

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELÉTRICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

VINICIUS CAMARGO GOMES DA SILVA

**PROPOSTA DE MELHORIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UM
SUPERMERCADO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

VINICIUS CAMARGO GOMES DA SILVA

PROPOSTA DE MELHORIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UM SUPERMERCADO

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Elétrica – DAELE – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Me. Cesar Augusto Portolann

PATO BRANCO

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Proposta de melhoria de eficiência energética em um supermercado**, do aluno **“Vinícius Camargo Gomes da Silva** foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora N° **189** de 2018.

Fizeram parte da banca os professores:

Cesar Augusto Portolann

Hervê Stangler Irion

Andrei Bordignon

A Ata de Defesa assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Aristeu Gomes da Silva e Josiane B. Camargo Gomes.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, saúde e sabedoria.

A meus pais, Aristeu e Josiane, por me proporcionarem condição para realização deste trabalho e também todo o apoio dado em toda a minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Me. Cesar Augusto Portolann, pelos ensinamentos, paciência e apoio para realização deste trabalho.

A todas as pessoas que de forma direta ou indireta propiciaram a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

"There is no thrill like that felt by the inventor as he sees his creation unfolding to success. Such emotions make a man forget food, sleep, friends, love, everything."

(Nikola Tesla)

"Não há sensação igual a do inventor que vê sua criação ter sucesso. Ela o faz esquecer comida, sono, amigos, amor, tudo."

(Nikola Tesla)

RESUMO

SILVA, Vinicius C. G. **Proposta de melhoria de eficiência energética em um supermercado. 2018.** Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

Diante de um cenário onde é cada vez mais incentivado a busca por eficiência e os benefícios que traz torna-se interessante este assunto no âmbito comercial. Este estudo de caso apresenta uma análise do perfil de consumo de um supermercado, visando propor ações com potencial para melhoria da eficiência energética do estabelecimento. Para tal, realiza-se estudo aplicado, de natureza exploratória, adotando-se abordagem quali-quantitativa. A partir da análise da literatura e dos dados coletados serão apresentadas as características das instalações e os pontos potenciais para conservação de energia, propondo ações que contribuam para tal.

Palavras-chave: Conservação de energia, supermercado, eficiência energética, análise qualidade energia.

ABSTRACT

SILVA, Vinicius C. G. **Proposta de melhoria de eficiência energética em um supermercado. 2018.** End of Course Work – Electrical Engineering Course, Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2018.

Faced with a scenario where it is increasingly encouraged the search for efficiency and the benefits it brings makes this subject interesting in the commercial scope. This case study presents an analysis of the consumption profile of a supermarket, aiming to propose actions with potential to improve the energy efficiency of the establishment. For this, an applied study, of exploratory nature is carried out, adopting a qualitative-quantitative approach. From the analysis of the literature and the data collected will be presented the characteristics of the facilities and the potential points for energy conservation, proposing actions that contribute to this.

Keywords: Energy conservation, supermarket, energy efficiency, energy quality analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Sistema de Gestão de Energia.....	21
Figura 2 - Esquema Instalação do Analisador.....	29
Figura 3 - Local de instalação do analisador de energia.....	30
Figura 4 - Configuração Analisador 1ª Medição.....	30
Figura 5 - Configuração Analisador 2ª Medição.....	31
Figura 6 - Estatísticas 1ª Coleta L1N.....	32
Figura 7 – Número de amostras correspondente valor de tensão 1ª coleta L1N.....	32
Figura 8 – Estatísticas 2ª Coleta L1N.....	33
Figura 9 – Número de amostras correspondente valor de tensão 2ª coleta L1N.....	33
Figura 10 – Estatísticas 1ª Coleta L2N.....	34
Figura 11 – Número de amostras correspondente valor de tensão 1ª coleta L2N.....	34
Figura 12 – Estatísticas 2ª Coleta L2N.....	35
Figura 13 – Número de amostras correspondente valor de tensão 2ª coleta L2N.....	35
Figura 14 – Estatísticas 1ª Coleta L3N.....	36
Figura 15 – Número de amostras correspondente valor de tensão 1ª coleta L3N.....	36
Figura 16 – Estatísticas 2ª Coleta L3N.....	37
Figura 17 – Número de amostras correspondente valor de tensão 2ª coleta L3N.....	37
Figura 18 – Correntes da Primeira Coleta.....	39
Figura 19 – Correntes da Segunda Coleta.....	39
Figura 20 – Redução percentual das perdas em função do fator de potência.....	53
Figura 21 – Correção no barramento geral de baixa-tensão (BT).....	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Perfil de Consumo Energético em Supermercados em Geral.....	12
Gráfico 2 - Distribuição do consumo final de eletricidade pelos setores da economia.....	24
Gráfico 3 - Matriz Energética Unidade de Análise.....	28
Gráfico 4 - Desequilíbrio de Tensão.....	38
Gráfico 5 - Comportamento das correntes 08/05/2018.....	40
Gráfico 6 - Comportamento fase 1.....	41
Gráfico 7 - Comportamento fase 2.....	41
Gráfico 8 - Comportamento fase 3.....	42
Gráfico 9 - Comportamento total.....	42
Gráfico 10 - Gráfico de barras consumo dia a dia.....	44
Gráfico 11 - Linha Tempo Consumo.....	47
Gráfico 12 – Consumo por dia faturado.....	48
Gráfico 13 – Fator de Carga e Demanda.....	49
Gráfico 14 – Gráfico de Pareto das Principais Cargas.....	51
Gráfico 15 – FP 04/05/2018.....	55
Gráfico 16 – FP 08/05/2018.....	56
Gráfico 17 – FP 11/05/2018.....	56
Gráfico 18 – FP 12/05/2018.....	57
Gráfico 19 – FP 15/05/2018.....	57
Gráfico 20 – Consumo dia a dia e temperaturas.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de porte dos supermercados.....	23
Tabela 2 – Levantamento das cargas da instalação.....	27
Tabela 3 – Tabela para análise da fatura.....	46
Tabela 4 – Proposta de cargas por fases.....	52
Tabela 5 – Comparação correntes e potência aparente.....	54
Tabela 6 – Cálculo Potência Reativa Necessária.....	55
Tabela 7 – Comparação lâmpadas led x fluorescentes.....	58
Tabela 8 – Resultado substituição lâmpadas.....	59

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.2	PROBLEMATIZAÇÃO	11
1.3	OBJETIVOS	13
1.3.1	Objetivos Específicos	13
1.4	JUSTIFICATIVA.....	14
2.	DESENVOLVIMENTO	15
2.1	A GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	15
2.1.1	Aspectos conceituais	15
2.1.1.1	PROCEL.....	17
2.1.1.2	CONPET.....	17
2.1.1.3	PBE	18
2.1.2	Instrumentos Legais	18
2.1.3	Aspectos e fatores a serem considerados.....	20
2.1.3.1	Revisão energética	22
2.1.3.2	Linha de base energética	22
2.1.3.3	Indicadores de desempenho energético.....	22
2.2	O NEGÓCIO DE SUPERMERCADOS	22
3.	METODOLOGIA DE PESQUISA	25
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	25
3.2	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	26
4.	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E SOLUÇÃO PROPOSTA	27
4.1	UNIDADE DE ANÁLISE	27
4.2	MATRIZ ENERGÉTICA.....	27

4.3	ANÁLISE DE ENERGIA	29
4.3.1	Qualidade de Tensão	31
4.3.1.1	Fase L1N	32
4.3.1.2	Fase L2N	34
4.3.1.3	Fase L3N	36
4.3.2	Desequilíbrio de tensão	38
4.3.3	Análise das correntes	38
4.3.4	Fator de potência (FP)	40
4.3.5	Consumo diário.....	43
4.4	ANÁLISE DA FATURA DE ENERGIA	45
4.5	FATOR DE CARGA E DEMANDA.....	48
4.6	PROPOSIÇÕES	49
4.6.1	Melhor distribuição de cargas.....	50
4.6.2	Correção do fator de potência	52
4.6.3	Substituição lâmpadas fluorescentes	58
4.6.4	Técnicas operacionais	59
5.	CONCLUSÕES	62
6.	REFERÊNCIAS	63

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é de suma importância na atualidade, pois grande parte das atividades do dia a dia requerem este recurso. Diante disso, percebe-se a necessidade do desenvolvimento de hábitos de conservação de energia elétrica.

O Brasil é um país em desenvolvimento, sendo assim, apresenta crescimento em diversos segmentos produtivos e econômicos. Uma decorrência disso é o aumento da demanda de energia elétrica, o que se reflete no esgotamento de fontes não renováveis de energia. Desta forma, é possível perceber que programas que visam conservação de energia são fundamentais para o desenvolvimento da nação nos dias de hoje.

O Brasil possui um Plano Nacional de Eficiência Energética que tem por objetivo “apresentar as projeções de Eficiência Energética para energia elétrica no período de 2010 até 2030 para o PNEf, discriminando os setores da economia e partindo de premissas adotadas no PNE 2030 e no PDE 2019”. (ENERGIA, 2011).

Através destas projeções e orientações podem-se aplicar os recursos de eficiência energética em um setor da economia, motivando desta forma a escolha do ramo de supermercados como foco para este trabalho, o qual é um setor considerável em nossa economia.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A energia elétrica é um recurso que exige um alto investimento para ser obtida, e muitas vezes de forma não renovável. Estes fatos levam a entender que o uso excessivo e/ou pouco eficiente da energia elétrica pode causar problemas econômicos e ambientais, à sociedade e à nação, de modo que a busca pelo desenvolvimento sustentável, sob este aspecto, é relevante. Por conta disso, e diante de crises econômicas, preocupação com o meio ambiente e suprimento de energia, os países começaram a investir em programas de conservação de energia e eficiência energética. (BRANCO, 2010).

O Brasil possui programas reconhecidos internacionalmente, sendo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) de grande importância para o desenvolvimento de hábitos de conservação energética no país. Criado no ano de 1985, o PROCEL teve atuação inicial voltada para publicação e distribuição de manuais destinados à conservação de energia elétrica entre vários setores sociais. Depois, em 1990, o PROCEL iniciou projetos de demonstração e cursos técnicos para formar profissionais com competência específica na área. (ENERGIA, 2011).

Depois de sofrer com uma crise de energia em 2001, passou a vigorar no Brasil a primeira lei referente ao assunto, designada lei n° 10295, regulamentada pelo decreto n° 4059/01, que estabeleceu a criação de níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, para máquinas, aparelhos e edificações, além de identificar a necessidade de indicadores técnicos e de uma regulamentação específica que estabeleçam a obrigatoriedade dos níveis de eficiência do país. (CARLO, 2008).

Devido à percepção da importância do assunto para o Brasil, foi elaborado um Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) que tem por objetivo fazer com que os recursos sejam melhor aplicados para que os resultados venham com maior velocidade, abrangência e amplitude (ENERGIA, 2011).

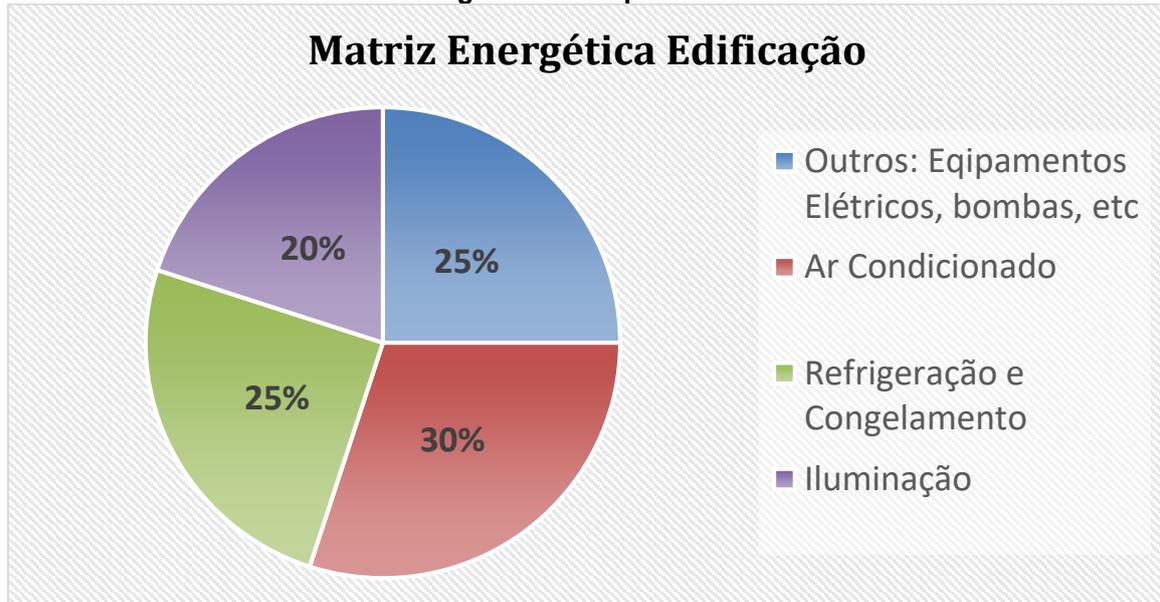
Com essa mesma preocupação, com abrangência no Estado do Paraná, a Companhia Paranaense de Energia (COPEL) fornece o *Manual de Eficiência Energética na Indústria*, visando a incentivar programas em unidades industriais. Segundo COPEL (2005, p.1), “na área industrial a eficiência energética pode trazer reduções significativas de custos e aumento no rendimento energético dos equipamentos e instalações”.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Estudos de melhoria de eficiência energética podem ser aplicados a diversos consumidores comerciais de energia. Um dos segmentos de negócio estratificado nessa categoria são os supermercados. Segundo Panesi (2008) os supermercados operam em uma margem de lucro pequena, de modo que uma

diminuição de custos com a energia seria importante em seu balanço econômico, tornando então a proposta de melhora na eficiência e conservação energética atrativa ao negócio, além do estabelecimento buscar adequar-se a uma perspectiva de desenvolvimento sustentável. Para supermercados, em geral, a matriz energética da edificação pode ser distribuída conforme mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Perfil de Consumo Energético em Supermercados em Geral



Fonte: Adaptado de Panesi (2008, p.2)

Ao analisar este gráfico percebe-se que a maior parte do consumo se deve à refrigeração e ar condicionado. Segundo Branco (2010), existem casos em que a refrigeração e congelamento representam cerca de 70% do consumo de energia do supermercado.

No ambiente de refrigeração, vários fatores contribuem para a ineficiência no consumo de energia, fazendo surgir perdas térmicas. Segundo FROZZA (2013), a incidência direta de raios solares no sistema de refrigeração e congelamento, bem como um isolamento deficiente destes, contribui significativamente com essas perdas. O isolamento deficiente contribui devido à diferença de temperaturas entre os ambientes internos e externos. O projeto arquitetônico também contribui com estas perdas, uma vez que a incidência de radiação direta de raios solares prejudica a refrigeração em alguns equipamentos e nos ambientes. Sendo assim, instalação de cortinas, persianas e até mesmo a alocação das câmeras de refrigeração e congelamento em lugares onde não há a incidência de raios solares contribuem fortemente com a redução destas perdas. (FROZZA, 2013).

Estes dados evidenciam que na busca de melhoria de eficiência energética, com conseqüente redução de custos associados ao consumo de energia elétrica, fatores como refrigeração, congelamento, iluminação e climatização ambiental devem ser priorizados. Equipamentos subdimensionados ou superdimensionados, falta de controle automático de operação, manutenção inadequada, funcionários despreparados para gerenciamento de energia (PANESI, 2008) e contratação errônea da demanda junto à companhia de energia são algumas das possíveis e frequentes causas do consumo excessivo de energia.

Desse modo, através de um estudo de caso, esta pesquisa se propõe a analisar o perfil de consumo energético de um supermercado de pequeno/médio porte, priorizando os equipamentos de refrigeração e congelamento, climatização e iluminação, visando a desenvolver um plano de melhoria na eficiência energética que conduza a reduções de custo.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar as condições de consumo de energia elétrica e propor ações que resultem na melhoria da eficiência energética de um supermercado.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Analisar o perfil de consumo de energia elétrica da unidade consumidora;
- Estimar o consumo e a demanda das instalações;
- Buscar oportunidades de conservação de energia nas instalações dos equipamentos;
- Levantar os pontos com maior potencial para melhoria na conservação de energia;
- Indicar soluções para a melhoria da eficiência energética da referida instalação elétrica;

- Levantar e avaliar o fator de carga e fator de demanda da referida instalação.

1.4 JUSTIFICATIVA

Diante de incentivos e conscientizações em relação ao tema eficiência energética em paralelo com o aumento do custo com energia elétrica julga-se viável um estudo que busque oportunidades para redução de despesas, principalmente em um ambiente que segundo SOUZA (2016) o custo com energia é a segunda maior despesa.

2. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será abordado e aprofundado o tema principal do trabalho que é eficiência energética, onde será detalhado e caracterizado o assunto. A evolução do assunto em nosso país através de programas governamentais é um dos tópicos do capítulo, bem como a legislação vigente em nosso país. A forma de gerir este tema também será discutido neste capítulo onde será dado enfoque para o negócio de supermercados, o qual será fundamental para o desenvolvimento do trabalho.

2.1 A GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O Brasil tem um grande potencial de conservação de energia, segundo o Plano Nacional de Energia PNE-2030, os setores como indústria, residência e comércio tem um potencial de conservação de energia de 6%, 15% e 11%, respectivamente. Estes valores representam, em termos financeiros, uma economia de R\$ 10 bilhões anuais e 10% do consumo anual de energia elétrica nacional.

Para melhor compreensão do assunto uma breve descrição da definição de conservação de energia será citada:

Durante o uso de energia um fator pode ser medido: a qualidade de utilização. Assim, procurar otimizar o uso de energia pode ser uma boa forma de conservação de energia. Portanto, ao se diminuir o uso, eliminando o desperdício, obtendo um mesmo produto ou serviço, é uma forma de ser eficiente no consumo de energia. (POLIQUEZI, 2014)

A seguir será descrito como foi o desenvolvimento do tema no âmbito global e posteriormente no âmbito nacional.

2.1.1 Aspectos conceituais

A energia passa por um processo de transformação tendo como produto calor, frio, luz, etc. A eficiência energética pressupõe a implementação de medidas

para combater o desperdício de energia ao longo do processo de transformação. (PORTAL DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2010).

O tema eficiência energética começou a ter acuidade depois dos choques de petróleo de 1973-74 e 1979-81, situação originada pela descoberta de que o petróleo é um recurso natural não renovável, devido ao fato de que, com a escassez, fossem necessárias medidas de conservação e também eficiência no uso deste recurso energético. Estudos e movimentos em prol do meio ambiente contribuíram para a percepção de que o aumento na eficiência acarreta em uma forma econômica e ambientalmente favorável de atendimento dos requisitos de energia. (ENERGIA, 2011).

