

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST

CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

EDSON DA SILVA

**CONSUMO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA EM INDÚSTRIAS
DO RAMO DE BEBIDAS NO BRASIL**

**LAGES
2018**

EDSON DA SILVA

**CONSUMO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA EM INDÚSTRIAS
DO RAMO DE BEBIDAS NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro
Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos
para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Elétrica.

Orientador: Prof. Engº. Silvio Moraes de Oliveira, Msc

LAGES
2018

Monografia apresentada ao Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Edson da Silva

NOME DO ALUNO

Consumo Eficiente de Energia Elétrica
em Indústrias do Ramo de Bebidas
no Brasil

TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Msc Silvio Moraes de Oliveira

Titulação e nome do Orientador(a)

Francieli Lima de Sá, Dra.

Titulação e nome do Avaliador (a).

EUGÊNIO CANANI WIGGERS

Titulação e nome do Avaliador (a).

Francieli Lima de Sá, Dra.

Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador (a).

Lages, 13 de dezembro de 2018.

RESUMO

O Consumo energético é algo que vem crescendo muito no Brasil, particularmente após a grande expansão do setor industrial, principalmente o ramo de bebidas que é justamente onde se concentra o maior índice de consumo. No Brasil o modelo de geração de energia mais utilizado é o das Hidroelétricas, devido ao seu baixo custo. No entanto, em meados de 2001 teve períodos de grande estiagem que acabaram comprometendo o fornecimento de energia e consequentemente causando falhas no sistema. A partir daí surgiu uma enorme preocupação com a demanda, por parte do governo que então criou o PROCEL. Um programa que visa estimular o uso consciente da energia elétrica, além de disponibilizar informações e medidas preventivas que auxiliam na redução do consumo energético que vão desde pequenas ações do dia-a-dia à equipamentos mais eficientes. Também foi criada Lei de Eficiência Energética, para regularizar o potencial de conservação de energia elétrica na indústria brasileira, a fim de reduzir os custos. As indústrias buscam meios de reduzir este consumo, sem causar impacto no seu processo de produção. Mas estas reduções de consumo exigem mudanças comportamentais das organizações que necessitam de análises, acompanhamento, verificação dos consumos e uso de novas tecnologias. Desta forma, este trabalho pretende levantar, através de estudo bibliográfico, meios para se obter uma eficiência energética, através de novas tecnologias e manutenção adequada de máquinas e equipamentos. Para iniciar os estudos, serão pesquisadas referências bibliográficas de vários autores, que tratam do assunto e apresentam conceitos e soluções econômicas e eficazes no processo fabril. O estudo tem como principal objetivo buscar informações a respeito do Consumo Eficiente de Energia Elétrica em Indústrias do Ramo de Bebidas no Brasil, para auxiliar na realização deste objetivo foram elencadas os seguintes objetivos específicos: Identificar as medidas e ações adotadas pelas Indústrias do setor de bebidas, na busca do consumo eficiente; Identificar quais os setores do processo fabril mais consomem energia; Identificar os equipamentos com alto índice de consumo de energia; Estabelecer orientações para obter consumo eficiente e sustentável de energia da indústria do setor de bebidas.

Palavras-chaves: Conservação; eficiência energética; tecnologias; consumo, setor industrial

ABSTRACT

The energy consumption is something that has been growing a lot in Brazil, particularly after the great expansion of the industrial sector, especially in the beverage sector where precisely the highest consumption index is concentrated. In Brazil, the most used model of energy generation is the Hydroelectric Power Plant, due to its low cost. However, in the middle of 2001 there were periods of great drought that ended up compromising the energy supply and consequently causing system failures. From then on, there arose an enormous concern with the demand, on the part of the government that then created PROCEL. A program that aims to stimulate the conscious use of electric energy, in addition to providing information and preventive measures that help reduce energy consumption ranging from small actions of everyday life to more efficient equipment. Also was created Law of Energy Efficiency, to regularize the potential of conservation of electric energy in the Brazilian industry, in order to reduce costs. Industries are looking for ways to reduce this consumption without impacting their production process. But these consumption reductions require behavioral changes in organizations that require analysis, monitoring, verification of consumption and use of new technologies. In this way, this work intends to raise, through a bibliographical study, means to obtain an energy efficiency, through new technologies and adequate maintenance of machines and equipment. To begin the studies, bibliographical references of several authors will be searched, that deal with the subject and present concepts and economic and effective solutions in the manufacturing process. The main objective of this study was to search for information about the Efficient Consumption of Electric Energy in Beverages Industries in Brazil, to assist in achieving this goal were listed the following specific objectives: Identify the measures and actions adopted by the beverage industry , in the search for efficient consumption; Identify which sectors of the manufacturing process most consume energy; Identify equipment with a high energy consumption index; Establish guidelines for efficient and sustainable consumption of energy from the beverage industry.

Keywords: Conservation; energy efficiency; technologies; consumption, industrial sector

LISTA DE ABERVIATURAS, SIGLAS

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.
ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica.
SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.
EGTD – Energia Garantida por Tempo Determinado.
MW – Megawatt.
COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica.
PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.
SPE – Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética.
PCH – Pequenas Centrais Hidrelétrica.
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.
BACEN – Banco Central do Brasil.
GERASUL – Centrais Geradoras do Sul do Brasil S.A.
TRACTEBEL – Tractebel Energia S.A.
MTEP – Milhão de Tonelada de Petróleo Equivalente.
EPE – Empresa de Pesquisa Energética.
CONPET – Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural.
KW/h – Quilowatt/hora.
KW – Quilowatt.
CNI – Confederação Nacional da Indústria.
P&D – Programa de Pesquisa e Desenvolvimento.
BEN – Balanço Energético Nacional.
MME – Ministério de Minas e Energia.
CGIEE – Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética.
MCT – ministério da Ciência e Tecnologia.
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.
ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
PNE – Plano Nacional de Educação.
BEU – Balanço de Energia Util.
PEE – Programa de Eficiência Energética.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

FIESP – Federação da Indústria do Estado de São Paulo.

PINTEC – Pesquisa e Inovação.

CCPE – Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos.

CV – Cavalo Vapor.

KG – Quilograma.

KVAr – Quilo Volt Ampère reativo.

FP – Fator de Potência.

BT – Baixa Tensão.

AT – Alta Tensão.

VAr – Volt Ampère Reativo.

NBR – Norma Brasileira.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Licitações Realizadas para Construção de Novas Linhas de Transmissão	22
Tabela 2 - Fontes de Energia.....	25
Tabela 3 - Potencial de conservação de eletricidade em setores industriais selecionados	27
Tabela 4 - Potencial de conservação em combustíveis em setores industriais selecionados.....	28
Tabela 5 - Consumo final energético no setor industrial brasileiro em 2011	30
Tabela 6 - Metas do PROCEL.....	37
Tabela 7 - Oportunidades Refrigeração e Processo.....	50
Tabela 8 - Oportunidade de Motores Elétricos	51
Tabela 9 - Nível de Água / Etanol.....	56
Tabela 10 - Set-point de Sistema de Refrigeração	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Principais Consumidores de Energia Elétrica na Indústria de Bebidas.....	15
Gráfico 2 - Evolução da Intensidade Energética e Elétrica da Economia.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de Produção de Cerveja.....	16
Figura 2 - Sistema de Refrigeração	46
Figura 3 - Compressores	47
Figura 4 - Condensadores.....	48
Figura 5 - Trocadores de Calor	48
Figura 6 - Tanque Reservatório.....	49
Figura 7 – Amônia no Sistema de Refrigeração.....	52
Figura 8 - Processo.....	53
Figura 9 - Bulbo Úmido	55
Figura 10 - Foto da Tela do Sistema operando no modo automático.....	57
Figura 11 - Modelo ideal de funcionamento	58
Figura 12 - Sistema Operando Modo Manual.....	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 APLICAÇÕES	14
2 METODOLOGIA DE PESQUISA	19
2.1 TIPO DE PESQUISA	19
3 PANORAMA E CONCEITUAÇÃO	21
3.1 A ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL.....	21
3.2 O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS INDÚSTRIAS.....	26
3.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	31
4 EXEMPLOS DA APLICAÇÃO.....	45
5 CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade se tornou uma parte da ciência entre o século XVI e XVIII, mas que se desenvolveu e se tornou conhecida pela observação e estudo de seus fenômenos elétricos realizados por cientistas no século XIX. Com isso, permite-se dizer que a energia elétrica após sua descoberta, iniciou uma nova fase de desenvolvimento tecnológico mundial. Basicamente suas fontes primárias se tornaram úteis na forma de luz e calor. Com base nisso, os impactos econômicos e ambientais também acompanharam este crescimento (PEREIRA, 2009).

A partir daí os governos, as indústrias e a sociedade passaram a buscar formas de compensar os impactos gerados no meio ambiente, através do uso de tecnologias sustentáveis de proteção e preservação, com intuito de gerar energia com aplicabilidade renovável e sustentável, sem alterar o meio ambiente (PROCEL, 2009).

Por isso, e grande preocupação das empresas em implementar iniciativas que promovam uma melhor utilização da energia elétrica. Para isso, é necessário que haja incentivos governamentais, de modo que as reduções de perdas em sistemas motrizes sejam satisfatórias. independentemente do tamanho da empresa, os custos de maior impacto sempre estão associados às ineficiências energéticas ocorridas dentro de um processo produtivo.

Para que se tenha um planejamento energético confiável e duradouro dentro de um sistema de transformação, é necessário intensificar meios de tornar a eficiência energética mais dinâmica para o ponto de vista econômico e com menor índice de impactos ambientais possíveis (TASSINI, 2012).

Em meados de 2001, o Brasil passou por uma combinação de falhas na estrutura gerencial do sistema energético de geração devido ao longo período de estiagem, que se agravaram com a falta de investimentos. No ano de 1999, os níveis dos reservatórios chegaram a situação crítica, afetando diretamente a geração de energia elétrica do país, e reabrindo o debate sobre a conservação de energia elétrica.

Assim, em 17 de outubro de 2001, foi assinada a Lei nº 10.925 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e uso Racional de Energia, determinando medidas e ações a serem adotadas em todos os setores produtivos, promovendo de forma objetiva, a racionalização da geração e do consumo da energia elétrica (PROCEL, 2009).

A partir destas iniciativas e com a recuperação dos níveis dos reservatórios de água, o parque de geração do país voltou ao normal, porém, com novas políticas de administração voltadas para programas de combate ao desperdício de energia elétrica.

As empresas com foco na eficiência energética e consequente redução de custos, buscam formas de gerenciar seus desperdícios oriundos dos processos industriais através de novas tecnologias, novos hábitos e novas rotinas de trabalhos, o que resulta em obstáculos a serem superados, em que a coletividade do corpo funcional precisa se engajar, partindo dos cargos diretivos mais elevados, até a sua base (SOLA; KOVALESKI, 2004). No entanto, se faz necessário estabelecer um programa em que todos seus colaboradores sejam treinados dentro de um período de médio a longo prazo, nos métodos de operacionalidade dos equipamentos de forma que a redução de consumo energético seja bem-sucedida.

Com uma ampla gestão do uso de energia e controle para efetivação de ganhos energéticos, os gastos neste âmbito, são considerados investimentos. Em um futuro não muito distante, os investimentos na área de eficiência energética com o uso de metodologias diretamente voltadas para seu uso consciente e sustentável da energia, poderão trazer vantagens econômicas de forma a transformar e conduzir para um padrão de desempenho estruturado e confiável (PEREIRA, 2009).

Apoiado em pesquisa bibliográfica, o trabalho realiza a análise de eficiência e consumo energético das indústrias do ramo de bebidas no Brasil, sob o ponto de vista da conservação e redução do consumo da energia elétrica. Diante do exposto, chega-se a grande questão a ser respondida: É possível uma Indústria do ramo de bebidas do Brasil obter eficiência no consumo energético?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o consumo de energia elétrica das indústrias do ramo bebida no Brasil, por meio de conceitos, estudos bibliográficos, análise de dados secundários. Levantamento de ações adotadas pelas indústrias que resultaram na redução do consumo de energia elétrica, proporcionando assim, uma maior eficiência energética. Tudo isso, para obter o Consumo Eficiente de Energia Elétrica em Indústrias do Ramo de Bebidas no Brasil.

1.1.2 Objetivos Específicos

Analisar o consumo energético de uma planta industrial, partindo-se de um ponto básico

e essencial: o levantamento das informações do potencial teórico total do sistema industrial. Obtenção dos parâmetros específicos que são utilizados pela empresa fornecedora de energia elétrica, para realizar o cálculo do custo monetário do consumo energético, e serem utilizados pelas indústrias como base da gestão do seu consumo energético. Desta forma, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as medidas e ações adotadas pelas Indústrias do setor de bebidas, na busca do consumo eficiente;
- Identificar quais os setores do processo fabril mais consomem energia;
- Identificar os equipamentos com alto índice de consumo de energia;
- Estabelecer orientações para obter consumo eficiente e sustentável de energia da indústria do setor de bebidas.

1.2 JUSTIFICATIVA

Em indústrias de qualquer porte, encontram-se alguns tipos de sistemas de conversão de energia, que são utilizados em setores onde está o principal consumo energético.

O foco deste trabalho visa otimizar o consumo energético, por meio de análises; conceitos e alternativas de investimentos, buscando assim, um planejamento de adequação, que torne o processo mais eficiente de forma gradativa.

Com base nas ferramentas de gestão, analisando os recursos utilizados e o modelo de manutenção vigente, pode-se identificar o estado de conservação dos equipamentos; além da análise das instalações de modo geral, e encontrar as melhores oportunidades de otimizar o consumo energético na indústria do setor de bebidas.

Este trabalho está focado em buscar estas informações, descobrir o que as indústrias estão fazendo neste sentido, como se comportam diante do mercado econômico, além disso será realizado pesquisas bibliográficas mostrar de forma clara e objetiva, o avanço tecnológico e econômico que resultam em processos eficientes e sustentáveis de consumo energético.

O trabalho também analisa dados estatísticos secundários, tanto do setor energético, quanto do setor de bebidas. A relevância está no fato de, o trabalho estar buscando meios de se obter a eficiência energética que vai muito além de uma simples redução de gastos, mas sim a aplicação de energia menos poluente e limpa, e que resulta numa produção com menos resíduos, o que pode ser um grande ganho para o meio ambiente e toda a sociedade de forma direta ou indireta. O trabalho está abordando assuntos de interesse e preocupação coletiva, uma vez que

a questão energética é um tema amplo e abrangente, de interesse de todos. Desta forma, entende-se que a pesquisa é viável e relevante, dada a importância dos temas abordados.

Este trabalho terá sua aplicação em indústrias do ramo de bebidas que busquem através de novas tecnologias e investimentos, obter soluções relativas e eficientes no ponto de vista energético, utilizando base de dados, conceitos e estudos gráficos.

No ponto de vista da eficiência energética, a aplicação deste trabalho se constitui em um formato aberto e criativo podendo ser modificado de acordo com a necessidade de cada empresa. As transformações ocorrem periodicamente e assim se busca a redução da energia elétrica, a qual se torna vilã para os consumidores quando não utilizada de forma correta e consciente.

Consideravelmente com a capacidade de se reverter este cenário, buscar-se-á aplicar por meio deste trabalho uma forma de expressar conhecimentos, baseando-se nos modelos de gestão, bibliografia específica e demais recursos, contribuindo assim, para a obtenção de melhores resultados, mais eficientes e sustentáveis.

