



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

NAUM OLIVEIRA BARROS

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA FÁBRICA DE GELO

FORTALEZA

2020

NAUM OLIVEIRA BARROS

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA FÁBRICA DE GELO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Eficiência Energética.

Orientador: Prof. Ph.D. Fernando Luiz Marcelo Antunes.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B28e Barros, Naum Oliveira.
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA FÁBRICA DE GELO / Naum Oliveira Barros. – 2020.
62 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia,
Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Prof. PhD. Fernando Luiz Marcelo Antunes.
1. Eficiência Energética. 2. Redução de custos. 3. Tarifação de energia elétrica. 4. Fábrica de Gelo. I.
Título.

CDD 621.3

NAUM OLIVEIRA BARROS

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA FÁBRICA DE GELO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica. Área de concentração: Eficiência Energética.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. PhD. Fernando Luiz Marcelo Antunes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Mecânico Ricardo Castelo, MBA
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

Eng. Eletricista Kevin Rabelo Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Edmilson e Fátima, que cuja a base foi fundamental para meu crescimento como pessoa e profissional.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Fatima, que sempre me motivou a continuar os estudos e a vida, não importa o que aconteça, serei eternamente grato por ter dividido a sua existência e ensinamentos comigo.

Ao meu pai Edmilson que sempre me apoiou, aconselhou e contribuiu para os meus estudos.

Aos meus irmãos Naamã e Priscila que além de serem minha família sempre me apoiaram em todas as minhas escolhas.

Ao meu amigo Ângelo, um cara que admiro e que me acompanha há anos nessa jornada de cursos e engenharias, me apoiando, aguentando os estresses, compartilhando os bons e maus momentos da vida.

Ao Fabrício e Adriano, grandes amigos que estarão comigo pelo resto da vida. Torço sempre pelo sucesso de todos nós.

Agradeço ao meu orientador Prof. Ph.D. Fernando Luiz Marcelo Antunes pela paciência e cordialidade.

“O senhor é bom, um refúgio em tempos de angústia. Ele protege os que nele confiam.”

(Naum 1:7)

“É fazendo que se aprende a fazer aquilo que se deve aprender a fazer.”

(Aristóteles)

RESUMO

Este trabalho pretende apresentar uma metodologia de eficiência energética aplicada a uma Fábrica de Gelo que tem com finalidade desenvolver atividades de fabricação de gelo com predominância de venda de gelo em barras e triturados para atender a comercializadores de aves e pescados da região local. Ela fica localizada, no litoral oeste do Ceará, no município de Trairi. Portanto, objetivando uma otimização do sistema elétrico, assim como uma redução de custos nas faturas de energia, faz-se necessário a realização de um projeto de eficiência energética na unidade consumidora. No entanto, são apresentados alguns conceitos iniciais de eficiência energética, fazendo uma breve explanação da norma de procedimentos de eficiência Energética, o PROPEE, criada pela Agência Nacional de Energia Elétrica, a ANEEL. Estes conceitos têm o intuito de apoiar a proposição da metodologia e análises de dados em projetos de eficiência energética, abordados aqui neste trabalho. Dados foram levantados, tratados e analisados para se determinar o potencial de economia de energia nessas instalações bem como a atratividade financeira do projeto empregado. Para se fazer essa análise foi analisado as faturas das contas de energia da Fábrica com o intuito de se realizar o levantamento dos dados relacionados a consumo de energia ativa, demanda contratada, ultrapassagem de demanda, modalidade tarifária, rotinas de funcionamento da fábrica e carga instalada. Depois do tratamento e análise desses dados, algumas medidas de intervenção foram propostas, como mudança na demanda contratada e viabilidade de implantação de um gerador, como também medidas de sensibilização, como treinamentos, capacitação e palestras sobre o uso consciente de energia elétrica. Foram feitos simulação dos últimos 12 meses para se prever economia de energia.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Redução de custos. Tarifação de energia elétrica. Fábrica de Gelo.

ABSTRACT

This work aims to explain an energy efficiency methodology applied to an Ice Factory that aims to develop ice manufacturing activities with a predominance of selling ice in bars and crushed to serve poultry and fish traders in the local region. It is located on the west coast of Ceará, in the municipality of Trairi. Therefore, aiming at an optimization of the electrical system, as well as a reduction of costs in energy bills, it is necessary to carry out an energy efficiency project at the consumer unit. However, some initial concepts of energy efficiency are presented, giving a brief explanation of the standard of energy efficiency procedures, PROPEE, created by the National Electric Energy Agency, ANEEL. These concepts are intended to support the proposal of methodology and data analysis in energy efficiency projects, addressed here in this work. Data were collected, processed and analyzed to determine the potential for energy savings in these facilities as well as the financial attractiveness of the project employed. In order to carry out this analysis, the invoices of the energy bills of the Factory were analyzed in order to carry out a survey of data related to active energy consumption, contracted demand, exceeding demand, tariff modality, factory operating routines and installed load. After the treatment and analysis of these data, some intervention measures were proposed, such as changes in contracted demand and the feasibility of implementing a generator, as well as awareness measures, such as training, qualification and lectures on the conscious use of electric energy. Simulations of the last 12 months were made to predict energy savings.

Keywords: Energy Efficiency. Cost reduction. Electricity charging. Ice Factory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contribuição dos ganhos em eficiência energética nos cenários de demanda de energia do PNE 2030.....	26
Figura 2 – Tarifa Consumo Horosazonal Verde 2019.....	33
Figura 3 - Quadro de carga da Fábrica de Gelo.....	39
Figura 4 – Gerador de Energia a Diesel – 125 kVA – Silent – TOYAMA-52-1326.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico de consumo da Fábrica de Gelo.	40
Tabela 2 – Consumo do mês de março/19.	40
Tabela 3 – Cenário atual do Consumo de energia por mês.	42
Tabela 4 – Cenário atual Consumo de energia anual.	42
Tabela 5 – Cenário atual da Demanda por mês.	43
Tabela 6 – Cenário atual da Demanda anual.	43
Tabela 7 – Contrato 1 – Consumo de energia por mês.	44
Tabela 8 – Contrato 1 – Total / ano.	44
Tabela 9 – Contrato 1 – Demanda por mês.	45
Tabela 10 – Contrato 1 – Total / ano.	45
Tabela 11 – Contrato 2 – Consumo de energia por mês.	46
Tabela 12 – Contrato 2 – Total / ano.	46
Tabela 13 – Contrato 2 – Demanda por mês.	46
Tabela 14 – Contrato 2 – Total / ano.	47
Tabela 15 – Contrato 3 – Consumo de energia por mês.	47
Tabela 16 – Contrato 3 – Demanda por mês.	48
Tabela 17 – Contrato 2 – Total / ano	48
Tabela 18 – Contrato atual – Valor total / ano.	49
Tabela 19 – Contrato 1 – Valor total / ano.	50
Tabela 20 – Contrato 2 – Valor total / ano.	51
Tabela 21 – Dados Técnicos do Gerador – Silent – TOYAMA-52-1326	51
Tabela 22 – Contrato 3 – Valor total / ano.	52
Tabela 23 – Resumo das Economias.	54
Tabela 24 – Simulação dos Resultados.	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BT	Baixa Tensão
FP	Horário Fora de Ponta
Grupo A	Grupo de unidades consumidoras atendidas em alta ou média tensão
Grupo B	Grupo de unidades consumidoras atendidas em baixa tensão
NA	Não se aplica
P	Horário de Ponta
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PIB	Produto Interno Bruto
PROCEL	Programa de Conservação de Energia Elétrica
REN	Resolução Normativa
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará
SIN	Sistema Interligado Nacional
UCs	Unidades Consumidoras

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.2	MOTIVAÇÃO.....	17
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	19
2.2	INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	20
2.3	IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	22
2.4	POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL	23
2.5	PBE – PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM	24
2.6	PROCEL – PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO ENERGIA ELÉTRICA	25
2.7	PEE – PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	25
2.8	PNE – PLANO NACIONAL DE ENERGIA	26
2.9	PROPEE – PROCEDIMENTOS DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	27
2.10	ESTRUTURA TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	29
2.11	CONSUMO, DEMANDA E FATOR DE POTÊNCIA	29
2.12	CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA	31
2.13	GRUPOS TARIFÁRIOS	32
2.14	POSTOS TARIFÁRIOS.....	34
2.15	MODALIDADES TARIFÁRIAS	35
2.16	TARIFAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA	36
2.16.1	TARIFAÇÃO CONVENCIONAL	36

2.16.2	TARIFAÇÃO HOROSAZONAL VERDE	36
2.16.3	TARIFAÇÃO HOROSAZONAL AZUL	37
3	ESTUDO DE CASO – REDUÇÃO DE CUSTOS DE UMA FÁBRICA DE GELO	40
3.1	INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE CASO.....	40
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS	41
3.3	ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS.....	43
3.4	CONTRATO ATUAL DA UNIDADE CONSUMIDORA.....	44
3.5	CONTRATO 1 DA UNIDADE CONSUMIDORA.....	46
3.6	CONTRATO 2 DA UNIDADE CONSUMIDORA.....	48
3.7	CONTRATO 3 DA UNIDADE CONSUMIDORA.....	51
4	RESULTADOS	53
4.1	OPÇÃO TARIFÁRIAS E CONTRATO ATUAL	53
4.2	CONTRATO 1 (COM AJUSTE DE DEMANDA)	54
4.3	CONTRATO 2 (COM A IMPLANTAÇÃO DO GERADOR).....	54
4.4	CONTRATO 3 (TARIFA CONVENCIONAL)	57
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	57
5	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Verifica-se, que atualmente a eficiência energética é de fundamental importância para a competitividade econômica, em vários países. Os resultados têm sido bem relevantes, graças à mobilização dos mais diversos setores. No entanto, no Brasil poderia ser mais expressivo, onde cerca de 66,6% da energia primária requerida são disseminados ao longo das diferentes cadeias energéticas. (Pietro e Marcos, 2019).

Além disso, o setor energético impacta diretamente na economia nacional. O setor industrial, por exemplo, é responsável por cerca de 31,9% da energia elétrica total consumida no país, conforme dados constantes do BEN 2016 – (Balanço Energético Nacional). É inaceitável imaginar uma economia crescente sem investimentos em energia elétrica. É de grande importância para disponibilizar força para a indústria, comércio e serviços. É um insumo básico.

O consumo da energia elétrica é uma parcela considerável nos custos de uma fábrica, fazer mais com menos energia é um dos fatores de grande relevância para uma fábrica se manter competitiva no mercado nos dias atuais. Outras vantagens da eficiência energética são: redução de custos de produção e competitivos, economia de recursos naturais, desenvolvimento econômico da fábrica e reduz a necessidade de se investir em infraestrutura e energia, pois é mais barato conservar.

O gerenciamento energético de uma instalação elétrica deve seguir algumas medidas: informações relacionadas as atividades que utilizam a energia, acompanhamento dos índices de controle, por exemplo, custos específicos, consumo de energia, os valores médios e fator de utilização, contratados, faturados e registrados de energia e atuação nos índices com vista a reduzir o consumo energético através da implementação de ações que buscam a utilização racional de energia.

Proporcionar um melhor uso de energia é um dos desafios que se mostra não só aos países desenvolvidos, mas todos os países do mundo. Com o crescimento constante das cidades por todo o mundo, as quais abrigam atualmente cerca de 50% da população mundial, correspondendo em torno de 75% do consumo energético e por 80% das emissões de carbono no mundo, esse desafio torna-se cada vez maior. (REVISTA O ELETRICISTA No57, 2010)

Vale ressaltar, que atualmente, a atratividade das tecnologias de armazenamento vem crescendo, com destaque para as tecnologias de baterias, que, como

disposto em Robson e Bonomi (2018, p.78), “(...) vem apresentando graduais reduções em seus custos associados à alta do setor de carros elétricos e dos setores de consumo.” Dessa forma, em consequência do aumento da geração de energia elétrica por meio de fontes renováveis, o sistema elétrico deve se adaptar à inserção de fontes de energia distribuídas e intermitentes, uma vez que o despacho da geração de energia elétrica é realizado de forma centralizada no sistema elétrico convencional.

Justifica-se o estudo, pelo fato dos países desenvolvidos nos dias atuais, já apresentarem altas taxas de demanda por energia elétrica ao contrário dos países em desenvolvimento, conforme destaca a (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2017). Diante deste cenário, é vista a necessidade por parte dos países, de suprir a crescente demanda por energia elétrica, sobretudo, de forma sustentável.