A realidade atual do assunto, em âmbito nacional, envolve o fato do Brasil investir em programas de eficiência energética há pelo menos três décadas, sendo eles o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

A iniciativa pioneira, realizada pelo Grupo de Estudos sobre Fontes Alternativas de Energia (GEFAE) em parceria com o Ministério de Minas e Energia (MME) no ano de 1975, foi um seminário onde o assunto era conservação de energia. Neste mesmo ano a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) obteve autorização da Presidência da República para apoiar financeiramente estudos que contribuíam em maior eficiência na cadeia de captação, transformação e consumo de energia. A sequência da ordem cronológica de hábitos de conservação de energia no país foi no ano de 1985 quando foi criado o PROCEL. Este inicialmente focava na conscientização a respeito do assunto em diversos setores sociais através da publicação e distribuição de manuais de conservação de energia. No PNEf (2011) consta que apenas na década de 90 o PROCEL iniciou um trabalho de demonstração de projetos e capacitação de profissionais para a área de conservação de energia. A CONPET, nesta mesma década, começou a ser administrada por representantes de órgãos estatais e privados. Sua atuação era similar à do PROCEL, com foco principal na conscientização e capacitação da sociedade, e também na elaboração de diagnósticos em veículos de carga e de passageiros. Com a chegada do novo milênio, surgiram algumas medidas fundamentais para o desenvolvimento do assunto, onde no ano de 2003 se iniciou o Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE do INMETRO em aparelhos a gás e em 2005 foi estreado o Selo CONPET para aparelhos a gás que

fossem mais eficientes. Em 2009, a CONPET em parceria com o INMETRO iniciou a etiquetagem voluntária de veículos leves. (ENERGIA, 2011).

Os principais programas de eficiência energética citados serão brevemente caracterizados nos sub tópicos que seguem.

2.1.1.1 PROCEL

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica foi instituído em dezembro de 1985 através da portaria nº 1.877 dos Ministérios de Minas e Energia e Indústria e Comércio. Afim de promover racionalização na produção e no consumo de energia elétrica o programa tem por objetivo a disseminação de programas de eficiência energética. Coordenado pelo MME e gerido pela Eletrobrás, optou-se pela criação de diversos subprogramas para alcançar o objetivo principal, ações nas áreas de iluminação pública, industrial, saneamento, educação, edificações, prédios públicos, gestão energética municipal, informações, desenvolvimento tecnológico e divulgação, são os subprogramas de maior destaque.

Investimentos na ordem de R\$ 1 bilhão, estes oriundos de orçamentos da própria Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão –RGR, foram feitos ao longo da existência do programa. Estes investimentos resultaram até o ano de 2008 uma economia de energia de aproximadamente 32,9 TWh, acarretando em uma redução de 9.538 MW na demanda de ponta. Também pode ser mensurado que se evitou investimentos de R\$ 22.8 bilhões. O confronto destes dados mostra que economizar energia também é interessante no âmbito econômico. (ENERGIA, 2011).

2.1.1.2 CONPET

O Programa Nacional de Racionalização de Uso de Derivados de Petróleo e Gás Natural foi instituído em 18 de Julho de 1991 por Decreto Federal. Este programa inicialmente tinha o objetivo de conscientização e capacitação de pessoas bem como realizar diagnósticos em veículos de carga de passageiros. Segundo ENERGIA (2011) nos dias de hoje os objetivos principais são:

- Fornecer apoio técnico para o aumento da eficiência energética no uso final da energia;

- Promover pesquisa e o desenvolvimento tecnológico;
- Reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera;
- Conscientizar os consumidores sobre a importância do uso racional da energia para o desenvolvimento sustentável e melhor qualidade de vida;
- Racionalizar o consumo de derivados de petróleo e do gás natural.

2.1.1.3 PBE

O Programa Brasileiro de Etiquetagem surgiu em 1984 devido a consolidação de um protocolo entre o Ministério da Indústria e Comércio e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE). O objetivo deste programa é municiar o consumidor de informações a respeito de consumo dos equipamentos eletrodomésticos pois estas poderiam ter um peso na decisão de compra destes produtos. Desta forma se prevê uma redução de consumo e assim evita-se um investimento por parte do governo em novas unidades geradoras. (ENERGIA, 2011).

A evolução e estruturação deste programa se deve a dois instrumentos legais: a Lei nº 10.295/2001 e o Decreto nº 4.059/2001, estes serão descritos no tópico a seguir.

2.1.2 Instrumentos Legais

Neste breve relato da evolução do assunto conservação de energia pode-se perceber que o foco dos programas era na conscientização e na capacitação da população. Este fato evidencia a necessidade de regulamentações e obrigatoriedade a respeito do assunto. O governo brasileiro criou leis, normas e resoluções afim de garantir a continuidade de expansão dos programas. Segundo Frozza (2013) os principais marcos para este assunto no âmbito legal foram:

- Lei n.º 9.478, 06/09/1997, instituiu o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), em seu artigo 1º inciso IV estabelece que um dos

princípios e objetivos da Política Energética Nacional é “proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia”.

- Decreto n.º 2.335, 06/10/1997, dispõe como competência da ANEEL “incentivar o combate ao desperdício de energia no que diz respeito a todas as formas de produção, transmissão, distribuição, comercialização e uso da energia”.
- Resolução n.º 271, 19/07/2000, através dela a ANEEL estabeleceu os critérios de aplicação de recursos em ações de combate ao desperdício de energia elétrica e pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro.
- Lei n.º 9.991, 24/07/2000, dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica.
- Lei n.º 10.295, 17/10/2001, trata do estabelecimento dos níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados.
- Lei n.º 10.847, 15/03/2004, autorizou a criação da Empresa de Pesquisa Energética.
- Lei n.º 12.212, 20/01/2010, alterou por meio do seu artigo 11º, o artigo 1º da lei n.º 9.991/2000, inciso V, que passou a vigorar com a redação “as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica deverão aplicar no mínimo 60% (sessenta por cento) dos recursos dos seus programas de eficiência para unidades consumidoras beneficiadas pela Tarifa Social”.
- Decreto n.º 4.059, 19/12/2001, regulamentou a Lei n.º 10.295/2001 e criou o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE).

Dentre estes instrumentos legais a Lei n.º 10.295/2001 deve ser destacada, esta é conhecida como “Lei da Eficiência Energética”, devido a sua contribuição para o desenvolvimento dos principais programas de eficiência energética no país, pois

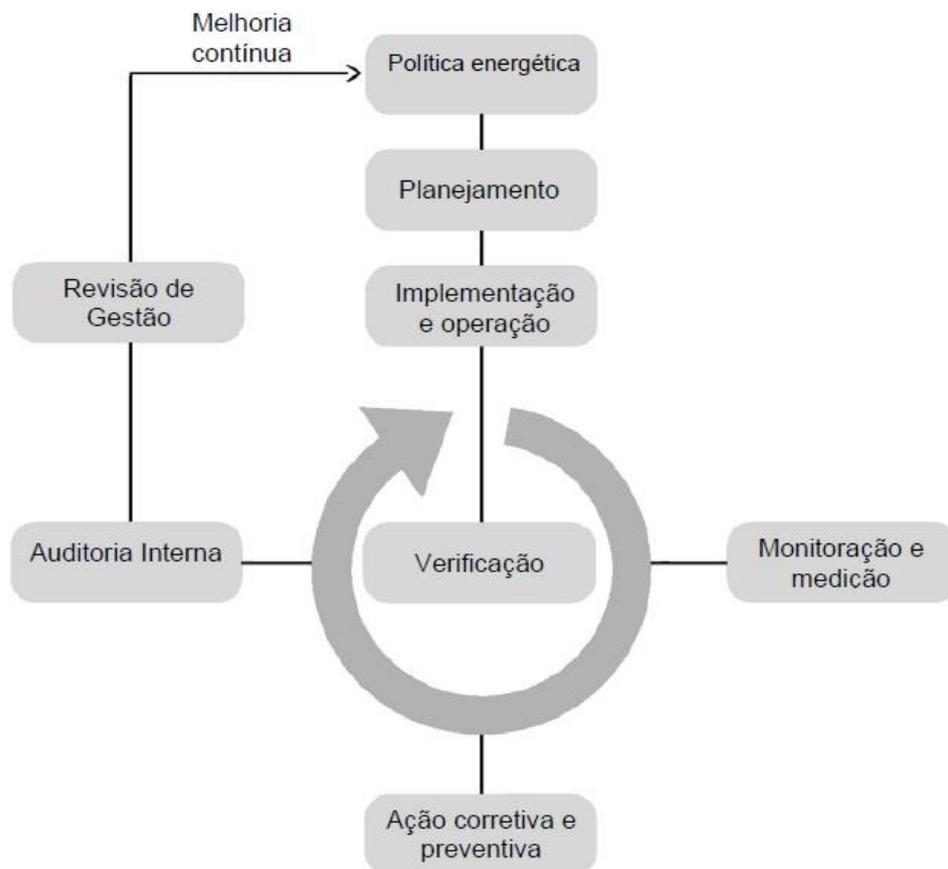
somente a partir desta lei os programas conseguiram alcançar resultados consideráveis em eficiência energética.

O Decreto n.º 4.059/2001 deve ser destacado também pois além de regulamentar a Lei n.º 10.295/2001 e criar o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), foi depois deste que se iniciou a regulamentação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia, segundo Poliquezi (2014) os órgãos que constituem este Comitê Gestor são:

- Ministério de Minas e Energia, que o preside;
- Ministério da Ciência e Tecnologia;
- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior;
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL;
- Agência Nacional do Petróleo – ANP;
- Um representante de universidade brasileira, especialista em matéria de energia;
- Um cidadão brasileiro, especialista em matéria de energia.

2.1.3 Aspectos e fatores a serem considerados

Afim de elaborar um diagnóstico deve-se seguir um sistema onde se tem padrão ou recomendações para uma maior confiabilidade do resultado. Para auxiliar em quem tem este objetivo foi elaborada a norma nacional, ABNT ISO 50001 Gestão de energia, esta tem o propósito de habilitar as organizações a estabelecerem sistemas e processos necessários para um melhor desempenho energético, incluindo eficiência, uso e consumo de energia. Desta forma a norma propõe um sistema de gestão da energia (SGE) para a organização interessada, baseando-se na estrutura de melhoria contínua do *Plan-Do-Check-Act* (Planejar-Fazer-Checar-Agir) e incumbe uma gestão da energia no dia a dia do consumidor de energia. A figura 1 mostra a estrutura desta gestão.

Figura 1 - Modelo de Sistema de Gestão de Energia

Fonte: ABNT-NBR ISO 50001

Fundamental para um diagnóstico de eficiência energética é a realização de um planejamento energético, a norma NBR ISO 50001 estabelece alguns requisitos para realização deste planejamento que serão fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho:

- Revisão energética;
- Linha de base energética;
- Indicadores de desempenho energético.

2.1.3.1 Revisão energética

O desenvolvimento de uma revisão energética depende de alguns requisitos. Uma análise do uso e consumo de energia deve ser realizado, onde são efetuados medições e levantamento de dados, e através disto avaliar o consumo de energia cronologicamente. Feito isto pode-se identificar as áreas de uso significativo de energia e montar uma matriz energética da organização. Depois destes levantamentos pode-se então identificar algumas oportunidades de melhoria no desempenho energético.

2.1.3.2 Linha de base energética

Através de informações da revisão energética e do perfil de consumo da organização pode-se estabelecer linhas de base energética. Desta forma pode-se comparar mudanças ocorridas com as linhas de base e assim propor algum ajuste.

2.1.3.3 Indicadores de desempenho energético

Os indicadores apropriados devem ser identificados em cada organização para então ser comparados com as linhas de base energética.

2.2 O NEGÓCIO DE SUPERMERCADOS

Estudos de eficiência energética podem ser aplicados em diversos consumidores comerciais de energia. Supermercados é um segmento com potencial para realização de tal estudo.

Segundo Fingert & Filho (1996) o comércio varejista de alimentos nacional teve alguns marcos que nortearam a evolução do segmento. A introdução do autosserviço (Peg-Pag) implantada pelo grupo Pão de Açúcar nos anos 50, a chegada

do grupo Carrefour nos anos 80 e a entrada do grupo Wal-Mart nos anos 90 foram os marcos que conduziram o negócio para características que tem hoje.

O formato de venda no comércio varejista de alimentos pode ser classificado como autosserviço ou tradicional. Os supermercados são classificados como autosserviço, pois os produtos alimentícios estão dispostos em formato self-service e check-outs (caixas) na saída.

Os supermercados podem têm seu tamanho classificado pelo número de caixas (check-outs) que possuem, como mostra a tabela 1.

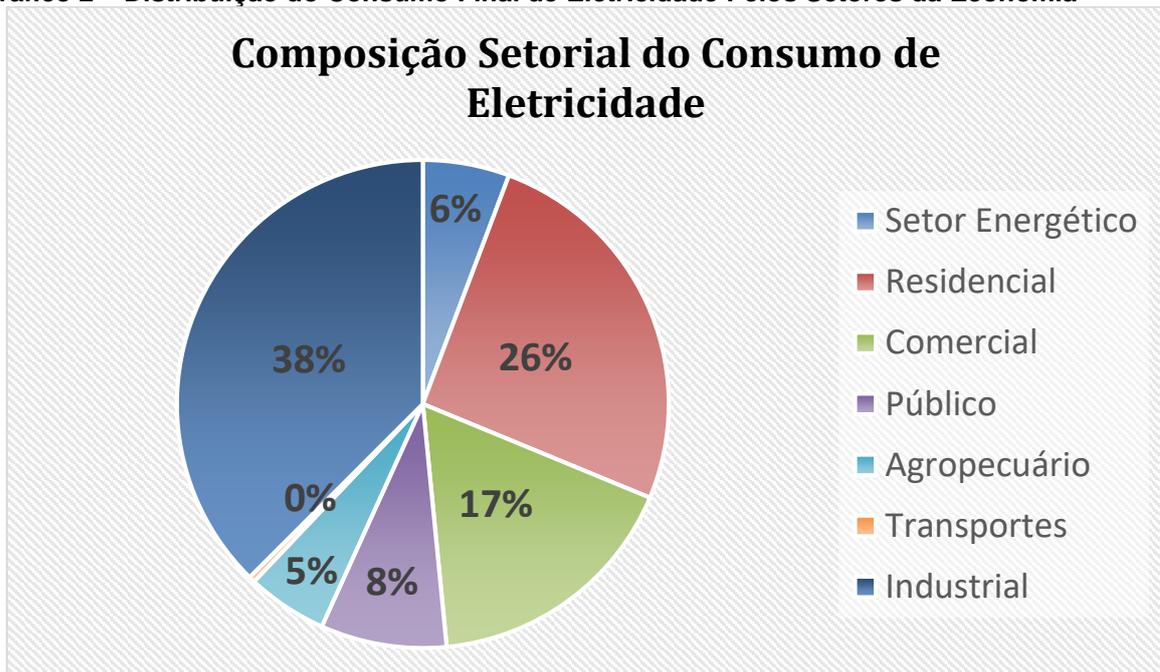
Tabela 1 – Classificação de porte dos supermercados

Número de caixas (<i>Check-outs</i>)	Classificação por porte
Até 4	Pequeno
De 5 a 9	Pequeno/Médio
De 10 a 19	Médio
De 20 a 49	Grande
50 ou mais	Hipermercados

Fonte: Adaptado de Fingert & Filho, (1996, p. 6).

O setor supermercadista tem uma boa participação econômica no país, segundo o Ranking ABRAS/SuperHiper 2014 este setor faturou R\$ 272,2 bilhões em 2013 com um crescimento de 5,5% em relação ao ano anterior. Este faturamento representa 5,6% do PIB nacional.

No âmbito de consumo de energia podemos então prever que este setor tem um consumo significativo e pode ser um caso de estudo. O Balanço Energético Nacional especifica o consumo de energia elétrica por setores, sendo eles: Setor Energético, Residencial, Comercial, Público, Agropecuário, Transportes e Industrial. Pode-se visualizar a distribuição do consumo final de energia pelos setores através do Gráfico 2.

Gráfico 2 – Distribuição do Consumo Final de Eletricidade Pelos Setores da Economia

Fonte: Adaptado de BEN 2017

Os supermercados se encaixam no setor comercial, 17% na distribuição do consumo de energia. Através destes dados é notório a importância do estudo neste tipo de estabelecimento.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para sanar dúvidas ou solucionar problemas medidas devem ser tomadas e a pesquisa é uma forma de se obter isto. Para Pádua (2004, p. 31) o significado de pesquisa é

Toda atividade voltada para a solução de problemas; como atividade de busca, indagação, investigação, inquirição da realidade, é a atividade que vai nos permitir, no âmbito da ciência, elaborar um conhecimento, ou um conjunto de conhecimentos, que nos auxilie na compreensão desta realidade e nos oriente em nossas ações.

Já Silva e Menezes (2005, p, 29) enfocam em dizer que a pesquisa é um procedimento ao qual deve-se ter reflexões e análise crítica como forma de buscar soluções para problemas não solucionados. Na mesma linha de pensamento Cervo e Bervian (1996, p. 44) definem pesquisa como “uma atividade voltada para a solução de problemas através do emprego de processos científicos.”

Ao analisar a compreensão dos autores citados anteriormente percebe-se a importância da metodologia de pesquisa adotada para a solução do problema levantado neste trabalho, e como cita Silva e Menezes (2005, p, 29)

O planejamento e a execução de uma pesquisa fazem parte de um processo sistematizado que compreende em etapas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

As pesquisas podem ser classificadas de diversas formas, como menciona Silva e Menezes (2005, p, 20), sendo que a pesquisa proposta neste trabalho pode ser classificada como de natureza aplicada, pois se encaixa na definição dada por Silva e Menezes (2005, p., 20) onde a pesquisa aplicada tem por objetivo gerar conhecimentos, os quais podem ser aplicados na prática para solução de problemas específicos.

Já quanto a sua abordagem pode ser definida como quali-quantitativa. Isto se dá pois, em parte, terá dados quantificáveis, ou seja, números aos quais se tem a possibilidade de classificá-los e analisá-los através de técnicas estatísticas e em outra

parte será feito uma análise subjetiva onde os dados coletados serão em sua grande parte informações obtidas do ambiente natural. (SILVA & MENEZES, 2005).

Os objetivos da pesquisa são definidos como exploratório, que segundo Gil (1991, p. 25)

Visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

O procedimento técnico adotado será estudo de caso, onde será feito um estudo aprofundado que permita adquirir conhecimento a respeito do objetivo. Para finalizar a caracterização da pesquisa o método de análise adotado é hipotético-dedutivo, com base nas premissas técnicas citadas no referencial teórico, relacionadas à área de Conservação de Energia.

Será então desenvolvido um diagnóstico energético a partir das recomendações de BRANCO (2010), Boneberg, et al. (2017) OLIVEIRA (2012), PANESI (2008), FROZZA (2013) considerando ainda, e especialmente, as orientações do Manual de Eficiência Energética na Indústria (2005), que aborda uma sequência de procedimentos dirigidos às empresas para elaboração e execução de projetos de eficiência energética regulados pela ANEEL, e o Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética – MPEE (2008), que oferece informações detalhadas sobre fornecimento de energia, análise de consumo, instalações elétricas e outros temas importantes.

3.2 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Em primeiro momento foi realizado uma visita na companhia do proprietário afim de observar as instalações e elaborar um escopo de sua composição, foi estratificado os equipamentos que compõem a matriz energética do estabelecimento e posteriormente realizado algumas medições. Também monitorado e registrado o comportamento da unidade consumidora através do equipamento Analisador de Energia Trifásico Fluke Modelo 435. De posse destes dados e também dos da fatura de energia pode ser apontado os problemas e as potenciais soluções.

4. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E SOLUÇÃO PROPOSTA

4.1 UNIDADE DE ANÁLISE

O caso em estudo nesta pesquisa é um supermercado localizada na cidade de Abelardo Luz, Santa Catarina. O mesmo possui 5 caixas, assim pode-se concluir que o supermercado em questão é classificado como de pequeno/médio porte. (Fingert & Filho, 1996).

“A estrutura tarifária é definida como o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência, de acordo com a modalidade de fornecimento. No Brasil as tarifas de energia elétrica estão estruturadas em dois grupos de consumidores: ‘Grupo A’ e ‘Grupo B’.

Os consumidores do “Grupo A” atendidos pela rede de alta tensão, de 2,3 a 230 quilovolts e os consumidores do “Grupo B” atendidos em tensão inferior a 2,3 quilovolts.” (ANEEL, 2005, p. 11).

O supermercado em questão se enquadra no grupo B o que torna a tarifação monômnia.

4.2 MATRIZ ENERGÉTICA

Afim de construir a matriz energética das instalações da unidade de análise optou-se por utilizar o método de inspeção, medição e estimativa.

Realizou-se um levantamento onde foram especificadas as cargas que compõem a instalação, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Levantamento das cargas da instalação

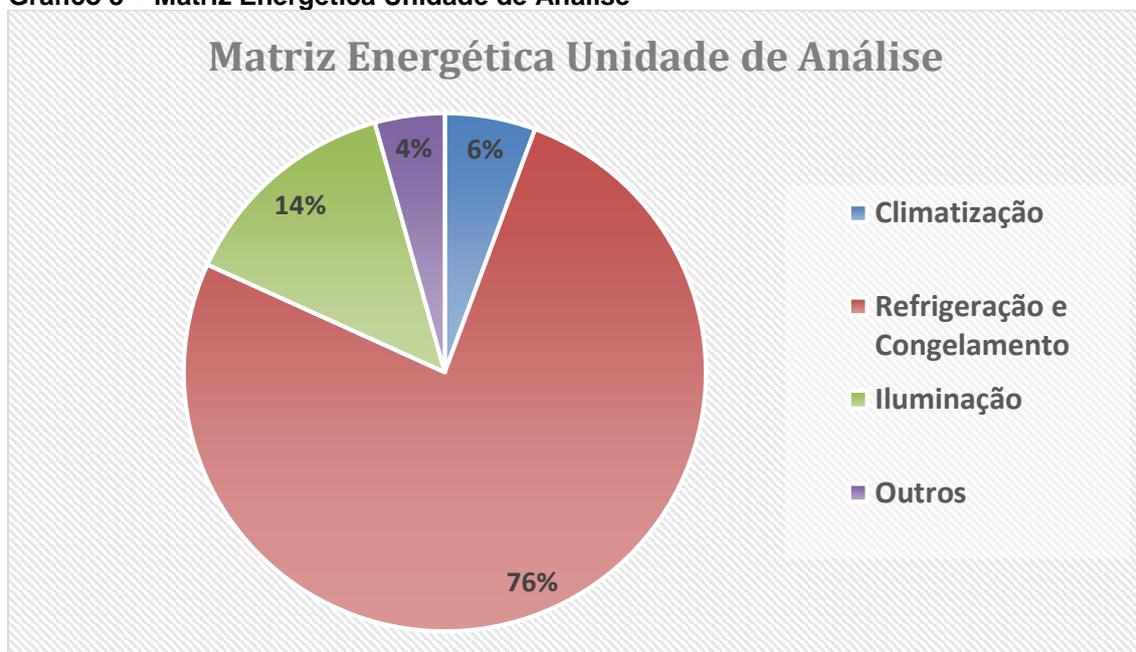
Descrição	Grupo	Qtd e	Corrente (A)	Operação (h)	Potência (kW)	Consumo (kWh)
Ar condicionado açougue	Climatização	1	7,4	10	1,300	13,00
Freezer vertical sorvetes	Refrigeração e Congelamento	1	2,6	24	0,570	9,58
Freezer horizontal sorvetes	Refrigeração e Congelamento	1	1,4	24	0,192	3,23
Lâmpadas fluorescentes 2x40W	Iluminação	6		11	0,086	5,68

Lâmpadas fluorescentes 45W	Iluminação	10		11	0,045	4,95
Lâmpadas fluorescentes 65W	Iluminação	30		11	0,065	21,45
Freezer horizontal congelados	Refrigeração e Congelamento	1	6,8	24	0,940	15,79
Freezer horizontal resfriados	Refrigeração e Congelamento	1	5,2	24	0,660	11,09
Geladeira refrigerantes	Refrigeração e Congelamento	1	2,2	24	0,280	4,70
Geladeira frios	Refrigeração e Congelamento	2	2,5	24	0,320	10,75
Refrigeração Carnes Amostra	Refrigeração e Congelamento	1	1,2	10	0,150	1,50
Unidade refrigeração congelado	Refrigeração e Congelamento	1	20	24	4,500	75,60
Unidade refrigeração resfriado	Refrigeração e Congelamento	1	12	24	2,625	44,10
Cargas diversas: Computadores, Motores, etc	Outros	1			1,000	10,00
TOTAL					12,733	231,41

Fonte: Autoria própria

De posse destes dados foi construído o gráfico 3 que representa a matriz energética da instalação da unidade de análise.

Gráfico 3 – Matriz Energética Unidade de Análise



Fonte: Autoria própria

É nítido que nesta instalação os equipamentos de Refrigeração e Congelamento são predominantes, seguidos da iluminação. Sendo assim é

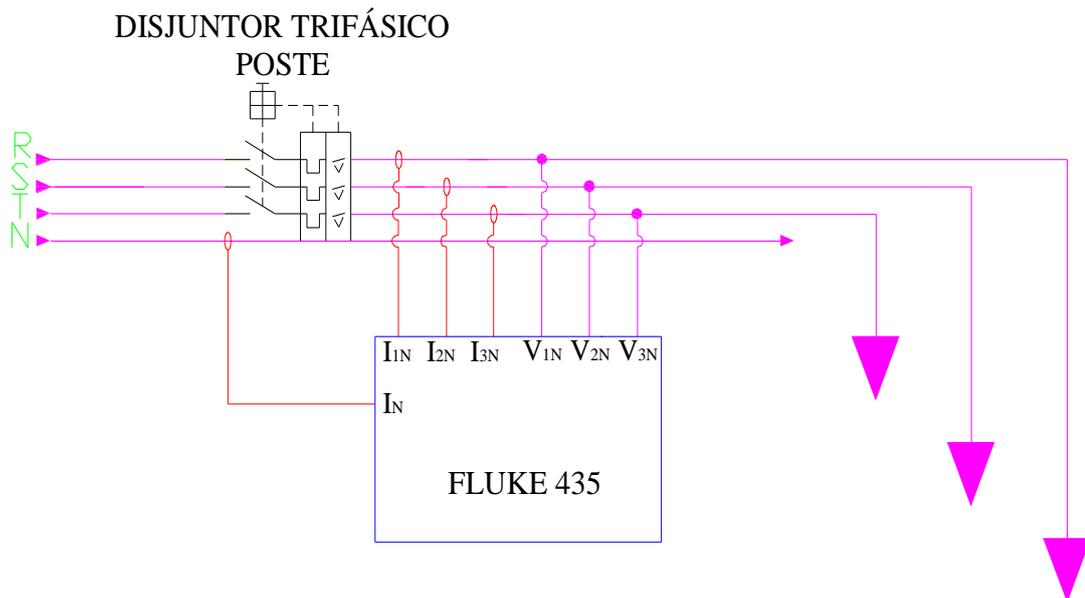
interessante que, em caso de uma proposição de melhoria, a mesma esteja relacionada a estas duas fatias.

4.3 ANÁLISE DE ENERGIA

Afim de monitorar as grandezas elétricas da instalação foi instalado um Analisador de Energia Trifásico Fluke Modelo 435, o qual foi disponibilizado pela Universidade.

Devido a instalação da unidade de análise ser um tanto precária e não possuir um quadro geral de distribuição optou-se por instalar o equipamento na entrada das fases e neutro no estabelecimento, conforme o esquema da figura 2.

Figura 2 – Esquema de Instalação do Analisador



Fonte: Autoria própria

O local de instalação do equipamento foi no segundo piso do supermercado, ficando disposto conforme figura 3.

Figura 3 – Local de instalação do analisador de energia



Fonte: Autoria própria

Para a coleta de dados o analisador de energia foi configurado, conforme figuras 4 e 5, e colocado em operação. Como a memória flash do equipamento não suporta muitos dias corridos foi programado que seriam feitas duas coletas de dados. A primeira com duração de 7 dias, 17 horas e 30 minutos, a segunda com 4 dias, 23 horas e 2 minutos. A definição do intervalo de registro de 5 minutos veio por meio da projeção de duração da memória do equipamento.

Figura 4 – Configuração Analisador 1ª Medição

Resumo da medição

Topologia de medição	Modo 3Ø em estrela
Modo de aplicação	Logger (Registrador)
Primeiro registro	03/05/2018 15:47:19 738msec
Último registro	11/05/2018 09:17:19 738msec
Intervalo de registro	0h 5m 0s 0msec
Tensão Nominal	230 V
Corrente Nominal	N/D
Frequência Nominal	60 Hz

Fonte: Power Log Classic

Figura 5 – Configuração Analisador 2ª Medição
Resumo da medição

Topologia de medição	Modo 3Ø em estrela
Modo de aplicação	Logger (Registrador)
Primeiro registro	11/05/2018 10:29:47 501msec
Último registro	16/05/2018 09:31:34 646msec
Intervalo de registro	0h 5m 0s 0msec
Tensão Nominal	230 V
Corrente Nominal	N/D
Frequência Nominal	60 Hz

Fonte: Power Log Classic

Após as duas coletas possibilitou-se então a tabulação e análise dos dados do equipamento. O fabricante do equipamento (Fluke) disponibiliza um software para auxiliar nesta análise de dados, intitulado de Power Log Classic versão 4.4.

4.3.1 Qualidade de Tensão

Para analisar a qualidade de tensão que está sendo entregue pela companhia de energia é necessário conhecimento dos limites estabelecidos pelos órgãos responsáveis. A definição estabelecida no módulo 8 do PRODIST é que os limites mínimos e máximos são 201 V e 231 V respectivamente. (ANEEL A. N., Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST, 2018).

O programa Power Log Classic possui um recurso que apresenta algumas estatísticas como gráfico de barras (mostra o número de vezes que aconteceu o evento específico), sumário e valores extremos superiores e interiores.

A seguir será apresentado e comentado estas estatísticas de cada fase nos dois registros de coletas.

4.3.1.1 Fase L1N

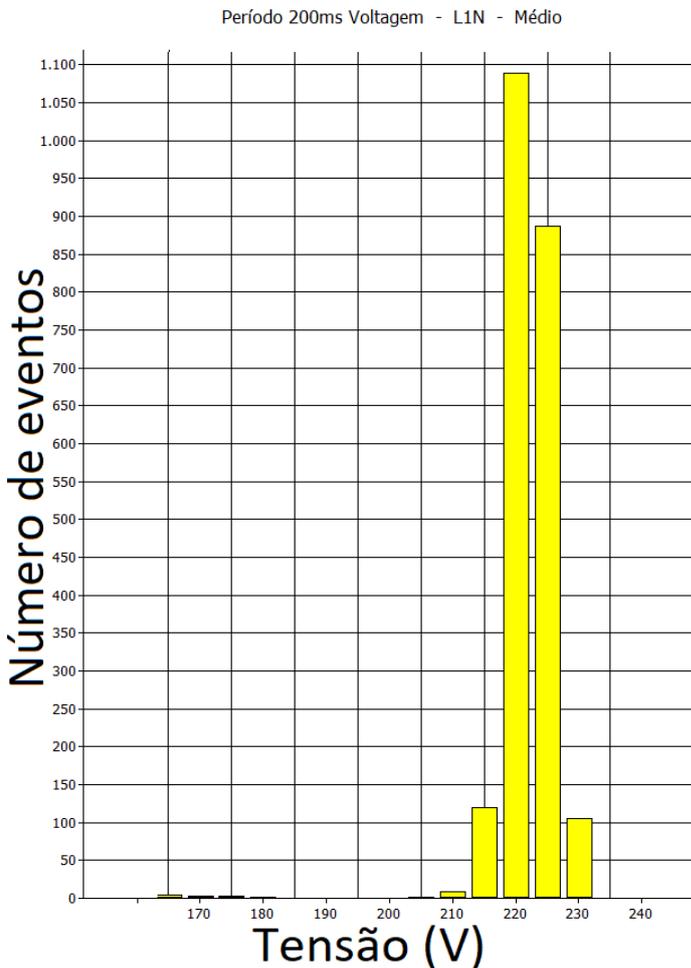
A figura 6 apresenta as estatísticas de tensão da primeira coleta, já a figura 7 mostra o números de amostras da medição correspondente a cada valor de tensão.

Figura 6 – Estatísticas 1ª Coleta L1N

Sumário		Valores extremos superiores	
De	03/05/2018 15:47:19	Data / Hora	Valor
Para	11/05/2018 09:17:19	06/05/2018 09:32:19	229,22
Valor máximo	229,22	06/05/2018 17:22:19	229,05
Em	06/05/2018 09:32:19	08/05/2018 08:37:19	228,79
Valor mínimo	0,1	06/05/2018 17:12:19	228,67
Em	09/05/2018 16:17:19	06/05/2018 09:57:19	228,6
μ	219,27	Valores extremos interiores	
s	8,16633	Data / Hora	Valor
5% percentil	214,6	09/05/2018 16:17:19	0,1
95% percentil	224,9	09/05/2018 16:12:19	16,46
% [85% - 110%]	99,33%	11/05/2018 07:12:19	157,28
% [90% - 110%]	99,19 %	11/05/2018 07:07:19	159,02
		11/05/2018 07:27:19	160,21

Fonte: Power Log Classic

Figura 7 – Número de amostras correspondente valor de tensão 1ª coleta L1N



Fonte: Power Log Classic

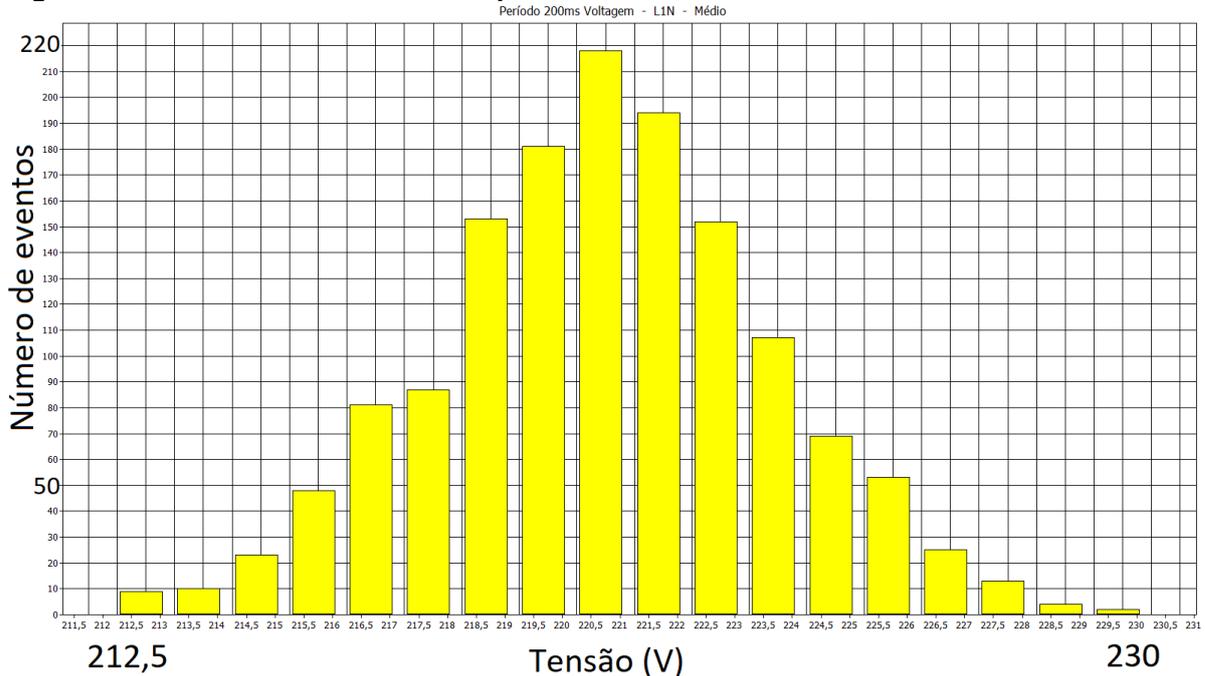
A figura 8 apresenta as estatísticas de tensão da segunda coleta, já a figura 9 mostra o números de amostras da medição correspondente a cada valor de tensão.

Figura 8 – Estatísticas 2ª Coleta L1N

Sumário		Valores extremos superiores	
De	11/05/2018 10:29:47	Data / Hora	Valor
Para	16/05/2018 09:31:34	15/05/2018 11:41:34	228,93
Valor máximo	228,93	12/05/2018 06:56:34	228,89
Em	15/05/2018 11:41:34	13/05/2018 17:36:34	228,4
Valor mínimo	211,67	13/05/2018 08:21:34	228,16
Em	11/05/2018 18:26:34	13/05/2018 07:11:34	227,76
μ	220,199	Valores extremos interiores	
s	2,90782	Data / Hora	Valor
5% percentil	215,3	11/05/2018 18:26:34	211,67
95% percentil	225	15/05/2018 18:06:34	211,69
% [85% - 110%]	100%	15/05/2018 18:16:34	211,84
% [90% - 110%]	100 %	12/05/2018 19:26:34	211,96
		15/05/2018 18:11:34	212,21

Fonte: Power Log Classic

Figura 9 – Número de amostras correspondente valor de tensão 2ª coleta L1N



Fonte: Power Log Classic

Na primeira coleta percebe-se que houve alguns eventos em que a tensão ficou abaixo do limite mínimo, já o limite máximo não foi ultrapassado. Atingindo o percentual de 99,19% de aceitação

Na segunda coleta não houve evento fora dos limites, atingindo 100% de aceitação.