1.3 APLICAÇÕES

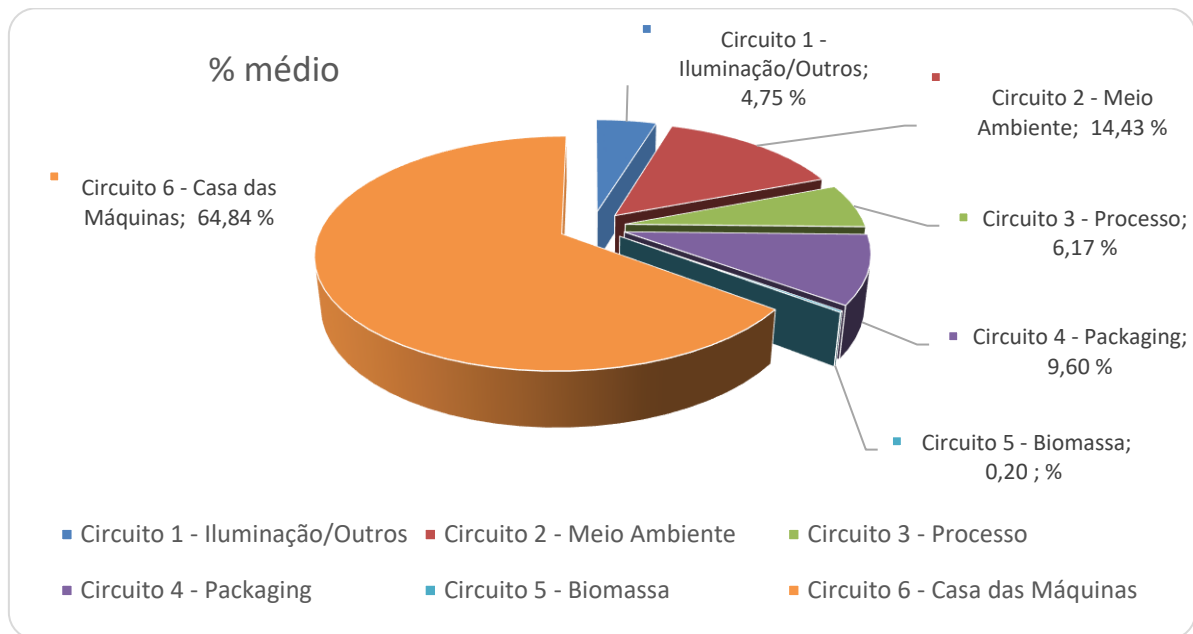
Ações de eficiência energética podem ser aplicadas em diversos setores na indústria de bebidas, como na produção eficiente de ar comprimido, nos sistemas de bombeamento, na iluminação, sistemas de refrigeração, nos sistemas de força motriz e nos processos industriais mais específicos.

No entanto, para cada uma dessas áreas é importante fazer o levantamento dos equipamentos de maior potência e perfil de utilização.

Segundo Mendes (2014) o monitoramento de cada variável da planta industrial de forma específica permite uma melhor orientação das ações de melhorias e racionalização da operação de cada uma delas.

Com base nas informações do Gráfico 01, identificaram-se os principais consumidores de energia elétrica de uma indústria de bebidas, na ordem do maior para o menor consumidor, utilizando como referência dados diários de consumo de energia elétrica.

Gráfico 1 – Principais Consumidores de Energia Elétrica na Indústria de Bebidas



Fonte: Relatório Diário de Consumo Elétrica de uma Indústria de Bebidas

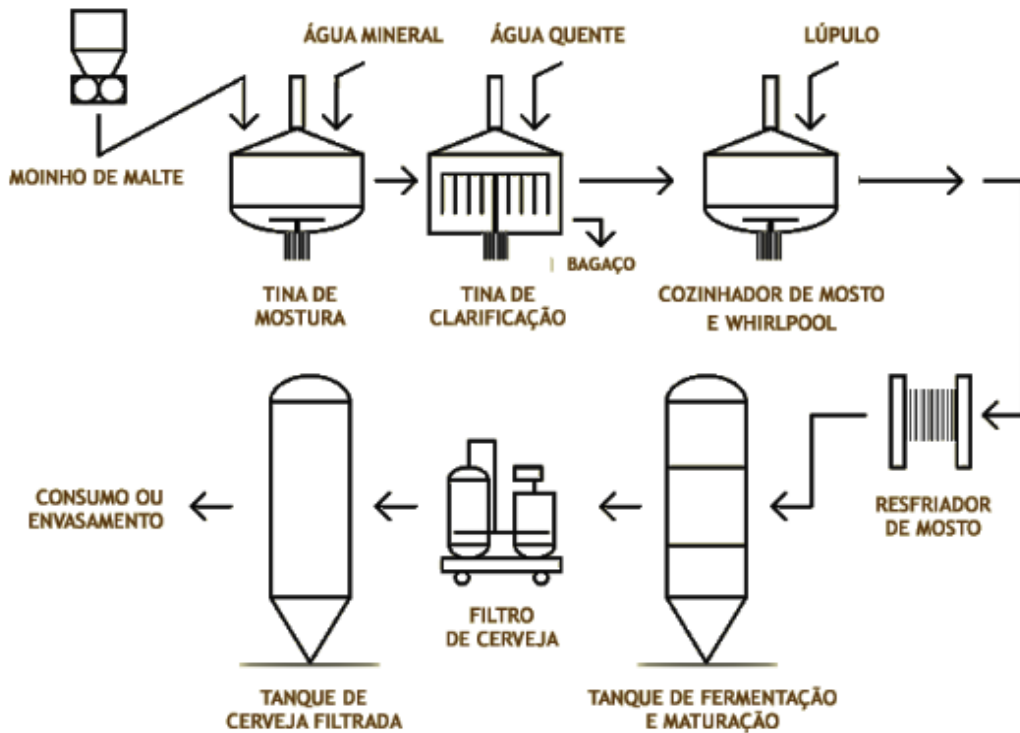
Antes de apresentar o detalhamento da análise do Gráfico 1, é necessário apresentar todas as etapas que envolvem processos complexos ou não utilizam energia elétrica no seu processo produtivo, com isso será contextualizado resumidamente o processo de produção de cerveja, para um bom entendimento do consumo mensurado conforme métodos levantados.

A cerveja é feita com água e lúpulo, cereais maltados, sob a ação de leveduras. O processo de produção de cerveja é complexo e envolve processos biológicos sensíveis a contaminações (MEGA et al, 2011; ORTIS, 2014).

O processo de produção de cerveja começa com o descarregamento das matérias primas, como lúpulo e malte, e dos insumos, como garrafas e garrafeiras. Após serem descarregados, esses precisam ser preparados para produção. A Figura 1 mostra o processo de fabricação. A preparação começa com o beneficiamento do malte, onde é limpo de impurezas e moído para ser utilizado na maturação (ALVES, 2014).

Nesta etapa da mosturação é preparado o mosto, à água é adicionada ao grão e através de processo térmico ocorre a ativação de algumas enzimas do malte (LIMBERGER, 2013). Após este processo, o mosto precisa ser filtrado, separando o líquido dos grãos, o mosto vai para o processo de fervura, responsável pela conservação proteica, esterilização do mosto, evaporação de voláteis, isomerização de ácidos e caracterização da coloração. Na brassagem é o processo no qual ocorre a mosturação, filtração do mosto, fervura e resfriamento (BRIGGS et al, 2004).

Figura 1 - Processo de Produção de Cerveja



Fonte: Cervejaria Dortmund (2017).

Com o processo de fervura, o mosto precisa ser resfriado até a temperatura ideal de fermentação. Este processo de resfriamento ocorre por meio resfriadores de mosto. Na maioria das cervejarias, o sistema de controle de temperatura é feito usando um sistema de refrigeração por compressão de vapor, na qual amônia anidra é comumente utilizada (BRIGGS et al, 2004)

Com o período de acompanhamento das temperaturas e ao fim dessa etapa, o mosto é centrifugado com o objetivo de recolher proteínas pesadas e leveduras. Ao passar pela centrifugação o mosto é trasfegado para os tanques de maturação, onde a temperatura também é controlada (ALVES, 2014).

Neste processo de maturação, a cerveja precisa ser novamente filtrada, essa etapa serve para retirar fermento e outras substâncias indesejadas. Após a fermentação, qualquer contato da cerveja com água é feito com água desaerada para evitar a incorporação de oxigênio na cerveja, pois oxigênio dissolvido na cerveja impacta na qualidade do produto. Após a filtração, a cerveja é armazenada nos tanques pressurizados com CO₂ e aguarda a etapa de envase (ALVES, 2014).

Retornando à análise do Gráfico 1, a área que apresenta maior consumo de energia elétrica é a da Casa das Máquinas. Essa é uma área suporte, responsável por fornecer água gelada, etanol gelado, ar comprimido e CO₂ para as demais áreas. Sabe-se que os principais

consumidores de energia elétrica são os compressores do Sistema de Ar Comprimido e do Sistema de Refrigeração e beneficiamento de CO₂ respectivamente. Para se chegar a estas informações, é estabelecida a meta do período (anual, mensal ou diário) as quais são duas variáveis a 1ª Produção Líquida (PL) e a 2ª Energia Elétrica contratada, onde a divisão da 1ª pela 2ª, se obtêm o índice do período. Voltando ao gráfico 1 temos a informação do consumo por área e está agora será mensurada utilizando o índice estabelecido que é 8,4 kwh/hl, (1 hl = 1 hectolitro = 100 litro). Com base detalhamento do Gráfico 1, o consumo da área de casa das máquinas, 33,35kwh corresponde a 2,97 kwh/hl que o sistema de geração de frio consome, 20,1 Kwh corresponde a 1,69Kwh/hl para o sistema de Ar comprimido e 9,39Kwh corresponde a 0,79 Kwh/hl no sistema de beneficiamento de CO₂.

A segunda área de maior consumo é o Meio Ambiente com 14%, na qual estão inclusas a Estação de Tratamento de Água – ETA e Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI. A ETA representa a menor parcela desse consumo, sendo os principais responsáveis as bombas de captação e tratamento de água. Este consumo de 5,65Kwh corresponde 0,47 Kwh/hl. Na ETEI os principais consumidores de energia elétrica são os aeradores e bombas de efluente consumindo 7,78Kwh corresponde 0,74Kwh/hl. Como o tratamento do efluente gerado é feito por processos aeróbios, os aeradores são os responsáveis por incorporar oxigênio no efluente e acelerar o processo de tratamento. Isso significa que quanto maior a carga orgânica a ser tratada, maior o consumo de energia elétrica pelos aeradores na ETEI. Logo, o consumo de energia elétrica na ETEI está diretamente relacionado aos processos produtivos, principalmente em relação aos descartes na área de Processo.

A área de Packaging é a terceira maior consumidora de energia elétrica com 9,6%. O consumo de energia elétrica nessa área está relacionado à produtividade das linhas de envase, sendo que as que mais produzem têm maior consumo de energia elétrica. Os principais equipamentos consumidores nessa área são os motores dos transportadores e bombas de água das lavadoras e pasteurizadores. Este consumo se mensura entre as linhas de forma que:

2,27Kwh corresponde a 0,19Kwh/hl na linha 1,

1,58Kwh corresponde a 0,13Kwh/hl na linha 2,

3,46 Kwh corresponde a 0,29 Kwh/hl na linha 3 e por final,

2,29Kwh correspondendo a 0,19 Kwh/hl na linha 4 totalizando 9,6% do circuito 4 conforme apresenta o Gráfico 1.

A área de Processo é a quarta maior consumidora com 6%. Nessa área os principais consumidores são motores das máquinas de beneficiamento de matéria prima, transportadores, bombas e centrífugas utilizadas na produção de cerveja. Nesse consumo estão inclusas as três

subáreas do Processo: Brassagem, Adegas e Filtração. Em cada uma dessas subáreas o perfil de consumo é diferente. No entanto, o acionamento de motores é o principal responsável pelo consumo de energia elétrica em todas elas. O consumo no setor de brassagem é 3,88Kwh que corresponde a 0,33Kwh/hl e no setor de Adegas e filtração 2,29Kwh corresponde a 0,19 Kwh/hl consumido no processo fabril.

A área de Iluminação/outros compreende a iluminação do estacionamento, as áreas Administrativa e Logística. Além disso, estas áreas apresentadas têm consumo fixo de energia elétrica com iluminação e demais cargas de equipamentos de escritório, independente da produção, sendo mensurado através de estatística onde 4,75Kwh deste consumo corresponderá 0,40 Kwh/hl nestas áreas.

A área de Biomassa é responsável por gerar vapor para o processo produtivo e as linhas de envase. Como o nome sugere, as caldeiras de geração de vapor utilizam biomassa como combustível, nesse caso, cavaco de madeira. Os principais consumidores nessa área são as bombas de água e sopradores de ar para as caldeiras. E para fechar os valores de consumo por área 0,20 Kwh corresponde a 0,02 Kwh/hl de energia consumida na geração de vapor.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

De acordo com (ROESCH, 1999), a metodologia descreve como o projeto será realizado, escolhendo os métodos de levantamento e análise de dados para responder aos objetivos definidos na pesquisa. A metodologia traça o caminho a ser seguido detectando erros e auxiliando nas decisões do pesquisador. Para a realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes métodos: pesquisa bibliográfica; análise de dados secundários; levantamento de dados de consumo da indústria brasileira.

2.1 TIPO DE PESQUISA

O primeiro passo dentro de uma pesquisa científica é definir o tipo de pesquisa que se deseja realizar. (GIL, 1994 p.43) define pesquisa como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo principal da pesquisa, portanto, é descobrir respostas para um problema levantado através de um conjunto de procedimentos metodológicos científicos.

Após a definição do problema de pesquisa de um determinado estudo, faz-se necessário definir qual tipo de pesquisa científica será utilizada para a consecução dos objetivos propostos. Tais abordagens podem ser de caráter exploratório, descritivo e indutivo. A pesquisa exploratória, segundo (ZIKMUND, 2006), é caracterizada por procurar esclarecer e definir a natureza de um problema, podendo ser conduzida para diagnosticar uma situação, selecionar alternativas ou descobrir novas ideias. (GIL, 1994) cita que as pesquisas exploratórias buscam desenvolver, modificar e esclarecer ideias e conceitos, formulando problemas mais precisos. Corroborando com os autores citados anteriormente (TRIVIÑOS, 2006) conceitua a pesquisa exploratória como sendo aquela cuja finalidade é ampliar o conhecimento sobre determinado tema, proporcionando maior busca de conhecimento.

De acordo com essas abordagens, este estudo pode ser classificado como uma pesquisa do tipo exploratória, descritiva e bibliográfica, onde se procura descrever as características do tema pesquisado, analisando e correlacionando os dados obtidos com o objetivo de identificar a possibilidade da eficiência energética nas indústrias de bebidas.

Como meio de elucidar os argumentos apresentados mediante exploração e descrição das informações adquiridas, fez-se uso da pesquisa bibliográfica.

(LAKATOS e MARCONI, 2001 p. 43), citam que a pesquisa bibliográfica trata do levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. (VERGARA, 2004 p. 48), acrescenta que o estudo bibliográfico é “o estudo sistematizado e desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral”.

3 PANORAMA E CONCEITUAÇÃO

Este capítulo apresenta assuntos abordados de ordem científica e empírica, trazendo: questões da energia elétrica no Brasil; como a energia é utilizada dentro das indústrias; como indústrias do setor de bebidas enfrentam seu maior desafio para o consumo energético; o que está-se fazendo para melhorar índices de desempenho, sem afetar a produção; também, um breve histórico da indústria da bebidas no Brasil e seus dados de produção por segmentação.

