UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
ANDRÉ BUENO VILAS BOAS

USO EFICIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA EM UM SUPERMERCADO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE PROCESSOS

Tubarão
2023

ANDRÉ BUENO VILAS BOAS

USO EFICIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA EM UM SUPERMERCADO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE PROCESSOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Jorge Alberto Lewis Esswein Junior, Me. Eng.

Tubarão

2023

ANDRÉ BUENO VILAS BOAS

USO EFICIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA EM UM SUPERMERCADO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE PROCESSOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 22 de Junho de 2023

Documento assinado digitalmente
JORGE ALBERTO LEWIS ESSWEIN JUNIOR
Data: 06/07/2023 18:51:52-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Professor e orientador Jorge Alberto Lewis Esswein Junior, Me. Eng.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professor Bruno William Wisintainer, Me.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Professora Adriana Salvador Zanini, Me.
Convidada

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a uma pessoa especial a qual me permitiu estar aqui e conseguir concluir mais esta etapa de minha vida, minha esposa, Nayara Laurindo Barbosa, que desempenhou todos esses anos, mesmo com muita dificuldade, um ótimo papel de mãe e esposa.

A meus filhos Vicente e Henrique, hoje com 6 e 3 anos, que me deram forças para não desistir e seguir em frente, sempre buscando dar o meu melhor, mesmo em momentos de muitas dificuldades.

E a todos os professores o qual nunca irei esquecer, que mesmo com todas as dificuldades impostas nesse período, buscaram metodologias para transmitir seu conteúdo com excelência, servindo muitas vezes como inspiração profissional, muito obrigado.

“O maior valor de um ser humano está na capacidade de reconhecer seus erros e seus limites, de buscar seu autodesenvolvimento e superar-se diante dos grandes obstáculos"
(Eduardo Frederico, 2023).

RESUMO

A energia elétrica está difundida em muitos segmentos do dia a dia, se torna inimaginável na atualidade, um mundo sem sua presença, entretanto é um produto que, assim como qualquer outro, tem limites e tolerâncias, devemos utilizar de forma racional e prudente. No desenvolvimento deste trabalho, foi realizado o levantamento de cargas instaladas no supermercado em questão, realizando assim um comparativo com os valores encontrados na fatura de energia elétrica, houve uma defasagem em torno de 6000 kWh. Devido a ausência de algumas etiquetas em determinados componentes, foi utilizado como referência, equipamentos similares, informações como, horários de utilização e tempo de uso eram incertas, favorecendo ainda mais a discordância dos valores. Se observou as instalações elétricas e dispositivos que a contemplam, buscando alguma possível falha em seu projeto, porém, visualmente, não há nenhuma indicação de avarias, ainda que exista algumas melhorias a serem feitas, como a identificação dos circuitos elétricos no quadro de comandos. Através de diálogos foi observado as metodologias de utilização dos maquinários e componentes existentes nos determinados setores do estabelecimento, levando em consideração o tempo e os horários de utilização. Logo se mostrou interessante a alteração do uso do forno da padaria, fora do horário de ponta, horário onde o preço do kilowatt hora se torna mais caro, trazendo assim uma economia de mais de R$ 1.000,00 mensalmente. O setor supermercadista é um segmento essencial, sendo assim é comum estes estabelecimentos ter um consumo de energia elétrica considerável, pois normalmente trabalham muitas horas por dia, em alguns casos chega a ser o dia todo, estão dispostos de equipamentos que necessitam de altas demandas de energia elétrica, como por exemplo fornos, câmaras frigoríficas, equipamentos de climatização dentre outros. O local se mostrou promissor na utilização de metodologias para otimização de energia, como alteração da bandeira tarifária num determinado momento, porém, para essa tratativa de forma eficaz, se faz necessário o uso de equipamentos específicos, onde através das leituras de demanda de potência nos horários de ponta, se obtêm dados mais assertivos na escolha desta sugestão. Através da substituição de equipamentos de alto consumo, por novos, com uma maior eficiência, como por exemplo os equipamentos de climatização, que são muito antigos, substituindo por aparelhos com tecnologia inverter, se obteve uma redução de mais de R$ 3.500,00 mensalmente, onde o *payback* deste investimento, se dá em torno de 4 anos. Através de reuniões com os colaboradores da empresa, foram definidos alguns parâmetros do processo, de forma a

analisar e compreender a peculiaridade de cada setor e ou equipamento, contribuindo de forma mais assertiva na escolha de determinadas ações. Se observou na fatura de energia elétrica, que a demanda que era contratada para o supermercado estava equilibrada, visto que foram utilizados 82 kW, dos 86 kW contratados.

Palavras-chave: Energia elétrica. Eficiência. Horário de ponta. Demanda.

ABSTRACT

Electric energy is widespread in many segments of everyday life, it becomes unimaginable today, a world without its presence, however it is a product that, like any other, has limits and tolerances, we must use it rationally and prudently. In the development of this work, a survey of loads installed in the supermarket in question was carried out, thus making a comparison with the values found in the electricity bill, there was a lag of around 6000 kWh. Due to the absence of some labels on certain components, similar equipment was used as a reference, information such as hours of use and time of use were uncertain, further favoring the disagreement of values. The electrical installations and devices that contemplate it were observed, looking for any possible failure in its design, however, visually, there is no indication of malfunctions, although there are some improvements to be made, such as the identification of the electrical circuits in the control panel. Through dialogues, the methodologies for using existing machinery and components in certain sectors of the establishment were observed, taking into account the time and hours of use. It soon became interesting to change the use of the bakery's oven, outside peak hours, when the kilowatt hour price becomes more expensive, thus bringing savings of more than R$ 1,000.00 monthly. The supermarket sector is an essential segment, so it is common for these establishments to consume considerable electricity, as they normally work many hours a day, in some cases it is all day, they are equipped with equipment that requires high demands on electrical energy, such as ovens, cold rooms, air conditioning equipment, among others. The site proved to be promising in the use of methodologies for energy optimization, such as changing the tariff flag at a given time, however, for this treatment to be effective, it is necessary to use specific equipment, where through the power demand readings in the peak times, more assertive data can be obtained when choosing this suggestion. By replacing high-consumption equipment with new, more efficient ones, such as air conditioning equipment, which is very old, replacing it with devices with inverter technology, a monthly reduction of more than R$ 3,500.00 was obtained , where the payback of this investment is around 4 years. Through meetings with the company's employees, some parameters of the process were defined, in order to analyze and understand the peculiarity of each sector and/or equipment, contributing in a more assertive way in the choice of certain actions. It was observed in the electricity bill that the demand that was contracted for the supermarket was balanced, since 82 kW of the 86 kW contracted was used.

Keywords: Electricity. Efficiency. Rush hour. Demand.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tensão de Fornecimento do Grupo A 55
Tabela 2- Resumo do Faturamento Tarifário 59
Tabela 3- Levantamento de cargas e consumo 68
Tabela 4- Potência de cada equipamento e demais tratativas 69
Tabela 5- Comparativo de gasto bandeira azul x bandeira verde 81
Tabela 6- Economia na troca do equipamento de climatização. 82
Tabela 7- Economia na utilização do forno fora do horário de ponta 83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Modelo de relatório de auditoria energética 44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Histórico de consumo anual 79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Categorias de produtos avaliados pelo Procel 29
Figura 2- Selo Procel 30
Figura 3- Selo Conpet 33
Figura 4- Etapas de um programa de Uso Racional de Energia 39
Figura 5- Etapas de uma Auditoria Energética 42
Figura 6- Exemplo do diagrama de Sankey 45
Figura 7- Curva típica de uma unidade consumidora 50
Figura 8- Demandas Máxima e Média de uma curva de carga 51
Figura 9- Demanda contratada para a curva de carga 51
Figura 10- Consumo de Energia baseado na Demanda Média 52
Figura 11- Consumo de Energia baseado na Demanda Máxima 53
Figura 12- Horários de Ponta e Fora de Ponta para uma unidade consumidora 53
Figura 13- Curva típica de fornecimento de potência de uma concessionária 54
Figura 14- Contrato ocioso de demanda 61
Figura 15- Contrato insuficiente de demanda 61
Figura 16- Padrão de entrada de energia elétrica - Celesc 73
Figura 17- Disjuntor trifásico 150 A - tipo NEMA - marca Soprano 74
Figura 18- Disjuntor trifásico 150 A - tipo NEMA - marca Soprano 75
Figura 19- Quadro de distribuição dos circuitos 76
Figura 20- Dados do faturamento 77
Figura 21- Dados da unidade consumidora 78
Figura 22- Histórico de consumo 79
Figura 23- Tarifas Horárias sem tributos 80
Figura 24- Especificações técnicas do condicionador de ar 60000 Btus marca Gree 82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia

ABRAS – Associação Brasileira de Supermercados

ACL – Ambiente de Contratação Livre

ACR – Ambiente de Contratação Regulado

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

AT – Alta Tensão

CA – Consumo Mensal de Energia

CCC – Conta de Consumo de Combustíveis

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CCER – Contrato de Compra de Energia Regulada

CDE – Conta de Desenvolvimento Energético

CE – Consumo Específico de Energia

CGEE – Comitê Gestor de Eficiência Energética

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

CNT – Confederação Nacional do Transporte

CONFAZ – Conselho de Política Fazendária

CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural

DGSE – Departamento de Gestão do Setor Elétrico

DMAX – Demanda Máxima

DMED – Demanda Média

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ESCOs – *Energy Service Companies*

FC – Fator de Carga

FC – Fator de Carga da Instalação

F – Horário Fora da Ponta

FP – Fator de Potência

FS – Horário Fora da Ponta em Período Seco

FU – Horário Fora da Ponta em Período Úmido

ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IDT – Instituto de Desenvolvimento, Assistência Técnica e Qualidade em Transporte

i – Índice Referente ao Mês de Análise do Histórico de dados

Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

kVArh – Unidade de energia elétrica reativa (quilovolt-ampère-reativo-hora)

kVAr – Unidade de potência ou demanda reativa (quilovolt-ampère-reativo)

kVA – Unidade de potência ou demanda aparente (quilovolt-ampère)

kV – Unidade de potência (quilovolt)

kWh – Unidade de energia elétrica ativa (quilowatts-hora)

kW – Unidade de potência ou demanda ativa (quilowatts)

MME – Ministério de Minas e Energia

MS – Ministério da Saúde

MT – Média Tensão

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PAR – Plano Anual de Aplicação de Recursos

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

PEE – Programa de Eficiência Energética

P – Horário de Ponta

PLD – Preço de Liquidação das Diferenças

PNEF – Plano Nacional de Eficiência Energética

PNE – Plano Nacional de Energia

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PS – Horário de Ponta em Período Seco

PU – Horário de Ponta em Período Úmido

QP – Quantidade de Produto ou Serviço Produzido no Mês Pela Unidade Consumidora

RGR – Reserva Global de Reversão

SGPEE – Sistema de Gestão dos Programas de Eficiência Energética da ANEEL

SIN – Sistema Interligado Nacional

S – Período Seco

TC – Transformador de Corrente

THS – Tarifa Horo-Sazonal

TSEE – Tarifa Social de Energia Elétrica

TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

TUST – Tarifa do Uso do Sistema de Transmissão

UHE – Usina Hidrelétrica

U – Período Úmido

UTE – Usina Termelétrica

W – Unidade de potência (Watts)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....19

1.1 JUSTIFICATIVA.....20

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....20

1.3 OBJETIVOS.....21

1.3.1 Objetivo Geral.....21

1.3.2 Objetivo Específicos.....21

1.4 DELIMITAÇÕES.....21

1.5 METODOLOGIA.....22

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....22

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....24

2.1 HISTÓRIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....24

2.1.1 A crise do petróleo em 1970.....24

2.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....25

2.2.1 Lei de eficiência energética.....26

2.2.1.1. Plano Nacional de Energia - 2030.....26

2.2.2 Programa de Conservação de Energia Elétrica (Procel).....27

2.2.2.1. O selo PROCEL.....28

2.2.2.2. Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).....30

2.2.3 Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet).....31

2.2.3.1. O Selo Conpet.....32

2.2.4 Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).....33

2.2.4.1. Lei 12.212 - Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE).....34

2.2.4.2. Resolução Normativa ANEEL nº 300.....35

2.2.5 Empresa de Pesquisa Energética (EPE).....36

2.2.6 Reserva Global de Reversão (RGR).....36

3 AUDITORIA ENERGÉTICA.....38

3.1 AUDITORIA ENERGÉTICA NA PRÁTICA.....40
3.1.1 Procedimentos Padronizados.....40
3.1.2 Abordagem geral.....41
3.1.3 Requerimentos para uma Auditoria Energética.....46
3.2 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....48
3.2.1 Sistema elétrico.....49
3.2.2 Tensão de Fornecimento.....54
3.2.3 Modalidade Tarifária.....55
3.2.3.1 Tarifa Convencional.....55
3.2.3.2 Tarifa Horo-Sazonal.....56
3.2.3.3 Critérios de Enquadramento.....56
3.2.4 Faturamento.....56
3.2.4.1 Faturamento de Unidade Consumidora do Grupo B.....57
3.2.4.2 Faturamento de Unidade Consumidora do Grupo A.....57
3.2.5 ICMS: Cobrança e sua Aplicação.....59
3.2.6 Fator de Potência ou Energia Reativa Excedente.....59
3.2.6.1 Correção do Fator de Potência.....60
3.2.7 Análise do Perfil de Utilização da Energia Elétrica.....60
3.2.7.1 Otimização da Demanda de Potência.....60
3.2.7.2 Análise de Opção Tarifária.....62
3.2.8 A Importância dos Indicadores de Eficiência Energética.....62
3.2.8.1 Consumo Específico de Energia (CE).....62
3.2.8.2 Custo médio de Energia e Fator de Carga da Instalação.....63
3.2.9 Comercialização de Energia.....64
3.2.9.1 Os agentes da CCEE.....65
3.2.9.2 Ambientes de Contratação.....65
3.2.9.3 Tarifas Aplicadas.....65
3.2.10 Nova Estrutura Tarifária.....66
4 AUDITORIA ENERGÉTICA NA PRÁTICA.....68

4.1 LEVANTAMENTO DAS CARGAS..... 68
4.2 PADRÃO DE ENTRADA E QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO..... 73
4.2.1 Padrão de entrada de energia elétrica.....73
4.2.2 Quadro de distribuição geral..... 74
4.2.3 Quadro de distribuição dos circuitos.....75
4.3 FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA..... 76
4.4 RECOMENDAÇÕES E MELHORIAS..... 80
4.4.1 Alteração da bandeira tarifária..... 80
4.4.2 Substituição dos equipamentos de climatização.....81
4.4.3 Utilização do forno fora do horário de ponta..... 83
5 CONCLUSÃO..... 84
6 REFERÊNCIAS..... 85

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica está presente no dia a dia da maioria das pessoas, desde uma simples atividade até as mais complexas. Assim como qualquer outro produto, deve ser utilizada de forma consciente, afinal desde a sua obtenção até sua utilização, existem vários processos e fontes, que por muitas vezes são desconhecidos por grande parcela da população, fazendo com que se consuma de forma inconsciente.

Todas essas fontes que fornecem determinada energia, se dá o nome de matriz energética. Neste contexto, surgem dois conceitos distintos que muitas vezes são interpretados de forma errônea. O de matriz energética e o de matriz elétrica. O primeiro, está relacionado às fontes de energia, sejam elas elétrica, mecânica, térmica, etc. Já na segunda, está tratando exclusivamente as fontes que geram energia elétrica, como por exemplo, as usinas hidrelétricas, termelétricas, fotovoltaicas, dentre tantas outras. Logo, se assume que a matriz elétrica, está contida dentro da matriz energética. (EPE, 2018b).

Sendo assim, utilizá-la de maneira consciente, traz muitos benefícios uma vez que a matriz energética mundial, em sua totalidade utiliza de grande parte de fontes não renováveis, como carvão, petróleo e gás natural. Já no Brasil especificamente, a matriz energética é aproximadamente metade de energias renováveis. Quando se trata da matriz elétrica, no mundo, a maioria é derivada de combustíveis fósseis, já no Brasil sua grande maioria é oriunda de energia renovável. (EPE, 2018a).

1.1 JUSTIFICATIVA

A matriz elétrica brasileira é composta em sua grande parte por fontes renováveis, as mesmas se renovam à medida que são utilizadas, por isso levam este nome. Dentre elas, se destacam as fontes hídrica, solar, eólica, biomassa, geotérmica e oceânica. (EPE, 2018).

Apesar de serem renováveis, utilizá-las de forma consciente, contribui para a sustentabilidade e reduz o desperdício de recursos naturais. Em 2021 no Brasil 56,8% da energia elétrica gerada é oriunda de usinas hidrelétricas (UHE), este tipo de energia é considerada limpa, uma vez que a mesma emite bem menos gases de efeito estufa, quando comparado com as usinas termelétricas (UTE). (EPE, 2018).

Sabendo da dependência do setor elétrico brasileiro pelas usinas hidrelétricas, prezar por este bem e ao mesmo tempo tentar otimizar ao máximo nosso consumo de energia, evitará possíveis danos no sistema elétrico, uma vez que, em alguns cenários no passado, se fez necessário a racionalização de energia elétrica, devido à falta de planejamento e ausência de chuvas.

O propósito da eficiência energética, se dá em continuar realizando o mesmo serviço obtendo o mesmo resultado com menos consumo de energia elétrica, através de uma análise técnica embasada em artigos científicos e metodologias aplicadas para a obtenção destes resultados. (VIANA et al., 2012).

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Os setores mercadistas dispõem de equipamentos de climatização, refrigeração, iluminação, motores, dentre outros, que normalmente ficam em operação 24 horas por dia, fazendo com que nestes locais exista uma demanda de energia elétrica considerável. No supermercado em questão, existem equipamentos antigos que consomem bastante energia elétrica, quando comparados aos atuais existentes no mercado.

Como não há metodologias no uso da energia elétrica, pela falta de conhecimento dos envolvidos nos processos, isso faz com que o local utilize estes recursos de forma inconsciente, tendo assim reflexos negativos em toda a cadeia elétrica.

1.3 OBJETIVOS

Se dividem em objetivo geral, o qual resume a ideia central do trabalho e objetivo específico, o qual demonstra os passos para atingir o objetivo geral.

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver a pesquisa de eficiência energética no supermercado através de levantamentos técnicos, de forma a contribuir para a redução do consumo de energia elétrica no local e aprimorar os conhecimentos teóricos aprendidos em sala de aula na prática, através desta consultoria.

1.3.2 Objetivo Específicos

- Realizar o levantamento de carga implantada no local;
- Analisar a planta elétrica para ver se está de acordo com as normativas;
- Evidenciar possíveis falhas no sistema de alimentação elétrica;
- Observar a dinâmica de funcionamento do estabelecimento;
- Inserir metodologias que otimizem os processos;

1.4 DELIMITAÇÕES

A eficiência energética pode e deve ser aplicada em muitos cenários, todo seu processo de desenvolvimento para o caso de uma avaliação de excelência, demanda bastante tempo e empenho, desde a coleta e armazenamento de dados até a tratativa e implementação dos mesmos.

