

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA - DAELT
ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA - ELETROTÉCNICA**

GUILHERME AUGUSTO DE CARVALHO

MICHEL ROHR

PAULO CEZAR BAUER

**ESTUDO DE REDUÇÃO DE CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA
APLICADO EM SUPERMERCADOS UTILIZANDO MEDIDAS E
CONCEITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2016

GUILHERME AUGUSTO DE CARVALHO

MICHEL ROHR

PAULO CEZAR BAUER

**ESTUDO DE REDUÇÃO DE CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA
APLICADO EM SUPERMERCADOS UTILIZANDO MEDIDAS E
CONCEITOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase Eletrotécnica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Cesar Betini.

CURITIBA

2016

GUILHERME AUGUSTO DE CARVALHO
MICHEL ROHR
PAULO CEZAR BAUER

Estudo de redução de custos de energia elétrica aplicado em supermercados utilizando medidas e conceitos de eficiência energética

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 06 de Setembro de 2016.

Prof. Emerson Rigoni, Dr.
Coordenador de Curso
Engenharia Elétrica

Profa. Annemarien Gehrke Castagna, Mestre
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso
de Engenharia Elétrica do DAELT

ORIENTAÇÃO

Roberto Cesar Betini, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Roberto Cesar Betini, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Gilberto Manoel Alves, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Saul Hirsch, Esp.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RESUMO

CARVALHO, Guilherme A. ROHR, Michel. BAUER, Paulo C. Estudo de Redução de Custos de Energia Elétrica Aplicado em Supermercados Utilizando Medidas e Conceitos de Eficiência Energética. 2016. Trabalho De Conclusão De Curso Engenharia Industrial Elétrica Ênfase Em Eletrotécnica, Programa De Graduação, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Curitiba 2016.

Com a crise econômica que afeta o Brasil e também a crise energética em que passamos a pouco tempo, devido à falta de chuvas, as contas de energia elétrica encareceram muito fazendo com que as empresas cortassem custos para continuarem competitivas e conseqüentemente de “portas abertas”. Um dos setores que sofre com este problema é o setor de supermercados, sendo assim, este trabalho busca trazer informações sobre eficiência energética e formas de tarifação, a fim de diminuir uma das despesas mais impactantes no orçamento de um supermercado que é a conta de energia elétrica.

Palavras-chave: Tarifação de energia elétrica, eficiência energética, supermercado.

ABSTRACT

CARVALHO, Guilherme A. ROHR, Michel. BAUER, Paulo C. Study Energy Cost Reduction Applied in Supermarkets Using Measures and Energy Efficiency Concepts. 2016. Trabalho De Conclusão De Curso Engenharia Elétrica Ênfase Em Eletrotécnica, Programa De Graduação, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Curitiba 2016.

With the economic crisis that affects Brazil and also the energy crisis, we spent a short time due to lack of rainfall, which increase in value the electricity bills, caused companies to cut costs to remain competitive and therefore "remain open ". One of the sectors that suffer from this problem is the supermarket sector, thus, this work seeks to bring about energy efficiency and ways of charging in order to reduce one of the most impactful expenditure in the budget of a supermarket, which is the electric bill.

Keywords: electricity charging, energy efficiency, supermarket.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEU	Balanco de Energia Útil
CCEAR	Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CIE	Comissão Internacional de Eletrotécnica
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CREA-PR	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
FIEP	Federação das Indústrias do Estado do Paraná
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
QEE	Qualidade de energia elétrica
SBVC	Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo
SIN	Sistema Interligado Nacional
TC	Transformador de Corrente
TUSD	Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição
UGR	Índice de Ofuscamento Unificado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo de energia e eficiência energética (GWh).....	18
Figura 2 - Queda na arrecadação e aumento do desemprego.....	19
Figura 3 - Queda no consumo de energia elétrica do setor industrial.....	20
Figura 4 - Exemplo de Fatura COPEL.....	24
Figura 5 - Demanda energética de um supermercado genérico.....	25
Figura 6 - Estrutura Tarifa Convencional.....	27
Figura 7 - Estrutura Tarifa Horária Verde.....	28
Figura 8 - Estrutura Tarifa Horária Azul.....	29
Figura 9 - Ambiente livre x Ambiente regulado.....	31
Figura 10 - Condições de compra de energia elétrica.....	34
Figura 11 - Analisador de energia Embrasul RE4001.....	35
Figura 12 - Esquema de ligação dos sensores de tensão.....	36
Figura 13 - Esquema de ligação de sensores flexíveis de corrente.....	37
Figura 14 - Interface do programa DIALUX.....	43
Figura 15 - Gráfico de Potência registrada.....	45
Figura 16 - Gráfico de Tensão.....	46
Figura 17 - Gráfico de Corrente.....	47
Figura 18 - Gráfico de Fator de Potência.....	47
Figura 19 - Demanda ativa máxima e média.....	57
Figura 20 - Demanda máxima por dia.....	58
Figura 21 - Consumo Máximo e Médio por Hora.....	58
Figura 22 - Demanda Ativa Diária (sábado).....	59
Figura 23 - Demanda Ativa Diária (domingo).....	60
Figura 24 - Demanda Ativa Diária (segunda-feira).....	60
Figura 25 - Demanda Ativa Diária (terça-feira).....	61
Figura 26 - Demanda Ativa Diária (quarta-feira).....	61
Figura 27- Demanda Ativa Diária (quinta-feira).....	62
Figura 28 - Demanda Ativa Diária (sexta-feira).....	62
Figura 29 - Necessidade Capacitiva.....	63
Figura 30 - Arranjo atual com luminárias fluorescente 54W.....	64
Figura 31 - Arranjo atual em escala de cores falsas.....	64

Figura 32 - Resumo Dialux.	65
Figura 33 - Gráfico Comparativo Tarifa Verde x Tarifa Azul	68
Figura 34 - Comparativo de troca de lâmpadas fluorescentes por LED.....	73
Figura 35 - Lâmpada Tubular LED Brightlux T5 30W.	74
Figura 36 - Preço médio no mercado livre.	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura tarifária Grupo A.....	26
Tabela 2 - Luminância da lâmpada x Ângulo de corte mínimo.....	39
Tabela 3 - Temperatura da cor.....	40
Tabela 4 - Ambientes para realização de estudo luminotécnico.....	41
Tabela 5 - Levantamento da Iluminação Instalada.....	45
Tabela 6 - Medições com o Luxímetro.....	49
Tabela 7 - Resolução Homologatória nº 2.096, 21/06/2016.....	51
Tabela 8 - Análise das faturas de Julho a Dezembro de 2015.....	53
Tabela 9 - Análise das faturas de Janeiro a Julho de 2016.....	54
Tabela 10 - Estudo de Demanda Ideal fora de ponta.....	56
Tabela 11 - Planilha de Opção Tarifária.....	66
Tabela 12 - Resultados Comparativos Tarifa Verde x Tarifa Azul.....	67
Tabela 13 - Economia com Ajuste de Demanda.....	69
Tabela 14 - Economia com correção do fator de potência.....	70
Tabela 15 - Dados para simulação no mercado livre.....	77
Tabela 16 - Mercado Cativo Azul x Mercado Livre Azul.....	78
Tabela 17 - Economia obtida variando o preço da energia no mercado livre.....	79
Tabela 18 - Resumo das Economias.....	81
Tabela 19 - Simulação dos Resultados.....	81

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA.....	11
1.1.1 Delimitação do tema	12
1.2 PROBLEMA E PREMISSAS	12
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.3.1 Objetivo Geral.....	13
1.3.2 Objetivos Específicos	13
1.4 JUSTIFICATIVA	14
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	17
2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	17
2.1.1 Definição.....	17
2.1.2 Consumo de energia e o mercado energético	19
2.2 CONSUMIDORES.....	20
2.2.1 Grupo A.....	21
2.2.2 Grupo B.....	22
2.2.3 Fatura de Energia.....	22
2.2.4 Memória de Massa.....	24
2.3 ESTRUTURA TARIFÁRIA	25
2.3.1 Tarifação Convencional.....	26
2.3.2 Estrutura Tarifária Horário Verde.....	27
2.3.3 Estrutura Tarifária Horária Azul.....	28
2.4 MERCADO LIVRE DE ENERGIA.....	30
2.4.1 Ambiente de Contratação Regulada	31
2.4.2 Ambiente de Contratação Livre.....	31
2.4.3 Agência Nacional de Energia Elétrica.....	32
2.4.4 Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.....	32
2.4.5 Preço de Liquidação das Diferenças.....	32
2.4.6 Energia incentivada.....	33
2.4.7 Energia convencional.....	33
2.4.8 Condições para Compra de Energia	34

2.5	MEDIÇÕES DIRETAS	34
2.5.1	Analisador de qualidade de energia	35
2.6	ILUMINAÇÃO EM SUPERMERCADOS	37
2.6.1	Estudo Luminotécnico.....	38
2.6.1.1	Requisitos para o planejamento da Iluminação.....	41
2.6.1.2	Software para o Cálculo Luminotécnico	42
3.	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	44
3.1	VISITA A INSTALAÇÃO	44
3.2	DADOS DAS MEDIÇÕES	45
3.2.1	Instalação do analisador de energia	45
3.2.2	Medição com o luxímetro.....	49
3.3	LEVANTAMENTO DAS GRANDEZAS FATURADAS	50
3.3.1	Resolução Vigente.....	50
3.3.2	Análise de Fatura dos últimos 12 meses de faturamento	52
3.3.3	Análise de demanda Ideal	55
3.3.4	Memória de massa (Julho de 2016).....	57
3.3.4.1	Perfil de curva de carga do consumidor (04/06/16) até (11/06/16)	59
3.3.4.2	Necessidade Capacitiva	63
3.4	ESTUDO LUMINOTÉCNICO.....	63
4.	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	65
4.1	OPÇÕES TARIFÁRIAS (VERDE, AZUL E MERCADO LIVRE).....	65
4.2	ESTUDO DE ECONOMIA COM AJUSTE DE DEMANDA.	68
4.3	ESTUDO DE ECONOMIA COM CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA.....	70
4.4	ESTUDO DE ECONOMIA COM IMPLANTAÇÃO DE LÂMPADAS LED.....	71
4.5	ESTUDO DE ECONOMIA COM A MIGRAÇÃO AO MERCADO LIVRE	74
5.	CONCLUSÃO	80
	REFERÊNCIAS	83

1. INTRODUÇÃO

A atual situação do mercado energético brasileiro está melhor que a enfrentada no ano de 2015, pois o sistema hídrico está se recuperando bem da estiagem presenciada naquele ano. Quando o país fica longos períodos sem chuvas o sistema hídrico é afetado e conseqüentemente a geração de energia através das usinas hidrelétricas também são afetadas. Baixando o nível dos reservatórios o potencial de geração fica comprometido e para manter o sistema confiável é necessário ativar usinas térmicas o que acaba encarecendo o custo da geração de energia elétrica.

A utilização intensiva das usinas térmicas fez com que o governo implantasse um modelo de bandeiras tarifárias para elevar a arrecadação, pois este tipo de geração de energia é muito mais caro que o custo de geração em hidrelétricas. Esta alta trouxe um aumento adicional aos consumidores representando uma parcela substancial em sua conta de energia, o que afeta significativamente o custo de sua atividade fim (ANEEL, 2015).

Sendo assim a temática de eficiência energética se torna fundamental para o gerenciamento de qualquer situação onde ocorra consumo de energia. Tendo em vista este cenário, foi decidido por elaborar um estudo para observar possíveis pontos onde se podem adotar medidas a fim de melhorar a eficiência energética, reduzindo custos e gastos desnecessários e trazendo um retorno financeiro futuro.

Para trabalhar melhor o tema, foi decidido estudar o assunto em questão aplicado a supermercados. Pois este tipo de edifício, que está ligado ao setor de serviços, possui um elevado consumo de energia elétrica.

1.1 TEMA

A partir da revisão extraordinária das tarifas concedida pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e o início da vigência das bandeiras tarifárias no ano de 2015, o preço da energia elétrica sofreu um reajuste expressivo, tendo um

aumento de 51% no Paraná, apenas neste ano. Com isso, o tema eficiência energética passou a ter importância estratégica para o controle de custos das empresas (JASPER, 2015).

No ramo de supermercados, o uso da energia elétrica é acentuado devido a climatização (sistemas de ar condicionado), aos ambientes refrigerados para conservação de alimentos que necessitem tal especificação (câmaras frias e freezers), e também ao elevado número de luminárias que a instalação necessita, entre outros (OLIVEIRA, 2012).

A parte de iluminação de um supermercado representa 23% do consumo total de um supermercado, ficando atrás somente do sistema de refrigeração, este representa 38%. Outro grande vilão é o sistema de ventilação que equivale a 15% deste consumo (SOUZA, 2016).

Considerando a conta de energia elevada e impactante para o setor, foi observado a necessidade de realizar um estudo visando medidas de eficiência de energia e ações a serem tomadas para tornar este consumo mais eficiente e conseqüentemente diminuir as despesas da empresa, tornando-a mais competitiva.

1.1.1 Delimitação do tema

Neste trabalho foi abordado o tema eficiência energética em supermercados. Para isso, foi realizado medições de qualidade de energia para identificar possíveis medidas a serem adotadas na instalação deste estabelecimento, junto com estudos dos dados de memória de massa fornecidos pela concessionária de energia, e averiguar os resultados obtidos. O foco deste trabalho foi na parte de iluminação, migração para mercado livre e ações que pode-se tomar solicitando a concessionária local.

1.2 PROBLEMA E PREMISSAS

O problema principal encontrado para justificar o desenvolvimento deste trabalho foi o custo crescente da energia elétrica no país, junto com um elevado consumo da mesma. Nos últimos 12 meses vêm sendo uma das despesas mais significativas para o funcionamento de um supermercado, este custo é o segundo maior custo ficando atrás somente da folha de pagamentos segundo o presidente da Sociedade Brasileira de Varejo e Consumo (SBCV) Eduardo Terra em entrevista à revista Exame (BRUNO, 2015).

As principais premissas esperadas no desenvolvimento deste trabalho são o aprimoramento no uso e o melhor controle operacional de energia em conjunto com um supermercado, buscando alternativas para aumentar a sua eficiência energética.

Para a coleta de dados será realizado uma análise do consumo energético da planta do supermercado, simulação e análise da escolha da melhor opção tarifária e posteriores propostas de implementação de melhorias do ponto de vista elétrico.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Identificar e estudar oportunidades de melhorias da eficiência energética e redução de consumo de energia elétrica, aplicado a um supermercado.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar as variáveis que regem o sistema elétrico, a partir de dados de medições e análise em um supermercado.
- Estudo de demanda ideal.
- Estudo de melhor opção tarifária.
- Análise dos dados de memória de massa.
- Estudo luminotécnico.

- Apresentar soluções para redução de consumo.

1.4 JUSTIFICATIVA

Segundo o Departamento Econômico da Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), nos últimos 12 meses, período compreendido de junho de 2014 a junho 2015, os custos da indústria com energia elétrica subiram quase 140%. De acordo o economista Roberto Zurcher, da FIEP, não há ganho de produtividade capaz de compensar um aumento tão rápido e forte, e complementa “O faturamento da indústria paranaense hoje está 16% abaixo da média de 2013, o último ano de crescimento do setor. A produção física, nessa mesma comparação, caiu 12,5%. E, ao mesmo tempo, houve esse aumento de custo que ninguém consegue repassar integralmente” (JASPER, 2015).

Conforme Abílio Diniz, que é empresário do ramo de supermercados, um dos maiores desafios dos gestores do ramo é conseguir uma operação eficiente e vender bem, porém, o fator mais importante para obter um bom volume de vendas é o preço. E para poder ofertar um preço competitivo é necessário comprar mercadorias por um valor mais baixo e minimizar os gastos referentes ao funcionamento devido do supermercado (DINIZ, 2015).

Então, em supermercados, o valor pago pela energia elétrica pode ser um ponto crucial em termos de competitividade, pois este influencia diretamente nas despesas. Logo, análises como as propostas neste trabalho tornam-se importante.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Depois de identificado o problema a ser estudado no presente trabalho, que consiste em melhorar a eficiência energética de supermercados, foi realizado uma

pesquisa bibliográfica, um estudo de caso e encima deste estudo foi sugerido algumas modificações a serem adotadas. A pesquisa bibliográfica terá por fim identificar e esclarecer os principais tópicos referentes ao assunto abordado. Nesta pesquisa teórica também foi abordado a viabilidade de aplicar alguns métodos utilizados em outros setores e que poderão ser adaptados para supermercados.

No estudo de caso, foi utilizado dados coletados no supermercado escolhido visando identificar quais são os principais componentes do sistema elétrico que interferem de forma significativa na composição do custo com energia elétrica. Os quais serão estudados a fim de melhorar a eficiência energética. Com base nos dados obtidos com a pesquisa de campo iremos elaborar algumas medidas para melhorar o consumo de energia e também estudaremos a viabilidade da implantação destas medidas.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em 5 capítulos, sendo eles:

1. Introdução ao assunto.

Apresentação da proposta, junto com a delimitação do tema, estabelecendo a problemática a ser estudada, os objetivos gerais e específicos a serem atingidos, assim como a estrutura para a elaboração desta pesquisa.

2. Fundamentação teórica.

Pesquisa bibliográfica referente aos conceitos de eficiência energética ligada a otimização do uso da energia em estabelecimentos como o de um supermercado, visando à redução de consumo e economia obtida após a aplicação destas medidas e conceitos.

3. Coleta e análise dos dados.

Avaliação dos dados obtidos em campo através de um analisador de energia, coleta de informações relacionada ao consumo, demanda e fator de potência através dos dados de memória de massa fornecido pela concessionária.

4. Discussão e Análise dos Resultados.

Proposta de Eficiência Energética em Supermercados.

5. Conclusão.

Conclusão decorrente das análises efetuadas durante o desenvolvimento deste trabalho.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentadas informações que envolvem diversos conceitos ligados ao tema eficiência energética, como, sistemas tarifários, estudo luminotécnico e mercado livre de energia.

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

2.1.1 Definição

De acordo com o Manual de Eficiência Energética na Indústria elaborado pela COPEL (Companhia Paranaense de Energia), eficiência energética é melhorar o rendimento energético, sem comprometer a qualidade, a segurança e a capacidade da produção. Esse manual apresenta também, uma série de vantagens que ações de eficiência energética trazem primeiramente à indústria, como, melhor aproveitamento das instalações e equipamentos, redução no consumo energético e como consequência redução nas despesas com eletricidade, assim como também traz vantagens para a sociedade em geral, com a redução nos investimentos para construção de novas usinas e redes elétricas, redução nos preços de produtos e serviços, e por fim para o sistema energético alcançando maiores garantias no fornecimento de energia elétrica e no atendimento de novos consumidores (COPEL, 2016a).

Conforme a Nota Técnica DEA 14/10 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2010), o termo eficiência energética se fortaleceu a partir da crise do petróleo na década de 70, onde ficou evidenciado que os custos para gerar energia seriam cada vez maiores, o que encareceria os produtos. Tendo esta visão, começaram a monitorar alguns equipamentos e também alguns hábitos de consumo, e a partir deste monitoramento surgiram algumas iniciativas que se mostraram economicamente viáveis para se conseguir uma melhor eficiência no uso da energia elétrica.

De acordo com o Balanço de Energia Útil (BEU) divulgado pela Nota Técnica DEA 16/12 (EPE, 2012), os setores industriais, comerciais, de transportes e residenciais possuem juntos mais da metade do potencial de eficiência energética no Brasil. Sendo assim estes setores se tornam alvos de estudos a fim de melhorar o consumo e conseqüentemente o valor gasto com energia elétrica.

A Figura 1 apresenta alguns dados e estimativas para a contribuição da eficiência energética na redução da demanda de energia elétrica no Brasil.

Consumo ¹	2011	2012	2016	2021
Consumo potencial Sem conservação	2.662,4	2.784,3	3.521,9	4.518,1
Energia conservada		13,5	102,1	287,2
Consumo final, Considerando conservação	2.662,4	2.770,8	3.419,8	4.230,9
Nota: ⁽¹⁾ não é considerado o setor residencial.				

Figura 1 - Consumo de energia e eficiência energética (GWh).
Fonte: EPE, 2012.

As áreas mais suscetíveis a se trabalhar a eficiência energética são:

- Equipamentos elétricos;
- Iluminação;
- Sistemas de climatização;
- Sistema de refrigeração;
- Fator de potência e
- Conscientização quanto ao uso (EPE, 2012).

Com a globalização e a alta competitividade, o tema de eficiência energética se torna cada vez mais importante e relevante para a “sobrevivência” das empresas.