Tendo como base o contexto apresentado, este trabalho de conclusão de curso busca avaliar a eficiência energética numa Fábrica de Gelo, de modo a proporcionar uma redução de custos na conta de energia e demonstrar qual melhor cenário para Fábrica nas diferentes modalidades tarifárias, bem como quantificar os benefícios agregados.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho é apresentar uma melhor estratégia para a redução de custos na conta de energia de uma Fábrica de Gelo. No primeiro momento foram feitos a análise de ajustes na demanda contratada e modalidades tarifárias da unidade consumidora. Assim, no segundo momento foram feitos a obtenção dos ajustes e a definição de novos valores, utilizando-se para isso de métodos numéricos e estatísticos.

Após a obtenção dos novos valores, foi realizado uma previsão da soma das faturas de energia elétrica da Fábrica de Gelo em quatro cenários, que são: atual de como está a conta energia, com a adição ajustes na demanda contratada e os novos valores, com adição do gerador e os seus valores e geral.

Por fim, o objetivo principal deste trabalho é mostrar a redução de custos obtidos a partir da adaptação de novos cenários contratuais e estruturais da unidade consumidora.

1.2 MOTIVAÇÃO

A motivação para o desenvolvimento desse trabalho iniciou-se no segundo ano de graduação por intermédio de uma palestra de eficiência energética. Naquele momento pode perceber o quão é a importância da redução de custos para uma empresa. Portanto, é uma área que pretendo seguir como profissional, creio que fazer algo que promova um melhor uso da energia elétrica nas empresas e demais consumidores, torna-se extremamente importante, pois cria uma conscientização do uso racional deste insumo, gera um melhor aproveitamento tanto para a empresa como poupa recursos naturais.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho é desenvolvido em 5 capítulos, introdução dos principais conceitos relativos ao manejo e controle do consumo de energia na Fábrica de Gelo, tendo como critério central de projeto a redução de custos na conta de energia e a aplicação dos conceitos aprendidos na cadeira de eficiência energética.

No primeiro capítulo, é apresentado as razões pelas quais tornam o estudo da eficiência energética importante e o que se pretende alcançar com o estudo.

No segundo capítulo é realizado uma revisão bibliográfica sobre o tema eficiência energética em âmbito nacional, os conceitos necessários para o entendimento do tema proposto, os programas de incentivo do governo e as dificuldades na realização de projetos de eficiência energética.

No terceiro capítulo é dedicado à apresentação do estudo de casos desse projeto, redução de custo da fábrica de gelo. O projeto de eficiência energética na Fábrica de Gelo é dividida por partes: primeiro demonstrar a necessidade de conhecer e diagnosticar o cenário atual energético, para então definir as prioridades a ser seguida; segundo analisar a viabilidade econômica do projeto, o que pode ser melhorado dentro de um contexto viável para o proprietário, sendo necessário também conhecer a fatura da energia elétrica na unidade consumidora, analisando assim se necessária alguma mudança; terceiro é apresentado como funcionam as divisões por grupos e as modalidades tarifárias no setor elétrico no Brasil, com isso, será realizado uma análise das possíveis alterações na realização do projeto.

No quarto capítulo é feita a apresentação e análise do projeto, dos custos do

projeto de efficientização, do tempo de retorno do capital investido, dos conceitos necessários para se obter o playback (resumo) e se é viável se fazer a eficiência energética na Fábrica de Gelo.

Por fim é o quinto capítulo com a conclusão, apresentando a conclusão do projeto e se realmente é viável a possibilidade de utilização das propostas do projeto energético.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentadas definições que envolvem diversos conceitos ligados ao assunto eficiência energética, como, sistema de tarifação em âmbito nacional, conceitos energia elétrica e seus elementos de consumo. Assim, poderemos observar quais as possibilidades de como reger o cenário atual elétrico brasileiro energético.

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Uma das grandezas físicas de tamanha importância na ciência é a energia. Ela está diretamente relacionado ao trabalho realizado por um sistema, e também, se relaciona com outros sistemas, assim, modificando ambos os sistemas. No entanto, o nome energia não está restrito só a física, ele vai além e tem sua importância em outras diferentes áreas como: química, matemática, biologia, economia e etc. O termo energia é vasto e de extrema relevância em um âmbito mundial, haja visto que a sociedade contemporânea tem uma profunda dependência de energia (Indústria, Serviços, Comércio, Transportes e etc), fazendo com que o comércio desse insumo cresça a cada ano e movimento desde os comércios locais até os grandes comércios mundiais, passando inclusive a movimentar altos fluxos de dinheiro não só no cotidiano das cidades como em bolsas de valores ao redor do mundo. A Energia é algo tão avultado na sociedade moderna que torna-se um meio de disputa capaz de iniciar uma guerra. Portanto, podemos perceber que nesse novo cenário em que vivemos se torna cada vez mais importante a efficientização dos processos que envolvem energia. Contudo, assim surge o termo Eficiência Energética.(INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, 2014)

Entregar o mesmo resultado com um número menor de recursos, isso é um dos inúmeros custos administráveis para uma empresa. O custo com energia elétrica tem adquirido uma crescente importância, quando justificado pela redução de custos decorrentes de um mercado altamente competitivo, pela insegurança da disponibilidade elétrica ou por razões ambientais. De qualquer forma, seja qual for o incentivo, estimular a eficiência energética numa determinada Fábrica ou empresa de médio ou grande porte é, sobretudo, utilizar os conceitos de forma aplicada, usando os conhecimentos da engenharia, da administração e da economia aos sistemas energéticos.

Além disso, por definição, a eficiência energética consiste do emprego racional da energia elétrica, ou seja, ligação entre a quantidade de energia utilizada em uma determinada atividade e aquela cedida para realização. (INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2018)

Contudo, vale ressaltar que a eficiência energética não está ligada apenas a redução das despesas, mas também uma migração dos impactos ambientais e muitas vezes associado a melhoria no processo produtivo. (RIBEIRO, 2018)

Sendo assim, podemos observar que a eficiência energética está ligada a fatura da conta de energia, onde é feito o estudo energético no ambiente disponibilizado e com isso espera-se que o consumo de energia elétrica se reduza ao desejado.

Vale ressaltar que a eficiência energética é feita por órgãos e programas que estudam soluções de melhoria em todo âmbito da sociedade brasileira.

2.2 INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética pode ser calculada por diferentes indicadores que incentivam novos hábitos de gestão energética cada vez mais crescente que futuramente trazem resultados permanentes, como a redução no consumo energético e o custo total da fatura no final do mês.

Os indicadores são avaliados de acordo com o equipamento, método, tecnologia e a atividade estudada, mas sua unidade pode ser apresentada como uma intensidade energética.(VERAS, 2010). Portanto, esses indicadores expressam uma intensidade energética que define-se como uma parte essencial de energia para gerar uma unidade de um determinado produto final ou serviço, as unidades são dada em: (energia) / (unidade de produto final ou serviço).

A utilização desse indicadores pode promover impactos nos processos. Na indústria, o estudo desses indicadores de eficiência energética pode contribuir na definição de diretrizes significativas, como:

- direcionar mudanças no consumo energético;
- estabelecer políticas de eficiência energética;

- indicar limitações estruturais que impactam a melhora na eficiência energética;
- substituição de processos tecnológicos;
- alteração do uso e da escolha das matérias-primas que são utilizadas na produção ou nos processos de produção que reduzem a demanda de energia do processo;
- servir de ferramenta na avaliação de metas para políticas ambientais voltadas para reduções de emissões gasosas.

Os indicadores comumente utilizados para análise de eficiência energética na indústria podem ser subdivididos em quatro grupos (Guerra et al., 2010):

- Termodinâmico;

Os Processos termodinâmicos tem a possibilidade de ser reversíveis ou irreversíveis. Na realidade, a maioria dos procedimentos industriais tem como desafio superar irreversibilidades. Assim, o processo se refere às análises segundo as leis da termodinâmica, da efficientização da transformação de uma forma de energia em outra (eficiência energética).

- Físico-termodinâmico;

Este conjunto de indicadores usa grandezas físicas e termodinâmicas para medir o consumo solicitado em função do seu uso final. Devido à possibilidade de contabilizar o produto final em quantidades físicas, estes indicadores podem ser analisados e comparados em séries temporais. A utilização dos indicadores físico-termodinâmicos para uma análise de funcionamento específicos para o consumo de energia pode ser útil para reconhecer áreas de baixo funcionalidade. Na indústria, para conter falhas na verificação entre o consumo de energia e a medida física, este indicador deve ser conduzido para verificar a eficiência energética geral do processo (Patterson,1996).

- Econômico-termodinâmico;

Os indicadores relacionam quantidades usuais na indústria (grandezas

termodinâmicas) e a apreciação deste insumo ou produto final, pois a energia a ser analisada no sistema pode ser feita em unidades termodinâmicas convencionais e sua saída em valores monetários. Na realidade, no espírito de se aumejar uma economia efetiva de energia na instalação elétrica, três motivos adicionais devem ser avaliados (Lozano et Valero, 1993): primeiro que nem toda irreversibilidade pode ser impedida; segundo que as atenuações locais na destruição de exergia não são iguais; terceiro que o momento da economia só pode ser especificada através de um estudo mais discriminado dos mecanismos fundamentais da geração de entropia.

- Econômico.

Esses indicadores têm como aspecto principal a medição da energia de entrada e de saída em valores monetários. Por exemplo, o indicador econômico para uma fábrica ou setor é definido pelos valores dos produtos finais multiplicado pela parte total dos mesmos. Com isso, torna-se os valores finais encontrados através destes indicadores econômicos; se usamos sozinhos sem outro estudo complementar, pode não representar a eficiência energética.

2.3 IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética torna-se a cada dia um cenário de grande importância em âmbito brasileiro e também mundial, devido aos seguintes aspectos:

- Economia de recursos (redução da fatura de energia);
- Maior competitividade em todos os setores;
- Menor necessidade de investimentos em infra-estrutura;
- Menor impacto ambiental (Menor utilização de combustíveis fósseis e menor necessidade de novas fontes de geração de energia);
- Maior segurança energética.

Entretanto, apesar de ser notório as vantagens da utilização final da energia

elétrica, o Brasil não dá o devido prestígio no quesito eficiência energética. Isso ocorre por diversos fatores, um dos mais relevantes e simples é a nossa cultura e educação de achar que nunca precisamos, é algo que está muito enraizado de não levar em conta a efficientização. Podemos lembrar rapidamente quando você escutou aquele(a) professor(a) da escola dizendo: “O Brasil é um país rico em recursos naturais”? Pois é, essa fortuna muito abundante faz com que a nossa preocupação com o desperdício seja menor do que em países que não possuem tantos recursos. Em junho de 2018 o American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE) lançou o international scorecard, um relatório bianual que avalia as políticas em eficiência energética e performances entre os 25 países que mais consomem energia globalmente. Ficamos na 22ª posição. A mentalidade brasileira com os recursos facilmente disponíveis dificulta um pouco a comoção das pessoas e empresas quando o assunto é eficiência energética, mesmo que os impactos desse desconhecimento sejam enormes.

No ano de 2017, a ABESCO (Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia) divulgou um documento mostrando a grandeza do potencial de economia estimado de 2008 até 2016. No ano de 2016 foi previsto que deixamos de economizar em torno de R\$ 20 bilhões, ou seja, é bastante energia elétrica desperdiçada.

No entanto, essas dificuldades vêm sendo controladas através de programas desenvolvidos em diversos órgãos administrativos, e sempre com o apoio fundamental de alguns programas de governo, atos legislativos e iniciativas privadas que buscam estimular o desenvolvimento de instrumentos e processos eficientes.

2.4 POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL

Apesar das consecutivas crises nacionais e internacionais, afetando o fornecimento, durante as quais a ideia de economia de energia elétrica passou a fazer parte de um grande empenho nacional de luta contra desperdício.

No entanto, para ultrapassar as dificuldades relacionadas ao progresso da eficiência energética de um país, é necessária a adesão de um grupo de medidas por parte dos vários agentes envolvidos. Assim, alcançar essa estabilidade pretendida, estas precisam ser orientadas dentro de um circunstância mais ampla de política nacional de eficiência energética.

As experiências com a fixação de instrumentos e políticas relacionados ao

progresso da eficiência energética, em âmbito brasileiro, reassume, especialmente da década de 1984, com a expansão do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). No decorrer dos anos, várias iniciativas foram dirigidas no Brasil, com esse objetivo. No final do ano de 1985 foi criado o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobrás. O estatuto do PROCEL teve por objetivo atingir, por meio de ação planejada, uma maior correlação na fixação dos objetivos e programas, a definição de políticas fiscais e creditícias, o incentivo ao intercâmbio de experiências das concessionárias e a racionalização da utilização da energia elétrica, com o corte do desperdício, ao estimular o aumento da eficiência dos equipamentos elétricos e dos processos industriais.

