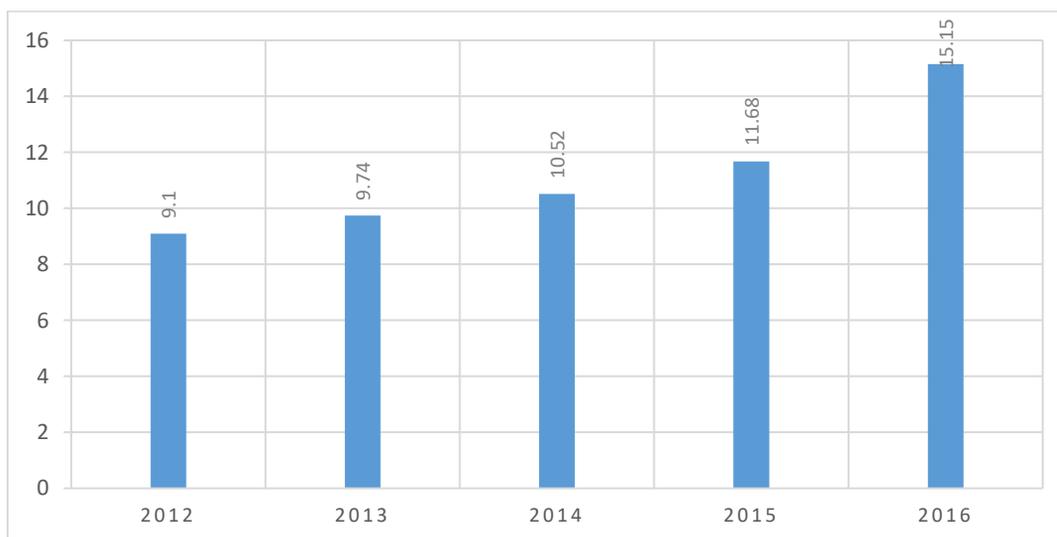
Podemos ver na Figura 2 os investimentos realizados no Procel durante o período de 2012 até 2016. Esses investimentos foram provenientes da própria Eletrobras, da Reserva Global de Reversão (RGR) e de alguns outros investimentos provenientes de fundos internacionais. Os ganhos energéticos decorrentes dos investimentos realizados nesses anos podem ser analisados através da Figura 3.

Figura 2. Investimentos anuais da Eletrobrás (milhões de R\$)



Fonte: Resultado Procel 2017

Figura 3. Economia de energia decorrente das ações do Procel (Bilhões de kWh)



Fonte: Resultado Procel 2017

A atuação do Procel é dividida em diversos subprogramas para assim otimizar o seu funcionamento:

- Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética – Procel Info
- Eficiência Energética em Edificações – Procel Edifica
- Eficiência Energética em Equipamentos – Procel Selo
- Eficiência Energética no Saneamento Ambiental – Procel Sanear
- Eficiência Energética Industrial – Procel Indústria
- Eficiência Energética nos Prédios Públicos – Procel EPP
- Gestão Energética Municipal – Procel GEM
- Informação e Cidadania – Procel Educação
- Eficiência Energética na Iluminação Pública e Sinalização Semafórica – Procel Reluz

3.1. CASOS DE SUCESSO

Dentre todos os anos da atuação do Procel Indústria, vários casos de sucesso já foram registrados, e servem de incentivo para novas ações. Iniciativas que tiveram sucesso podem ser replicadas em outras indústrias que possuam desafios semelhantes.

A Companhia de Serviços de água e Esgoto de Novo Hamburgo, é na cidade gaúcha a responsável pelo abastecimento de água. Através do Procel Sanear implementou medidas para redução de consumo de energia elétrica e de perdas no sistema de abastecimento. Com a otimização e automação do sistema pelo controle de pressão e vazão com variadores de velocidade e automação, problemas como vazão por longos períodos e picos de pressão foram sanados. O investimento total do projeto foi de R\$ 646.707,55, sendo R\$ 515.625,71, investidos pela Eletrobras e R\$ 131.081,84, pela própria empresa. (PROCEL, 2018)

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, atuante no serviço público de saneamento básico em 368 municípios do Estado de São Paulo, era responsável por 2% do consumo de energia elétrica do Estado. Como ações para aumentar a eficiência energética da empresa, foram exploradas melhorias nos sistemas de bombeamento de um dos setores. Com as medidas adotadas ocorreu uma considerável redução no consumo de energia, o que acarretou uma economia em torno de 28 mil reais. Além da grande economia de água, na casa dos 487.180 m³/mês. (PROCEL, 2018)

Uma empresa do ramo têxtil, localizada no município de Pacajus, no estado do Ceará, Vicunha Têxtil, produz tecidos em um regime de trabalho contínuo. Como medida em busca do aumento de eficiência energética foram adotadas políticas de produção diferenciadas, em conjunto com medidas ambientais, que levaram a uma economia de 7.279 MWh/ano. (PROCEL, 2018)

A UHE Samuel, localizada no rio Jamari, no estado de Rondônia é outro exemplo exitoso. Esse reservatório possui uma capacidade de armazenamento pequena, o que tende a gerar pequeno volume em época de estiagem. O Procel então, estudou uma estratégia para o aumento da eficiência energética dessa unidade. Um estudo da eficiência energética do conjunto turbina-gerador, assim como um tratamento contra corrosão nos tubos de resfriamento, levou a uma eliminação de paradas não programadas devido a falhas, o que elevou a eficiência da usina. (PROCEL, 2018)

Com o reconhecimento que o sistema de resfriamento de uma usina é um grande potencial para redução de perdas, os resultados puderam ser replicados. Na UHE de Balbina, no Amazonas, medidas para evitar a corrosão nos tubos de resfriamento também foram aplicadas, o que levou a usina a passar de um patamar de geração de 103,63 MWh/h para algo em torno de 220 MWh/h. (PROCEL, 2018)

Para fins desse trabalho, somente as ações do Procel Indústria serão exploradas.

3.2. PROCEL INDÚSTRIA

O setor industrial, é responsável por aproximadamente 40% de todo o consumo energético brasileiro, então naturalmente, este é um dos grandes potenciais para o estudo e incentivo de políticas de eficiência. “O Procel incentiva a otimização dos sistemas produtivos, principalmente os motrizes, ou seja, instalações elétricas e mecânicas, motores elétricos, acoplamentos, cargas acionadas e uso final” (PROCEL, 2018)

A base de funcionamento do Procel Indústria é o Projeto de Otimização Energética de Sistemas Motrizes, que possui o objetivo de atuar em duas vertentes de ação, a primeira vertente sendo responsável por ações de incentivos, juntamente ao mercado, para a maior utilização de motores de alto rendimento. A segunda vertente foca na formação de mão de obra qualificada, com

o investimento em formar engenheiros com uma visão estratégica voltada para a melhor eficiência energética das empresas. (BATISTA,2011)

Dentre as atividades que já foram desenvolvidas por esse subprograma, pode se destacar a capacitação de professores universitários e consultores, assim como a capacitação de técnicos e engenheiros que atuam no setor industrial. Essas capacitações fazem parte do estudo de viabilidade e implantação de medidas para aumentar a eficiência energética na indústria.

O Procel realizou a implantação de 14 Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes, conhecidos como Lamotrizes, em diversas universidades ao redor do país. Esses laboratórios se dedicam a pesquisa e desenvolvimento de todos os conceitos relacionados a operação de motores, especializando-se no estudo do funcionamento e da melhoria do rendimento de sistemas motrizes.

Outra realização do Procel Indústria é a parceria com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e o Instituto Euvaldo Lodi (IEL). Essa parceria visa o estudo do levantamento dos potenciais de conservação energética em 14 segmentos do setor industrial. O Procel também atua juntamente com o Sebrae em alguns estados, para que possa assim focar em micro e pequenas indústrias.

Segundo o livreto dos resultados do Procel do ano de 2017, a sua atuação no setor industrial tem como objetivo a transformação do mercado de eficiência energética, e ocorre através de convênios, protocolos de cooperação técnica e memorandos de entendimento com agentes nacionais e internacionais.

Algumas ações do subprograma no ano de 2016 foram: realização de dois *workshops* sobre motor de indução trifásico classe *premium*; capacitação técnica em eficiência energética para colaboradores de 12 micro e pequenas empresas no estado do Rio de Janeiro; elaboração de um pré-diagnóstico energético na planta industrial da Gerdau Cosigua, situada no Rio de Janeiro e a participação na Semana Eficiente na Gerdau Cosigua. (PROCEL, 2017)

Para o ano de 2017, foram estabelecidas as metas de que o programa foque suas ações na busca da eficiência energética em indústrias de todos os portes, incentivando a implantação da ISO 50001, a otimização de sistemas motrizes, além de uma maior busca por uma estruturação do setor através de estudos e normatização. Foi planejado também para este ano outra parceria com a CNI, o Programa Aliança Estratégica para Eficiência Energética.

3.2.1. LAMOTRIZ

Segundo o site oficial do Procel, atualmente existem 14 Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes implantados em instituições de ensino brasileiras. Esses Laboratórios se encontram instalados nas seguintes instituições:

1. Universidade Federal do Amazonas
2. Universidade Federal da Bahia
3. Universidade Federal do Ceará
4. Universidade Federal de Juiz de Fora
5. Universidade Federal do Pará
6. Universidade Federal de Pernambuco
7. Universidade Federal de Mato Grosso
8. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
9. Universidade Federal de São João del-Rei
10. Universidade Federal de Uberlândia
11. Universidade Estadual Paulista (Unidade Guaratinguetá)
12. Universidade Estadual de Santa Catarina (Unidade Joinville)
13. Fundação Universidade de Caxias do Sul
14. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

O objetivo por trás dos estudos desenvolvidos por esses Laboratórios pode ser resumido como o reconhecimento das oportunidades de economia de energia que existem nos diversos módulos dos sistemas motrizes, presentes no acoplamento motor-carga, no superdimensionamento de motores ou até mesmo nos sistemas de acionamento. Os estudos também visam que tais economias possam ser implementadas com o menor investimento possível.