2.1.2 Consumo de energia e o mercado energético

Segundo a Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica, apresentado pela EPE, o consumo de energia elétrica no Brasil caiu 5,1% no mês de fevereiro de 2016, comparando com o mesmo mês do ano anterior, o valor do consumo foi de 38.495 GWh, essa redução no consumo atinge todas as classes e subsistemas. A classe industrial foi a com maior redução no consumo -7,2%, seguido pela classe comercial com -4,8% e residencial com -3,2% de consumo. Segundo a resenha, o motivo dessa queda deve-se a projetos de eficiência energética e ao quadro econômico vivido pelo país, onde se destacam o aumento do desemprego (Figura 2) e a queda na produção do setor industrial, como pode ser observado na Figura 3 e pelas temperaturas mais amenas, que acarretaram no menor consumo por parte dos condicionadores de ar (EPE, 2016).

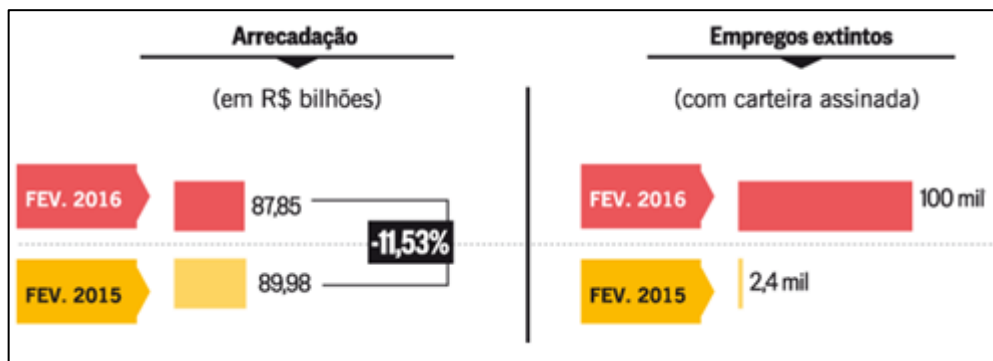




Figura 2 - Queda na arrecadação e aumento do desemprego.
 Fonte: NASCIMENTO, 2016.

Consumo industrial por setor	
Δ % fev/2016 (*)	
Crescimento	
Prod alimentícios	0,6
Químico	0,1
Queda	
Extração minerais metálicos	-19,4
Têxtil	-17,0
Prod Madeira	-14,3
Automotivo	-13,4
Prod metal, exceto maq equip	-13,4
Prod minerais não-metálicos	-12,7
Borracha e material plástico	-12,5
Metalúrgico	-2,7
Papel e Celulose	-1,4

(*) ante fev/2015

Figura 3 - Queda no consumo de energia elétrica do setor industrial.
Fonte: EPE, 2016.

2.2 CONSUMIDORES

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

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

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

Para detalhar a aplicação das tarifas o Ministério de Minas e Energia em seu Manual de Tarifação de Energia Elétrica (MME, 2011) dividiu os consumidores em Grupo A e Grupo B, os grupos são classificados conforme o nível de tensão que são atendidos. Os consumidores que são atendidos com alta tensão (2,3 kV ou mais) ou que são atendidos por um sistema de distribuição subterrâneo em tensão secundária, que são tensões inferiores a 2,3 kV são classificados no Grupo A, já os consumidores que são atendidos com baixa tensão (menos de 2,3 kV) são classificados no grupo B, ainda dentro de cada grupo existem subdivisões conforme será mostrado abaixo.

2.2.1 Grupo A

Conforme o MME, o Grupo A possui tarifação binômica, pois são cobrados tanto pela demanda requisitada quanto pela energia que consomem. Os consumidores do Grupo A podem ser divididos nos subgrupos abaixo:

- A1 – Nível de tensão de 230 kV ou mais;
- A2 – Nível de tensão entre 88 e 138 kV;
- A3 – Nível de tensão de 69 kV;
- A3a – Nível de tensão entre 30 e 44 kV;
- A4 – Nível de tensão entre 2,3 a 25 kV;
- AS – Sistema subterrâneo.

A Resolução 214 da ANEEL de 2010 substituiu algumas resoluções publicadas anteriormente trazendo entre suas principais alterações mudanças para os limites de tolerância para ultrapassagem de demanda de potência ativa que passaram de 10% para 5% (ANEEL, 2010).

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

2.2.2 Grupo B

No Grupo B estão os chamados pequenos consumidores, os quais são atendidos com uma tensão de até 2,3 kV. Por ter uma grande variação no atendimento deste grupo ele foi subdividido nos seguintes subgrupos (MME, 2011).

- B1 – residencial e residencial baixa renda;
- B2 – rural e cooperativa de eletrificação rural;
- B3 – demais classes;
- B4 – iluminação pública.

Com esta subdivisão é possível se adotar valores e descontos variáveis para cada grupo. A tarifação para este grupo é considerada a mais simples e denominada monômnia, já que leva em conta apenas o valor mensurado no período de um mês do consumo da energia elétrica.

2.2.3 Fatura de Energia

As faturas de energia são parâmetros da quantidade e da utilização da energia elétrica no estabelecimento. São informações que todos os consumidores tem acesso, são de fácil entendimento e essencial para entender o tipo de consumo de cada cliente. Os valores apresentados são referentes ao mês ou período da leitura (HIRSCH, 2015).

Nas contas de energia é encontrado o número de identificação do cliente, os dias em que foram efetuadas as leituras e o mês de referência, o número do medidor, a tensão fornecida, a modalidade tarifária, bandeira tarifária em vigor, e também, é indicado o valor da fatura e dos impostos cobrados, assim como, as medições de grandezas elétricas. Grandezas elétricas segundo a resolução 414 de 2010 da ANEEL são:

- Consumo de energia ativa (**A**): Energia elétrica ativa é aquela que pode ser convertida em outra forma de energia, é expressa em kWh (quilowatts-hora);

- Consumo de energia reativa (**B**): Energia elétrica reativa é aquela que circula continuamente entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, é expressa em kvarh (quilovolt-ampére-reativo-hora);
- Demanda contratada (**C**): É a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, é expressa em kW (quilowatts);
- Demanda faturada (**D**): É o valor da demanda de potência ativa considerada para fins de faturamento, é expressa em kW (quilowatts) (ANEEL, 2010).

As faturas de energia elétrica podem, dependendo do tipo do consumidor, e das multas que podem ser aplicadas devido à ultrapassagem de parâmetros pré-estabelecidos, apresentar outros dados como:

- Demanda de ultrapassagem (**E**): É a parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, é expressa em kW (quilowatts);
- UFER (**F**): Indica o montante de consumo de energia reativa devido à unidade consumidora estar com fator de potência inferior a 0,92, tanto capacitivo como indutivo;

A Figura 4 é um exemplo de uma fatura de energia elétrica da COPEL, onde é visto os dados apresentados nesta seção (COPEL, 2016b).

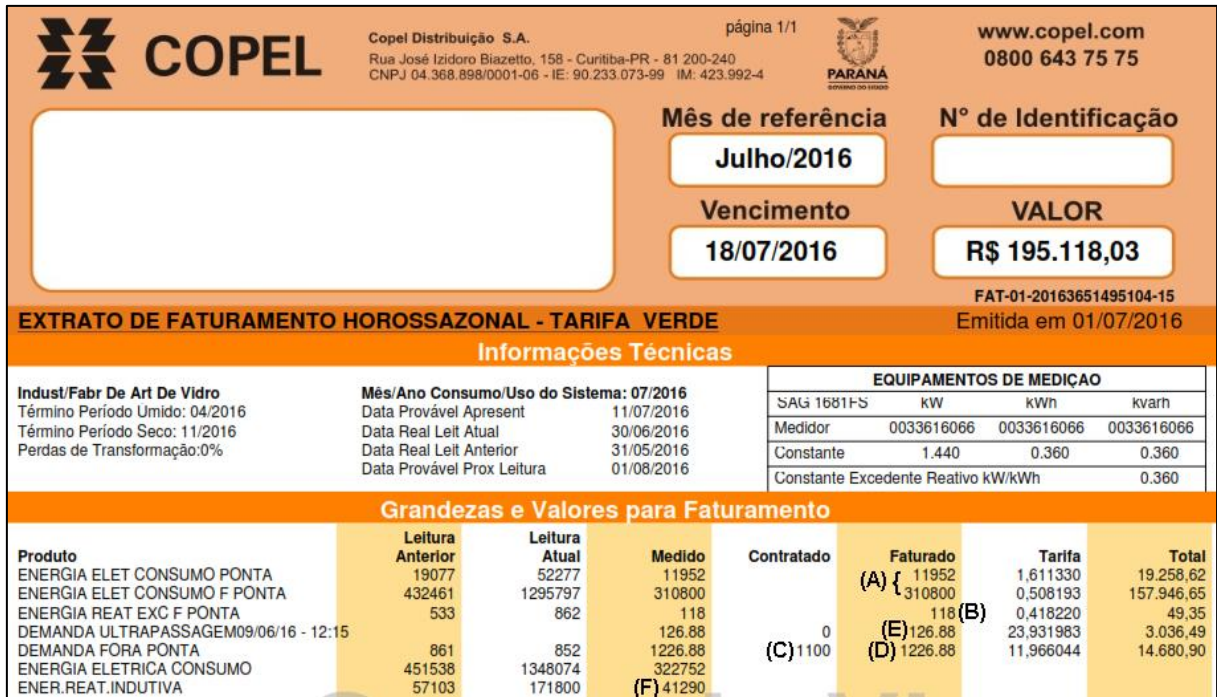


Figura 4 - Exemplo de Fatura COPEL.
Fonte: Adaptado de COPEL, 2016b.

2.2.4 Memória de Massa

Denomina-se memória de massa os dados armazenados nos medidores das concessionárias referentes ao consumo de energia elétrica de grandes consumidores. Nestes medidores são armazenados dados sobre consumo ativo, reativo na ponta e fora dela, dados sobre demanda e fator de potência, estes dados são utilizados para faturar as contas de energia e conhecer o perfil do consumidor (ANEEL, 2016b).

Através dos dados de memória de massa do supermercado pode-se criar gráficos como o da Figura 5, que mostram a demanda de um supermercado genérico, no qual podemos ver que os valores máximos de demanda estão entre as 9 e às 18 horas. Desta maneira é possível saber quais as características específicas de consumo do supermercado e elaborar estudos como o tarifário que será descrito ainda neste capítulo (PANESI, 2008).

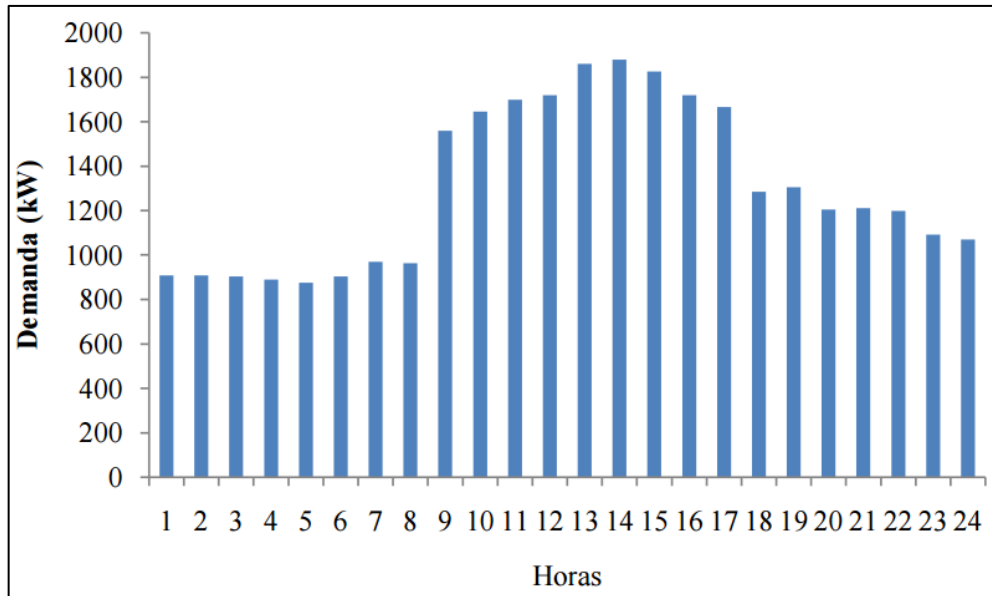


Figura 5 - Demanda energética de um supermercado genérico.
Fonte: PANESI, 2008.

2.3 ESTRUTURA TARIFÁRIA

O MME em seu Manual de Tarifação da Energia Elétrica define estrutura tarifária como sendo o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, de acordo com a modalidade de fornecimento (MME, 2011).

Os consumidores da tarifa binômica podem ser enquadrados nas seguintes alternativas tarifárias:

- Tarifação Convencional,
- Tarifação horário Verde, ou
- Tarifação horário Azul, (compulsória para aqueles atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV).

O objetivo de cada estrutura é tarifar da forma mais justa possível cada consumidor. A Tabela 1 mostra as opções para os consumidores do Grupo A.

Tabela 1 - Estrutura tarifária Grupo A.

Consumidores		Demanda contratada	
Subgrupos (Grupo A)	Tensão	Igual ou maior a 150 kW	Menor que 150 KW
A1	230 kV ou mais	Tarifa Azul Obrigatória	Tarifa Azul Obrigatória
A2	88 kV a 138 kV	Tarifa Azul Obrigatória	Tarifa Azul Obrigatória
A3	69 kV	Tarifa Azul Obrigatória	Tarifa Azul Obrigatória
A3a	30 kV a 44 kV	Tarifa horária Obrigatória (Verde ou Azul)	Opções: Tarifa Convencional, Azul ou Verde
A4	2,3 kV a 25 kV	Tarifa horária Obrigatória (Verde ou Azul)	Opções: Tarifa Convencional, Azul ou Verde
AS	Menos que 2,3 kV	Tarifa horária Obrigatória (Verde ou Azul)	Opções: Tarifa Convencional, Azul ou Verde

Fonte: Autor.

2.3.1 Tarifação Convencional

Para o MME a tarifa convencional representa um contrato firmado com a concessionária, onde haverá um valor único para a demanda pretendida sem levar em conta o horário ou dia do ano que será consumida a energia.

Para se enquadrar na tarifa Convencional, os consumidores dos subgrupos A3a, A4 ou AS não podem ter três registros consecutivos ou seis registros alternados de demanda superior a 150 kW nos últimos onze meses.

A Figura 6 mostra as componentes deste modelo de tarifação caso não ocorra ultrapassagem da demanda. Para o fechamento da fatura destes consumidores é registrado o consumo, a demanda e verificado se vai ser necessário a tarifa referente à demanda de ultrapassagem que se refere à demanda que ultrapassou a demanda contratada em mais de 5%, o valor cobrado pela demanda de ultrapassagem é o dobro da tarifa normal (ANEEL, 2010).

O cálculo da parcela do consumo é feito multiplicando a Tarifa de Consumo pelo consumo medido.

$$P_{consumo} = \text{Tarifa de Consumo} \times \text{Consumo medido} \quad (1)$$

O cálculo da parcela da demanda é feito multiplicando a Tarifa de Demanda pela demanda contratada ou medida desde que esta não ultrapasse em mais de 5% a demanda contratada.

$$P_{demanda} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{Demanda contratada} \quad (2)$$

Se a demanda ultrapassar a Demanda Contratada em mais de 5% haverá o acréscimo na fatura da parcela de ultrapassagem. Esta parcela é obtida multiplicando a Tarifa de Ultrapassagem pela demanda medida que ultrapasse a demanda contratada.

$$P_{ultrapassagem} = \text{Tarifa de Ultrapassagem} \times (\text{Demanda ultrapassada}) \quad (3)$$

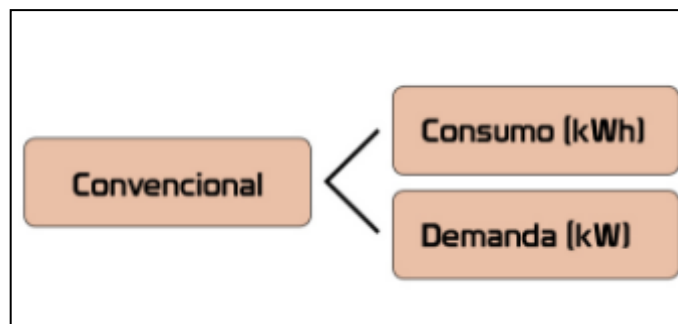


Figura 6 - Estrutura Tarifa Convencional.
 Fonte: Adaptado de ILUMINAÇÃO (2014).

2.3.2 Estrutura Tarifária Horário Verde

Conforme o MME esta opção tarifaria está disponível apenas para os consumidores dos subgrupos A3a, A4 e AS pertencentes ao Grupo A.

Os consumidores interessados em enquadrar suas tarifas neste modelo devem formalizar através de contrato junto à empresa concessionária no qual informará a demanda pretendida. Esta demanda será para qualquer horário do dia, seja ele de ponta ou não. A Figura 7 mostra que haverá valores diferentes para o consumo em horário de ponta e fora dele, diferentemente da Estrutura Convencional.

Para se confeccionar as faturas destes consumidores serão levadas em consideração a demanda contratada, o consumo e caso ocorra uma ultrapassagem do valor requisitado da demanda.

Calculamos a parcela de consumo da seguinte maneira:

$$P_{consumo} = \text{Tarifa de Consumo na ponta} \times \text{Consumo Medido na Ponta} + \text{Tarifa de Consumo (4)} \\ \text{fora de Ponta} \times \text{Consumo Medido fora de Ponta}$$

Calculamos a parcela da demanda multiplicando a Tarifa de Demanda (está não se altera em nenhum momento do dia ou do ano) pela maior tarifa entre a Tarifa Contratada ou pela demanda medida, está última desde que não ultrapasse 5%.

$$P_{demanda} = \text{Tarifa de Demanda} \times \text{Demanda Contratada (5)}$$

A parcela de ultrapassagem é estipulada da mesma forma que na Tarifação Convencional.

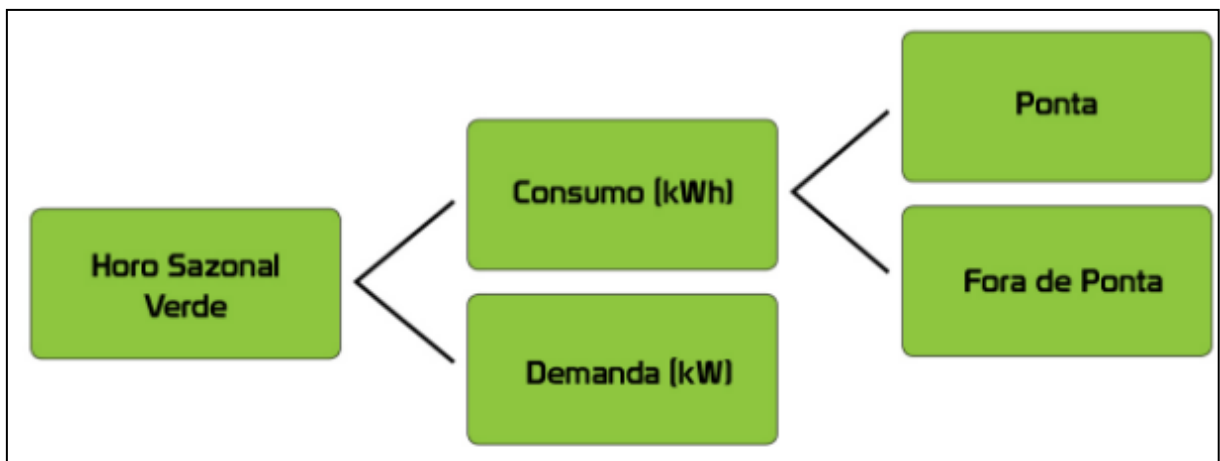


Figura 7 - Estrutura Tarifa Horária Verde.
Fonte: Adaptado de ILUMINAÇÃO (2014).

2.3.3 Estrutura Tarifária Horária Azul

O consumidor que estiver nos subgrupos A1, A2 e A3 do Grupo A, ficam obrigados a se enquadrarem nesta estrutura tarifária, já para o restante do Grupo A a adesão é opcional.

Esta modalidade possuiu diferenciação das tarifas de consumo de energia elétrica para o horário de ponta ou não. Nesta modalidade também é possível

contratar demandas diferentes para o horário de ponta e para o horário fora de ponta, a Figura 8 mostra como é composta esta estrutura tarifária. As tarifas de demanda não sofrem alterações conforme o período do ano.

A composição da fatura de energia elétrica destes consumidores é feita somando-se as partes de consumo e demanda e caso ocorra a ultrapassagem da demanda em 5%. Estas parcelas são calculadas conforme as equações (6), (7) e (8).

$$P_{consumo} = \text{Tarifa de Consumo na ponta} \times \text{Consumo Medido na Ponta} + \text{Tarifa de Consumo fora de Ponta} \times \text{Consumo Medido fora de Ponta} \quad (6)$$

$$P_{demanda} = \text{Tarifa de Demanda na Ponta} \times \text{Demanda Contratada na Ponta} + \text{Tarifa de Demanda fora de Ponta} \times \text{Demanda Contratada fora de Ponta} \quad (7)$$

$$P_{ultrapassagem} = \text{Tarifa de Ultrapassagem na Ponta} \times (\text{Demanda Medida na Ponta} - \text{Demanda Contratada na Ponta}) + \text{Tarifa de Ultrapassagem fora de Ponta} \times (\text{Demanda Medida fora de Ponta} - \text{Demanda Contratada fora de Ponta}) \quad (8)$$

Notem que a eq. (8) sempre dará um resultado positivo devido à ultrapassagem.