3.1 A ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

De acordo com (ELETROBRÁS, 1998) na virada do século XIX para o século XX, o potencial de desenvolvimento das cidades de Rio de Janeiro e São Paulo atraiu o capital estrangeiro para a instalação de companhias de energia elétrica no Brasil, desenvolvendo a geração hidrelétrica brasileira.

Com a constituição da Centrais Elétricas Brasileiras S.A – ELETROBRÁS, em 1961 foi delineada a estrutura do setor elétrico brasileiro, que vigorou até meados da década de 90, quando se deu início à reestruturação do setor. Enfim, fruto dessa longa construção, o parque gerador do setor elétrico brasileiro, hoje é composto por 91% de geração hidrelétrica e 9% de geração térmica (ELETROBRAS, 1998).

Segundo Monteiro (2005) estudos efetuados em usinas hidrelétricas apontam elevado índice de perdas na geração associados aos sistemas de resfriamento, que acarretam pausas frequentes. A solução encontrada foi o tratamento químico, intermitente, da água do sistema de resfriamento, de modo a manter a capacidade de resfriamento e, ao mesmo tempo, reduzir as taxas de corrosão.

No segmento de distribuição tem sido possível a obtenção de resultados no curto prazo relacionados com a redução de perdas comerciais, através da adoção de projetos de aquisição e instalação de medidores em unidades consumidoras que não possuem tais equipamentos. O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL também tem aplicado esforços na consolidação do desenvolvimento tecnológico e aplicação do medidor Ampére-hora pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPTEL para utilização em cargas rurais de pequeno porte, iluminação pública e no combate à fraude (MONTEIRO, 2005).

De acordo com SEBRAE (2003) na década de 80 (oitenta), houve uma redução no consumo de energia causada pela conjuntura recessiva, gerando um excedente. Esse excedente

foi comercializado na forma de Energia Garantida por Tempo Determinado (EGTD), incentivando o uso de eletricidade em lugar de combustíveis fósseis para fins térmicos, a chamada eletrotermia. A retomada do crescimento com a consequente redução dos excedentes de eletricidade e o aviltamento das tarifas de energia, contribuíram fortemente para a criação em 1985 do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica PROCEL. A crise mais recente se deu em 2001 / 2002 reduzindo o já baixo crescimento brasileiro para -1% (menos um por cento).

No ano de 2000, foi aberta licitação de três aproveitamentos hidrelétricos, que teriam a capacidade total instalada de 937 MW, e 16 autorizações para a operação de usinas térmicas, de pequeno porte, e deveriam entrar em operação até 2003, com a capacidade total de 5,7 MW. A grande maioria desses projetos térmicos conta com a participação da PETROBRAS, através da constituição de Sociedades de Propósito Específico - SPE, atua como atenuadora de riscos do empreendimento, por ser detentora do insumo (ELETROBRAS Educação, 2006).

Com isso iniciou-se uma série de projetos de construção de linhas de transmissão, além da definição das tarifas de uso e transmissão, num total de cerca de 5.000 km de extensão por todo o Brasil, com investimentos estimados de R\$ 4,5 bilhões. A **Tabela 1** mostra as licitações mais expressivas realizadas nos anos de 2000 e 2001.

Tabela 1 - Principais Licitações Realizadas para Construção de Novas Linhas de Transmissão

Projeto de Expansão	Nome do Consórcio Vencedor	Nacionalidade	Extensão das Linhas de Transmissão (em km)
Interligação Norte-Sul II	Nova Transm. Energia	Brasil-Argentina	1.278
Expansão Norte-Sul II	Expansão	Brasil-França-Espanha	575
Interligação Sudeste-Nordeste	TSN	Brasil-Argentina	1050
Expansão Interligação Sul-Sudeste	FURNAS	Brasil	328
Tucuruí-Vila do Conde /Pará	TUC 2001	Brasil	323
Interligação Norte-Nordeste	TUC 2001	Brasil	920
Total de Linhas (em km)			4.474

Fonte: ANEEL – fevereiro de 2001

Conforme a ELETROBRAS Educação (2006) também foi adotado um programa de estímulo à geração de pequenas centrais hidrelétricas (PCH), cujo projeto contou com o suporte financeiro do BNDES. No entanto, para a efetivação do programa foi necessário a superação da limitação estabelecida pela Resolução BACEN nº 2.668, que impede as instituições financeiras de aceitarem garantias de empresa pública, visto que a garantia do BNDES se baseia no fluxo de receitas dos contratos de compra de energia, dada pela ELETROBRÁS. Outra alternativa emergencial adotada, tendo em vista que esses projetos exigem prazos de maturação que superam o período crítico de risco de déficit, foi a autorização da importação de blocos de energia e a antecipação da entrada em funcionamento de algumas usinas hidrelétricas, como a de Itá, por exemplo, explorada pela GERASUL (TRACTEBEL), em Santa Catarina.

De acordo com Silva (2017) a energia elétrica, produzida através das águas, sol e vento é considerada uma forma de energia limpa, pois apresenta baixos índices de produção de poluentes em todas as fases de produção, distribuição e consumo. Além disso, é uma fonte renovável, pois nunca irá se esgotar como acontecerá um dia com o petróleo.

Silva (2017) aponta, ainda, as principais Fontes de Geração de Energia Elétrica no Brasil, no ano de 2016, como seguem:

- Hidráulica: 68,1%
- Biomassa: 8,2%
- Gás Natural: 9,1
- Derivados do Petróleo: 2,4%
- Nuclear: 2,6%
- Eólica: 5,4%
- Derivados de petróleo: 2,4%
- Carvão e derivados: 4,2%
- Solar: 0,01%

Garcia (2018) lembra que em 2017, o Brasil consumiu cerca de 260 Mtep (megateps) de energia. Vale lembrar que Mtep é uma unidade de medida de energia (10^6 toneladas equivalente de petróleo) e traz o Consumo da energia por setores da economia:

- Industrial: 33,3%
- Transportes: 32,5%
- Setor Energético: 10%
- Residencial: 9,6%

- Agropecuária: 4,0%
- Serviços: 4,8%
- Uso não energético: 5,8%

O Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 65,2% da oferta interna. As fontes renováveis representam 80,4% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável (EPE, 2018).

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2018) os setores: industrial, residencial e comercial respondem por mais de 80% da energia elétrica consumida no país em 2017. Neste mesmo ano a capacidade total instalada de geração de energia elétrica do Brasil (Centrais de Serviço Público e autoprodutoras) alcançou 157.112 MW, acréscimo de 6.775 MW.

Na expansão da capacidade instalada, as centrais hidráulicas contribuíram com 3.350 MW ou seja 49,5% do total adicionado, enquanto as eólicas responderam por outros 2.159 MW equivalente à 21,3% da capacidade adicionada. Destaque para a evolução da potência instalada da Solar Fotovoltaica que atingiu 935 MW em 2017 contra 24 MW em 2016.

Branco (1990) informa que a utilização das várias formas de energia, alavancou o desenvolvimento humano. Isso trouxe como consequência o uso irracional e o desperdício de energia, gerando efeitos nocivos na economia no meio ambiente. Para os países desenvolvidos com produção abundante de combustíveis fósseis a motivação para implantar ações de eficiência energética se dá pelo lado ambiental.

Redução de poluentes, este e o fato motivador. Para a maioria dos países em desenvolvimento a questão ambiental está em segundo plano, tendo mais importância a postergação de investimentos por parte dos governos em geração e transmissão de energia. Por esta razão, a importância de implementar ações em eficiência energética.

Santos (2012) apresenta uma comparação entre fontes de energia, aspectos positivos e negativos, comparação financeira, ambiental, custos, como mostra **Tabela 2**.

Tabela 2 - Fontes de Energia

Aspectos	Nenhuma	Baixa	Baixo a Médio	Médio a alto	Elevado	Fontes
Custo de operação					X	ENERGIA HIDRELÉTRICA
Investimento inicial			X			
Contribuição para o efeito estufa		X				
Impacto ambiental				X		
Custo de operação					X	ENERGIA NUCLEAR
Investimento inicial					X	
Contribuição para o efeito estufa					X	
Impacto ambiental					X	
Custo de operação					X	PETRÓLEO
Investimento inicial			X			
Contribuição para o efeito estufa					X	
Impacto ambiental					X	
Custo de operação					X	ENERGIA EÓLICA
Investimento inicial	X					
Contribuição para o efeito estufa		X				
Impacto ambiental	X					
Custo de operação			X			BIOMASSA
Investimento inicial				X		
Contribuição para o efeito estufa			X			
Impacto ambiental			X			
Custo de operação					X	GÁS NATURAL
Investimento inicial			X			
Contribuição para o efeito estufa			X			
Impacto ambiental				X		
Custo de operação					X	CARVÃO MINERAL
Investimento inicial			X			
Contribuição para o efeito estufa					X	
Impacto ambiental					X	
Custo de operação		X				ENERGIA SOLAR
Investimento inicial				X		
Contribuição para o efeito estufa	X					
Impacto ambiental	X					

Fonte: Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto Sustentabilidade

Fazer o acompanhamento do consumo de eletricidade, o qual tem como principais objetivos: conhecer em detalhes as despesas mensais com esse insumo, verificar sua evolução ao longo do tempo e identificar ações que possam ser adotadas para minimizar os dispêndios com esse item (COPEL, 2004).

Numa primeira etapa, o consumo pode ser acompanhado a partir de análise mensal das faturas apresentadas pelas concessionárias. Recomenda-se que esses dados sejam resumidos em formulário próprio, em que se possa observar, também, a sua evolução ao longo dos meses.

Para que essa análise resulte em redução efetiva de despesas, é importante um bom conhecimento da legislação que regulamenta o fornecimento de energia elétrica, a qual estabelece as modalidades tarifárias disponíveis, as grandezas a serem utilizadas para o faturamento, os parâmetros fixados em contrato, bem como a regulação do relacionamento concessionária – consumidor de eletricidade (COPEL, 2004).

3.2 O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NAS INDÚSTRIAS

Vale salientar que: Consumo é determinado pela potência consumida multiplicado pelo tempo (KW/h); Demanda máxima é toda a potência requerida num determinado instante (KW); e Fator de potência é um índice que indica qual é a relação entre a potência ativa e aparente consumidas, calculado instante a instante, e que precisa estar numa faixa de valores aceitáveis.

Na indústria de alimentos e bebidas, os principais processos e equipamentos consumidores de energia térmica para uso final na forma de aquecimento direto são os secadores e fornos. Já o calor de processo é utilizado no cozimento, destilação, evaporação, pasteurização/esterilização, e principalmente limpeza – lavagem a quente de máquinas e instalações, frequentemente com água em pressão elevada. Os principais processos consumidores de energia elétrica são refrigeração, resfriamento e condicionamento de ar. Para força motriz são extrusão, moagem, trituração ou pulverização e mistura (BAJAY *et al*, 2010).

O emprego dos meios de refrigeração já era do conhecimento humano mesmo na época das mais antigas civilizações (FERRAZ e GOMES, 2008). Cerca de 25% da produção de alimentos perecíveis no mundo é refrigerada (GEORGE, 1993), existindo ainda uma vasta estrutura para produção, transporte e estocagem desses alimentos. Por outro lado, refrigeração pode ser utilizada em processos de mudança das características ou mesmo estrutura química, denominando-se processamento de alimentos. Entre aqueles que são submetidos a processos que utilizam refrigeração durante sua preparação podem ser citados: café instantâneo, queijos e bebidas como cerveja, vinhos, sucos cítricos (STOECKER e JABARDO, 2002).

Todo processo de transformação e uso de energia tem como consequência algum tipo de perda energética para o ambiente. Um exemplo: uma lâmpada incandescente transforma apenas 8% da energia que consome para produzir luz. O restante é gasto gerando calor que se perde no ambiente iluminado. Assim, para todo e qualquer aparelho ou equipamento que utilize energia elétrica para seu funcionamento, quanto maior for a perda, menor será a sua eficiência energética.

Segundo a (EPE, 2018) a Confederação Nacional da Indústria (CNI), como resultado de convênio estabelecido com o PROCEL, realizou avaliação de 13 setores industriais com expressivo consumo de energia (CNI, 2009). Os resultados agregados são apresentados na **Tabela 3** a seguir:

Tabela 3 - Potencial de conservação de eletricidade em setores industriais selecionados

POTENCIAL (por ano)			
USO DA ENERGIA	SUBSETORES COM MAIOR POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO	103 tep	GWh
Força motriz	Siderurgia; Extrativa mineral; Alimentos e bebidas	2.032,40	23.640
Refrigeração	Alimentos e bebidas; Químico; Têxtil	46,6	540
Fornos elétricos	Siderurgia; Minerais não ferrosos; Ferro ligas	370,9	4.310
Eletrólise	Metais não ferrosos; Química; Papel e celulose	191,4	2.230
Iluminação	Alimentos e bebidas; Têxtil; Extrativa mineral;	60,2	700
	Papel e celulose		
Outros usos	Extrativa mineral	2,4	30
TOTAL		2.700,90	31.450

Fonte: CNI (2009)

O potencial de conservação de energia elétrica na indústria avaliado pelo estudo da CNI equivale a uma usina hidrelétrica com 6.500 MW de potência instalada. Dito de outra forma, é equivalente a todo o consumo de energia elétrica dos grandes consumidores industriais da rede interligada do subsistema Sudeste/Centro-Oeste estimado para o ano de 2009.

De acordo com Marques (2006) o uso de indicadores de eficiência energética permite:

- a) Monitorar o progresso da eficiência energética na economia e em setores específicos;
- b) Avaliar o impacto de políticas e programas voltados para eficiência energética, inclusive justificando a manutenção ou a interrupção de determinadas ações;

- c) Planejar ações futuras, incluindo programas de P&D;
- d) Alimentar parâmetros de modelagem de modo a melhorar a qualidade de projeções de demanda de energia;
- e) Possibilitar comparações internacionais entre setores e entre países.

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL desenvolveu extensa pesquisa do mercado de eficiência energética no Brasil. Para o ano de 2015, um horizonte de aproximadamente 10 anos após o ano base da pesquisa, são estimados potenciais de conservação de eletricidade no setor residencial de 46,0%, 21,5% e 10,3%, correspondendo respectivamente aos potenciais técnico, econômico e de mercado (ELETROBRAS, 2009).