Com isso, este trabalho foi realizado num supermercado da região, onde através desta auditoria, se conseguiu aprimorar e aplicar todas as metodologias e processos aqui descritos, ou grande parte deles.

1.5 METODOLOGIA

Inicialmente se faz necessário um bom conhecimento relacionado a área de eficiência energética, através de buscadores na internet e livros relacionados à área. Com o conhecimento já obtido se faz necessário colocá-lo em prática. Sendo assim, estes conhecimentos adquiridos foram incrementados no supermercado em questão.

Primeiramente, é necessário compreender e entender como funcionam os processos envolvidos neste tipo se segmento, com isso foram levantados alguns dados iniciais, como por exemplo, horários de funcionamento, horários de pico, quantidade e fluxo de pessoas disponíveis no local, dentre outros. Na prática foi observado o consumo de cada equipamento através das etiquetas de informação, quando disponível, se estão bem dimensionados, ou se existe alguma avaria que comprometa o seu desempenho. A parte da instalação elétrica, foi analisada se havia alguma anormalidade observando se segue as normativas, através de reuniões com os envolvidos dos setores pode se entender a peculiaridade de cada equipamento, etc.

Com estes dados em mãos, foi realizada uma análise criteriosa para observar como melhorar a eficiência destes processos, e através de um levantamento técnico econômico, sugerir alterações, trocas ou melhorias que tornem toda a cadeia mais eficiente e se possível mais produtiva.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi estruturado em basicamente 5 capítulos. No primeiro está descrito a parte introdutória, onde se demonstra a importância que se tem com a aplicação da eficiência energética, juntamente com a justificativa do porquê é tão importante esta análise, através da definição dos problemas causados pela ausência da eficiência em um processo. Logo surgem os objetivos geral e específico, o qual o primeiro menciona qual propósito deste estudo como um todo e o segundo, quais meios foram utilizados para atingir os objetivos aqui propostos, como o conteúdo é muito extenso foi delimitado a alguns pontos em específico, seguindo assim, toda uma metodologia de estudo aqui aplicadas.

No segundo capítulo, na revisão bibliográfica foi abordada uma questão mais teórica, fundamentada em estudos a livros, em específico o livro Eficiência Energética: fundamentos e aplicações, de Augusto Viana et al, complementando com pesquisas a

seminários, sites, etc. Foi descrito algumas normativas referente à eficiência energética, leis, programas, órgãos reguladores, dentre outros.

Partindo para o terceiro capítulo, aqui se apresenta como se faz todo o processo de auditoria em uma empresa, quais são os participantes, como se aplica a metodologia, como pode ser dividida a equipe, com que regularidade isso é feito, tudo de uma forma mais prática.

No quarto capítulo, está apresentado os dados levantados no ambiente de forma prática, podendo relacioná-los com a teoria obtida.

Concluindo, o quinto e último capítulo, está descrito a experiência que se obteve através deste trabalho, quais relações se pode fazer com a teoria sendo colocada em prática, de uma forma geral como foi o processo de desenvolvimento deste TCC como um todo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

A seguir um breve contexto, que retrata os primeiros passos da eficiência energética no Brasil.

2.1.1 A crise do petróleo em 1970

No ano de 1970, os principais países produtores de petróleo (Irã, Iraque, Arabia Saudita, e Kuwait), começaram a regular as exportações para outros países. Em 1973, motivados por questões políticas, as vendas para a Europa e Estados Unidos, maiores importadores de petróleo, são embargadas. Com uma demanda alta do produto e a produção reduzida, o barril sobe cerca de 400% de seu valor em apenas 3 meses, e isso reflete em todos seus derivados, principalmente a gasolina. O Brasil continua comprando o óleo a preços elevados, com intuito de preservar o setor produtivo, tentando estimular a exportação de bens manufaturados, e investe em projetos de produção de álcool como alternativa de combustível no lugar da gasolina, ampliando assim a produção de cana de açúcar, e convertendo carros para a utilização do álcool. Por consequência da revolução Islâmica, em 1979 a paralisação da petrolífera do Irã, fez com que houvesse novamente, um aumento de aproximadamente 250% no barril de petróleo. Em meados da década de 1980, a falta de combustível fez com que grandes fornos e caldeiras industriais, usassem energia elétrica para seu funcionamento, trazendo assim a crise para o setor elétrico. (IPEA, 2010).

A primeira iniciativa do governo, para tentar sanar esse problema, aconteceu em 1981, no programa conserve, pasta referenciada ao ministério de minas e energia, visando promover a eficiência energética na indústria. Após aproximadamente 4 anos os preços estavam mais estáveis, tornando inviável a utilização do álcool nos veículos, tanto para o consumidor quanto para o produtor, que apostou na venda de açúcar, devido seu aumento no mercado internacional, e as montadoras pararam de fabricar carros movidos a álcool. Com a crise do setor elétrico, o suprimento de energia elétrica passou a ter dificuldades, devido a esta condição, em 1985 é criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), gerenciado pela Eletrobras, com subprogramas abrangendo iluminação, equipamentos elétricos e eletrodomésticos mais eficientes, promovendo em vários níveis de educação, auditorias e treinamentos. Posteriormente em 1991, também se aplica esta metodologia no Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e

Gás Natural (CONPET), com atitudes focadas na eficiência energética dos setores industriais e de transporte, também através de seu selo, em fogões, aquecedores a gás e automóveis, o qual fica sob responsabilidade da Petrobras. (IPEA, 2010).

Em decorrência desta crise de suprimentos energéticos nos anos de 1980, as iniciativas em eficiência energética começam a ganhar espaço, muitos dirigentes de grandes economias mundiais reestruturam suas estratégias de administração do uso destes energéticos. Com propósito ambiental, o Brasil em 1990 importa carros dos Estados Unidos com tecnologia bicombustível (FLEX). Países industrializados começam a apostar em fontes de energia renováveis, com intuito de diminuir a dependência em relação ao petróleo e seus derivados. Com a queima de combustíveis fósseis, gera um impacto ambiental, causando variações climáticas no globo, surgindo assim o protocolo de Kyoto em 1997, um acordo internacional, onde todos os países participantes, determinaram metas de redução de emissão de CO_2. Para se obter estes objetivos propostos no protocolo, e com a preocupação com o meio ambiente em escala global, se impulsiona novamente mecanismos que estimulem a eficiência em toda a cadeia energética. (VIANA et al., 2012).

2.2 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

No Brasil existem diversas instituições que fazem a tratativa do tema de eficiência energética. Dentre eles se destacam, o Ministério de Minas e Energia (MME), a Eletrobras, responsável pela execução do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), a Petrobras, responsável pela execução do Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural (Conpet), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), responsável pela execução do Programa de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras de Energia Elétrica (PEE), as próprias concessionárias distribuidoras, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade industrial (Inmetro), responsável pela execução do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), e algumas grandes empresas industriais que possuem seus próprios programas de conservação de energia elétrica. Além destes programas, também se destacam na esfera judicial, a lei nº. 10.295/2001 (Lei de Eficiência Energética), e o Plano Nacional de Energia (PNE 2030). (VIANA et al., 2012).

2.2.1 Lei de eficiência energética

Implementada em 17 de outubro de 2001, a referida lei trata da Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, onde a mesma visa à alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente. De forma que o poder executivo cria mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações do país, através de uma análise técnica com base em indicadores pertinentes ao assunto. Estabelecendo desta forma, níveis máximos de consumo específico de energia ou mínimos de eficiência energética, voltados para máquinas e aparelhos consumidores de energia elétrica fabricados ou comercializados no país. Todos estes parâmetros são estabelecidos com base em valores técnicos de forma a tornar economicamente viável sua aplicação, considerando e preservando a vida útil das máquinas e aparelhos consumidores de energia elétrica. O mesmo se aplica a equipamentos importados de outros países, visto que os importadores, devem comprovar o atendimento a estes níveis pré-estabelecidos através da regulamentação específica estabelecida para cada tipo de equipamento, passíveis de multa caso não sejam observados este item. Através da publicação desta lei, também foi exigido a implantação de um programa de metas para que se atingisse de forma progressiva os objetivos mencionados na devida lei, sendo assim, a mesma contribuiu para o desenvolvimento do Plano Nacional de Energia. (VIANA et al., 2012).

2.2.1.1. Plano Nacional de Energia - 2030

O Plano Nacional de Energia - PNE 2030, foi o primeiro estudo de planejamento integrado de recursos energéticos realizado no âmbito do governo brasileiro. Através deste se definiu para 2030 uma meta de economia de 10% no consumo final de energia elétrica, a ser alcançada mediante o incremento da eficiência dos sistemas energéticos, e evidenciou a necessidade de elaborar um plano específico para atender esse desafio. Sua condução se dá através da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a qual está vinculada com o Ministério de Minas e Energia do governo brasileiro. Estes estudos originaram a elaboração de quase uma centena de notas e boletins técnicos, referenciados a eficiência energética. Este trabalho fornece através de subsídios, a formulação de estratégias de expansão da oferta de energia de forma econômica e sustentável, observando e evolução da demanda a longo prazo. (VIANA et al., 2012).

Através da participação de elementos importantes da sociedade, foi desenvolvido de forma ampla os estudos relacionados à área, onde se pode destacar de forma inédita a conclusão deste projeto em menos de um ano, sendo o primeiro no âmbito do governo, a tratar a longo prazo do caráter energético, vale ressaltar ainda que não somente a questão da energia elétrica, mas também os demais energéticos, como o petróleo, gás natural e biomassa. A condutora dos estudos a EPE contribuiu de forma decisiva para a recuperação do processo de planejamento energético nacional, de forma a que se pode concluir o acerto dos estudos na forma e no prazo proposto, consolidando a instituição como referência no planejamento setorial. (VIANA et al., 2012).

2.2.2 Programa de Conservação de Energia Elétrica (Procel)

Foi instituído em 30 de Dezembro de 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e o da Industria e Comercio, no qual o programa é gerido por uma secretaria executiva subordinada à Eletrobras, este é o programa mais abrangente e de maior continuidade na área de eficiência energética do país. Ao longo do período este programa sofreu mudanças significativas em seus investimentos, formas de atuação e automaticamente em sua eficácia, ainda assim permanece como referência para outros programas da área, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), o qual será abordado mais adiante, projetos na área de saneamento, edifícios públicos e informação para o público em geral. (VIANA et al., 2012).

Concessionárias distribuidoras de energia elétrica, são obrigadas a realizar anualmente investimentos em programas de eficiência energética de acordo com um percentual de sua receita líquida. Desta forma, o Procel aplica estes recursos oriundos da Eletrobras de forma voluntária. No decorrer dos anos diversos subprogramas foram originados pelo Procel, cada qual estava relacionado a uma área em específico, de modo geral foi possível distinguir três grandes categorias de subprogramas, informação/educação, tecnológicos e apoio direto a setores específicos. Dentre eles se destacam:

- Procel Info = Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética;
- Procel Edifica = Eficiência Energética em Edificações;
- Procel Selo = Eficiência Energética em Equipamentos;
- Procel Indústria = Eficiência Energética Industrial;
- Procel Sanear = Eficiência Energética no Saneamento Ambiental;
- Procel EPP = Eficiência Energética nos Prédios Públicos;
- Procel GEM = Eficiência Energética Municipal;

- Procel Educação = Informação e Cidadania;
- Procel Reluz = Eficiência Energética na Iluminação Pública e Sinalização Semafórica. (VIANA et al., 2012).

2.2.2.1. O selo PROCEL

Segundo o, Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética, o selo Procel, tem como finalidade ser uma ferramenta simples e eficaz que permite ao consumidor conhecer, entre os equipamentos e eletrodomésticos à disposição no mercado, os mais eficientes e que consomem menos energia (PROCELINFO, 2006).

Criado através do PROCEL, o selo foi instituído em 8 de Dezembro de 1993, cujo objetivo é disponibilizar no mercado brasileiro equipamentos mais eficientes, com isso foram firmadas parcerias entre fabricantes, pesquisadores de universidades e laboratórios e também com o Inmetro. Desta forma, os equipamentos são sujeitos a testes indicados pela Eletrobras, no qual são avaliados o consumo e desempenho de cada categoria de equipamento, na Figura 1, se demonstra quais equipamentos contemplam estes ensaios. Os produtos que atingirem estes índices são contemplados com o selo Procel. (VIANA et al., 2012).

Figura 1– Categorias de produtos avaliados pelo Procel

PROCEL INFO
CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Equipamentos	Categorias		Critérios Específicos
Eletrodomésticos			
Congeladores	Congeladores		port.-
Refrigeradores	Refrigeradores		port.-
Lavadoras	Semiautomáticas	Automáticas	port.ing.
Televisores	Televisores		port.-
Ventiladores	Mesa	Teto	port.ing.
Condicionadores de ar	Split	Janela	port.ing.
-			
Micro-ondas	Micro-ondas		port.ing.
Iluminação			
Lâmpadas Fluor. Compactas	Lâmp. Fluor. Compactas 127V/220V		port.ing.
Lâmpadas a Vapor de Sódio	Lâmpadas a Vapor de Sódio		port.-
Lâmpadas LED	Lâmpadas LED		port.ing.
Reatores	Eletromagnéticos - Lâmpadas V. S.		port.
	Eletrônicos - Lâmpadas Tubulares		port.
Luminárias LED	Luminária LED p/ Iluminação Pública		port.ing.
Bombas e Motores			
Bombas e Motobombas	Bombas e Motobombas		port.-
Motores Elétricos	Motores Elétricos		port.ing.
Solares			
Sistema de Aquecimento Solar	Coletores Solares		port.-
	Reservatórios Térmicos		port.-
Sistema Fotovoltaico	Módulos Fotovoltaicos		port.-

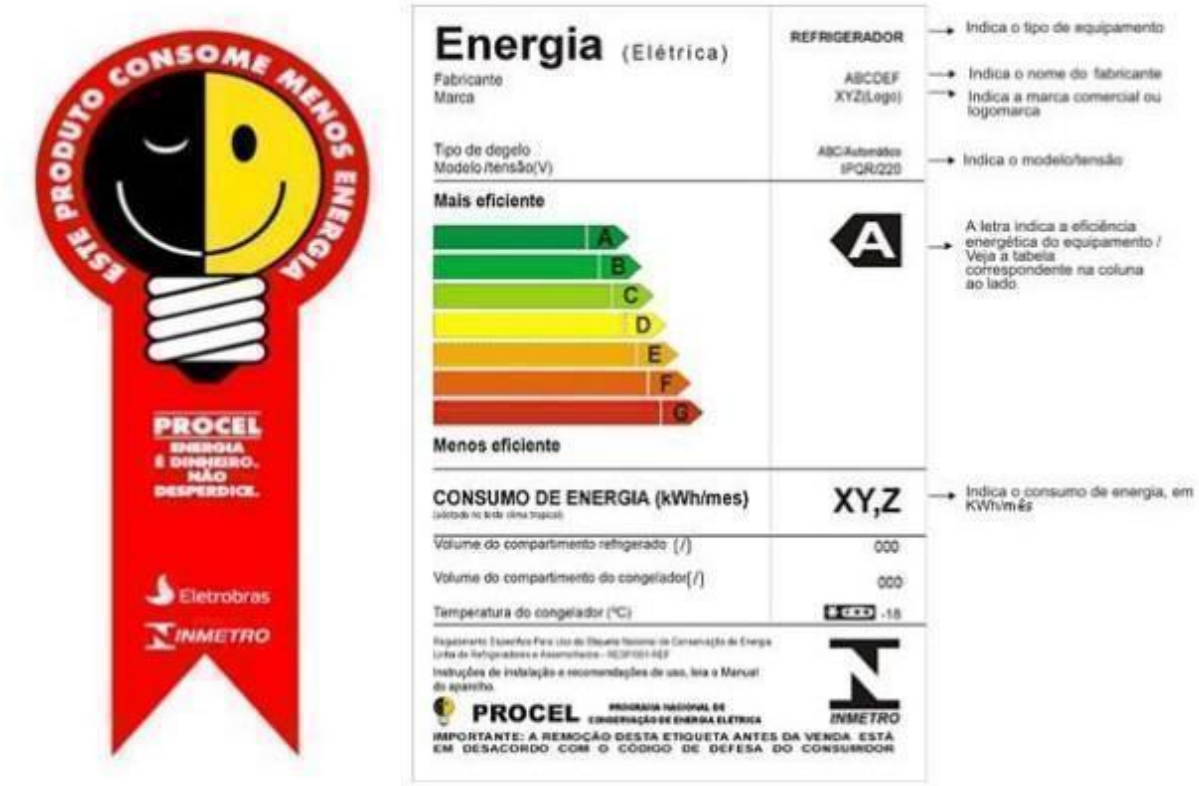
Fonte: PROCELINFO, 2022

Visto que a energia elétrica tem um percentual considerável no orçamento dos brasileiros, cada vez mais os consumidores procuram formas de reduzir estes custos, sendo

assim, no momento da compra de um aparelho, os que contém o selo Procel se destacam mediante os demais, ao mesmo tempo, fomenta para os fabricantes a aplicação e desenvolvimento de novas tecnologias, mantendo assim um aperfeiçoamento constante, além é claro, de contribuir para um futuro mais sustentável.

Através disso, se observa que o selo também serve como uma ferramenta de marketing, uma vez que quando o consumidor o observa em determinado produto, leva em consideração todas as vantagens mencionadas anteriormente. A Figura 2 demonstra um exemplo de etiqueta do selo Procel, de um refrigerador.

Figura 2- Selo Procel



Fonte : PROCELINFO,2022

2.2.2.2. Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)

Em 1984, com a finalidade de racionalizar o uso dos diversos tipos de energia no país, o Inmetro voluntariamente, iniciou uma discussão com a sociedade tratando deste tema, informando aos consumidores sobre a importância da eficiência energética aplicada no

processo de fabricação e desenvolvimento de produtos, com a intenção de estimular a compra de forma mais consciente. Sendo assim, este projeto se desenvolveu e foi denominado Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), inicialmente foi aderido de forma voluntária pelos fabricantes, e posteriormente dois grandes parceiros, a Eletrobras, através do Procel, e a Petrobrás, através do Conpet. Dentre seus objetivos, se destacam, a divulgação de informações úteis que influenciam na decisão de compra dos consumidores, fazendo assim que levem em consideração alguns atributos além do preço, e também estimulam a competitividade da indústria uma vez que estes produtos se diferenciam em vista de seus concorrentes. Logo, o PBE incentiva a inovação e a evolução tecnológica dos produtos, reduzindo assim o consumo de energia, contribuindo ao PNE 2030 e ao Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEF). O programa também contribui para o efetivo cumprimento da Lei de Eficiência Energética. (VIANA et al., 2012).

2.2.3 Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet)

Posterior a Procel, em 18 de julho de 1991 por decreto presidencial, foi instituído a Conpet, fazendo parte do Ministério de Minas e Energia, sendo coordenado e executado pela Petrobras.

Segundo VIANA et al., (2012), seu principal objetivo é incentivar o uso eficiente de fontes de energia não renováveis no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária, estabelecendo convênios de cooperação técnica e parcerias com órgãos governamentais, não-governamentais, representantes de entidades ligadas ao tema e, também, organiza e promove projetos.