3.2.1.1. LAMOTRIZ UFPE

O Lamotriz presente na Universidade Federal de Pernambuco está localizado no Laboratório de Eficiência Energética e Qualidade de Energia (LEEQE). O Laboratório possui três protótipos de sistemas motrizes industriais, sendo eles, um sistema de bombeamento de água, um

sistema de compressão de ar e outro de exaustão de ar. Todos os sistemas são devidamente operados e supervisionados através de estações de operação (OS).

Esses sistemas motrizes são divididos em três bancadas didáticas, para um melhor desenvolvimento dos experimentos e estudos. Durante a realização dos ensaios são realizadas análises do ponto de vista do funcionamento elétrico frente aos diferentes tipos de partida de motores impostas, sendo elas partida direta, partida suave com soft-starter e partida controlada com o inversor de frequência. Através dos resultados obtidos nos experimentos são feitas comparações entre o que a teoria explica e o que a prática demonstra, para que assim possam ser levantadas e testadas hipóteses para a redução de consumo de energia.

As bancadas podem ser operadas localmente e remotamente. No método de operação local, a operação dos sistemas motrizes fica um pouco limitada, só podendo ser realizadas operações simples, tais como o ligamento e desligamento do motor, o reconhecimento de falhas, e o ajuste da velocidade do inversor de frequência. Durante a operação local a bancada pode ser comandada por meio das chaves ou botões presentes no painel de automação. Já durante o método de operação remoto, a operação da bancada é feita via computador. Nesse método remoto operações mais complexas podem ser realizadas, tais como configuração de malhas de controles, abertura ou fechamento de válvulas, controle da velocidade dos motores, entre outras.

Os experimentos realizados nas bancadas têm como intuito simular situações que ocorrem nas indústrias de uma forma mais aproximada possível. Um dos experimentos realizados na bancada de bombeamento de água é o controle da vazão, pressão ou nível conquistados pelo inversor de frequência. Dessa forma pode-se fazer uma comparação entre a curva obtida pelo controle realizado pelo inversor e o controle realizado com as válvulas. Outro experimento que pode ser realizado é a simulação de consumo. Nesse experimento a válvula que está presente na tubulação de subida é utilizada para simular as oscilações, de carga e vazão, que ocorrem durante a subida de água para os tanques de nível elevados. Também são avaliados o nível do reservatório, de vazão, pressão na tubulação e dados elétricos. O CLP consegue ajustar os parâmetros para esta válvula de acordo com o nível de consumo desejado, além de avaliar a queda de pressão e vazão que ocorre na tubulação quando ocorre um aumento de consumo.

Durante todos os experimentos os dados elétricos do sistema são sempre monitorados, sendo estes o valor da corrente, da tensão, da potência ativa e reativa sendo consumidas e o respectivo

fator de potência. Esses valores variam de acordo com o tipo de partida utilizada para o experimento, e são armazenados em planilhas para uma futura análise dos dados coletados durante o ensaio.

3.2.2. ESCOS

A Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia, ABESCO, foi fundada em 1997, e possui atualmente um número de associados que já ultrapassa os 90. A ABESCO é considerada como uma entidade civil e sem fins lucrativos, e atua como uma representante do setor de eficiência energética brasileiro. É responsável pela gerência de ações que envolvam as ESCOs. (ABESCO, 2018)

As ESCOs, Empresas de Serviço de Conservação de Energia, ou ainda, Energy Services Company, são empresas de engenharia especializadas na promoção do uso eficiente de insumos energéticos. Uma ESCO pode ser a grande ajudante de qualquer empresário que deseje reduzir os seus custos no consumo de seus insumos. (INEE, 2018)

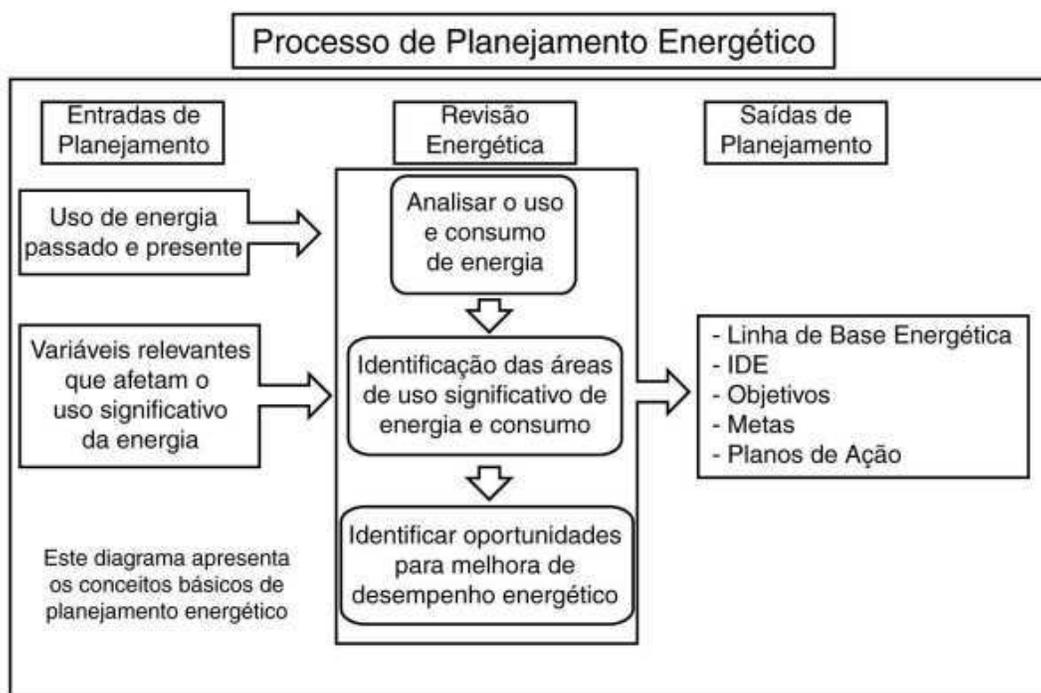
Em suma, uma ESCO deve avaliar quatro principais aspectos em uma empresa. O primeiro deles é o tipo, ou tipos, de insumo energético que a empresa solicitante trabalha. O segundo diz respeito a qual tipo de carga ou sistemas devem ser potencialmente analisados, sejam eles, iluminação, condicionamento de ar, bombeamento, sistemas motrizes entre outros. Em terceiro lugar deve se definir em qual tipo de edificação a empresa está localizada, ou seja, se o prédio é comercial, público, de serviços, residencial ou industrial. Finalmente, deve ser analisado qual será o tipo de benefício financeiro que a empresa espera obter, se é esperado uma linha de crédito de menor custo, créditos de carbono ou uma cobrança de tarifa adequadas, por exemplo.

Uma ESCO possui o diferencial de ser uma empresa especializada na redução dos custos de energia, o que a diferencia de uma empresa de consultoria normal. A ESCO está capacitada para assumir os riscos de suas propostas com a empresa que a contratou, e muitas vezes sua remuneração pelo serviço prestado está diretamente ligada ao sucesso de suas propostas. (ABESCO, 2018)

3.2.3. ISO 50001

A norma ISO 50001, de Gerenciamento de Sistemas de Energia, publicada em junho de 2011, estabelece os requisitos que devem ser necessariamente seguidos para se possuir um bom sistema de gerenciamento de energia, de forma que o desempenho energético da empresa possa ser melhorado, e que sua eficiência energética possa aumentar e seus riscos ambientais possam ser reduzidos. Essa norma tem como premissa o incentivo ao aumento das vantagens competitivas que as empresas podem vir a possuir no mercado, sem comprometer sua performance produtiva.

Figura 4. Diagrama conceitual de processo de planejamento energético



Fonte: Norma ABNT NBR ISO 50001

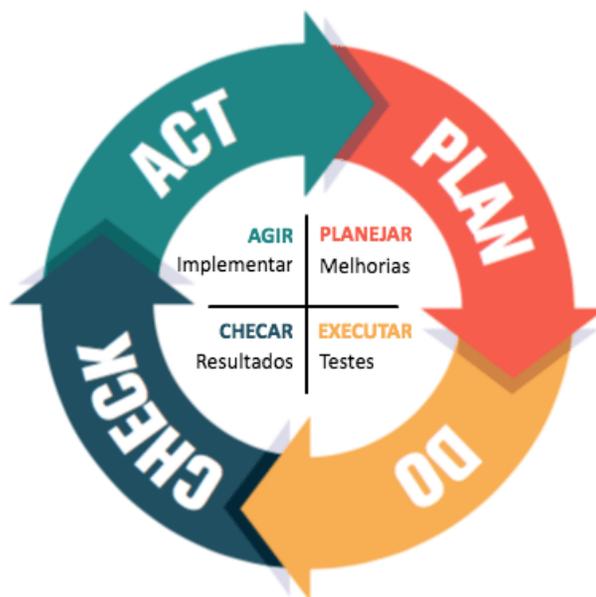
A ISO 50001, introduz uma ferramenta já altamente testada para ambientes industriais, comerciais, ou qualquer outro tipo de organização que deseje melhorar o seu gerenciamento de energia, incluindo todas as suas formas de uso. Essa ferramenta prevê protocolos e instruções para reforçar a disciplina na implementação técnica e na criação de estratégias que tem como objetivo

a redução de custos com energia, além também, da redução de gases responsáveis pelo efeito estufa. O mais importante é o fato de que essas ações, podem muitas vezes ter custo muito baixo para as companhias. Em 2016, mais de 23.000 companhias já haviam recebido a certificação ISO 50001. (DOE, 2018)

Se utilizada corretamente, as premissas previstas nessa norma podem influenciar numa redução de até 60% na utilização de energia, dependendo do setor considerado. Indústrias geralmente conseguem atingir, nos seus primeiros 18 meses após conseguir a certificação da norma, uma redução de até 10% nos seus custos com energia. Vale a ressalva que estes resultados são dependentes também da utilização conjunta com o Programa SEP, que será citado mais tarde nesse mesmo trabalho. (DOE, 2018)

Essa norma especifica requisitos para estabelecer, implementar, manter e melhorar um sistema de gerenciamento de energia. A norma se baseia numa ferramenta de gerenciamento conhecida como PDCA, *Plan-Do-Check-Act*, ou em português, Planejar-Fazer-Checar-Agir. Essa ferramenta é um método que visa uma melhoria contínua.