O estudo da (CNI, 2009) compreendeu também avaliação do potencial de conservação de combustíveis nos setores selecionados. Fica evidente que o aquecimento direto (fornos) é o uso que tem o maior potencial para a conservação de combustíveis na indústria, conforme mostra a **Tabela 4** a seguir:

Tabela 4 - Potencial de conservação em combustíveis em setores industriais selecionados

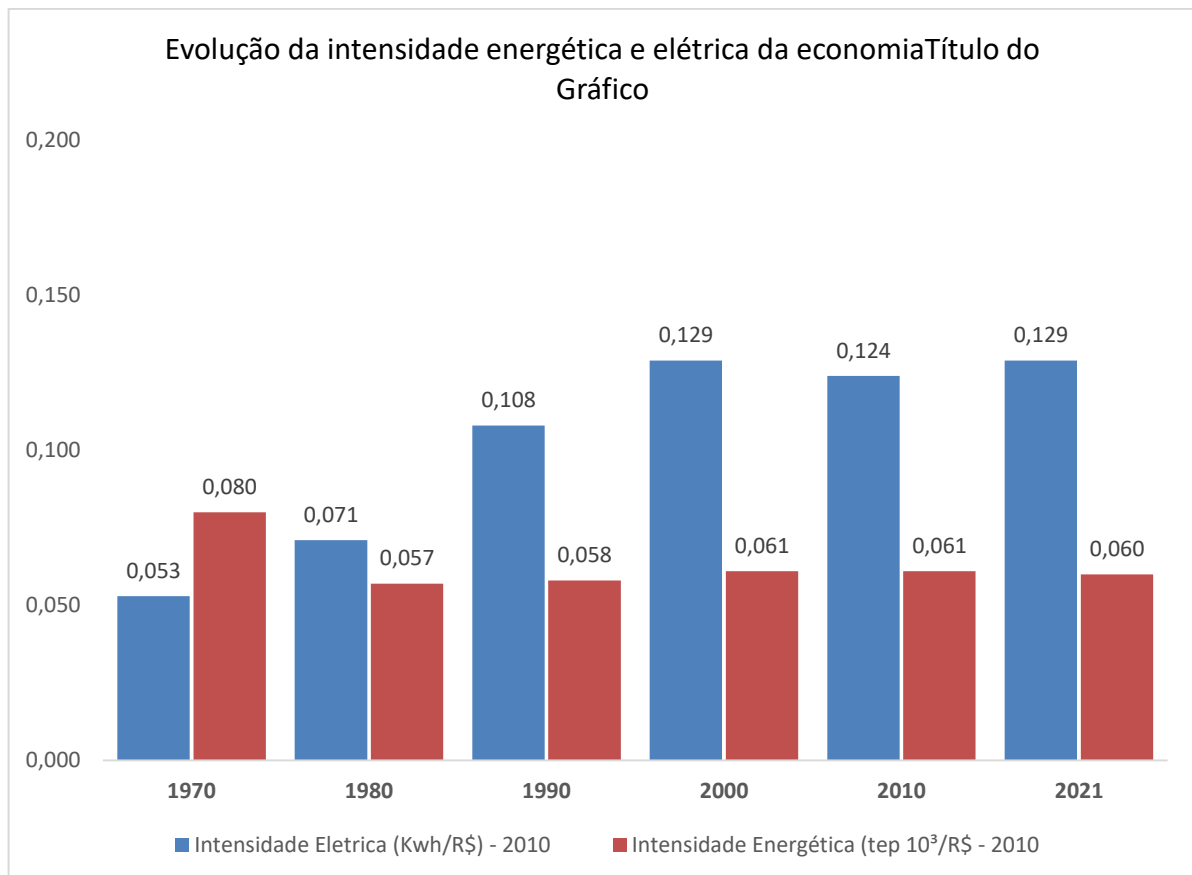
POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO			
USO DA ENERGIA	SUBSETORES COM MAIOR POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO	10³ tep	bbl/dia
Aquecimento direto (fornos)	Siderurgia; Cerâmica; Cimento	9.103,70	175.600,00
Aquecimento direto (secadores)	Alimentos e bebidas; Cerâmica; Têxtil	415,50	8.010,00
Vapor de Processo (caldeiras)	Papel e celulose; Textil; Alimentos e bebidas; Siderurgia	2.358,20	45.500,00
Outros usos	Química	74,70	1.440,00
TOTAL		11952,10	230550,00

Fonte: CNI (2009)

De acordo com o estudo da (CNI, 2009), há na indústria, um potencial quatro vezes maior para a conservação de energia em combustíveis do que em energia elétrica. Estes dados juntam-se com aqueles estimados a partir dos coeficientes técnicos disponíveis no Balanço de Energia Útil, em que também se identifica como os usos térmicos que apresentam maior potencial de eficiência energética na indústria.

(Empresa de Pesquisa Energética, 2018) num horizonte decenal, estima que o consumo final de energia atinja aproximadamente 363 milhões de toneladas equivalentes de petróleo em 2021. Dado o crescimento econômico previsto no horizonte 2012-2021, observa-se um aumento da intensidade elétrica no ano de 2021, quando comparado ao ano de 2010, entretanto retomando o mesmo patamar do ano de 2000. A intensidade energética mantém o mesmo patamar nos anos de 2000 e 2010, conforme estimativa, com uma pequena redução em 2021.

Gráfico 2 - Evolução da Intensidade Energética e Elétrica da Economia



Fonte: EPE

Conforme (EPE, 2018) os dados do (BEM, 2018) mostram que o consumo de energia no setor industrial brasileiro é bastante diversificado, como apresentado na **Tabela 4**. A principal fonte de energia – a eletricidade, representa apenas 20,4% do consumo total de energia no uso final. São ainda relevantes, como fonte de energia para a indústria, o bagaço de cana, a lenha, o carvão mineral e os derivados de petróleo.

A unidade básica adotada na composição do Balanço Energético Nacional - BEN é a “tonelada equivalente de petróleo - Tep”, uma vez que a mesma:

aquecimento direto e calor de processo, esses dois usos finais representam cerca de 77% do consumo desse setor.

No setor industrial, o conceito de eficiência energética é recente. Antigamente indústrias e fábricas não tinham preocupação com esta questão pois a energia tinha um valor mais acessível, e não existia uma consciência em relação ao consumo (MENDES, 2014). Conforme Tassini (2012) a mudança deste comportamento se iniciou juntamente com a globalização, que mostrou a interdependência de fatores como o acesso à energia e a sua utilização, o desenvolvimento econômico, as preocupações ambientais, o combate à pobreza, o desenvolvimento de novas tecnologias, entre outros. No passado, estes fatores eram considerados, e por consequência, estudados, de maneira independente, diminuindo o impacto que podem causar na eficiência energética.

3.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Conforme Américo (2003) após vários anos de tramitação no Congresso Nacional, onde foi crucial a atuação do emérito professor Jamil Haddad, da Universidade Federal de Itajubá, viajando diversas vezes a Brasília para convencer deputados e senadores, a Lei de Eficiência Energética foi finalmente promulgada em 17 de outubro de 2001, na esteira do racionamento de energia.

A Lei decide estabelecer níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos que consomem energia, fabricados ou comercializados no país, portanto, vale para equipamentos nacionais e importados (MME, 2001).

De acordo com (MME, 2001) para regulamentar a lei, foi promulgado em 19 de dezembro de 2001 o Decreto 4.059, que, para tal tarefa, criou o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE, constituído dos Ministérios: Minas e Energia – MME, Ciência e Tecnologia – MCT e Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, as agências ANEEL e ANP, um representante de universidade e um cidadão brasileiro, ambos especialistas em energia.

Um ano após a sua constituição legal, o CGIEE fez aprovar o Decreto 4.508/2002, que regulamentou a eficiência energética dos “motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo”. Estes motores, constituem seguramente mais de 90% da energia motriz produzida por eletricidade na indústria nacional. É usado, também, nos setores residencial, público, comercial e agropecuário, em aplicações como bombas, sistemas de ventilação, refrigeração e

ar condicionado e máquinas diversas, chegando a representar um consumo de quase um terço da energia elétrica do país (BRASIL, 2001).

Tamanha é a importância da energia no desenvolvimento econômico e social de um país, que o Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL, foi criado em parceria do Ministério de Minas e Energia – MME através do Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural – CONPET com a ELETROBRÁS, visando promover a racionalização da geração e do consumo da energia elétrica para que se elimine o desperdício e se reduzam os custos e investimentos setoriais (PROCEL, 2015).

De acordo com a (EPE, 2007) vale destacar que, sob a perspectiva de um horizonte de longo prazo, a energia conservada devido a ações de eficiência energética tem papel importante no atendimento à demanda futura de energia pela sociedade brasileira. O Plano Nacional de Energia 2030, além de explicitar o papel da eficiência energética no planejamento energético nacional – destacando a sua importância – também apresenta pela primeira vez, em nível governamental e de forma integrada, a indicação de metas de eficiência energética ao longo prazo para o país. Como elemento provocador da discussão estratégica nessa área, o PNE 2030 também destaca a necessidade de se estabelecer um sistema integrado de informação sobre eficiência energética no Brasil, além da elaboração de novos estudos sobre o tema, em suas mais diversas esferas, governamental, agentes privados, academia e sociedade em geral.

Sola e Kovaleski (2004) estudaram alguns segmentos de indústria, incluindo produção de bebidas, questionando temas como conscientização para eficiência energética, gestão energética e políticas de uso de tecnologias energeticamente eficientes.

De acordo com Silva (2005) na indústria de bebidas para uma análise de sistemas de refrigeração em relação a sua utilização, condições de operação, conservação e manutenção, os seguintes pontos podem ser considerados:

- níveis de temperatura adotados para as câmaras frigoríficas, balcões e ilhas;
- tipo e nível de iluminação artificial adotado;
- local de instalação do espaço refrigerado, isto é, instalação próximo a fontes de calor e ou em locais sujeitos a incidência de raios solares;
- vedação das portas e cortinas;
- existência de termostato;
- existência de forçador de ar;
- inexistência de controle manual (interruptor) ou automatizado (batente da porta) da iluminação interna;

- formação de gelo junto ao evaporador e nas tubulações;
- falta de forçador de ar;
- condensador próximo a fontes de calor

Alguns destes itens acarretam em consumo excessivo de energia, sendo possível a quantificação deste consumo. Para a sua quantificação, são utilizados dados de entrada obtidos em campo e constantes. Alguns dos dados necessários são: tipos de isolamento da câmara e sua espessura; dimensões da câmara; exposição ou não da câmara à incidência direta de raios solares; e indicação se a superfície da mesma é de cor clara, escura ou média. Para permitir o funcionamento eficiente do sistema, os itens abordados devem ser verificados (SILVA, 2005).

Leite (2010) apresenta a eficiência energética em diversos segmentos industriais, mostrando os tipos de uso de energia e respectivos potenciais de ganho. Afirma também que existe uma excelente oportunidade para avançar nesta direção, aproveitando a experiência acumulada, os resultados dos estudos para construir estratégias de longo prazo que estimulem o mercado industrial de eficiência energética.

Levando-se em conta estimativas realizadas a partir do Balanço de Energia Útil – BEU, percebeu-se que a grande parcela do potencial técnico de eficiência energética no Brasil encontra-se nos setores: residencial, industrial e de transportes, que representaram juntos mais de 80% do consumo final energético do país em 2011. Partindo desse fato, esses setores são naturalmente elegíveis para uma abordagem mais detalhada da eficiência energética implícita na projeção da demanda de energia para o horizonte dos próximos 10 anos (EPE, 2012).

Conforme a (EPE, 2012) a título de ilustração, considerando-se os coeficientes técnicos publicados no Balanço de Energia Útil (BEU), é possível estimar considerando as tecnologias disponíveis no mercado a existência de um potencial técnico de eficiência energética de aproximadamente 8%. Embora este número não contemple análises de custo-benefício da implantação de medidas de eficiência energética, por si exhibe a contribuição que estas medidas podem aportar, reduzindo/postergando a necessidade de expansão da oferta de energia. Isto significa evitar a construção de determinadas unidades de geração elétrica, expansão da produção de combustíveis (de origem mineral ou renovável), menor grau de solicitação de serviços de recursos naturais (redução de consumo de água, de uso de solo etc.). Ou seja, a eficiência energética tem papel relevante no aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, de forma geral.

No âmbito industrial, com a difusão da importância da sustentabilidade dos sistemas energéticos e sobretudo com a elevação do preço da energia, emergiu a necessidade do uso racional da energia. Desde então a eficiência energética é tratada como um recurso energético adicional, mostrando maior economia do que outras alternativas disponíveis na maioria dos casos (ELEKTRO, 2012).

Para Geller (2003) o Brasil teve algum sucesso em aumentar a eficiência no uso da eletricidade, porém muitas indústrias ainda desperdiçam energia por causa de processos industriais ineficientes e equipamentos inadequados. Por exemplo, os motores usados no Brasil são ineficientes pelos padrões internacionais, assim como superdimensionados e mal operados em muitos casos.

Uma das principais características de sistemas e processos energéticos é a capacidade de Inter conversão, ou seja, uma forma energética pode ser convertida em outra, espontaneamente ou de maneira induzida, atendendo alguma necessidade específica (ELETROBRAS Educação, 2006).

De acordo com Mendes (2014), que em uma indústria de bebidas, o sistema de refrigeração é o principal consumidor de energia elétrica, pois sua função vai além da conservação do produto, estando, neste caso, presente em todo o processo.

Segundo Barbosa (2010) as cervejarias têm gasto anual médio superior a US\$ 200.000.000,00 (duzentos milhões de dólares) com consumo de energia. Estes custos são responsáveis de 3% a 8% do custo total de produção, o que torna a eficiência energética e a redução do consumo um importante recurso para redução no custo produtivo. As medidas de melhoria em eficiência, tanto para o setor de utilidades quanto para outros setores, serão vistas como uma boa oportunidade de redução de custos.

A refrigeração é o processo em que ocorre troca contínua de energia térmica entre dois corpos ou ambientes, considerando os processos em que as reduções de temperatura sejam inferiores a temperatura do ambiente. Os sistemas de refrigeração são utilizados principalmente para conservar produtos, viabilizar processos e climatizar ambientes de maneira a propiciar conforto. O calor é transferido do corpo mais quente para o mais frio, através de radiação, condução e/ou convecção, sendo os dois últimos predominantes em dispositivos de refrigeração (TASSINI, 2012).

Para Tassini (2012), o estudo da eficiência energética em uma indústria de bebidas, como uma cervejaria, por exemplo, prevê ações que podem ser aplicadas nas diversas áreas da empresa, não apenas no sistema de refrigeração, mas também no sistema de ar comprimido, bombeamento e uso de água, sistema de geração de vapor, cogeração, iluminação, entre outros.

De acordo com Sola e Kovaleski (2004) o setor industrial consome cerca de metade de toda a energia elétrica gerada no Brasil, sendo que grande parte deste setor produz bens que também consomem energia. Deste modo, devem ser criadas e acompanhadas, ações de eficiência energética com relação à programas de conscientização, gestão de energia e emprego de tecnologias energeticamente eficientes.

Sola e Kovaleski (2004) realizaram estudos em alguns segmentos da indústria, incluindo a produção de bebidas, através de questionamento de temas como a conscientização associada à eficiência energética, gestão de energia e a recente política de uso de equipamentos com tecnologias energeticamente eficientes, e afirmam que a cultura de eficiência energética nas indústrias, só é fixada com uma política eficiente e trabalho permanente.

No Brasil, existem diversas instituições que lidam com a questão da eficiência energética, como o Ministério de Minas e Energia (MME); a ELETROBRÁS, responsável pelo PROCEL; a PETROBRÁS, responsável pelo Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural (CONPET); a ANEEL, responsável pelo Programa de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras de Energia Elétrica (PEE); o INMENTRO, responsável pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem; entre outros (ELEKTRO, 2012).

Conforme Pereira (2009) dentro das empresas, em relação a energia elétrica, cada departamento pode ficar responsável por incluir medidas no plano de ação da organização industrial em questão, como por exemplo:

- Unificar o horário de almoço dos funcionários do setor, para que neste tempo, toda a iluminação, aparelhos de ar condicionado e monitores (no caso de setores administrativos) possam ser desligados;
- Individualizar ao máximo a iluminação do setor, de modo que seja possível acionar apenas as luminárias realmente necessárias para determinada atividade ou período do dia;
- Em setores de logística e materiais, armazéns e afins, verificar a real necessidade de iluminação, pois itens estocados não necessitam de iluminação;
- Instalar sensores de presença em locais onde não há fluxo constante de pessoas;
- Instalar sensores fotoelétricos em ambientes com iluminação noturna, para que ao amanhecer os mesmos desliguem a iluminação automaticamente;
- Criar cartazes, atividades e premiações relacionadas ao uso consciente da energia.