O Conpet possui os seguintes subprogramas:

- Selo Conpet;
- Educação - Conpet na Escola:

Esse subprograma tem como principal objetivo, levar informações e materiais sobre a utilização de forma consciente da energia elétrica para os professores, que posteriormente transmitiram estes dados aos alunos.

- Transporte de cargas e passageiros – Projeto Ônibus a Gás, economizar e Transportar:

Seu objetivo é de auxiliar os transportadores de combustíveis a reduzir o máximo possível a emissão de fumaça preta, economizando óleo diesel e mantendo os caminhões-tanque sempre em boas condições. Destinado a transportadores de combustíveis que utilizam os terminais de abastecimento das refinarias.

- Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, nas categorias: imprensa, indústria e transporte rodoviário:

De forma semelhante ao Selo Procel, este utiliza os resultados obtidos através de ensaios no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem, de forma a premiar os equipamentos consumidores de derivados de petróleo e de gás natural que obtiverem os menores índices de consumo de combustível a cada ano. Foi implantado a partir de 2005.

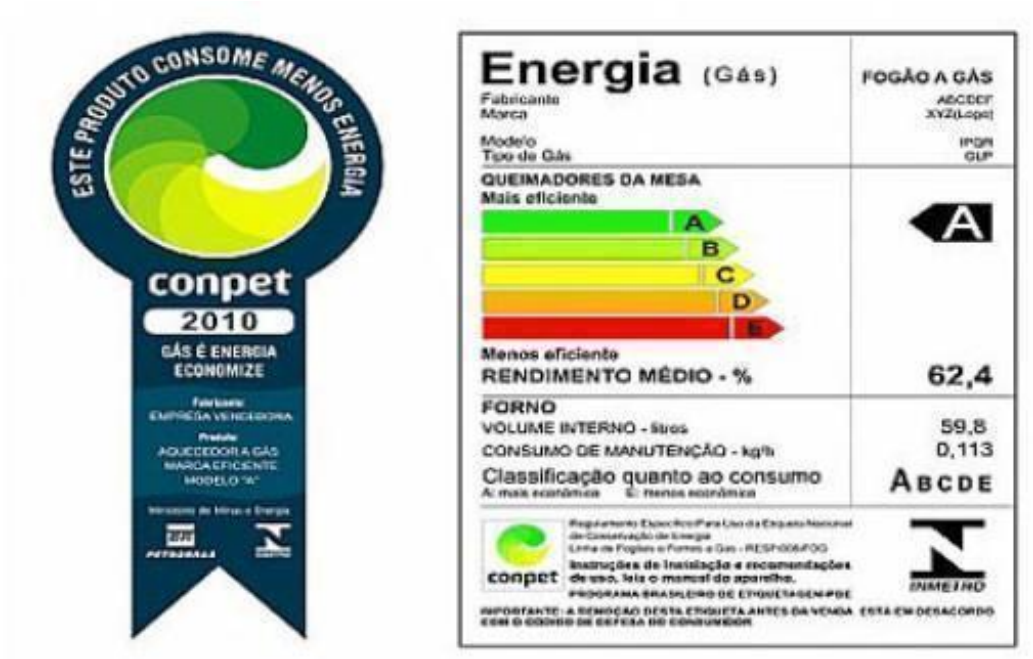
O subprograma economizar, oferece de forma gratuita, apoio técnico ao setor de transporte rodoviário, onde abrange cargas e passageiros, com o objetivo de racionalizar o consumo de óleo diesel, promovendo assim uma melhora na qualidade do ar que se respira, reduzindo assim a emissão de fumaças oriundos da combustão dos motores de ônibus e de caminhões. Criado no ano de 1996, tem abrangência nacional e conta com a participação de empresas privadas e agências públicas através de Convênio de Cooperação Técnica entre a Petrobras (intermediado pelo Conpet), o Ministério de Minas e Energia, o Ministério dos Transportes e a Confederação Nacional do Transporte (CNT), por meio do Instituto de Desenvolvimento, Assistência Técnica e Qualidade em Transporte (IDT). (VIANA et al., 2012)

2.2.3.1. O Selo Conpet

Este selo (Figura 3), assim como o Procel, é concedido a algumas classes de equipamentos, dentre elas se destacam, fogões, aquecedores de água a gás e carros, destacando assim sua eficiência energética.

Desta forma, os cidadãos que darem prioridade a equipamentos que dispõem deste selo, estarão contribuindo para o meio ambiente, evitando desperdícios, sendo necessário menos recursos naturais para gerar energia, causando um menor impacto negativo ao meio ambiente. Na Figura 3 segue um modelo de etiqueta do Selo Conpet, neste caso em particular, o Selo se refere a um fogão a gás.

Figura 3- Selo Conpet



Fonte : Revistafatorbrasil, 2010

2.2.4 Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

Instituída pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e regulamentada pelo Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, a ANEEL é autarquia sob regime especial, com personalidade jurídica de direito público e autonomia patrimonial, administrativa e financeira, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal. (VIANA et al., 2012).

Dentre as competências da ANEEL, a parte referente à eficiência energética, incentiva o combate ao desperdício de energia no que diz respeito a todas as formas sejam elas de produção, transmissão, distribuição, comercialização ou uso da energia elétrica.Desta forma a ANEEL editou, em 24 de julho de 1998, a Resolução nº 242, prevendo a obrigação de investimento anual pelas concessionárias de serviço público, em ações envolvendo eficiência energética, de, no mínimo, 1% da receita operacional apurada no ano anterior. E através da Resolução nº 318, de 06 de outubro de 1998, previu a aplicação de multa aos concessionários que não apresentarem, nos prazos previstos os programas anuais de incremento à eficiência no

uso e na oferta de energia elétrica, bem como os relativos à pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico. (VIANA et al., 2012).

Desde o início do Programa de Eficiência Energética - PEE, nem as empresas e nem mesmo o órgão regulador tinha a exata noção da forma de conduzir tais projetos e, decorridos todos esses anos, várias mudanças significativas foram feitas para atender e se adequar melhor ao cenário. Sendo assim, a ANEEL colaborou para a elaboração de várias leis e resoluções com a tratativa do segmento de eficiência energética, dentre elas a Lei 12.212, de 20 de janeiro de 2010, e a Resolução Normativa ANEEL nº 300 de 12/02/2008.

2.2.4.1. Lei 12.212 - Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE)

Conforme VIANA et al., (2012), Criada em 20 de janeiro de 2010, esta lei trouxe inovações para o enquadramento de consumidores que podem ser beneficiados por determinado desconto na conta de energia elétrica. Ela aperfeiçoa os critérios para a concessão do subsídio a consumidores tidos como baixa renda, utilizando obviamente a renda como critério de concessão do benefício. A tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE), para os consumidores que se enquadram na subclasse residencial de baixa renda é calculada de modo cumulativo, conforme itens a seguir:

I. Para a parcela do consumo de energia elétrica inferior ou igual a 30 (trinta) kWh/mês, o desconto é de 65% (sessenta e cinco por cento);
II. Para a parcela do consumo compreendida entre 31 (trinta e um) kWh/mês e 100 (cem) kWh/mês, o desconto é de 40% (quarenta por cento);
III. Para a parcela do consumo compreendida entre 101 (cento e um) kWh/mês e 220 (duzentos e vinte) kWh/mês, o desconto é de 10% (dez por cento);
IV. Para a parcela do consumo superior a 220 (duzentos e vinte) kWh/mês, não há desconto.

Para se enquadrar na subclasse Residencial Baixa Renda, as unidades consumidoras devem atender às seguintes condições:

I. Os moradores devem pertencer a uma família inscrita no Cadastro Único (CadÚnico) para Programas Sociais do Governo Federal, com renda familiar mensal per capita menor ou igual a meio salário mínimo nacional; e ou,
II. Tenham entre seus moradores quem receba o benefício de prestação continuada da assistência social, nos termos dos arts. 20 e 21 da Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993.

Também pode ser beneficiada com a Tarifa Social de Energia Elétrica a unidade consumidora habitada por família inscrita no CadÚnico e com renda mensal de até 3 (três) salários mínimos, que tenha entre seus membros portador de doença ou patologia cujo tratamento ou procedimento médico pertinente requeira o uso continuado de aparelhos, equipamentos ou instrumentos devido sua condição.

Diante deste cenário se fazia necessário determinar quem subsidiaria estas pessoas contempladas pela lei 12.212, sendo assim este recurso é retirado da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), sua aprovação se deu através do Departamento de Gestão do Setor Elétrico (DGSE), em conjunto a ANEEL e ao Ministério da Fazenda, através do decreto 7.583 de 13 de outubro de 2011. E para o caso de pessoas portadoras de doenças ou com deficiência, cujo tratamento requer a utilização contínua de equipamentos que consumam energia elétrica, foi publicada uma portaria interministerial n° 630, publicada em 8 do novembro de 2011, onde participaram o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério da Saúde (MS). (VIANA et al., 2012).

2.2.4.2. Resolução Normativa ANEEL nº 300

Esta resolução originou-se em 12 de fevereiro de 2008, cuja mesma vem com o propósito de obrigar as concessionárias ou permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, a aplicar recursos próprios em programas de eficiência energética, de acordo com o regulamento estabelecido pela ANEEL. Sendo assim, através de uma audiência pública, foi coletado subsídios e contribuições que aperfeiçoaram o Manual de Elaboração do Programa de Eficiência Energética, onde se estabelece os critérios para aplicação de recurso pelas concessionárias ou permissionárias de distribuição de energia elétrica para programas de eficiência energética. (VIANA et al., 2012).

Segundo VIANA et al., (2012), se destacam assim alguns artigos do devido regulamento:

Art. 2° O formato e a metodologia de apresentação dos projetos, assim como as avaliações técnico econômicas inicial e final, deverão seguir os critérios contidos no manual.

Os projetos podem ser enviados em qualquer época do ano, através do site www.aneel.gov.br e ser inseridos no Sistema de Gestão dos Programas de Eficiência Energética da ANEEL - (SGPEE).

Art. 3° A concessionária ou permissionária que acumular na Conta de Eficiência Energética montante superior à soma do recolhimento dos últimos dois anos estará sujeita às penalidades previstas na Resolução Normativa nº 63, de 12 de maio de 2004.

Para as concessionárias ou permissionárias, com mercado de energia elétrica abaixo de 1 TWh por ano, este valor não pode ser superior à soma do recolhimento dos últimos 3 anos.

Art. 4° As concessionárias ou permissionárias devem aplicar no mínimo 50% da obrigação legal de investimento em programas de eficiência energética em comunidades de baixo poder aquisitivo.

As que não tiverem mercado suficiente a este tipo de consumidor podem solicitar à ANEEL a flexibilização desta obrigatoriedade.

Art. 5° Projetos de Eficiência Energética quando aplicados em beneficiários que desenvolvem fins lucrativos, devem ser feitos mediante contrato de desempenho.

2.2.5 Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

Instituída através da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), tem como função prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como, energia elétrica, petróleo, gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis, eficiência energética dentre outras. A EPE realiza estudos e prospecta a matriz energética brasileira e a elaboração e publicação do Balanço Energético Nacional (BEN). Em relação à eficiência energética tem por finalidade, promover estudos e produzir informações para subsidiar planos e programas de desenvolvimento energético ambientalmente sustentável, inclusive, de eficiência energética e promover planos de metas voltadas para a utilização racional e conservação de energia, podendo estabelecer parcerias de cooperação para este fim. (VIANA et al., 2012).

2.2.6 Reserva Global de Reversão (RGR)

Em 1971, a Lei nº 5.655 cria a Reserva Global de Reversão - RGR, substituindo o atual Decreto nº 41.019/1957, determinando aos concessionários o depósito na conta do novo fundo Global, administrado até então pela Eletrobras, no qual a alíquota anual continua 3%, mas passam a ser depositadas em parcelas mensais ao invés de anuais. Ela também prevê a utilização da RGR para financiar a expansão dos serviços de energia elétrica. Em 1993,

através da Lei nº 8.631 foi ampliada a finalidade da RGR para financiar também o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e a Eletrificação Rural (Luz no Campo). Em 1996, a Lei nº 9.427 inclui uma taxa de fiscalização cobrada pela ANEEL pelo serviço de fiscalização da RGR. (VIANA et al., 2012).

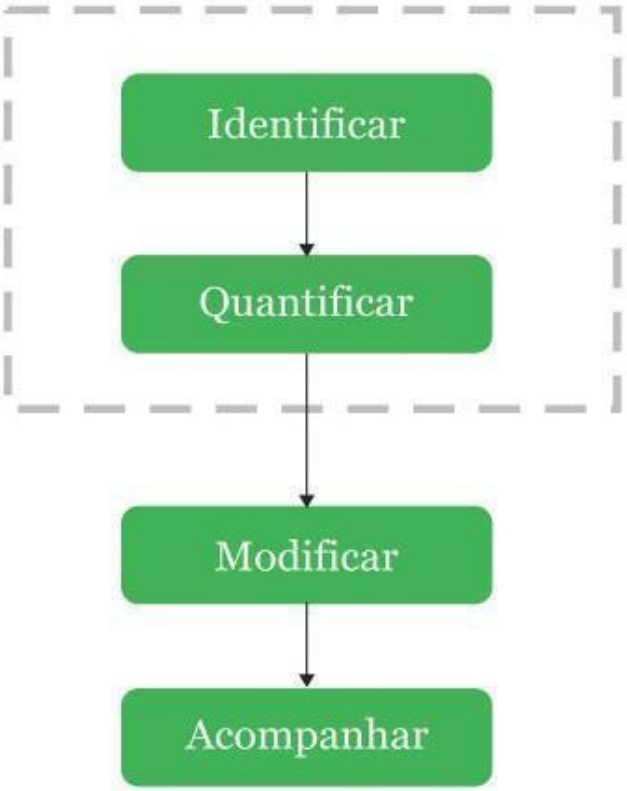
Dos recursos da RGR, 50% são reservados para aplicação nos sistemas elétricos das Regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste e amplia para estados, municípios e outros agentes do setor elétrico a possibilidade de utilização da RGR e estabelece prazo para a extinção desta cobrança. A RGR é um importante encargo que vem financiando a expansão do setor elétrico desde a década de 70 quando passou a ser gerido pela Eletrobras. Entretanto, muito pouco dos recursos arrecadados foram destinados ao seu principal objetivo que era a estatização do setor elétrico, sendo assim, muitas modificações foram realizadas em sua legislação, na qual a mesma passou a financiar diversas atividades do setor elétrico, incluindo a conservação de energias e as fontes alternativas, servindo de fonte de recursos complementares para novos tributos que foram criados para estas finalidades, gerando uma sobreposição de encargos. Contando atualmente com expressivo montante de recursos acumulados, cresce a pressão para a extinção da RGR com reflexo na redução dos encargos na tarifa de energia elétrica. De acordo com a Eletrobras, até abril de 2017, ela era gestora do Fundo Reserva Global de Reversão (RGR). Em maio de 2017, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) assumiu a gestão da RGR. No entanto, os contratos assinados antes de 17 de novembro de 2016, ainda são administrados pela Eletrobras, conforme definido no Decreto nº 9.022/2017. (VIANA et al., 2012).

3 AUDITORIA ENERGÉTICA

Todo o processo de produção, vendas e dinâmica do supermercado são muito complexos e diversos, por isso se torna interessante apresentar técnicas e metodologias que foram aplicadas com o propósito destas ações melhorarem o desempenho energético, reduzindo assim as perdas de energia elétrica. Utilizando uma abordagem que referência os fluxos energéticos de um dado sistema, se espera determinar quem, quando e como se está consumindo energia de modo a fundamentar a implantação do programa de uso racional de insumos energéticos. Muitas vezes num determinado cenário, diante dos custos totais de uma empresa, a parcela referente a energia elétrica está dentre as menores, entretanto, diferente de outros insumos, a energia elétrica não possui outro substituto, a não ser ela mesmo, ou seja, os processos não se desenvolvem se não tiver energia, o que demonstra novamente sua importância, e o zelo que se deve ter com a mesma.

De acordo com VIANA et al., (2012), diversas medidas de redução do consumo de energia elétrica, como a substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes e a adequação dos motores de indução às cargas acionadas, requerem investimentos da ordem de 20 US$/MWh economizado, custos muito inferiores aos requeridos para se gerar esta energia a partir dos sistemas convencionais do Sistema Elétrico, estimados em termos marginais acima de 120 US$/MWh. Ou seja, produzir um kWh adicional custa neste caso seis vezes mais do que liberar 1 kWh através da redução de desperdícios. Logo, se torna de suma importância a aplicação de métodos e conceitos da engenharia, através de uma análise econômica, implementando assim uma gestão dos fluxos energéticos, promovendo desta forma a eficiência energética. Estas etapas referentes aos fluxos energéticos estão descritas na Figura 4.

Figura 4- Etapas de um programa de Uso Racional de Energia



Fonte : VIANA et al., 2012

A Figura demonstra que se faz necessário conhecer, diagnosticar a realidade energética, para então estabelecer metas e critérios a serem adotados, de forma a implantar projetos que melhorem e reduzem as perdas, acompanhando através de seus resultados, num processo contínuo e com eventuais intervenções. Este tipo de abordagem é muito ampla, pois estes critérios são válidos tanto para instalações novas, em caráter preventivo, como em instalações já existentes, em caráter corretivo. Se aplica em empresas industriais ou comerciais. Das etapas mencionadas anteriormente, somente as duas primeiras tratam da análise ou auditoria energética, na qual estas identificam e quantificam os fluxos energéticos ao longo do processo produtivo de bens e serviços. Assim, permitem um início de forma ordenada, dando continuidade ao programa de eficiência energética, por isso é desejável que sejam estabelecidas de forma planejada e estruturada, com clara definição de metas, responsáveis e efetivo acompanhamento.

3.1 AUDITORIA ENERGÉTICA NA PRÁTICA

A seguir será abordado quais elementos fundamentais para se desenvolver uma auditoria energética de excelência, de forma a abordar os procedimentos e os requerimentos que são observados tipicamente.

3.1.1 Procedimentos Padronizados

Segundo VIANA et al., (2012), as metodologias padronizadas para que se efetue auditorias energéticas, foram elaboradas através de um contexto no qual a energia elétrica tem maior prioridade, grande parte de seu desenvolvimento se deu através do patrocínio pelo selo PROCEL. Dentre elas se destacam:

Diagnóstico Energético: esta metodologia conta com algumas versões em aplicativos computacionais, visa estudar as unidades consumidoras industriais e comerciais, de forma que através do levantamento do perfil de consumo deste cliente, se faz um comparativo com os mesmos perfis do mesmo segmento. Isto requer o levantamento de determinados dados em campo, de forma que isto permita identificar qualitativamente os pontos críticos, indicando assim as necessidades de atuação em equipamentos específicos, através de um relatório padronizado. Este tipo de abordagem se baseia especificamente no âmbito da eletricidade, não trata com muito detalhe do aspecto econômico.

Autoavaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica: segue um roteiro simples para identificar pontos de desperdício e automaticamente mensurar a economia que se iria obter com a resolução deste problema, através de um trabalho realizado pelo próprio consumidor. Este método é voltado especificamente para as indústrias e não leva em consideração a eventual utilização de combustíveis.