No ano de 1998, a ANEEL funda o PEE – Programa de Eficiência Energética com o objetivo de proporcionar a utilização eficiente e racional de energia elétrica em todas as esferas da economia, concede-se às concessionárias e permissionárias de distribuição a obrigação de aplicar montante anual mínimo de 0,5% de sua receita operacional líquida em ações de combate ao desperdício de energia elétrica.

No ano de 2001, foi criada a lei 10.295, Lei de Eficiência Energética, para determinar os níveis mínimos de eficiência energética de motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo, de fabricação brasileira ou estrangeira, para a venda ou uso no Brasil.

2.5 PBE – PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) é um projeto de etiquetagem de eficiência energética, liderado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), com o intuito de contribuir para a racionalização da utilização da energia elétrica no Brasil através da prestação de informações, por meio de testes em laboratórios, sobre o consumo de cada equipamento disponível no mercado nacional, concluindo uma etiqueta com todos os dados para o consumidor.(PBE, 2019)

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) denomina os equipamentos, veículos e edifícios em faixas coloridas, em geral de “A” (mais eficiente) até “G” (menos eficiente), e fornece outras informações relevantes, como, por exemplo, o consumo de combustível dos veículos e a eficiência de centrifugação e de uso da água em lavadoras de roupa. Portanto, estimula a concorrência nas indústrias, assim, as fábricas terão que fabricar produtos cada vez mais eficientes.

O PBE possui 38 programas ativos em vários graus de efetivação. Algumas classes são avaliadas há mais de 20 anos, como condicionadores de ar e refrigeradores. Outras classes mais recentes, como fogões, lavadoras, televisores, lâmpadas, fornos a gás, aquecedores a gás, coletores solares, chuveiros elétricos e ventiladores de teto. Outros conteúdos estão em pleno andamento como: ventiladores de mesa, edificações comerciais, públicas e residenciais, veículos leves, transformadores e sistemas fotovoltaicos.

2.6 PROCEL – PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO ENERGIA ELÉTRICA

O PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica é um programa de Governo Federal que foi criado em 30 de dezembro de 1985, liderado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobrás. Para promover o uso eficiente da energia elétrica e redução do seu desperdício. As ações do PROCEL colabora para a elevação da eficiência dos bens e serviços, com isso, desenvolve hábitos e noções sobre o consumo eficiente da energia e, além disso, atrasam os investimentos no âmbito elétrico, acalmando, assim, os impactos ambientais e contribuindo para um mundo mais sustentável. (PROCEL, 2019)

Nesse contexto, entre os subprogramas do programa PROCEL pode-se ressaltar o Selo PROCEL, o qual foi criado em 1993. O Selo Procel transmite ao consumidor, no ato da compra, os equipamentos que mostram os maiores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. O objetivo é estimular eficiência energética em vários segmentos da economia, que auxiliam o país a economizar energia elétrica e, acima de tudo, dá uma noção aos consumidores para que eles possam classificar um produto mais eficiente, com isso, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e preservação do meio ambiente. (PROCEL - ELETROBRÁS, 2009)

2.7 PEE – PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O Programa de Eficiência Energética (PEE) organizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi originado a partir de uma obrigação fixada nos contratos de concessão firmados, no ano de 1998, entre as concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica e a Agência. Com o advento da Lei nº. 9.991,

de 24 de julho de 2000, cometeu-se às concessionárias e permissionárias de distribuição o dever de aplicar montante anual mínimo de 0,5% de sua receita operacional líquida em ações de combate ao desperdício de energia elétrica. (PEE, 2019)

Desde esse tempo, apesar de que tenham ocorrido muitas mudanças, a natureza do programa continua natural: a promoção da eficiência energética. Acontece que, apesar dos diversos avanços para a conquistas dos projetos estratégicos e mais robustos, ainda existem brechas e deficiências. Portanto, para preencher essas brechas e recuperar essas deficiências que a ANEEL tem lutado, procurando, inclusive, modificações na legislação que determina a obrigação de destinação de pelo menos 60% dos recursos do PEE para projetos voltados a consumidores de baixa renda.

No entanto, objetivo principal da PEE é proporcionar o uso eficiente e adequado da energia elétrica em todos as esferas da economia, por meio de projetos que certifiquem a importância e a viabilidade econômica de ações na redução ao desperdício e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia.

Observando o histórico de 2008 até o setembro de 2015, a Agência Nacional de Energia Elétrica conferiu 1.570 projetos de eficiência energética apresentados pelas concessionárias, com investimentos da ordem de R\$ 4,45 bilhões. Esses projetos abrange iniciativas relacionadas a aquecimento solar, baixa renda, a gestão energética municipal e cogeração, entre outros assuntos. Portanto, aconteceu uma redução na economia de energia da ordem de 4.093 GWh no acrescido desse período.

Vale ressaltar, o comprometimento constante da ANEEL em desenvolver uma cultura de economia de energia, combatendo o desperdício e a transformação de novos hábitos de consumo.

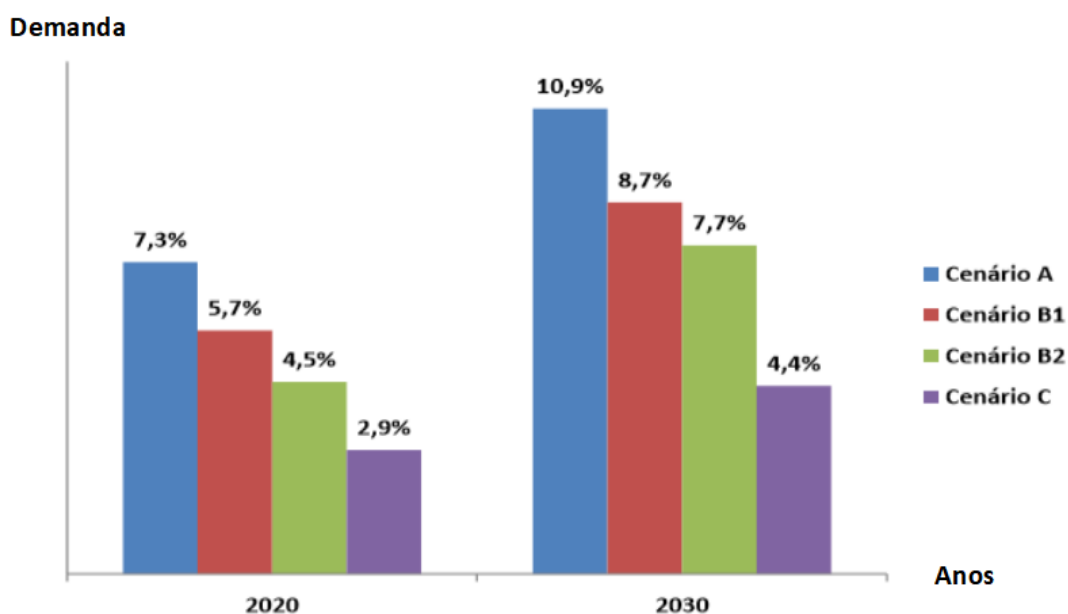
2.8 PNE – PLANO NACIONAL DE ENERGIA

O Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) foi fundado no primeiro registro oficial de planejamento energético integrado do Governo Federal que apontou objetivos de eficiência energética de longo prazo para o país.

Neste registro, são propostos quatro cenários de demanda de energia, assim, bem como é calculado a respectiva contribuição da eficiência energética em cada um dos

cenários, descritos na Figura 1. Eles diferem entre si, basicamente, quanto ao nível de êxito do país em superar os problemas que se mostram na esfera econômico, político e social presente em cada cenário. A cada cenário econômico descrito, por sua vez, representa uma taxa de crescimento econômico distinto, diferenciando do maior valor (cenário A) para o menor valor (cenário C).

Figura 1 - Contribuição dos ganhos em eficiência energética nos cenários de demanda de energia do PNE 2030.



Fonte: PNE 2030, 2008

2.9 PROPEE – PROCEDIMENTOS DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Para elaboração e execução de projetos de eficiência energética regulados pela ANEEL, constitui-se um manual de procedimentos chamado de PROPEE - Procedimentos do Programa de Eficiência Energética que determina os procedimentos dirigido às distribuidoras. Este manual tem com objetivo definir a estrutura e a maneira de apresentação dos projetos, os parâmetros de avaliação e de fiscalização e os tipos de projetos que podem ser feitos com recursos do PEE. Assim, mostrando os procedimentos para a medição dos custos e apropriação dos investimentos realizados.

No entanto, o PROPEE é constituído por dez frentes, que engloba vários aspectos de projetos e do programa PEE, com múltiplas correlações entre eles.(ANEEL, 2013)

- Introdução - apresenta uma visão geral do PROPEE e o glossário dos termos usados;
- Gestão do Programa - apresenta os aspectos gerenciais que permeiam as ações do PEE;
- Seleção e Implantação de Projetos - apresenta a forma para seleção de projetos ao PEE e orienta quanto à forma de implantação junto ao consumidor ou interessado;
- Tipologias de Projeto - apresenta os tipos de projetos do PEE e suas características principais;
- Projetos Especiais - versa sobre projetos que, por sua relevância ou característica não típica, merece atenção especial, tanto da distribuidora quanto do regulador;
- Projetos com Geração de Energia Elétrica - a partir de Fontes Incentivadas aborda os projetos de eficiência energética com adição de fonte incentivada para atender a unidade consumidora;
- Cálculo da Viabilidade - estabelece os diferentes fatores e formas de cálculo que são considerados para verificar se um projeto é viável e pode ser executado no âmbito do PEE, assim como considerar outros possíveis benefícios que podem ser obtidos por um projeto;
- Medição e Verificação dos Resultados - estabelece os procedimentos para uma avaliação confiável dos benefícios energéticos auferidos com os projetos;
- Avaliação dos Projetos e Programa - estabelece os procedimentos para a avaliação dos projetos do PEE, inicial e final, e do programa como um todo para o seu aprimoramento;
- Controle e Fiscalização estabelece as diretrizes para a contabilização

dos gastos dos projetos e atividades de fiscalização a serem realizadas pela ANEEL.

2.10 ESTRUTURA TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema tarifário de energia elétrica brasileiro é um grupo de regulamentos e normas que tem como função determinar o custo monetário de energia utilizada para as diversas classes e subclasses de unidades consumidoras. Compreender a estrutura tarifária e como são calculados os valores expressos nas contas de energia elétrica é um parâmetro importante para uma correta tomada de decisão no projeto energético.

2.11 CONSUMO, DEMANDA E FATOR DE POTÊNCIA

Logo a baixo está descrito os conceitos e definições utilizado na tarifação de energia elétrica de uma unidade consumidora.

- **energia elétrica ativa**, é o uso da potência ativa durante qualquer intervalo de tempo, sua unidade usual é o quilowatt-hora (kWh) (TAMIETTI, 2009);
- **energia elétrica reativa**, é a energia elétrica que circula continuamente entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt-ampere-reativo-hora (kVArh) (TAMIETTI, 2009);
- **demanda**, é a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela de carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado. Assim, esta potência média, expressa em quilowatts (kW), pode ser calculada dividindo-se a energia elétrica absorvida pela carga em um certo intervalo de tempo Δt , por este intervalo de tempo Δt . Os medidores instalados no Brasil operam com intervalo de

tempo $\Delta t = 15$ minutos (Decreto ° 62.724 de 17 de maio de 1968) (TAMIETTI, 2009);

- **demanda máxima**, é a demanda de maior valor verificado durante um certo período (diário, mensal, anual) (TAMIETTI, 2009);
- **demanda média**, é a relação entre a quantidade de energia elétrica (kWh) consumida durante um certo período de tempo e o número de horas desse período (TAMIETTI, 2009);
- **demanda medida**, é a maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW). Considerando um ciclo de faturamento de 30 dias, tem-se 720 horas e 2880 intervalos de 15 min (TAMIETTI, 2009);
- **demanda contratada**, é a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada, durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW) (TAMIETTI, 2009);
- **demanda faturável**, é o valor da demanda de potência ativa, identificada de acordo com os critérios estabelecidos e considerada para fins de faturamento, com aplicação de respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW) (TAMIETTI, 2009);
- **demanda de ultrapassagem**, parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW) (TAMIETTI, 2009);
- **fator de carga**, o fator de carga (FC) é a razão entre a demanda média (D_{MED}) e a demanda máxima (D_{MAX}) da unidade consumidora, ocorridas no mesmo intervalo de tempo (Δt) especificado (TAMIETTI, 2009);

- **fator de potência**, é a razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa (potência aparente), consumidas num mesmo período especificado (TAMIETTI, 2009);
- **horários fora de ponta e de ponta**, o horário de ponta é o período definido pela concessionária e composto por três horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos e feriados, a Celesc Distribuição adota como Horário de Ponta o período compreendido entre 18h30 e 21h30. O horário fora de ponta é o período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta(TAMIETTI, 2009);
- **bandeira tarifária**, a partir de 2015, as contas de energia passaram a trazer uma novidade: o Sistema de Bandeiras Tarifárias. As bandeiras verde, amarela e vermelha indicam se a energia custa mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade. O sistema possui três bandeiras: verde, amarela e vermelha, e indicam o seguinte (TAMIETTI, 2009):
 - bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
 - bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,025 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
 - bandeira vermelha: condições mais custosas de geração. A tarifa sobre acréscimo de R\$ 0,045 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

2.12 CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA

A ANEEL em sua RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010 em seu Art.º 2, parágrafo XVII define:

Consumidor: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, legalmente representada, que solicite o fornecimento, a contratação de energia ou o uso do sistema elétrico à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes deste atendimento à(s) sua(s) unidade(s) consumidora(s), segundo disposto nas normas e nos contratos (ANEEL, 2010).