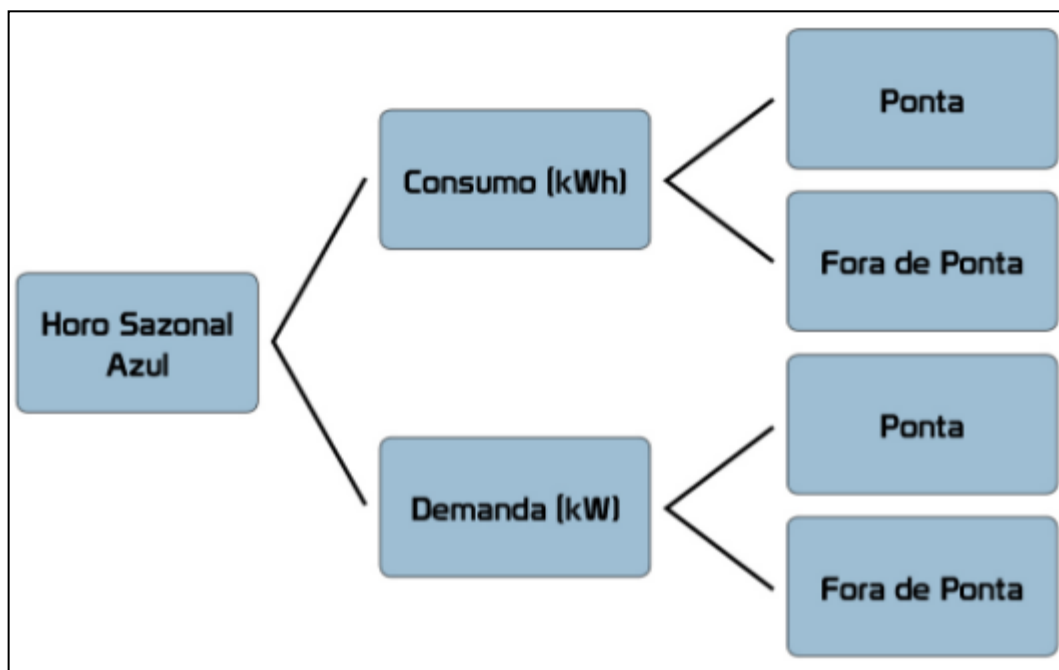


Figura 8 - Estrutura Tarifa Horária Azul.
Fonte: Adaptado de ILUMINAÇÃO (2014).

2.4 MERCADO LIVRE DE ENERGIA

O Mercado livre de energia é um ambiente de negócios onde é possível comprar e vender energia livremente, sendo assim, o consumidor pode comprar energia de uma comercializadora por meio de contratos, com isso, pode reduzir custos com energia elétrica, devido ao fato de poder negociar antecipadamente o seu valor, para isto acontecer devem ser observadas as regulamentações do setor. Esta regulamentação é feita pela Aneel (Agencia Nacional de Energia Elétrica), e teve início a partir da Lei nº 9.074, de 1995, onde foram criados os dois tipos de contratação de energia elétrica vigentes no País, o ambiente de contratação regulada (ACR) e o ambiente de contratação livre (ACL) (ANEEL, 2016a).

Segundo a Celesc os benefícios da migração para o mercado livre são:

- Liberdade na negociação diretamente com o fornecedor de energia.
- Possibilidade de adequação da compra de energia com os processos produtivos.
- Previsão de orçamentos.
- Preços mais competitivos.
- Poder de alocação de energia entre unidades (CELESC, 2016).

Existem diversos procedimentos para que um consumidor, no caso deste trabalho o supermercado, possa iniciar a aquisição de energia no mercado livre, mas antes disso, devemos fazer um estudo de viabilidade, que consiste em analisar se o consumidor satisfaz as condições mínimas necessárias para tal e analisar as condições econômicas, através de um comparativo entre as tarifas do mercado livre e as tarifas do mercado cativo. Para isso vamos utilizar a análise dos modelos tarifários descritos neste capítulo e comparar com valores atualizados de preço da energia elétrica no mercado livre e das taxas de distribuição (CCEE, 2016).

Na Figura 9, pode-se observar um resumo comparando o ambiente livre com o ambiente regulado.

	Ambiente Livre	Ambiente Regulado
Participantes	Geradores, comercializadoras, consumidores livres e especiais	Geradoras, distribuidoras e comercializadoras.
Contratação	Livre negociação entre compradores e vendedores	Realizada por meio de leilões de energia promovido pela CCEE, sob delegação da ANELL
Tipo de Contrato	Acordo livremente estabelecido pelas partes	Regulado pela Aneel, denominado contrato de comercialização no ambiente regulado (CCEAR)
Preço	Acordado entre comprador e vendedor	Estabelecido no leilão

Figura 9 - Ambiente livre x Ambiente regulado.
Fonte: Adaptado de CCEE (2016).

A seguir, são apresentadas algumas definições que são de suma importância para entendimento do mercado livre de energia.

2.4.1 Ambiente de Contratação Regulada

Neste ambiente estão geradoras, distribuidoras e comercializadoras de energia elétrica. Para poderem atuar elas devem participar de leilões específicos. É também onde se encontram os consumidores conhecidos como cativos, que são atendidos normalmente pelas distribuidoras.

2.4.2 Ambiente de Contratação Livre

É onde se encontram geradoras, distribuidoras, consumidores livres e consumidores especiais. Estes estão livres para negociar energia elétrica para o consumo.

2.4.3 Agência Nacional de Energia Elétrica

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), é a autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia, iniciando suas atividades em 1997, tem como principais objetivos:

- Regular a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização de energia elétrica.
- Fiscalizar, diretamente ou com a parceria de algum órgão estadual, as concessões e permissões de serviços de energia elétrica.
- Estabelecer as tarifas juntamente com cada concessionária (ANEEL, 2016a).

2.4.4 Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) viabiliza as atividades de compra e venda de energia elétrica em todo o país e é responsável pela contabilização e pela liquidação financeira no mercado de curto prazo de energia. É ela, ainda, responsável pelo cálculo do PLD (preço de liquidação das diferenças), o qual é usado para valorar as operações de compra e venda de energia elétrica (CCEE, 2016).

2.4.5 Preço de Liquidação das Diferenças

O Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) é utilizado como base para se obter o valor da energia elétrica no mercado de curto prazo, e também para se ter uma base para valores da energia a médio e longo prazo. O valor do PLD é determinado através de modelos matemáticos. A importância deste valor deve-se a hegemonia das usinas hidrelétricas no parque de geração brasileiro, onde observa-se a importância da água armazenada nos seus reservatórios, sendo necessário

determinar um ponto de equilíbrio entre o despacho da água armazenada nas usinas hidrelétricas e o custo da geração através das usinas termelétricas (PORTAL PCH, 2016).

2.4.6 Energia incentivada

É a energia proveniente de fontes como eólica, solar e biomassa que possuam potência injetada na rede inferiores ou no máximo igual a 30 MW, ou a partir de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), com potência de 1 MW até 30 MW. A denominação de Energia Incentivada deve-se aos descontos dados nas tarifas de uso do sistema de distribuição (TUSD), com valores que variam de 50% a 100%.

A Resolução Normativa nº 247/06 estabelece as condições para a comercialização de energia elétrica entre empreendimentos de geração que utilizem fontes primárias incentivadas e unidade ou conjunto de unidades consumidoras, cuja carga seja maior ou igual a 0,5 MW, no âmbito do Sistema Interligado Nacional – SIN (TRACTEBEL, 2016).

2.4.7 Energia convencional

É a energia gerada a partir de fontes convencionais de energia elétrica, como as grandes hidrelétricas e as usinas termelétricas, ou mesmo de energia vinda de grandes parques eólicos e solares com potência superior a 30 MW. Os consumidores que utilizam a energia convencional, não recebem descontos na TUSD.

2.4.8 Condições para Compra de Energia

A Figura 10, são apresentadas as condições para compra de energia, os consumidores são considerados livres ou potencialmente livres, quando tem uma demanda igual ou superior a 3000 kW com tensão mínima de 2,3 kV e ligadas após 08/07/1995 e também os com tensão a partir de 69 kV ligados antes desta data, e os consumidores livres podem comprar tanto a energia convencional quanto energia incentivada. São classificados como consumidores especiais os que possuem demanda contratada igual ou acima de 500 kW e que tenham tensão mínima de atendimento e 2,3 kV. Fora destas condições os clientes são considerados consumidores cativos (CELESC, 2016).

Consumidor	Fonte	Demanda Mínima	Tensão Mínima	Data de Ligação do Consumidor
Livre	Convencional ou Incentivada	3000 kW	2,3 kV	após 08/07/1995
			69 kV	antes 08/07/1995
Especial	Incentivada	500 kW	2,3 kV	qualquer data

Figura 10 - Condições de compra de energia elétrica.
Fonte: Adaptado de CELESC (2016).

Baseados nas informações acima descritas, será feito um levantamento buscando todos os valores e preços para demonstrar através de um comparativo, o potencial que o supermercado tem de migrar para o mercado livre de energia, apresentando a economia que seria obtida caso o supermercado fizesse a migração.

2.5 MEDIÇÕES DIRETAS

As faturas de energia expressam os dados das medições efetuadas pela concessionária de energia ao longo de um ciclo de observação por volta de 30 dias.

Encontram-se outros meios de se conseguir informações sobre o desempenho elétrico do estabelecimento em qualquer intervalo de tempo a ser

determinado. Um método de medição pode ser feita através de um equipamento denominado analisador de energia (HIRSCH, 2015).

Este equipamento pode ser instalado em qualquer ponto da instalação em que o consumo de energia seja de interesse. O local onde o equipamento é geralmente instalado é a cabine primária, pois dessa forma pode-se demonstrar o uso diário da edificação.

2.5.1 Analisador de qualidade de energia

O objetivo principal desse equipamento é obter parâmetros de tensão entre fases, equilíbrio entre fases, fator de potência, potências ativas, reativas e aparentes e alguns distúrbios que possam estar ocorrendo (EMBRASUL, 2015).

Um exemplo desses analisadores de energia é o Embrasul RE-4001 mostrado na Figura 11 que é capaz de verificar o consumo e demanda do cliente, o fluxo de potência, fator de potência, e com os dados obtidos é possível fazer uma análise da curva de carga em motores e também em transformadores. Este equipamento também é capaz de medir os níveis e as características das distorções harmônicas presentes no circuito até a 25ª ordem.



Figura 11 - Analisador de energia Embrasul RE4001.
Fonte: EMBRASUL, 2015.

O Embrasul RE4001 é composto por quatro cabos de tensão (3 fases e 1 neutro) com garras jacaré para fácil instalação e também possui três sensores flexíveis de corrente (TC's) que serve para enlaçar os barramentos ou cabos dos equipamentos que irão ser analisados. Para instalar o equipamento em um painel de baixa tensão, barramentos, ou motor deve-se conectar os cabos de tensão vermelho, azul, amarelo, cada um em sua respectiva fase e o cabo preto - terra. Assim como os cabos de tensão, os sensores flexíveis de corrente também possuem cores, e devem ser instalados na mesma seqüência que foi instalado os cabos de tensão. Os sensores flexíveis de corrente possuem uma seta que indica o sentido da corrente, portanto é necessário averiguar o sentido da corrente entre fonte e carga (EMBRASUL, 2015).

Na Figura 12 temos o exemplo de instalação dos sensores de tensão no equipamento a ser analisado.

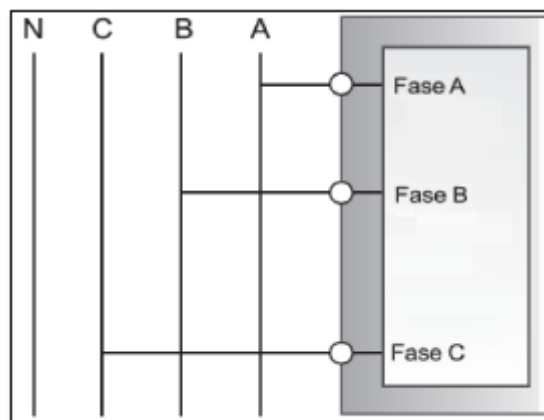


Figura 12 - Esquema de ligação dos sensores de tensão.
Fonte: EMBRASUL, 2015.

Para os sensores flexíveis de corrente (TC's) deve-se utilizar a configuração conforme a Figura 13.

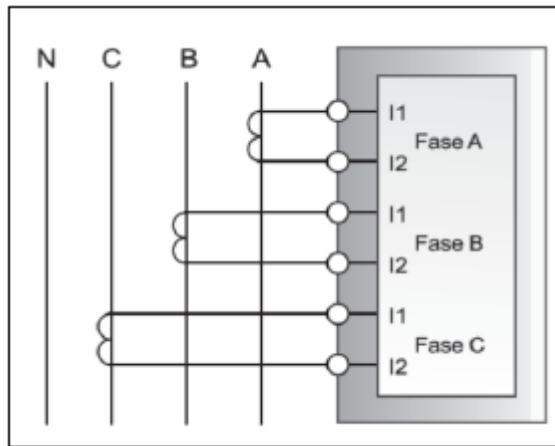


Figura 13 - Esquema de ligação de sensores flexíveis de corrente.
Fonte: EMBRASUL, 2015.

Sua instalação deve seguir padrões de segurança estabelecidos pela NBR-5410 - Instalações elétricas de baixa tensão (ABNT, 2004), utilizando os equipamentos de proteção individual (EPI), que no caso seriam: luvas de borracha e de raspa, roupa anti-chamas, botas apropriadas, protetor auricular, óculos de proteção e capacete.

Este equipamento, Embrasul RE-4001, possui capacidade de armazenamento de dados de até 2 Gb, com autonomia superior a 2 semanas para a integração de valores em 1 segundo (EMBRASUL, 2015).

2.6 ILUMINAÇÃO EM SUPERMERCADOS

Um supermercado pode ter vários produtos em oferta, itens organizados nas prateleiras e estratégias mercadológicas para atingir seu público-alvo. Porém, se a iluminação for mal projetada, com lâmpadas em locais inapropriados, de cores quentes e que impossibilitam a verdadeira aparência do produto, pode ofuscar o seu real potencial de vendas. A iluminação instalada corretamente, em pontos de venda, é um importante instrumento de propaganda e deve exibir o mais próximo possível as cores e texturas reais dos produtos em exposição. A iluminação correta faz toda a diferença: consegue tornar o ambiente convidativo, o espaço fica com um clima confortável, coloca em evidência a visualização dos produtos, fazendo com que o

cliente permaneça por um maior tempo no estabelecimento e acabe comprando mais (ILUMINAÇÃO, 2011).

A iluminação também corresponde a uma fatia considerável dos custos com energia elétrica, sendo assim é importante se ter um estudo a fim de deixar mais eficiente o seu uso.

2.6.1 Estudo Luminotécnico

Dentro de instalações como as de um supermercado, onde o objetivo principal é manter um ambiente bem iluminado, com boa visualização dos produtos e que o cliente possa se sentir a vontade para escolher o que lhe é necessário, fez-se necessário o estudo mais aprofundado dentro da área de luminotécnica para obter um padrão estabelecido pelas normas.

A norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - Iluminação em Ambientes de Trabalho - Parte 1: Interno está em vigor desde 21 de abril de 2013, e veio para cancelar e substituir a NBR 5413/1992 - Iluminância de Interiores (ABNT, 1992) e a NBR 5382/1985 - Verificação de Iluminância de Interiores (ABNT, 1985). Essa norma especifica os requisitos de iluminação para locais de trabalhos internos e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e segurança durante todo o período de trabalho.

De acordo com NBR ISO/CIE 8995-1:2013 (ABNT, 2013), um local de trabalho além de propiciar uma iluminação adequada, deve também criar um conforto visual, um desempenho adequado e segurança para o trabalhador.

Para elaborar o projeto luminotécnico, como foi proposto inicialmente, será abordado alguns conceitos técnicos essenciais necessários para a realização de um estudo luminotécnico seguindo a norma em vigor.

- A luminância (L) é a relação entre a intensidade do Fluxo Luminoso (φ) (quantidade de energia radiante capaz de sensibilizar o olho humano, medido em Lúmen - lm) emitido por uma superfície em uma dada direção e a área dessa superfície projetada ortogonalmente sobre um plano perpendicular

àquela direção. Sua unidade de medida é Candela/m² ou Candela/cm² (GRANDEZAS, 2013).

Um bom arranjo da luminância aumenta a resolução visual (facilidade da visão), a percepção ao contraste (diferenciação de pequenas luminâncias) e também a efetividade das atribuições oculares (contrações pupilares e movimento dos olhos) (ABNT, 2013).

- A iluminância (E) é a relação entre o fluxo luminoso emitido por uma fonte e a superfície iluminada a certa distância da fonte. Sua unidade de medida é o Lux (lx) (GRANDEZAS, 2013).

Para calcular os níveis de iluminância são levados em conta vários aspectos, dentre eles: as condições para a tarefa visual, segurança, conforto e bem estar, economia e experiência prática.

- O ofuscamento pode ser definido como a sensação de desconforto devido ao excesso de luminosidade. É ocasionado por iluminâncias abundantes ou contrastes no campo de visão, atrapalhando a visualização de objetos. É importante limitar o ofuscamento dos usuários para prevenir erros, fadiga e acidentes (ABNT, 2013).

Para conter o ofuscamento é indispensável à proteção contra a visão direta das lâmpadas ou por escurecimento de janelas com anteparos. Com isso, para lâmpadas elétricas, foi estabelecido o ângulo de corte mínimo de visualização direta de lâmpadas, disposto na Tabela 2.

Tabela 2 - Luminância da lâmpada x Ângulo de corte mínimo.

Luminância da Lâmpada (kcd/m²)*	Ângulo de corte mínimo
1 a 20	10°
20 a 50	15°
50 a 500	20°
>= 500	30°

*1 Kcd/m² = 1000 lumens/m².

Fonte: ABNT, 2013.

Para calcular o valor do índice de ofuscamento desconfortável utilizamos a Equação 9:

$$UGR = 8 * \log\left(\frac{0,25}{L_b} * \sum \frac{L^2 * W}{P^2}\right) \quad (9)$$

Onde:

UGR = Índice de Ofuscamento Unificado;

L_b = Luminância do fundo (Cd/m²);

L = Luminância da parte luminosa de cada luminária na direção do olho do observador (Cd/m²);

W = Ângulo sólido da parte luminosa de cada luminária junto ao olho do observador;

P = Índice de posição de Guth de cada luminária, individualmente relacionado ao seu deslocamento a partir da linha de visão;

A escala UGR é composta da seguinte forma: 13 - 16 - 19 - 22 - 25 - 28, onde o valor de 13 significa o ofuscamento desconfortável menos perceptível (ABNT, 2013).

- As cores das lâmpadas são classificadas quanto suas temperaturas de cor relatada (T_{cp}). Na Tabela 3 é mostrado como funciona esta classificação.

Tabela 3 - Temperatura da cor.

Aparência da cor	Temperatura de cor relatada (T_{cp})
Quente	abaixo de 3300 K
Intermediária	3300 K a 5300 K
Fria	acima de 5300 K

Fonte: ABNT, 2013.

Quanto mais fria for a aparência da cor da lâmpada mais ela tende para um tom azulado, e quanto mais quente, mais ele tende para um tom de amarelo. As lâmpadas frias são indicadas para locais onde as temperaturas ambientes são mais elevadas, e as quentes para temperaturas ambientes mais baixas (LUZ, 2011).

Para assegurar uma reprodução de cor padronizada e de qualidade, foi criado um índice geral de reprodução de cor (Ra). Este índice tem seu valor máximo de 100. E este valor diminui conforme a redução da qualidade de reprodução de cor (ABNT, 2013).

2.6.1.1 Requisitos para o planejamento da Iluminação.

A iluminação necessária para cada local depende muito do tipo de ambiente, atividade ou tarefa que será exercida neste local. Na Tabela 4, foi selecionado os ambientes (áreas), de acordo com a norma ABNT (ABNT, 2013) que convém para realização do estudo luminotécnico em supermercados. Nesta Tabela, UGR é o índice de ofuscamento unificado e Ra é o índice geral de reprodução de cor.

Tabela 4 - Ambientes para realização de estudo luminotécnico.