Estudo de Otimização Energética: o PROCEL patrocinou projetos, onde dentre eles, surgiu essa metodologia, nela se contempla análises econômicas e considera tanto o uso de combustíveis como de energia elétrica, com o propósito de buscar alternativas que gerem ações para melhorar a eficiência energética. Este tipo de análise demanda um tempo e um investimento maior quando comparada com os demais métodos, mas em contrapartida, é a única que cumpre a rigor a definição de auditoria, inclusive pelos requisitos de capacitação para sua execução.

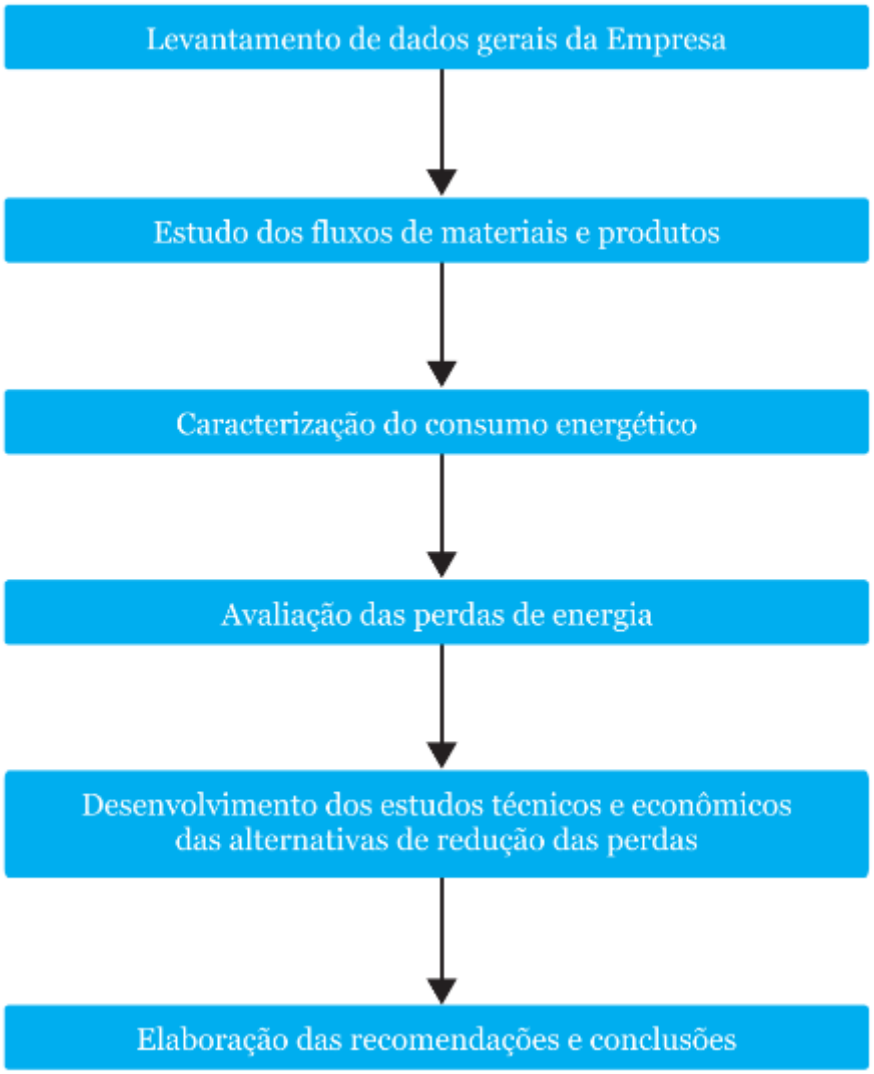
Conforme vai acontecendo uma evolução natural dos métodos empregados, como a automatização de procedimentos de campo, e a utilização de *softwares* mais elaborados para a

resolução de cálculos, o auditor fica livre para exercer cada vez mais uma análise mais criteriosa e criativa na resolução dos problemas. Se destacam, o aplicativo Mark IV Plus, um pacote de programas computacionais disponibilizado pela Eletrobras exatamente como ferramenta para a execução de auditorias e análises de desempenho de sistemas energéticos, considerando caldeiras, sistemas de cogeração, fornos e estufas, sistemas de iluminação, motores elétricos, quadros de distribuição, transformadores, tubulações e sistemas de ar-condicionado e refrigeração. Através deste programa ainda consegue-se obter recursos para o estudo de viabilidade econômica e análises tarifárias, sendo uma excelente ferramenta para a implementação de medidas de eficiência energética. (VIANA et al., 2012).

3.1.2 Abordagem geral

De uma maneira geral o estudo relacionado aos fluxos energéticos de um determinado local, cujo propósito seja a aplicação de métodos que tragam redução dos custos com energia, pode ser considerado uma auditoria energética. Desta maneira se observa um grande acervo técnico, cursos e publicações através de experiências adquiridas na realização de auditorias energéticas no Brasil, que permitem estabelecer uma abordagem geral, e a realização de análises com o intuito de promover a eficiência em bases técnico-econômicas. Contudo considerando que cada abordagem pode e deve se adequar a cada cenário, existe uma sequência de atividades adotada para o desenvolvimento de uma auditoria energética, a qual está disposta na Figura 5. (VIANA et al., 2012).

Figura 5- Etapas de uma Auditoria Energética



Fonte : VIANA et al., 2012

Através da interpretação das atividades citadas previamente se faz necessário o desenvolvimento de um relatório de auditoria energética, onde neste documento está sintetizado o levantamento empreendido no qual apresenta de forma clara as recomendações e conclusões.

No quadro 1, é apresentado um modelo de relatório de auditoria energética.

Quadro 1- Modelo de relatório de auditoria energética

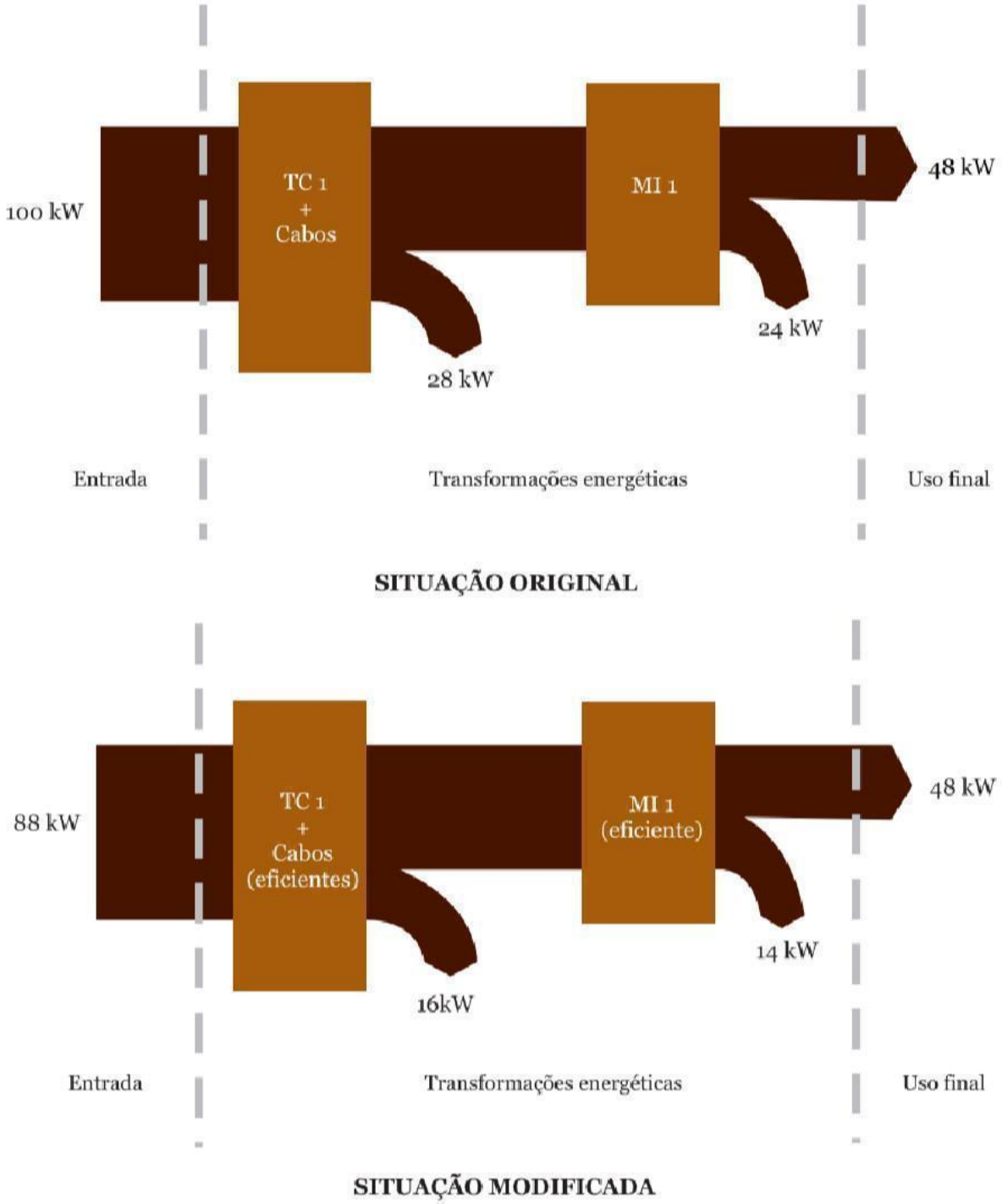
1 - Resumo Executivo
2 - Empresa (localização, indicadores, descrição básica dos processos)
3 - Estudos energéticos (diagramas, características, estudo das perdas)
3.1 - Sistemas Elétricos
a) Levantamento da carga elétrica instalada
b) Análise das condições de suprimento (qualidade, harmônicas, fator de potência, transformações)
c) Estudo do sistema de distribuição elétrica (variações de corrente e tensão, estado das conexões)
d) Estudo do sistema de iluminação (condições de manutenção, análise dos sistemas)
e) Estudo de motores elétricos e outros usos finais (estudo dos níveis de carregamento e desempenho, condições destes)
3.2 - Sistemas térmicos e mecânicos
a) Estudo dos sistemas de ar-condicionado e exaustão (sistemas frigorífico, níveis de temperatura medidos e de projeto, distribuição de ar)
b) Estudo do sistema de geração e distribuição de vapor (desempenho da caldeira, perdas térmicas, condições de manutenção e isolamento)
c) Estudo do sistema de tratamento e bombeamento de água
d) Estudo do sistema de compressão e distribuição de ar comprimido
3.3 - Balanços energéticos
4 - Análise de racionalização de energia (estudo técnico-econômico das alterações operacionais e de projeto)
5 - Diagramas de Sankey atual e prospectivos
6 – Recomendações
7 – Conclusões
8 - Anexos (figuras, tabelas de dados, esquemas)

Fonte : VIANA et al., 2012

Esta tabela retrata a real situação encontrada, permitindo uma análise de racionalização de energia, através da prospecção destes estudos. As etapas a serem aplicadas, podem ser efetuadas de forma independente, e, até mesmo por profissionais diferentes, permitindo que estas análises e aplicações sejam mutáveis, para melhor adequação à condição em si.

Na Figura 6, um exemplo do diagrama de Sankey. Neste tipo de diagrama os fluxos energéticos de determinada empresa são representados de forma geográfica, desde sua entrada até seu devido fim, se caracteriza por trazer as informações intermediárias e perdas que estão contidas no processo, os fluxos são representados por faixas, cuja largura corresponde à sua magnitude em unidades energéticas. Através da aplicação deste diagrama se evidencia que, com as medidas de racionalização energética, o nível de atendimento das demandas de energia útil (mostradas no lado direito) se mantém e pode até mesmo melhorar. Se observa ainda, que através da implementação de medidas de melhoria da eficiência energética, as perdas que se tinham num primeiro momento 52 kW, para o acionamento do motor, através do transformador e dos cabos de distribuição, foram reduzidas à 40 kW, diminuindo assim a demanda utilizada que era de 100 kW para 88 kW.

Figura 6- Exemplo do diagrama de Sankey



Fonte : VIANA et al., 2012

3.1.3 Requerimentos para uma Auditoria Energética

Segundo VIANA et al., (2012), para entender como funcionam os processos de uma determinada empresa, é necessário compreender suas necessidades, através disso se obtém de forma breve os dados necessários, instrumentação, o pessoal envolvido, dentre outros fatores. A seguir um exemplo de relação de dados gerais de uma auditoria em uma indústria.

- Consumos mensais de água, energia elétrica e combustíveis, ao longo de um ano;
- Plantas, desenhos e esquemas detalhados das instalações;
- Balanços energéticos e de material, atualizados, para cada unidade;
- Temperaturas e pressão nos pontos relevantes, valores medidos e de projeto;
- Características elétricas dos equipamentos e valores medidos associados;
- Considerações sobre as especificações do produto, de caráter energético;
- Considerações ambientais e de locação da empresa;
- Perspectivas de alterações no processo.

Apenas algumas destas informações se fazem disponíveis para o auditor, se fazendo assim, necessária sua interação ao ambiente, coletando os dados requeridos através de medidas em campo, consultas a fabricantes e entrevistas com os responsáveis e envolvidos no processo.

Se observa que toda esta dinâmica se faz de forma minuciosa e criteriosa, uma vez que a realidade existente é diferente das mencionadas, muitas vezes não se tem uma planta elétrica, ou manuais de equipamentos, se faz necessário a utilização de ferramentas com custo elevado, dentre outros fatores. Contudo o auditor tem um desafio estimulante, onde vai necessitar exercer sua criatividade, muitas vezes improvisando tomadas de decisão e estabelecendo correlações.

Num primeiro momento se faz uma avaliação, onde se permite desvios de até 10 % nos balanços energéticos, caso seja um projeto específico esta margem é reduzida, então se procede uma reavaliação com maior precisão das perdas envolvidas. No processo de levantamento de dados muitas vezes alguns instrumentos são utilizados pelo auditor, dentre eles, termômetros digitais, analisadores de gases, tacômetros, luxímetros, amperímetros, dentre outros. Obviamente além de qualquer destes instrumentos citados, é essencial a capacidade de observar de maneira crítica o cenário para um levantamento adequado dos

dados necessários, obtendo informações imediatas e valiosas quanto aos eventuais desperdícios de energia. (VIANA et al., 2012).

Segundo VIANA et al., (2012), "a atual disponibilidade de instrumentação de medidas elétricas e sistemas de aquisição remota de dados, a custos relativamente baixos, abre a possibilidade de instalar medidores junto às cargas e centros de cargas mais relevantes, melhorando em muito as possibilidades de análise do comportamento energético dos sistemas. Estes medidores utilizam sistemas de transmissão de dados por celulares e efetuam levantamentos sistemáticos, com aquisição periódica de dados de potência, corrente elétrica, tensão e fatores de potência."

Num cenário normal, a equipe que efetua este tipo de auditoria, geralmente é composta por um engenheiro treinado e um ou mais técnicos que auxiliam na obtenção e processamento de dados. Quando, devido ao tamanho da empresa, se faz necessário a utilização de mais de uma equipe, normalmente fica subdividido os setores, como por exemplo, uma equipe na parte mecânica e térmica, a outra equipe na parte elétrica, e uma terceira, que analisa, estabelece estratégias e elabora o relatório final. Não é muito comum estipular o tempo necessário para uma auditoria, porque todo este processo demanda dependência de muitos fatores, mas tipicamente ela varia entre uma semana a dois meses.

Conforme VIANA et al., (2012), "a grande maioria das auditorias energéticas em nosso país tem sido efetuada sem ônus para empresas, no âmbito de programas institucionais de eficiência energética, que lhes cobrem os custos. Particularmente, para as pequenas e médias empresas, a iniciativa governamental em promover auditorias energéticas tem sido comum, inclusive em países desenvolvidos. Mais recentemente, ampliou-se no Brasil a presença das empresas de serviços energéticos, ou ESCOs, do inglês *Energy Service Companies*, existindo mesmo uma Associação Brasileira de ESCOs, a ABESCO, facilmente acessível pela Internet."

Estas empresas além de experiência técnica e de gestão, na maioria das vezes oferecem recursos computacionais específicos e instrumentação necessária para o desenvolvimento desta avaliação. Podem contribuir também para a orientação necessária para o financiamento da implementação das propostas de redução de perdas energéticas, principalmente quando há um investimento alto para a empresa. O financiamento do uso racional de energia, eventualmente, envolve modalidades inovadoras na obtenção de recursos, incluindo linhas específicas de bancos públicos de fomento, parcerias, financiamento com agentes externos e multilaterais, bem como os denominados "contratos de desempenho", onde as despesas com a auditoria e a implementação das medidas de correção são cobertas

pela própria ESCO, que se ressarce destes custos cobrando parte da economia resultante nas faturas de energia. (VIANA et al., 2012).

3.2 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O sistema tarifário de energia elétrica é um conjunto de normas e regulamentos, cujo propósito é determinar o valor ao qual serão pagos na energia elétrica para cada tipo de classe e subclasse de unidades consumidoras. O órgão regulamentador do sistema tarifário vigente é a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que está vinculada ao Ministério das Minas e Energia - MME. Desde o início até os dias atuais, as questões tarifárias se fazem presentes, seja do lado do consumidor, o qual se preocupa com o pagamento mensal de suas contas, seja do lado das empresas concessionárias de energia elétrica, preocupadas no âmbito financeiro da rentabilidade de seus negócios. A Lei no 8.631 extinguiu o regime de remuneração garantida, terminou com a equalização tarifária e estabeleceu que a Eletrobras também destinaria os recursos da Reserva Global de Reversão - RGR para, entre outras finalidades, a reativação do programa de conservação de energia elétrica, mediante projetos específicos. (VIANA et al., 2012).

Com isso o PROCEL recebeu uma soma significativa para aplicação em seus programas, outras importantes alterações foram a solução para os débitos acumulados da União para com o setor elétrico e a implantação de uma nova sistemática para o reajuste das tarifas. As leis no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 e no 9.074, de 07 de julho de 1995, que dispõem sobre o regime das concessões, constituem importante marco legal para o setor elétrico, estabelecendo novas diretrizes para a administração das tarifas. Outra mudança importante que ocorreu no sistema tarifário foi a implantação da tarifa horo-sazonal (THS), através deste sistema, os consumidores foram incentivados a utilizar a energia elétrica em horários fora da ponta (fora do pico de consumo, momento em que há uma menor demanda do sistema elétrico), também permitindo uma diferenciação na cobrança de energia elétrica de acordo com os períodos do dia, sendo eles, horários de ponta e fora da ponta e períodos do ano seco ou úmido. (VIANA et al., 2012).

Novas alterações na estrutura tarifária aplicada ao setor de distribuição de energia estão sendo implementadas pela ANEEL através da Resolução ANEEL no 464, de 22 de novembro de 2011. Para os consumidores de baixa tensão, sejam os residenciais, comerciais, industriais e de áreas rurais, a principal mudança é a criação da modalidade tarifária branca, onde ficam estabelecidas três tarifas diferentes de acordo com o horário e dia de consumo.