Por sua vez, o estímulo à autoprodução e à cogeração de energia elétrica por parte de

grandes consumidores industriais de energia também tende a ser viabilizado pela elevação do custo marginal de expansão. Essa iniciativa tem o apoio da FIESP, que em nota emitida em 10 de setembro de 2000 exorta seus associados a fazerem uso mais racional de energia e a realizarem projetos desse tipo.

Os países que mais crescem no mundo estão investindo fortemente em pesquisa e desenvolvimento voltados para a obtenção de produtos e processos inovadores. No Brasil, segundo a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – (PINTEC, 2003), entre os anos de 1998 - 2000 predominava a orientação de inovação apenas no processo, nos anos de 2001 -2003 as empresas adotaram a estratégia de inovar em produto e processo; aumentando de 11,3% para 14% a inovação nestes itens.

Com relação à inovação, o processo novo para o setor no Brasil caiu de 2,8% em 1998 - 2000 para 1,2% no período de 2001 - 2003. Por outro lado, o processo novo para a empresa subiu de 23,3% para 26%, respectivamente. Segundo a pesquisa: “o decréscimo das inovações para o mercado nacional aconteceu em todas as faixas de tamanho das empresas, o que sugere a influência do quadro macroeconômico nas escolhas de desenvolvimento tecnológico feitas no período 2001 - 2003”

O Sumário Executivo do Plano Decenal de Expansão 2003/12 (CCPE, 2002) corrige a projeção com os novos dados da economia, inclusive considerando os efeitos residuais do racionamento de 2001, mas não deixa claro quais seriam as metas de conservação de energia, embora a projeção de referência leve em consideração o aumento da eficiência no uso da energia.

De acordo com Lopes e Lisboa (2001) o PROCEL está desenvolvendo um amplo Projeto de Eficiência Energética, onde uma das atividades será a criação de um centro de referência em eficiência energética, com a estruturação e manutenção de um banco de dados sobre eficiência energética, incluindo a identificação do potencial de conservação de energia nos estados.

O PROCEL define o percentual de 11%²³ como meta de conservação de energia elétrica no uso final até 2015, em função do aumento da eficiência energética nos aparelhos elétricos utilizados. O Plano Decenal 2001 - 2010, apresenta resultados mais modestos, como mostra a **Tabela 6** a seguir.

Tabela 6 - Metas do PROCEL

ANO	Conservação (GWh/ano)	Mercadoria 1* (GWh/ano)	%
1999	6.776		
2000	8.591	333.500	2,6
2001	10.587	350.600	3
2002	12.783	367.815	3,5
2003	15.199	385.875	3,9
2004	17.856	404.823	4,4
2005	20.780	424.700	4,9
2006	21.819	445.169	4,9
2007	22.910	466.625	4,9
2008	24.055	489.116	4,9
2009	25.258	512.690	4,9
2010	26.521	537.400	4,9

* Mercado I representa a Tendência Histórica Recente

Fonte: Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos - CCPE

Para o setor industrial, na publicação de 1994, foi considerado o resultado de cerca de 1.200 auditorias na área industrial, que apontou um potencial de 8 a 15% de redução de consumo (GELLER, 1994, p. 56). As principais recomendações incluíam:

- a. Medidas de baixo custo:** Assim consideradas as com retorno médio de dois anos, embora de aplicação duvidosa. Destacam-se:
- **O uso de lâmpadas ou luminárias mais eficientes:** No entanto, raramente esta medida tem retorno abaixo de dois anos, mormente na indústria, onde o custo da energia é mais baixo;
 - **A substituição de motores superdimensionados:** Uma das medidas mais comuns – cerca de 35% dos motores operavam com carregamento 24 abaixo de 60%, o que reduzia bastante sua eficiência. Não se cogita, estranhamente, de, ao substituir, o fazer por motor de alto rendimento;
 - **A substituição de linhas sobrecarregadas:** Esta medida se justifica pelo aspecto da segurança, dificilmente sendo viável apenas pela economia de energia;
 - **O ajuste ou a substituição de transformadores sobrecarregados:** Provavelmente o termo correto seja subcarregado, situação mais comum na indústria. Em quaisquer das situações, também uma medida, em geral, não viável economicamente;

- **A correção do fator de potência baixo:** Não representa economia de energia ativa significativa, embora economicamente viável, com retorno, em geral, abaixo de um ano.
 - **A correção da corrente irregular em diferentes fases:** Isto é devido, à diferença da reatância indutiva para circuitos com cabos unipolares, cuja correção, em circuitos com longo tempo de instalação, não é trivial, embora cause perdas significativas;
 - **A redução dos picos de carga:** Esta medida tem mais efeito na redução da demanda, mas não economiza energia propriamente;
 - **O fornecimento de sistemas adequados de proteção:** Medida de segurança.
 - **O aperfeiçoamento dos sistemas de transmissão entre motores e os equipamentos acionados.**
- b. Motores eficientes:** À época do primeiro estudo de (GELLER), no final da década de 80, os motores de alto rendimento tinham sido lançados há pouco tempo. Os cálculos realizados indicavam um potencial de economia de 3% da eletricidade consumida no setor industrial (base de 1988), com uma suposição que os motores trifásicos abaixo de 200 cv seriam responsáveis por 80% do consumo do setor (o que parece razoável já que, apesar de muito consumirem, os motores acima de 100 cv representam 1,1% do total de motores trifásicos de indução, vendidos no Brasil. Em (GELLER, 2003) ele fala em economia de 2 a 8%, dependendo do tamanho do motor, apenas com o estabelecimento de padrão de eficiência;
- c. Controle de velocidade em motores:** Embora reconhecendo a dificuldade da estimativa, chegou-se a cerca de 8% do consumo industrial.
- d. Fornos e caldeiras elétricas:** Com grande incerteza, estimou-se em 10% a redução de energia possível.
- e. Iluminação:** O potencial estimado foi de 50%.
- f. Processo eletrolítico:** O setor de alumínio estimou uma redução possível de 6,5%, e o setor de soda-cloro estava fazendo bastante progressos.
- g. Cogeração:** A utilização conjunta de calor e geração de eletricidade pode levar a uma economia global de energia, além do aproveitamento de resíduos do processo, como bagaço de cana. No entretanto, não é uma economia de eletricidade.

Há algumas medidas que não foram consideradas, como, por exemplo, aquelas propiciadas por um gerenciamento de energia, com ações conhecidas como “*monitoring and targeting*” (monitoramento e segmentação). Estas ações consistem em instalar vários pontos de

medição na fábrica, de modo que os consumos individuais de um setor, ou até de uma máquina, possam ser monitorados. Então são Estabelecido, índices de consumos específicos em kWh/kg ou peças produzidas que possam ser reduzidos mês a mês, através da repetição de ações e hábitos de uso mais eficientes. Obtendo-se, assim, economias de 5 a 10%. De fato, apenas o consumo individual como objeto de medição já propicia sua diminuição (GELLER, 2003).

Geller (2003) avalia que a adoção de metas de redução de índices de intensidade energética, aprimorando práticas de gestão e operação, usando melhores equipamentos como motores de alto rendimento e variadores de velocidade, podem reduzir em 30% ou mais o uso da energia em um amplo espectro de indústrias que utilizam energia intensivamente.

O PROCEL participa, direta ou indiretamente, de quase todas as ações de eficiência energética em eletricidade. Além disso, como salienta Geller (2003) contribuiu para o desenvolvimento de várias novas tecnologias, como limitadores de demanda, controladores de iluminação, reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes e aquecedores solares; apoiou o desenvolvimento da indústria e treinou gerentes de energia e outros profissionais; reduziu o risco de racionamento de energia elétrica, embora não o suficiente para evitar o racionamento de 2001.

Geller (2003) resume a atuação do PROCEL como a típica demonstração de que um programa nacional de eficiência energética pode ter sucesso quando fortemente apoiado e financiado pelo Governo, trabalha em colaboração com o setor privado e outras instituições e objetiva tanto o desenvolvimento tecnológico quanto do mercado, mas mostra também a importância e a dificuldade de se manter um programa governamental de eficiência energética a longo prazo.

Segundo a (COPEL, 2005) os tipos de motores elétricos mais utilizados pelas indústrias são os trifásicos e os monofásicos de indução, os síncronos e os de corrente contínua. Existem milhares desses motores em operação, com potências nominais que variam de valores inferiores a 1 kW até centenas de kW. A participação dos motores elétricos no consumo industrial no Brasil é expressiva, exigindo atenção especial em qualquer programa de conservação de energia elétrica. Dos diversos tipos de motores mencionados acima, os trifásicos de indução são os mais significativos, quer em número, quer em consumo de energia.

A forma tecnicamente mais adequada de correção do fator de potência de um motor é a instalação de capacitores nos seus terminais. Para casos em que o capacitor tenha de ser manobrado pela mesma chave do motor, a potência capacitiva (KVAR) a ser instalada não deve exceder à potência solicitada pelo motor em vazio, a fim de evitar eventuais inconveniências de sobre tensão após a abertura da chave (COPEL, 2005).

De acordo com a (COPEL, 2005) fator de potência (FP) é um índice que merece uma atenção especial. Alguns aparelhos elétricos, como os motores, em um determinado período de tempo, além de consumirem energia ativa solicitam também energia reativa necessária para criar o fluxo magnético que o seu funcionamento exige. Com a relação entre estes dois valores determina-se o fator de potência médio indutivo (FP) num determinado período. Quando o fator de potência é baixo, surge uma série de inconvenientes elétricos para a indústria e para a concessionária. Em razão disto, a legislação do setor elétrico prevê a cobrança de um ajuste devido ao baixo fator de potência para aquelas unidades consumidoras que apresentam este fator inferior a 0,92. Quando o fator de potência é inferior a 0,92, o total desembolsado por sua empresa a título de ajuste do baixo fator de potência se constituirá em um potencial de economia que poderá ser obtido com a adoção de algumas medidas bastante simples.

A (COPEL, 2005) aponta alguns fatores relevantes que podem ser os responsáveis pelo baixo fator de potência, como segue:

- **Motores operando em vazio:** Os motores elétricos consomem praticamente a mesma quantidade de energia reativa necessária à manutenção do campo magnético, quando operando a vazio ou a plena carga. Entretanto, o mesmo não acontece com a energia ativa, que é diretamente proporcional à carga mecânica solicitada no eixo do motor. Assim, quanto menor a carga mecânica solicitada, menor energia ativa consumida, conseqüentemente, menor o fator de potência;
- **Motores super dimensionados:** Este é um caso particular do anterior, cujas conseqüências são análogas. Geralmente os motores são super dimensionados, apresentando um potencial de conservação de energia. É muito comum o costume de substituição de um motor por outro de maior potência, principalmente nos casos de manutenção para reparos que, por acomodação, a substituição transitória passa a ser permanente, não se levando em conta que um super dimensionamento provocará baixo fator de potência;
- **Transformadores operando em vazio ou com pequenas cargas:** Analogamente aos motores, os transformadores, operando em vazio ou com pequenas cargas, consomem uma quantidade de energia reativa relativamente grande, quando comparada com as energias ativas, provocando um baixo fator de potência;
- **Transformadores super dimensionados:** É um caso particular do anterior onde transformador de grande potência são utilizados para alimentar, durante longos períodos, pequenas cargas;

- **Nível de tensão acima da nominal:** Tensão superior à nominal, quando aplicada aos motores de indução, há o aumento do consumo de energia reativa e, portanto, diminui o fator de potência;
- **Lâmpadas de descarga:** As lâmpadas de descarga (vapor de mercúrio, vapor de sódio, fluorescentes, etc.) para funcionarem necessitam do auxílio de um reator. Os reatores, como os motores e os transformadores, possuem bobinas ou enrolamentos que consomem energias reativas, contribuindo para a redução do fator de potência das instalações. A utilização de reatores de alto fator de potência pode contornar, em parte, o problema de baixo fator de potência da instalação.
- **Grande quantidade de motores de pequena potência:** A grande quantidade de motores de pequena potência provoca baixo fator de potência, uma vez que o correto dimensionamento desses motores às máquinas a eles acopladas é dificultoso, ocorrendo frequentemente o super dimensionamento dos mesmos.

Ainda para a (COPEL, 2005), a instalação operando com baixo fator de potência apresenta os seguintes inconvenientes:

- Incremento das perdas de potência;
- Flutuações de tensão, que podem ocasionar a queima de motores;
- Sobrecarga da instalação, danificando-a ou gerando desgaste prematuro;
- Aumento do desgaste nos dispositivos de proteção e manobra da instalação elétrica;
- Aumento do investimento em condutores e equipamentos elétricos sujeitos a limitação térmica de corrente;
- Saturação da capacidade dos equipamentos, impedindo a ligação de novas cargas;
- Dificuldade de regulação do sistema.

Para correção do fator de potência é preciso critério e experiência para efetuar uma adequada correção, lembrando que cada caso deve ser bem estudado e que soluções simples e imediatas podem não ser as mais convenientes e totalmente eficazes. De modo geral, quando se pretende corrigir o fator de potência de uma instalação surge o problema preliminar de se determinar qual o melhor método a ser adotado. Independentemente do método a ser adotado, tem-se que garantir um fator de potência igual a 0,92 conforme resolução da ANEEL. Segundo a (COPEL, 2005), a correção efetuada até o valor de 0,95 é considerada suficiente por garantir uma margem de segurança para no mínimo atender o fator de potência 0,92, diante de alguns métodos de correção.

A seguir abordaremos os métodos utilizados na prática e que poderão servir como modelo para a orientação de cada caso específico (COPEL, 2005).

As primeiras medidas que se deve aplicar para correção de baixo fator de potência são aquelas relacionadas as condições operacionais e características dos equipamentos, observadas nas descrições das principais causas de sua ocorrência. A correção do fator de potência através de capacitores estáticos constitui a solução mais prática em geral adotada. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados, para que os capacitores não sejam usados indiscriminadamente.

De acordo com a (COPEL, 2005) os capacitores podem, em princípio, ser instalados em quatro pontos distintos do sistema elétrico, a seguir:

- a) **Junto às grandes cargas indutivas (motores, transformadores, etc.):** Uma das vantagens dessa opção é que este tipo de instalação alivia todo o sistema elétrico, pois a corrente reativa vai do capacitor às cargas sem circular pelo transformador, barramentos, circuito alimentador, etc. Sendo ambos, capacitor e carga, os elementos comandados pela mesma chave, não se apresenta o risco de haver, em certas horas, excesso ou falta de potência reativa, além do que, obtém-se uma redução no custo da instalação pelo fato de não ser necessário um dispositivo de comando e proteção em separado para o capacitor.
- b) **No barramento geral de Baixa-Tensão – BT:** A vantagem dessa ligação é que se pode obter apreciável economia, usufruindo a diversidade de demanda entre os circuitos alimentadores, uma vez que a potência reativa solicitada pelo conjunto da instalação é menor que a soma das potências reativas de todo o conjunto. Neste tipo de ligação de capacitores, haverá necessidade de ser instalada uma chave que permite desligá-los quando o consumidor finda suas atividades diárias. Não havendo esta chave, poderá ocorrer sobre tensões indesejáveis que, provavelmente, causarão danos as instalações elétricas.
- c) **Na extremidade dos circuitos alimentadores:** Representa uma solução intermediária entre as localizações (A) e (B). Este método aproveita a diversidade entre as cargas supridas, embora o investimento seja superior ao da alternativa anterior. Por outro lado, fica aliviado também o circuito alimentador. É utilizada, geralmente, quando o alimentador supre uma grande quantidade de cargas pequenas, onde é conveniente a compensação individual;
- d) **Na entrada de energia em Alta-Tensão – AT:** Não é muito usual a instalação do lado da alta tensão. Tal localização não alivia nem mesmo os transformadores, e exige dispositivos de comando e proteção aos capacitores com isolamento para tensão primária, embora o preço por VAr dos capacitores seja menor para maiores tensões. Neste caso a diversidade da

demanda entre as subestações pode redundar em economia na quantidade de capacitores a instalar.