Figura 5. Ciclo PDCA



Fonte: (FALCONI, 2018)

Essa ferramenta, para o caso previsto nesse trabalho, da eficiência energética no ambiente industrial, pode seguir um esquema similar ao proposto abaixo: (DOE, 2018)

1. Plan:

1. Definir as responsabilidades gerenciais;
2. Definir o escopo de ação;
3. Estabelecer uma equipe para atuação;
4. Definir uma política energética;
5. Identificar fontes de uso de energia com consumo significativo;
6. Determinar quais os indicadores de energia a serem analisados;
7. Definir metas e objetivos para as ações;
8. Preparação de um plano de ação;

2. Do:

1. Gerenciar e controlar a documentação;
2. Estabelecer um sistema de comunicação entre os responsáveis;
3. Treinamento e Conscientização de partes interessadas estabelecidas no plano de ação;
4. Definir as especificações do contrato de energia elétrica;

3. Check:

1. Verificar os requisitos legais que a empresa deve cumprir;
2. Implementar um plano de monitoramento, medição e análise contínuo;
3. Conduzir auditorias internas dentro das atividades da indústria;

4. Act:

1. Revisar toda a performance do gerenciamento e estudar a possibilidade de replicar as ações em outros setores da empresa.

3.2.4. SOFTWARES

O Procel, através das ações desenvolvidas pelo Procel INFO, disponibiliza o acesso a simuladores que prometem auxílio na execução de projetos de eficiência energética. Entre estes simuladores podem ser destacados: (SILVA, 2013)

- 3E Plus: determina o isolamento térmico necessário para a redução do consumo de energia e redução da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa, em sistemas aquecidos ou resfriados;

- FanSave: planilha que permite a comparação entre o controle do acionamento de ventiladores, com velocidade variável ou controle tradicional;
- Mark IV *Plus*: ferramenta de diagnóstico e gestão energética. Possui análise de contas de energia, análise econômicas, de sistemas de refrigeração, iluminação, motores, entre outros;
- *Pumping System Assessment Tool* (PSAT): presta auxílio na verificação da eficiência nas operações que envolvem bombeamento;
- Sistema de Avaliação da Gestão da Eficiência Energética (SAGEE): oferece uma avaliação gerencial da empresa, fornecendo um panorama da situação da indústria quanto as suas atividades de eficiência energética e propostas de melhorias.

3.2.5. PROGRAMA ALIANÇA

O Programa Aliança é um programa desenvolvido pela CNI, com o intuito de implantar uma cultura de eficiência energética baseada em uma metodologia inovadora nas indústrias brasileiras. Com esse programa a CNI se compromete a capacitar e apoiar financeiramente e tecnicamente a implantação do programa, enquanto que a indústria beneficiada se compromete a tornar a eficiência energética não somente uma ação, mas um valor da empresa. (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2018)

Um acordo voluntário entre as partes se compromete em 2 anos a melhorar em 5% os indicadores de eficiência energética da unidade. A CNI se compromete por esse período prestar um serviço de consultoria que aborda duas vertentes: a técnica e a cultural.

Tabela 4. Programa Aliança

TÉCNICA	CULTURAL
Fechamento gaps operacionais	Abordagem comportamental
Identificação gaps tecnologia	Gap identidade organizacional
Otimização de processos	Gaps de liderança
Soluções de investimentos	Construção comportamento baseado em valores

Fonte: (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2018)

Até 2021, a meta do programa é atingir 100 das maiores plantas industriais. A meta para o ano de 2017 era a adesão de quatorze indústrias, entre elas a General Motors, em São Caetano do Sul (SP). O investimento planejado para este ano era de uma quantia total de R\$ 7 milhões. ((PORTAL DA INDÚSTRIA, 2018)

4. METODOLOGIA DA GESTÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA

A gestão energética na indústria possui como objetivo que todo o consumo de energia elétrica no ambiente industrial seja monitorado, e que todos os processos façam a utilização da maneira mais eficiente possível. Através dessa monitoração, o gestor responsável por acompanhar os gastos energéticos pode ser capaz de tomar decisões de alteração de hábitos ineficientes dentro da indústria.

Para que uma gestão energética possa ser implementada de forma correta é necessário que primeiramente todas as informações referentes aos fluxos de energia e sobre os processos desenvolvidos sejam conhecidas. Pois só assim as possibilidades de economia de energia poderão ser observadas. Em segundo lugar, para que todo o resultado seja acompanhado, deve-se ter um sistema de controle e acompanhamento de todo o consumo de energia. Em terceiro lugar, a gerência desse projeto deve atuar de forma a propor ações que venham a aumentar o uso eficiente da energia, além da divulgação de resultados, e a busca constante pela capacitação de todos os funcionários.

A primeira iniciativa que qualquer empresa deve tomar em direção a uma melhora de seus índices energéticos é a implantação de um Programa de Gestão Energético (PGE). E é de vital importância que este programa seja elaborado de maneira que todos os seus esforços resistam ao efeito do tempo.

O primeiro passo a ser tomado é a constituição de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE). Essa etapa deverá se responsabilizar por duas ações: treinamento direcionado

para a gerência dos programas de energia e treinamento para os encarregados do nível técnico. (ELETROBRÁS, 2005)

O segundo passo diz respeito à estruturação do programa de gestão energética, que pode ser estruturado seguindo as seguintes ações: (ELETROBRÁS, 2005)

- Identificação dos vetores primários e secundários;
- Identificação dos parâmetros de controle;
- Estabelecimentos das metas de redução de consumo;
- Estabelecimento dos sistemas de medição;
- Ações de treinamento e informação (CIGE).

Em terceiro lugar o programa deve observar os procedimentos corretos operacionais e que envolvam a engenharia. Tais como elaboração de folhas de instruções de operação, elaboração de listagem de equipamentos que devem ser adquiridos para a melhor desenvoltura da empresa na sua nova gestão, entre outras. (ELETROBRÁS, 2005)

Por último, os resultados obtidos devem ser analisados, e caso seja notada a necessidade, um novo plano de ação deve ser desenvolvido pela comissão.

4.1. CIGE – COMISSÃO INTERNA DE GESTÃO DE ENERGIA

A CIGE deve ser responsabilizar por ações de treinamento e informações de funcionários quanto a práticas de eficiência energética. São também atribuições da CIGE:

- Contratar ou realizar diagnósticos energéticos das instalações;
- Acompanhar o faturamento de energia, realizando a elaboração de relatórios;
- Analisar o cumprimento das metas fixadas em reuniões;
- Propor sempre medidas para a melhoria da gestão energética;
- Realização de inspeções nas instalações em busca de novos pontos de melhoria.

5. DESAFIOS ENFRENTADOS PELA INDÚSTRIA

Do ponto de vista de pequenas e médias empresas o maior desafio enfrentado diz respeito a falta de conhecimento. De acordo com dados apresentados pela Receita Federal, as pequenas empresas representam 98% do total de 4,5 milhões de empresas brasileiras. Entretanto, destas, apenas 2% estão também inseridas no mercado internacional. Para esse caso, é observado no Brasil, quatro barreiras principais: (BATISTA, 2011)

- A falta de conhecimento
- A falta de um maior nível de treinamento
- A falta de conhecimento tecnológico
- Estrutura precária que não dá suporte para o desenvolvimento tecnológico e de conteúdo.

É notável que para uma empresa ter uma boa desenvoltura no mercado nacional e internacional está diretamente ligada ao valor em conhecimento agregado ao seu produto. Porém, como pode se esperar que um pequeno empresário possa crescer profissionalmente, se não lhe é oferecido um ambiente que propicie isso?

O mesmo raciocínio se aplica para as questões de eficiência energética nessas empresas. Se elas representam uma parcela tão significativa do setor, os investimentos em qualificação devem ser sempre uma prioridade nas ações dos programas do Governo.

5.1. MANUTENÇÃO

Qualquer pessoa acostumada com o ritmo de trabalho industrial, pode afirmar que a maior prioridade imposta seja qual for o tipo de setor, será sempre a produção. A produção em uma indústria tem a autonomia de comandar e impor suas vontades em quase todas os outros segmentos da empresa. Toda e qualquer intervenção deve sempre considerar e analisar quais os impactos que podem vir a causar nas taxas de produção.

Sendo assim, fica fácil de se entender uma das grandes barreiras que a eficiência energética vem enfrentando nas indústrias. Como já foi citado, os sistemas motrizes são responsáveis por grande parte do consumo de energia elétrica em uma planta industrial. Se esses sistemas estão incorretamente dimensionados, ou ainda, estão funcionando com taxas de rendimento baixas, os impactos no consumo de energia são óbvios. Não somente o problema está relacionado a como

identificar que um motor poderia estar trabalhando consumindo menores taxas de energia, outro grande problema observado, é a manutenção e conserto de tais situações.

A manutenção feita de maneira correta pode ter grandes impactos na redução do consumo de um motor, além do aumento do rendimento do mesmo. Porém, essa manutenção ou reparo, só pode ser feita com a devida autorização do setor produtivo da empresa. Muitas vezes o setor produtivo falha em emitir tal autorização deixando a situação se agravar até que o motor passe a ter um funcionamento precário, ou até mesmo ocorra uma quebra total. Essa falta de conscientização e a falha em ver o processo como um todo, pode danificar a máquina reduzindo sua vida útil, e acarretando em graves desperdícios de energia.