Durante a semana, a tarifa mais barata seria no horário de menor demanda, basicamente durante o dia, uma tarifa mais alta, no momento em que o consumo está em seu pico, no início da noite, e uma mediana que fica entre estes dois horários. Nos finais de semana e feriados, a tarifa mais barata é empregada para todas as horas do dia. Entretanto, a tarifa branca só é válida quando as distribuidoras substituírem os medidores eletromecânicos de energia pelos eletrônicos. (VIANA et al., 2012).

3.2.1 Sistema elétrico

O sistema elétrico de potência pode ser subdividido, tanto na prática quanto na teoria para que se facilite o entendimento do mesmo, em subsistemas de transmissão, subtransmissão e distribuição.

Desta forma temos, transmissão alta tensão (AT), grandes unidades consumidoras de 69 a 500 kV, subtransmissão média tensão (MT) e alta tensão, médias unidades consumidoras de 13,8 a 138 kV, distribuição média tensão e baixa tensão, pequenas unidades consumidoras, dentre elas, linha residencial, comercial, industrial, poder público e rural. (VIANA et al., 2012).

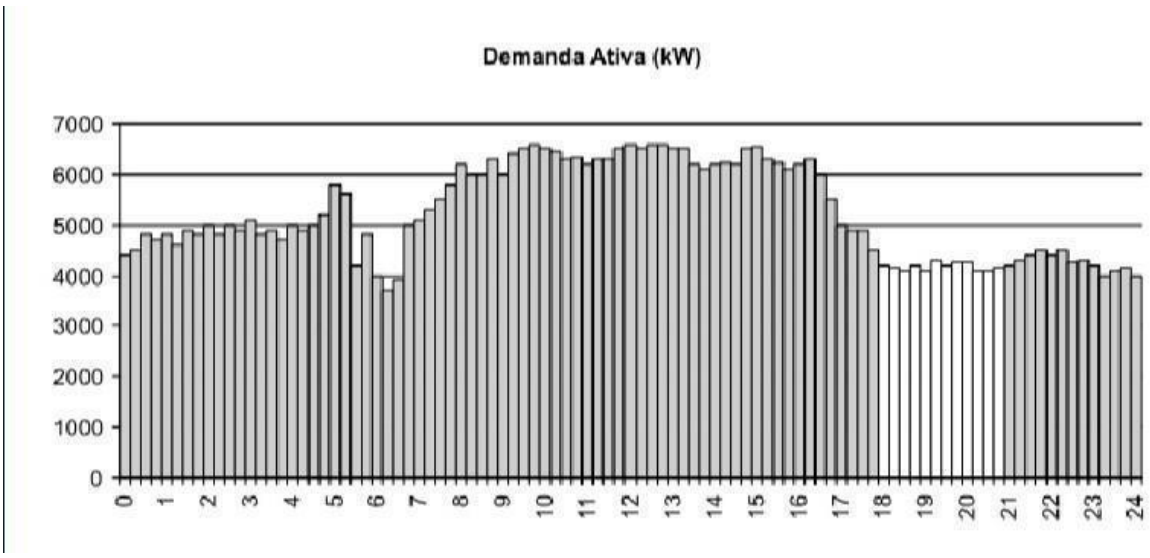
Para o caso das unidades consumidoras de pequeno porte, sua localização vai depender, basicamente, da quantidade de seu consumo de energia, em outras palavras de sua potência.

Nos sistemas de distribuição,as cargas envolvidas se relacionam da seguinte forma: carga da unidade consumidora, carga do transformador, caga de uma rede primária ou linha de distribuição ou carga de uma subestação. Lembrando que o regime destas cargas não é fixo, sendo possível a oscilação destes valores para o máximo possível.

Deve-se considerar, ainda, que os valores máximos dessas cargas não ocorrem ao mesmo tempo, e para que não ocorra um superdimensionamento do sistema deve-se considerar uma diversidade de consumo para cada um dos níveis de carga.

Para melhor entendimento do assunto, foi utilizada a Figura 7 como referência, onde se observa as potências médias lidas num intervalo de 15 em 15 min de uma unidade consumidora. Segundo VIANA et al., (2012),

Figura 7- Curva típica de uma unidade consumidora



Fonte : VIANA et al., 2012

Energia Elétrica Ativa: É o uso da potência ativa durante qualquer intervalo de tempo, sua unidade usual é o quilowatt-hora (kWh).

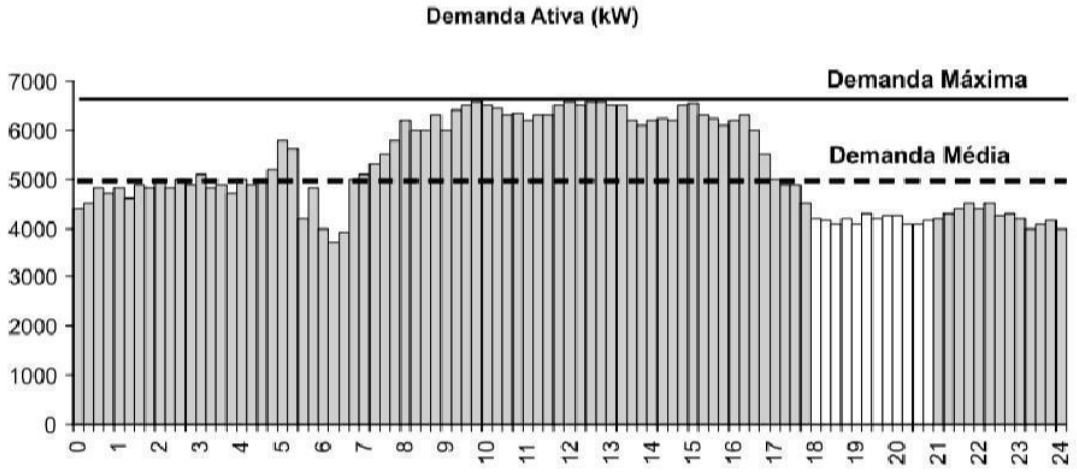
Energia Elétrica Reativa: É a energia elétrica que circula continuamente entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt-ampère-reativo-hora (kVArh).

Demanda: É a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado. Assim, esta potência média, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reativo (kVAr), respectivamente.

Demanda Máxima: É a demanda de maior valor verificado durante um certo período (diário, mensal, anual etc.). Ver Figura 8.

Demanda Média: É a relação entre a quantidade de energia elétrica (kWh) consumida durante certo período de tempo e o número de horas desse período. Ver Figura 8.

Figura 8- Demandas Máxima e Média de uma curva de carga

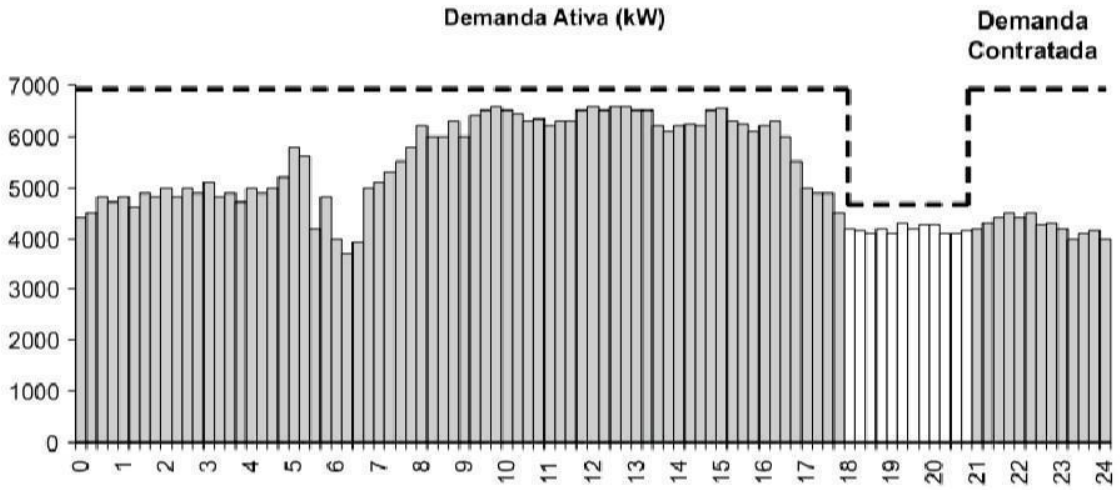


Fonte : VIANA et al., 2012

Demanda Medida: É a maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integrada no intervalo de 15 minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

Demanda Contratada: É a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada, durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW). A Figura 9 exemplifica a demanda contratada.

Figura 9- Demanda contratada para a curva de carga



Fonte : VIANA et al., 2012

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 da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW).

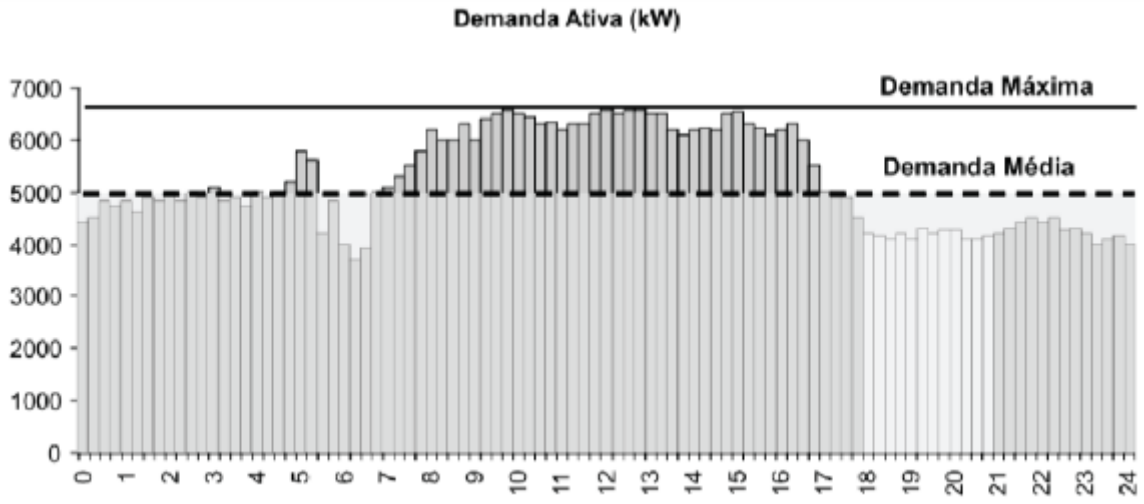
Fator de carga (FC): é a razão entre a demanda média (DMED) e a demanda máxima (DMAX) da unidade consumidora, ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado. Se dá através da seguinte equação:

$$FC = Dmed * \Delta t / Dmax * \Delta t = kWh / Dmax * \Delta t, \text{ onde}$$

$$Dmed = \int p * dt / T2 - T1$$

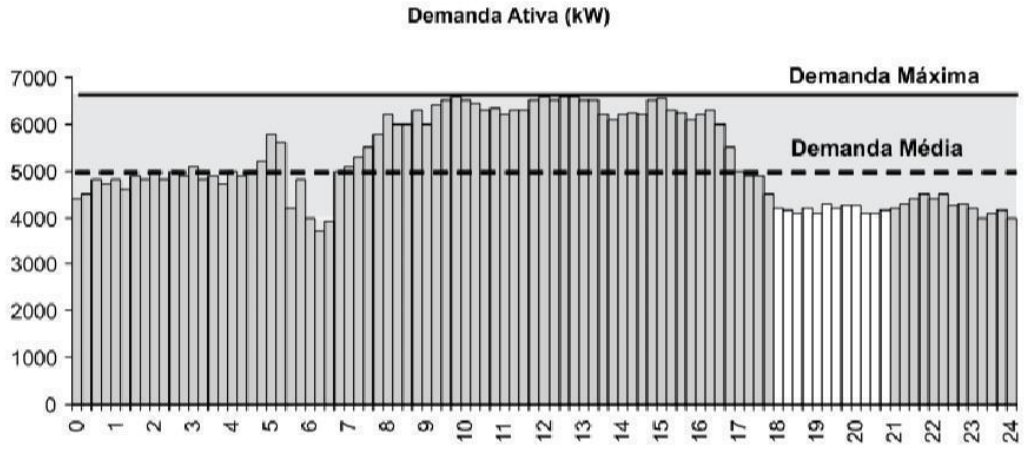
Obs. O FC pode ser calculado considerando um dia, uma semana, um mês, etc. As Figuras 10 e 11 mostram a relação entre a demanda média e a máxima, através das áreas geradas pela curva de carga da unidade consumidora.

Figura 10- Consumo de Energia baseado na Demanda Média



Fonte : VIANA et al., 2012

Figura 11- Consumo de Energia baseado na Demanda Máxima

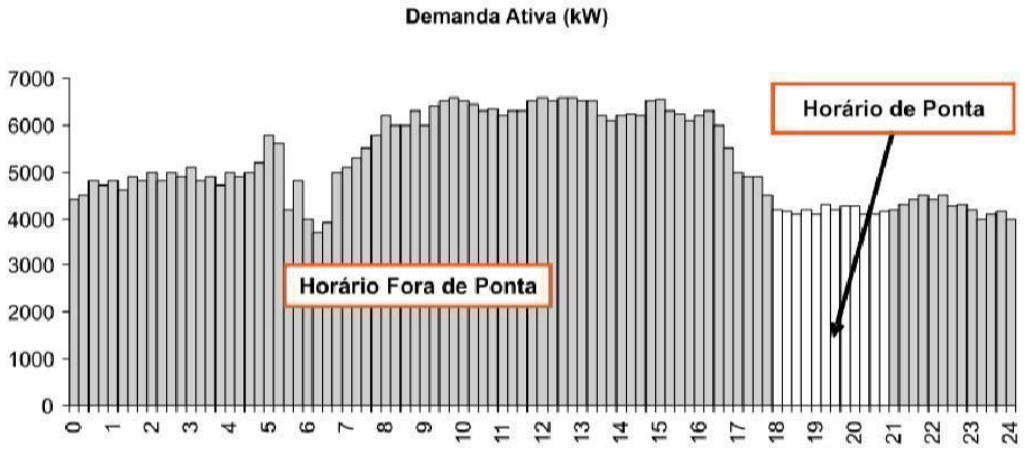


Fonte : VIANA et al., 2012

Fator de Potência: O Fator de Potência é a razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétrica ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado.

Horários Fora de Ponta e de Ponta: O horário de ponta (P) é o período definido pela distribuidora e composto por 3 horas diárias consecutivas, exceto finais de semana e feriados nacionais. O horário fora de ponta (F) seria o excedente que não contempla o horário de ponto, se observa na Figura 12.

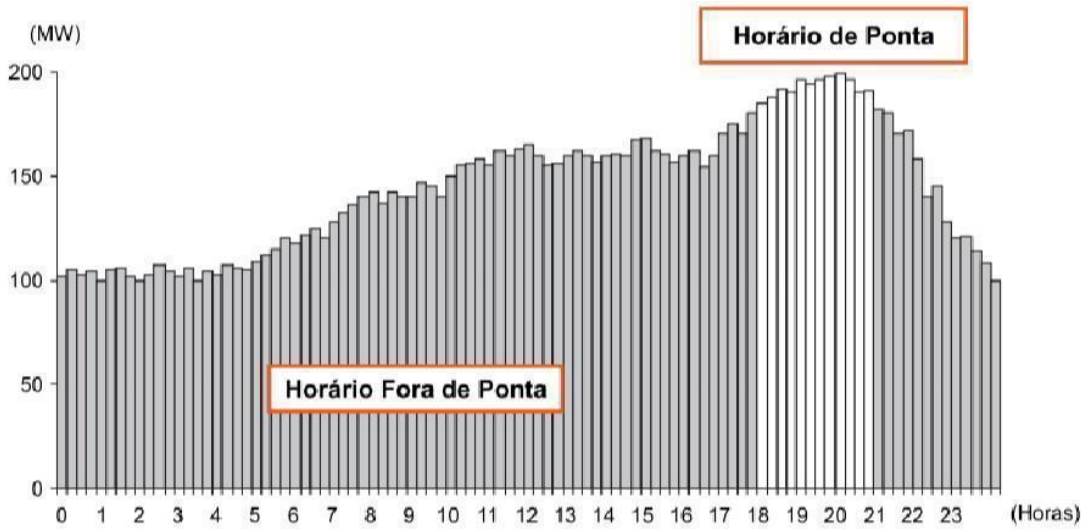
Figura 12- Horários de Ponta e Fora de Ponta para uma unidade consumidora



Fonte : VIANA et al., 2012

Estes horários são definidos pela concessionária, levando principalmente em consideração a capacidade de fornecimento que a mesma apresenta, a Figura 13 retrata tipicamente o caso, onde o maior valor de demanda normalmente ocorre no horário de ponta.

Figura 13- Curva típica de fornecimento de potência de uma concessionária



Fonte : VIANA et al., 2012

Períodos Seco e Úmido: Estão dispostos conforme os períodos de maior e menor probabilidade de chuvas, uma vez que grande parte de nossa matriz elétrica é oriunda de hidrelétricas. Sendo assim o período seco se compreende nos meses de maio a novembro, já o período úmido seria os meses restantes, neste caso de dezembro a abril.

Consumidor: Consumidor é uma pessoa física ou jurídica, que utiliza da energia de determinada distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes deste atendimento à sua unidade consumidora, observando as normas impostas em contrato.

3.2.2 Tensão de Fornecimento

Segundo VIANA et al., (2012), às unidades consumidoras são agrupadas em dois grupos tarifários, em função da tensão de fornecimento e consequentemente, em função da demanda. Se a concessionária fornece energia em tensão inferior a 2300 Volts, o consumidor é classificado como sendo do “Grupo B” (baixa tensão); se a tensão de fornecimento for maior ou igual a 2300 Volts,o consumidor se enquadra no “Grupo A” (alta tensão).

Grupo A: Nestas unidades a tensão é igual ou superior a 2300 Volts, são subdivididas nos subgrupos mostrados na tabela 2.

Tabela 1- Tensão de Fornecimento do Grupo A

Subgrupo	Tensão de Fornecimento
A1	≥ 230 kV
A2	88 kV a 138 kV
A3	69 kV
A3a	30 kV a 44 kV
A4	2,3 kV a 25 kV
AS	Subterrâneo

Fonte : VIANA et al., 2012

Grupo B: Unidades com tensão inferior a 2300 Volts. Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, ou, ainda, caracterizado pela tarifa monômia e subdividido nos seguintes subgrupos:

a. Subgrupo B1 - residencial;

b. Subgrupo B2 - rural;

c. Subgrupo B3 - demais classes;

d. Subgrupo B4 - Iluminação Pública. (VIANA et al., 2012).

3.2.3 Modalidade Tarifária

São as tarifas propriamente ditas, que se aplicam de acordo com o consumo de energia elétrica e demanda de potência ativas.

3.2.3.1 Tarifa Convencional

A cobrança desta modalidade se dá de acordo com o consumo, independente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano.

3.2.3.2 Tarifa Horo-Sazonal

Nesta cobrança se leva em consideração as horas do dia e períodos a qual a energia foi consumida.

Tarifa Azul: é calculada de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia;

Tarifa Verde: idêntica à tarifa azul, o que muda é que é cobrada uma única tarifa de demanda de potência, independente do horário de utilização.

Também são levados em consideração, Horário de Ponta (P), Horário Fora de Ponta (F), Período Úmido (U), ou Período Seco (S).