Para cada situação deve ser estudada qual a melhor alternativa. Em geral, no caso de motores, a opção é instalar o capacitor próximo da carga.

Geralmente a iluminação participa com uma pequena parte do consumo de energia elétrica nas indústrias, porém existem grandes possibilidades para obter uma redução de consumo de energia. A seguir, estão apresentados alguns conceitos e informações que ajudarão na conservação de energia elétrica.

Conforme a (COPEL, 2005) o bom desempenho de um sistema de iluminação depende de cuidados que se iniciam no projeto elétrico, envolvendo informações sobre luminárias, perfil de utilização, tipo de atividade a ser exercida no local e outras. É recomendável que os novos projetos de iluminação considerem os seguintes pontos para obtenção de maior eficiência:

- Máximo aproveitamento da luz natural;
- Determinação de áreas efetivas de utilização;
- Nível de iluminação adequado ao trabalho, solicitado conforme recomenda a Norma Brasileira NBR-5413 luminância de Interiores;
- Circuitos independentes para utilização de iluminação parcial e por setores;
- Iluminação localizada e pontos especiais como: máquinas operatrizes, pranchetas de desenho, etc.;
- Sistemas que permitam desviar o calor gerado pela iluminação para fora do ambiente, visando reduzir a carga térmica dos condicionadores de ar;
- Seleção cuidadosa de lâmpadas e luminárias, buscando conforto visual com mínima carga térmica ambiental;
- Utilização de luminárias espelhadas, também chamadas de alta eficiência;
- Seleção cuidadosa dos reatores buscando a redução das perdas e fator de potência mais alto;
- Utilização de relés fotoelétricos para controlar o número de lâmpadas acesas, em função da luz natural no local.

A mais convincente vantagem da eficiência energética é a de que ela é quase sempre mais barata que a produção de energia. É claro que o investimento em tecnologia eficiente para vários usos-finais requererá também maiores gastos de capital e que sistemas e equipamentos eficientes são, geralmente, mais caros que as tecnologias que substituem. Entretanto, o custo de conservar 1KW/h é, de modo geral, mais barato que sua produção. Além disso, em muitas

aplicações, o custo da eficiência energética corresponde a apenas uma pequena parcela dos custos da produção de energia. Tradicionalmente, esses custos são contabilizados por agentes diferentes, sendo ora debitados ao consumidor, à companhia de energia ou ao próprio governo (ELETROBRAS, 1998).

Investimentos em eficiência energética tendem a ser incrementais e modulares, com pequeno prazo de retorno, possibilitando a implementação de medidas que representem economia de energia e de recursos em período inferior ao de construção de uma usina. Entretanto, uma barreira à implantação de medidas de eficiência energética é a dificuldade de acesso a financiamentos, em relação aos empreendimentos de energia convencional. Tal constatação é reforçada pelo fato de ações de eficiência energética poderem ser feitas no lado da oferta de energia como também no lado do seu uso final. A maioria dos agentes, usuários de eletricidade, nem sempre têm capacidade financeira para arcar com o investimento necessário nem tampouco conseguem atender aos requisitos mínimos requeridos para obtenção de financiamentos bancários, como a garantia por exemplo (ELETROBRÁS, 1998)

4 EXEMPLOS DA APLICAÇÃO

Atualmente no processo de se obter uma maior eficiência energética no processo produtivo ou qualquer segmento que utiliza a energia elétrica, deve se verificar os aspectos econômicos envolvidos na racionalização do uso de energia, com isso deve-se destacar a valorização da imagem e a visão estratégica das empresas que é o principal instrumento para o combate ao uso irracional e ao desperdício.

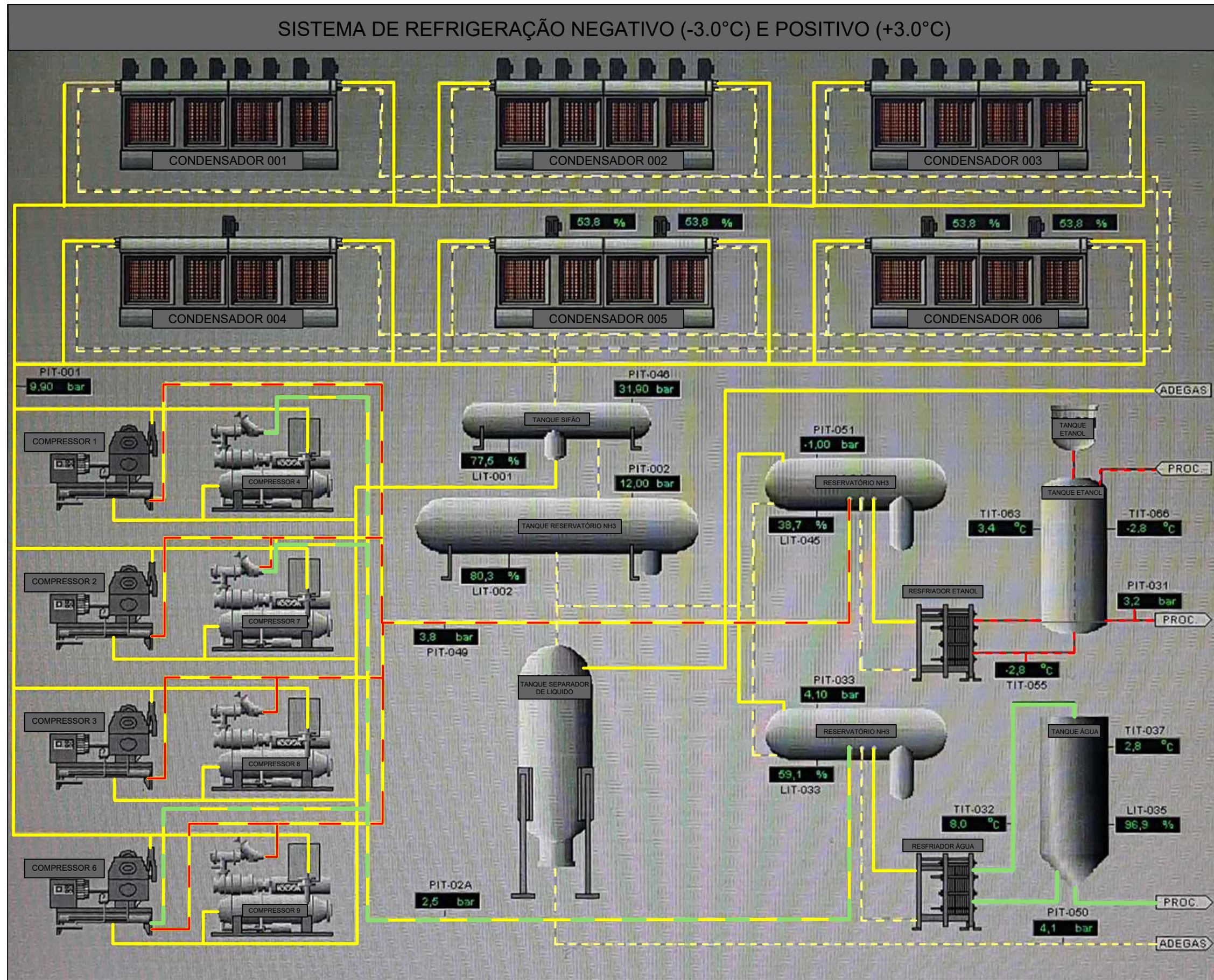
A eficiência energética, atualmente atrelada às questões ambientais e com a difusão de informações, do conhecimento aplicado e novas tecnologias é um tema que vem ganhando cada vez mais espaço (MESQUITA, 2009). Eficiência energética significa reduzir o consumo e custos, sem perder, em nenhum momento, a qualidade e eficiência dos serviços (PROCEL, 2012).

Sistemas de refrigeração são utilizados com o objetivo de viabilizar processos, processar e conservar produtos. Devido à proporção que os componentes do sistema de refrigeração representam no consumo de energia elétrica, a sua eficiência energética é cada vez mais relevante (TASSINI, 2012).

As ferramentas e metodologias de sistemas de refrigeração atualmente são restritas, com isso, a identificação de oportunidades para reduzir o consumo de energia elétrica se mostrará por meio de parâmetros dos componentes do sistema de refrigeração, de forma a diagnosticar as causas de ineficiência do sistema e identificar oportunidades para melhoria do mesmo.

Segundo Shehata (2009) as ações para melhoria na eficiência e otimização de um sistema de refrigeração industrial devem avaliar o sistema de refrigeração, estes variam bastante, assim como os agentes refrigerantes. Porém, os princípios básicos continuam sendo: a compressão, liquefação e expansão de um gás em um sistema fechado, desde a sua geração, na sala de máquinas, envolvendo o sistema de distribuição que compreende o sistema de bombeamento e, por fim, o consumo nos trocadores de calor de processo.

Acompanhe a ilustração do Sistema de Refrigeração na Figura 2:

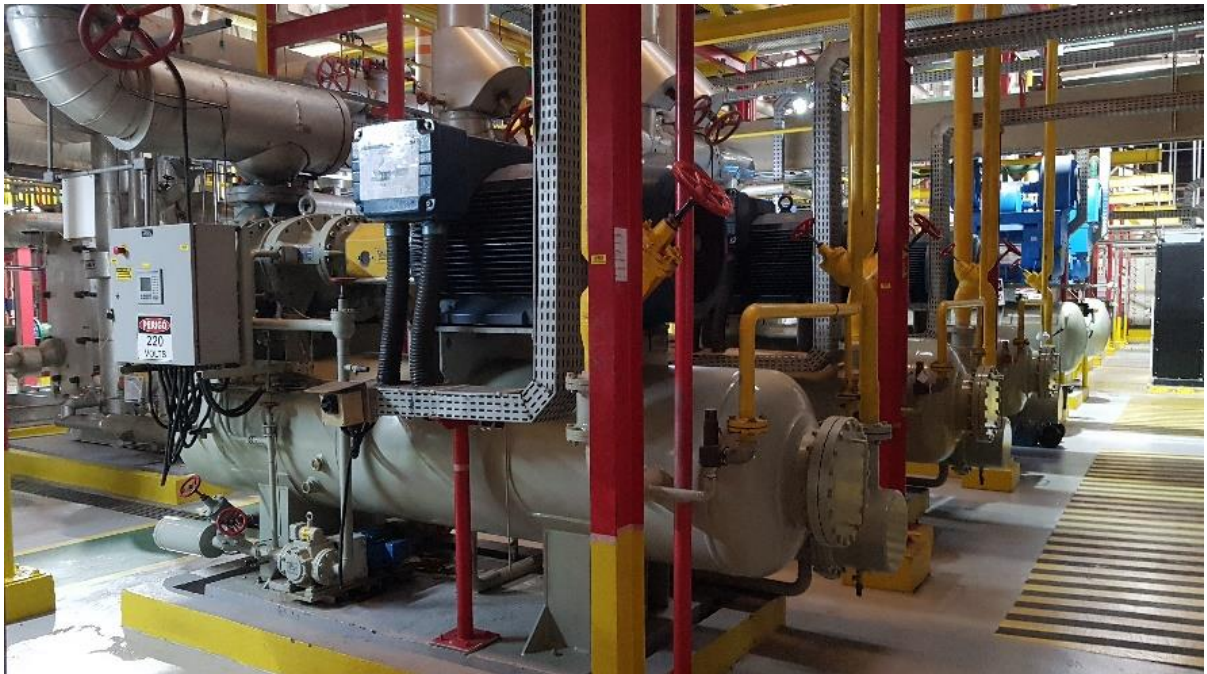


AMÔNIA LÍQUIDA — — — — —
 AMÔNIA GÁS — — — — —
 SISTEMA DE ÁGUA — — — — —
 SISTEMA DE ETANOL — — — — —

De uma forma simplificada, o sistema de Refrigeração – apresentado na Figura 2, é compreendido pelos seguintes equipamentos:

Compressores: O sistema de compressores (Figura 3) é composto por 08 (oito) compressores sendo 02 (dois) VMY modelo 347M capacidade 1420000Kcal/h acionado por *soft starter*, 02 (dois) MYCON modelo 250VSD na condição de trabalho de -1°C a $3,5^{\circ}\text{C}$ e capacidade de 1.050.000Kcal/h, com um sendo acionado por *soft starter* e o outro por inversor de frequência e 04 (quatro) compressores MYCON modelo N250 – VSO-TS na condição de -4°C a 0°C e capacidade de 1.050.000Kcal/h com acionamento por inversor de frequência.

Figura 3 - Compressores



Fonte: Edson da Silva

Condensadores: O sistema de condensação (Figura 4) é composto por 06 (seis) condensadores evaporativos da Marca EVAPCO tipo SLC 1032. A capacidade de 1947020 kcal/h. Todo o sistema conta com uma estação meteorológica que controla a temperatura de Bulbo Úmido de 26°C e temperatura de condensação 35°C .

Figura 4 - Condensadores



Fonte: Edson da Silva

Trocadores de Calor: (Figura 5) Consiste geralmente de uma série de tubos, as serpentinas, que se encontram no interior do ambiente a ser resfriado. A amônia sob forma líquida evapora-se nesses tubos, retirando calor do ambiente na passagem ao estado gasoso. Sob a forma gasosa, volta ao condensador pelo compressor, fechando assim o ciclo.

Figura 5 - Trocadores de Calor



Fonte: Edson da Silva

Os reservatórios de Amônia Anidra, chamados Tanque Reservatório (Figura 6), podem ser esferas não refrigeradas ou cilindros estacionários, e ambos devem possuir pressão de 15 kgf/cm² aproximadamente. O tanque de armazenamento de amônia em estado líquido é uma estrutura composta de dois tanques, onde o interno armazena o líquido e o externo é isolante térmico.

Seu formato cilíndrico horizontal com tampos toriesféricos, fabricado, soldado e testado de acordo com os requerimentos da norma ASME-SEÇÃO VIII - Divisão I para vasos de pressão não sujeitos à chama, com aplicações da NBR 13.598. Construído com casco e tampos em aço carbono ASTM-A 516-Gr 60 e conexões em tubos ASTM-A 106-GrB sem costura, parede SCH-40.

Figura 6 - Tanque Reservatório



Fonte: Edson da Silva

Como pode ser observado através da Figura 2, os sistemas de refrigeração são dotados de equipamentos destinados aos processos industriais.

Estes equipamentos são projetados de acordo com os sistemas nominais ou de projeto (pressão, vazão e temperatura) conforme padrões operacionais. Estes padrões podem ser ajustados para que os equipamentos sejam mais eficientes. Para esta eficiência ocorrer de forma segura deve-se apurar os dados reais, através de medições instantâneas para se obter as condições e oportunidades levantadas para uma eficiência do sistema.

Nas tabelas: 07 e 08, a seguir, pode-se observar as medidas que podem ser adotadas e os benefícios que as mesmas trarão.