Tipo de Ambiente, Tarefa ou Atividade	Em (lux)	UGR	Ra	Observações
1. Áreas Gerais da Edificação				
Saguão de entrada	100	22	60	
Área de circulação e corredores	100	28	40	Nas entradas e saídas, estabelecer uma transição, para evitar mudanças bruscas.
Escadas, escadas rolantes e esteiras rolantes	150	25	40	
Rampas de carregamento	150	25	40	
Refeitório/Cantinas	200	22	80	
Vestiários, banheiros e toaletes	200	25	80	
Enfermaria	500	19	80	
Depósito, estoques e câmara fria	100	25	60	200 lux se forem continuamente ocupados.
3. Padarias				
Preparação e fornada	300	22	80	
Acabamento e decoração	500	22	80	
23. Varejo				
Área de vendas grande	500	22	80	
Área da caixa registradora	500	19	80	
Mesa do empacotador	500	19	80	

Fonte: ABNT, 2013.

Tabela 4 - Ambientes para realização de estudo luminotécnico (continuação).

Tipo de Ambiente, Tarefa ou Atividade	Em (lux)	UGR	Ra	Observações
27. Estacionamentos públicos (internos)				
Rampas de entrada e saída (dia)	300	25	40	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Rampas de entrada e saída (noite)	75	25	40	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Pistas de tráfego	75	25	40	As cores para segurança devem ser reconhecíveis.
Estacionamento	75	28	40	Uma iluminância vertical elevada aumenta o reconhecimento das faces das pessoas, e por esta razão, a sensação de segurança.
Guichê	300	19	80	1) Evitar reflexões nas janelas 2) Prevenir ofuscamento oriundo do lado externo

Fonte: ABNT, 2013.

2.6.1.2 Software para o Cálculo Luminotécnico

Muitos *softwares* estão disponíveis no mercado para o cálculo luminotécnico, sejam eles gratuitos ou pagos. Atualmente, um *software* muito popular e utilizado nesse segmento é o DIALUX, disponível gratuitamente, se mostrando completo e versátil.

Consegue-se desenhar a planta do ambiente a ser projetado, incluindo detalhes da instalação como janelas, portas, escadas, objetos e móveis que estão

no local, assim como pessoas para se ter uma idéia da proporção do tamanho do projeto. É possível também, a escolha de cores das paredes, teto e piso do ambiente a ser estudado (DIALUX, 2016). A Figura 14 mostra a interface do programa DIALUX.

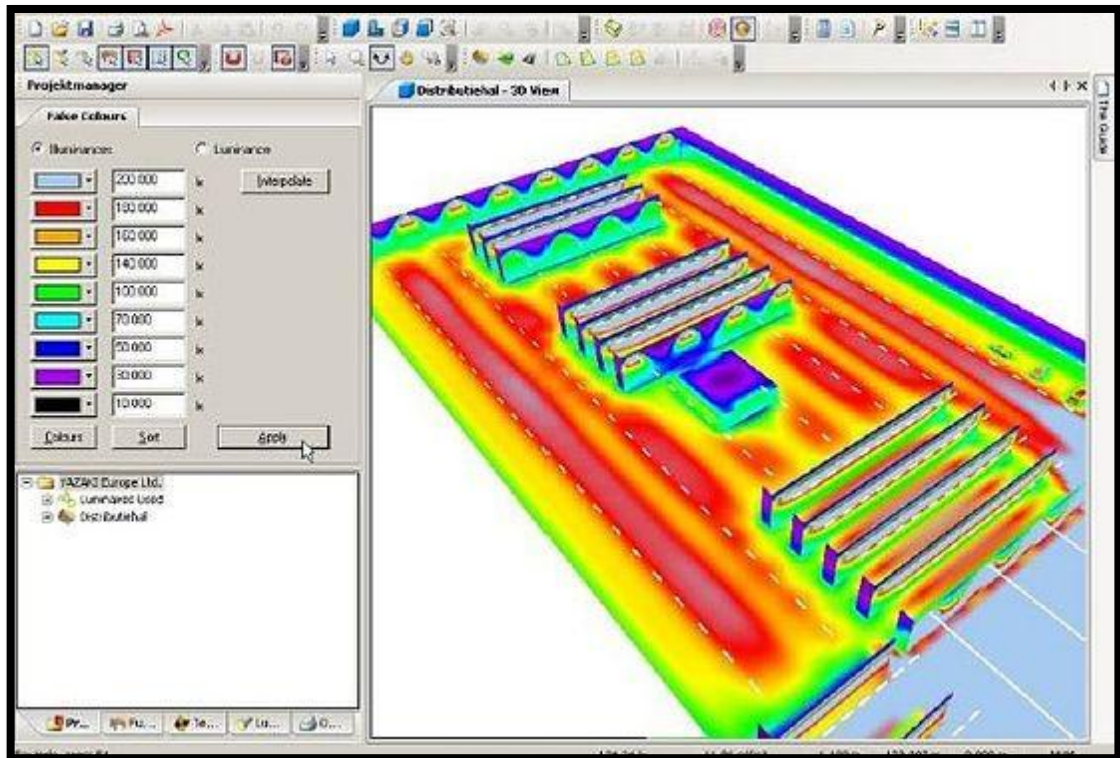


Figura 14 - Interface do programa DIALUX.
Fonte: DIALUX, 2016.

Possibilita a visualização da planta em modo tridimensional, assim como a simulação do ambiente com a quantidade de lux estipulado. Apresenta também, a visualização do ambiente em escala de cores, podendo facilmente diferenciar quantos lux estão distribuídos no ambiente.

Gera um relatório completo do projeto automaticamente, junto com um relatório de especificação das luminárias utilizadas no projeto. Permite também, adicionar várias luminárias em um mesmo ambiente (DIALUX, 2016).

3. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo são apresentados o levantamento de dados coletados e as medições feitas no Supermercado “A”, com intuito de demonstrar o perfil de consumo, o tipo da curva de carga, a identificação das características elétricas, e também o levantamento dos dados pertinentes à iluminação.

3.1 VISITA A INSTALAÇÃO

Em visita a instalação, foi realizado o levantamento de dados essenciais para elaboração deste projeto.

O supermercado estudado possui horário de funcionamento das 08:00 horas as 22:00 horas de segunda-feira à sábado. Aos domingos o atendimento ocorre das 09:00 horas as 21:00 horas.

Esta rede de supermercados possui 3 lojas espalhadas pela região de Curitiba – PR. Todas as unidades desta rede possuem gerador no horário de ponta e estão tarifadas na opção tarifária horária Verde. Porém, será analisada apenas uma unidade desta rede. A unidade que será analisada está localizada próxima a região central da capital. Esta unidade possui uma área de 1.500 m².

Na Tabela 5, é possível observar o levantamento das luminárias, a quantidade de lâmpadas, a potência de cada lâmpada utilizada, a potência dos reatores e também o resultado total da potência de iluminação instalada no Supermercado “A”.

Tabela 5 - Levantamento da Iluminação Instalada.

	UNIDADE	ATUAL		
Tipo de Luminária	-	54W	20W	150W
Tipo do Reator	-	6W	0W	20W
Potência Média (Reator + Lâmpada) por Luminária	W	60	20	170
Nº de Luminárias	pç	432	30	16
Nº de Lâmpadas por Luminárias	pç	1	1	1
Fator de Potência do Reator	cos ϕ	0,95	0,95	0,95
Potência	kW	25,92	0,6	2,72
Potência Total	kW	29,24		

Fonte: Autor.

3.2 DADOS DAS MEDIÇÕES

3.2.1 Instalação do analisador de energia

Com intuito de verificar algumas características elétricas do Supermercado “A”, foi instalado o analisador de energia Embrasul RE4001 no painel geral do estabelecimento (TR – 500 kVA), no dia 30/07/16 às 14 horas e 45 minutos até o dia 31/07/16 às 16 horas e 30 minutos, registrando intervalos de 15 minutos.

A Figura 15 apresenta a potência registrada neste intervalo.

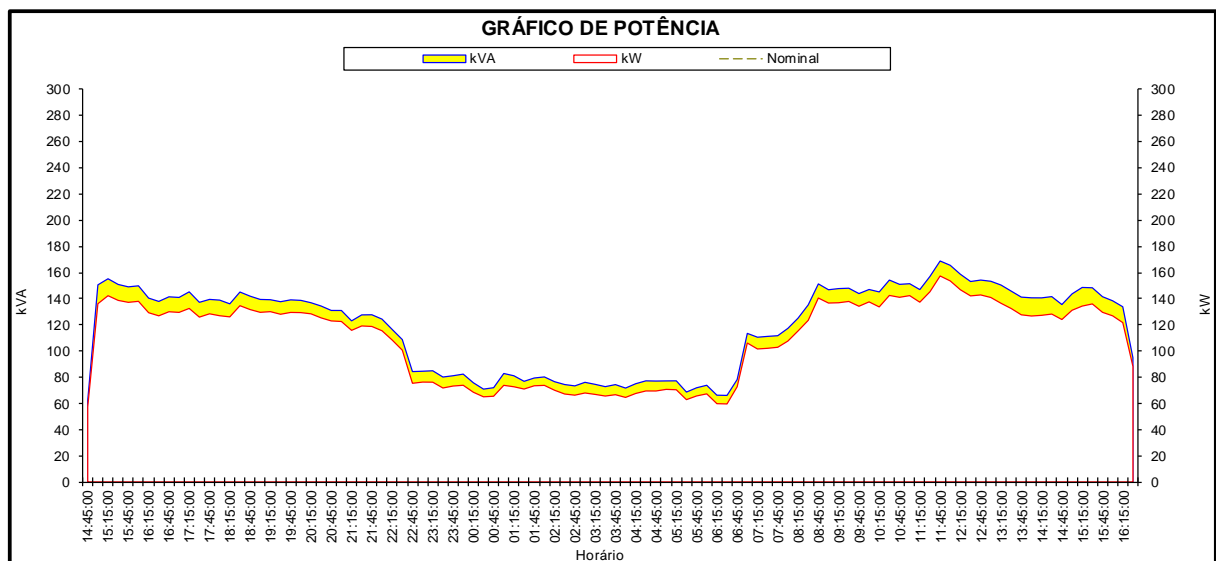


Figura 15 - Gráfico de Potência registrada.
Fonte: Software Embrasul, 2016.

A área hachurada entre as duas linhas do gráfico representa a perda por baixo fator de potência existente na instalação. Essa perda refere-se à potência utilizada somente para geração de campos magnéticos, não realizando trabalho efetivo. Quanto mais próximas as duas linhas do gráfico, melhor será a situação de aproveitamento da potência fornecida pelo transformador.

A Figura 16 apresenta a tensão média trifásica.

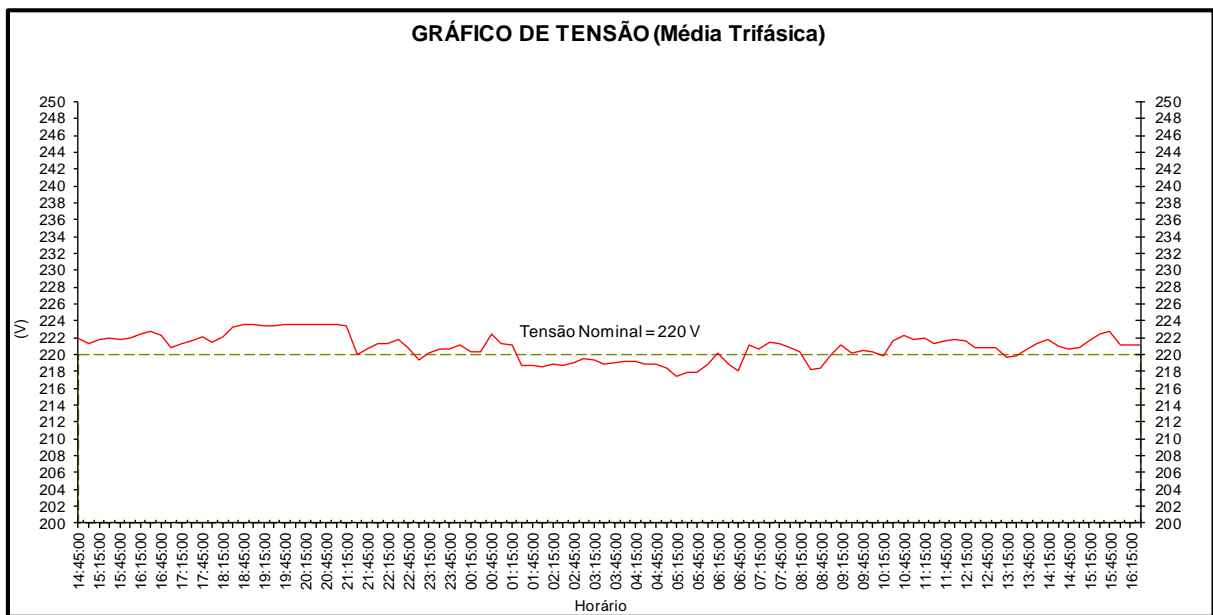


Figura 16 - Gráfico de Tensão.
Fonte: Software Embrasul, 2016.

A Figura 17 apresenta a corrente média trifásica.

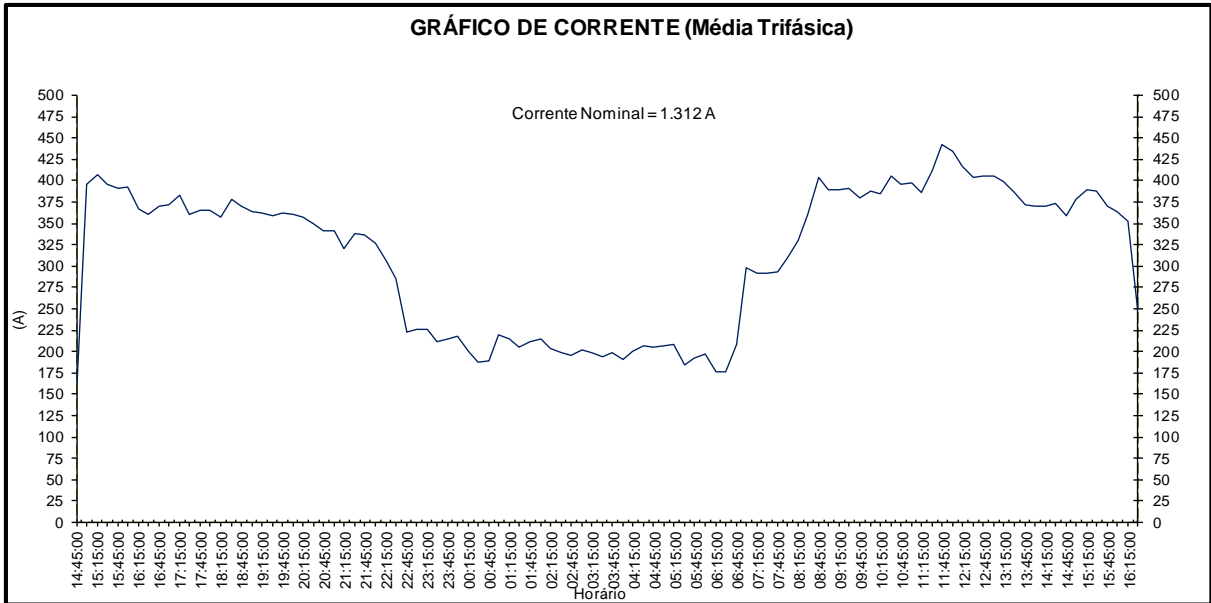


Figura 17 - Gráfico de Corrente.
Fonte: Software Embrasul, 2016.

A análise dos dados coletados baseia-se no fato de que a empresa estava trabalhando normalmente, refletindo com fidelidade a realidade do trabalho diário.

A Figura 18 apresenta o gráfico de fator de potência.

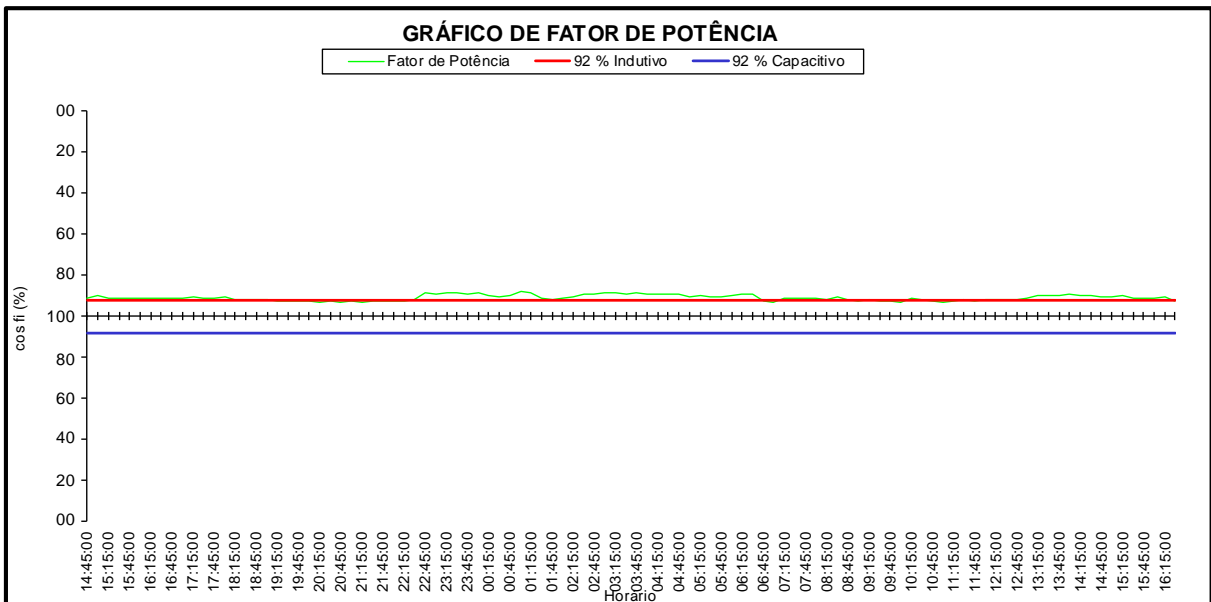


Figura 18 - Gráfico de Fator de Potência.
Fonte: Software Embrasul, 2016.

As faixas do gráfico estão definidas para um fator de potência indutivo de 92% das 06 h 00 min. às 00 h 00 min. e 92 % capacitivo no período da 00 h 00 min. às 06 h 00 min.

Um dado muito importante que será utilizado nos estudos seguintes é o consumo no horário de ponta. Este dado só é possível ser obtido quando a empresa não está utilizando um gerador de energia para suprir sua demanda, este dado vem registrado nos dados de memória de massa, ou através do analisador de energia.

Com os dados obtidos através da medição foi verificado nesse período um consumo na ponta de 412,75 kWh e o consumo registrado fora de ponta foi de 2.405,09 kWh. Este consumo na ponta representa 17,16% do consumo fora de ponta e este valor será utilizado para as simulações futuras.

A seguir são apresentados os dados de carga, tensão, corrente e fator de potência obtidos através do analisador de energia.

Carga (kW/kVA):

- Potência Ativa Máxima: 157 kW, às 11:45 no dia 31/07/16.
- Potência Aparente Máxima: 169 kW, às 11:45 no dia 31/07/16.
- Fator de Carga: 69,39%.
- Carregamento Máximo no Transformador: 33,78%.

Tensão (V):

- Variação da Tensão: -1,27% (217 V) e 1,9% (224 V) em relação a nominal 220V.
- OBS: Estes valores estão entre os níveis aceitáveis (+/- 5,0%), porém deve-se observar se estes valores afetam o funcionamento dos equipamentos.
- Desiquilíbrio Máximo de Tensão: 0,52% às 21:00:00 no dia 30/07/16.
- OBS: O desiquilíbrio máximo registrado está de acordo com a IEC 61000 – 2 – 12 que estabelece o limite máximo de 2%.
- Tensão Máxima Instantânea: 226 V.
 - Tensão Mínima Instantânea: 216 V.

Corrente (A):

- Corrente Média Máxima: 442 A às 11:45:00 no dia 31/07/16.
- Desequilíbrio Máximo de Corrente: 67,2% às 18:00:00 no dia 30/07/16.
- Corrente Máxima Instantânea: 483 A.

- Corrente Mínima Instantânea: 143 A.

Fator de Potência

- Fator de Potência mais crítico: 88,87%.

O fator de potência está fora das normas de tarifação horária, sendo assim, é necessário acrescentar 21 kVAr para corrigir o fator de potência para 95% e assim trabalhar com folga ou acrescentar 8 kVAr para correção do fator de potência para 92%, atingindo o mínimo exigido por lei.

3.2.2 Medição com o luxímetro

Em visita a instalação, foi realizado com o auxílio de um luxímetro, o levantamento da iluminância no Supermercado “A”.

Esta medição é importante para verificar se a iluminação atual do estabelecimento atende a NBR 8995.

Na Tabela 6 segue o resultado obtido em campo.

Tabela 6 - Medições com o Luxímetro.

Ambiente	Recomendado (lux)	Resultado	Foto
Saguão de entrada/ Área de Circulação	100	499	

Fonte: Autor.

Tabela 6 - Medições com o Luxímetro (continuação).