3.2.3.3 Critérios de Enquadramento

Segundo VIANA et al., (2012), os critérios de enquadramento na modalidade de tarifa convencional ou horo-sazonal, são, na modalidade tarifária horo-sazonal azul, aquelas com tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV, para a modalidade tarifária horo-sazonal azul ou verde, de acordo com a opção do consumidor, aquelas com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada igual ou superior a 300 kW, e na modalidade tarifária convencional, ou horo-sazonal azul ou verde, de acordo com a opção do consumidor, aquelas com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada inferior a 300 kW.

3.2.4 Faturamento

A Fatura de energia elétrica é resultante da aplicação das respectivas tarifas de fornecimento, sem incidência de imposto, sobre os componentes de consumo de energia elétrica ativa, de demanda de potência ativa, de uso do sistema, de consumo de energia elétrica e demanda de potência reativas excedentes. Para as unidades consumidoras do Grupo B, tem-se um valor mínimo faturável referente ao custo de disponibilidade do sistema elétrico, de acordo com os limites fixados por tipo de ligação. (VIANA et al., 2012).

A distribuidora é obrigada a instalar equipamentos de medição nas unidades consumidoras, exceto em casos especiais, definidos na legislação, como por exemplo, para fornecimento destinado à iluminação pública. O fator de potência da unidade consumidora,

para efeito de faturamento, deverá ser verificado pela distribuidora por meio de medição permanente, de forma obrigatória para o grupo A e facultativa para o Grupo B. (VIANA et al., 2012).

3.2.4.1 Faturamento de Unidade Consumidora do Grupo B

O faturamento de unidade consumidora do Grupo B realiza-se com base no consumo de energia elétrica ativa, e, quando aplicável, no consumo de energia elétrica reativa excedente. Os valores mínimos faturáveis para instalação monofásico e bifásico com 2 condutores é de 30 kWh, para bifásico com 03 condutores 50 kWh, e para trifásico 100 kWh. (VIANA et al., 2012).

3.2.4.2 Faturamento de Unidade Consumidora do Grupo A

Segundo VIANA et al., (2012), o faturamento de unidade consumidora do grupo A, observadas as respectivas modalidades quando da aplicação de tarifa de horo-sazonal, deve ser realizado com base nos valores identificados pelos seguintes critérios:

I. Demanda faturável: um único valor, correspondente ao maior valor dentre os definidos a seguir:

- **a.** demanda contratada ou demanda medida, exceto para unidade consumidora da classe rural ou reconhecida como sazonal;
- **b.** demanda medida no ciclo de faturamento ou 10% (dez por cento) da maior demanda medida em qualquer dos 11 (onze) ciclos completos de faturamento anteriores, no caso de unidade consumidora incluída na tarifa convencional, da classe rural ou reconhecida como sazonal;
- **c.** demanda medida no ciclo de faturamento ou 10% (dez por cento) da maior demanda contratada, no caso de unidade consumidora incluída na tarifa horo-sazonal da classe rural ou reconhecida como sazonal. Quando os montantes de demanda medidos excederem em mais de 5% os valores contratados, aplica-se a cobrança de uma “ultrapassagem” conforme a legislação vigente.

II. Consumo de energia elétrica ativa:

- **a.** quando houver Contrato de Compra de Energia Regulada - CCER celebrado deve ser utilizado um dos seguintes critérios:

I. Para consumidores especiais ou livres, quando o montante de energia elétrica ativa medida for maior que o limite estabelecido para a energia contratada, através de uma fórmula, é realizado um cálculo novamente.

II. Para consumidores especiais ou livres, quando o montante de energia elétrica ativa medida for menor ou igual a energia elétrica contratada, também através de uma fórmula, é realizado um cálculo novamente.

III. Para demais consumidores que celebrem o CCER, o faturamento da energia elétrica é estabelecido através de uma equação predefinida.

b. Para demais unidades consumidoras, deve ser obtido pela aplicação da tarifa final de energia elétrica ativa homologada ao montante total medido no período de faturamento.

Modalidades Tarifárias: A tarifa convencional é aplicada considerando-se o seguinte:

I. Para o grupo A:

a. Tarifa única de demanda de potência (kW);

b. Tarifa única de consumo de energia (kWh).

II. Para o grupo B, tarifa única aplicável ao consumo de energia (kWh).

A tarifa horo sazonal azul é aplicada considerando-se o seguinte:

I. Para a demanda de potência (kW):

a. Uma tarifa para horário de ponta (P);

b. Uma tarifa para horário fora de ponta (F).

II. Para o consumo de energia (kWh):

a. Uma tarifa para horário de ponta em período úmido (PU);

b. Uma tarifa para horário fora de ponta em período úmido (FU);

c. Uma tarifa para horário de ponta em período seco (PS);

d. Uma tarifa para horário fora de ponta em período seco (FS).

A tarifa horo-sazonal verde é aplicada considerando-se o seguinte:

I. Para a demanda de potência (kW), uma tarifa única;

II. Para o consumo de energia (kWh):

a. Uma tarifa para horário de ponta em período úmido (PU);

b. Uma tarifa para horário fora de ponta em período úmido (FU);

c. Uma tarifa para horário de ponta em período seco (PS);

d. Uma tarifa para horário fora de ponta em período seco (FS).

Tabela 2- Resumo do Faturamento Tarifário

	AZUL	VERDE	CONVENCIONAL
Demanda (kW)	Um preço para ponta	Preço único	Preço único
	Um preço para fora de ponta		
Consumo (kWh)	Um preço - ponta - período úmido		Preço único
	Um preço - fora de ponta - período úmido		
	Um preço - ponta - período seco		
	Um preço - fora de ponta - período seco		

Fonte : VIANA et al., 2012

3.2.5 ICMS: Cobrança e sua Aplicação

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS incidente sobre o fornecimento de energia elétrica é um imposto onde as suas alíquotas são definidas em lei estadual. Para o cálculo do ICMS é adotada a fórmula a seguir, definida pelo Conselho de Política Fazendária - Confaz. (VIANA et al., 2012).

ICMS = F* [(1/1-X)-1] , onde,

F = Fornecimento

X = Alíquota / 100

3.2.6 Fator de Potência ou Energia Reativa Excedente

O fator de potência (FP) é um índice que reflete como a energia está sendo utilizada, mostrando a relação entre a energia realmente útil (ativa – W) e a energia total (aparente – VA), fornecida pelo sistema elétrico. O fator de potência de referência (FR), tanto indutivo quanto capacitivo, é limitado em 0,92 para as unidades consumidoras. Para as unidades do grupo A, a medição do FP é obrigatória, a energia reativa capacitiva ela é faturada entre as 23h30 e 06h30, já a medição da energia reativa indutiva é limitada ao período diário

complementar. Quando o fator de potência de referência, 0,92, é inferior, é cobrado utilizando-se as tarifas de fornecimento de energia ativa. Surge então o conceito de energia ativa reprimida, ou seja, a cobrança pela circulação de excedente de reativo no sistema elétrico. (VIANA et al., 2012).

3.2.6.1 Correção do Fator de Potência

Alguns aparelhos elétricos, como os motores e transformadores, além de consumirem energia ativa, solicitam também energia reativa necessária para criar o fluxo magnético que seu funcionamento exige. Com base na relação entre a energia reativa e ativa, determina-se o fator de potência indutivo médio num determinado período. A análise das contas de energia elétrica aponta um fator de potência médio, na ponta e fora de ponta, que comparado a 0,92, aponta ou não para a necessidade da implantação de medidas corretivas, tais como, instalação de banco de capacitores estáticos ou automáticos, aumento do consumo de energia ativa. Quando o fator de potência é inferior a 0,92, o total desembolsado a título de consumo de excedente reativo se constitui num potencial de economia que deve ser obtido através das medidas citadas. (VIANA et al., 2012).

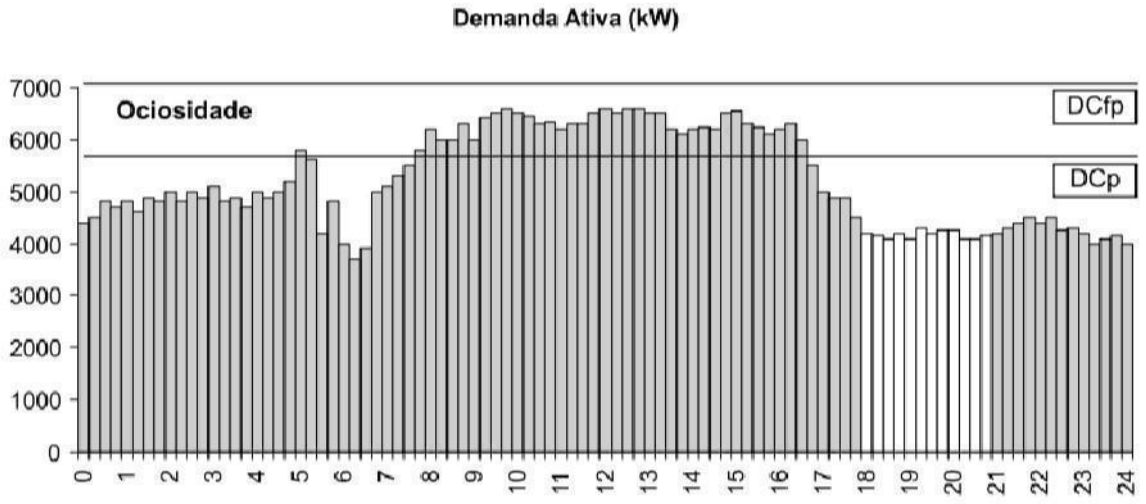
3.2.7 Análise do Perfil de Utilização da Energia Elétrica

Através de uma análise complexa de toda a cadeia produtiva de determinado setor, se torna possível simplificar a utilização da energia elétrica. Outras possibilidades de otimização, como a análise da opção tarifária e a correção do fator de potência, também são avaliadas.

3.2.7.1 Otimização da Demanda de Potência

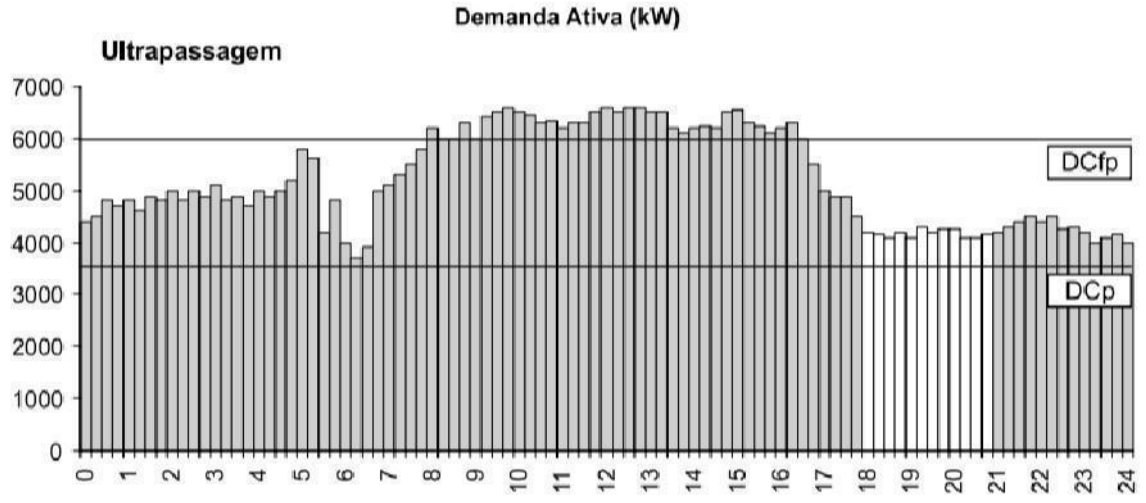
Através de análises das demandas de potência contratada, juntamente com as medidas e consequentemente as faturadas, se faz possível encontrar uma solução para sua redução, ou até mesmo eliminar as ociosidades ou as ultrapassagens de demanda. Desta forma estará pagando realmente pelo que está consumindo. Nas Figuras 14 e 15 se exemplifica o dado exposto.

Figura 14- Contrato ocioso de demanda



Fonte : VIANA et al., 2012

Figura 15- Contrato insuficiente de demanda



Fonte : VIANA et al., 2012

O super ou subdimensionamento das demandas contratadas geram aumentos de custos desnecessários. O ideal é ser sempre faturado pelo valor efetivamente utilizado em cada ciclo de faturamento. Com isso, se torna importante supervisionar e controlar o consumo de energia de forma a evitar que algum procedimento inadequado venha a provocar uma elevação desnecessária da demanda. Num local onde esta variação é inevitável se torna interessante a instalação de um sistema automático de supervisão e controle da demanda.

3.2.7.2 Análise de Opção Tarifária

Nesta análise, se leva em consideração se a atual tarifa que está sendo empregada realmente é a mais adequada para aquela situação, como se observa, há várias modalidades de tarifas, com isso se torna muito importante o conhecimento e aplicação de cada uma para cada caso em específico. De maneira geral, para determinar o melhor sistema de tarifação, é preciso considerar os valores médios mensais de consumo e de demanda em cada um dos segmentos de ponta e fora de ponta, os valores médios mensais a serem faturados em cada um dos segmentos horo-sazonais, ou os valores respectivos de demanda e consumo para tarifação convencional. E também, os valores de ultrapassagem que porventura ocorram, as possibilidades de deslocamento do horário de trabalho de diversos equipamentos para minimizar o consumo e a demanda no segmento de ponta, as despesas mensais com cada um dos sistemas tarifários. (VIANA et al., 2012).

3.2.8 A Importância dos Indicadores de Eficiência Energética

Segundo VIANA et al., (2012), quando se realiza um procedimento usual da mesma forma, obtendo os mesmos resultados, porém com um consumo de energia reduzido, pode-se afirmar que se obteve êxito com a eficiência energética naquele processo. Para que se consiga mensurar isso, se utiliza de uma ferramenta chamada de indicador de desempenho, onde dentre os mais usuais se destaca:

Consumo Específico de Energia (CE);

Fator de Carga da Instalação (FC);

Custo Médio de Energia.

3.2.8.1 Consumo Específico de Energia (CE)

Segundo VIANA et al., (2012), o consumo de energia (kWh) ou da carga instalada (kW), está relacionado ao produto gerado, serviço prestado e ou a área ocupada, são passíveis de comparações com parâmetros já estabelecidos. No que diz respeito à área ocupada, o índice é o W/m², se determina através da comparação entre duas edificações do mesmo tipo e ou semelhantes funcionalmente, porém com níveis de eficiência diferentes. Sendo assim, consegue-se obter padrões cada vez mais eficientes, melhorando seu desempenho energético, uma vez que existe este comparativo.

Para o cálculo do consumo específico de energia (CE), utiliza a seguinte fórmula:

CEi = CAi/QPi , onde,

CA = Consumo mensal de energia (kWh/mês)
QP = Quantidade de produto ou serviço produzido no mês pela unidade consumidora
i = Índice referente ao mês de análise do histórico de dados

3.2.8.2 Custo médio de Energia e Fator de Carga da Instalação

O custo médio de energia elétrica está diretamente relacionado à forma e metodologia que se usa na utilização da mesma, sendo que, se utilizada de forma eficiente, automaticamente seu custo é menor quando relacionado a um uso ineficiente. O fator de carga nos mostra como está sendo aplicada ou gerida a energia ao longo do tempo, quanto maior o fator de carga menor é o custo da energia, no caso de um fator de carga menor, se deduz que houve uma concentração de consumo de energia em um determinado período, necessitando assim de uma demanda maior, sendo assim, gerou um custo mais elevado na energia. (VIANA et al., 2012).

Para obter um fator de carga mais elevado existem três formas básicas:

a. aumentar o número de horas trabalhadas (logo se aumenta o consumo de kWh), porém conservando-se a demanda de potência;

b. otimizar a demanda de potência, conservando-se o mesmo nível de consumo de kWh;

c. atuar nos dois parâmetros anteriores, observando o comportamento do fator de carga nos segmentos horo-sazonais e identificando os meses em que este fator apresentou seu valor máximo. Através desta análise se utiliza de forma mais racional a energia, aplicando assim nos demais meses, mas deve-se observar que para cada período, seja ele na ponta ou fora da ponta, existe um fator de carga diferente, o qual deve ser calculado através das seguintes equações:

FC = CA/h*DR , sendo,

FC = Fator de carga do mês fora de ponta e na ponta
CA = Consumo de energia no mês na ponta e fora de ponta (kWh)

h = Número médio de horas no mês, usualmente 66 horas para a ponta e 664 horas para o período fora da ponta

DR = Demanda registrada máxima de potência no mês na ponta e fora da ponta.

Sendo assim, se determina o fator de carga para as tarifas.

Convencional

FC = CA/ 730*DR

Horo-sazonal Azul no horário de ponta

FCp = CAp/66DRp

No horário fora de ponta

FCf = CAf/664DRf

Para a análise do custo médio de energia se utiliza da seguinte equação:

CMe = Custo total da conta (R$)/Consumo de energia do mês (kWh), onde,

CMe = Custo médio de energia (R$/kWh). (VIANA et al., 2012).

3.2.9 Comercialização de Energia

A Lei no 10.848 de 2004, propõe uma reestruturação no planejamento energético, permitindo, competição na geração e formas de contratação de energia elétrica em dois ambientes distintos. De acordo com VIANA et al., (2012), "os contratos de compra e venda de energia passam a ser celebrados na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE entre os Agentes participantes. A CCEE contabiliza as diferenças entre o que foi produzido ou consumido e o que foi contratado. As diferenças positivas ou negativas são liquidadas no "Mercado de Curto Prazo" e valorado ao PLD (Preço de Liquidação das Diferenças), determinado semanalmente para cada patamar de carga e para cada submercado, tendo como base o custo marginal de operação do sistema, este limitado por um preço mínimo e por um preço máximo."

3.2.9.1 Os agentes da CCEE

Segundo VIANA et al., (2012), os agentes que participam do CCEE estão divididos em categorias de geração, Distribuição e Comercialização.

- Agentes de geração:
- Concessionários > = 50 MW instalados
- Produtores Independentes > = 50 MW instalados
- Autoprodutores > = 50 MW instalados
- Agentes de distribuição:
- Consumo > = 500 GWh/ano
- Agentes que adquirem toda energia com tarifa regulada
- Agentes de comercialização:
- Importadores e exportadores > = 50 MW
- intercambiados Comercializadores > = 500 GWh/ano
- Consumidores livres

3.2.9.2 Ambientes de Contratação

Nas bases do novo Modelo de comercialização foram criados dois ambientes de contratação de energia, o Ambiente de Contratação Regulado – ACR, onde a ANEEL que estabelece as tarifas de energia e os reajustes tarifários das distribuidoras, e o Ambiente de Contratação Livre – ACL, onde os acordos de compra e venda ficam pactuados por meio de acordos bilaterais. A busca por oportunidades de redução do custo da energia elétrica tem incentivado muitos consumidores a migrar do ACR para o ACL podendo ter a opção de comprar toda a sua energia ou parte dela de comercializadoras ou diretamente de geradoras. (VIANA et al., 2012).