Pode-se facilmente calcular as melhoras ao se analisar os níveis de consumo antes e depois da realização de manobras de manutenção nos equipamentos. É possível se afirmar, que um bom programa de eficiência energética industrial deve incluir um forte sistema de manutenção corretiva e preventiva em suas máquinas.

Porém, mesmo que a indústria possua um forte programa de manutenção, uma lubrificação correta, uma operação conforme o esperado, e um equipamento moderno, não há uma garantia de que o mesmo esteja dimensionado corretamente. Um superdimensionamento de um motor pode fazer com que a operação ocorra em uma faixa de potência que gerará além de um péssimo rendimento energético, um baixo fator de potência. Para casos em que for comprovado o mal dimensionamento dos equipamentos, a indicação é de que seja feita uma substituição por um novo equipamento que possua uma potência adequada as condições de funcionamento requeridas.

6. PROPOSTAS

Uma das maiores propostas que podem ser feitas é a aposta em conhecimento. Quanto maior for o nível de conhecimento, mais conscientes serão as tomadas de decisão. Investimentos em conscientização da população em geral e de funcionários de indústrias devem ser sempre realizados.

Uma proposta que também tem um grande potencial e pode ser mais explorada pelas ações idealizadas pelo Procel é a substituição de sistemas motrizes ultrapassados e ineficientes, por novos motores com um maior rendimento, como por exemplo, motores de alto rendimento. Um experimento descrito por Leite (2010), em uma indústria alimentícia, analisou os impactos percebidos nos gastos em consumo de energia elétrica, ao ser implantado um projeto de melhoria da eficiência dos sistemas motrizes. No total, foram substituídos 382 motores, variando entre 1 e 350 cv, com um total de 17000 cv de potência. Os resultados obtidos nesse experimento comprovaram uma economia de 3100 MWh no ano, sem considerar os benefícios obtidos através da redução de horas paradas e o menor gasto com manutenção.

Ações como essa já podem ser observadas em algumas concessionárias de energia de certos estados brasileiros. Um exemplo delas, é a Celpe, no estado de Pernambuco. A concessionária possui um Programa de Eficiência Energética, em que uma de suas ações, se baseia na troca de motores elétricos. No ano de 2017, foram substituídos 161 motores no estado, o que gerou uma economia de energia de 438,33 MWh/ano, além de uma redução de demanda na ponta de 62,38 kW.

No âmbito da discussão sobre programas de manutenção eficientes para os sistemas motrizes, pode-se sugerir a implantação de pequenas adaptações e modernizações que podem ter pouco ou nenhum custo para a empresa. Essas adaptações não necessariamente gerariam redução no consumo energético da empresa, mas gerariam redução de consumo de insumos e aumento na taxa produtiva da linha. Normalmente, as pessoas mais indicadas e mais propensas a notar e propor essas alterações são os próprios operadores das linhas produtivas de cada máquina, visto que são eles que possuem o maior contato direto com as etapas e os processos daquele específico funcionamento. Logo, programas internos em empresas devem ser encorajados, com o intuito de estimular operadores de linha a propor meios de melhorar a performance das máquinas.

6.1. AUMENTO DO FATOR DE CARGA

Como o aumento do Fator de Carga, discutido previamente, causa a redução no preço médio pago pela energia consumida, além de garantir que as instalações elétricas industriais

estejam sendo utilizadas de forma otimizada e com um bom aproveitamento. O fator de carga está diretamente relacionado com as características dos equipamentos utilizados e do regime de operação imposto a eles.

Ações técnicas que podem ser estimuladas no setor industrial com o intuito de promover um melhor fator de carga: (BATISTA,2013)

- Evitar a partida de motores com carga ou partida simultânea;
- Instalação de “*soft-starters*” para a partida dos motores, pois assim haverá uma redução na corrente elétrica solicitada pela máquina;
- O correto dimensionamento das instalações e equipamentos de proteção;
- Manutenção preventiva de todos os equipamentos e das instalações.
- Fazer um cronograma de utilização dos equipamentos, levantamento de cargas e do seu horário de funcionamento;
- Como forma de reduzir a demanda medida, podem ser selecionados os equipamentos que podem operar fora do período de demanda máxima.

6.2. ANALISADOR DE QUALIDADE DE ENERGIA

A qualidade da energia elétrica utiliza/influencia diretamente na vida útil e na eficiência de um equipamento. Sendo assim, existe uma preocupação em indústrias com o nível da qualidade da energia utilizada, já que esta afetará os seus níveis de produção. Através de uma auditoria energética, podem ser levantados índices e taxas, que podem direcionar o gestor em como agir, e quais pontos são os mais problemáticos e devem ser realizado projetos de melhoria.

Um dos pontos mais importantes para se garantir uma maior qualidade de energia é o serviço contínuo e uniforme de energia, sem interrupções ou variações. Variações de tensão, flutuações de tensão, desequilíbrio de fases em sistemas trifásicos, entre outros, são considerados não desejáveis em sistemas onde se é prezado um alto nível de qualidade no abastecimento de energia elétrica. Qualquer variação não desejada na tensão, corrente ou frequência de um sistema pode ser considerado como um distúrbio. (BONEBERG et al., 2017)

As origens desses distúrbios podem ser provenientes de falhas nas linhas de fornecimento, ou de linhas conectadas a essa, falhas na rede elétrica interna da indústria, uma súbita ou contínua elevação na corrente dos transformadores, variações rápidas de correntes de pico em sistemas motrizes, cargas não lineares, entre outras.

Com essas afirmações, uma das propostas apresentadas nesse trabalho, é o investimento em treinamento e qualificação para o uso de equipamentos de análise de qualidade de energia. Esses equipamentos podem vir a trazer, ao empresário, dados sobre as características de consumo de energia e podem assim ajudar na elaboração de estratégias e propostas para a melhor qualidade do nível energético da empresa.

Um analisador de qualidade de energia é um equipamento capaz de analisar parâmetros relativos a energia elétrica do estabelecimento, sendo permitido a medição de qualidade, intensidade, e possíveis falhas no sistema. Esses dispositivos são também capazes de elaborar relatórios com dados obtidos diretamente da rede elétrica, além de preservar esses dados armazenados durante grandes períodos de tempo.

Com um analisador de energia, uma das possibilidades, é a medição automática da quantidade de energia que está sendo desperdiçada. Com essa medição, ainda é possível calcular o valor exato, em unidades monetárias, do custo extra que está sendo pago por este desperdício de energia elétrica. (FLUKE, 2018)

Figura 6. Analisador de energia e potência Fluke 435



Fonte: (FLUKE, 2018)

Outra funcionalidade de um analisador de energia é a capacidade de avaliação da energia, quantificando as melhorias que foram observadas antes e depois da instalação de algum dispositivo instalado com o intuito de promover a economia de energia. Ainda é possível, com esse equipamento, detectar previamente ao ato, possíveis problemas na qualidade de energia, para que ações possam ser tomadas, antes da provável interrupção no fornecimento de energia. (FLUKE, 2018)

Além da proposta de investimento em aquisição desses equipamentos para empresas de pequeno e médio porte, é de vital importância que seja feito também a aposta em investimento em treinamento para qualificação de pessoal. Algumas empresas fabricantes desses equipamentos possuem cursos e treinamentos já voltados para qualificação de usuários.

Utilizando analisadores de energia, muitos benefícios podem ser observados. Com os dados obtidos, podem ser elaborados relatórios e apresentações, que podem vir a ser utilizados como uma justificativa, na requisição de investimentos junto a diretorias e comitês dentro de empresas. Por exemplo, se sabemos que estamos tendo um determinado prejuízo com desligamentos não programados e com falhas na rede, além dos já esperados pela má qualidade na energia, é possível justificar a necessidade de aquisição de um equipamento que não somente será capaz de ajudar na identificação de pontos problemáticos do sistema, como também, ajudará no encontro de uma solução.

6.3. MODELO JAPONÊS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Na metade do século XX, surgiu no Japão, em suas indústrias automotivas, um sistema de produção enxuta, que ficou conhecido como sistema Toyota de produção. Esse sistema se baseava em uma produção com foco na qualidade e com a eliminação por completo de desperdícios. Esse sistema foi o responsável pela colocação da Toyota como uma das maiores fabricantes de veículos automotivos do mundo. (LEITE, 2010)

No Japão, foi estabelecido em 1979 a Lei da Conservação de Energia, *Energy Conservation Law* (ECL), após duas crises no abastecimento de óleo no país. Essa lei possui dois fatores essenciais: (INDUSTRIAL EFFICIENCY TECHNOLOGY, 2018)

- O preparo de um sistema de gerenciamento de energia em cada indústria, utilizando o ciclo PDCA, com o intuito de aumentar a eficiência energética da companhia mantendo a produtividade.
- Definir a Eficiência Energética como a direcionadora das ações de todas as ações corporativas.