Tabela 7 - Oportunidades Refrigeração e Processo

Oportunidades Refrigeração

Adotar a drenagem de ar e gases não condensáveis do interior do sistema	O ar é um gás não condensável, a pressão e a temperatura de condensação aumentam, reduzindo a capacidade e aumentando o consumo de energia
Eliminar vazamentos do sistema de condensação	Redução no consumo de água tratada
Automatizar controle de rotação dos condensadores.	Redução do consumo de energia, evitando que o sistema de condensação opere sem necessidade A maneira de controlar a pressão de condensação é por meio do uso de inversores de frequência
Inter travamento o sistema entre o ventilador, compressor e bombas	Redução de energia e modulação do sistema de modo unificado

Oportunidades Processo

Isolar de forma eficiente as tubulações e tanques	Reduz a absorção de calor nas linhas de envio e circulação do sistema
Eliminação por vazamento de fluido refrigerante	Minimiza os níveis de pressão do sistema. Ponto de vibrações, próximo a compressores.
Troca periódica os filtros do sistema de óleo	Reduz a perde de pressão no sistema de óleo

Tabela 8 - Oportunidade de Motores Elétricos

Oportunidade Motores Elétricos			
Kw	CV	Padrão %	Alto Rendimento %
4	5	83,3	89,5
5,5	7,5	85,2	91,7
7,5	10	86	91,7
11	15	86,3	92,4
15	20	88,3	93
22	30	89,5	93,6
30	40	90,3	94,1
37	50	91	94,5
45	60	91,7	95
55	75	91,6	95,4
75	100	92,1	95,4

O sistema de frio é bem complexo no primeiro momento, mas após conhecer seu funcionamento o sistema se mostra simples. Para se ter um sistema bem dimensionado, existem vários parâmetros que devem estar bem verificados ou calibrados dependendo de sua funcionalidade.

Basicamente o sistema é contemplado por três equipamentos principais: o compressor, o condensador e o trocador de calor ou evaporador como normalmente é chamado, e os demais equipamentos servem para que o sistema tenha fluxo.

O compressor é peça importante em um sistema de frio, deve estar em boas condições, suas pressões de sucção e descarga devem sempre estar dentro do *set-point* do sistema, assim como a temperatura do óleo que deve estar sempre dentro do *set-point* estipulado.

Já o condensador é responsável pela condensação do fluido, onde o compressor descarrega, no sistema, com uma pressão mais baixa, seu funcionamento se concentra na diminuição da temperatura através de ventiladores e jatos de água direcionados sobre as serpentinas fazendo com que o fluido se torne líquido e retorne ao sistema novamente.

O trocador de calor é o equipamento que irá fornecer o fluido do sistema a ser utilizado dentro de um processo industrial que sendo conhecido neste momento como sistema negativo e sistema positivo. Para se obter um sistema negativo ou positivo deve se usar basicamente os mesmos equipamentos, porém os níveis de pressão e a temperatura serão diretamente diferentes devido sua necessidade dentro do processo.

Para o sistema negativo se usa uma concentração de água e etanol a uma concentração de 25% de etanol, já para o sistema positivo se usa apenas água na temperatura ambiente. Para o sistema negativo e positivo, o fluido refrigerante para este processo é o R717 (amônia).

Amônia (NH₃) para sistemas de refrigeração é muito eficaz, além de ser menos nociva ao meio ambiente diferente dos fluorcarbonetos, isso não é surpresa, já que o refrigerante natural, foi usado pela primeira vez por Carl von Linde em 1870 para refrigerar cervejas. A amônia tem uma boa capacidade de resfriamento volumétrico e é um agente refrigerante muito eficaz em razão de um calor de vaporização da ordem de 1368 kJ/kg.

Figura 7 – Amônia no Sistema de Refrigeração

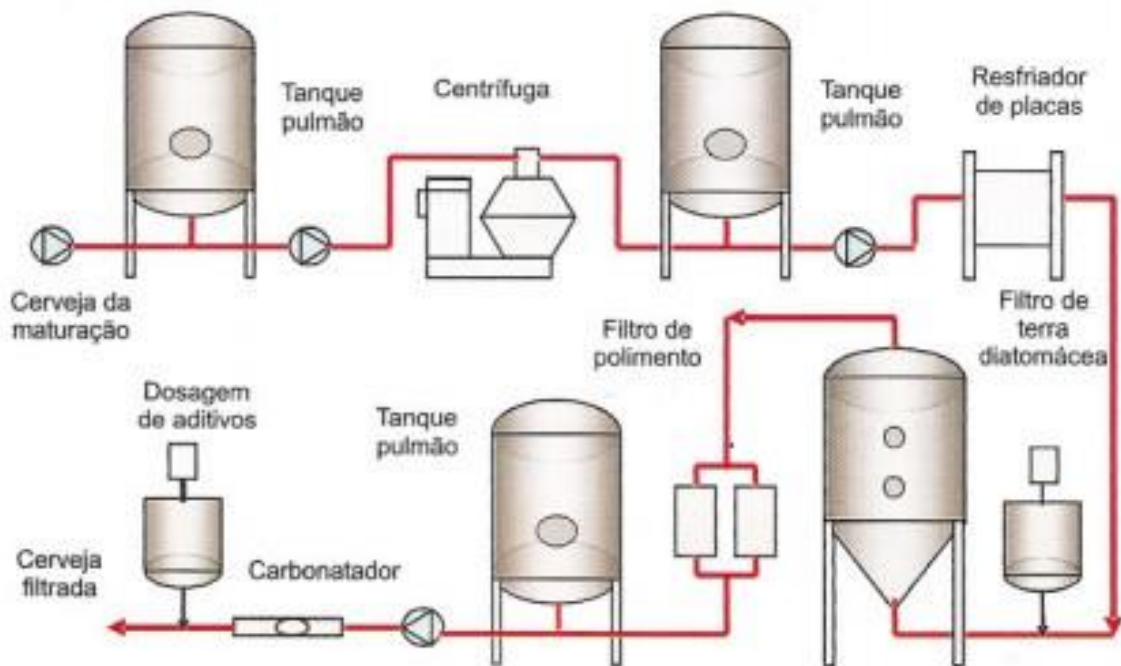
AMÔNIA NOS SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO: RESUMO DOS NÚMEROS MAIS IMPORTANTES	
Massa molar	17,03 kg/kmol
Ponto de ebulição	-33,3 °C
Estado físico em condições normais	gasoso, liquefaz sob pressão (8,6 bar a 20 °C)
Limite inferior de explosividade*	15 vol. % (ou 108.000 mg/m ³)
Limite superior de explosividade* *a 20 °C e 1,013 bar	30,2 vol. % (ou 240.000 mg/m ³)
Temperatura de ignição	650 °C
Limite de detecção	5 ppm 3,5 mg/m ³ (0,02 a 70 ppm)
Sintomas de intoxicação	2.500 ppm 1.750 mg/m ³
Concentração fatal	5.000 ppm 3.500 mg/m ³

Fonte: www.euroammon.com; www.vfdb.de; informativo vfdb para operações de combate a incêndio em caso de perigos devidos à presença de amônia

Para se obter a temperatura de processo no sistema negativo que é utilizado tanto em vários processos dentro da indústria de bebidas, como na área de filtração com sua principal função de baixar a temperatura do líquido a ser filtrado.

Filtração: Antes do início da filtração, a temperatura da cerveja deve ser reduzida a temperaturas de $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Figura 8 - Processo



Fonte: Cervejaria Dortmund (2017) – adaptado por Edson da Silva

Com a mesma funcionalidade o sistema positivo é utilizado no resfriamento do mosto onde ocorre a maior delta de troca calorífica. O mosto antes de ser acomodado no tanque fermentador passa de uma temperatura entre 80°C a 90°C para um resfriamento de 9°C a 10°C , neste processo com o aquecimento absorvido pela água chegando a uma temperatura de $\pm 75^{\circ}\text{C}$ que é utilizada para o cozimento.

Nestes dois processos tanto para o negativo quanto para o positivo pode-se considerar um circuito fechado para o sistema de refrigeração, pois após todo este processo a principal área de geração de frio se torna um dos vilões no consumo de energia elétrica é neste contexto que será mostrado o que fazer e o que não fazer para se tornar um sistema eficiente no consumo de energia elétrica.

Inicialmente para se ter um bom sistema é necessário entender as condições de cada equipamento, eficiência, parâmetros e capacidade.

Na parte de compressores deve-se utilizar equipamentos que tenham inversor de frequência como mestres e os que são acionados por *soft starter* como escravos para se obter um bom desempenho e eficiência. Outra medida que se pode adotar é a verificação do rendimento do motor, pois quando se usa motores com baixo rendimento gera um gasto maior de energia elétrica. Além dessas opções se tem todo um sistema de manutenção que também é capaz de garantir que o conjunto se torne mais eficiente. Hoje com todos os equipamentos sofisticados e capazes de obter uma relação mais eficiente, é possível reduzir o consumo de energia elétrica, com uma boa área técnica e um operacional bem treinado.

Na área onde estão os resfriadores, os maiores índices de eficiência é quando o equipamento trabalha dentro de parâmetros estabelecidos, placas dimensionadas conforme fluido a ser refrigerado e em especial deve haver um plano de manutenção em regime ON/OFF para atender aos índices de troca térmica do fluido. Outro ponto bem importante é o sistema de drenagem de óleo que o fluido refrigerante arrasta pelo sistema se acumulando na parte inferior das placas, tornando-se assim isolante entre as partes, causando a ineficiência do trocador.

No sistema de refrigeração os equipamentos que mais trazem retorno no quesito eficiência energética são os condensadores evaporativos, são equipamentos que dentro de um sistema mal dimensionado ou ineficiente acaba por duplicar o consumo dos sistemas ligados ao sistema de frio.

Por isso um bom dimensionamento dos motores, compressores conectados a inversores, resfriadores com troca térmica eficiente, faz com que os condensadores trabalhem melhor e com eles todo o sistema se torna mais eficiente energeticamente, pelo motivo que a carga do compressor diminui a ponto de sua capacidade de modulação ficar estabilizada.

Alguns instrumentos como a estação meteorológica que trabalha com o Bulbo Úmido na faixa de 24°C a 35°C, é usada para que os valores de condensação do gás sejam eficientes ao ponto de baixar o consumo de energia nos sistemas de refrigeração.

Figura 9 - Bulbo Úmido



Fonte: Edson da Silva

A capacidade de condensação depende diretamente da temperatura do Bulbo Úmido que ajustando adequadamente pode otimizar a temperatura da água condensada e de pressão de descarga.

Para se ter um conhecimento mais real de um sistema de refrigeração alguns *set-point* de operação, tanto para um sistema negativo quanto para um sistema positivo serão exemplificados a seguir.

Tabela 9 - Nível de Água / Etanol

Controle por nível do Tanque (etanol/água)			
Sistema verão		Sistema inverno	
% do TQ	Carga compressor	% do TQ	Carga compressor
0 a 70	100	0 a 60	90
71 a 80	90	61 a 70	80
81 a 90	80	71 a 80	60
91 a 100	50	81 a 100	50

Tabela 10 - Set-point de Sistema de Refrigeração

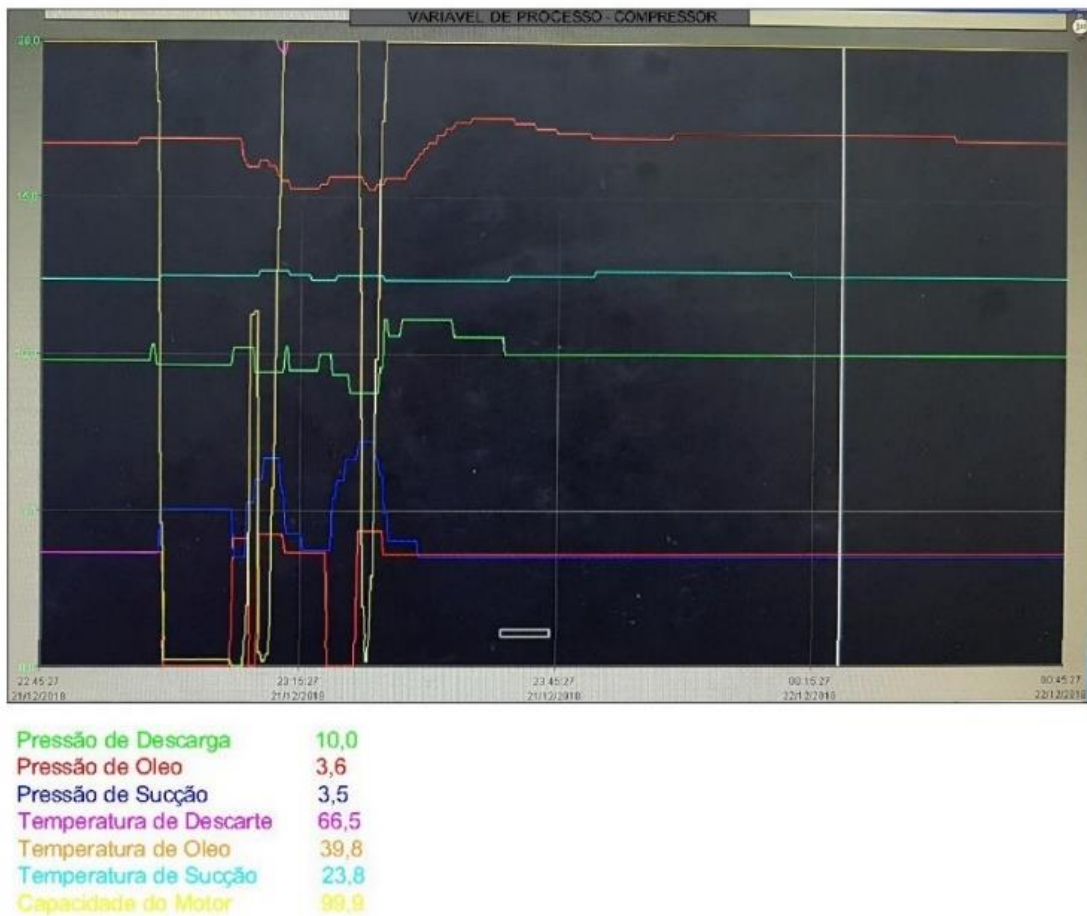
Set-point de Sistema de Refrigeração							
-Água				Etanol			
Temp. Baixa	Temp. Alta	Nível Baixo	Nível Alto	Temp. Baixa	Temp. Alta	Nível Baixo	Nível Alto
2,8°	4,0°	50%	98%	(- 3,0°)	(- 4,0°)	80%	99%

Dentro deste conjunto obtém-se várias formas de controle e um bem importante para o sistema de refrigeração é o controle regulatório. Este controle pode ser usado em diversos níveis, desde um simples controle lógico de um equipamento, passando pela regulação de um sistema complexo de um processo.

Para este exemplo é utilizado o sistema regulatório onde todo controle é responsável por verificar todos os tipos de variáveis, utilizando os recursos mais básicos para se controlar as variáveis como, pressão, temperatura, nível e vazão do sistema.

Abaixo o gráfico de tendência do sistema do compressor, em níveis de operação na condição ruim passando por uma redução de variáveis até o controle ficar melhorado e assumindo um novo set-point com suas variáveis operando mais próximo do limite. Este quadro indica que algo está errado, então os gráficos são gerados com o intuito de consertar, neste exemplo, o sistema do compressor está operando no modo automático.