Ambiente	Recomendado (lux)	Resultado	Foto
Área de Venda	500	668	
Caixa Registradora	500	639	
Refeitório	200	415	

Fonte: Autor.

3.3 LEVANTAMENTO DAS GRANDEZAS FATURADAS

3.3.1 Resolução Vigente

Em consulta ao domínio eletrônico da ANEEL, entraram em vigor no Paraná, as novas tarifas que a concessionária de energia COPEL deve aplicar a partir do dia 21 de Junho de 2016. Esta resolução homologatória de nº 2.096 atualiza as tarifas de uso do sistema (TUSD) e também as tarifas de energia (TE). Os novos valores da tarifa de energia estão dispostos na Tabela 7. Todo ano ocorre uma atualização

tarifária autorizada pela ANEEL, e no Paraná esta atualização normalmente ocorre no mês de Junho.

Tabela 7 - Resolução Homologatória nº 2.096, 21/06/2016.

Modalidade Tarifária Azul											
SUBGRUPO	TUSD			TE							
	DEMANDA PONTA	DEMANDA FORA DE PONTA	R\$/kWh	PONTA				FORA DE PONTA			
				TE	BAND. * AMARELA	BAND. * VERMELHA (R\$/kWh)		TE	BAND. * AMARELA	BAND. * VERMELHA (R\$/kWh)	
	R\$/kW	R\$/kW	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	Patamar 01	Patamar 02	R\$/kWh	R\$/kWh	Patamar 01	Patamar 02
A3 (69kV)	9,58	3,11	0,05233	0,33912	0,01500	0,03000	0,04500	0,22159	0,01500	0,03000	0,04500
A3a (30 a 44kV)	26,41	10,56	0,05771	0,33912	0,01500	0,03000	0,04500	0,22159	0,01500	0,03000	0,04500
A4 (2,3 a 25kV)	26,41	10,56	0,05771	0,33912	0,01500	0,03000	0,04500	0,22159	0,01500	0,03000	0,04500
AS (Subterrâneo)	55,79	11,15	0,07217	0,33912	0,01500	0,03000	0,04500	0,22159	0,01500	0,03000	0,04500

Modalidade Tarifária Verde											
SUBGRUPO	TUSD			TE							
	DEMANDA R\$/kW	PONTA	FORA DE PONTA	PONTA				FORA DE PONTA			
				TE	BAND. * AMARELA	BAND. * VERMELHA (R\$/kWh)		TE	BAND. * AMARELA	BAND. * VERMELHA (R\$/kWh)	
	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	R\$/kWh	Patamar 01	Patamar 02	R\$/kWh	R\$/kWh	Patamar 01	Patamar 02
A3a (30 a 44kV)	10,56	0,69800	0,05771	0,33912	0,01500	0,03000	0,04500	0,22159	0,01500	0,03000	0,04500
A4 (2,3 a 25kV)	10,56	0,69800	0,05771	0,33912	0,01500	0,03000	0,04500	0,22159	0,01500	0,03000	0,04500
AS (Subterrâneo)	11,15	1,42455	0,07217	0,33912	0,01500	0,03000	0,04500	0,22159	0,01500	0,03000	0,04500

Fonte: Copel, 2016c.

Nesta nova resolução foi extinta a Tarifa Convencional. Com isso os consumidores que se enquadravam neste tipo tarifário tiveram que se adaptar e escolher entre a Tarifa Horária Azul ou Tarifa Horária Verde.

Diferente dos reajustes anuais, a revisão tarifária é realizada a cada quatro anos e tem por objetivo estabelecer o equilíbrio entre as receitas e investimentos feitos pela concessionária e as tarifas praticadas. Essa é a quarta rodada de revisão tarifária das concessionárias de energia em todo o Brasil, desde a assinatura dos contratos de concessão com o órgão regulador, em 1999. Conforme critérios da agência reguladora, em ano de revisão tarifária nas concessionárias o reajuste anual não é feito.

Para os consumidores de alta tensão, grupo que reúne o setor industrial, a redução média girou em torno de 11,6%.

De acordo com Antônio Guetter, diretor-presidente da Copel Distribuição, a queda do preço foi possível graças ao aumento do nível dos reservatórios das hidrelétricas. Com isso, grande parte das usinas térmicas, mais caras, foram

desligadas, o que barateou o custo de produção da energia. “A redução de encargos setoriais e o aumento de eficiência da companhia também contribuíram”, destaca Guetter (GUETTER, 2016).

3.3.2 Análise de Fatura dos últimos 12 meses de faturamento

É muito importante a empresa fazer a análise do seu consumo de energia elétrica, pois ela permite a identificação de problemas ocorridos e que devem ser evitados no futuro. A partir dessa análise também é possível fazer projeções de consumo em função da produção, para saber quais valores a empresa pode atingir, verificando assim a sua situação em relação ao consumo de energia e a melhor forma de utilizá-la na tarifa horária.

Para melhor entendimento e verificação do perfil de consumo do cliente, foi realizado o levantamento dos dados das grandezas elétricas faturadas nos últimos 12 meses sendo os meses entre julho e dezembro do ano de 2015 mostrados na Tabela 8 e entre janeiro e julho do ano de 2016 mostrados na Tabela 9. Com isso, pode ser feito um estudo mais detalhado e específico para tomada de decisões que possam apresentar resultados mais satisfatórios.

Tabela 8 - Análise das faturas de Julho a Dezembro de 2015.

Cliente: SUPERMECADO "A"										
TARIFA HORÁRIA VERDE - ANO: 2.015										
Mês	Horário	Demanda (kW)			Consumo (kWh)		Custo Unitário (R\$/kWh)	Custo (R\$/mês)		Observações
		Contrato	Medida	Excedente Reativo	Medido	Excedente Reativo		Parcial	Custo Total	
Jul.	Fora	230	229,46	0,00	95.766	380	0,5936	56.850,02	57.881,17	Bandeira Vermelha
	Ponta		140,52		659	1	1,5647	1.031,15		R\$ 8.158,68
Ago.	Fora	230	223,17	0,00	98.475	159	0,6394	62.967,55	64.299,98	Bandeira Vermelha
	Ponta		162,75		788	0	1,6909	1.332,42		R\$ 8.382,28
Set.	Fora	230	223,17	0,00	94.642	82	0,6297	59.599,52	61.584,48	Bandeira Vermelha
	Ponta		175,94		1.191	0	1,6666	1.984,96		R\$ 7.798,55
Out.	Fora	230	234,78	0,00	93.185	63	0,6176	57.554,45	59.176,47	Bandeira Vermelha
	Ponta		174,52		981	0	1,6534	1.622,02		R\$ 6.420,40
Nov.	Fora	230	246,59	0,00	102.670	16	0,6222	63.877,01	63.930,13	Bandeira Vermelha
	Ponta		1,00		32	0	1,6600	53,12		R\$ 7.032,12
Dez.	Fora	230	241,67	0,00	98.185	0	0,6405	62.888,14	62.888,20	Bandeira Vermelha
	Ponta		1,00		0	0	0,6105	0,06		R\$ 6.925,27
Média	Fora	230	233	0	97.154	117	0,6238	60.622,78	61.626,74	
	Ponta		112		522	0	1,4744	1.003,96		

Fonte: Autor.

Tabela 9 - Análise das faturas de Janeiro a Julho de 2016.

Cliente: SUPERMECADO "A"										
TARIFA HORÁRIA VERDE - ANO: 2.016										
Mês	Horário	Demanda (kW)			Consumo (kWh)		Custo Unitário (R\$/kWh)	Custo (R\$/mês)		Observações
		Contrato	Medida	Excedente Reativo	Medido	Excedente Reativo		Parcial	Custo Total	
Jan.	Fora	230	258,79	0,00	104.410	8	0,6451	67.357,26	67.357,26	Bandeira Vermelha R\$ 7.374,79
	Ponta		0,00		0	0	0,0000	0,00		
Fev.	Fora	230	247,77	0,00	105.353	3	0,6445	67.902,39	67.902,39	Bandeira Vermelha R\$ 7.190,12
	Ponta		0,00		0	0	0,0000	0,00		
Mar.	Fora	230	246,98	0,00	98.382	0	0,6217	61.166,95	61.183,93	Bandeira Vermelha R\$ 4.028,39
	Ponta		0,00		10	0	1,6982	16,98		
Abr.	Fora	230	235,17	0,00	98.104	0	0,5885	57.730,30	57.909,95	Bandeira Amarela R\$ 2.015,02
	Ponta		0,00		108	0	1,6634	179,65		
Mai.	Fora	230	232,61	0,00	97.539	7	0,5632	54.937,03	55.341,18	Bandeira Verde
	Ponta		57,22		248	0	1,6296	404,15		
Jun.	Fora	230	200,73	0,00	91.675	0	0,5628	51.599,08	52.225,75	Bandeira Verde
	Ponta		84,67		385	0	1,6277	626,67		
Jul.	Fora	230	205,45	0,00	86.202	0	0,5281	45.522,08	46.589,64	Bandeira verde
	Ponta		151,49		664	0	1,6078	1.067,56		
Média	Fora	230	233	0	97.381	3	0,5934	58.030,73	58.358,59	
	Ponta		42		202	0	1,1752	327,86		

Fonte: Autor.

Apenas com esta análise de levantamento de dados de consumo, pode-se verificar que ocorreu ultrapassagem de demanda nos meses que antecedem o verão e também nos meses de verão. Uma vez que as temperaturas normalmente são mais altas e se intensifica a utilização de equipamentos de refrigeração. No caso de um supermercado, aumenta-se a utilização do sistema de condicionamento de ar, assim como a utilização de freezers e geladeiras, época em que acontece uma rotatividade maior de bebidas frias, congelados e sorvetes.

Também se pode observar que o consumo no horário de ponta é praticamente zero. Ou seja, este supermercado utiliza-se de gerador no horário de ponta para amenizar seus custos neste horário, que na Tarifa Horária Verde tem seu valor muito elevado em relação à tarifa fora de ponta.

É possível visualizar a utilização de energia reativa, consequência de baixo fator de potência, menor que 92%. Isso ocorreu apenas em alguns meses (Jul. à Nov.) do ano de 2015. Para resolver essa situação recomenda-se a instalação de banco de capacitores ou apenas regulagem do controlador horário, que talvez esteja entrando em horário errado. No ano de 2016, este problema praticamente não ocorreu, devido à manutenção e/ou instalação correta da quantidade de capacitores necessários.

3.3.3 Análise de demanda Ideal

Este estudo tem como objetivo definir a demanda ideal a ser contratada pelo supermercado visando o menor custo possível, analisando variáveis como demanda não usada e as ultrapassagens ocorridas no período estipulado. O período de análise corresponde aos últimos doze meses de faturamento de Agosto de 2015 até Julho de 2016. Esta análise compara os custos da situação real com a situação projetada.

Para esta análise foi considerado as tarifas da resolução homologatória nº 2.096 e valores de impostos vigente do mês de Julho de 2016, PIS = 1%, COFINS = 4,7% e ICMS = 29%.

Na situação projetada, conforme Tabela 10, a demanda ideal a ser contratada seria de 237 kW, este valor é obtido através de uma planilha com um macro que faz o comparativo das ultrapassagens de demanda e das demandas não usadas e apresenta qual é a demanda a ser contratada que gera o menor custo final. Os custos referentes a ultrapassagens e de demanda não utilizada ficariam em torno de R\$ 1.868,7. Já na situação real esses custos somaram um valor de R\$ 3.724,75. Logo, com esta nova situação, a economia anual gerada a partir desta nova contratação seria de R\$ 1.856,05 por ano.

Tabela 10 - Estudo de Demanda Ideal fora de ponta.

ESTUDO DE DEMANDA CONTRATADA - FORA DE PONTA - ANO: 2.015/2.016														
	SITUAÇÃO ATUAL							SITUAÇÃO PROJETADA						
	<i>Demanda (kW)</i>					<i>Custos Excessivos (R\$ / mês)</i>		<i>Demanda (kW)</i>				<i>Custos Excessivos (R\$ / mês)</i>		
	<i>Contratada</i>	<i>Medida</i>	<i>Faturada</i>	<i>Não Usada</i>	<i>Ultrap.</i>	<i>Não Usada</i>	<i>Ultrap.</i>	<i>Contratada</i>	<i>Faturada</i>	<i>Não Usada</i>	<i>Ultrap.</i>	<i>Não Usada</i>	<i>Ultrap.</i>	
<i>Ago</i>	230	223	230	7	0	76,48	0,00	237	237	14	0	151,85	0,00	
<i>Set</i>	230	223	230	7	0	76,48	0,00	237	237	14	0	151,85	0,00	
<i>Out</i>	230	235	230	0	0	0,00	0,00	237	237	2	0	21,84	0,00	
<i>Nov</i>	230	247	247	0	17	0,00	536,57	237	247	0	0	0,00	0,00	
<i>Dez</i>	230	242	242	0	12	0,00	377,44	237	242	0	0	0,00	0,00	
<i>Jan</i>	230	259	259	0	29	0,00	931,16	237	237	0	22	0,00	713,49	
<i>Fev</i>	230	248	248	0	18	0,00	574,74	237	248	0	0	0,00	0,00	
<i>Mar</i>	230	247	247	0	17	0,00	549,18	237	247	0	0	0,00	0,00	
<i>Abr</i>	230	235	230	0	0	0,00	0,00	237	237	2	0	17,47	0,00	
<i>Mai</i>	230	233	230	0	0	0,00	0,00	237	237	4	0	46,14	0,00	
<i>Jun</i>	230	201	230	29	0	327,77	0,00	237	237	36	0	403,14	0,00	
<i>Jul</i>	230	205	230	25	0	274,92	0,00	237	237	31	0	350,28	0,00	
	TOTAL			67	92	755,66	2.969,09	TOTAL		102	22	1.142,56	713,49	
	Total Custo Excessivo (R\$ / ano)					3.724,75		Total Custo Excessivo (R\$ / ano)					1.856,05	
	Contratar					237 kW		Economia					1.868,7 R\$ / Ano	

Fonte: Autor.

3.3.4 Memória de massa (Julho de 2016)

Através dos dados de memória de massa disponibilizados pela concessionária de energia, em sua agência virtual, foi feita uma análise utilizando os dados do último mês de medição disponível, com intuito de verificar o perfil de utilização da demanda do cliente. O Período de medição corresponde do dia 04 de Junho de 2016 até o dia 03 de Julho de 2016. A Figura 19 corresponde à demanda máxima ativa registrada por hora durante essa medição e também a demanda média registrada por hora.

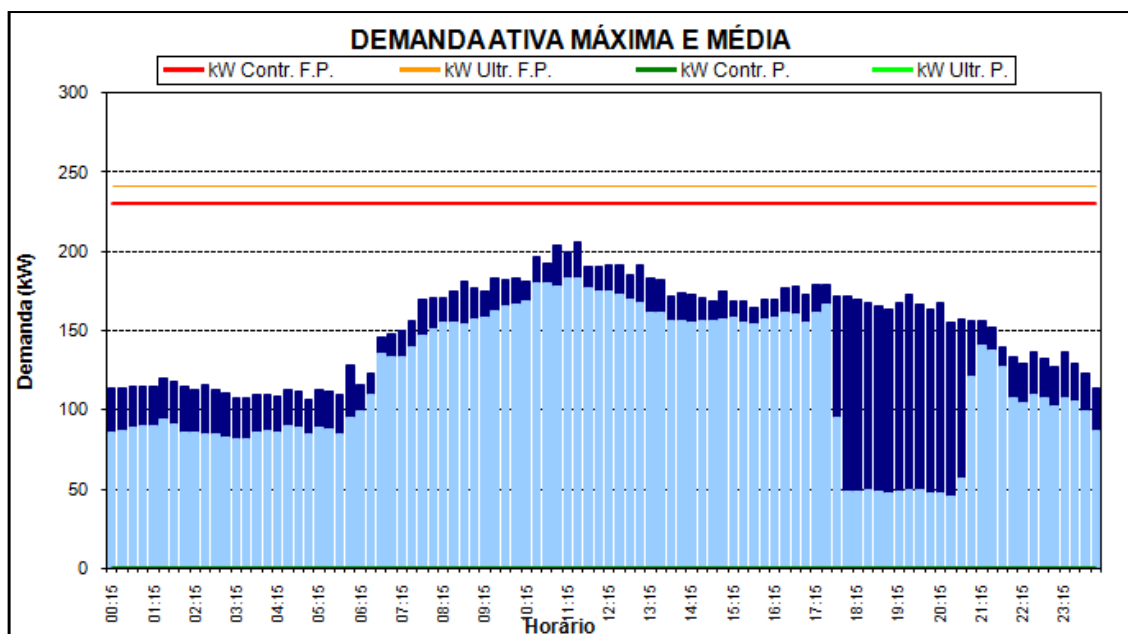


Figura 19 - Demanda ativa máxima e média.
Fonte: Autor.

Pode-se verificar analisando a Figura 19, que horário da máxima demanda registrada e também faturada neste mês ocorreu às 11 horas e 30 minutos. O valor da máxima demanda registrada foi de 205,45 kW. Através da Figura 20, verifica-se que o dia da máxima demanda registrado ocorreu no dia 28 de Junho de 2016.

O valor de demanda contratada pelo Supermercado “A” é de 230 kW, e o limite de ultrapassagem permitido pela Copel é de até 5%, ou seja, poderia chegar até o valor de 241,5 kW, sem necessitar pagar multa por ultrapassagem de demanda.

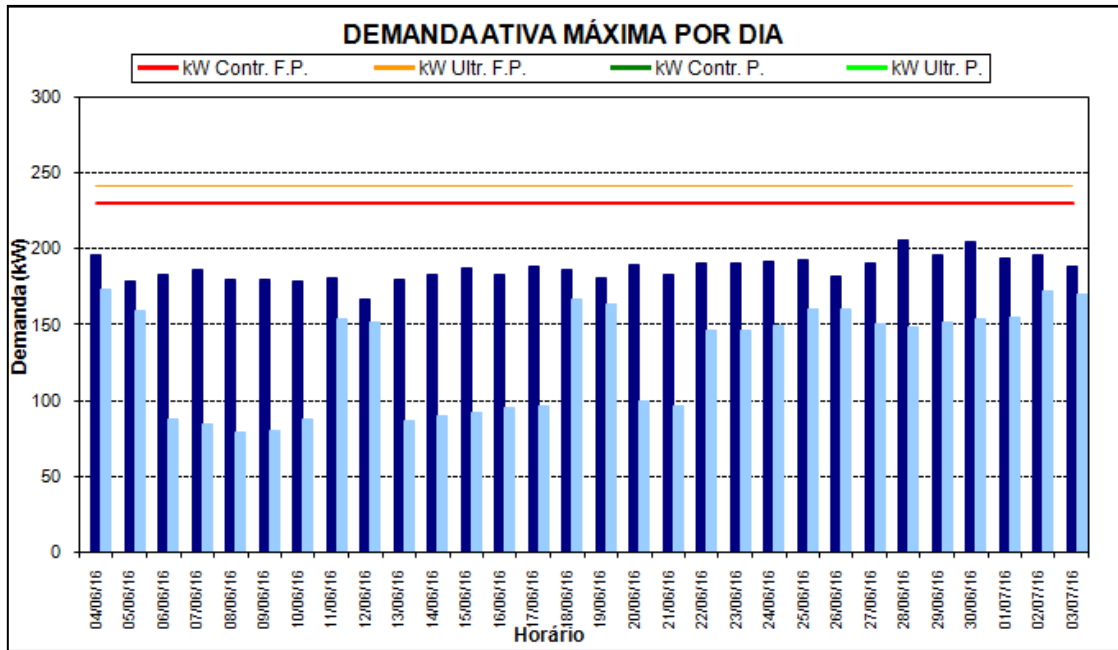


Figura 20 - Demanda máxima por dia.
Fonte: Autor.

Na Figura 21, são apresentados o consumo máximo (faixa mais clara) e o consumo médio (faixa mais escura) por hora. Podemos notar que o consumo médio está próximo do consumo máximo, isso indica que o “Supermercado A” tem um consumo de energia médio diário constante, não são grande as variações durante o mês.