4.3.1.2 Fase L2N

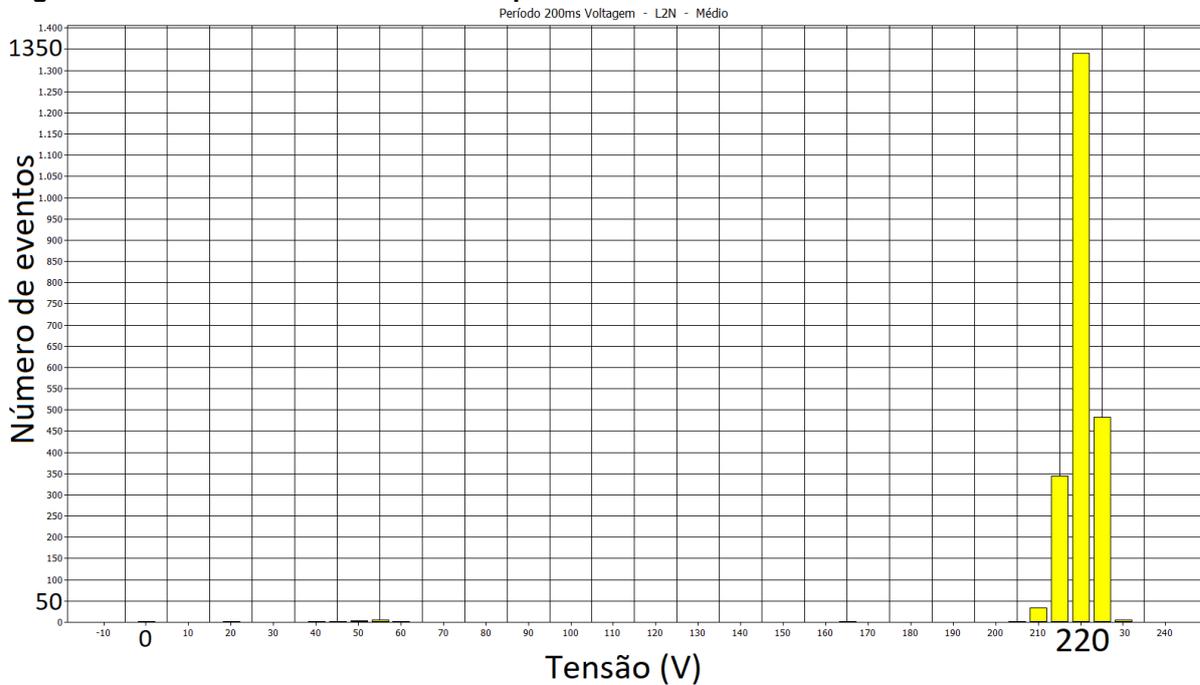
A figura 10 apresenta as estatísticas de tensão da primeira coleta, já a figura 11 mostra o números de amostras da medição correspondente a cada valor de tensão.

Figura 10 – Estatísticas 1ª Coleta L2N

Sumário		Valores extremos superiores	
De	03/05/2018 15:47:19	Data / Hora	Valor
Para	11/05/2018 09:17:19	09/05/2018 06:47:19	226,57
Valor máximo	226,57	05/05/2018 07:52:19	226,42
Em	09/05/2018 06:47:19	05/05/2018 08:12:19	225,47
Valor mínimo	0,1	05/05/2018 05:32:19	225,46
Em	09/05/2018 16:17:19	06/05/2018 05:12:19	225,22
μ	216,648	Valores extremos inferiores	
s	14,3562	Data / Hora	Valor
5% percentil	211,9	09/05/2018 16:17:19	0,1
95% percentil	222,2	09/05/2018 16:12:19	15,45
% [85% - 110%]	99,28%	11/05/2018 07:57:19	38,67
% [90% - 110%]	99,06 %	11/05/2018 08:02:19	39,05
		11/05/2018 07:52:19	42,25

Fonte: Power Log Classic

Figura 11 – Número de amostras correspondente valor de tensão 1ª coleta L2N



Fonte: Power Log Classic

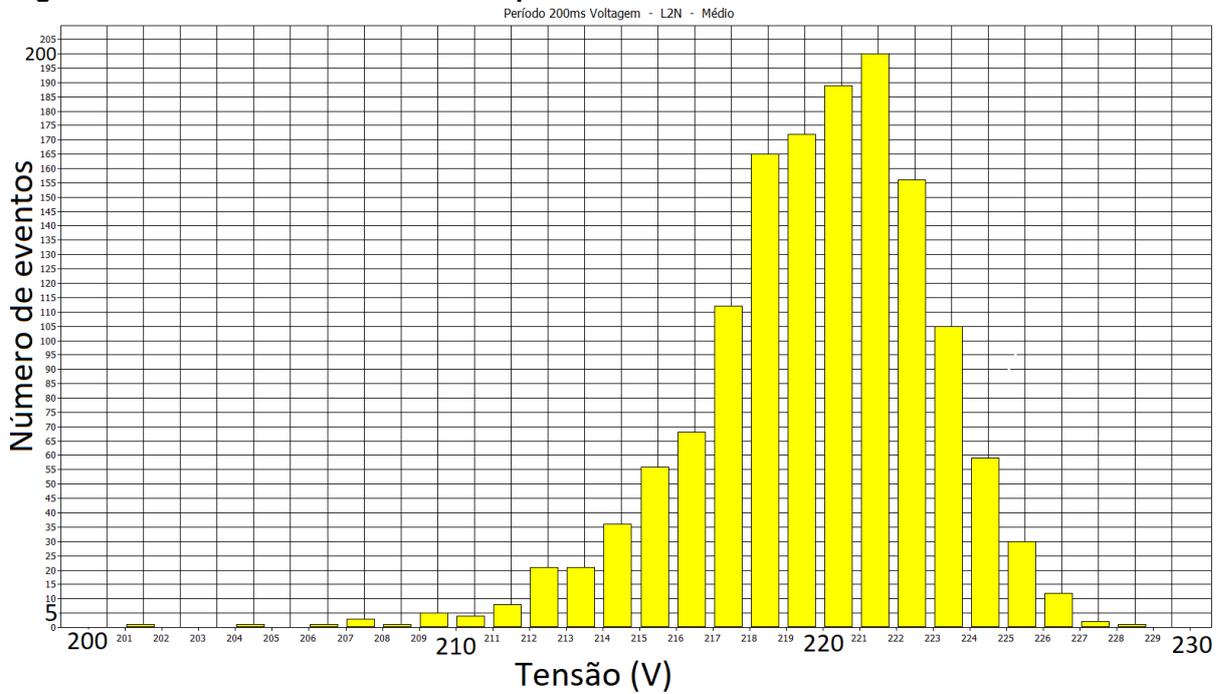
A figura 12 apresenta as estatísticas de tensão da segunda coleta, já a figura 13 mostra o números de amostras da medição correspondente a cada valor de tensão.

Figura 12 – Estatísticas 2ª Coleta L2N

Sumário		Valores extremos superiores	
De	11/05/2018 10:29:47	Data / Hora	Valor
Para	16/05/2018 09:31:34	13/05/2018 05:26:34	227,46
Valor máximo	227,46	13/05/2018 05:16:34	227
Em	13/05/2018 05:26:34	13/05/2018 04:11:34	226,6
Valor mínimo	201,41	13/05/2018 05:06:34	225,87
Em	11/05/2018 18:06:34	14/05/2018 10:26:34	225,79
μ	219,294	Valores extremos interiores	
s	3,17234	Data / Hora	Valor
5% percentil	213,7	11/05/2018 18:06:34	201,41
95% percentil	223,9	14/05/2018 18:36:34	203,7
% [85% - 110%]	100%	11/05/2018 18:11:34	206,02
% [90% - 110%]	99,65 %	14/05/2018 16:56:34	206,87
		15/05/2018 15:11:34	206,98

Fonte: Power Log Classic

Figura 13 – Número de amostras correspondente valor de tensão 2ª coleta L2N



Fonte: Power Log Classic

Na primeira coleta percebe-se que houve alguns eventos em que a tensão ficou abaixo do limite mínimo, já o limite máximo não foi ultrapassado. Atingindo o percentual de 99,06% de aceitação. Na segunda coleta não houve evento fora dos limites, atingindo 100% de aceitação.

4.3.1.3 Fase L3N

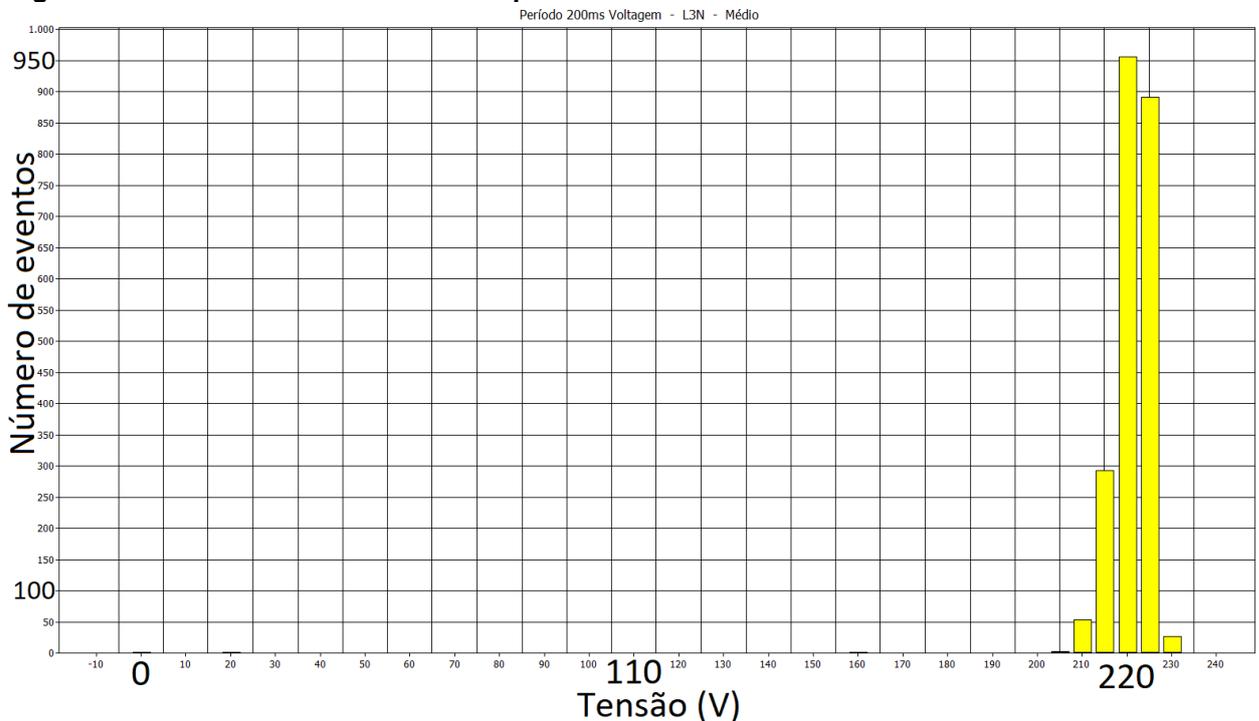
A figura 14 apresenta as estatísticas de tensão da primeira coleta, já a figura 15 mostra o números de amostras da medição correspondente a cada valor de tensão.

Figura 14 – Estatísticas 1ª Coleta L3N

Sumário		Valores extremos superiores	
De	03/05/2018 15:47:19	Data / Hora	Valor
Para	11/05/2018 09:17:19	11/05/2018 07:32:19	228,75
Valor máximo	228,75	11/05/2018 07:37:19	227,77
Em	11/05/2018 07:32:19	09/05/2018 02:42:19	227,14
Valor mínimo	0,16	11/05/2018 00:57:19	227,07
Em	09/05/2018 16:17:19	11/05/2018 07:42:19	226,93
μ	218,658	Valores extremos interiores	
s	7,40533	Data / Hora	Valor
5% percentil	211,9	09/05/2018 16:17:19	0,16
95% percentil	223,7	09/05/2018 16:12:19	15,95
% [85% - 110%]	99,87%	09/05/2018 16:22:19	159,41
% [90% - 110%]	99,37 %	04/05/2018 17:07:19	200,57
		03/05/2018 16:07:19	202,59

Fonte: Power Log Classic

Figura 15 – Número de amostras correspondente valor de tensão 1ª coleta L3N



Fonte: Power Log Classic

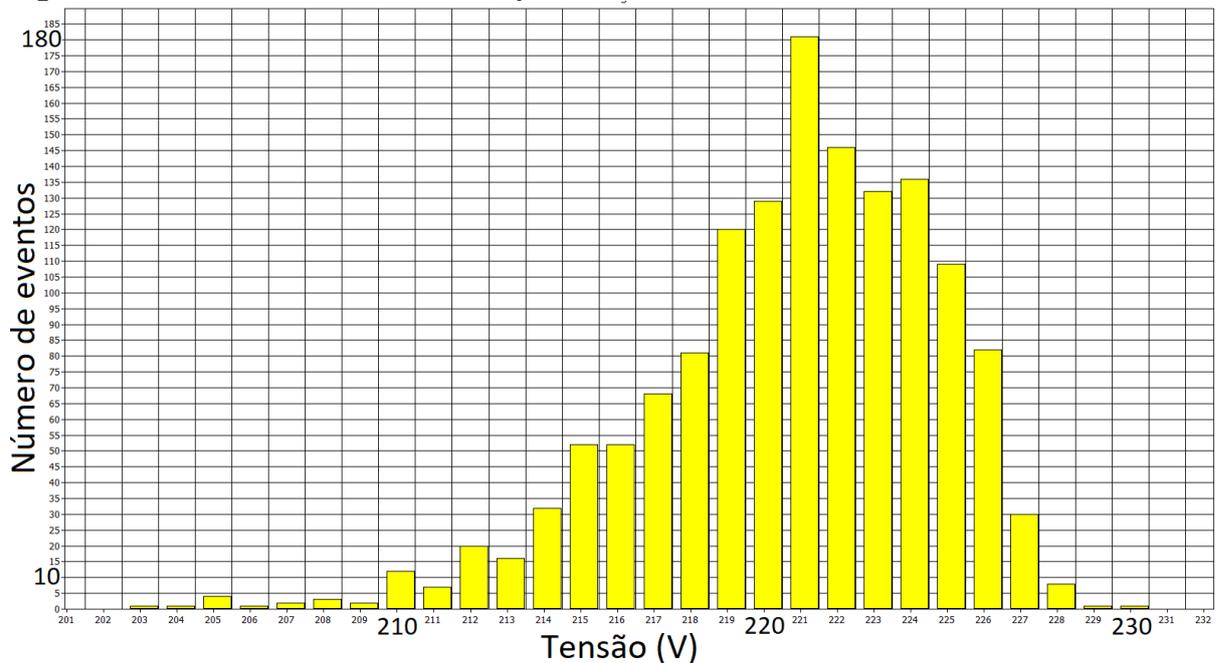
A figura 16 apresenta as estatísticas de tensão da segunda coleta, já a figura 17 mostra o números de amostras da medição correspondente a cada valor de tensão.

Figura 16 – Estatísticas 2ª Coleta L3N

Sumário		Valores extremos superiores	
De	11/05/2018 10:29:47	Data / Hora	Valor
Para	16/05/2018 09:31:34	12/05/2018 22:21:34	229,25
Valor máximo	229,25	14/05/2018 03:26:34	228,17
Em	12/05/2018 22:21:34	12/05/2018 21:56:34	228,01
Valor mínimo	203,1	12/05/2018 21:51:34	227,96
Em	15/05/2018 17:16:34	12/05/2018 22:11:34	227,84
μ	220,272	Valores extremos interiores	
s	3,93437	Data / Hora	Valor
5% percentil	213,3	15/05/2018 17:16:34	203,1
95% percentil	225,8	15/05/2018 18:46:34	203,59
% [85% - 110%]	100%	11/05/2018 17:11:34	204,27
% [90% - 110%]	99,37%	11/05/2018 17:16:34	204,55
		15/05/2018 17:11:34	204,58

Fonte: Power Log Classic

Figura 17 – Número de amostras correspondente valor de tensão 2ª coleta L3N



Fonte: Power Log Classic

Na primeira coleta percebe-se que houve alguns eventos em que a tensão ficou abaixo do limite mínimo, já o limite máximo não foi ultrapassado. Atingindo o percentual de 99,37% de aceitação

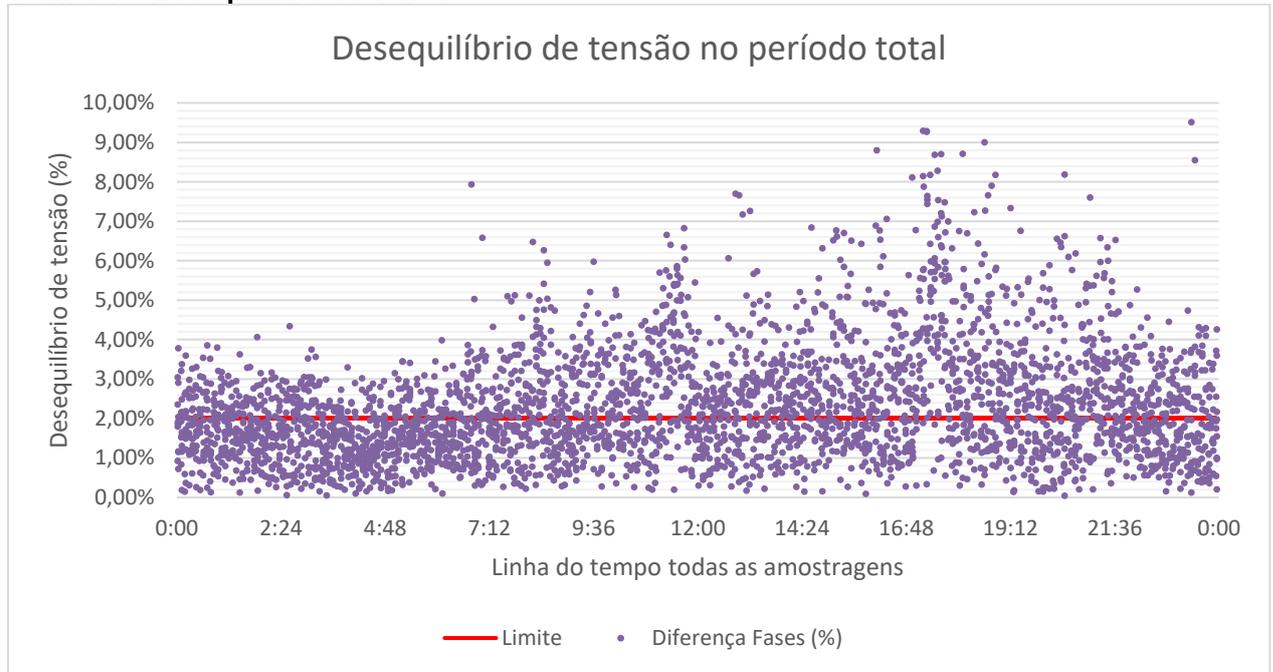
Na segunda coleta não houve evento fora dos limites, atingindo 100% de aceitação.

4.3.2 Desequilíbrio de tensão

O desequilíbrio de tensão é um problema acarretado pela distribuição de carga ineficiente. Para determinar o desequilíbrio deve-se dispor de três tensões em um determinado período, onde a diferença percentual entre a fase com maior e menor valor de tensão não pode ultrapassar 2%. (Boneberg, et al., 2017)

Sendo assim realizou-se o cálculo desta diferença percentual a cada amostragem, onde o resultado mostrou que em 51% das ocasiões o limite foi ultrapassado. O gráfico 4 mostra o desequilíbrio de tensão entre fases em todo o período de amostragem 03/05/2018 até 16/05/2018.