Nem todos os consumidores são tarifados da mesma forma, pois eles não são responsáveis somente pela energia consumida, mas também pela disponibilização do fornecimento. Deve ser feito um estudo sobre a melhor opção de tarifação para que sua conta de energia venha com um valor correto, uma escolha errada pode acarretar um gasto desnecessário. Uma das medidas adotadas para saber qual a melhor modalidade tarifária para determinada empresa é feita analisando os dados da memória de massa.

As unidades consumidoras são divididas em grupos, distinguindo-se uns dos outros pelo nível de tensão de fornecimentos, apresentando cada um deles valores definidos de tarifa. Este nível de tensão está relacionado com a carga instalada na unidade consumidora. De acordo com a modalidade de fornecimento de energia elétrica é disponibilizado uma estrutura tarifária. A apresentação das características de cada uma das modalidades tarifárias (convencional e horo-sazonal) será introduzida a seguir.

2.13 GRUPOS TARIFÁRIOS

Para detalhar a aplicação das tarifas o Ministério de Minas e Energia em seu Manual de Tarifação de Energia Elétrica (MME, 2011) dividiu os consumidores em **Grupo A** e **Grupo B**, os grupos são classificados conforme o nível de tensão que são atendidos.

Os consumidores que são atendidos com alta tensão (2,3 kV ou mais) ou que são atendidos por um sistema de distribuição subterrâneo em tensão secundária, que são tensões inferiores a 2,3 kV são classificados no **Grupo A** e serão descritos na estrutura tarifária binômica, onde são aplicados os valores ao consumo de energia elétrica ativa (kWh) e à demanda faturável (kW). Já os consumidores que são atendidos com baixa tensão (menos de 2,3 kV) são classificados no **Grupo B** e serão descritos na estrutura tarifária monômica, onde são aplicados os valores unicamente ao consumo de energia

elétrica ativa (kWh), ainda dentro de cada grupo existem subdivisões conforme será mostrado abaixo. (ANEEL, 2012).

Podemos observar que o de acordo com o Manual de Tarifação de Energia Elétrica (PROCEL, 2002), temos as subdivisões:

O Grupo B é dividido em subgrupos, de acordo com a atividade do consumidor, conforme apresentados a seguir:

Subgrupo B1 – residencial e residencial

baixa renda; Subgrupo B2 – rural e

cooperativa de eletrificação rural;

Subgrupo B3 – demais classes;

Subgrupo B4 – iluminação pública.

Os consumidores atendidos em alta tensão, acima de 2300 volts, como indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais, são classificados no Grupo A. Esse grupo é subdividido de acordo com a tensão de atendimento, como mostrado a seguir.

Subgrupo A1 para o nível de tensão

de 230 kV ou mais; Subgrupo A2

para o nível de tensão de 88 a 138

kV; Subgrupo A3 para o nível de

tensão de 69 kV; Subgrupo A3a para

o nível de tensão de 30 a 44 kV;

Subgrupo A4 para o nível de tensão

de 2,3 a 25 kV; Subgrupo AS para

sistema subterrâneo.

Portanto, conforme o manual tarifação, o Grupo A possui tarifação binômia, pois são cobrados tanto pela demanda requisitada quanto pela energia que consomem. A Resolução 214 da ANEEL de 2010 sucede algumas resoluções divulgadas anteriormente trazendo entre suas principais mudanças para os limites de tolerância para ultrapassagem de demanda de potência ativa que passaram de 10% para 5% (ANEEL, 2010).

Esta resolução comunica que as faturas de energia dos consumidores do Grupo A são constituída de duas partes: energia consumida e demanda faturada. A máxima potência ativa, medida em kW, requerida no período de faturamento refere-se a demanda faturada.

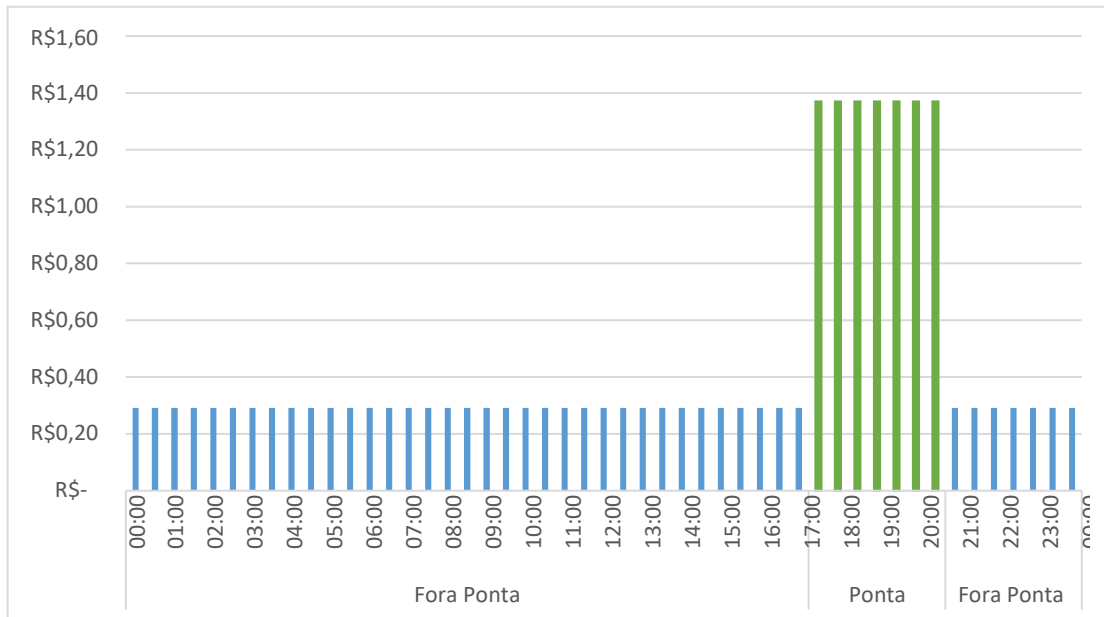
2.14 POSTOS TARIFÁRIOS

Os Postos Tarifarios são estabelecidos pela distribuidora de energia local, através da Resolução Normativa (REN) n° 414/2010 (ANEEL, 2010), no caso a EneL, no Ceará, para que se possa fazer o faturamento, contratação de energia elétrica e demanda em diferentes horários do dia. Dessa forma, é plausível ao consumidor final uma tarifa menor, para aquele consumidor que esteja enquadrado nos critérios descritos como:

- **Horário (posto) de ponta:** É o período (diário) de três horas contínuas, exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela distribuidora, em função das características de sistema elétrico (ANEEL, 2012). Observando algumas modalidades tarifárias, nesse posto horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm valores maiores. (PROCEL, 2002). No caso da distribuidora local que é a Enel Ceará, esse horário é estabelecido entre 17:30 e 20:30 e existe um acréscimo nos valores de consumo de energia elétrica e demanda, para os consumidores que fazem utilização da tarifa binômia.
- **Horário (posto) fora de ponta:** É o período (diário) composto pelas horas contínuas e complementares àquelas definidas no horário de ponta (ANEEL, 2012). Contudo, de acordo com a resolução, só é válida quando não se existe distinção de horário intermediário. Caso tenha essa distinção, o posto horário fora de ponta é período do dia onde não se usa o horário intermediário e de ponta.

Portanto, para aqueles que desejarem consumir no momento de maior utilização do sistema elétrico, terão um custo maior da energia elétrica, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Tarifa Consumo Horosazonal Verde 2019



Fonte: ANEEL, 2019.

2.15 MODALIDADES TARIFÁRIAS

As modalidades tarifárias descritas para UCs (unidades consumidoras) enquadradas no Grupo A, são: (TAMIETTI, 2009)

- **modalidade tarifária convencional:** é uma tarifa de consumo de energia elétrica (kWh) e/ou de demanda de potência (kW) independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano;
- **modalidade tarifária horo-sazonal verde:** é uma tarifa diferenciada de consumo de energia e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano;
- **modalidade tarifária horo-sazonal verde:** única tarifa de demanda (kW) e as tarifas de consumo (kWh) variam conforme o horário do dia e o período do ano;
- **modalidade tarifária horo-sazonal azul:** as tarifas de demanda (kW) variam de acordo com as horas de utilização do dia e as tarifas de consumo (kWh) variam conforme o horário do dia e o período ano.

2.16 TARIFAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

No tópico anterior falamos sobre as modalidades tarifárias relacionada ao grupo A, agora vamos conhecer como é realizado o cálculo da conta de energia para cada modalidade tarifária descrita. É importante compreender como rege a conta de energia e os hábitos de consumo, pois permite escolher e definir a tarifação mais adequada.

No entanto, devido ao fato do comportamento da carga elétrica ao longo do dia e ao longo do ano (em função da disponibilidade de água), foi constituída a estrutura tarifária horo-sazonal (THS), com suas tarifas azul e verde, caracterizadas pela aplicação de tarifas e preços diferenciados de acordo com o horário do dia (ponta e fora de ponta) e períodos do ano (seco e úmido) (TAMIETTI, 2009).

A tarifa azul é caracterizado pelo uso de valores diferenciados de demanda e consumo de energia elétrica para os horários de ponta e fora de ponta. A tarifa verde caracterizado pelo uso de um valor único de demanda, independente de horário e período e valores diferenciados de consumo, de acordo com as horas do dia.

2.16.1 TARIFAÇÃO CONVENCIONAL

A tarifa convencional pode ser enquadrada quando a demanda contratada for inferior a 300 kW, desde que não tenham ocorrido, nos 11 meses anteriores, 3 registros contínuos ou 6 registros alternados de demanda superior a 300 kW. Se a fabrica ou empresa não se enquadrar nesse caso, é obrigatório o enquadramento na Tarifação Horo-Sazonal Verde ou Azul. Vale ressaltar que sssa modalidade tarifária é empregada a unidade consumidora BT, não há contratação de demanada e sua tarifa independe da hora do dia, como podemos ver na equação 1. (ANEEL, 2012).

$$\text{CONSUMO(R\$)} = \text{TARIFA(R\$/kWh)} \times \text{CONSUMO}_{\text{MEDIDO}}(\text{kWh}) \quad (1)$$

2.16.2 TARIFAÇÃO HOROSAZONAL VERDE

A tarifa horosazonal verde pode ser enquadrada quando for obrigatório para tesão de fornecimento inferior a 69 kV (subgrupos A3a, A4 e AS) e quando a demanda contratada for igual ou superior a 300 kW. Se a fabrica ou empresa não se enquadrar

nesse caso a alternativa é a tarifação horo-sazonal azul. Vale lembrar que nesta modalidade tarifária exige um contrato específico com a distribuidora no qual se acorda a demanda requerente pelo consumidor (demanda contratada), independente do posto horário (ponta ou fora de ponta). (ANEEL, 2012).

Portanto, a tarifa verde será estabelecida considerando a seguinte estrutura tarifária:

- Demanda de potência (kW): valor único;
- Consumo de energia (kWh): Um valor para cada posto horário.