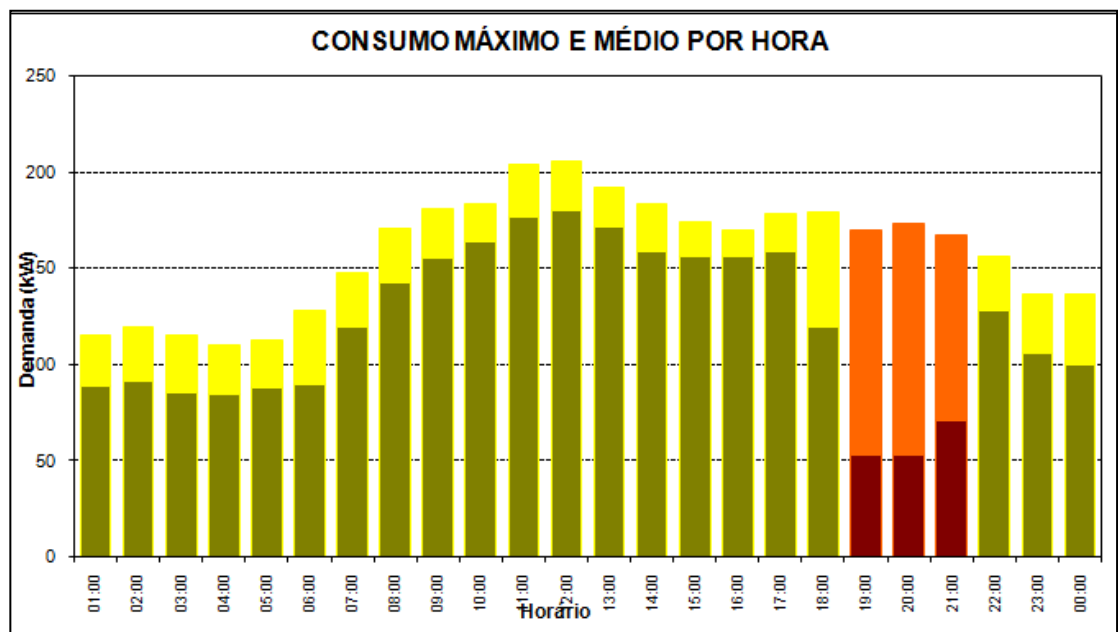


Figura 21 - Consumo Máximo e Médio por Hora.
Fonte: Autor.

3.3.4.1 Perfil de curva de carga do consumidor (04/06/16) até (11/06/16)

Ainda com os dados de memória de massa, foi realizado um estudo do perfil de carga do cliente analisando a demanda diária.

Através dessa análise é possível observar a curva de demanda diária do supermercado estudado.

Na Figura 22 e na Figura 23 temos o final de semana, como não é cobrado o horário de ponta, observamos que existe consumo de energia em todas as horas do dia. Já nos dias úteis, Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27 e Figura 28 onde ocorrem o horário de pico, é verificada a entrada do gerador para suprir a energia consumida neste horário, ocasionando um vale no gráfico.

Com relação ao funcionamento do gerador durante o horário de ponta é necessário sincronizar a hora de entrada e saída conforme o horário do medidor da Copel, pois durante o mês de Julho / 16 a entrada do gerador ocorreu às 17 horas e 45 minutos e a saída foi às 20 horas e 45 minutos. Essa falta de sincronismo representou um custo aproximado de R\$ 798,71. Este cálculo é baseado na diferença do custo do gerador menos custo fora de ponta vezes o consumo nesse intervalo (gerador entrando adiantado) mais o custo na ponta menos o custo do gerador vezes o consumo nesse intervalo.

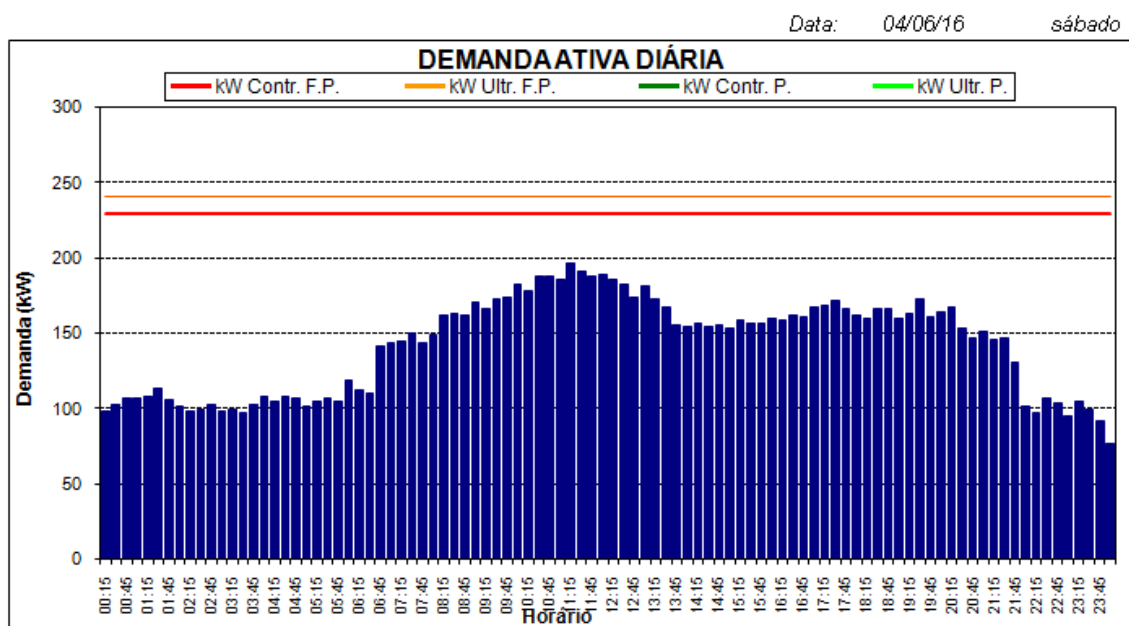


Figura 22 - Demanda Ativa Diária (sábado).

Fonte: Autor

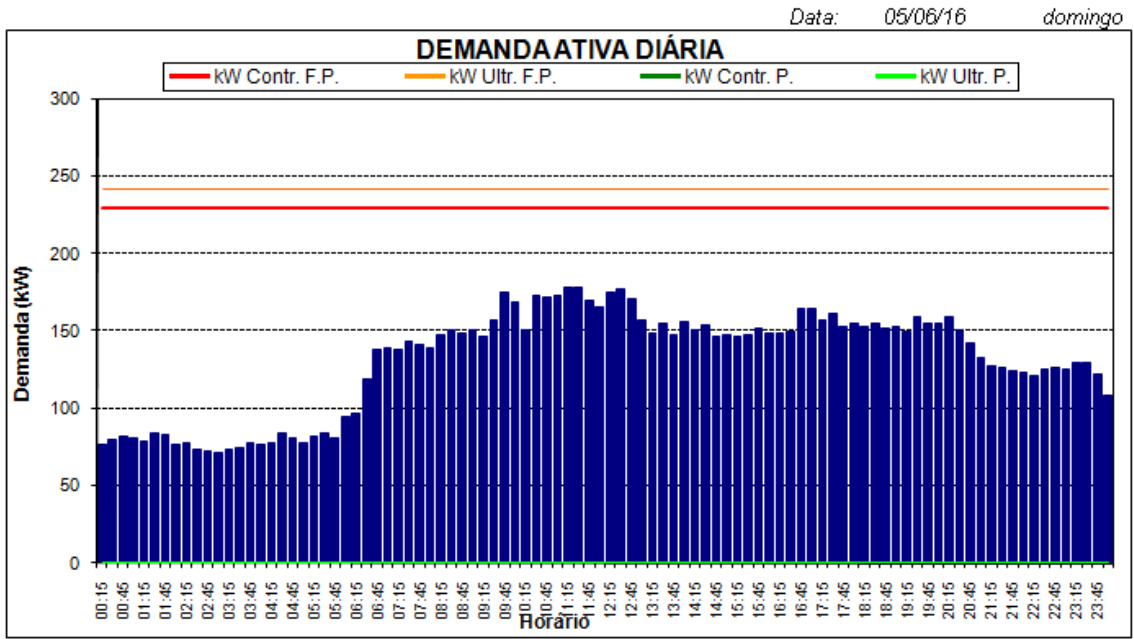


Figura 23 - Demanda Ativa Diária (domingo).
 Fonte: Autor.

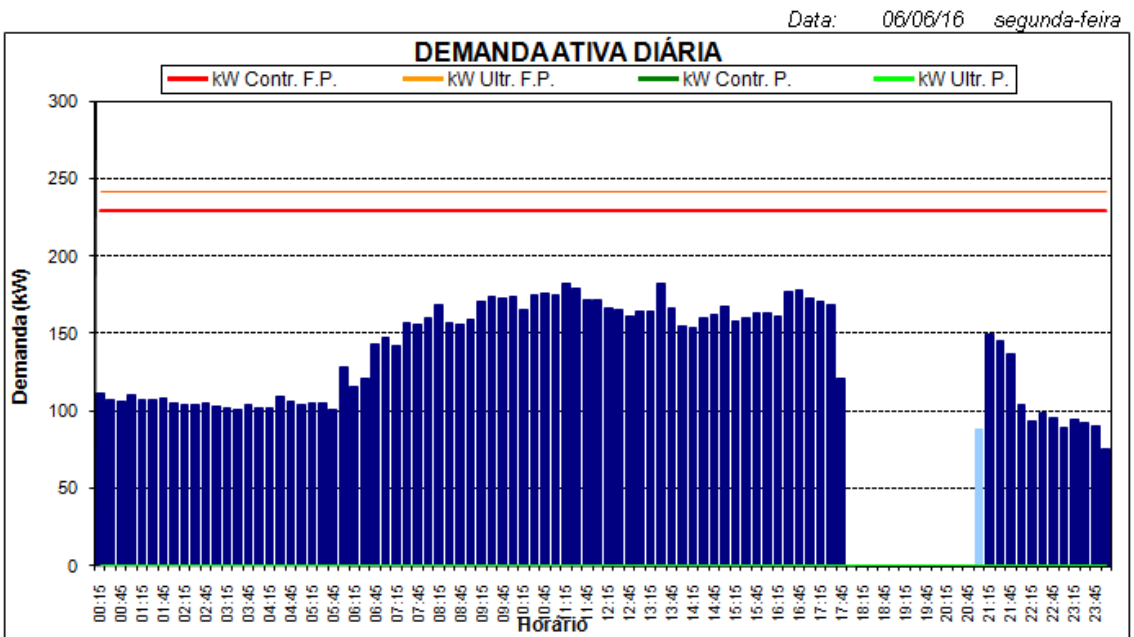


Figura 24 - Demanda Ativa Diária (segunda-feira).
 Fonte: Autor.

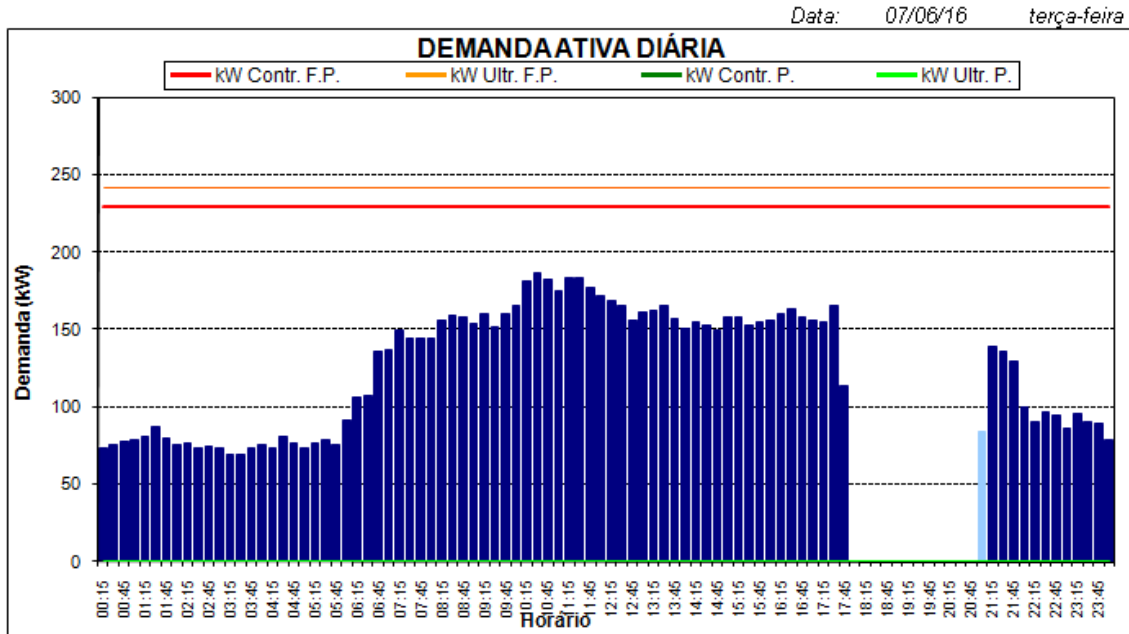


Figura 25 - Demanda Ativa Diária (terça-feira).
 Fonte: Autor.

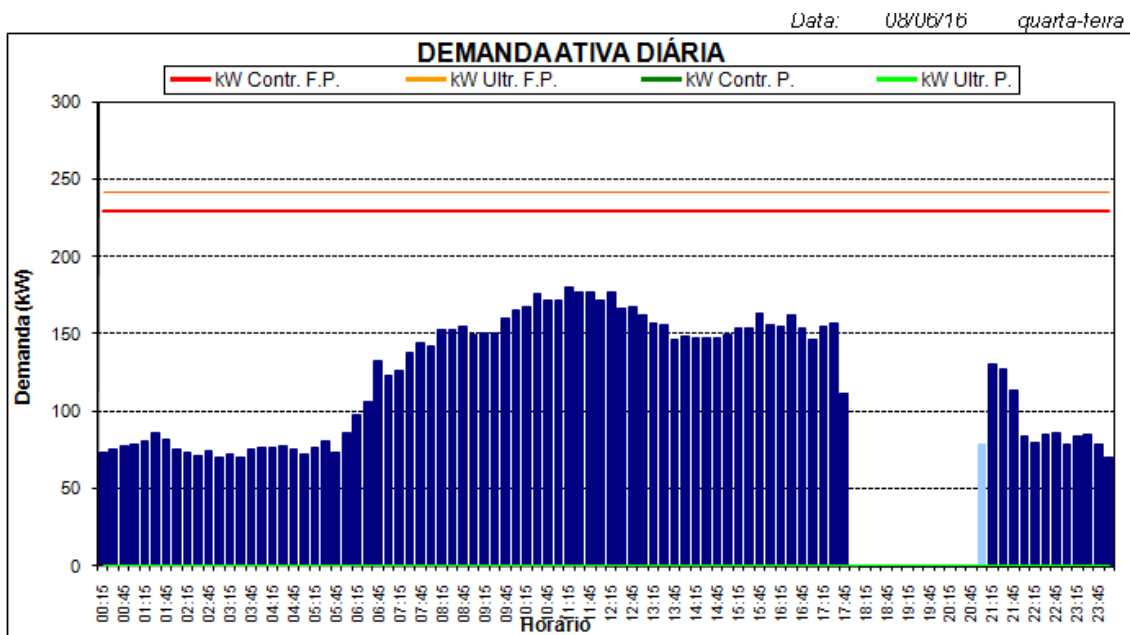


Figura 26 - Demanda Ativa Diária (quarta-feira).
 Fonte: Autor.

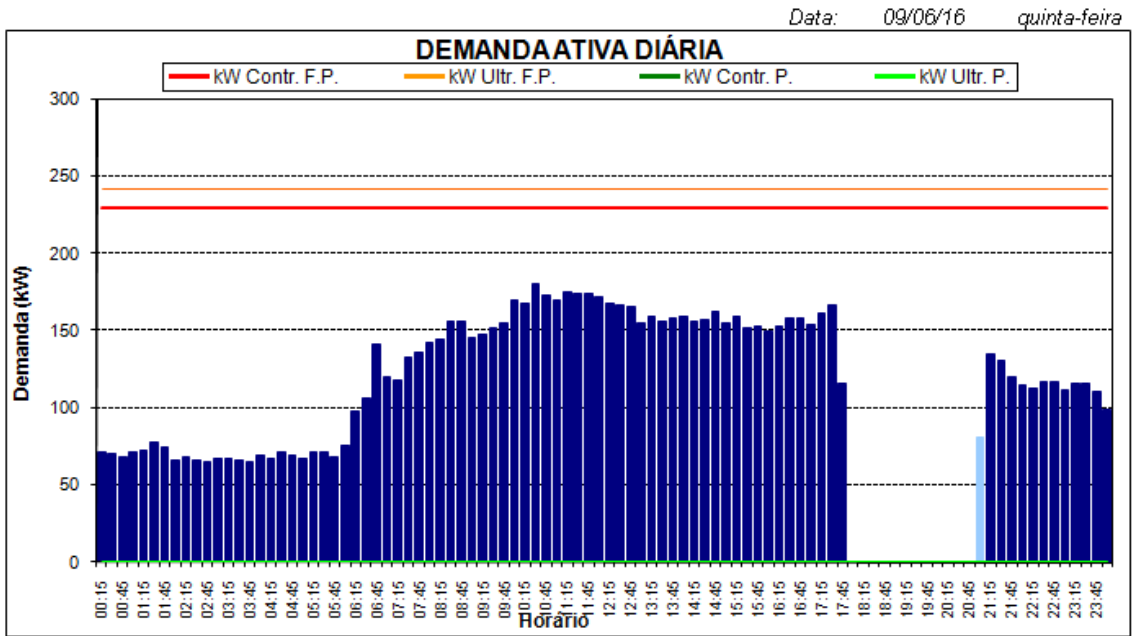


Figura 27- Demanda Ativa Diária (quinta-feira).
 Fonte: Autor.

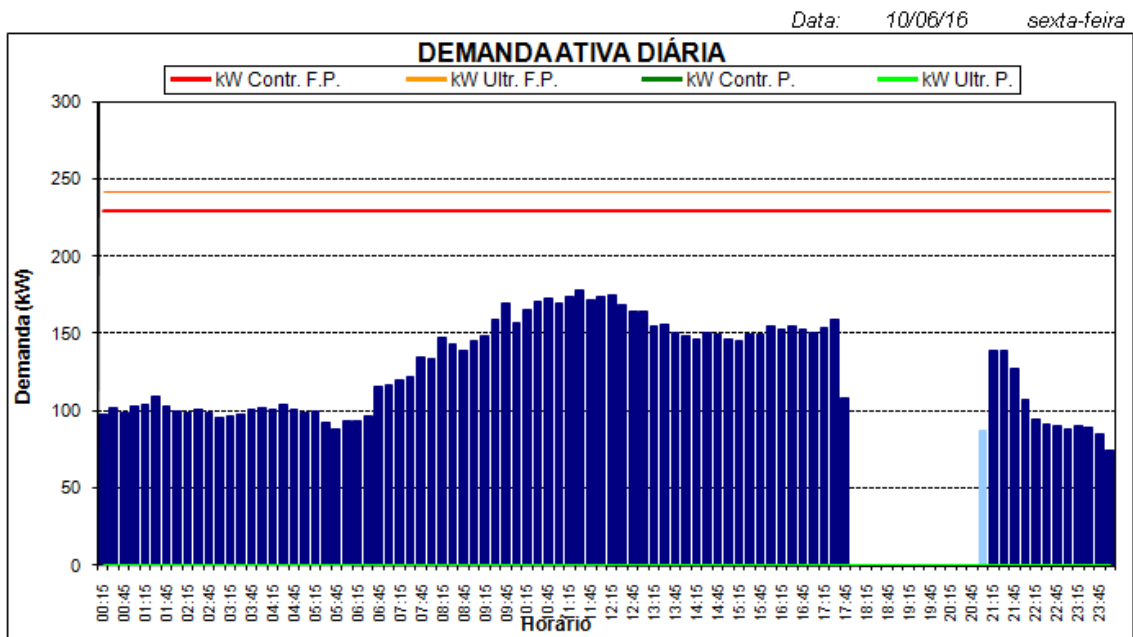


Figura 28 - Demanda Ativa Diária (sexta-feira).
 Fonte: Autor.

3.3.4.2 Necessidade Capacitiva

Com relação ao fator de potência foi constatado que está faltando capacitores para suprir a necessidade da empresa. Na Figura 29 é mostrado a necessidade capacitiva para correção do fator de potência para 95% a cada hora, nele observamos que o pico máximo foi de 43 kVAr e ocorreu as 23 horas. Também vemos que da 01 hora até as 06 horas não são necessárias nenhuma correção.