3.2.9.3 Tarifas Aplicadas

No novo modelo de comercialização de energia elétrica são aplicadas aos agentes do mercado tarifas para o uso do sistema de transmissão – TUST e tarifas para o uso do sistema de distribuição – TUSD. O acesso às linhas de transmissão é garantido pela ANEEL aos agentes que atendam certas exigências técnicas e que necessitam de grandes fluxos de energia. A administração do sistema de transmissão desta Rede Básica e o gerenciamento do

despacho de energia são uma atribuição do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. O serviço de transmissão de unidades transformadoras deve ser pago exclusivamente pelas concessionárias de distribuição. Logo surgem a TUST-FR associada às demais instalações de transporte e a TUST-RB referente à Rede Básica. Atualmente, o cálculo destas tarifas é feito através de um *software* e as parcelas componentes desta tarifa são calculadas com base nos custos de cada distribuidora tendo como suas componentes. Aos consumidores livres e autoprodutores conectados diretamente à Rede Básica, a parcela TUST-RB é calculada individualmente tomando como referência o ponto de conexão ao sistema. Estas tarifas ainda incorporam três encargos setoriais, a Conta de Consumo de Combustíveis – CCC, a Conta de Desenvolvimento Energético – CDE, e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA. (VIANA et al., 2012).

3.2.10 Nova Estrutura Tarifária

A ANEEL através da Resolução 464/2011, de 28 de novembro de 2011, publicou os Procedimentos de Regulação Tarifária – Proret com o objetivo de estabelecer os procedimentos gerais a serem aplicados ao processo de definição da Estrutura Tarifária para as concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica. Atualmente são adotadas no Brasil três modalidades de tarifas para alta tensão: tarifa horária azul, tarifa horária verde e tarifa convencional, sendo esta última sem sinal horário. Os consumidores livres têm disponível, além da atual modalidade azul, a modalidade verde. Desde 2014 se criou a Bandeira Verde que significa custos mais baixos para a compra de energia. A Bandeira Amarela indica um sinal de atenção, pois os custos de compra de energia estão aumentando. Por sua vez, a Bandeira Vermelha indica que a situação anterior está se agravando e a oferta de energia para atender a demanda dos consumidores ocorre com maiores custos de compra, como por exemplo, o acionamento de grande quantidade de termelétricas para gerar energia, que é uma fonte mais cara do que as usinas hidrelétricas. A decisão de qual bandeira usar não cabe às distribuidoras sendo mensalmente comunicada aos consumidores com um mês de antecedência. (VIANA et al., 2012).

Para o Grupo B, ao qual pertencem os consumidores residenciais, foi criada a modalidade Branca, dividida em três postos horários: ponta, intermediário e fora de ponta, válidos somente de segunda a sexta-feira (sábados, domingos e feriados serão considerados integralmente como fora de ponta). Os horários de cada posto são definidos pelas distribuidoras. O consumidor pode decidir se deseja migrar para a modalidade Branca ou

permanecer na Convencional com um único valor. O consumidor residencial, pode optar pelo plano que prevê energia mais barata nos horários de menor demanda. Pelo novo sistema, cada distribuidora de energia tem que definir um intervalo de três horas, entre as 17h e 22h, em que o consumo de energia elétrica se torna mais caro. A adoção da modalidade Branca implica na necessidade de se instalar medidores eletrônicos de energia. A nova modalidade tarifária tem caráter opcional, exceto para a cobrança de iluminação pública e para o mercado de baixa renda. (VIANA et al., 2012).

4 AUDITORIA ENERGÉTICA NA PRÁTICA

O supermercado em questão, fica localizado na região de Tubarão-SC, este tem em sua totalidade 880 m² dispostos em 22 x 40 m. Seu horário de funcionamento é de segunda à domingo, sendo de segunda a sábado, aberto das 08h ás 21h e no domingo aberto das 08h ás 13h. Conta com 27 colaboradores nos diversos setores da empresa, e recebe diariamente em média 700 a 800 clientes.

Em 2016, devido ao vendaval que aconteceu na região, o supermercado ficou em ruínas e teve que ser reconstruído. Logo, a parte elétrica do mesmo, é nova, porém, segundo a gerência, não dispõe de um projeto elétrico, o que dificultou a coleta de algumas informações.

Ainda assim, foi realizado o levantamento de carga existente no local, e analisado alguns quadros de distribuição que se dispunha na edificação.

4.1 LEVANTAMENTO DAS CARGAS

No levantamento de carga, foi feita uma setorização para melhor apresentação dos dados obtidos, onde os mesmos foram divididos em frios, laticínios, frutas e verduras; padaria; bebidas; climatização; açougue; estabelecimento; sorvetes e gelo; e estão demonstrados na tabela 4, onde pode-se observar, a potência consumida mensalmente (kWh/mês) e o percentual correspondente de cada setor. Existem duas análises na tabela, na primeira, correspondente aos meses mais quentes do ano, visto que nesse caso incide de forma significativa a potência existente nos equipamentos de climatização, e na segunda os demais meses do ano, onde se observa a ausência destes equipamentos.

Tabela 3- Levantamento de cargas e consumo

Setores do supermercado (dezembro a abril)	**Potência consumida mensalmente (kWh/mês)**	**Percentual correspondente (%)**
Frios, laticínios, frutas e verduras	8.988	24
Bebidas	7.416	20
Padaria	7.348	20
Climatização	5.875	16
Açougue	5.674	15
Estabelecimento (iluminação, computadores, refeitório)	2.005	5
Sorvetes e gelo	565	1

CONSUMO TOTAL MENSAL kWh (dez. à abr.)		37.923
Setores do supermercado (maio a novembro)	**Potência consumida mensalmente (kWh/mês)**	**Percentual correspondente (%)**
Frios, laticínios, frutas e verduras	8.988	28
Bebidas	7.416	23
Padaria	7.348	23
Açougue	5.674	18
Estabelecimento (iluminação, computadores, refeitório)	2.005	6
Sorvetes e gelo	565	2
CONSUMO TOTAL MENSAL kWh (maio à nov.)		32.048

Fonte: Compilação do autor, 2023

Esses dados foram coletados através das etiquetas de identificação que estavam dispostas nos equipamentos, e organizados na tabela 5, onde pode-se observar cada equipamento individualmente, analisando sua potência, e quantidade disponível, assim como o tempo de uso diário de cada um, possibilitando gerar o consumo total por mês de cada aparelho e um somatório de todos os equipamentos. Os valores aqui obtidos, são teóricos, visto que não se obteve com exatidão o tempo de uso dos maquinários, e alguns não continham etiqueta de identificação, logo foi estimado uma potência se embasando em equipamentos similares.

Tabela 4- Potência de cada equipamento e demais tratativas

Equipamento	Quantidade	Potência unitária (Watts)	Potência total	Tempo de uso mensal (horas)	Consumo total mensal kWh/mês
expositor vertical Eletrofrio PSBP - 4 (margarina - iogurtes)	4	3.031	12.124	720	8.729
Evaporador de ar forçado (Câmara de frutas e legumes)	1	70	70	720	50

expositor vertical Eletrofrio Esop - 6 (aberto)	1	290	290	720	209
Balcão expositor quente para salgados	1	500	500	338	169
Exaustor	2	123	246	104	26
Depurador	1	160	160	104	17
fatiadeira de pão	1	184	184	4	1
Batedeira planetária VBP12	1	1.900	1.900	128	243
Forno Perfecta	1	10.950	10.950	56	613
Forno Tedesco	1	14.700	14.700	304	4.469
Resfriador de água	1	1.103	1.103	500	552
Sovadeira	1	2.206	2.206	128	282
Cilindro laminador (pequeno)	1	750	750	76	57
Cilindro laminador (grande)	1	3.000	3.000	104	312
Fritadeira elétrica metvisa	1	5.000	5.000	104	520
Batedeira planetária (pequena)	1	800	800	52	42
Evaporador de ar forçado (Câmara de produtos padaria)	1	65	65	720	47
expositor vertical refrigerado	1	506	506	720	364
expositor vertical refrigerado Imbera Beyond CCV315	1	922	922	720	664
expositor vertical refrigerado metalfrio VN50RA	1	836	836	720	602
expositor vertical refrigerado metalfrio VN50CK	1	1.540	1.540	720	1.109
expositor vertical refrigerado XINGX	1	660	660	720	475

expositor vertical refrigerado Imbera Beyond VRS19D	1	772	772	720	556
expositor vertical refrigerado Imbera Beyond VR08D	1	220	220	720	158
expositor vertical refrigerado metalfrio VN50AF	1	418	418	720	301
expositor vertical refrigerado Imbera Beyond VRS16D	2	636	1.272	720	916
expositor vertical refrigerado Imbera Beyond G342 D (3 portas)	2	1.467	2.934	720	2.112
expositor vertical refrigerado Imbera Beyond	1	220	220	720	158
Ventilador de parede TRON	5	140	700	250	175
Condicionador de ar Electrolux 60000 Btus	4	5.700	22.800	250	5.700
expositor horizontal Eletrofrio ICFD 2100 (ilha)	7	550	3.850	720	2.772
expositor vertical Eletrofrio ESB - 4 (queijo- presunto-aberto)	1	469	469	720	338
Evaporador de ar forçado (Câmara de refrigerados)	1	280	280	720	202
expositor vertical refrigerado Eletrofrio ESKP - 18 (3 portas)	1	934	934	720	672

Evaporador de ar forçado (Câmara de congelados)	1	1.868	1.868	720	1.345
Evaporador de ar forçado (ambiente)	1	70	70	720	50
Serra fita (açougue)	1	1.103	1.103	96	106
Amaciador de bifes becker	1	440	440	144	63
Moedor de carne Metvisa	1	368	368	192	71
expositor horizontal Eletrofrio XSC açougue	1	147	147	720	106
Lâmpada Led tubular Saveenergy	90	40	3.600	332	1.195
Computadores	6	350	2.100	221	464
Lâmpadas de Led compacta avant	10	30	300	332	100
Micro-ondas Electrolux (refeitório)	1	1.150	1.150	120	138
Geladeira Electrolux (refeitório)	1	150	150	720	108
Freezer horizontal Rio H125G (sorvetes)	1	260	260	720	187
Freezer horizontal GHDE - 220 (sorvetes)	1	230	230	720	166
Freezer vertical Gelopar. mod GTPC - 575A	1	295	295	720	212
CONSUMO TOTAL MENSAL kWh (dez. à mar.)					**37.923**
CONSUMO TOTAL MENSAL kWh (abr. à nov.)					**32.048**

Fonte: Compilação do autor, 2023

Através da análise destes dados, se consegue observar quais setores mais consomem neste supermercado, em sua grande maioria, é o de frios, laticínios e verduras que chega a 28% do total consumido, seguido da padaria que é correspondente a 24%, 23% bebidas, 18%

açougue, 6% do estabelecimento, e 2% sorvetes e gelo. Sendo que no verão, o setor de climatização chega a atingir quase 1/6 do consumo total.

4.2 PADRÃO DE ENTRADA E QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

A seguir foi abordado o padrão de entrada de energia elétrica, e de forma individual, os quadros existentes na edificação. O quadro de distribuição geral, o qual está localizado no padrão de entrada do supermercado, e o quadro de divisão de circuitos que está disposto na sala da gerência.

4.2.1 Padrão de entrada de energia elétrica

Na Figura 16, se observa o padrão de entrada da energia elétrica, que neste caso é de acordo com as normativas da empresa fornecedora, neste caso a Celesc - Centrais Elétricas de Santa Catarina.

Figura 16- Padrão de entrada de energia elétrica - Celesc

Fonte: Compilação do autor, 2023

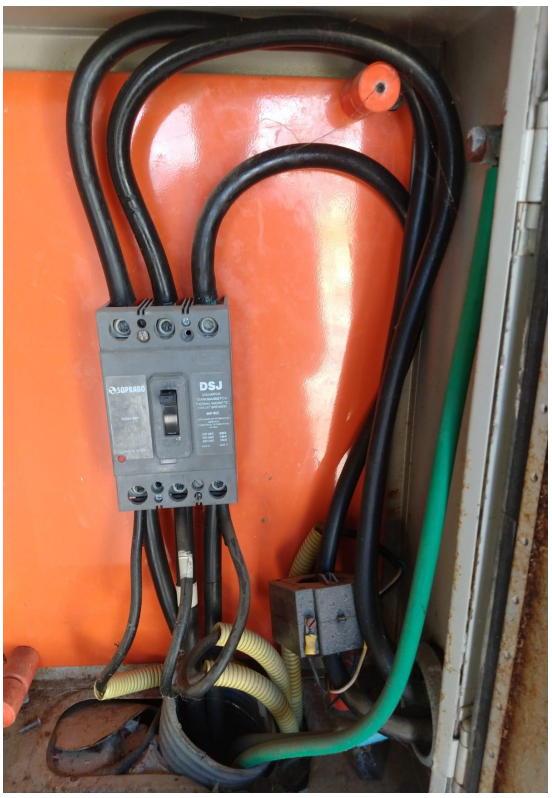
4.2.2 Quadro de distribuição geral

O quadro de distribuição geral, é composto por um disjuntor do tipo NEMA trifásico de 150 amperes da marca Soprano, pode ser observado nas Figuras 17 e 18 respectivamente.

Figura 17- Disjuntor trifásico 150 A - tipo NEMA - marca Soprano

Fonte: Compilação do autor, 2023

Figura 18- Disjuntor trifásico 150 A - tipo NEMA - marca Soprano

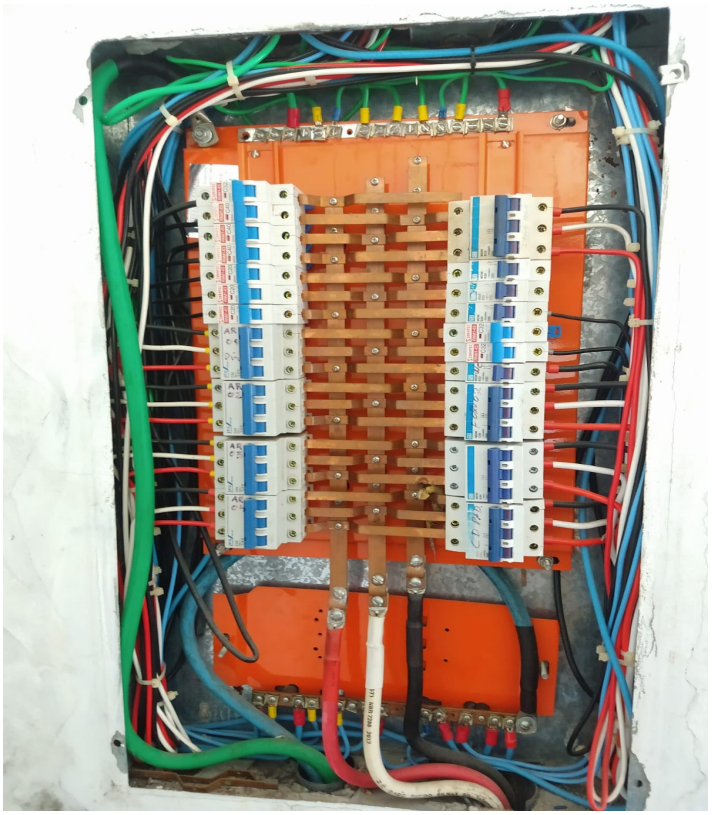


Fonte: Compilação do autor, 2023

4.2.3 Quadro de distribuição dos circuitos

Posteriormente, os cabos prosseguem até o próximo quadro de distribuição, existente dentro da edificação, onde é realizada a divisão dos circuitos através dos disjuntores, como mostrado na Figura 19.

Figura 19- Quadro de distribuição dos circuitos



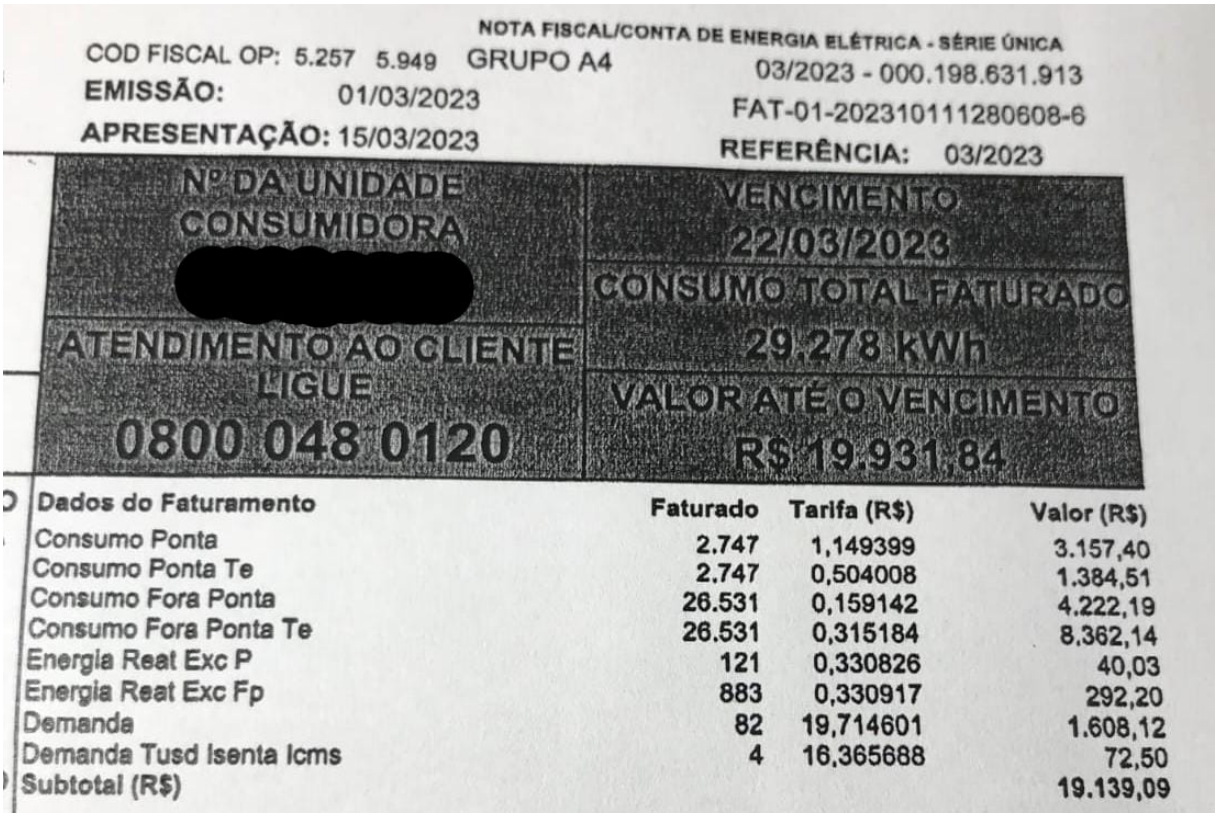
Fonte: Compilação do autor, 2023

Se observa, apesar dos circuitos estarem divididos, a falta a identificação de cada um, visto que em determinada intervenção que porventura tenha que ser feita, se torna necessário desligar todo o conjunto, o que implica na paralisação de todos os setores do supermercado, ou desligar um a um até encontrar o devido circuito, demandando um tempo gasto sem necessidade, caso houvesse a identificação de cada circuito.