Gráfico 4 – Desequilíbrio de Tensão



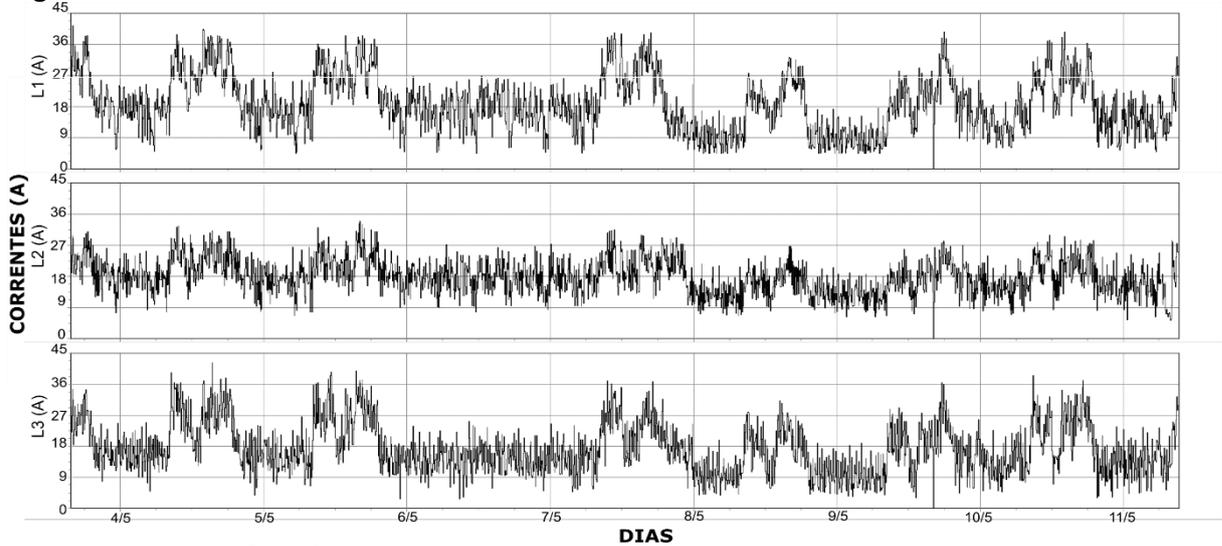
Fonte: Autoria Própria

4.3.3 Análise das correntes

Para analisar as correntes será usado os gráficos plotados no software Power Log. Desta forma foram selecionadas as correntes nas três fases e plotado o gráfico, sendo o gráfico superior a corrente da fase 1 (I1), gráfico central corrente da

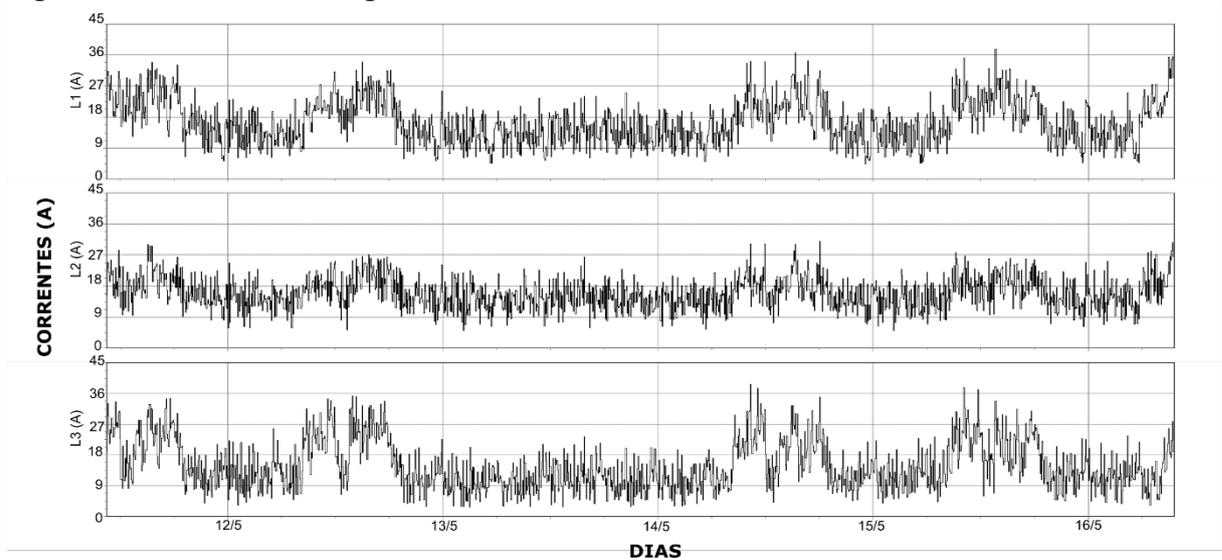
fase 2 (I2) e gráfico inferior corrente da fase 3 (I3). As figuras 18 e 19 mostram as correntes da primeira e segunda coleta, respectivamente.

Figura 18 – Correntes da Primeira Coleta



Fonte: Power Log Classic

Figura 19 – Correntes da Segunda Coleta

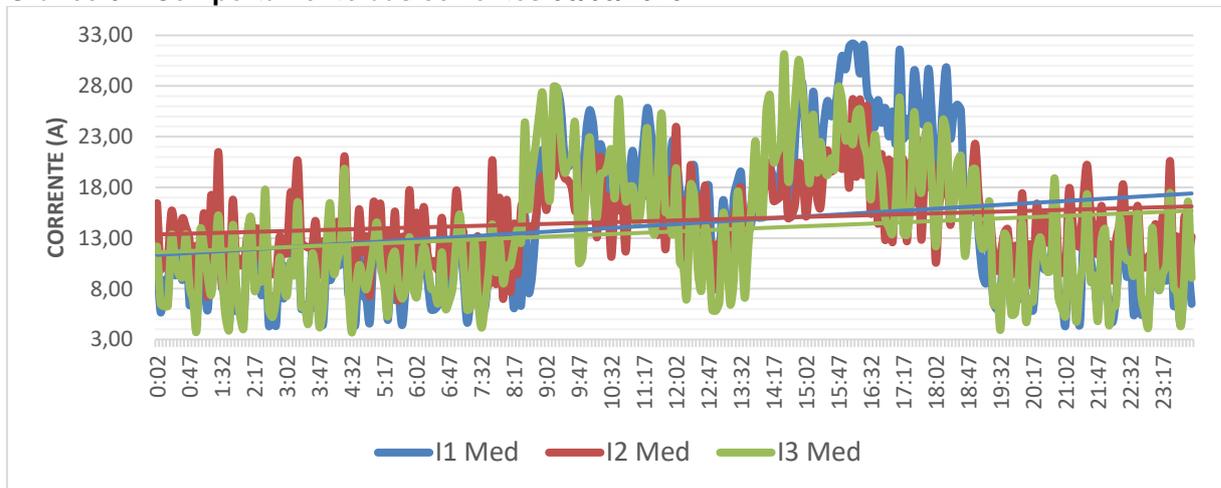


Fonte: Power Log Classic

Pode-se notar um comportamento muito próximo das formas de onda durante os dias. O padrão diário pode ser resumido em um crescimento mais brusco das 08:00 até 12:00, queda das 12:00 até as 13:30, novamente um crescimento brusco das 13:30 até 18:00, queda as 18:00 permanecendo-se um tanto quanto estável até as 08:00 do dia seguinte. Os períodos de mais de um dia com as correntes menores e estáveis se tratam dos finais de semana, conforme pode-se notar das 18:00 do dia 05/05 18:00 até as 08:00 do dia 07/05 e das 18:00 do dia 12/05 até as 08:00 do dia 14/05. Isto mostra um padrão de consumo de corrente das cargas no dia a dia.

Como os dias monitorados possuem comportamentos parecidos optou-se por isolar o dia 08/05/2018 e analisar o comportamento das correntes, conforme gráfico 5.

Gráfico 5 – Comportamento das correntes 08/05/2018



Fonte: Autoria Própria

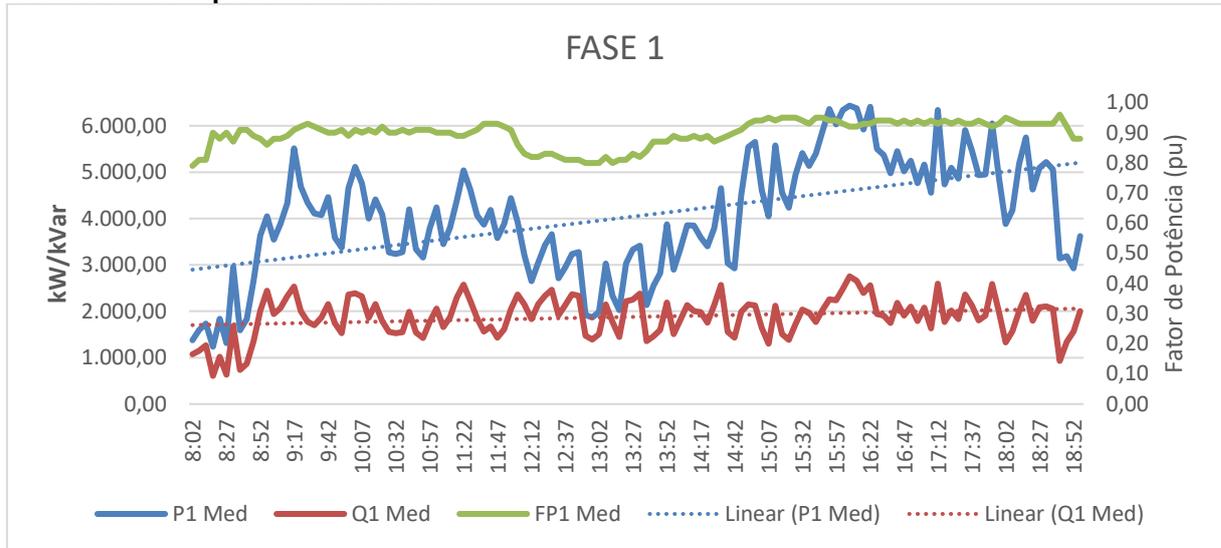
Percebe-se um comportamento diferente em cada fase onde através da linha de tendência se comprova que há nesta instalação um desbalanço de cargas nas fases.

4.3.4 Fator de potência (FP)

Conforme já citado anteriormente o comportamento dos dias são muito próximos, nesta análise irá ser avaliado o comportamento do fator de potência fase a fase no dia 08/05/2018.

No gráfico 6 temos o comportamento da potência ativa (P1), potência reativa (Q1) e fator de potência (FP1) na fase 1.

Gráfico 6 – Comportamento fase 1

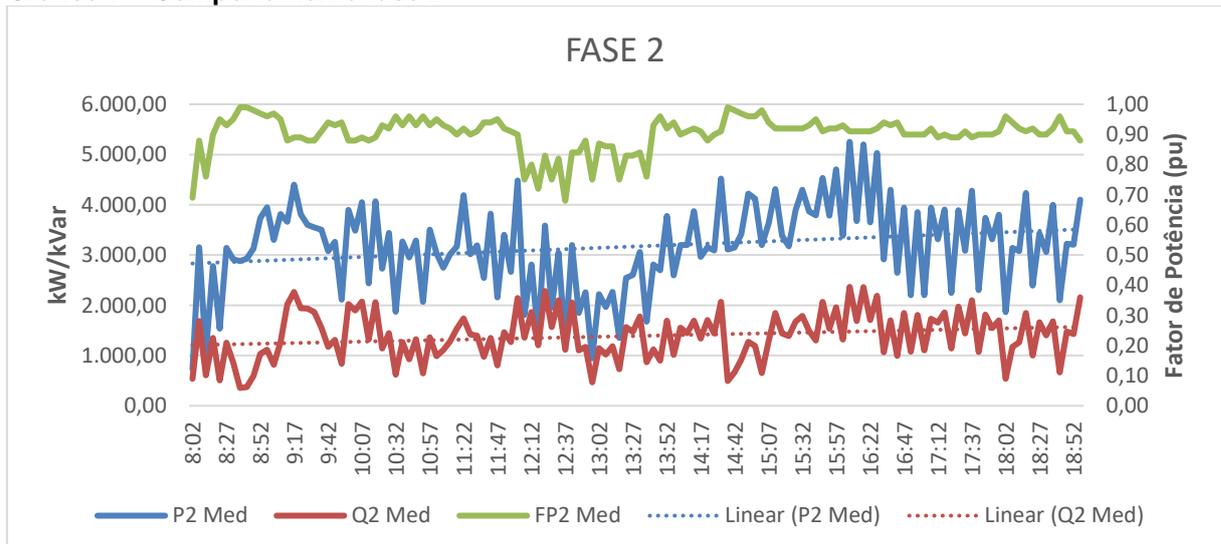


Fonte: Autorial Própria

Nota-se que o comportamento do fator de potência varia conforme a potência ativa, isto porque a potência reativa se mantém com valores próximos não sofrendo crescimentos acentuados. Isto está explícito ao se observar a inclinação das linhas de tendência linear das potências. O fator de potência médio para esta fase é 0,86.

No gráfico 7 temos o comportamento da potência ativa (P2), potência reativa (Q2) e fator de potência (FP2) na fase 2.

Gráfico 7 – Comportamento fase 2

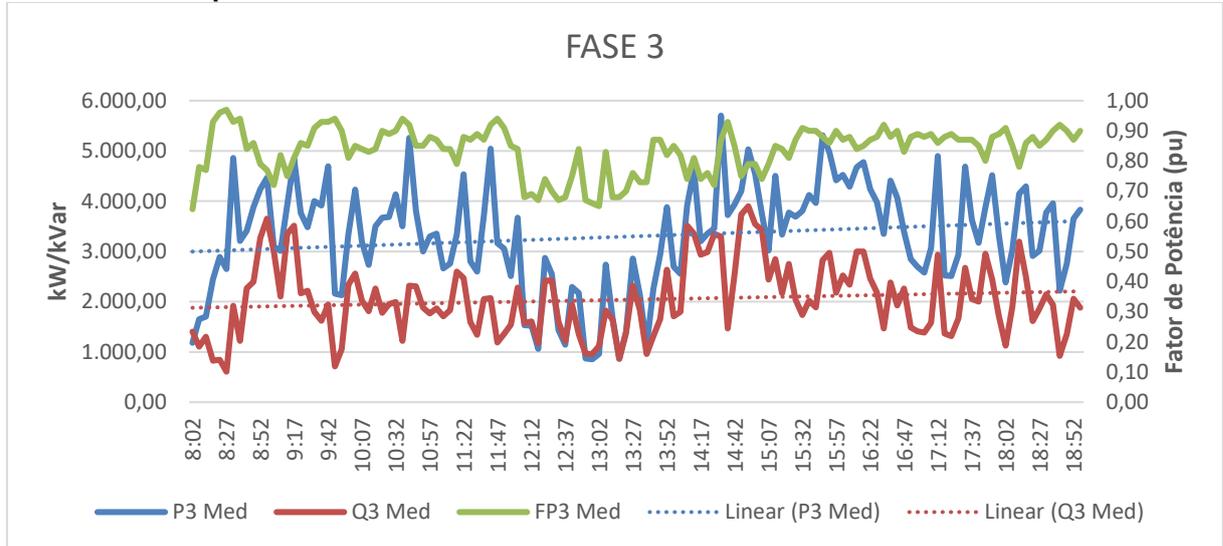


Fonte: Autorial Própria

Nesta fase as potências têm um número mais elevado de variações, tornando o gráfico mais distorcido. Novamente o fator de potência acompanha a potência ativa, e possui valor médio de 0,86.

No gráfico 8 temos o comportamento da potência ativa (P3), potência reativa (Q3) e fator de potência (FP3) na fase 3.

Gráfico 8 – Comportamento fase 3

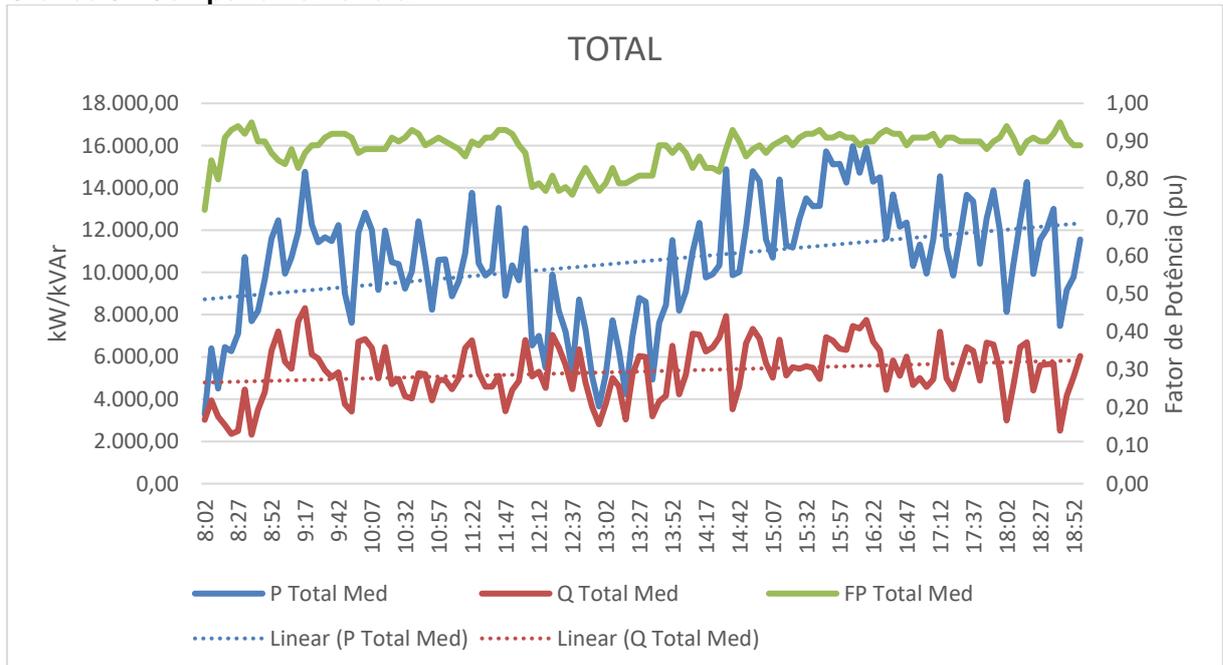


Fonte: Aatoria Própria

Nesta fase percebe-se que a amplitude das potências é menor, porém as mesmas têm uma inclinação da linha de tendência mais próximas que as demais. Nota-se que as cargas desta fase possuem um fator de potência menor, acarretando em um valor médio do FP para este dia de 0,76.

No gráfico 9 temos o comportamento da potência ativa total, potência reativa total e fator de potência total, que é a junção das três fases.