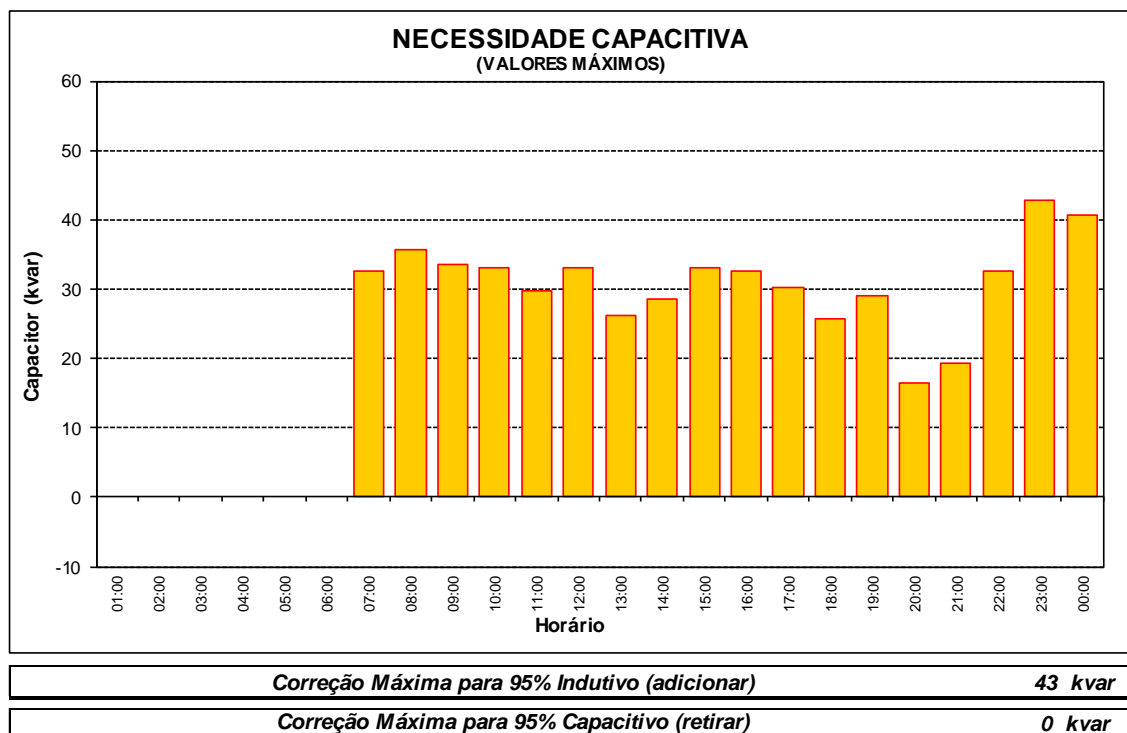


Figura 29 - Necessidade Capacitiva.
Fonte: Autor.

3.4 ESTUDO LUMINOTÉCNICO

Neste estudo é apresentada a situação atual do Supermercado “A”, com lâmpadas fluorescentes T5 - 1200 mm, com potência de 54W + 6W do reator.

Estas lâmpadas estão dispostas em 8 fileiras com 45 luminárias e 2 fileiras com 36 luminárias, totalizando 432 luminárias com uma potência total instalada de 25,92 kW.

A Iluminância obtida no local ficou bem próxima do simulado no software Dialux, e está dentro dos padrões estabelecidos pela NBR 8995.

Na Figura 30, é mostrado o arranjo das luminárias no Supermercado “A”.

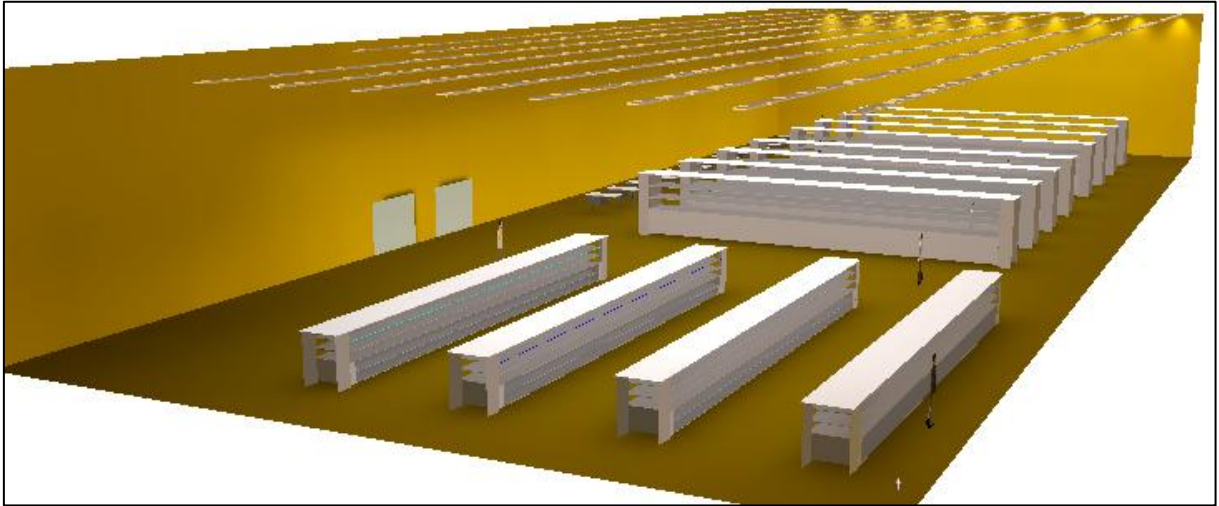


Figura 30 - Arranjo atual com luminárias fluorescente 54W.
Fonte: Software Dialux, 2016.

Na Figura 31, temos o mesmo arranjo, porém apresentado em escala de cores falsas, um recurso do software Dialux capaz de apresentar a iluminância em escala de cores facilitando a visualização dos diferentes índices de iluminância no mesmo ambiente.

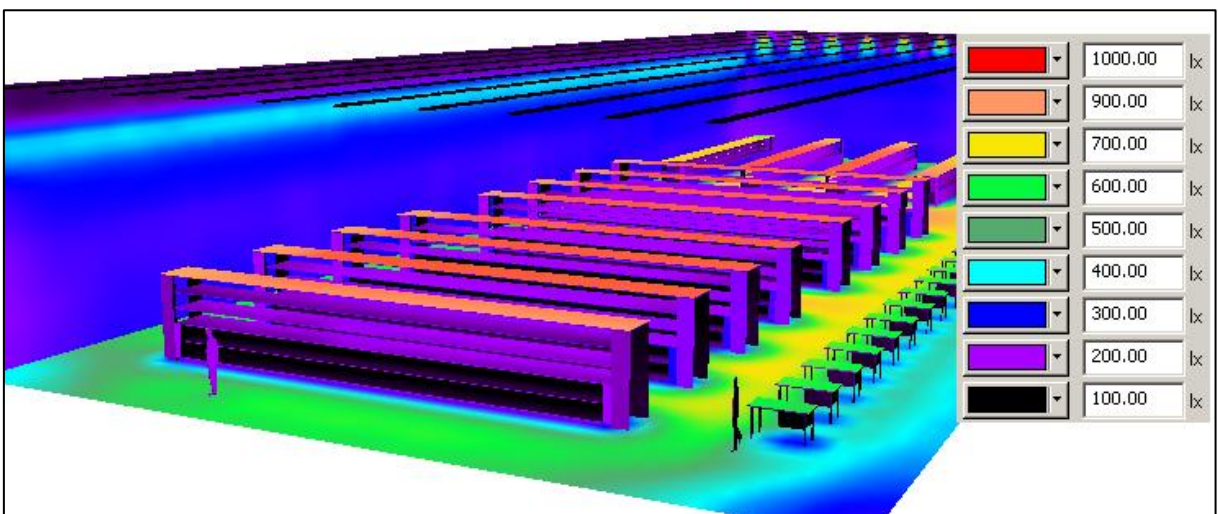


Figura 31 - Arranjo atual em escala de cores falsas.
Fonte: Software Dialux, 2016.

O software Dialux disponibiliza também um resumo com os índices de iluminância média. De acordo com os dados da Figura 32, é possível observar que a iluminância média no plano de uso teve o valor de 562 Lux.

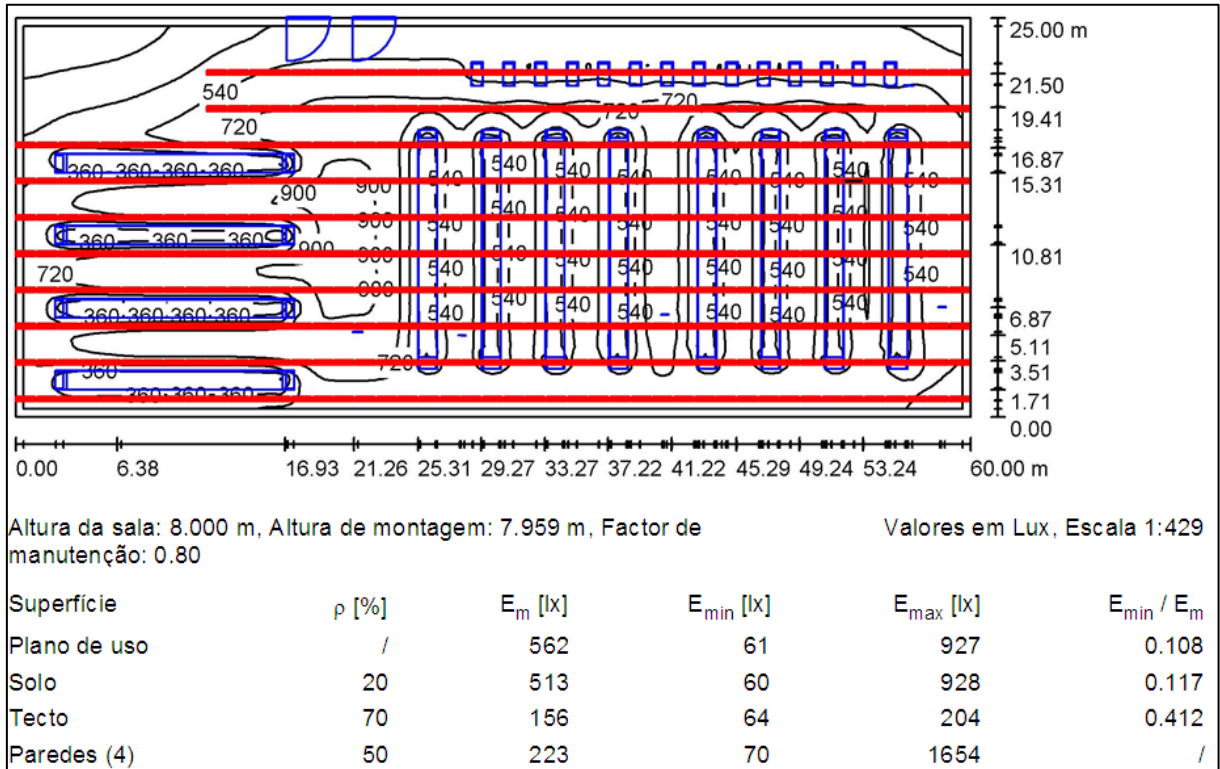


Figura 32 - Resumo Dialux.
Fonte: Software Dialux, 2016.

4. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 OPÇÕES TARIFÁRIAS (VERDE, AZUL E MERCADO LIVRE)

Para a escolha da melhor opção tarifária foi utilizada uma planilha que calcula o custo mensal para as duas opções tarifárias verde ou azul (Tabela 11). Nesta planilha são dados de entrada, a demanda e o consumo ativo e reativo, e os dados de saída são o custo mensal em reais e o custo por MWh (R\$/MWh).

Tabela 11 - Planilha de Opção Tarifária.

Comparativo Tarifário			Tarifa Verde		Tarifa Azul		
Demanda		Contratada (kW)	Faturado (não usada)		Faturado (não usada)		
		Fora	Ponta	Fora	Ponta	Fora	Ponta
	(A)	230	230	76,48	0	76,48	191,28
		Medida (kW)	Faturado		Faturado		
		Fora	Ponta	Fora	Ponta	Fora	Ponta
	(B)	223,17	223,17	3609,00	0	3609,00	9025,911
Consumo		Ativo (kWh)	Faturado		Faturado		
		Fora	Ponta	Fora	Ponta	Fora	Ponta
	(C)	98.475,00	16.898	42119,55	26838,55	42119,55	10269,15
		Exc. Reativo	Faturado		Faturado		
		Fora	Ponta	Fora	Ponta	Fora	Ponta
		0	0	0,00	0	0,00	0
Custo	(D)	TOTAL	R\$ 72.643,59		R\$ 65.291,38		
		Preço Médio (R\$/MWh)	629,64		565,91		
		Fator de Carga	F. Ponta	Ponta	F. Ponta	Ponta	
			66%	115%	66%	115%	

Fonte: Autor.

Algumas premissas foram adotadas no preenchimento da planilha, primeiramente na linha (A) temos a demanda contratada na ponta sendo igual a fora de ponta, em (B) temos algo semelhante onde a demanda medida da ponta foi considerada como igual a fora da ponta. Outra medida adotada na linha (C) foi considerar para o consumo da ponta como sendo 17,16% do consumo fora de ponta, conforme dados obtidos através do analisador de energia. Esse consumo não pode ser observado nas faturas devido ao fato do Supermercado “A” utilizar gerador no horário da ponta.

Nas colunas “Tarifa Verde” e “Tarifa Azul” estão o valor em R\$ para cada parcela do cálculo e na linha (D), temos o resultado final que é a soma das parcelas e o valor final do custo de energia para as duas opções tarifárias.

Por fim, os impostos utilizados foram PIS 1%, COFINS 4,7% e ICMS 29%, juntamente com as tarifas atualizadas já apresentadas neste trabalho (Copel, 2016d).

Utilizando a planilha acima fizemos uma simulação mês a mês e o período de um ano, para verificar qual opção nós dá o menor custo. A Tabela 12 abaixo mostra o resultado destas simulações. Também foi construído um gráfico comparando a Tarifa Verde x Tarifa Azul, conforme Figura 33, para se ter uma idéia visual dos resultados.

Tabela 12 - Resultados Comparativos Tarifa Verde x Tarifa Azul.

Mês	Tarifa Verde	Tarifa Azul
jul/15	R\$ 72.643,59	R\$ 65.291,38
ago/15	R\$ 69.959,49	R\$ 63.252,22
set/15	R\$ 69.050,48	R\$ 62.866,64
out/15	R\$ 76.420,00	R\$ 70.459,80
nov/15	R\$ 73.040,64	R\$ 67.238,13
dez/15	R\$ 78.230,33	R\$ 73.457,61
jan/16	R\$ 78.356,05	R\$ 72.087,57
fev/16	R\$ 73.436,21	R\$ 68.244,82
mar/16	R\$ 72.501,36	R\$ 65.505,63
abr/16	R\$ 72.064,32	R\$ 65.060,11
mai/16	R\$ 67.770,22	R\$ 61.283,08
jun/16	R\$ 63.961,17	R\$ 58.453,62
Total:	R\$ 867.433,86	R\$ 793.200,61
Melhor opção tarifária		Tarifa Azul
Economia Anual		8,56%
		R\$ 74.233,25

Fonte: Autor.

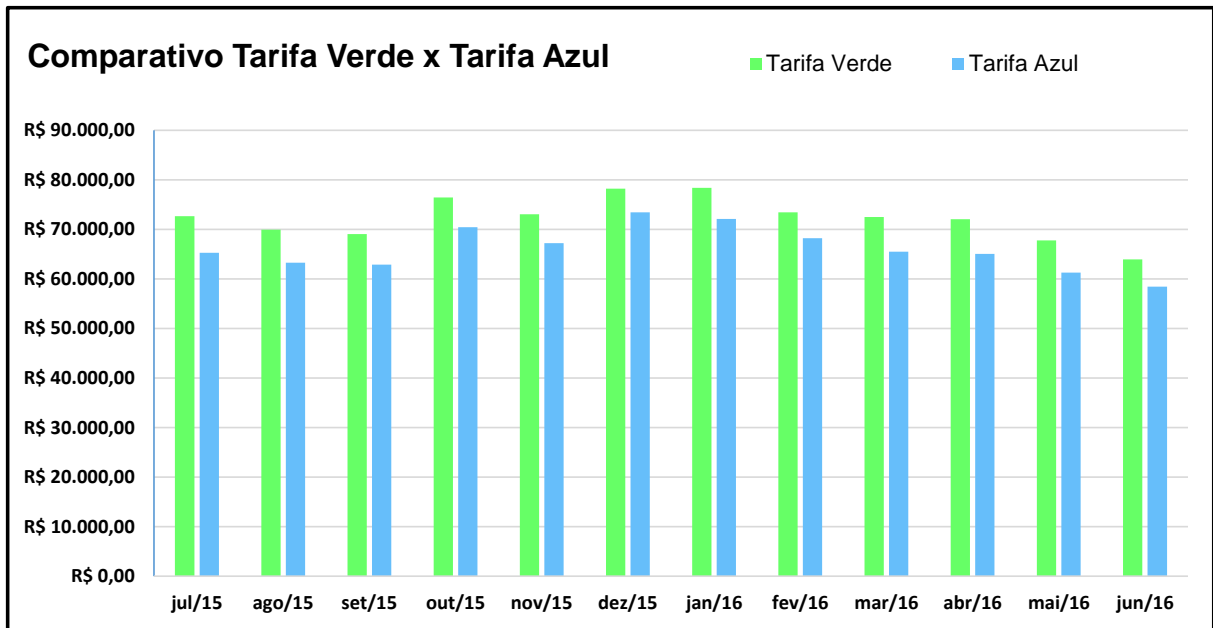


Figura 33 - Gráfico Comparativo Tarifa Verde x Tarifa Azul
Fonte: Autor.

Pode-se observar no final da Tabela 12 a economia anual, que é a soma dos custos da simulação no período de um ano, e que a melhor opção tarifária para o Supermercado “A” é a tarifa azul, que nos dá um total de R\$ 74.233,25 a menos em um ano em relação a tarifa verde.

4.2 ESTUDO DE ECONOMIA COM AJUSTE DE DEMANDA.

Como mostrado anteriormente, o Supermercado “A” pagou multas por ultrapassagem de demanda. Sua demanda contratada é de 230 kW e pode e como o limite de ultrapassagem é de 5% ele pode chegar até um valor de 241,5 kW sem pagar multa por ultrapassagem de demanda. Visando corrigir essas multas, foi calculado a demanda ideal a ser contratada para que não ocorram mais multas.

O resultado mostrou que a demanda ideal a ser contratada é de 237 kW, sendo assim, foi adotado um valor próximo, 240 kW, como o melhor valor a ser contratado. Na Tabela 13, é apresentada a análise feita sobre os custos da demanda, e das ultrapassagens.

Tabela 13 - Economia com Ajuste de Demanda.

Mês		Demanda			Demanda não usada		Ultrapassagem	
		Medida (kW)	Faturada (kW)	Custo (R\$)	(kW)	Custo (R\$)	(kW)	Custo (R\$)
jul/15	Fora	229	229	2.205,50	1	3,59	0	0
	Ponta	141						
ago/15	Fora	223	223	2.364,33	7	50,04	0	0
	Ponta	163						
set/15	Fora	223	223	2.333,13	7	49,61	0	0
	Ponta	176						
out/15	Fora	235	235	2.454,52	0	0	0	0
	Ponta	175						
nov/15	Fora	247	247	2.589,12	0	0	17	348,38
	Ponta	1						
dez/15	Fora	242	242	2.613,67	0	0	12	252,42
	Ponta	1						
jan/16	Fora	259	259	2.802,79	0	0	29	623,61
	Ponta	0						
fev/16	Fora	248	248	2.709,36	0	0	18	388,63
	Ponta	0						
mar/16	Fora	247	247	2.697,78	0	0	17	70,95
	Ponta	0						
abr/16	Fora	235	235	2.548,27	0	0	0	0
	Ponta	0						
mai/16	Fora	233	233	2.500,00	0	0	0	0
	Ponta	57						
jun/16	Fora	201	201	2.154,76	29	216,44	0	0
	Ponta	85						
jul/16	Fora	205	205	2.610,44	25	215,49	0	0
	Ponta	151						
Total:			32.583,67	69	535,17	93	1683,99	

Fonte: Autor.

Através da análise da Tabela 13, no período de julho de 2015 a julho de 2016, o Supermercado "A" pagou R\$ 1.683,99 com ultrapassagem de demanda. Caso fosse feito um ajuste na demanda contratada para o valor de 240 kW, a empresa em questão, não pagaria mais estas multas, e poderia chegar até um valor de 252 kW na demanda medida (limite de ultrapassagem 5% da demanda contratada).

4.3 ESTUDO DE ECONOMIA COM CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA.

A Tabela 14 apresenta um levantamento realizado visando obter o custo com excedente reativo que o Supermercado “A” teve no período de Julho de 2015 a Julho 2016. Este levantamento tem como objetivo determinar se o “Supermercado A” precisa da instalação ou ampliação de um banco de capacitores. Estes dados foram tirados das faturas de energia elétrica.

Tabela 14 - Economia com correção do fator de potência.

Mês		Excedente Reativo	
		Medido (kWh)	Custo (R\$)
jul/15	Fora	380	148,43
	Ponta	1	0,39
ago/15	Fora	159	69,1
	Ponta	0	0,00
set/15	Fora	82	35,17
	Ponta	0	0,00
out/15	Fora	63	27,01
	Ponta	0	0,00
nov/15	Fora	16	6,87
	Ponta	0	0,00
dez/15	Fora	0	0,00
	Ponta	0	0,00
jan/16	Fora	8	3,58
	Ponta	0	0,00
fev/16	Fora	3	1,34
	Ponta	0	0,00
mar/16	Fora	0	0,00
	Ponta	0	0,00
abr/16	Fora	0	0,00
	Ponta	0	0,00
mai/16	Fora	7	3,08
	Ponta	0	0,00
jun/16	Fora	0	0,00
	Ponta	0	0,00
jul/16	Fora	0	0,00
	Ponta	0	0,00
Total:			294,97

Fonte: Autor.