Assim, o consumo é medido pelo posto horário e é faturado com suas tarifas correspondentes, como demonstrado na equação 2.

$$\begin{aligned} \text{CONSUMO FATURADO (R\$)} &= \text{TARIFA}_{\text{CONSUMO - HORÁRIO PONTA (R\$/kW)}} \\ &\times \text{CONSUMO}_{\text{MEDIDO - HORÁRIO PONTA (kW)}} \\ &+ \text{TARIFA}_{\text{CONSUMO - HORÁRIO FORA PONTA (R\$/kW)}} \\ &\times \text{CONSUMO}_{\text{MEDIDO - HORÁRIO FORA PONTA (kW)}} \quad (2) \end{aligned}$$

A parte da demanda faturada é calculada multiplicando-se a tarifa de demanda pela demanda contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse em 5% a demanda contratada (ANEEL, 2012), como demonstrado na equação 3.

$$\text{DEMANDA FATURADA (R\$)} = \text{TARIFA}_{\text{DEMANDA (R\$/kW)}} \times \text{DEMANDA}_{\text{CONTRATADA (kW)}} \quad (3)$$

A parte da demanda ultrapassagem é cobrada somente quando a demanda medida ultrapassa em mais de 5% a Demanda Contratada. Contudo, calcula-se multiplicando a Tarifa de Ultrapassagem pelo valor da demanda medida que supera a Demanda Contratada, como demonstrado na equação 4 (ANEEL, 2012).

$$\begin{aligned} \text{DEMANDA DE ULTRAPASSAGEM (R\$)} &= \text{TARIFA}_{\text{DEMANDA (R\$/kW)}} \times 2 \\ &\times [\text{DEMANDA}_{\text{MEDIDA (kW)}} - \text{DEMANDA}_{\text{CONTRATADA (kW)}}] \quad (4) \end{aligned}$$

2.16.3 TARIFAÇÃO HOROSAZONAL AZUL

A tarifa horosazonal azul é obrigatória aos consumidores dos subgrupos A1, A2 ou A3 e opcional para os consumidores dos subgrupos A3a e A4, quando o fornecimento de tensão for igual ou superior a 69 kV e, também, quando o enquadramento é compulsório com o fornecimento de tensão inferior a 69 kV e quando a demanda contratada for igual ou superior a 300 kW. (ANEEL, 2012).

A Tarifa Azul será aplicada considerando-se a seguinte estrutura tarifária:

- demanda de potência (kW);
 - um valor para horário de ponta;
 - um valor para horário fora de ponta;
- consumo de energia (kWh);
 - um valor para horário de ponta;
 - um valor para horário fora de ponta.

Podemos perceber que a diferença entre a tarifação da horosazonal verde e azul é o mecanismo do cálculo da demanda faturada, pois ela agora depende do posto horário (ponta ou fora de ponta) como o disposto na equação 5, mas se mantém igual a tarifação do consumo demonstrado na equação 2.

$$\begin{aligned}
 \text{DEMANDA FATURADA (R\$)} &= \text{TARIFA}_{\text{DEMANDA - HORÁRIO PONTA (R\$/kW)}} \\
 &\quad \times \text{DEMANDA}_{\text{MEDIDA - HORÁRIO PONTA (kW)}} \\
 &\quad + \text{TARIFA}_{\text{DEMANDA - HORÁRIO FORA PONTA (R\$/kW)}} \\
 &\quad \times \text{DEMANDA}_{\text{MEDIDA - HORÁRIO FORA PONTA (kW)}} \quad (5)
 \end{aligned}$$

Vale destacar que o cálculo da ultrapassagem de demanda também é diferenciado, vide equação 6, mas segue a mesma lógica usada para calcular a demanda faturada.

DEMANDA DE ULTRAPASSAGEM (R\$)

$$= \text{TARIFA}_{\text{DEMANDA HORÁRIO PONTA(R\$/kW)}} \times 2$$

$$\begin{aligned} & \times [\text{DEMANDA MEDIDA HORÁRIO PONTA(kW)} \\ & - \text{DEMANDA CONTRATADA HORÁRIO PONTA(kW)}] \\ & + \text{TARIFA DEMANDA HORÁRIO FORA PONTA(R\$/kWh)} \times 2 \\ & \times [\text{DEMANDA MEDIDA HORÁRIO FORA PONTA(kW)} \\ & - \text{DEMANDA CONTRATADA HORÁRIO FORA PONTA(kW)}] \quad (6) \end{aligned}$$

3 ESTUDO DE CASO – REDUÇÃO DE CUSTOS DE UMA FÁBRICA DE GELO

Neste capítulo será apresentado o cenário energético da Fábrica de Gelo a fim de determinar o potencial de economia em relação às suas contas (faturas) de energia elétrica enquadrada no Grupo A, situado em Trairi – CE. Além disso, será mostrado adiante, uma metodologia mais adequada para a unidade consumidora, como: redução de custos, mudança na determinação de demanda contratada e possibilidades das modalidades tarifárias.

3.1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE CASO

A energia é um fenômeno presente em todos os sistemas do universo e causador dos processos de transformações químicas, físicas e biológicas. Ela é essencial para a execução das atividades básicas da sociedade moderna e com isso tem uma grande importância na economia mundial (CRETON; STHEL, 2011).

No que se refere ao consumo de matérias-primas naturais, o setor industrial é um dos grandes consumidores energéticos e com enormes potencialidades de gerar danos ao meio ambiente, seja por meio do método fecundo ou pela produção de produtos poluentes, cuja direção final é inadequada. De acordo com a EPE (2016), em 2015 o setor industrial foi causador de 36,3% do consumo de energia no Brasil.

Apesar do crescente impacto ambiental, a classe industrial inicia uma grande preocupação com ações relacionadas à eficiência energética e desenvolvimento sustentável, especialmente após a elevação das tarifas de energia elétrica e épocas de escassez de água (TONIM, 2009).

Portanto, visto o grau de importância da eficiência energética no setor industrial, decidiu-se analisar os valores gastos na conta de energia e o perfil de consumo dessa unidade consumidora, assim, desejando uma enorme redução de custos e empregando o menor possível de recursos financeiros.

Desse modo, para o presente trabalho, utilizou-se a base de dados da fatura de

energia disponível pela Distribuidora Enel Ceará. Nessa base de dados consta dados cadastrais da fábrica, consumo de energia elétrica, tarifação para cada tipo de consumo e o preços finais de todas as faturas analisadas.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

A Fábrica de Gelo tem com finalidade desenvolver atividades de fabricação, com predominância de venda de gelo em barras e triturados para atender a comercializadores de aves e pescados. Ela fica localizada, no litoral oeste do Ceará, no município de Trairi.

Para levantamento de dados foram analisado as faturas de energia e carga instalada da fábrica, seguindo as normas da ABNT (NBR 5410, NBR 5413 e NBR 14039/2005). Todos os dados foram então dispostos em planilhas individuais, onde foram contabilizados o consumo (kWh), demanda (kW), energia reativa (UFER / kVArh) e demanda reativa (DMCR) . Portanto, pode-se analisar os dados da fábrica fazendo um levantamento econômico das 12 últimas faturas de energia.

Com base no levantamento de dados das faturas de energia, temos:

- Classificação: Industria (Fabricação de gelo comum);
- Tensão de Fornecimento (contratada): 13,8 kV / 380 V (Média Tensão)
- Modalidade Tarifária: A4 Horosazonal Verde
- Demanda Contratada: 75 kW;

A seguir, a Figura 3 mostra o levantamento no quadro de carga retirado do memorial descritivo da fábrica de gelo, onde pode-se ver a quantidade de motores, bombas, iluminação, ar condicionado e por fim o total da carga instalada (75 kW).

Figura 3 – Quadro de carga da Fábrica de Gelo.

QUADRO DE CARGA		
Iluminação e tomadas de uso geral		2,00 KW
1 ar cond. 12000 BTU	1900	1,90 KW
2 bomba	5 CV	7,36 KW
9 motor 1/25	0,04 CV	0,26 KW
6 motor 3/4	0,75 CV	3,31 KW
4 motor	2 CV	5,89 KW
8 motores	3 CV	17,66 KW
1 motor	50 CV	36,80 KW
TOTAL		75,19 KW

Fonte: Memórial descritivo.

Vale ressaltar, o gelo é produzido e estocado a partir das 01h 00min às 20h 00min. No intervalo remanescente os compressores são desligados.

A partir das contas de energia, foi produzido um histórico de consumo e demanda no período março/19 até março/20 da Fábrica de Gelo, com isso, pode-se fazer uma análise preliminar que permitiu observar uma ultrapassagem na demanda medida superior a 5%, ou seja, segundo a norma demanda ultrapassagem é cobrada somente quando a demanda medida ultrapassa em mais de 5% a Demanda Contratada. Com isso, nos meses de março/19 até setembro/19 teve esse aumento acima do permitido pela norma (ANEEL, 2012). A Tabela 1 mostra um histórico de consumo e demanda de energia da Fábrica.

Tabela 1 – Histórico de consumo da Fábrica de Gelo.

HISTÓRICO DE CONSUMO				
PERÍODO (MÊS/ANO)	DEMANDA (kW)		CONSUMO (kWh)	
	HORA PONTA	FORA PONTA	HORA PONTA	FORA PONTA
mar/19	7,39	85,01	4667,39	20293,00
abr/19	12,94	83,83	4914,25	19657,00
mai/19	11,59	80,47	4152,65	18055,00
jun/19	5,71	85,18	5928,93	28233,00
jul/19	3,53	82,99	5869,64	20963,00
ago/19	3,36	85,3	5152,32	21468,00
set/19	10,58	81,48	3989,70	15345,00
out/19	5,88	82	3413,00	13652,00
nov/19	6,72	83,56	4520,32	16144,00
dez/19	17,14	87,9	3864,00	15456,00
jan/20	4,70	88,2	3733,68	15557,00
fev/20	2,35	84,3	3706,80	12356,00

Fonte: Próprio autor.

A Tabela 2 mostra o consumo do mês de março/19.

Tabela 2 – Consumo do mês de março/19.

GRANDEZAS MEDIDAS	CONSUMO EM kWh		DEMANDA EM kW		ENERGIA REATIVA UFER/kVArh		DEMANDA REATIVA DMCR	
	HPF/Único	Hora Ponta	HPF/Único	Hora Ponta	HPF/Único	Hora Ponta	HPF/Único	Hora Ponta
Leitura Anterior	642353,00	7275,00	8737,34	1038,24	58370,00	4991,00	8714,08	595,73
Leitura Atual	662646,00	7328,00	8822,35	1045,63	58776,00	5002,00	8794,17	601,90
Total Medido	20293,00	53,00	85,01	7,39	406,00	11,00	80,09	6,17
Contratado	0,00	0,00	75,00	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D. Ultrapassagem	0,00	0,00	10,01	10,01	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Próprio autor.

A análise preliminar permitiu uma observação do consumo (kWh), demanda (kW), energia reativa (UFER / kVArh) e demanda reativa (DMCR) na Tabela 2, referente ao consumo do mês de março/19. Vale salientar que nesse mês de março/19 teve uma demanda de ultrapassagem no valor 10,01, isso é equivalente a 13,34% enquanto o tolerado é até 5%.

3.3 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

Após realizar a análise das faturas e ter-se uma noção do consumo de energia cada mês, fez-se então um tratamento dos dados coletados no levantamento a fim de se determinar a melhor maneira para se ter uma economia no consumo elétrico da fábrica. Assim, foram elaborados quatro cenários distintos, para demonstrar cada situação e poder escolher o melhor cenário para a fábrica de gelo, com isso, constitui a eficiência energética. O método utilizado para análise dos cenários foi através de planilhas desenvolvidas no pacote office(Excel). Assim, logo a seguir, podemos perceber os quatro cenários que serão propostos:

- **CONTRATO ATUAL:** demonstrar o cenário de como está a fabrica atualmente.
- **CONTRATO 1:** demonstrar o cenário de como está a fabrica com os novos reajustes na demanda contratada.
- **CONTRATO 2:** nesse cenário vai ser demonstrado se é viavel uma instalação de um gerador a partir do Contrato 1.

- **CONTRATO 3:** nesse cenário vai ser demonstrado uma visão em caso de migração para a tarifa convencional.

3.4 CONTRATO ATUAL DA UNIDADE CONSUMIDORA

Nessa etapa analisa-se o cenário atual da fábrica, como realmente se encontra os gastos com energia elétrica. Esse cenário é chamado de CONTRATO ATUAL, ele vai apresentar, a partir da análise das faturas dos 12 meses compreendidos entre março/19 a fevereiro/20, leitura da medição (relacionado a cada mês), consumo por mês (tanto na ponta e fora ponta), consumo total por mês, valores de tarifação para cada posto horário, valores total da fatura por mês, valores total anual, demanda contratada, demanda registrada (medida), demanda de ultrapassagem, valor da tarifa de ultrapassagem e valor total da demanda por mês e anual. O método utilizado para análise dos cenários foi através de planilhas desenvolvidas no pacote office (Excel).