Gráfico 9 - Comportamento total



Fonte: Aatoria Própria

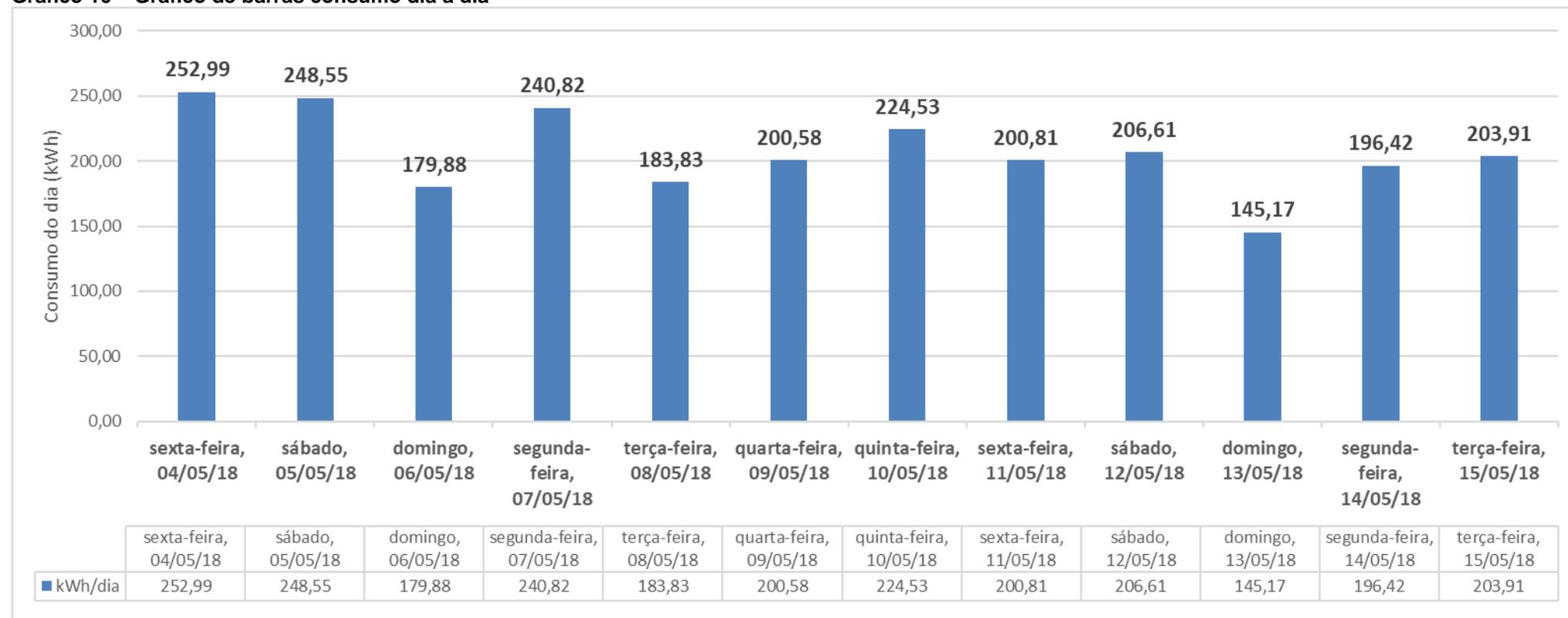
Pode se notar que a potência reativa consumida pelas cargas possui um valor que não tem tanta variação. Sendo assim pode se ressaltar que para se ter um perfil mais elevado de fator de potência o sistema de compensação de reativos pode ser de atuação fixa no tempo.

4.3.5 Consumo diário

Afim de se analisar o consumo da unidade de análise optou-se por fazê-lo dia a dia, sendo que foram excluídos os dias em que as medições foram parciais.

No gráfico 10 temos um gráfico de barras que mostra o consumo em kWh do ciclo completo do dia.

Gráfico 10 – Gráfico de barras consumo dia a dia



Fonte: Autoria Própria

Percebe-se que o consumo diário pode variar até 20% de um dia útil para outro. Mostrando que é possível através de procedimentos reduzir o consumo médio diário.

4.4 ANÁLISE DA FATURA DE ENERGIA

Para análise destes dados foi solicitado junto a companhia de energia Centrais Elétrica de Santa Catarina (CELESC) as faturas de energia do período de Janeiro de 2016 até Abril de 2018.

Foi construído então uma tabela onde foram lançados os dados extraídos da fatura: consumo (kWh), número de dias da leitura, fator de potência e valor da fatura (R\$), conforme tabela 3.

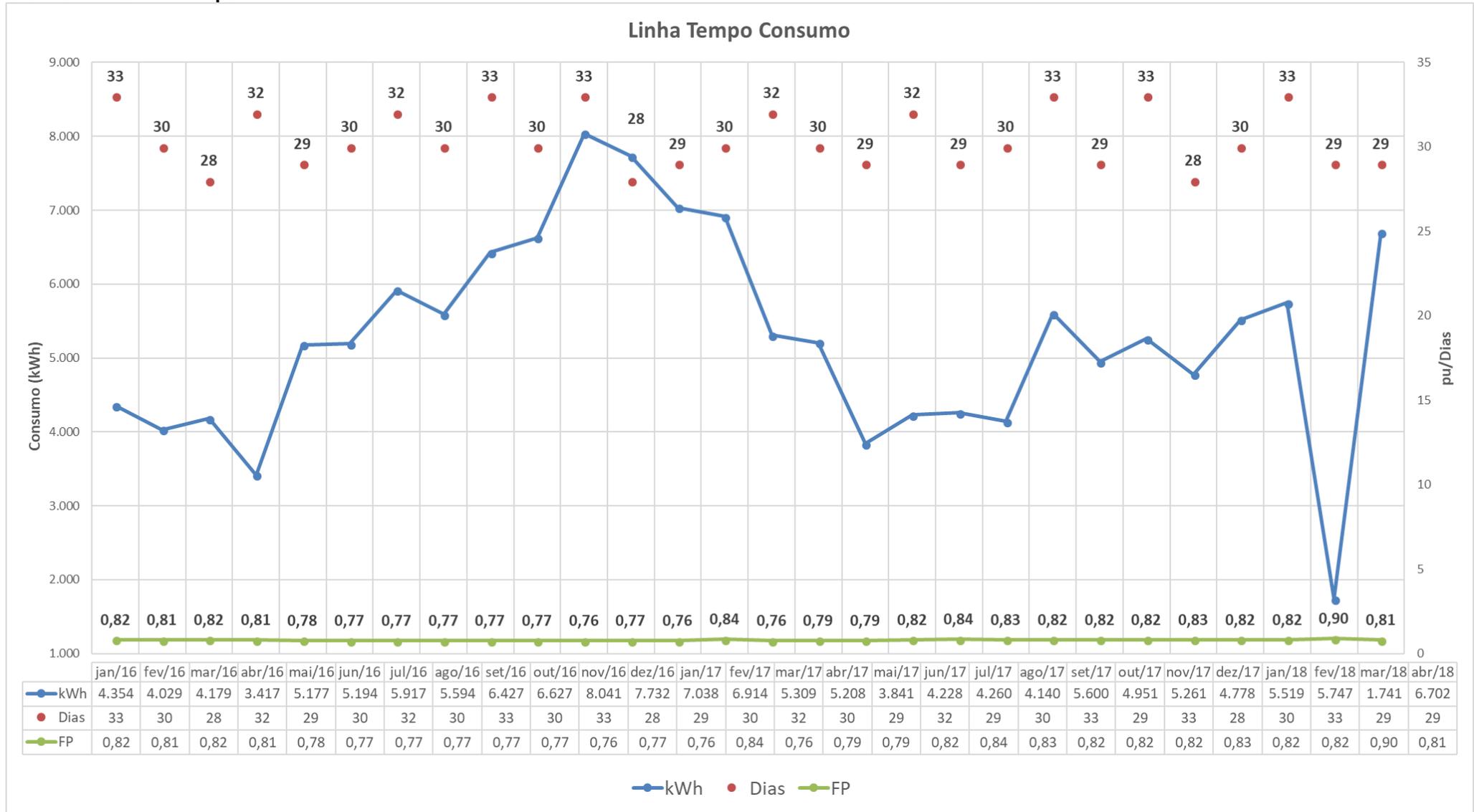
Tabela 3 – Tabela para análise da fatura

MÊS/ANO	CONSUMO (kWh)						
	kWh	Dias	FP	R\$	Bandeira	Tipo	TOTAL (R\$)
jan/16	4.354	33	0,82	2.694,99	272,93	Vermelha	2.967,92
fev/16	4.029	30	0,81	2.521,57	201,43	Vermelha	2.723,00
mar/16	4.179	28	0,82	2.610,68	119,57	Vermelha e Amarela	2.730,25
abr/16	3.417	32	0,81	2.214,65	30,37	Amarela	2.245,02
mai/16	5.177	29	0,78	3.354,89	0,00	Não	3.354,89
jun/16	5.194	30	0,77	3.300,44	0,00	Não	3.300,44
jul/16	5.917	32	0,77	3.776,61	0,00	Não	3.776,61
ago/16	5.594	30	0,77	3.552,57	0,00	Não	3.552,57
set/16	6.427	33	0,77	3.986,07	0,00	Não	3.986,07
out/16	6.627	30	0,77	4.090,15	0,00	Não	4.090,15
nov/16	8.041	33	0,76	5.093,29	118,05	Amarela	5.211,34
dez/16	7.732	28	0,77	4.753,09	47,21	Amarela	4.800,30
jan/17	7.038	29	0,76	4.297,68	0,00	Não	4.297,68
fev/17	6.914	30	0,84	4.272,16	0,00	Não	4.272,16
mar/17	5.309	32	0,76	3.329,07	92,57	Amarela	3.421,64
abr/17	5.208	30	0,79	2.987,99	197,44	Amarela e Vermelha	3.185,43
mai/17	3.841	29	0,79	2.245,21	162,82	Vermelha	2.408,03
jun/17	4.228	32	0,82	2.519,99	66,48	Vermelha	2.586,47
jul/17	4.260	29	0,84	2.511,68	77,19	Amarela	2.588,87
ago/17	4.140	30	0,83	2.471,67	150,73	Amarela e Vermelha	2.622,40
set/17	5.600	33	0,82	3.660,15	191,79	Amarela e Vermelha	3.851,94
out/17	4.951	29	0,82	3.322,19	215,47	Amarela e Vermelha	3.537,66
nov/17	5.261	33	0,82	3.488,97	337,97	Vermelha	3.826,94
dez/17	4.778	28	0,83	3.124,05	247,46	Vermelha	3.371,51
jan/18	5.519	30	0,82	3.561,95	92,93	Vermelha	3.654,88
fev/18	5.747	33	0,82	3.756,57	0,00	Não	3.756,57
mar/18	1.741	29	0,90	1.149,11	0,00	Não	1.149,11
abr/18	6.702	29	0,81	4.332,75	0,00	Não	4.332,75

Fonte: Autoria Própria

Para tornar nítido as informações da tabela foi construído o gráfico 11.

Gráfico 11 – Linha Tempo Consumo

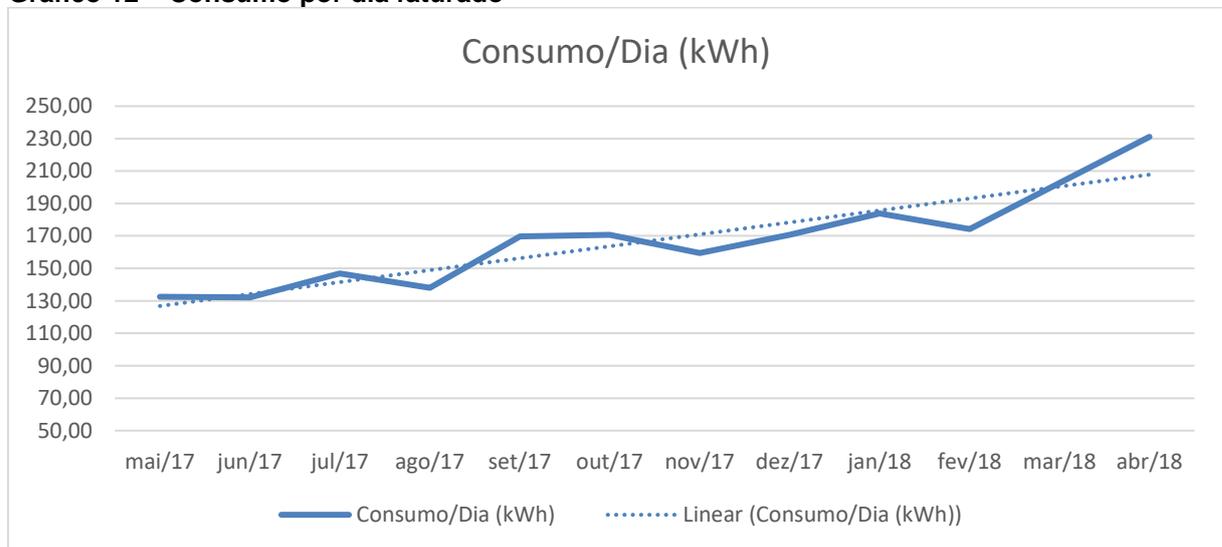


Fonte: Autoria Própria

O mês de março de 2018 é um ponto fora da curva pois o mercado ficou em reforma no período. É fato que o consumo deste estabelecimento vem aumentando desde maio de 2017, o que torna atrativo ações que anulem este quesito e crie uma tendência de redução. O fator de potência desta unidade vem se mantendo constante, mas vale ressaltar que o mesmo possui um valor baixo e que é fundamental para a eficiência da instalação que este tenha um crescimento.

Para validar a teoria de que a unidade está com o consumo em crescimento irá se comparar o consumo por dia faturado, nos últimos doze meses conforme segue no gráfico 12.

Gráfico 12 – Consumo por dia faturado



Fonte: Autoria Própria

Onde percebe-se que excluindo o ponto fora da curva, março/2018, o consumo por dia está em ascensão e pode ser validado pela linha de tendência do gráfico.

4.5 FATOR DE CARGA E DEMANDA

O fator de carga e demanda são definidos:

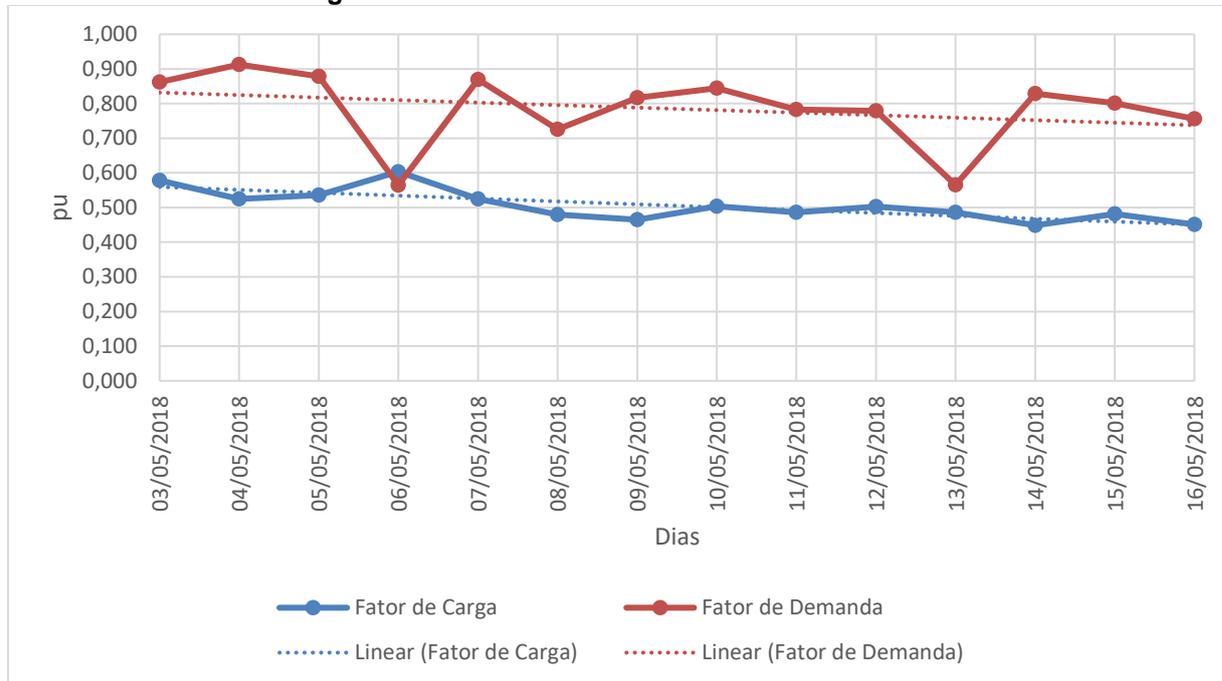
Fator de carga: razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado.

Fator de demanda: razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora

(ANEEL A. N., 2010).

Sendo assim foi calculado e construído o gráfico 13 para estes dois fatores no período de coleta de dados 03/05/2018 até 16/05/2018.

Gráfico 13 – Fator de Carga e Demanda



Fonte: Autoria própria

Segundo FAGUNDES (2011) quanto mais próximo de 1 for o fator de carga melhor é a eficiência da instalação e que este fator é interessante para avaliar como a unidade consumidora utiliza a potência instalada. Percebe-se que este supermercado não utiliza energia de forma racional, ou seja não é eficiente, já que seu fator de carga é próximo de 0,5.

O fator de demanda pode ser utilizado para avaliar se as cargas são utilizadas simultaneamente. (FAGUNDES, 2011)

Para esta instalação pode se concluir que as cargas são utilizadas simultaneamente, pois possui um fator de demanda entre 0,8 e 0,9 nos dias de operação do supermercado.

4.6 PROPOSIÇÕES

Ao realizar este estudo de caso pode-se notar algumas situações com potencial de melhoria, sendo elas: distribuir melhor as cargas afim de estabelecer um balanceamento das fases, melhoria do fator de potência, técnicas operacionais para

redução de consumo de energia, melhoria das condições das instalações para reduzir perdas, implementação de técnicas que permitam uma maior eficiência dos equipamentos de refrigeração e congelamento, por se tratarem da maior fatia na matriz energética.