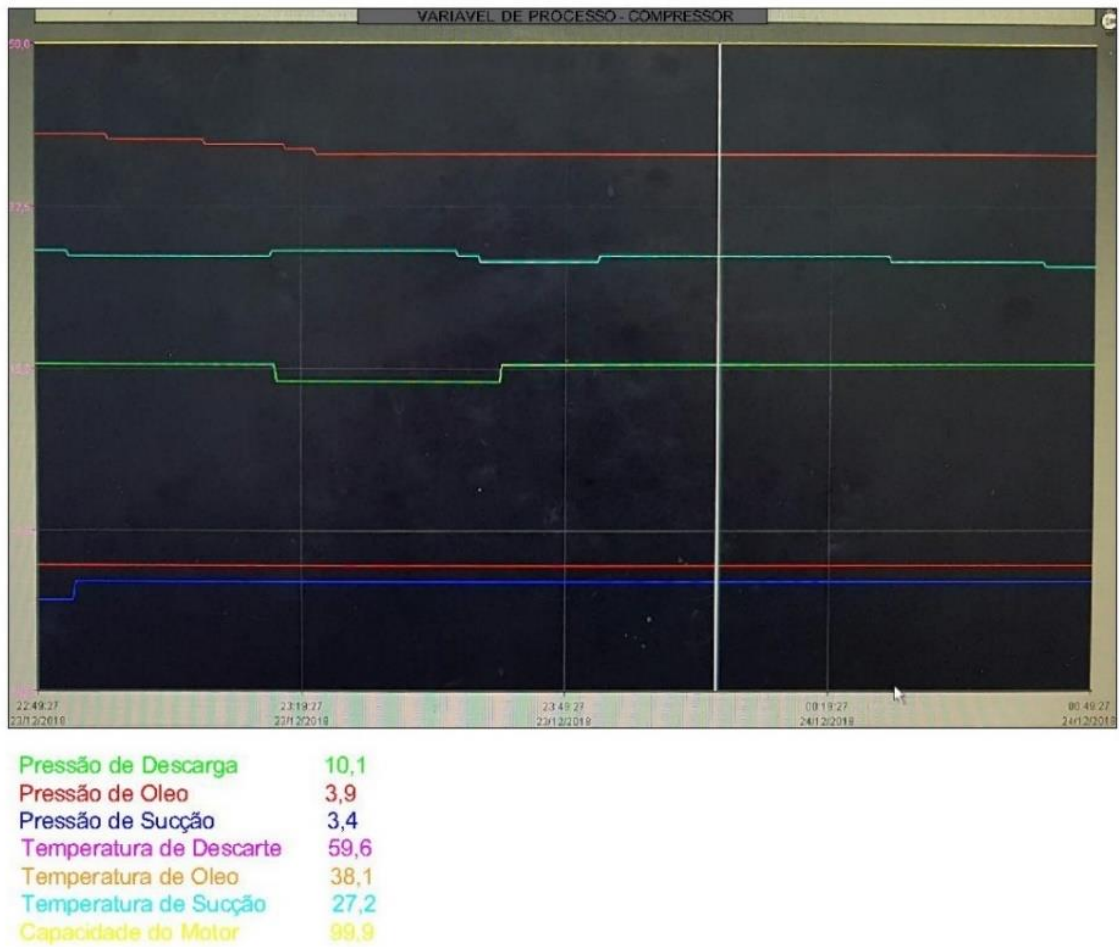
Figura 10 - Foto da Tela do Sistema operando no modo automático



Fonte: AMBEV 2018

Neste outro exemplo o sistema de refrigeração está em automático, porém o controle regulatório não pode manter as variáveis dentro dos set-points devido os sistemas do processo estar utilizando um controle avançado. Para isso a relação entre o controle regulatório e o controle avançado se moldam de forma a se tornarem em um negócio possibilitando um melhor desempenho com a utilização do Controle Automático de Processo – CAP até chegarem ao modelo ideal de funcionamento, conforme mostra a imagem a seguir.

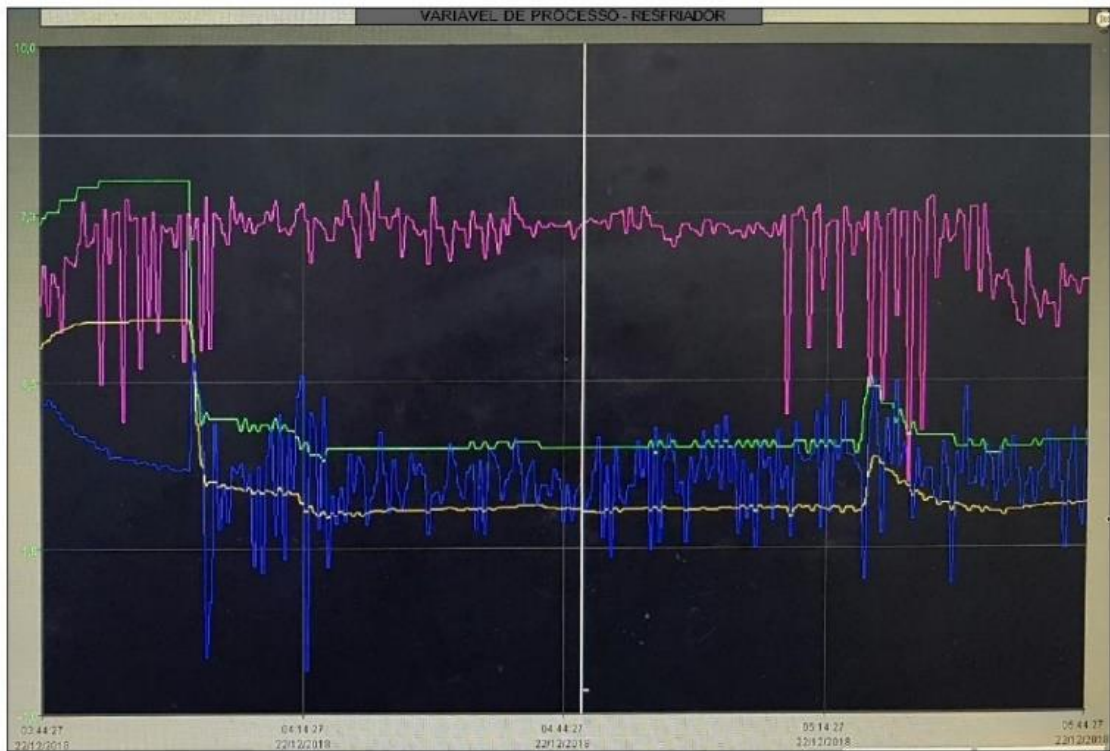
Figura 11 - Modelo ideal de funcionamento



Fonte: AMBEV 2018

Abaixo gráfico de tendência do sistema do resfriador, em níveis de operação na condição ruim onde as variáveis de controle buscam o set-point, mais não conseguindo manter as variáveis dentro do set devido relação entre as mesmas não estarem otimizadas.

Figura 12 - Sistema Operando Modo Manual



Pressão Resfriador Placa V 025	3,4
Temperatura de Saída Resfriador Placa V 025	1,6
Temperatura Pote de Oleo V25	-50,0
Nível de Resfriamento Placa V25	34,6
Vazão Resfriamento Placa V025	36,6

Fonte: AMBEV 2018

5 CONCLUSÃO

A análise das experiências brasileiras sobre a eficiência energética, à luz da teoria existente sobre inovação tecnológica e sistemas de inovação, reforça a ideia de que a eficiência energética, do ponto de vista de uma política a ser adotada, pode ser abordada como um conjunto complexo de inovações, considerando-se os paradigmas tecnológicos, organizacionais e institucionais, que vem sendo difundidos através de sistemas de inovação.

De forma preliminar, foram observados os modelos utilizados como: indicadores de consumo de energia, controladores, sistemas de modulação e métodos operacionais em um setor responsável pelo maior impacto no consumo de energia elétrica, o industrial. Sabe-se que este modelo de estudo busca evidenciar os pontos com maior viabilidade de retorno econômico e com baixo custo dos investimentos.

Este estudo possibilitou mostrar aos consumidores industriais que é possível melhorar o rendimento energético de suas instalações elétricas e, por consequência, reduzir suas despesas mensais com energia elétrica, sem comprometer a segurança, a qualidade do seu produto ou sua capacidade de produção. As informações prestadas abrangem uma larga faixa dos principais usos de energia elétrica no processo produtivo, tendo em vista que a classe industrial apresenta uma grande variedade de atividades.

Constatou-se que os rendimentos energéticos das instalações elétricas proporcionam as seguintes vantagens: Para sua Indústria:

- Melhora do aproveitamento das instalações e equipamentos elétricos, com consequente melhoria na qualidade do produto;
- Redução do consumo energético e consequente aumento da produtividade, sem afetar a segurança;
- Redução das despesas com eletricidade.

No caso específico do Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL, essa conclusão pode se afirmar que é uma experiência que avança na perspectiva da inovação tecnológica e, mais ainda, sua forma de desenvolvimento e difusão se dá através de sistemas de inovação. Verificou-se com o foco de orientação do Governo Federal, através do PROCEL, tornou-se imprescindível a adoção de novas práticas para sensibilizar a população, como um todo, bem como as concessionárias de energia elétrica para a necessidade de se economizar energia.

Além desses aspectos, destaca-se que muitos projetos de eficiência energética podem

ser adotados através do emprego de novas tecnologias propriamente ditas, tais como motores mais eficientes, lâmpadas compactas fluorescentes, luminárias eficientes, controladores de demanda e sensores de presença, entre outros. Entretanto, uma grande gama de projetos destaca-se pela implementação de inovações organizacionais e institucionais, tais como mudança nos hábitos de consumo de energia, programas educativos dentro da organização, regulação sobre eficiência energética, combate às perdas de energia no sistema elétrico e gestão energética, por exemplo.

Diante disso, pode-se afirmar que a eficiência energética é uma inovação, que vem sendo desenvolvida no Brasil, em seus aspectos: tecnológico, organizacional e institucional, com a adoção de sistemas e redes de inovação organizados pelo Governo Federal através do programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica.

No setor de bebidas algumas medidas simples, porém importantes, devem ser observadas, principalmente no sistema de refrigeração, que é o maior consumidor de energia elétrica. Alguns itens acarretam em consumo excessivo de energia, como segue: níveis de temperatura adotados para as câmaras frigoríficas, tipo e nível de iluminação artificial adotado; local de instalação do espaço refrigerado, isto é, instalação próximo a fontes de calor e ou em locais sujeitos a incidência de raios solares; vedação das portas e cortinas; existência de termostato; existência de forçador de ar entre outros, para garantir o funcionamento eficiente do sistema.

Constatou-se a grande importância de se ter programas de eficiência energética, principalmente por parte das indústrias e que através de medidas das mais variadas, como por exemplo mudanças de hábitos, até a substituição de equipamentos e motores por outros mais eficientes, além de ter sempre o cuidado para não super dimensionar a potência dos motores.

REFERÊNCIAS

- AMERICO, M. **Sistemas motrizes: eficiência energética e técnicas de acionamento.** Apresentações em Power-Point em curso Cepel/Sebrae-RJ/UFF. Niterói, 2003.
- BAJAY, S. V. *et al.* **Oportunidades de eficiência energética para a indústria:** Relatório Setorial: alimentos e bebidas. Brasília, CNI, 2010.
- BARBOSA, R. M., **Contribuição do mercado de carbono para a viabilidade de projetos de eficiência energética térmica e de troca de combustíveis em cervejarias.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BRANCO, Samuel Murgel. **Energia e meio ambiente.** São Paulo: Moderna, 1990.
- ____; **Material de Treinamento para Gestores/Audidores em Eficiência Energética;** ministrado por Prof. Dr. Eng. José Wagner Maciel Kaehler; COPEL – 2004.
- ____; **Eficiência energética na indústria: O Que foi feito no Brasil, Oportunidades de Redução de Custos e Experiência Internacional.** Brasília: CNI, 2009.
- EHATA, B. **Refrigeration Optimization.** Anheuser-Busch InBev. Nova York, 2009.
- ELEKTRO *et al.* **Eficiência energética: fundamentos e aplicações.** Campinas: Contraste Brasil, 2012.
- ELETROBRÁS. **Guia Técnico – Gestão Energética Municipal – subsídios ao combate do desperdício de energia elétrica.** Rio de Janeiro: ELETROBRÁS/IBAM, 1998.
- ELETROBRÁS EDUCAÇÃO. **Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações.** 3.ed. Itajubá, 2006.
- ____; **Plano nacional de energia 2030.** Rio de Janeiro: EPE, 2007.
- ____; **Eficiência energética para os próximos 10 anos (2012-2021).** Em parceria com o Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro: EPE, 2012.
- ____; **Balanco energético nacional (ano base 2017).** Rio de Janeiro: EPE, 2018.
- GARCIA, Armando Suarez: **Balanco Energético Nacional 2018 (ano base 2017) – Consumo de energia elétrica,** Ministério de Minas e Energia, Brasília: Juruá, 2018.
- GELLER, H. S.: **O Uso eficiente da eletricidade: uma estratégia de desenvolvimento para o brasil.** Rio de Janeiro: INEE, 2003.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- KUPFER, D. **Política industrial.** Econômica. v. 5, nº 2, Rio de Janeiro, 2004.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LEITE, A. A. F., **Oportunidades de eficiência energética para a indústria**: setores com maior potencial de eficiência energética: Sumário Executivo. CNI, Brasília, 2010.

LOPES, F. A. e LISBOA, M. L. V. **O Projeto da Eletrobrás/Procel com Recursos do Banco Mundial e GEF**. XVI SNPTEE. Campinas, 2001. Disponível em: http://www.xviisnp tee.com.br/acervo_tecnico/memoria/xvi/14_Seca o_II_Sce/sce002.pdf. Acesso em: 20 de abril de 2018.

MARQUES, M., HADDAD, J. e MARTINS, A. **Conservação de energia**: Eficiência energética de equipamentos e instalações. Itajubá: FUPAI, 2006.

MENDES, J. E. A. **Eficiência energética aplicada na indústria de bebidas em sistemas de refrigeração e ar comprimido** - estudo de casos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia - Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá 2014.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria de Energia. Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético. **Eficiência energética**. Brasília, dez.2001. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/> Acessado em 16 de novembro de 2018.

MONTEIRO, M.A.G., ROCHA, L.R.R., **Centrais elétricas brasileiras**: Gestão Energética. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

PEREIRA, M. J. **Energia: eficiência e alternativas**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2009.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo; BECKER, Grace Vieira; MELLO, Maria Ivone de. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**: guia para estágios trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, M.S.; RIBEIRO, F.M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005.

SEBRAE. **Programa Energia Brasil**. Brasília, 2003.

SANTOS, Marco Aurélio dos. **Fontes de energia - nova e renovável**. Porto Alegre: LTC, 2012.

SILVA, Marcelino Nascimento da. **Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

SILVA, Marcelo S. da: **Energia elétrica**: Relatório Final BEN 2017, Ministério de Minas e Energias. Brasília: Alameda, 2017.

SOLA, A.V.H., KOVALESKI, J.L. **Eficiência energética nas indústrias**: cenários e oportunidades. XXIV ENEGEP, Florianópolis, 2004

STOECKER, W.F., SAIZ JABARDO, J.M., **Refrigeração industrial**. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

TASSINI, J. O. **Eficiência energética em sistemas de refrigeração industrial**: estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia - Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista: Guaratinguetá, 2012.

TRIVINOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução a pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2006

VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em Administração. São Paulo: Atlas, 2004.

ZIKMUND, William G. **Princípios da pesquisa de marketing**. São Paulo (SP): Thomson, 2006.