As Tabelas 3 e 4 mostram o cenário atual da unidade consumidora, esse cenário é realidade do valor que a fábrica de gelo paga anualmente para distribuidora de energia Enel Ceará. É importante lembrar que a cor das tabelas estão de verde, isso justifica a modalidade tarifária (A4) Horosazonal Verde.

Tabela 3 – Cenário atual do Consumo de energia por mês.

Leitura da Medição	Consumo do mês total (kWh)	Consumo do mês (kWh)		Tarifa (R\$/kW)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/mês)	
		Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta		
mar/19	24960,39	4667,39	20293	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 8.447,98	R\$ 8.253,77		
abr/19	24571,25	4914,25	19657	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 8.894,79	R\$ 7.995,09		
mai/19	22207,65	4152,65	18055	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 7.516,30	R\$ 7.343,51		
jun/19	34161,93	5928,93	28233	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 10.731,36	R\$ 11.483,21		
jul/19	26829,64	5869,64	20960	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 10.624,05	R\$ 8.525,06		
ago/19	26620,32	5152,32	21468	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 9.325,70	R\$ 8.731,68		
set/19	19334,7	3989,7	15345	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 7.221,36	R\$ 6.241,27		
out/19	17065	3413	13652	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 6.177,53	R\$ 5.552,68		
nov/19	20664,32	4520,32	16144	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 8.181,78	R\$ 6.566,25		
dez/19	20320	3864	16456	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 6.993,84	R\$ 6.693,15		
jan/20	19290,68	3733,68	15557	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 6.757,96	R\$ 6.327,50		
fev/20	16062,8	3706,8	12356	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 6.709,31	R\$ 5.025,56		

Fonte: Próprio autor.

Tabela 4 – Cenário atual Consumo de energia anual.

Leitura da Medição	Consumo do mês total (kWh)	Valor (R\$/mês)	
		TOTAL	
mar/19	24960,39	R\$	16.701,75
abr/19	24571,25	R\$	16.889,88
mai/19	22207,65	R\$	14.859,81
jun/19	34161,93	R\$	22.214,57
jul/19	26829,64	R\$	19.149,11
ago/19	26620,32	R\$	18.057,38
set/19	19334,7	R\$	13.462,63
out/19	17065	R\$	11.730,21
nov/19	20664,32	R\$	14.748,03
dez/19	20320	R\$	13.686,99
jan/20	19290,68	R\$	13.085,46
fev/20	16062,8	R\$	11.734,86
Total (R\$/ano)		R\$	186.320,68

Fonte: Próprio autor.

Analisando os valores nas Tabelas 3 e 4, podemos perceber de imediato um elevado consumo de energia no horário de ponta, esse horário varia, geralmente, entre 17h as 20h e modalidade A4 Horosazonal Verde. Vale ressaltar, que a fábrica tem alto consumo de energia por mês.

As Tabelas 5 e 6 mostra os dados relacionados a demanda.

Tabela 5 – Cenário atual da Demanda por mês.

Leitura da Medição	Demanda Contratada (KW)	Demanda (KW)		Demanda (kW)	
		Ponta	Fora Ponta	Registrada	Ultrapassagem
	75,00				78,75
mar/19	75,00	7,39	85,01	85,01	10,01
abr/19	75,00	12,94	83,83	83,83	8,83
mai/19	75,00	11,59	80,47	80,47	5,47
jun/19	75,00	5,71	85,18	85,18	10,18
jul/19	75,00	3,53	82,99	82,99	7,99
ago/19	75,00	3,36	85,3	85,3	10,3
set/19	75,00	10,58	81,48	81,48	6,48
out/19	75,00	5,88	82	82	7
nov/19	75,00	6,72	83,56	83,56	8,56
dez/19	75,00	17,14	87,9	87,9	12,9
jan/20	75,00	4,70	88,2	88,2	13,2
fev/20	75,00	2,35	84,3	84,3	9,3

Fonte: Próprio autor.

Tabela 6 – Cenário atual da Demanda anual.

Leitura da Medição	Tarifa (R\$/KW)		Tarifa (R\$/KW)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/mês)	
	Normal		Ultrapassagem		Faturada Normal	Ultrapassagem	Faturada	TOTAL		
	R\$	19,97	R\$	39,96						
mar/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.698,00	R\$	399,99	R\$	2.097,99
abr/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.674,43	R\$	352,84	R\$	2.027,27
mai/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.607,32	R\$	218,58	R\$	1.825,89
jun/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.701,39	R\$	406,78	R\$	2.108,18
jul/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.657,65	R\$	319,27	R\$	1.976,92
ago/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.703,79	R\$	411,58	R\$	2.115,37
set/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.627,49	R\$	258,93	R\$	1.886,42
out/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.637,88	R\$	279,71	R\$	1.917,59
nov/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.669,04	R\$	342,05	R\$	2.011,09
dez/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.755,72	R\$	515,47	R\$	2.271,20
jan/20	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.761,72	R\$	527,46	R\$	2.289,17
fev/20	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.683,82	R\$	371,62	R\$	2.055,44
								Total (R\$/ano)	R\$	24.582,52

Fonte: Próprio autor.

Observando os valores nas Tabelas 5 e 6, nos meses de março/19 até fevereiro/20 podemos compreender uma ultrapassagem na demanda contratada acima do permitido pela norma que é de até 5%. É importante ressaltar uma reavaliação na demanda contratada com a concessionária para que não aconteça essa constante ultrapassagem vista na Tabela 5, com isso, provoca uma redução no custo das faturas.

3.5 CONTRATO 1 DA UNIDADE CONSUMIDORA

Nesse momento é demonstrado um novo cenário que se chama CONTRATO 1. Esse contrato faz uma análise com uma nova demanda contratada, a partir dessa demanda pode-se ter novos valores e, com isso, classificar viabilidade dessa nova demanda contratada. O método utilizado para análise dos cenários foi através de planilhas desenvolvidas no pacote office(Excel).

As Tabelas 7 e 8 mostra os novos cenários de consumo de energia da unidade consumidora, pode-se observar que esse cenário descrito é o mesmo apresentado pelas as Tabelas 3 e 4.

Tabela 7 – Contrato 1 – Consumo de energia por mês.

Leitura da Medição	Consumo do mês total (kWh)	Consumo do mês (kWh)		Tarifa (R\$/kW)		Valor (R\$/mês)	
		Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta
mar/19	24960,39	4667,39	20293	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 8.447,98	R\$ 8.253,77
abr/19	24571,25	4914,25	19657	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 8.894,79	R\$ 7.995,09
mai/19	22207,65	4152,65	18055	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 7.516,30	R\$ 7.343,51
jun/19	34161,93	5928,93	28233	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 10.731,36	R\$ 11.483,21
jul/19	26829,64	5869,64	20960	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 10.624,05	R\$ 8.525,06
ago/19	26620,32	5152,32	21468	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 9.325,70	R\$ 8.731,68
set/19	19334,7	3989,7	15345	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 7.221,36	R\$ 6.241,27
out/19	17065	3413	13652	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 6.177,53	R\$ 5.552,68
nov/19	20664,32	4520,32	16144	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 8.181,78	R\$ 6.566,25
dez/19	20320	3864	16456	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 6.993,84	R\$ 6.693,15
jan/20	19290,68	3733,68	15557	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 6.757,96	R\$ 6.327,50
fev/20	16062,8	3706,8	12356	R\$ 1,81	R\$ 0,41	R\$ 6.709,31	R\$ 5.025,56

Fonte: Próprio autor.

Tabela 8 – Contrato 1 – Total / ano.

Leitura da Medição	Consumo do mês total (kWh)	Valor (R\$/mês)	
		TOTAL	
mar/19	24960,39	R\$	16.701,75
abr/19	24571,25	R\$	16.889,88
mai/19	22207,65	R\$	14.859,81
jun/19	34161,93	R\$	22.214,57
jul/19	26829,64	R\$	19.149,11
ago/19	26620,32	R\$	18.057,38
set/19	19334,7	R\$	13.462,63
out/19	17065	R\$	11.730,21
nov/19	20664,32	R\$	14.748,03
dez/19	20320	R\$	13.686,99
jan/20	19290,68	R\$	13.085,46
fev/20	16062,8	R\$	11.734,86
Total (R\$/ano)		R\$	186.320,68

Fonte: Próprio autor.

As Tabelas 9 e 10 mostra os novos cenários da unidade consumidora, pode-se observar que a demanda contratada foi alterada de 75 kW para 90 kW, já que no CONTRATO ATUAL é notório a demanda de ultrapassagem acontecer em todos os meses. Então, o motivo do ajuste na demanda contratada para 90 kW foi pelo fato da ultrapassagem da demanda maior de 88,2 kW, assim, foi determinado a demanda contratada de 90 kW.

Tabela 9 – Contrato 1 – Demanda por mês.

Leitura da Medição	Demanda Contratada (KW)	Demanda (kW)		Registrada	Demanda (kW)	
	90,00	Ponta	Fora Ponta		Ultrapassagem	Faturada
mar/19	90,00	7,39	85,01	85,01	0	90
abr/19	90,00	12,94	83,83	83,83	0	90
mai/19	90,00	11,59	80,47	80,47	0	90
jun/19	90,00	5,71	85,18	85,18	0	90
jul/19	90,00	3,53	82,99	82,99	0	90
ago/19	90,00	3,36	85,3	85,3	0	90
set/19	90,00	10,58	81,48	81,48	0	90
out/19	90,00	5,88	82	82	0	90
nov/19	90,00	6,72	83,56	83,56	0	90
dez/19	90,00	17,14	87,9	87,9	0	90
jan/20	90,00	4,70	88,2	88,2	0	90
fev/20	90,00	2,35	84,3	84,3	0	90

Fonte: Próprio autor.

Tabela 10 – Contrato 1 – Total / ano.

Leitura da Medição	Tarifa (R\$/KW)		Tarifa (R\$/KW)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/ mês)	
	Normal		Ultrapassagem		Faturada Normal		Ultrapassagem		Faturada TOTAL	
	R\$	19,97	R\$	39,96						
mar/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
abr/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
mai/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
jun/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
jul/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
ago/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
set/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
out/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
nov/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
dez/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
jan/20	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
fev/20	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
								Total (R\$/ano)		R\$ 21.572,03

Fonte: Próprio autor.

3.6 CONTRATO 2 DA UNIDADE CONSUMIDORA

Neste CONTRATO 2 é analisado a viabilidade da instalação de um gerador na fábrica. Esse contrato faz uma análise para acionar o gerador no horário de ponta, pois nesse horário que varia geralmente entre 17h às 20h (esse horário é flexível, basta entrar

em contato com a concessionária de energia), é onde o custo da energia é a mais cara.

No entanto, o gerador adotado para esse cenário foi um modelo de 125 kVA de potência nominal, onde suas especificações estão no item 4.3 deste trabalho. O consumo desse gerador escolhido é aproximadamente 19,5 litros diesel por hora em carga máxima. O tanque de combustível tem capacidade para 230 litros e sua autonomia é a ordem de aproximadamente 12 horas de funcionamento contínuo.

Outros tipos de potência possuem cálculos e quantidades diferentes de litros por hora de trabalho e é importante ter estes dados ou consultar junto ao fabricante do equipamento.

Portanto, logo abaixo, pode-se observar o cálculo no posto horário de ponta:

- Consumo na ponta por hora de 68,07 kWh e uma tarifa de R\$ 1,81, fazendo a multiplicação, temos o valor a ser cobrado na ponta por hora de R\$ 123,20.
- O consumo do gerador é 19,5 litros diesel por hora e o valor comercial para compra do diesel é em média de R\$ 3,50, fazendo a multiplicação, temos o valor a ser cobrado com o gerador funcionando na ponta por hora de R\$ 68,05.

A partir dos cálculos demonstrado acima temos com o gerador uma redução de R\$ 55,15, assim, fazendo uma regra de três simples podemos encontrar o valor do gerador na ponta por hora de R\$ 1,00.

O método utilizado para análise dos cenários foi através de planilhas desenvolvidas no pacote office(Excel). As Tabelas 11, 12, 13 e 14 mostra os novos cenários de consumo de energia e demanda da unidade consumidora com o Gerador.

Tabela 11 – Contrato 2 – Consumo de energia por mês.