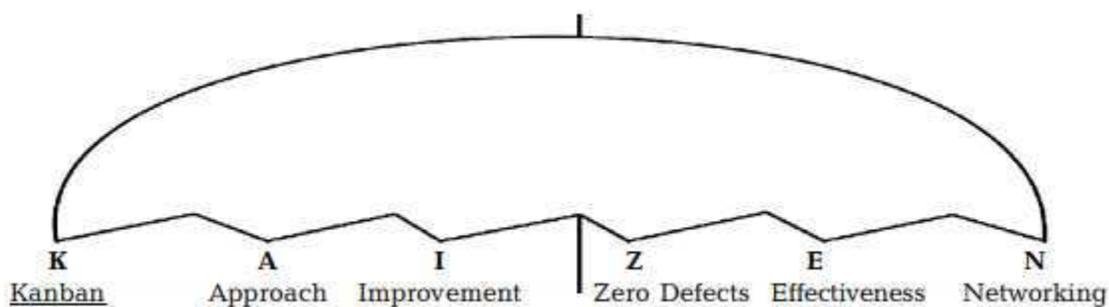
6.3.1. KAIZEN

Kaizen é uma palavra de origem japonesa formada pela união de “Kai” que significa mudança e “Zen” que significa para melhor. Ou seja, Kaizen pode ser entendido como uma mudança para melhor. Esse conceito foi desenvolvido no Japão em 1950 quando estudos foram desenvolvidos para resolver os problemas de gerenciamento que vinham sendo enfrentados nas suas indústrias. Os Japoneses tiveram a ideia de que a melhor forma de atacar as dificuldades enfrentadas seria contando com o apoio de sua força de trabalho, em outras palavras, eles decidiram contar com o auxílio de seus operadores na busca de soluções. (DOE, 2018)

Inicialmente, como forma de criar uma base no relacionamento com sua força de trabalho, foi introduzido um sistema de distribuição de benefícios correlacionados com o desenvolvimento da empresa. Essa ainda é uma das premissas das atividades desenvolvidas pelo modelo Kaizen. É uma forma de garantir uma segurança aos trabalhadores, e melhorar a confiança e o bem-estar no local de trabalho. (DOE, 2018)

O Kaizen pode ser explicado, de uma forma mais didática, se considerarmos um guarda-chuva. Esse guarda-chuva cobre diversas técnicas, incluindo, *Kanban*, manutenção total produtiva, “*just-in-time*”, aumento de produtividade entre outros. Em inglês, a palavra Kaizen pode ser também explicada como na Figura 7, separando cada letra com uma palavra que significa conceitos aplicados no setor industrial. *Kanban, Approach, Improvement, Zero Defects, Effectiveness, e Networking*, ou, em português, Kanban, Abordagem, Melhoria, Zero defeitos, Eficácia e Networking. Todos esses conceitos combinados funcionam para um melhor funcionamento da empresa em geral. (DOE, 2018)

Figura 7. Kaizen



Fonte: (DOE, 2018)

Kaizen é mais do que um meio de melhoria, ele representa a forma como as dificuldades diárias são vencidas e pode ser aplicado em qualquer área que necessite de um processo de melhoria. Gera uma forma de pensar orientada para o processo, já que os processos precisam ser melhorados antes que os resultados sejam obtidos. O processo de melhoria pode ser dividido em uma melhoria contínua, como o ciclo PDCA, e inovação. (DOE, 2018)

A premissa desse método é que qualquer pessoa, dentro do âmbito da empresa pode contribuir para sua melhoria, em especial, os operadores. Eles são considerados os experts, e devem ser reconhecidos como tal, e a partir do momento em que sentem que eles possuem a autonomia de resolver os problemas que porventura venham a aparecer em seu cotidiano de trabalho, só irão necessitar de uma pequena direção. (DOE, 2018)

6.4. SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA

A utilização de sistemas de acompanhamento de sistemas de energia, com o foco no gerenciamento, é um facilitador para os consumidores no quesito de informações em tempo real das plantas industriais, com o foco em eficiência energética. Sistemas de gerenciamento de energia nada mais são do que sistemas de automação que coletam em tempo real dados provenientes da medição de energia elétrica. Esses sistemas ao mesmo tempo em que realizam essas medições são encarregados de disponibilizar todas as informações obtidas para o usuário, através de relatórios, gráficos, analisadores de eventos e similares. (ALVES et al., 2018)

A maior motivação por trás da implantação de um sistema de monitoramento de energia é a necessidade de redução de gastos extras com as multas devido a ultrapassagem de demanda, e melhora do fator de potência. Esses sistemas comprovadamente são conhecidos por auxiliarem no aumento da produtividade, pois possibilita uma melhor execução das manutenções.

O gestor industrial, ao estudar a possibilidade de implementar um sistema para gerenciar seu consumo de energia deve primeiro decidir quais pontos ele deseja possuir uma monitoração. Por exemplo, em um galpão que seja responsável por um determinado processo, geralmente haverá diversos equipamentos operando simultaneamente. O gestor deve decidir se lhe interessa um monitoramento do galpão como um todo, de somente um equipamento, ou de alguns selecionados. Essa decisão leva um peso financeiro, visto que, um maior número de pontos de medição acarreta um orçamento maior.

Uma vantagem importante apresentada por esses sistemas no âmbito de eficiência energética é a possibilidade de a partir dos dados obtidos nos relatórios, ocorrer a elaboração de metas de redução do consumo da indústria. Outra vantagem decisiva que deve ser levada em consideração na escolha da opção pela implantação de um sistema de gerenciamento, é a descentralização da informação, levando os dados específicos sobre o consumo para setores estratégicos da indústria, reduzindo a carga de trabalho na elaboração de relatórios, e a transparência na amostragem de dados para clientes internos e externos. (ALVES et al., 2018)

Com um sistema de gerenciamento de energia as seguintes variáveis podem ser acompanhadas: (ALVES et al., 2018)

- Corrente;
- Tensão;
- Consumo de energia ativa e reativa;
- Demanda;
- Fator de carga (demanda média/demanda máxima);
- Fator de utilização (demanda média/demanda contratada);
- Fator de potência;
- Demanda máxima;
- Produção;

- Consumo específico;
- Afundamentos e elevações de tensão;
- Transientes;
- Distorção harmônica;
- Interrupções de energia da concessionária e de alimentadores internos.

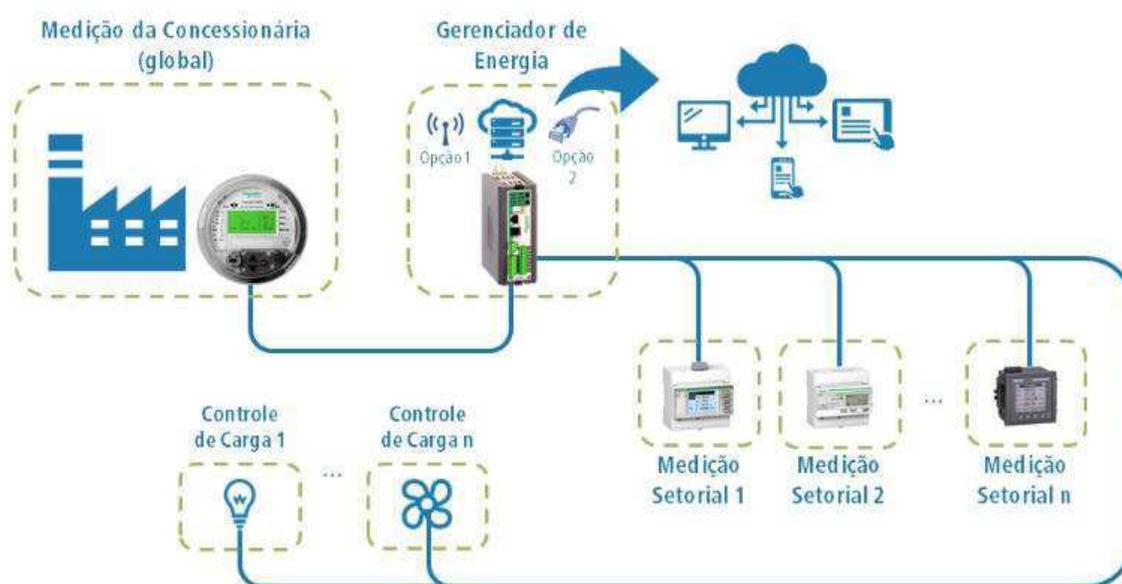
6.5. MONITORAÇÃO REMOTA COM WEB ENERGY

O Web Energy é um programa de monitoração de energia elétrica, 24 horas por dia, via internet. Com esse programa, podem ser consideravelmente melhorados o controle e monitoração do consumo de energia, levando assim a uma considerável redução dos gastos. Esse programa visa consumidores que desejem reduzir seus custos através do gerenciamento de seus sistemas elétricos, comercializadores de energia e empresas que possuam operações descentralizadas. (WEB, 2018)

Com a instalação de um sistema Web em uma indústria, a monitoração de uma indústria pode ser realizada em um ambiente centralizado, mesmo que as plantas da indústria estejam localizadas em diferentes regiões do país. Além disso, o uso desse sistema, abre o caminho para que especialistas em eficiência energética possam prestar consultorias a distância, apenas acessando o login da empresa na internet. (WEB, 2018)

O sistema Web Energy recebe dados armazenados pelo gerenciador de energia, o que possibilita consultas eletrônicas e elaboração de gráficos e relatórios que irão ser utilizados para avaliação do consumo de energia da indústria, conforme Figura 8. O sistema também pode ser utilizado para controle de consumo, demanda, fator de potência, e monitoração do estado de cargas.

Figura 8. Sistema de monitoração Web Energy



Fonte: (WEB,2018)

No site oficial do Web Energy podemos ver exemplos de estudos de casos de acompanhamento de algumas indústrias. Para fins deste trabalho, foi escolhido o caso da Indústria Química. Uma das primeiras opções de monitoração oferecida é referente as grandezas elétricas da indústria, como visto na Figura 9. Na Figura 9 podemos observar os seguintes dados: concessionária, modalidade tarifária, demanda ativa e reativa, fator de potência, demanda máxima em horário de ponta e fora de ponta, fator de carga, demanda contratada para horário de ponta e fora de ponta. Na mesma figura, também possuímos os dados expostos em forma de gráfico, permitindo assim uma análise mais ilustrativa.