4.6.1 Melhor distribuição de cargas

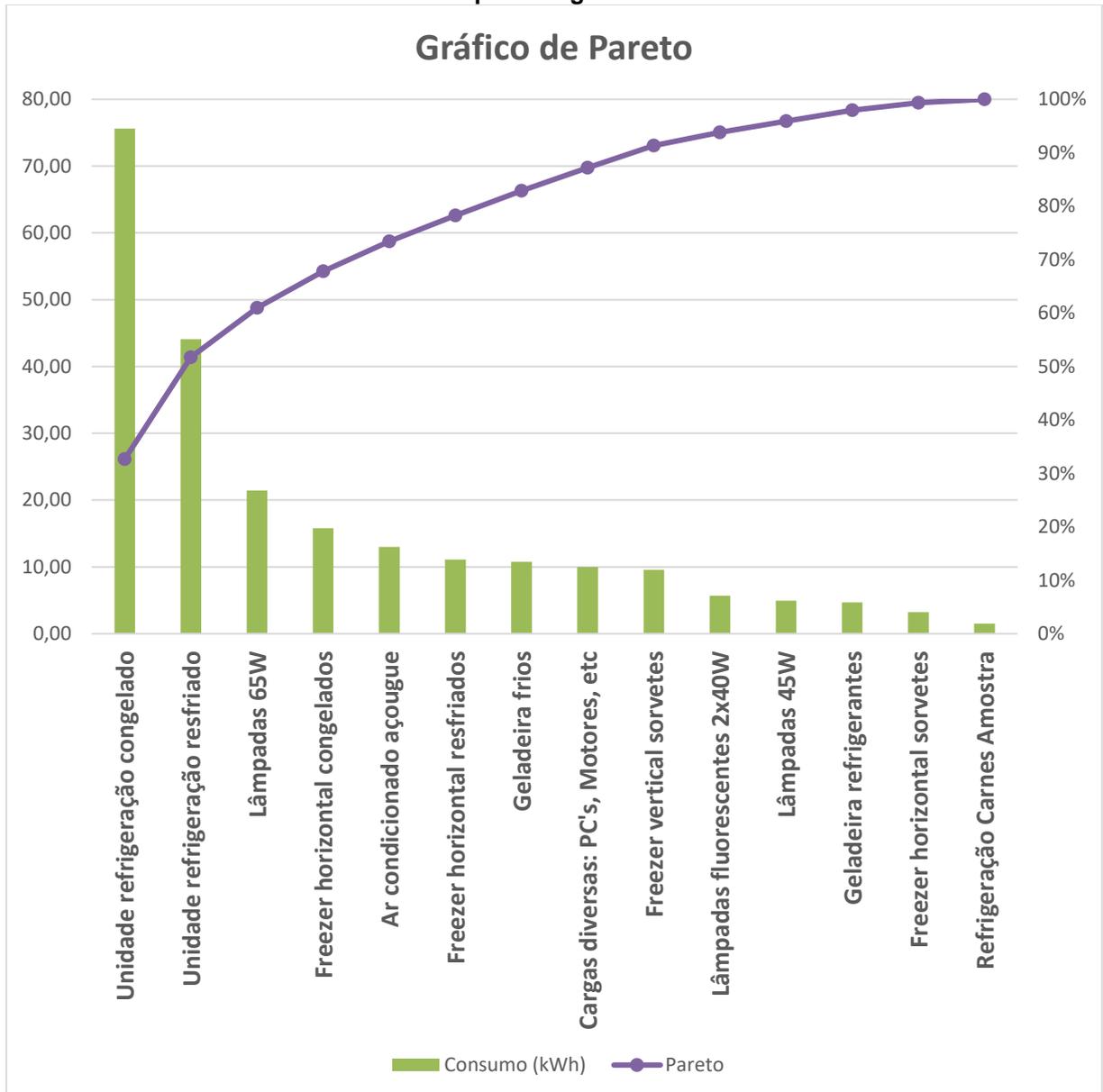
Conforme já foi apresentado, este consumidor tem por característica um desbalanceamento de tensão. Um dos motivos para este fenômeno é uma distribuição de cargas ineficiente, vale ressaltar que os resultados mostram que a companhia de energia possui um fornecimento de qualidade, atendendo os limites impostos pelos órgãos responsáveis.

Sendo assim sugere-se que esta questão seja amenizada. Como a instalação não possui projetos ou esquemas que mostrem como as cargas estão distribuídas sugere-se realizar um levantamento por inspeção que traga estes resultados.

Através de uma análise de Pareto os principais pontos podem ser priorizados, pois o gráfico mostra de forma ordenada os equipamentos mais impactantes conforme apresentado no gráfico 14.

Vale ressaltar que as duas maiores cargas são trifásicas, representando 52% do consumo. Desta forma é interessante analisar a distribuição das cargas restantes, que representam 48%, e elaborar uma forma de melhor distribuí-las entre as fases.

Gráfico 14 – Gráfico de Pareto das Principais Cargas



Fonte: Autoria própria

Para que seja possível a distribuição é necessário três circuitos de iluminação idênticos, já o grupo outros deve ser dividido em dois. Como recomendação sugere-se a distribuição das cargas no modelo da tabela 4.

Tabela 4 – Proposta de cargas por fases

Carga	Horas	Potência (kW)	Fase
Circuito 1 Iluminação	11	0,97	1
Outros 2	11	0,50	1
Freezer horizontal congelados	24	0,66	1
Freezer vertical sorvetes	24	0,40	1
Ar condicionado açougue	10	1,30	2
Refrigeração Carnes Amostra	10	0,15	2
Circuito 2 Iluminação	11	0,97	2
Freezer horizontal sorvetes	24	0,13	2
Circuito 3 Iluminação	11	0,97	3
Outros 1	11	0,50	3
Freezer horizontal resfriados	24	0,46	3
Geladeira frios 1	24	0,22	3
Geladeira frios 2	24	0,22	3
Geladeira refrigerantes	24	0,20	3

Fonte: Autoria própria

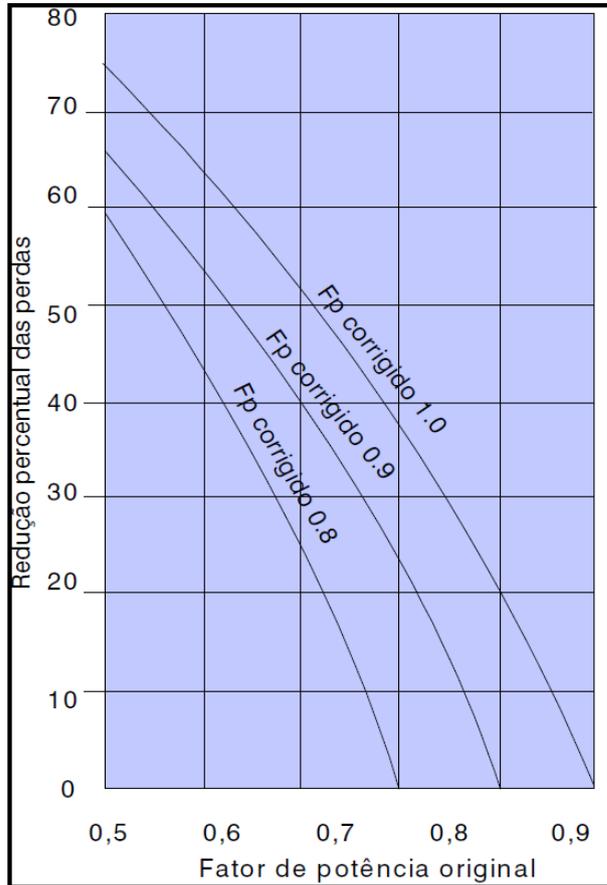
O resultado desta distribuição é de 33,00% para fase 1, 33,36% para fase 2 e 33,64% para a fase três.

4.6.2 Correção do fator de potência

O fator de potência da instalação foi detalhado anteriormente, onde se tem aqui uma oportunidade muito atrativa para tornar a instalação mais eficiente.

Segundo WEG (2017) a consequência de se ter um baixo fator de potência são perdas por calor, as quais são proporcionais ao quadrado da corrente total, provocando aquecimento dos condutores e equipamentos. Se o fator de potência for melhorado o sistema tem uma redução percentual das perdas, conforme pode ser observado na figura 20.

Figura 20 – Redução percentual das perdas em função do fator de potência



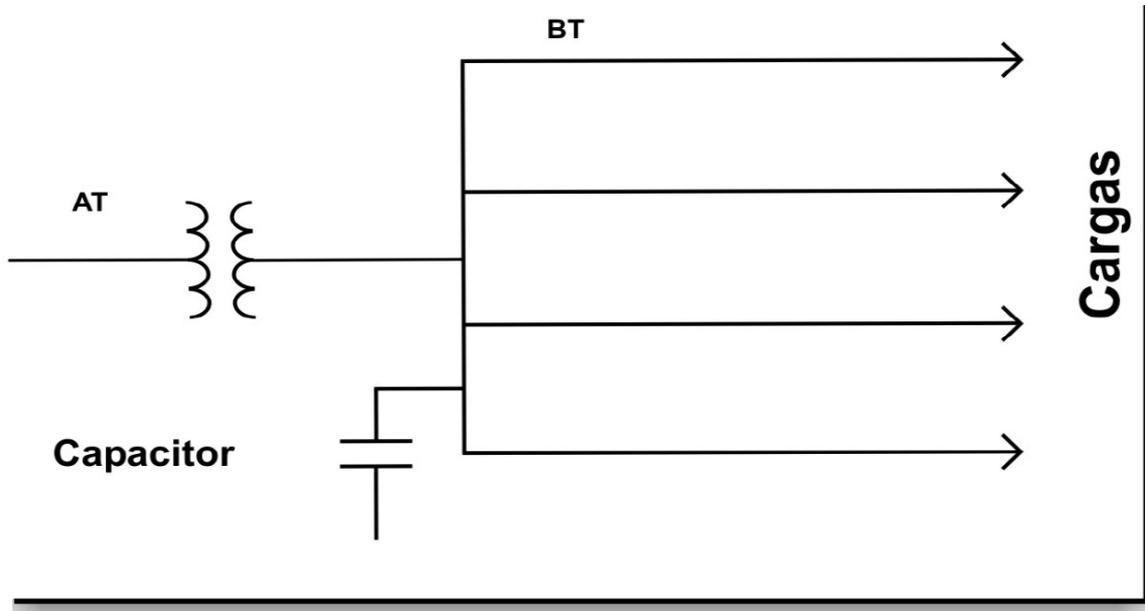
Fonte: WEG (2017).

A correção do fator de potência irá trazer algumas vantagens para a empresa como redução de custo de energia elétrica, aumento da eficiência energética, redução do efeito Joule, redução da corrente reativa na rede elétrica.

Existem vários métodos para correção do fator de potência, sendo eles: Junto as grandes cargas indutivas, no barramento geral de baixa-tensão (BT), na extremidade dos circuitos alimentadores e na entrada de energia em alta-tensão (AT). (COPEL, 2005).

Para a instalação em questão será optado pela correção no barramento geral de baixa-tensão (BT), com representação conforme figura 15. Este tipo de correção é significativo para instalações com cargas de potências variadas e regimes de utilização poucos uniformes. (WEG, 2017).

Figura 21 – Correção no barramento geral de baixa-tensão (BT)



Fonte: COPEL (2005)

A carga da instalação em questão é de 12,73 kW e o fator de potência que consta na fatura de energia é de 0,81 e propõe-se corrigi-lo para 0,98. Para efeito comparativo calculou-se a potência aparente e a corrente que circula na instalação, para os dois fatores de potência, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5 – Comparação correntes e potência aparente

Potência Instalada (W)	FP Atual	Potência Aparente Atual (VA)	Corrente Inicial (A)	FP Desejado	Potência Aparente Corrigido	Corrente Pós Correção (A)	Redução
P	FP_1	$S_1 = \frac{P}{FP_1}$	$I_1 = \frac{S_1}{\sqrt{3} \cdot V}$	FP_2	$S_2 = \frac{P}{FP_2}$	$I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3} \cdot V}$	
12.730	0,81	15.716	23,88	0,98	12.990	19,74	17%

Fonte: Autoria própria

Estes dados de comparação mostram que a correção do fator de potência é de grande valia, pois uma redução de corrente circulando faz com que as perdas sejam reduzidas além de aumentar a disponibilidade para circulação de potência ativa, se for necessário.

Recomenda-se uma alternativa para realização da correção do fator de potência. Será calculado a potência reativa necessária para tal correção, conforme segue na tabela 6.

Tabela 6 – Cálculo Potência Reativa Necessária

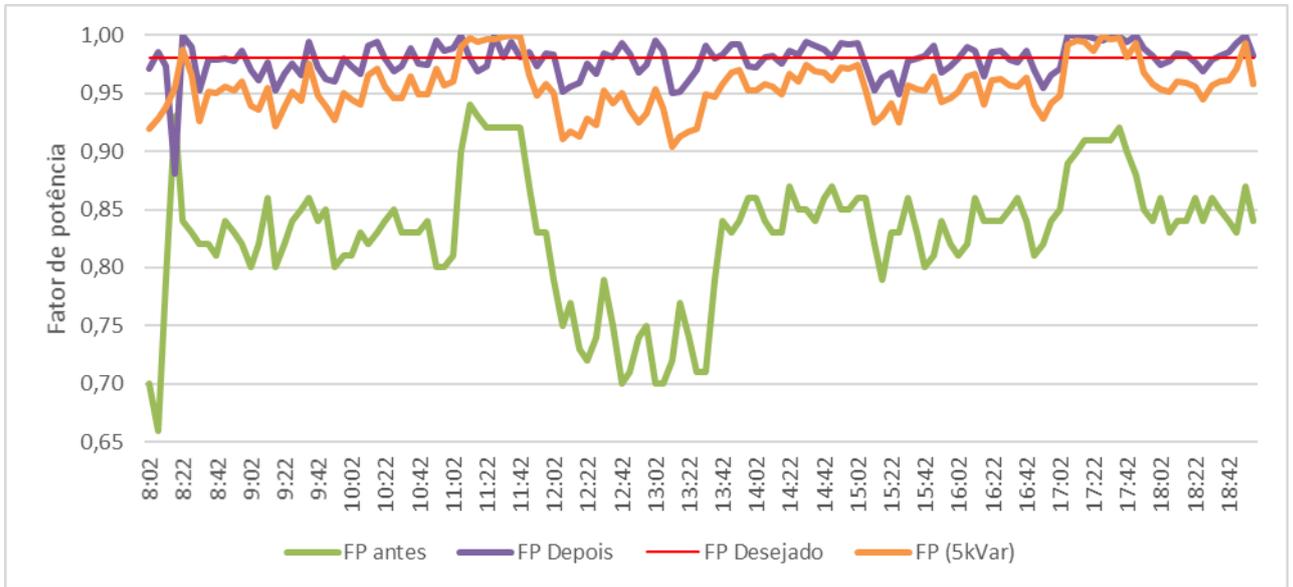
Potência Instalada (W)	FP Atual	FP Desejado	fi FP Atual	fi FP Desejado	Potência Reativa Atual (VAr)	Potência Reativa Desejada (VAr)	Potência Reativa Calculada (VAr)
P	FP_1	FP_2	$\phi_1 = \text{acos}(FP_1)$	$\phi_2 = \text{acos}(FP_2)$	$Q_1 = P \cdot \tan(\phi_1)$	$Q_2 = P \cdot \tan(\phi_2)$	$Q_C = Q_1 - Q_2$
12.730	0,81	0,98	35,90 °	11,48 °	9.216	2.585	6.631

Fonte: Autoria própria

Através destes cálculos se conclui que é necessário uma potência reativa de aproximadamente 6,6 kVAr para corrigir o fator de potência para 0,98. Porém ao se analisar os capacitores comerciais não se tem a opção desta potência, sendo assim através do catálogo da WEG definiu-se pela utilização de um Módulo de Capacitor Trifásico de 5,0 kVAr.

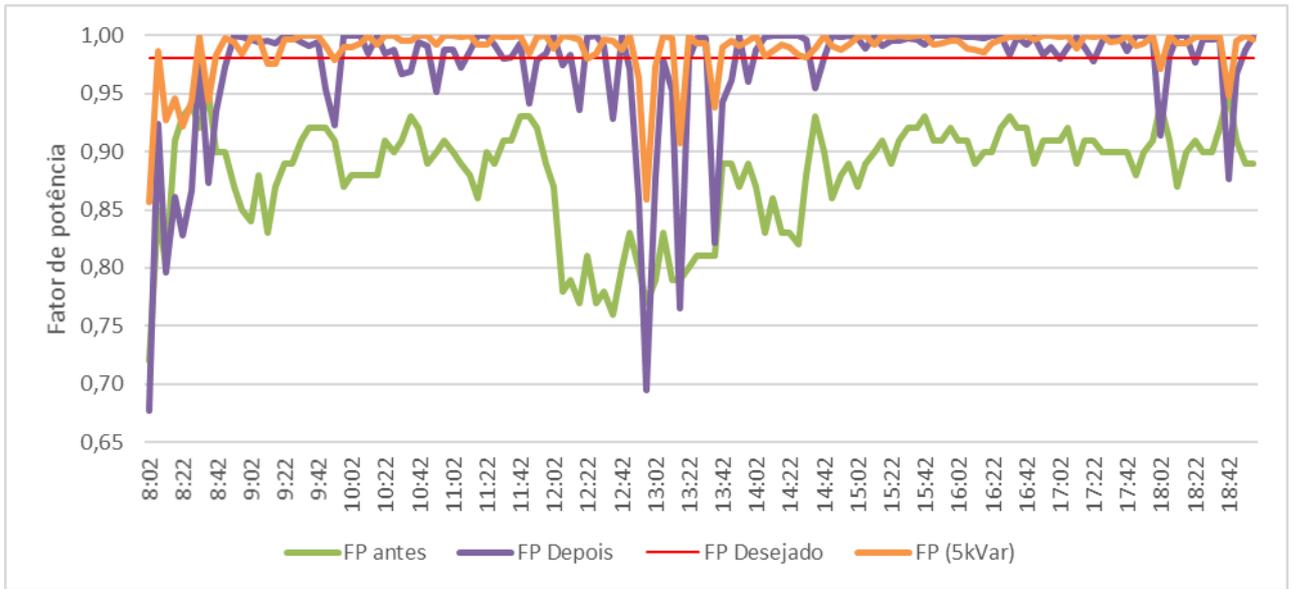
Municiado destes dados serão apresentados os gráficos do fator de potência da instalação no período das 08:00 até as 18:59, que é o horário de operação do supermercado. Isto será feito para os dias 04, 08, 11, 12 e 15 de Maio de 2018, conforme gráficos 15, 16, 17, 18 e 19.