Leitura da Medição	Consumo do mês total (kWh)	Consumo do mês (kWh)		Tarifa (R\$/KW)		Valor (R\$/mês)	
		Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta
mar/19	24960,39	4667,39	20293	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 4.667,39	R\$ 8.253,77
abr/19	24571,25	4914,25	19657	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 4.914,25	R\$ 7.995,09
mai/19	22207,65	4152,65	18055	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 4.152,65	R\$ 7.343,51
jun/19	34161,93	5928,93	28233	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 5.928,93	R\$ 11.483,21
jul/19	26829,64	5869,64	20960	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 5.869,64	R\$ 8.525,06

Leitura da Medição	Consumo do mês total (kWh)	Consumo do mês (kWh)		Tarifa (R\$/KW)		Valor (R\$/mês)	
		Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta
ago/19	26620,32	5152,32	21468	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 5.152,32	R\$ 8.731,68
set/19	19334,7	3989,7	15345	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 3.989,70	R\$ 6.241,27
out/19	17065	3413	13652	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 3.413,00	R\$ 5.552,68
nov/19	20664,32	4520,32	16144	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 4.520,32	R\$ 6.566,25
dez/19	20320	3864	16456	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 3.864,00	R\$ 6.693,15
jan/20	19290,68	3733,68	15557	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 3.733,68	R\$ 6.327,50
fev/20	16062,8	3706,8	12356	R\$ 1,00	R\$ 0,41	R\$ 3.706,80	R\$ 5.025,56

Fonte: Próprio autor.

Tabela 12 – Contrato 2 – Total / ano.

Leitura da Medição	Consumo do mês total (kWh)	Valor total (R\$/mês)
mar/19	24960,39	R\$ 12.921,16
abr/19	24571,25	R\$ 12.909,34
mai/19	22207,65	R\$ 11.496,16
jun/19	34161,93	R\$ 17.412,14
jul/19	26829,64	R\$ 14.394,70
ago/19	26620,32	R\$ 13.884,00
set/19	19334,7	R\$ 10.230,97
out/19	17065	R\$ 8.965,68
nov/19	20664,32	R\$ 11.086,57
dez/19	20320	R\$ 10.557,15
jan/20	19290,68	R\$ 10.061,18
fev/20	16062,8	R\$ 8.732,36
Total (R\$/ano)		R\$ 142.651,40

Fonte: Próprio autor.

Tabela 13 – Contrato 2 – Demanda por mês.

Leitura da Medição	Demanda Contratada (KW)	Demanda (kW)		Demanda (kW)		
		Ponta	Fora Ponta	Registrada	Ultrapassagem	Faturada
	90,00				94,5	
mar/19	90,00	7,39	85,01	85,01	0	90
abr/19	90,00	12,94	83,83	83,83	0	90
mai/19	90,00	11,59	80,47	80,47	0	90
jun/19	90,00	5,71	85,18	85,18	0	90
jul/19	90,00	3,53	82,99	82,99	0	90
ago/19	90,00	3,36	85,3	85,3	0	90
set/19	90,00	10,58	81,48	81,48	0	90
out/19	90,00	5,88	82	82	0	90
nov/19	90,00	6,72	83,56	83,56	0	90
dez/19	90,00	17,14	87,9	87,9	0	90
jan/20	90,00	4,07	88,2	88,2	0	90
fev/20	90,00	2,35	84,3	84,3	0	90

Fonte: Próprio autor.

Tabela 14 – Contrato 2 – Total / ano.

Leitura da Medição	Tarifa (R\$/kW)		Tarifa (R\$/kW)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/mês)	
	Normal		Ultrapassagem		Faturada Normal	Ultrapassagem	Faturada	TOTAL		
	R\$	19,97	R\$	39,96						
mar/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
abr/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
mai/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
jun/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
jul/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
ago/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
set/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
out/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
nov/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
dez/19	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
jan/20	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
fev/20	R\$	19,97	R\$	39,96	R\$	1.797,67	R\$	-	R\$	1.797,67
Total (R\$/ano)									R\$	21.572,03

Fonte: Próprio autor.

3.7 CONTRATO 3 DA UNIDADE CONSUMIDORA

O CONTRATO 3 é um cenário de comparação com os outros três cenários descritos. Esse contrato traz uma análise da tarifa convencional, onde é caracterizado pela estruturação tarifária binômia (os consumidores são cobrados tanto pela demanda quanto pela energia ativa que consomem).

Tabela 15 – Contrato 3 – Consumo de energia por mês.

Leitura da Medição	Consumo do mês (kWh)	Tarifa (R\$/KW)		Valor (R\$/mês)	
mar/19	24960,39	R\$	0,79	R\$	19.718,71
abr/19	24571,25	R\$	0,79	R\$	19.411,29
mai/19	22207,65	R\$	0,79	R\$	17.544,04
jun/19	34161,93	R\$	0,79	R\$	26.987,92
jul/19	26829,64	R\$	0,79	R\$	21.195,42
ago/19	26620,32	R\$	0,79	R\$	21.030,05
set/19	19334,7	R\$	0,79	R\$	15.274,41
out/19	17065	R\$	0,79	R\$	13.481,35
nov/19	20664,32	R\$	0,79	R\$	16.324,81
dez/19	20320	R\$	0,79	R\$	16.052,80
jan/20	19290,68	R\$	0,79	R\$	15.239,64
fev/20	16062,8	R\$	0,79	R\$	12.689,61
Total (R\$/ano)				R\$	214.950,06

Fonte: Próprio autor.

Tabela 16 – Contrato 3 – Demanda por mês.

Leitura da Medição	Demanda Contratada(kW)	Registrada	Demanda (kW)	
			Ultrapassagem 94,5	Faturada
mar/19	90,00	85,01	0	90
abr/19	90,00	83,83	0	90
mai/19	90,00	80,47	0	90
jun/19	90,00	85,18	0	90
jul/19	90,00	82,99	0	90
ago/19	90,00	85,30	0	90
set/19	90,00	81,48	0	90
out/19	90,00	82,00	0	90
nov/19	90,00	83,56	0	90
dez/19	90,00	87,90	0	90
jan/20	90,00	88,20	0	90
fev/20	90,00	84,30	0	90

Fonte: Próprio autor.

Tabela 17 – Contrato 2 – Total / ano.

Leitura da Medição	Tarifa (R\$/KW)		Tarifa (R\$/KW)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/mês)		Valor (R\$/mês)	
	Normal	R\$	Ultrapassagem	R\$	Faturada Normal	Ultrapassagem	Faturada	TOTAL		
		60,10		180,29						
mar/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
abr/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
mai/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
jun/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
jul/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
ago/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
set/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
out/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
nov/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
dez/19	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
jan/20	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
fev/20	R\$	60,10	R\$	180,29	R\$	5.409,00	R\$	-	R\$	5.409,00
Total (R\$/ano)									R\$	64.908,00

Fonte: Próprio autor.

4 RESULTADOS

Neste capítulo, será apresentado os resultados obtidos na eficiência energética da Fábrica de Gelo.

4.1 OPÇÃO TARIFÁRIAS E CONTRATO ATUAL

Para a escolha da melhor opção tarifária foi determinado a partir do consumo de energia (dados colhido na conta de energia), o valor da demanda contratada (atualmente é 75 kW) e o valor da carga instalada. Após a análise desses fatores a melhor opção escolhida foi manter a mesma modalidade tarifária que é A4 Horosazonal Verde e fazer alguns ajustes que foi demonstrado no capítulo 3 (estudo de casos). Foi utilizada uma planilha produzida pelo Excel que calcula o custo mensal para as opções tarifárias verde. Nesta planilha são dados de entrada, a demanda e o consumo ativo, e os dados de saída são o custo mensal em reais e o custo por kWh (R\$/kWh).

Como mostrado anteriormente capítulo 3, algumas premissas foram adotadas no preenchimento da planilha, como consumo energia ativo, demanda contratada, demanda de registrada, demanda de ultrapassagem e valores de tarifação de acordo com a concessionária local (Enel Ceará). Na Tabela 18 mostra o valor atual que a Fábrica de Gelo paga a distribuidora de energia.

Tabela 18 – Contrato atual – Valor total / ano.

CONTRATO ATUAL:	A4 Horosazonal Verde		
Consumo:	Valor (R\$/ano):	R\$	186.321,90
Demanda Contratada:	Valor (R\$/ano):	R\$	24.582,52
	TOTAL (R\$/ano):	R\$	210.904,42

Fonte: Próprio autor.

Pode-se observar no final da Tabela 18 o valor de R\$ 210.904,42, esse é valor pago anualmente pela a fábrica. Se dividimos esse valor por 12 meses vamos ter uma média de custo mensal de quase R\$ 18 mil reais, é um valor bem elevado de energia. Vale lembrar que nesse cenário, apresentado no item 3.4 desse trabalho, tem ultrapassagem de demanda nos meses de março/19 até setembro/19 podemos compreender uma ultrapassagem na demanda contratada acima do permitido pela norma que é de até 5%. Portanto, realmente se faz necessária uma reavaliação de demanda contratada, para que a Fábrica não venha a pagar multa por ultrapassagem de demanda.

4.2 CONTRATO 1 (COM AJUSTE DE DEMANDA)

Como mostrado anteriormente no item 3.5, a Fábrica de Gelo pagou multas por ultrapassagem de demanda. Sua demanda contratada é de 75 kW e como o limite de ultrapassagem é de 5% ele pode chegar até um valor de 78,75 kW sem pagar multa por ultrapassagem de demanda. Visando corrigir essas multas, foi ajustado uma demanda ideal a ser contratada para que não ocorram mais multas.

O resultado mostrou que a demanda ideal a ser contratada é de 89 kW, sendo assim, foi adotado um valor próximo, 90 kW, como o melhor valor a ser contratado. Nas Tabelas 05 e 06 do item 3.4 é demonstrado a ultrapassagem de demanda e nas Tabelas 09 e 10 é apresentada um novo cenário com a nova demanda contratada, onde pode-se observar o fim das multas por ultrapassagens.

A Tabela 19 mostra a circunstância com ajuste na demanda contratada.

Tabela 19 – Contrato 1 – Valor total / ano.

CONTRATO 1:	A4 Horozasonal Verde com Nova Demanda	
Consumo:	Valor (R\$/ano):	R\$ 186.320,68
Demanda Contratada:	Valor (R\$/ano):	R\$ 21.572,03
	TOTAL (R\$/ano):	R\$ 207.892,70
	Economia (R\$/ano):	R\$ 3.011,71

Fonte: Próprio autor.

Através da análise da Tabela 06 do item 3.4, no período de março de 2019 a fevereiro de 2020, a Fábrica pagou R\$ 4.404,29 com ultrapassagem de demanda. Caso fosse feito um ajuste na demanda contratada para o valor de 90 kW, a empresa em questão, não pagaria mais estas multas, e poderia chegar até um valor de 94,5 kW na demanda medida (limite de ultrapassagem 5% da demanda contratada). Contudo, observando a Tabela 19, relacionado ao CONTRATO 1, com o ajuste na demanda contratada que o valor real de economia é R\$ 3.011,71, assim, pode-se perceber que a redução custo com a nova demanda não é R\$ 4.404,29 e sim de R\$ 3.011,71. Portanto, uma economia para o CONTRATO 1 de R\$ 3.011,71.

4.3 CONTRATO 2 (COM A IMPLANTAÇÃO DO GERADOR)

O período de *Payback* é o tempo que um projeto leva para se pagar. É um dos procedimentos mais fácil de obter uma estimativa de tempo de retorno e é muito

empregado por empresas, por apresentar opções de projetos no qual, o capital investido retorne o quanto antes.

Como mostrado anteriormente no item 3.2, Fábrica de Gelo trabalha com a venda de gelo em barras e triturados para atender a comercializadores de aves e pescados da região. A produção do gelo inicia as 01h 00min às 20h 00min. Nesse intervalo remanescente os compressores são desligados.

Sabendo o horário de funcionamento da Fábrica de Gelo a proposta é empregar o gerador no posto horário de ponta, onde o gerador seria acionado, por exemplo, no horário das 17h às 20h. Assim, teria uma redução nos custo, pois nesse horário de ponta o valor da tarifa cobrada pela concessionária é R\$ 1,81/kWh e fora de ponta é de R\$ 0,41/kWh (referente à 07/2016 e incluso os valores de impostos) dados obtidos a partir do custo unitário da tarifa horária verde ponta e fora de ponta. Logo, a economia mensal seria de R\$ 3.890,08 e a economia anual seria de R\$ 46.680,98. A Tabela 20 mostra a economia obtida pela implatação do gerador.

Tabela 20 – Contrato 2 – Valor total / ano.