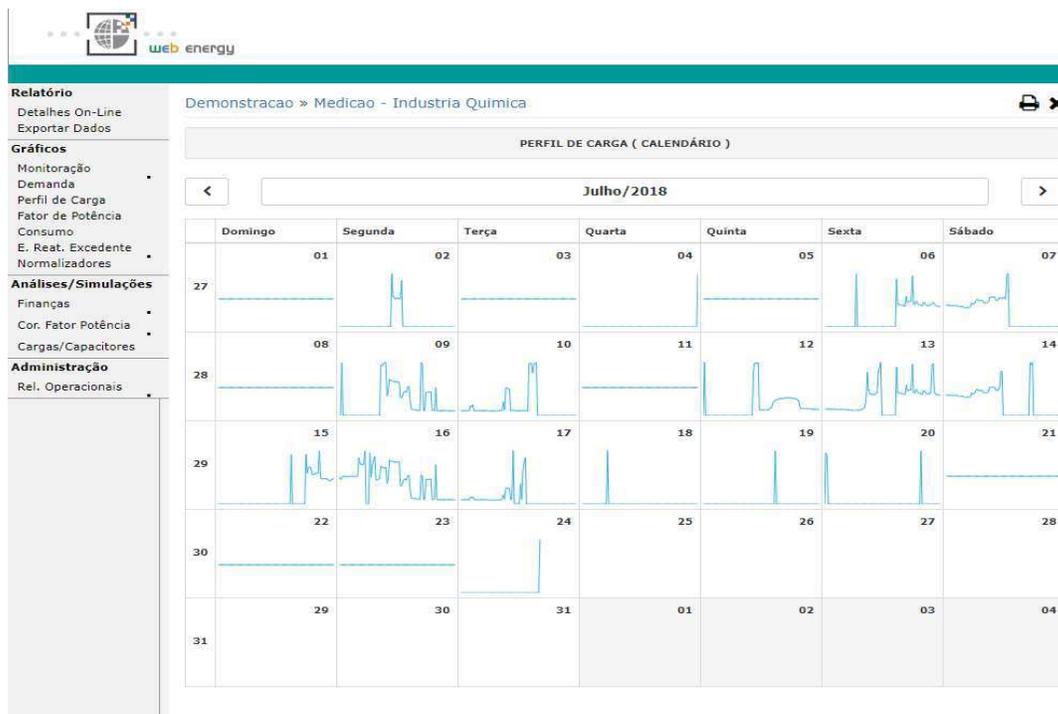
Na Figura 10, pode-se ver um perfil de consumo da indústria durante o período de um mês. Essa é outra funcionalidade oferecida pelo sistema. Com essas informações, é observado o perfil de consumo diário, e assim podem ser feitos tratamento de anomalias para os dias que o perfil estiver claramente destoante do apresentado pelos outros dias.

Figura 9: Grandezas elétricas de uma Indústria Química



Fonte: Web Energy (2018)

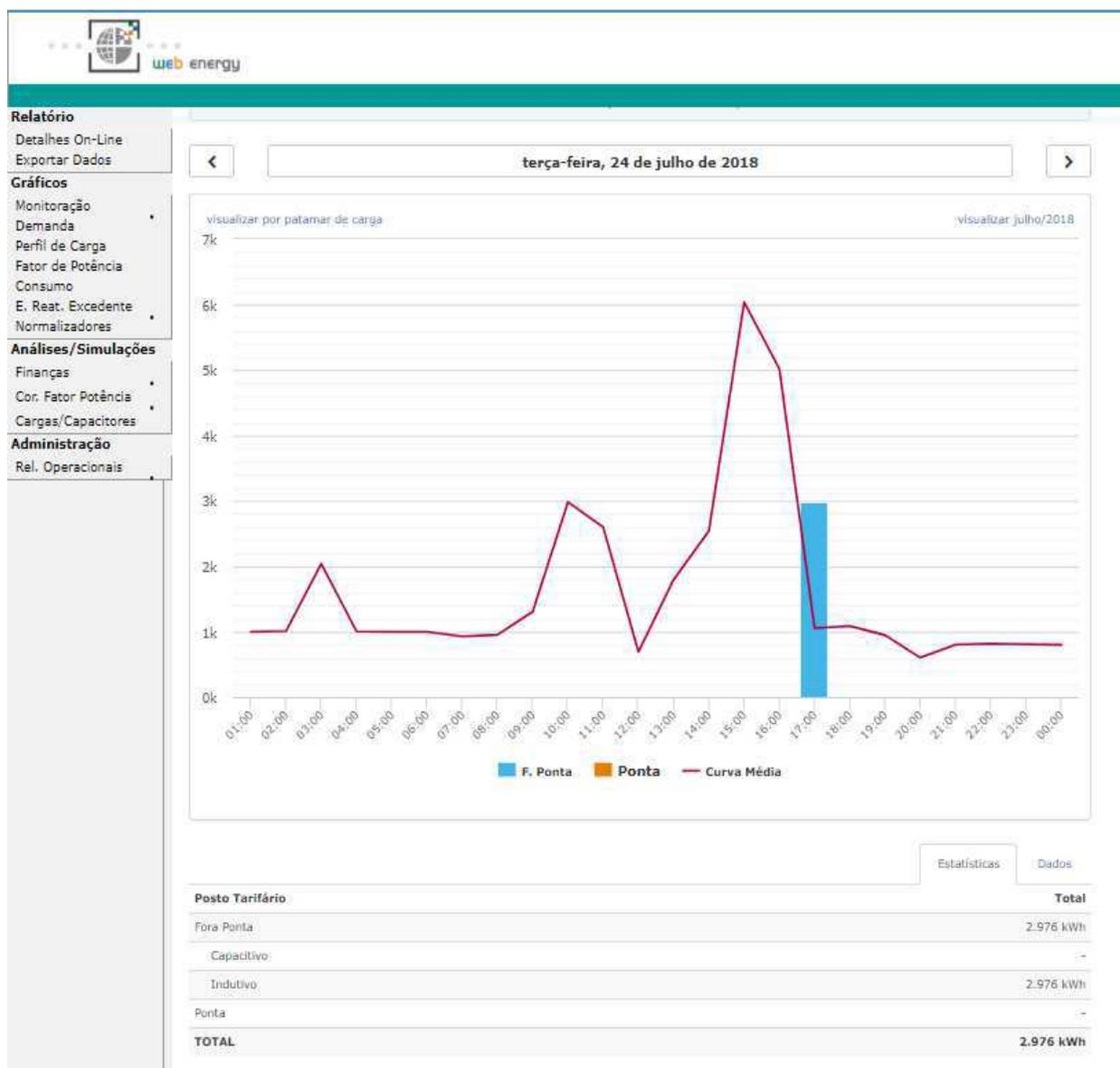
Figura 10: Perfil de carga de uma Indústria Química



Fonte: Web Energy (2018)

Na Figura 11, pode-se observar o consumo da Indústria Química para o dia 24 de julho de 2018. O gráfico apresenta uma curva média do consumo ao longo do dia, além de informar, na hora consultada, o valor de consumo indutivo e fora ponta.

Figura 11: Consumo de uma Indústria Química



Fonte: Web Energy (2018)

6.6. SISTEMA AMERICANO

Um exemplo que pode ser estudado mais a fundo, pelo Procel, e adaptado para uso no Brasil, é o sistema, conhecido nos Estados Unidos, como SEP, ou *Superior Energy Performance*. Esse programa fornece uma certificação para empresas e indústrias que tenham realizado a implementação de um sistema de gerenciamento de energia seguindo as premissas da norma ISO 50001. Esse modelo foi originalmente projetado para auxiliar indústrias a encontrar soluções que proporcionassem uma redução em seu consumo energético, reduzir as emissões de gases nocivos a atmosfera, incrementar a segurança energética além de aumentar a produtividade da indústria como um todo. (SILVA, 2013)

Esse programa pode ser subdividido em dois caminhos diferentes quanto ao que diz respeito a certificação de indústrias. O primeiro é conhecido como *Energy Performance pathway*, e o segundo, como *Mature Energy pathway*. (DOE, 2018)

Figura 12. Superior Energy Performance



Fonte: (DOE, 2018)

O programa SEP foi projetado para impulsionar a melhoria sistemática do desempenho energético no setor industrial e em edifícios comerciais dos EUA, através da redução significativa do uso de energia e das emissões de carbono. Ele foi desenvolvido com a participação ativa de membros do setor do Conselho dos EUA para a Fabricação com Eficiência Energética, *U. S. Council for Energy-Efficient Manufacturing* (US CEEM) e atualmente é administrado pelo Departamento de Energia dos EUA, *U.S. Department of Energy* (DOE). (DOE, 2019)

A certificação que uma empresa pode receber através desse programa se baseia num sistema de créditos. Nesse sistema, ações realizadas pelas empresas, assim como, os resultados obtidos, são avaliados através de auditorias. Com o resultado obtidos, a empresa pode ser então

classificada em grupos. A diferença entre os dois tipos de caminho que essa auditoria pode avaliar, se encontra principalmente, na diferença da longevidade das ações, assim como no percentual de melhoria observado proveniente das ações desenvolvidas. As empresas são classificadas em níveis, sendo estes, prata, ouro e platina. Na Tabela 5 podemos ver uma comparação entre os tipos de níveis, assim como o tempo e resultado necessários para cada tipo de classificação. (DOE, 2018)

Tabela 5. Requisitos para obtenção de certificado SEP

		Nível		
Caminho	Requisitos	Prata	Ouro	Platina
<i>Energy Performance</i>	Melhoria mínima (%)	5	10	15
	Prazo máximo para se atingir meta (Anos)	3	3	3
<i>Mature Energy</i>	Melhoria mínima (%)	15	15	15
	Prazo máximo para se atingir meta (Anos)	10	10	10

Fonte: (DOE, 2018)