4.3 FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA

Com acesso a fatura se consegue obter dados relevantes para a definição de uma tomada de decisão, observando por exemplo se a demanda contratada está bem equilibrada, dentre outros fatores abordados adiante. Na Figura 20, se observa os dados do faturamento e o grupo ao qual o mercado está inserido.

Figura 20- Dados do faturamento



NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE ÚNICA

COD FISCAL OP: 5.257 5.949 GRUPO A4

03/2023 - 000.198.631.913

EMISSÃO: 01/03/2023

FAT-01-202310111280608-6

APRESENTAÇÃO: 15/03/2023

REFERÊNCIA: 03/2023

Nº DA UNIDADE CONSUMIDORA

[redacted]

VENCIMENTO 22/03/2023

CONSUMO TOTAL FATURADO 29.278 kWh

ATENDIMENTO AO CLIENTE LIGUE 0800 048 0120

VALOR ATÉ O VENCIMENTO R$ 19.931,84

Dados do Faturamento	Faturado	Tarifa (R$)	Valor (R$)
Consumo Ponta	2.747	1,149399	3.157,40
Consumo Ponta Te	2.747	0,504008	1.384,51
Consumo Fora Ponta	26.531	0,159142	4.222,19
Consumo Fora Ponta Te	26.531	0,315184	8.362,14
Energia Reat Exc P	121	0,330826	40,03
Energia Reat Exc Fp	883	0,330917	292,20
Demanda	82	19,714601	1.608,12
Demanda Tusd Isenta Icms	4	16,365688	72,50
Subtotal (R$)			19.139,09

Fonte: Compilação do autor, 2023

O supermercado está inserido no grupo A4, onde nessa categoria a tensão de fornecimento será entre 2,3 kV a 25 kV, como mostrado na tabela 2. Pode-se observar também o consumo de ponta, onde cada concessionária define quais são esses horários, no caso da CELESC, está definido entre as 18h e 21h, e fora da ponta que seria os demais horários. Assim como a energia reativa na ponta e fora dela, que deve ser de no mínimo em 0,92, como mencionado no subitem 3.2.6 e a demanda utilizada. Através da obtenção destes dados se têm o consumo total faturado, que neste caso foi de 29.278kWh, analisando o valor teórico obtido através da tabela 4, se observa uma diferença de 8.645 kWh a mais que o valor real faturado.

Deste valor, 2850 kWh a mais é correspondente a dois condicionadores de ar que estão avariados, impossibilitando seu uso, e os demais são provenientes da falta de precisão de algumas informações, como por exemplo, o tempo exato de uso de cada equipamento, e também pelo fato de alguns equipamentos não conterem as etiquetas de informação, e ou informações errôneas, visto que foi observado no local equipamentos iguais, porém com discordâncias na informação de suas etiquetas, então se adotou a de maior potência no pior

cenário. Devido a isso, essa diferença chegou em torno de 20%, o que mostra a importância do levantamento destes dados da forma mais minuciosa possível.

Figura 21- Dados da unidade consumidora

DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA / FATURAMENTO / FORNECIMENTO
COMERCIAL, SERVICOS, OUTRAS ATIVIDADES / MOD TARIFARIA HORA

CONTRATO DE FORNECIMENTO **PERÍODO:** TODOS
DEMANDA PONTA (kW): 86 **CONSUMO PONTA (kWh):**
DEMANDA FORA PONTA (kW): 0 **CONSUMO FORA PONTA (kWh):**
RESERVA CAP.F. PONTA (kW): **RESERVA CAP. PONTA (kW):**

DADOS DA MEDIÇÃO - CONSUMO REGISTRADO NO MÊS

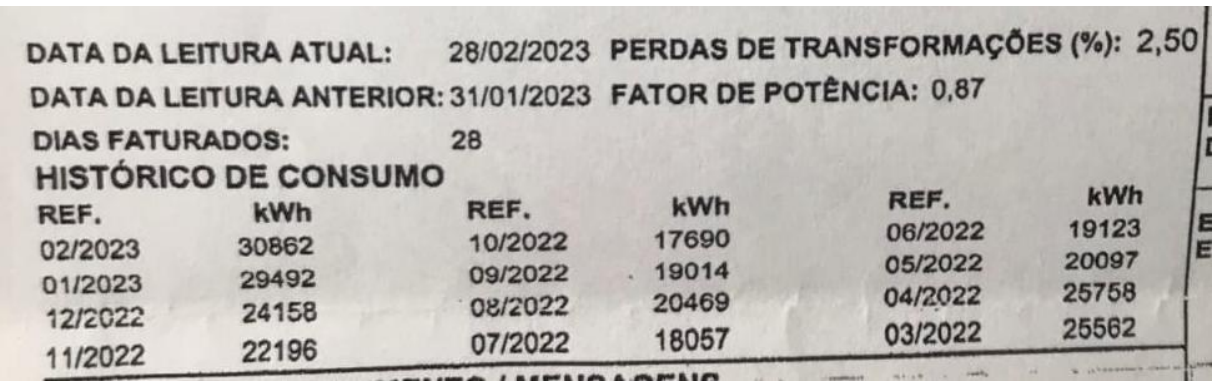
EQUIPAMENTO	LEITURA		GRANDEZA	CONSTANTE DE	MEDIDO
42133472	ATUAL	ANTERIOR		FATURAMENTO	
CNP	3525778	3302434	kWh PT	0,0120	2747,00
CNF	57991525	55834465	kWh FP	0,0120	26531,00
DNP	1453	1276	kW PT	0,0480	71,48
DNF	1658	1498	kW FP	0,0480	81,57
DEP	33129	31676	kW PT	0,0480	71,48
DFP	44402	42744	kW FP	0,0480	81,57
UFO	122293	112402	kWh PT	0,0120	121,00
UFF	1283878	1212045	kWh FP	0,0120	883,00
DMP	117149	111653	kW PT	0,0120	67,60
DMF	159055	153018	kW FP	0,0120	74,25
ERA	30906834	29596120	kVArh TP	0,0120	16121,00

Fonte: Compilação do autor, 2023

Na Figura 21, se observa que o estabelecimento se enquadra na categoria comercial, onde o modelo tarifário é tarifa horo-sazonal verde, onde se paga um preço para o consumo de ponta e outro fora da ponta, como demonstrado na tabela 3. Se observa também que a demanda contratada é de 86 kW, e pode-se concluir que a mesma está bem equilibrada visto que a demanda utilizada foi de 82 kW.

Na Figura 22, se observa o histórico de consumo, este assim como os demais dados encontrados na fatura, é de suma importância, afinal, através dele, é que se consegue ser mais assertivo na escolha de uma melhoria ideal para o estabelecimento, sendo mais fácil de se mensurar o tempo de retorno de um determinado investimento.

Figura 22- Histórico de consumo



DATA DA LEITURA ATUAL: 28/02/2023 PERDAS DE TRANSFORMAÇÕES (%): 2,50
DATA DA LEITURA ANTERIOR: 31/01/2023 FATOR DE POTÊNCIA: 0,87
DIAS FATURADOS: 28

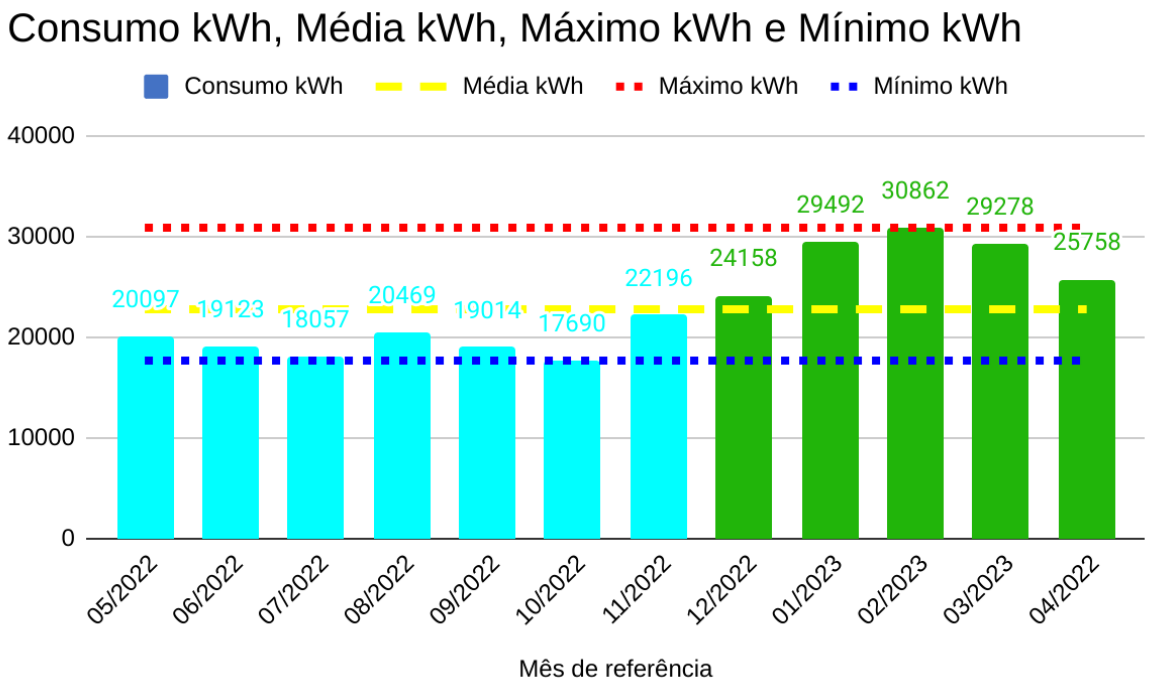
HISTÓRICO DE CONSUMO

REF.	kWh	REF.	kWh	REF.	kWh
02/2023	30862	10/2022	17690	06/2022	19123
01/2023	29492	09/2022	19014	05/2022	20097
12/2022	24158	08/2022	20469	04/2022	25758
11/2022	22196	07/2022	18057	03/2022	25562

Fonte: Compilação do autor, 2023

Como demonstrado no gráfico 1, pode se observar que em uma análise anual se obteve um consumo mínimo de 17690 kWh, correspondente ao mês de Outubro, e um consumo máximo de 30862 kWh, correspondente ao mês de fevereiro, e uma média na qual se obteve 23016 kWh anual.

Gráfico 1- Histórico de consumo anual



Fonte: Compilação do autor, 2023

As cores verdes, são correspondentes aos meses aos quais é mais utilizado os climatizadores de ar, pode-se observar uma diferença considerável. No inverno foi obtido uma média de consumo de 19520,9 kWh, já no verão se obteve uma média de 27909,6 kWh.

4.4 RECOMENDAÇÕES E MELHORIAS

Após a obtenção de todos os dados tratados até o momento, levantamento de informações e entendimento do funcionamento do estabelecimento, é momento de realizar a tratativa dos mesmos. Na Figura 21, pode-se observar que a demanda contratada está equilibrada, visto que dos 86 kW, foram utilizados 82 kW, sendo assim não é conveniente a alteração num primeiro momento.

4.4.1 Alteração da bandeira tarifária

O estabelecimento está enquadrado no modelo tarifário tarifa horo-sazonal verde, onde se paga um preço para o consumo de ponta e outro fora da ponta e um valor fixo na demanda de potência como mencionado no subitem 4.2.1.1.

A Figura 23 mostra o valor das tarifas sem os devidos tributos (ICMS,PIS,COFINS…), para as bandeiras tarifárias azul e verde, respectivamente.

Figura 23- Tarifas Horárias sem tributos

Tarifa Horária Azul (sem tributos)				
Subgrupos	**Classificação**	**Componentes**	**Demanda R$/kW**	**Energia R$/kWh**
A4	Não se aplica	Ponta	32,35	0,52609
		Fora Ponta	15,64	0,37629

Tarifa Horária Verde (sem tributos)				
Subgrupos	Classificação	Componentes	Demanda R$/kW	Energia R$/kWh
A4	Não se aplica	NA	15,64	0
		Ponta	0	1,31168
		Fora Ponta	0	0,37629

Fonte: Celesc , 2023

Vale ressaltar que essas tarifas estão vigentes da data de 22 de agosto de 2022 a 21 de agosto de 2023, estabelecidas pela Aneel na resolução homologatória n° 3094 de 16 de agosto de 2022.

Tabela 5- Comparativo de gasto bandeira azul x bandeira verde

Tarifa Horária	Consumo kWh Ponta	Consumo kWh fora Ponta	Demanda kW Ponta	Demanda kW fora ponta
AZUL			67	82
VERDE	2747	26531	82	
	Valor R$ consumo ponta	Valor R$ consumo fora ponta	Valor R$ Demanda Ponta	Valor R$ Demanda fora ponta
AZUL	R$ 0,53	R$ 0,38	R$ 32,35	R$ 15,64
VERDE	R$ 1,31	R$ 0,38	R$ 15,64	
	Total			
AZUL	R$ 14.987,62			
VERDE	R$ 14.962,83			

Fonte: Compilação do autor, 2023

Através da tabela 6, se observa que a partir de uma demanda de ponta abaixo de 67 kW, a bandeira tarifária azul começa a se tornar mais atrativa, mas, para essa tratativa se necessita de equipamentos específicos para determinar o real valor obtido nesses horários. Lembrando que esses valores não estão tributados.

4.4.2 Substituição dos equipamentos de climatização.

Os climatizadores de ar atuais do supermercado, são antigos, inclusive dois deles estão com avarias impossibilitando seu uso, devido a isso seu consumo é muito maior quando comparado a equipamentos mais novos, principalmente quando comparado com equipamentos que dispõe de tecnologia inverter.

Sendo assim, foi realizado um orçamento para a substituição dos equipamentos atuais por equipamentos novos com tecnologia *inverter*. Na Figura 24, aparecem as especificações técnicas do equipamento.

Figura 24- Especificações técnicas do condicionador de ar 60000 Btus marca Gree

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS | PISO TETO INVERTER

Unidade Interna	Modelo		GTH36D3FI	GTH60D3FI
	Código		ED020N1101	ED020N1140
Unidade Externa	Modelo		GUHD36ND3FO	GUHD60ND3FO
	Código		CF090W0771	CF090W0850
	Tensão / Frequência / Fase		220V / 60Hz / 1F	220V / 60Hz / 1F
Consumo de Energia Mensal		kWh/mês	64,6	106,5
EER/COP	Refrigeração	W/W	3,24	3,24
	Aquecimento	W/W	3,46	3,32
Classe de Eficiência Energética	Selo Procel		A	A

Fonte: Gree, 2023

Através da tabela 7, pode-se observar a economia que se obtém para o caso dessa substituição, comparando os equipamentos atuais com os sugeridos.

Tabela 6- Economia na troca do equipamento de climatização.

Descrição	Equipamentos atuais	Equipamentos sugeridos
Quantidade	4	4
Potência unitária (W)	5.700	1.065
Consumo mensal (kWh)	5.700	1.065
Valor pago mensal (R$)	R$ 4.316,64	R$ 806,53
Economia mensal (R$)	R$ 3.510,11	

Fonte: Compilação do autor, 2023

De acordo com os dados se observa uma economia significativa, num total de R$17.550,55 anual. O valor dos equipamentos novos ficam em R$57.000,00, mais a mão de obra orçada em R$14.000,00, sendo assim seu *payback* será a partir de 4 anos. Vale salientar que estes equipamentos contemplam 10 anos de garantia.

4.4.3 Utilização do forno fora do horário de ponta.

O forno é o equipamento que mais consome energia elétrica no setor da padaria, local que é responsável por 23% do consumo total nos meses de abril a novembro. Atualmente ele é ligado diariamente de hora em hora, contemplando assim o horário de ponta, recomenda-se que o mesmo seja desligado no horário de ponta, visto que existe essa possibilidade. Através da tabela 8 percebe-se a economia resultante ao mês caso seja implantada essa metodologia.

Tabela 7- Economia na utilização do forno fora do horário de ponta

Descrição	Atual	Sugerido
Consumo mensal (kWh)	4.469	4.469
Consumo na ponta (kWh)	882	0
Consumo fora ponta (kWh)	3587	4.469
Valor pago mensal (R$)	R$ 3.159,62	R$ 2.119,67
Economia mensal (R$)	R$ 1.039,95	

Fonte: Compilação do autor, 2023

Como observado na tabela 7, apenas um ajuste no horário de utilização do forno pode resultar num valor considerável, lembrando que este valor é correspondente ao mês, logo, se fizer uma análise anual esse montante chega em aproximadamente R$12.500,00 ao ano.

5 CONCLUSÃO

Através de toda análise realizada no supermercado, pode-se observar a importância de pequenos ajustes, que por muitas vezes passam despercebidos, e o reflexo, principalmente financeiro, que isso traz para a instituição que utiliza das ferramentas que uma auditoria energética oferece.

Pelo fato do estabelecimento ter realizado uma reforma recente, a instalação elétrica é nova, de forma, onde foi possível observá-la, a mesma não apresentava nenhum problema, ainda assim havia algumas melhorias a serem feitas, como a identificação dos circuitos elétricos no quadro de comandos. Na tratativa do consumo elétrico foi observado que ali dispõem equipamentos de climatização antigos, onde o consumo destes é muito alto, quando comparados a equipamentos mais modernos e mais eficientes, como os aparelhos que contém a tecnologia inverter. Com a substituição destes equipamentos iria se obter aproximadamente R$17.550,55 anual, onde o payback deste investimento se daria a partir de 4 anos.

O supermercado tem condições de evitar o uso do forno da padaria, no período que contempla o horário de ponta, no caso, das 18:00 às 21:00, tendo assim uma redução de aproximadamente R$12.500,00 ao ano, podendo assim utilizar esta economia no investimento de equipamentos mais eficientes.

Com equipamentos específicos realizando a leitura do valor de demanda de potência no horário de ponta, poderá se observar se é conveniente a alteração da bandeira tarifária verde, que é utilizada atualmente, para a bandeira tarifária azul, amplificando ainda mais os resultados das economias obtidas com as alternativas sugeridas.

Sugere-se ainda como trabalho futuro, um estudo técnico econômico para a utilização de placas fotovoltaicas no supermercado em questão.

Apesar dos imprevistos, e das limitações que se obteve, principalmente na questão prática, devido ao cenário que foi encontrado, foi de grande valia para minha formação, possibilitando a aplicação de conhecimentos antes tido na teoria, colocados agora de forma prática.

REFERÊNCIAS

EPE, 2018a. Empresa de pesquisa Energética. **Fontes de Energia**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia#:~:text=S%C3%A3o%20exemplos%20de%20fontes%20renov%C3%A1veis,das%20mar%C3%A9s%20e%20das%20ondas. Acesso em 01 Dez. 2022.

EPE, 2018b. Empresa de pesquisa Energética. **Matriz Energética Elétrica**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica. Acesso em 01 Dez. 2022.

FATOR BRASIL, 2010. **Empresas recebem selos Conpet e Procel**. Disponível em: http://www.revistafatorbrasil.com.br/imprimir.php?not=137893. Acesso em 01 Dez. 2022

IPEA, 2010. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **História - Petróleo**. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2321:catid=28. Acesso em 01 Dez. 2022.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho, et al. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações. 1° edição.** Campinas-SP, 2012.