Gráfico 15 – FP 04/05/2018



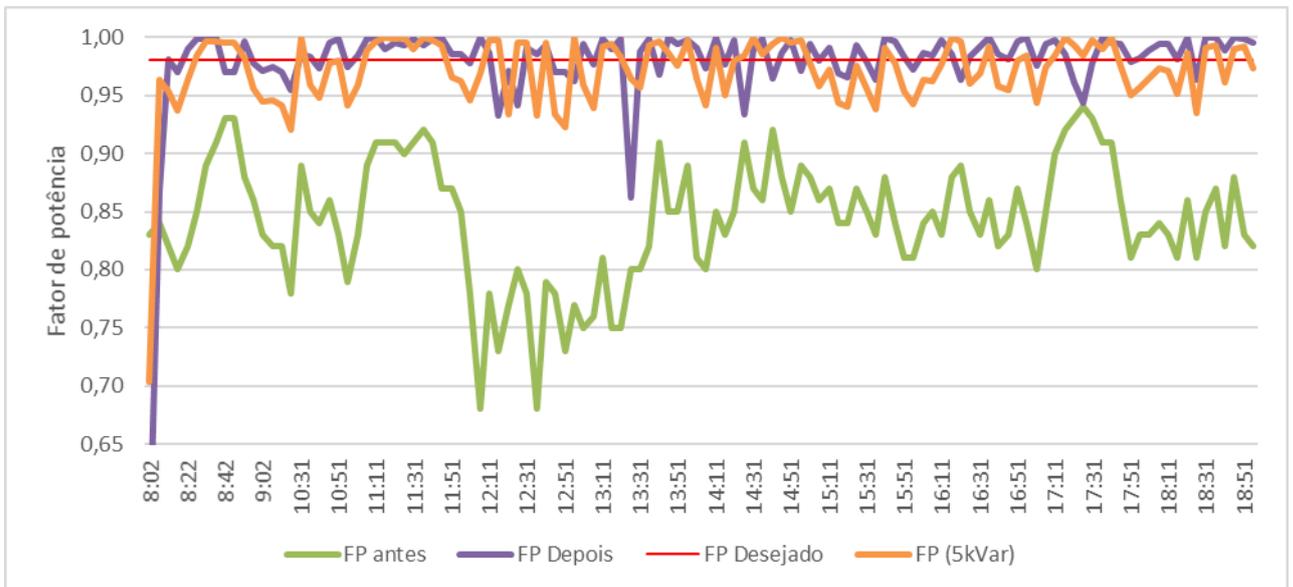
Fonte: Autoria própria

Gráfico 16 – FP 08/05/2018



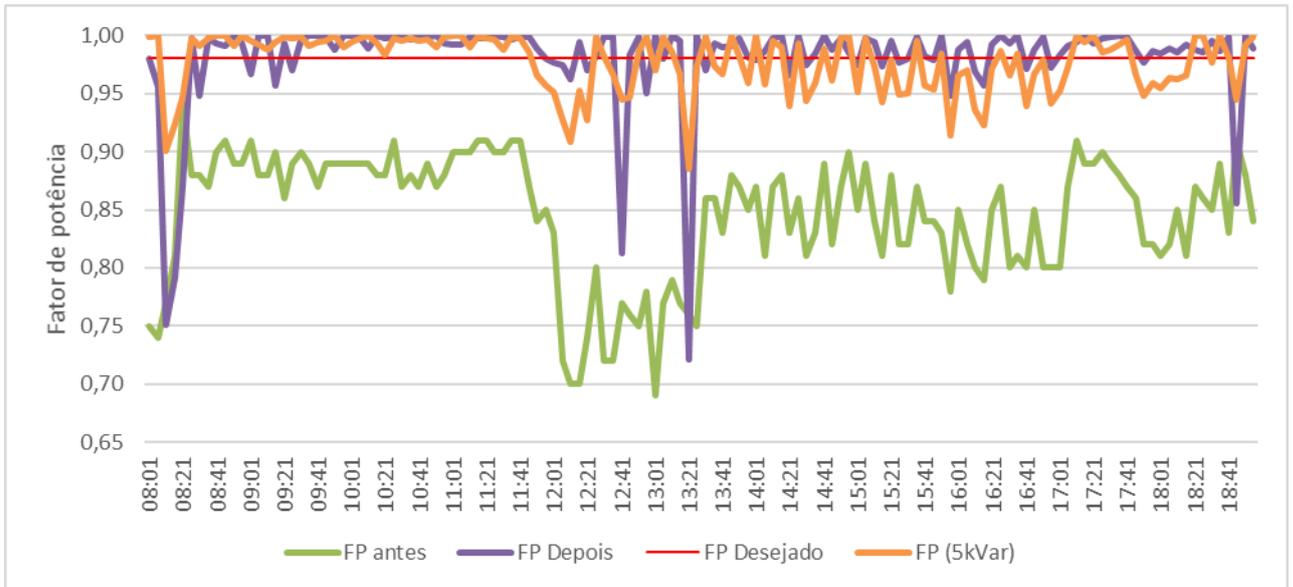
Fonte: Autoria própria

Gráfico 17 – FP 11/05/2018



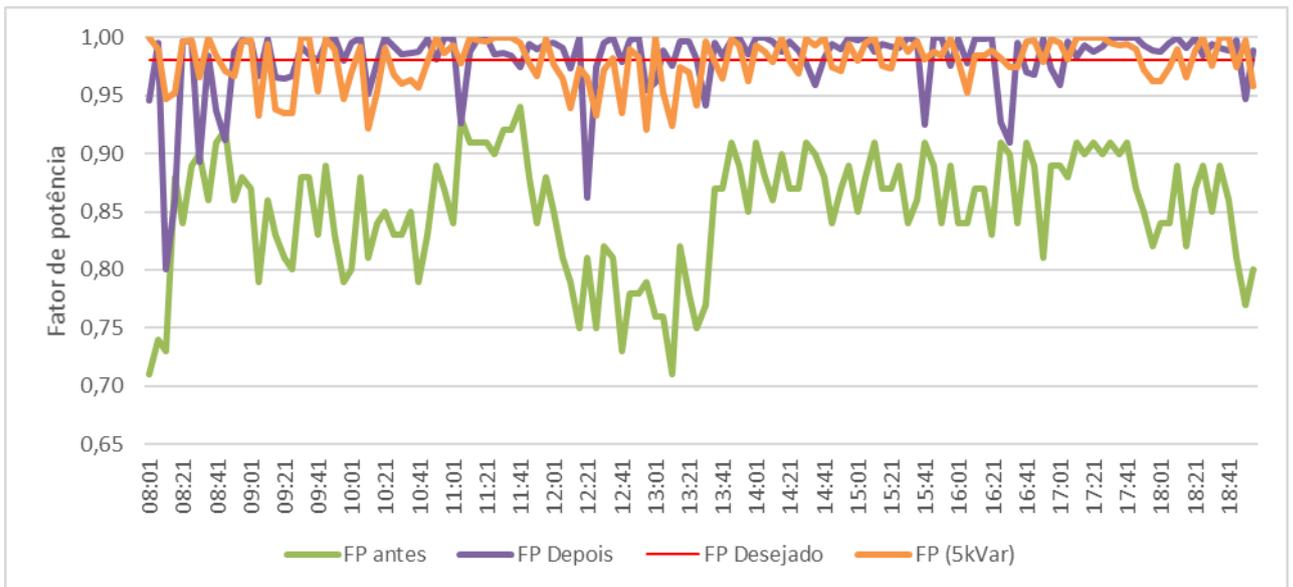
Fonte: Autoria própria

Gráfico 18 – FP 12/05/2018



Fonte: Autoria própria

Gráfico 19 – FP 15/05/2018



Fonte: Autoria própria

Através destes dados é possível perceber um aumento no fator de potência conforme proposto ao se realizar o dimensionamento. Vale ressaltar que apesar de existir uma diferença entre o valor de reativo calculado e o disponível comercial os resultados alcançados são suficientes para manter o fator de potência próximo ao desejado.

Para que esta proposição seja possível deve-se realizar a montagem de um módulo de capacitor trifásico que atenda aos limites de corrente da instalação,

bem como a implementação de um quadro com disjuntores e terminais para ligação dos capacitores na rede. Outro fator importante que deve ser citado é que o modulo deve ter um período determinado de operação, onde deve ser ligado e desligado juntamente com o período de funcionamento do supermercado.

4.6.3 Substituição lâmpadas fluorescentes

As lâmpadas led estão cada vez mais populares atualmente devido a sua baixa potência. Foi realizado um comparativo entre lâmpadas led e fluorescentes afim de mensurar as reduções de consumo na unidade de análise em caso de substituição.

Buscou-se em catálogos lâmpadas led similares que possam substituir as usadas atualmente no supermercado. A comparação está na tabela 7, onde os pares de lâmpada atual com a proposta se identifica pela cor da linha.

Tabela 7 – Comparação lâmpadas led x fluorescentes

Descrição	Quant.	Horas/dia	Pot (kW)	Consumo (kWh)	Cor (k)	Lumens	Vida útil (horas)	Consumo mensal (kWh)
Lâmpadas fluorescentes 2x40W	6	11	0,086	5,68	5.000	2.700	7.500	147,58
Lâmpadas fluorescentes 45W	10	11	0,045	4,95	6.400	2.790	6.000	128,70
Lâmpadas fluorescentes 65W	30	11	0,065	21,45	6.400	4.324	12.000	557,70
Lampada Led tubular 2x18W	6	11	0,036	2,38	5.000	3.200	30.000	61,78
Lâmpada Led Espiral 30W	10	11	0,030	3,30	6.000	2.770	50.000	85,80
Lâmpada Led Bulbo 60 W	30	11	0,060	19,80	6.000	5.000	25.000	514,80

Fonte: Autoria própria

O resultado calculado a respeito deste proposição está na tabela 8, onde podemos afirmar que é atrativo pois anualmente se tem uma economia considerável.

Tabela 8 – Resultado substituição lâmpadas

Descrição	Diferença Percentual Consumo	Diferença Mensal (kWh)	Economia Anual (R\$)
Lampada Led tubular 2x18W	58%	85,80	R\$ 669,24
Lâmpada Led Espiral 30W	33%	42,90	R\$ 334,62
Lâmpada Led Bulbo 60 W	8%	42,90	R\$ 334,62
			R\$ 1.338,48

Fonte: Autoria própria

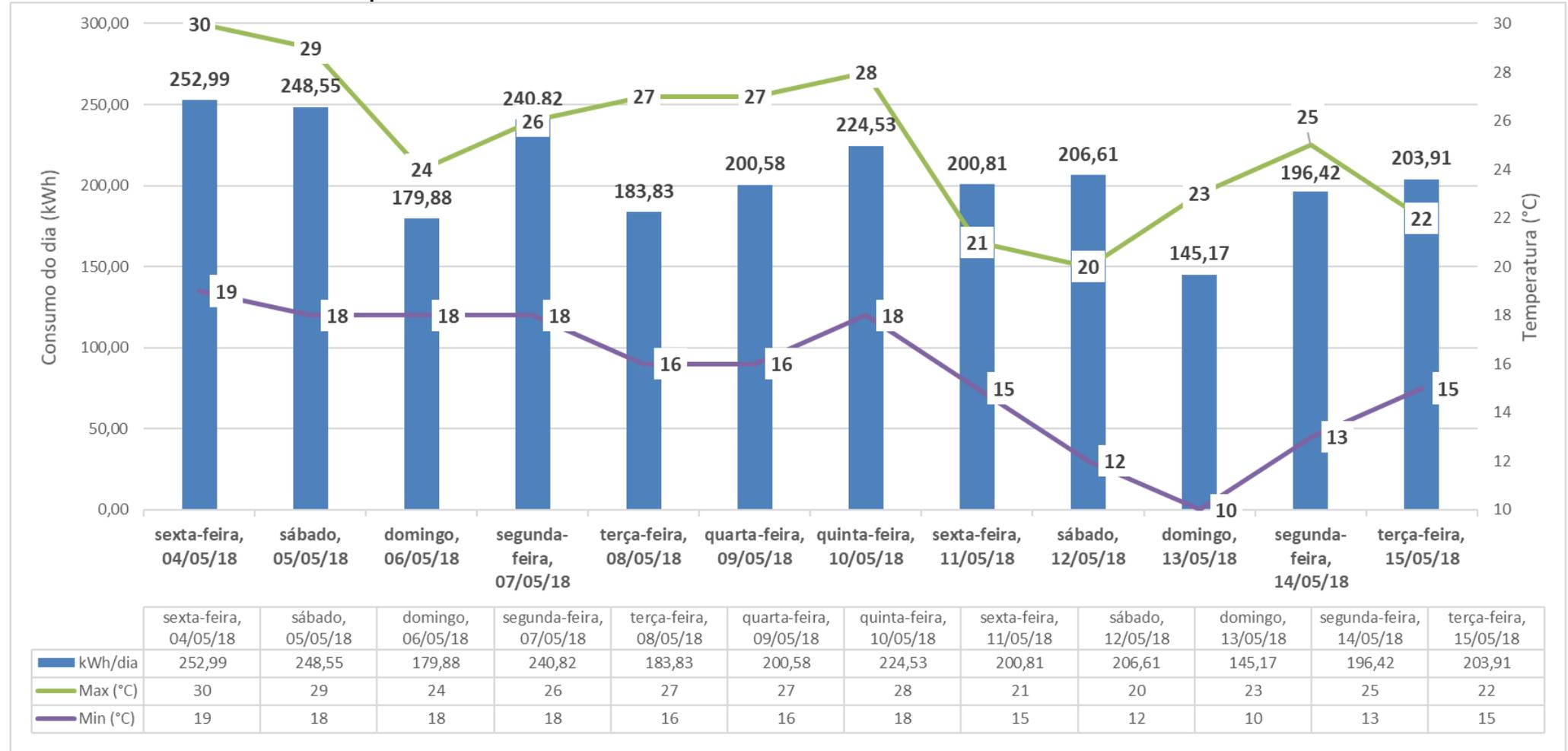
4.6.4 Técnicas operacionais

Afim de reduzir o consumo de energia será pontuado algumas técnicas que podem auxiliar neste fator.

Através da análise do consumo diário pode-se perceber de que não se há um padrão de consumo durante os dias, onde em dias em que o mercado está em operação se tem variações de até 20%. Este fato mostra que não se tem padronizações em relação a utilização, sendo assim é fundamental que o dia a dia do operacional seja observado e assim definido uma padronização.

A seguir o gráfico de consumo dia a dia no período das amostragens junto com as máximas e mínimas de temperatura onde se encontra o supermercado analisado.

Gráfico 20 – Consumo dia a dia e temperaturas



Fonte: Autoria própria

Deste gráfico pode se perceber que nos dias mais quentes se tem um consumo maior, isto está diretamente relacionado a maior fatia da matriz energética que é refrigeração e congelamento. Para tal situação pode-se propor que funcionários façam o monitoramento do local para garantir que os clientes não deixem os balcões de congelado e resfriado, geladeira, freezers abertos e conseqüentemente fazendo com que exista uma troca de temperatura com o ambiente e assim surgindo a necessidade de o equipamento recuperar a temperatura de regime.

As câmeras de resfriado e congelado devem ter acesso restrito e também utilizado algumas técnicas afim de reduzir o tempo de trabalho das unidades condensadora: abastecimento e retirada de produto em horários pré definidos, definir modos de operação para o sistema de controle de temperatura das câmeras onde durante o dia se tenha um *setpoint* e limite superior mais flexíveis e durante a noite os parâmetros façam com que o resfriamento seja intensificado e se consiga atingir uma temperatura mais baixa que possa compensar o período do horário comercial. Já nos domingos e feriados pode-se definir parâmetros que sejam mais vantajosos para o sistema. Um ponto citado pelo proprietário é a construção de uma ante-câmera, para evitar que se tenha necessidade de ter acesso a câmara de resfriados e conseqüentemente reduza-se as entradas de calor e aumente-se a eficiência do sistema de resfriamento.

E por fim é interessante que seja feito um sistema automático que ao abrir a porta das câmeras os evaporadores se desliguem e a luz acenda e vice-versa, isto irá contribuir pois os evaporadores ligados fazem com que exista um fluxo de ar para fora da câmara que acarreta perda de ar frio. Já luz acesa sem necessidade faz com que exista um ponto de calor que irá esquentar aos poucos o ambiente.

5. CONCLUSÕES

O trabalho proposto respondeu ao objetivo principal, o qual era definido como propor melhorias na conservação de energia de um supermercado. Ao analisar o perfil de consumo de energia pode-se classificar o supermercado e através da medição e inspeção das instalações pode-se estimar os consumos e assim construir a matriz energética da unidade de análise, concluindo de fato quais são os grupos mais impactantes: congelamento, refrigeração e iluminação. Através deste resultado eliminou-se a intenção de analisar o sistema de refrigeração ambiente, já que o mesmo tem uma contribuição pequena para todo o sistema de consumo de energia.

Através das características levantadas por este estudo pode se concluir que o supermercado é pouco eficiente energeticamente, pois possui fases desbalanceadas, baixo fator de potência, baixo fator de carga, erros operacionais e uma tendência de crescimento no consumo.

Sendo assim é de grande valia que seja adotado gradativamente as medidas sugeridas, sendo elas, distribuição uniforme de cargas, sistema de modulo de capacitor para melhorar o fator de potência da instalação e reduzir perdas por calor dos condutores também disponibilizando aumento de circulação de potência ativa, melhorar condições das instalações das unidades de refrigeração, adotar técnicas operacionais que reduzam as perdas e implantar automações que tragam ganho de eficiência dos equipamentos de refrigeração e congelamento.

Como sugestão para futuros trabalhos acadêmicos pode ser realizado um estudo para utilização da modalidade tarifária horária branca em vez da modalidade tarifária convencional a qual poderia trazer redução na fatura de energia.

6. REFERÊNCIAS

ANEEL, A. N. (2005). Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica. 30. Brasília.

ANEEL, A. N. (09 de Setembro de 2010). RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414. RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414. Brasil.

ANEEL, A. N. (01 de 01 de 2018). *Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST*. Fonte: <http://www.aneel.gov.br/modulo-8>

Boneberg, B. S., Berghan, M., Matos, L. d., Dellinghausen, M. L., Curcio, V. L., & Rossini, E. G. (2017). *Qualidade de energia: estudo de caso de uma indústria metalmeccânica no sul do Brasil*. Novo Hamburgo: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS).

BRANCO, N. N. (2010). *Avaliação de índices de consumo de energia para supermercados*. Acesso em 28 de Outubro de 2013, disponível em http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2010/Trabalhos_finais/TCC_021_2010.pdf

CARLO, J. C. (2008). *Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais*. Acesso em 27 de Janeiro de 2014, disponível em <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/91026>

Cervo, A., & Bervian, P. A. (1996). *Metodologi Científica*. São Paulo: Makron Books.

COPEL, C. P. (2005). Manual de Eficiência Energética na Industria.

ENERGIA, B. M. (2011). Plano Nacional de Eficiência Energética.

Energia, M. d. (2017). BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN). *BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN)*. BRASIL.

FAGUNDES, W. D. (01 de Novembro de 2011). ESTIMATIVA DO FATOR DE CARGA (FC) E FATOR DE DEMANDA (FD) DE CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA VIA MEDIÇÃO E PESQUISA DE POSSES E HÁBITOS. *ESTIMATIVA DO FATOR DE CARGA (FC) E FATOR DE DEMANDA (FD) DE CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA VIA MEDIÇÃO E PESQUISA DE POSSES E HÁBITOS*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: PUC RIO. Fonte: Cubi Energia: <https://www.cubienergia.com/o-que-e-fator-de-carga/>

Fingert, E. R., & Filho, J. K. (Novembro de 1996). *COMÉRCIO VAREJISTA SUPERMERCADOS*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

FROZZA, J. F. (Setembro de 2013). *EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INDÚSTRIA FRIGORÍFICA; DESAFIOS DE IMPLANTAÇÃO*. Pato Branco, Paraná, Brasil.

GIL, A. C. (1991). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa* (3ª ed.). São Paulo: ATLAS S.A.

Kioskea. (2011). *Diagrama de Gantt*. Acesso em 07 de Mar. de 2011, disponível em Kioskea.net: <http://pt.kioskea.net/contents/projet/gantt.php3>

Pádua, E. M. (2004). *METODOLOGIA DA PESQUISA: ABORDAGEM TEÓRICO-PRÁTICA*. PAPIRUS EDITORA.

PANESI, A. R. (14 de Agosto de 2008). *Eficiência Energética em Supermercados*. Acesso em 27 de Outubro de 2014, disponível em http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng_elet_automacao/18%20EFICIENCIA%20ENERGETICA%20EM%20SUPERMERCADOS.pdf

POLIQUEZI, A. (2014). *CREA PR - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA*. Paraná, Brasil.

PORTAL DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. (2010). Fonte: PORTAL DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: <http://www.portal-eficienciaenergetica.com.pt/conceitos.html>

SILVA, E. L., & MENEZES, E. M. (2005). *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4*. Florianópolis: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.

SOUZA, P. H. (21 de 01 de 2016). *Linkedin*. Fonte: Linkedin: <https://www.linkedin.com/pulse/custo-de-energia-passa-ser-2a-maior-despesa-um-saiba-silva-de-souza?forceNoSplash=true>

WEG, A. S. (11 de Abril de 2017). *Manual para Correção do Fator de Potência WEG*. Fonte: WEG Automação S.A.: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hea/h8b/WEG-correcao-do-fator-de-potencia-958-manual-portugues-br.pdf>