O segundo caminho, *Mature Energy*, considerado o caminho mais longo, ou até mesmo o mais trabalhoso, requer das empresas, que elevem suas estratégias em eficiência energética para um nível mais alto de performance e resultados. Para seguir esse caminho, é exigido um maior tempo de dedicação em suas ações e planejamentos. O sistema de créditos utilizado, tem como intuito prover as companhias com um caminho claro e conciso para um maior gerenciamento de seu consumo elétrico. (DOE, 2018)

Esses créditos podem ser obtidos através da implementação de melhores sistemas de gerenciamento de práticas energéticas assim como a melhoria da performance do sistema energético como um todo. É interessante para as empresas, não se limitarem somente ao que é especificado na norma, visto que, empresas que se esforçam e buscam caminhos e alternativas além das que são requisitadas, podem receber mais créditos, e alcançar maiores patamares em suas certificações. Essa tática leva as empresas a procurarem sempre se sobressair e investir em novas alternativas, sempre com o intuito de elevar a sua performance. (DOE, 2018)

6.6.1. SOFTWARES AMERICANOS

Plant Energy Profiler, ou em português, Perfil Energético de instalações, é um software projetado com o intuito de auxiliar gerentes de indústrias a manter um acompanhamento do percentual de consumo de toda a energia negociada com a concessionária, além de propiciar um sistema de identificação de possíveis potenciais para a economia de energia. O “*software*” possui também a funcionalidade de emissão de relatórios com todos os dados e estatísticas coletadas durante o período de análise. (SILVA, 2013)

Project Opportunities Tracker, Investigador de oportunidades de economia de energia em projetos, é de certa forma similar ao “*software*” anterior. Com este *software* é possível se obter uma visão ampla sobre toda as possíveis possibilidades de economia de energia que um determinado projeto possui, havendo ainda a capacidade de um estudo de comparação e priorização entre as oportunidades encontradas. (SILVA, 2013)

7. SUGESTÕES PARA O AMBIENTE ACADÊMICO

Dentro do ambiente acadêmico do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, algumas medidas podem ser implementadas para um maior incentivo a pesquisa e desenvolvimento de inovações tecnológicas na área de eficiência energética na indústria brasileira.

A primeira sugestão é a implementação de um Lamotriz na UFCG. Como já foi citado, um Laboratório de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes, promove um ambiente de pesquisa para alunos de graduação e pós-graduação. No âmbito também acadêmico, também pode ser feito a proposta de um curso de extensão especializado em eficiência energética.

Os alunos da UFCG participando de uma empresa júnior podem prestar consultorias para empresas, utilizando de programas como o Web Energy. A UFCG também pode incentivar parcerias com a ATECEL e com o FIEP-PB.

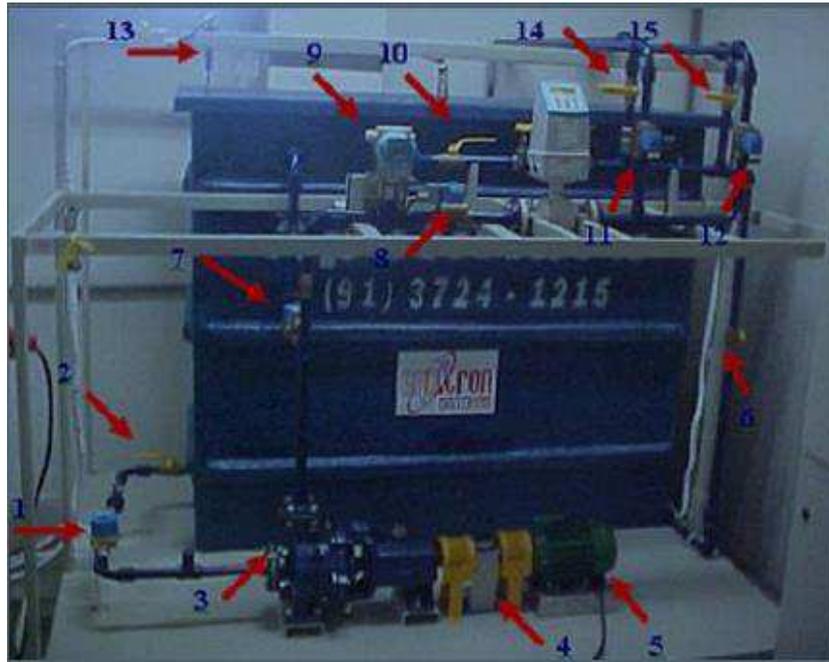
7.1. LAMOTRIZ

O laboratório, seguindo o exemplo apresentado pelo Lamotriz da UFPE, é dividido em três bancadas, uma bancada para bombas, uma bancada para o exaustor e uma para o compressor.

A bancada de bombas deve possuir como principais equipamentos, na Figura 13:

1. Válvula de controle, de 0 a 100%, na tomada da água;
2. Válvula manual na tomada da água;
3. Bomba centrífuga;
4. Acoplamento motor-bomba;
5. Motor de Alto Rendimento;
6. Válvula manual para a drenagem;
7. Válvula de controle, de 0 a 100%, para by-pass;
8. Válvula de controle, de 0 a 100%, para subida de água aos reservatórios superiores;
9. Transmissor de pressão;
10. Válvula manual para descida da água dos reservatórios superiores ao do piso;
11. Válvula solenoide para descida da água do reservatório a 3 m do piso;
12. Válvula solenoide para descida da água do reservatório a 5 m do piso;
13. Transmissor de nível do reservatório do piso;
14. Válvula manual para descida da água do reservatório a 3 m do piso;
15. Válvula manual para descida da água do reservatório a 3 m do piso.

Figura 13. Circuito hidráulico da Bancada de Bombas

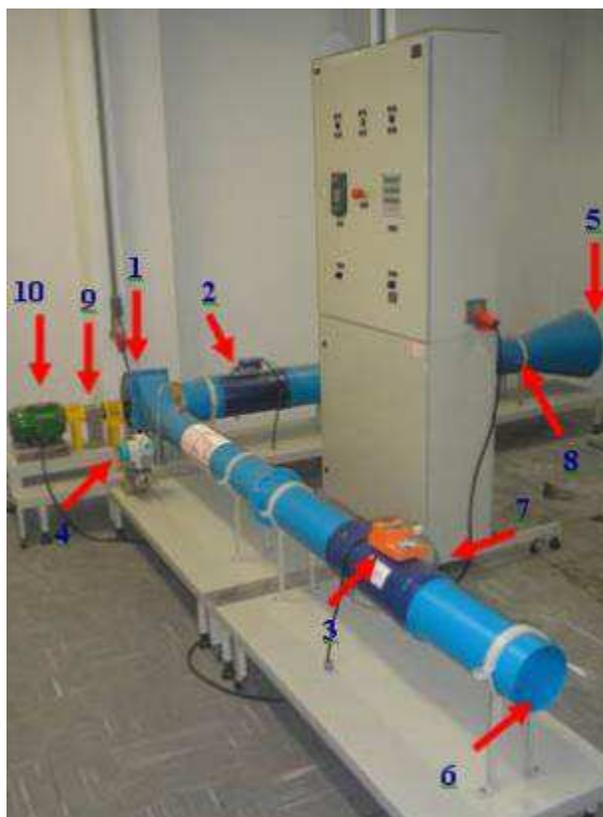


Fonte: (AQUINO, et al., 2008)

Na Figura 14 é apresentada a bancada do exaustor. Nessa bancada podem ser observados os seguintes equipamentos: (AQUINO, et al., 2008)

1. Ventilador;
2. Regulador de vazão;
3. Transmissor de vazão;
4. Transmissor de pressão;
5. Admissão de ar;
6. Saída de ar;
7. Transmissor de temperatura de admissão;
8. Transmissor de temperatura de saída;
9. Acoplamento ventilador-motor;
10. Motor de alto rendimento.

Figura 14: Bancada do Exaustor



Fonte: (AQUINO, et al., 2008)

Na bancada do compressor, que pode ser vista na Figura 15, são indicados como principais equipamentos: (AQUINO, et al., 2008)

1. Compressor duplo pistão;
2. Reservatório de ar comprimido, com dreno de condensado, pressostato e válvula de alívio de pressão;
3. Transmissor de pressão;
4. Transmissor de vazão;
5. Válvula de controle;
6. Válvulas manuais;
7. Válvulas solenoides;
8. Motor de Alto Rendimento.

Figura 15: Bancada de Compressor



Fonte: (AQUINO, et al., 2008)

7.2. CURSO DE EXTENSÃO

Uma forma de se incentivar também o desenvolvimento em eficiência energética é a oferta de um curso de extensão voltado para a área. O público alvo do curso deve ser abrangente para profissionais de nível superior e técnico, com formações em engenharia, tecnologia, arquitetura e áreas similares. A formação de profissionais capacitados e especializados em eficiência energética é um ponto crucial para o maior desenvolvimento das indústrias brasileiras.

O foco do curso deve ser as formas de reduzir as perdas energéticas, especialmente para médio e grandes consumidores. Com a instituição desse curso, o ideal é especializar profissionais que venham a impulsionar o crescimento do setor industrial brasileiro, porém sem grande impacto no consumo de energia elétrica.

O objetivo do curso deve ser que o profissional saia capacitado para ser um gerente responsável pela estratégia energética de uma empresa, não somente no ramo industrial, como também em qualquer área que consuma energia elétrica, como o setor público e o comercial.

A proposta deste trabalho é que o curso aborde conceitos básicos da área de energia, além do detalhamento da indústria brasileira de eletricidade, e sua respectiva regulamentação e comercialização. O ponto de vista do meio ambiente também deve ser explorado como aprendizado ao longo do curso.