CONTRATO 2:	A4 Horozasonal Verde com Gerador	
Consumo:	Valor (R\$/ano):	R\$ 142.651,40
Demanda Contratada:	Valor (R\$/ano):	R\$ 21.572,03
	TOTAL (R\$/ano):	R\$ 164.223,43
	Economia (R\$/ano):	R\$ 46.680,98

Fonte: Próprio autor.

O payback do sistema pode ser expresso pela equação (7):

$$\text{PAYBACK} = \frac{\text{CUSTO TOTAL DE IMPLANTAÇÃO}}{\text{ECONOMIA MENSAL}} \quad (7)$$

O custo total e instalação do gerador proposto na Figura 4 é de R\$ 64.774,08. Assim, estima-se que o *payback* do sistema do gerador se dê em aproximadamente 16,65 meses.

Figura 4 – Gerador de Energia a Diesel – 125 kVA – Silent – TOYAMA-52-1326.

Gerador de Energia a Diesel Silent 6490CC 125 kVA 220V Trifásico - TOYAMA-52-1326
 COD. 2122697 TOYAMA



☆☆☆☆☆ (Seja o primeiro, avalie este produto) 

R\$ **64.774⁰⁸**

 No boleto bancário (já com 10% de desconto)
 1x de **64.774,08** no cartão de crédito (já com 10% de desconto) ou em até 12x de **R\$ 5.997,60**

mais formas de pagamento 

Esgotado! já vendemos todo o estoque!

Avise-me Quando Chegar.
 Por enquanto esse produto não está disponível.
 Para que possamos avisá-lo assim que chegar a nova remessa, digite seu nome e e-mail nos campos indicados e aguarde nosso contato.

Nome E-mail

Desejo receber ofertas exclusivas da LojaDoMecanico.com.br

Fonte: Loja do Mecânico, 2020

Tabela 21 – Dados Técnicos do Gerador – Silent – TOYAMA-52-1326.

- Especificação Técnica:

- :: Modelo: TDMG125SE3D
- :: Tipo do motor: 4 tempos, turbo, refrigerado à água
- :: Sistema de partida: Elétrica 24 V
- :: Cilindrada: 6490 CC
- :: Rotação: 1800 Rpm
- :: Potência máxima do motor: 184,4Hp
- :: Capacidade de óleo no motor: 18 L
- :: Tanque de combustível: 230 L
- :: Número de fases: Trifásico
- :: Frequência: 60 Hz
- :: Corrente nominal: 274,3 A
- :: Fator potência cos: 0,8
- :: Saída CC: 24 V/ 8,3 A
- :: Potência de emergência Stand-by: 125 kVA
- :: Potência limitada Prime: 113 kVA
- :: Potência contínua: 105 kVA
- :: Tipo de tomada: Barramento
- :: Nível de ruído a 7 M: 76 dB
- :: Peso: 1525 kg
- :: Empilhamento máximo: 1 caixa

- Garantia: 3 meses

- Marca: TOYAMA

Ref.: TOYAMA-52-1326

Fonte: Loja do Mecânico, 2020

4.4 CONTRATO 3 (TARIFA CONVENCIONAL)

Como mostrado anteriormente no item 3.7 nas Tabelas 15, 16 e 17, pode-se observar, na modalidade tarifária convencional, há existência de um valor único de tarifa tanto para consumo de energia ativa quanto para a demanda contratada. E nessa modalidade não existe posto horário. Portanto, o motivo da apresentação do CONTRATO 3 é fazer uma comparação com os demais contrato. Pois, percebe-se pela Tabela 21 o valor total por ano que é R\$ 279.858,06, sendo inviável para a Fábrica adotar essa modalidade tarifa convencional.

Tabela 22 – Contrato 3 – Valor total / ano.

CONTRATO 3:	Convencional	
Consumo:	Valor (R\$/ano):	R\$ 214.950,06
Demanda Contratada:	Valor (R\$/ano):	R\$ 64.908,00
	TOTAL (R\$/ano):	R\$ 279.858,06

Fonte: Próprio autor.

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

É importante observar que fazendo alguns ajustes, com a obrigação de investimentos de capital no gerador e alteração na demanda contratada, obteve-se uma redução anual de 22,13%. Assim, podemos concluir que o contrato mais acessível para a Fábrica de Gelo será o CONTRATO 2.

Logo, anualmente teríamos uma economia na fatura da Fábrica de Gelo de cerca de R\$ 46.680,98/ ano, somente com a implantação do gerador na instalação e alteração na demanda contratada. Tendo assim, um payback em torno de 1,39 anos, equivalente aproximadamente 17 meses.

5 CONCLUSÃO

Satisfazendo ao objetivo descrito no início deste Trabalho de Conclusão de Curso, de executar um estudo de caso mostrando grandezas a serem adotadas para reduzir os custos com energia elétrica em uma Fábrica de gelo utilizando conceitos de eficiência energética, conclui-se um resultado positivo, dado que apresentam-se algumas medidas que resultarão em uma considerável economia.

A elaboração desta pesquisa foi feita em diversas fases. A primeira fase foi realizar um levantamento dos dados da Fábrica de Gelo, para que isso fosse possível foram feitas visitas à instalação e consulta no sistema virtual da distribuidora de energia. Com os dados levantados foi capaz de fazer os vários estudos apresentados.

Contudo, depois de ter analisado as faturas de energia elétrica revelaram que estavam ocorrendo diversas ultrapassagens de demanda, por isso, foi feito um estudo que mostrou a demanda ideal a ser contratada, de 90 kW, projetando os custos com essa nova demanda pode ser obtida uma economia anual de R\$ 3.011,71.

Através dos dados das análises das faturas, foi efetuado um estudo tarifário, com objetivo de escolher a melhor modalidade tarifária, este estudo apresentou que a modalidade verde é a mais adequada a Fábrica de Gelo. Ao final dessa fase, foi mostrada que o melhor cenário descrito como CONTRATO 2 teve uma economia anual de R\$ 46.680,98, isso com a implantação de um Gerador que comporta 100% da carga instalada. Esta economia no consumo total de energia representa 22,13% do total que é consumido no sistema atual. Tendo assim, um payback em torno de 1,39 anos, equivalente aproximadamente 17 meses.

Os valores mencionados no texto acima estão resumidos na Tabela 22 abaixo. Também é mostrado as somas totais projetadas para um mês e um ano.

Tabela 23 - Resumo das Economias.

Economia:	Valor
Ajuste de Demanda e implantação do Gerador (Mensal)	R\$ 13.685,28
Total (Mensal)	R\$ 13.685,28
Total (Anual)	R\$ 164.223,43

Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 23 mostra a simulação dos resultados antes e depois de realizar os ajustes mencionados no decorrer deste trabalho, projetado para um mês.

Tabela 24 - Simulação dos Resultados.

SIMULAÇÃO DOS RESULTADOS		
TOTAL DA FATURA (Média 12 últimos meses)	R\$	210.904,42
TOTAL DA FATURA (Ajustes c/ Gerador)	R\$	164.223,43
ECONOMIA TOTAL	R\$	46.680,98
		22,13%

Fonte: Próprio autor.

Portanto, podemos concluir que existem várias formas de se obter economia e melhorar a eficiência energética em uma Fábrica de Gelo, algumas atos não necessitam de investimento financeiro, como é o caso da contratação da demanda e da escolha da opção tarifária. Já outras requerem um investimento inicial, mais que se pagam com o tempo, como foi mostrado no trabalho com o estudo da implantação do Gerador. Assim, o que deve ser feito é a combinação do maior número de ações possíveis para minimizar os custos e aumentar a eficiência energética.

Durante o decorrer deste trabalho abordou-se sobre os objetivos propostos inicialmente e, também, surgiram mais assuntos possíveis de serem estudados para se obter uma redução no valor da conta de energia ainda maior. Estes assuntos de trabalhos futuros são:

- procedimentos necessários para migração ao mercado livre de energia;
- viabilidade de estudo de redução de custos com foco em refrigeração;
- viabilidade de estudo de economia da correção do fator de potência;
- viabilidade de estudo de equipamentos mais eficientes (*retrofit*).

REFERÊNCIAS

Njaim, Paulo Roberto; APLICAÇÃO DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EM UMA FÁBRICA DE GELO EM SÃO PAULO – SP. Curso de especialização em Eficiência Energética aplicada aos processos produtivos – Universidade Federal de Santa Maria. Foz do Iguaçu/PR – 2017.

Erber, Pietro e Marques, Marcos José. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, UMA BUSCA PERMANENTE. INEE(Instituto Nacional Eficiência Energética) Acesso: 15 out. 2020.
Link: http://www.inee.org.br/informacoes_imprensa_artigo.asp?id=721&Cat=info

IEC 60364-8-1. IEC 60364-8-1:2014: Instalações elétricas de baixa tensão – parte 8-1: Eficiência energética. São Paulo, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. O que é eficiência Energética. 2018. Disponível em: http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia. Acesso em: 17 out. 2020.

RIBEIRO, Z. B. Parâmetros para análise de projetos de eficiência energética em eletricidade. 2018. 144 f. Dissertação (Mestrado) — Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, 2005.

VERAS, A. A. Eficiência energética nas escolas públicas do Estado do Acre: Estudo de Caso da Escola Glória Peres. 2018. 144 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Salvador – UNIFACS, 2010.

TAVARESA, Flávio Viana e MONTEIRO, Luciane. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - NA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES DE AMÔNIA - ENERGY EFFICIENCY INDICATORS IN AMMONIA FERTILIZERS INDUSTRY. Universidade Federal Fluminense (UFF) - Niterói, RJ, Brasil - Programa de Pós Graduação em Engenharia Química - Sistemas & Gestão 9 (2014), pp 216-223.

Abreu, Y. V.; Oliveira, M. A. G.; Guerra, S. M. G. (2010), Energia Sociedade e Meio Ambiente. eumed.net, Universidade de Málaga.

ABESCO. Mercado - ABESCO. ABESCO - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia, 18 out. 2020. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/>.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço energético nacional 2018. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/s%c3%adntese%20do%20relat%c3%b3rio%20final.pdf>. Acesso em: 19 out. 2020.

INMETRO. PBE - Programa brasileiro de etiquetagem. Disponível em: <http://www2.inmetro.gov.br/pbe/pdf/folder_pbe.pdf>. Acesso em: 19 out. 2020.

SIMÕES, Alexandre. Conservação de energia: Eficiência energética de equipamentos e instalações. 3 ed. Itajubá, MG: Eletrobrás / PROCEL EDUCAÇÃO, 2006. 597 p.

ELETROBRAS. Procel. Disponível em:

<<https://www.eletrobras.com/elb/data/pages/lumis0389bba8ptbrie.htm>>. Acesso em: 19 out. 2020.

PROCEL - ELETROBRÁS. Resultados do PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. [S.l.], 2009.

ANEEL. Revista eficiência energética. Disponível em:

<http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/revista_eficiencia_energetica_2015.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

ANEEL. Relação de projetos de eficiência energética cadastrados na aneel. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/excel/pee%20projetos.xls>>. Acesso em: 20 out. 2020.

ANEEL. Resolução Normativa n 414/2010 . direitos e deveres do consumidor de energia elétrica, 8 set 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/REN_414_2010_atual_REN_499_2012.pdf/d299b3a0-ad4a-4c68-a280-6891e10b4465>.

ANEEL. ANEEL - Tarifas. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016.

Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/tarifas>>. Acesso em: 20 out. 2020.

PROCEL. Manual de Tarifação de Energia Elétrica. 2ª. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2002.

TAMIETTI, Ricardo. Tarifação de energia elétrica. 1 ed. Belo Horizonte, MG: Engeweb, 2009. 59 p.

HADDAD, F. J. Energia Elétrica: Conceitos, Qualidade e Tarifação. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2004.

CRETON; STHEL. A ciência do aquecimento global. Rio de Janeiro: FAPERJ, 2011. 175p.

TONIN, G. A gestão de energia elétrica na indústria: suprimento e uso eficiente. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009. Disponível em <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/.../Dissertacao_Gilberto_Tonim.pdf >. Acesso em 22

out. 2020.

ENEL DISTRIBUIÇÃO CEARÁ. CNC-OMBR-MAT-18-0125-EDCE: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição. 2019.

Gerador de Energia a Diesel Silent 6490CC 125 kVA 220V Trifásico - TOYAMA-52-1326. Disponível em <<https://www.lojadomecanico.com.br/produto/122479/33/326/gerador-de-energia-a-diesel-silent-6490cc-125-kva-220v-trifasico-toyama-52-1326>>. Acesso em 25 out. 2020.

COPEL. Manual de eficiência energética na indústria. Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf)> 2016a. Acesso em: 25 out. 2020.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). Manual de Tarifação de Energia Elétrica. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS, 2002.