Como disciplinas a serem estudadas durante o período desse curso, são feitas as seguintes sugestões:

- A indústria brasileira de energia elétrica: evolução histórica desse setor no Brasil, comparando todas as mudanças ao longo do tempo. Estudar o impacto que uma crise no abastecimento pode gerar, e a importância de uma diversificação da matriz energética. Estudo do papel que uma agência regulatória desempenha. Estudo comparativo do setor brasileiro com o mesmo setor em diferentes países;
- Regulação e comercialização de energia elétrica no Brasil: estudo das mudanças na regulação de energia elétrica nos últimos anos no Brasil, diferenças entre tipos de tarifas regulatórias. Estudo do impacto da cogeração no comércio de energia. Estudos das possibilidades que o mercado livre apresenta para o consumidor;
- Viabilidade econômica de investimentos em fontes alternativas de energia: com a ideia da necessidade que há no Brasil hoje da maior diversificação da matriz energética, estudar os maiores potenciais de geração com fontes alternativas, as vantagens e desvantagens, e os passos que devem ser seguidos caso o consumidor opte por investir nessa alternativa;
- Ferramentas da gestão energética: uma das disciplinas mais cruciais nesse curso de extensão deve ser a de treinar o profissional para ser um gestor preparado para lidar com as demandas da área. Devem ser abordadas técnicas de negociação, gerenciamento de crises, um treinamento em marketing econômico, entre outros tópicos;
- Potenciais de Economia: Deve ser estudado mais a fundo as áreas em que conceitos de eficiência energética podem ser aplicados, tais como sistemas de iluminação,

condicionamento de ar, sistemas motrizes, entre outros. Para cada área devem ser explorados seus potenciais específicos.

Como forma de finalizar o curso, os alunos devem apresentar um projeto na área de eficiência energética. O ideal é que tal projeto contemple empresas reais, e que traga números reais de economia de energia. Além de uma projeção dessa economia para uma visualização de médio e longo prazo. Para que isso seja possível, caso o aluno já não esteja inserido no mercado de trabalho, o curso pode buscar oferecer uma Vivência Profissional dentro um ambiente executivo. A Universidade pode propor parcerias a indústrias para que os alunos possam desenvolver parte das habilidades desenvolvidas no curso prestando serviços de consultorias.

7.3. PARCERIAS

Como já foi citado, é de grande importância que uma Universidade possua um amplo leque de parcerias desenvolvidas com o mercado de trabalho, por meio dos quais, a Universidade oferece ao aluno um ambiente mais propício para o seu desenvolvimento como profissional na sua área de formação.

Para a UFCG, podem ser reforçadas parcerias com o FIEP-PB e com a ATECEL. A ATECEL, Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior, é uma entidade sem fins lucrativos, que foi fundada por professores da antiga Escola Politécnica da UFPB em 1967. O objetivo dessa associação é a viabilização de programas de Pesquisa e Extensão em Universidades.

A ATECEL promove uma parceria em que se compromete a prestação de serviços de eficiência energética de forma remota. O serviço que a associação se compromete a fazer garante a redução substancial do consumo de energia da empresa, garantindo assim o retorno do investimento feito na parceria. Além dos benefícios esperados na diminuição no número de falhas de equipamentos e seus consequentes impactos negativos no processo produtivo de uma indústria. (MONTERO, 2010)

Entre o pacote de serviços que a ATECEL oferece encontram-se: vistorias e auditorias em medidores da concessionária, revisão de cobranças indevidas por parte da concessionária, visitas

técnicas realizadas por especialistas, apresentação de relatórios técnicos sobre estudos de melhoria de eficiência de processos da empresa, entre outros. (MONTERO, 2010)

Com a FIEP, Federação das Indústrias do Estado da Paraíba, a UFCG aumenta o engajamento de seus alunos como ambiente industrial. Treinamentos podem ser oferecidos pela FIEP de forma a melhorar o preparo dos alunos para o ambiente de trabalho. Da mesma forma, os alunos podem retribuir, prestando serviços de consultoria para empresas associadas a organização.

8. CONCLUSÃO

Neste trabalho de conclusão de curso, foram propostas melhorias que podem ser implementadas em indústrias de diversos setores, com o intuito de aumentar a eficiência em todos os processos que utilizem energia elétrica. Foi visto que o maior desperdício de energia nas indústrias se dá, atualmente, pelo incorreto dimensionamento de sistemas motrizes.

Foi constatado que um dos maiores obstáculos ainda enfrentados diz respeito a falta de informação e a falta de conscientização de funcionários de todos os patamares dentro da indústria. Com a realização de estudos por empresas especializadas em eficiência energética pode ser explanado para o corpo de funcionários de uma empresa todas as vantagens econômicas e ambientais que podem ser obtidas ao se utilizar a energia de forma eficiente.

Como medidas que podem ser utilizadas por indústrias foram propostas o aumento do fator de carga da indústria, a utilização de equipamentos analisadores de qualidade de energia, a utilização do modelo de eficiência energética japonesa, baseado na ferramenta Kaizen e a monitoração remota com softwares como o Web Energy.

Como grande parte da dificuldade é proveniente ainda da má formação e qualificação de pessoal, o investimento na área de treinamento acadêmico se faz necessário. De forma que a implantação de um Lamotriz e a criação de um Curso de Extensão, na área de eficiência energética, se faz necessário em uma Universidade do porte da UFCG.

As medidas propostas nesse trabalho podem servir como apoio para projetos futuros na Universidade. Por fim conclui-se que a eficiência energética só produz benefícios, sejam eles econômicos ou ambientais, para uma indústria de qualquer porte, sem que haja nenhuma perda produtiva.

9. REFERÊNCIAS

PROCEL. Disponível em <procelinfo.com.br>. Acesso em: 23/04/2018

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. *Manual de eficiência energética na indústria*. Curitiba, 2005.

USHER, Peter. *World Conference on the Changing Atmosphere: Implications for Global Security*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/233447577_World_Conference_on_the_Changing_Atmosphere_Implications_for_Global_Security>. Acesso em: 12 jun. 2018

ROCHA, L. R. R., Monteiro, M. A. G., *Guia Técnico Gestão Energética*, PROCEL/ Eletrobrás/ Fupai / Efficientia, Rio de Janeiro, 2005.

PICCININI, Maurício. *Conservação de Energia na Indústria: As políticas adotadas na época de crise energética*. Revista do BNDES. Rio de Janeiro, V. 1. N. 2, P. 153-182, DEZ. 1994

BATISTA, Oureste. *Redução do Custo da Energia Elétrica em Ambientes Industriais por meio de uma Estratégia de Baixo Custo em Gestão Energética*. 2013. 92 p. Dissertação (Mestre em Ciências, Programa de Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013

LEITE, Fábio. *Modelamento da Eficiência Energética para o Gerenciamento Sustentável no Setor Industrial pela Medição e Verificação*. 2010. 94 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BATISTA, Oureste. *Gestão Energética Industrial: Uma abordagem frente à inteligência empresarial*. 2011. 86 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

INMETRO. *Histórico do Programa Brasileiro de Etiquetagem*. Disponível em: <<http://www2.inmetro.gov.br/pbe/historico.php>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

SOUZA, Andréa; GUERRA, Jorge; KRUGER, Eduardo. *Os programas brasileiros em eficiência energética como agentes de reposicionamento do setor elétrico*. Revista Tecnologia e Sociedade, [S.l.], 2011.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. *Indicadores de Eficiência Energética: Fundamentos Estatísticos*. França, 2016.

PROCEL EDUCAÇÃO. *Eficiência Energética: Teoria & Prática*. Itajubá, 2007.

CNI. *Uso eficiente de energia elétrica na indústria*. Disponível em: <https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/uploads/arquivos/cartilha_cni_corrente_FINAL-small1.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2018.

ABESCO. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017*. Rio de Janeiro, 2017.

INEE. *ESCOS*. Disponível em: <http://www.inee.org.br/escos_sobre.asp?Cat=escos>. Acesso em: 20 jun. 2018.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY - DOE. *Industrial Facility Best Practice Scorecard*. Disponível em: <<https://www.energy.gov/>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

FALCONI. *Método PDCA*. Disponível em: <<https://www.napratica.org.br/o-que-e-e-como-funciona-o-metodo-pdca/>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

SILVA, Rafael. *Modelos para Análises de Sistemas Energéticos Industriais Aplicados a Estudos de Eficiência Energética*. 2013. 254 p. Dissertação (Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Disponível em: <www.portaldaindustria.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2018.

ELETROBRÁS. *Gestão Energética: Guia Teórico*. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

PROCEL. *Resultados Procel 2017: Ano base 2016*. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2017.

BONEBERG, Bruna et al. *Qualidade de energia: estudo de caso de uma indústria metalmecânica no sul do Brasil*. 2017. 25 p. X (X)- UERGS, Nova Hamburgo, 2017.

FLUKE. *Analizador de energia e potência Fluke 435 série II*. Disponível em: <<https://www.fluke.com/pt-br/produto/teste-eletrico/os-analisadores-de-qualidade-de-energia/analísadores-da-qualidade-da-energia-trifásica/fluke-435-series-ii>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

INDUSTRIAL EFFICIENCY TECHNOLOGY. *Energy Conservation Law of Japan*. Disponível em: <<http://ietd.iipnetwork.org/content/energy-conservation-law-japan>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

ALVES, Daniel et al. *Características e benefícios dos sistemas de gerenciamento de energia*. CEFET, Minas Gerais, mar. 2011, p. 150-161. Disponível em: <http://www.cck.com.br/artigos/palestras/em_gerenciamento_energia_marco_2011.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2018.

WEB Energy. Disponível em: <<http://potencial.eng.br/web-energy/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

AQUINO, Ronaldo et al. *Eficiência Energética em Sistemas Motrizes: Apresentação do LAMOTRIZ - UFPE*. 2008. 9 p. X (X)- Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, Olinda, 2008.

MONTERO, L. R. R. (2010). *Programa de Gestão de Eficiência Energética com Monitoração via Internet*. Disponível em: <<https://sites.google.com/a/dee.ufcg.edu.br/luisreyes/home/eletrotcnica/avisos/unidade-3-aula-6?pli=1>>. Acesso em: 20 jul. 2018.