Analisando os dados da Tabela 14, o custo com excedente reativo foi muito pequeno se comparado com o valor total de cada fatura. Por exemplo o mês com o maior custo no período analisado foi em Julho de 2015 onde o custo com excedente reativo foi de R\$ 148,82 e o valor total da fatura foi de R\$ 56.850,02.

O Supermercado “A”, encontra-se em uma situação onde a instalação ou ampliação de um banco de capacitores se torna opcional.

4.4 ESTUDO DE ECONOMIA COM IMPLANTAÇÃO DE LÂMPADAS LED

O período de *Payback* é o tempo que um projeto leva para se pagar. É um dos procedimentos mais fácil de obter uma estimativa de tempo de retorno e é muito empregado por empresas, por apresentar opções de projetos no qual, o capital investido retorne o quanto antes.

A economia mensal obtida pela implantação da iluminação empregando LED's é calculada por (10).

$$\text{Economia} = C.R. \text{ Lamp. Fluorescente} + C.E.E. \text{ Lamp. Fluorescente} - C.R. \text{ LED} + C.E.E. \text{ LED} \quad (10)$$

Onde C.R. = Custo de Reposição Mensal e C.E.E. = Custo Mensal de Energia Elétrica.

Na Figura 34, é proposto a substituição de 432 lâmpadas fluorescente T5-1200mm, com potência de 54 W + 6 W do reator, com potência total instalada de 25,92 kW, funcionamento diário de 14 horas (22 dias de ponta e 30 dias fora de ponta) e consumo total mensal de 10.265,32 kWh.

A proposta é empregar lâmpadas de LED de 30 W (características desta lâmpada descrita na Figura 35) para substituir as lâmpadas de 54 W fluorescente. A nova potência total instalada seria de 12,96 kW e teria um consumo total mensal de 5.132,16kWh.

O valor da tarifa pago pelo Supermercado “A” no horário de ponta é de R\$ 1,6078/kWh e fora de ponta é de R\$ 0,5281/kWh (referente à 07/2016 e incluso os

valores de impostos) dados obtidos a partir do custo unitário da tarifa horária verde ponta e fora de ponta. Logo, a economia mensal seria de R\$ 4.034,15.

O *payback* do sistema pode ser expresso por (11):

$$\textit{Payback} = \frac{\textit{Custo total de implantação}}{\textit{Economia Mensal}} \quad (11)$$

O custo de cada uma das lâmpadas LED proposto na Figura 34 é de R\$ 79,90. Já o custo da mão de obra para instalação é de R\$ 15,00 por lâmpada, e o custo de descarte das lâmpadas antigas é de R\$ 0,60 por lâmpada, totalizando um custo de implantação de R\$ 41.256,00. Assim, estima-se que o *payback* do sistema de iluminação empregando lâmpadas LED se dê em aproximadamente 10,2 meses.

COMPARATIVO SISTEMA ATUAL X SISTEMA PROPOSTO				
	UNIDADE	ATUAL	PROPOSTO	
Tipo de Luminária	-	54W	30W	
Tipo do Reator	-	6W	-	
Potência Média (Reator + Lâmpada) por Luminária	W	60	30	
Nº de Luminárias	pç	432	432	
Nº de Lâmpadas por Luminárias	pç	1	1	
Fator de Potência do Reator	cos φ	0,95	0,95	
Potência	kW	25,92	12,96	
Potência Total	kW	25,92	12,96	
CUSTOS				
Custo Unitário da Luminária	R\$	0,00	79,90	
Custo Unitário da Lâmpada	R\$	15,48		
Custo Unitário de Reator	R\$	59,00		
Custo Unitário de Descarte da Lâmpada*	R\$	0,60	0,00	
<i>Custo Unitário da Energia</i>	<i>Ponta</i>	<i>R\$ / kWh</i>	<i>1,6078</i>	
	<i>Fora de Ponta</i>	<i>R\$ / kWh</i>	<i>0,5281</i>	
ICMS	%	29%		
PIS/PASEP E COFINS	%	5,70%		
Total Impostos	%	34,70%		
MANUTENÇÃO				
Vida Útil da Lâmpada	h	7.500	50.000	
Vida Útil do Reator	h	15.000	0	
Média de dias na Ponta	dias	22	22	
Média de dias Fora de Ponta	dias	30	30	
ENERGIA ELÉTRICA				
Horas	Ponta	h	3	3
	Fora de Ponta	h	11	11
Consumo Mês	Ponta	kWh	1.710,72	855,36
	Fora de Ponta	kWh	8.553,60	4.276,80
FINANCEIRO				
Custo Mensal de reposição da Iluminação	R\$	673,70	273,37	
Custo Mensal do Consumo de Energia Elétrica	R\$	7.267,65	3.633,83	
Custo Mensal Total	R\$	7.941,35	3.907,20	
Custo Mensal Total do Sistema	R\$	7.941,35	3.907,20	
Economia com a Substituição	R\$	4.034,15		
Custo Total Descarte Lâmpada	R\$	259,20		
Custo do Descarte (Mão de Obra Externa)*	R\$	0,00		
Custo Total dos Equipamentos	R\$	34.516,80		
Custo da Instalação (Mão de Obra Externa)**	R\$	6.480,00		
Retorno do Investimento	mês	10,2		

Figura 34 - Comparativo de troca de lâmpadas fluorescentes por LED.
Fonte: Autor.


	
Lâmpada Tubular LED T5 30W Brightlux	
A lâmpada T5 30W Standard Brightlux é ideal para substituição de lâmpadas fluorescentes tradicionais. Iluminação para o dia a dia com a melhor relação custo/benefício do mercado.	
Tipo	<i>T5</i>
Uso	<i>Interno</i>
Potência	<i>30W</i>
Eficiência Luminosa	<i>105,00lm/W</i>
Fluxo luminoso	<i>3150lm</i>
IP	<i>20</i>
IK	<i>N/D</i>
Tamanho	<i>1.163mm de comprimento</i>
Cor	<i>N/D</i>
Base	<i>G5</i>
Tensão	<i>80~240</i>
Frequência	<i>50~60Hz</i>
Temperatura de Cor	<i>3000K, 4000K, 6000K</i>
Fator de potência	<i>>0,92 @ 220V >0,92 @ 127V</i>
Abertura do fecho	<i>140°</i>
Driver	<i>Externo</i>
Índice de reprodução de cor	<i>>83</i>
Vida Útil	<i>50.000 horas</i>
Faixa de Operação	<i>- 30C° ~ 50C°</i>
THD	<i><15% @127V / <20% @220V</i>
Opcional 1	<i>Polycarbonato</i>

Figura 35 - Lâmpada Tubular LED Brightlux T5 30W.
Fonte: Brightlux, 2014.

4.5 ESTUDO DE ECONOMIA COM A MIGRAÇÃO AO MERCADO LIVRE

De Janeiro de 2015 até Julho, a quantidade de consumidores livres saltou 81%, considerando as migrações já programadas para o próximo semestre, que devem totalizar em mais de 3.220 consumidores até o final de 2016 – hoje são 2.262. Com este cenário em alta, o mercado livre de energia recebe, em média, 100

novos clientes por mês. Neste embalo, o número de empresas que negociam a própria energia deve dobrar até o final de 2017, avalia Rafael Carneiro, head de Energia da XP.

A diminuição no preço da energia é a grande razão do aumento de migração das empresas, mas não é a única. O consumidor livre passa a negociar contratos de fornecimento diretamente com geradores ou comercializadoras, com preço, prazo e índices de reajuste previamente combinados, explica Cristopher Vlavianos, presidente da Comerc. “Isso dá previsibilidade de custo ao consumidor, que já sabe quanto vai pagar pela energia durante a vigência do contrato, sem surpresas no final do mês” (JUNGES, 2016).

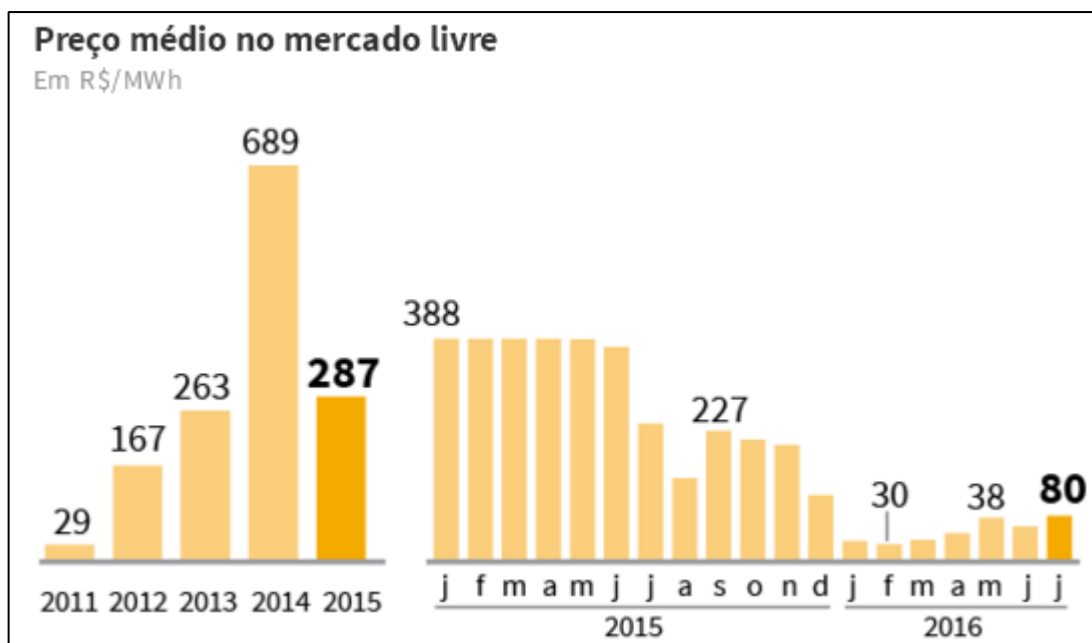


Figura 36 - Preço médio no mercado livre.
Fonte: Junges, 2016.

Tendo em vista este cenário atrativo, Figura 36, que mostra o preço médio da energia no mercado livre, foi realizado um estudo para o Supermercado “A”, que mostra qual seria sua economia caso ingressasse no Mercado Livre de Energia.

Empresas com demanda contratada igual ou superior a 500 kW, por unidade ou somatório de unidades com o mesmo CNPJ, podem adquirir energia gerada por fontes renováveis, tais como hidrelétricas de pequeno porte (PCH), termelétricas a biomassa, fontes eólicas, entre outras.

Como a soma das três unidades desta rede de supermercados correspondem a 530 kW, estas podem se encaixar como consumidores especiais.

Para realizar este estudo, foram aplicadas as tarifas de impostos do estado do Paraná, vigente no mês de Julho de 2016. Estas tarifas correspondem a ICMS = 29%, PIS = 1% e COFINS = 4,7% (COPEL, 2016d).

As tarifas de energia utilizadas são as da resolução homologatória nº 2.094, com vigência a partir de 21 de Junho de 2016 (COPEL, 2016c).

Por se tratar de um consumidor especial (demanda entre 500 kW e 3.000 kW) e consumirem energia de fontes alternativas, este tipo de perfil, recebe desconto de 50 % na TUSD.

O consumo total desta unidade foi feito com base na média dos últimos 12 meses de faturamento registrado pela concessionária. Para o consumo na ponta, como o Supermercado “A” utiliza gerador, utilizamos um valor de 17,16% do consumo fora de ponta.

Como a compra da energia no mercado livre é feita através do MWm (megawatt médio), foi calculado considerando o consumo total (Fora de Ponta + Ponta) em MWh e divididos pelo o número de horas médio que ocorre em um mês (730 horas) obtendo assim o valor de 0,1466. Este valor é muito importante para saber o montante necessário para contratação de energia com geradoras, comercializadoras ou leilões que possam ocorrer.

Nas simulações, decidiu-se adotar o valor de 0,14 devido ao fato das comercializadoras adotarem limites de flexibilidade na contratação de energia, com valores médios de 20% tanto para mais quanto para menos, fazendo assim com que o valor escolhido para as simulações seja o suficiente para suprir o consumo do Supermercado “A” e este consumo fique dentro da flexibilidade. Também foram considerados 3% de perdas na geração, este valor é padronizado, tomando o total do consumo (ponta + fora de ponta) e acrescentando 3%. A Tabela 15 mostra um resumo dos dados utilizados nos cálculos do mercado livre.

Tabela 15 - Dados para simulação no mercado livre.

Supermercado "A"	
Concessionária	Copel
Subgrupo	A4
Tarifa Atual	Verde
Tarifa no Mercado Livre	Azul
Tipo de Energia	Incentivada
Desconto na TUSD	50%
MWm	0,16
Perdas na Geração	3%
Consumo Ponta (kWh)	97.276
Consumo Fora da Ponta (kWh)	16.693
Demanda (KW)	240

Fonte: Autor.

Para o cálculo da viabilidade de migração ao mercado livre de energia, foi utilizado uma planilha, representada na Tabela 16, admitindo os dados da Tabela 15 como dados de entrada, para calcular e comparar o mercado cativo com o mercado livre.

Tabela 16 - Mercado Cativo Azul x Mercado Livre Azul.

Mercado Cativo - Azul					
			Grandeza	Tarifa	Total
COPEL	Consumo	Fora de ponta	97.276	x 0,4277	R\$ 41.606,72
		Ponta	16.693	x 0,6077	R\$ 10.144,12
	Demanda	Fora de ponta	240	x 16,172	R\$ 3.881,16
		Ponta	240	x 40,444	R\$ 9.706,58
Total					R\$ 65.338,59
Mercado Livre - Azul					
			Grandeza	Tarifa	Total
Distribuição (COPEL)	Consumo	Fora de ponta	97.276	x 0,0884	R\$ 8.596,93
		Ponta	16.693	x 0,0884	R\$ 1.475,23
	Demanda	Fora de ponta	240	x 8,0858	R\$ 1.940,58
		Ponta	240	x 20,222	R\$ 4.853,29
Taxas				816	R\$ 816,00
Geração (Comercializadora)	Consumo + perdas		117.388	x 0,210	R\$ 24.651,40
	Imposto Geração	113.969	x 0,408	x 0,210	R\$ 9.775,61
	Encargos CCEE		113.969	x 0,005	R\$ 569,84
Total					R\$ 52.678,90
Projeção de Economia					
Economia = Mercado Cativo - Mercado Livre					R\$ 12.659,69
					19,38%

Fonte: Autor.

A Tabela 16 mostra como é feito o cálculo dos valores do mercado livre, indicando separadamente os valores da distribuição e da geração as quais possuem suas próprias tarifas.

Para comparar os diferentes preços da energia no mercado livre foi elaborada uma planilha representada na Tabela 17, nela observa-se que o valor do mercado cativo sempre permanece o mesmo, devido à tarifa de uso do sistema e a tarifa de energia terem preços fixados, conforme resolução homologatória nº 2.096. Já o valor do mercado livre depende do valor da energia contratada.

Com os valores de energia utilizados na simulação (R\$ 150,00/MWh até R\$ 250,00/MWh), tem-se uma ideia do percentual de economia possível após a migração para o mercado livre.

Tabela 17 - Economia obtida variando o preço da energia no mercado livre.

Preço R\$/MWh	Cativo (R\$)	Livre (R\$)	Economia	
			R\$	%
150	65.338,59	42.842,61	22.495,98	34,43%
160	65.338,59	44.481,99	20.856,59	31,92%
170	65.338,59	46.121,37	19.217,21	29,41%
180	65.338,59	47.760,75	17.577,83	26,90%
190	65.338,59	49.400,13	15.938,45	24,39%
200	65.338,59	51.039,52	14.299,07	21,88%
210	65.338,59	52.678,90	12.659,69	19,38%
220	65.338,59	54.318,28	11.020,31	16,87%
230	65.338,59	55.957,66	9.380,92	14,36%
240	65.338,59	57.597,04	7.741,54	11,85%
250	65.338,59	59.236,42	6.102,16	9,34%

Fonte: Autor.

Na Tabela 17, na linha onde é encontrado o valor 210 que corresponde ao preço R\$/MWh da energia, está em destaque pois é justamente o valor utilizado no exemplo da Tabela 16. Na figura aparece o valor 0,21 circulado, e este corresponde a transformação de 210 R\$/MWh em 0,21 R\$/kWh, devido ao fato dos dados do consumo estarem todos em kWh. Para completar a Tabela 15, foi feita a variação destes valores de 0,15 até 0,25, que correspondem a 150 R\$/MWh até 250 R\$/MWh, e preenchido na tabela os respectivos valores.

Para a empresa ingressar no Mercado Livre de Energia é necessário denunciar/comunicar à Copel, com antecedência mínima de 180 dias do vencimento do contrato de fornecimento, que não deseja a renovação automática. Também é necessária a adequação do sistema de medição e faturamento aos padrões exigidos pela CCEE (Câmara Comercializadora de Energia Elétrica).

5. CONCLUSÃO

Atendendo ao objetivo relatado no início deste Trabalho de Conclusão de Curso, de realizar um estudo de caso mostrando medidas a serem adotadas para reduzir os custos com energia elétrica em um supermercado utilizando conceitos de eficiência energética, obtivemos um resultado positivo, visto que apresentamos algumas medidas que resultarão em uma considerável economia.

A realização desta pesquisa foi feita em diversas etapas. A primeira etapa foi fazer um levantamento dos dados do Supermercado "A", para que isso fosse possível foram feitas visitas à instalação, medições no local e consulta no sistema virtual da concessionária. Com os dados levantados fomos capazes de realizar os diversos estudos apresentados.

As análises das faturas de energia elétrica mostraram que estavam ocorrendo diversas ultrapassagens de demanda, sendo assim, foi realizado um estudo que indicou a demanda ideal a ser contratada, de 237 kW, projetando os custos com essa nova demanda pode ser obtida uma economia anual de R\$ 1.868,70. Para as multas por baixo fator de potência, a análise mostrou que apesar de estarem faltando capacitores, os custos com excedentes reativos no último ano foram apenas de R\$ 294,97, então a instalação ou ampliação de um banco de capacitores ficou com caráter opcional.

Também através dos dados das análises das faturas, foi realizado um estudo tarifário, com objetivo de escolher a melhor modalidade de tarifa, este estudo mostrou que a modalidade azul é a mais adequada ao Supermercado "A". Ao final dessa etapa, foi apresentada a economia anual de R\$ 74.233,25, o que representa uma diferença de 8,56% da tarifa azul em relação à tarifa verde.

Foi possível observar através dos dados de memória de massa, que o gerador a diesel não está sincronizado com o relógio medidor da concessionária. Caso seja feito este ajuste resultará em uma economia mensal de R\$ 798,71.

Em outra abordagem tarifaria, foi realizado o estudo de viabilidade de migração ao mercado livre de energia, os resultados revelaram uma economia mensal, dependendo do valor da energia adquirida, em termos financeiros isto representa valores que variam de 9,34% até 34,43% da fatura atual de energia elétrica.

Com o levantamento dos dados e simulação da iluminação do Supermercado “A”, foi evidenciado que podem ser feitas substituições das 432 lâmpadas fluorescentes de 54 W atuais por lâmpadas de 30 W de LED, esta mudança traria uma economia mensal de R\$ 4.034,15. Com o objetivo de saber o tempo de retorno do investimento, caso seja realizada essa substituição, chegamos à conclusão que o *payback* é de aproximadamente 10,2 meses.

Os valores citados no texto acima estão resumidos na Tabela 18 abaixo. Também é apresentado as somas totais projetadas para um mês e um ano.

Tabela 18 - Resumo das Economias.

Economia:	Valor
Ajuste de Demanda (Mensal)	R\$ 155,73
Migração para o Mercado Livre (Mensal)*	R\$ 12.659,69
Troca de Iluminação (Mensal)	R\$ 4.034,15
Total (Mensal)	R\$ 16.849,57
Total (Aual)	R\$ 202.194,84

*Economia mensal do mercado livre com base no valor de 210 R\$/MWh

Fonte: Autor.

Na Tabela 19 é apresentada a simulação dos resultados antes e depois de realizar os ajustes citados no decorrer deste trabalho, projetado para um mês.

Tabela 19 - Simulação dos Resultados.

SIMULAÇÃO DOS RESULTADOS	
TOTAL DA FATURA (Média 12 últimos meses)	R\$ 60.032,44
TOTAL DA FATURA (Ajustes citados)	R\$ 43.182,87
ECONOMIA TOTAL	R\$ 16.849,57
	28,07%

Fonte: Autor.

Por fim, podemos concluir que existem diferentes formas de se obter economia e melhorar a eficiência energética em um supermercado, algumas ações não necessitam de investimento financeiro, como é o caso da contratação da demanda e da escolha da opção tarifária. Já outras requerem um investimento

inicial, mais que se pagam com o tempo, como foi mostrado no trabalho com o estudo da troca das lâmpadas. Assim, o que deve ser feito é a combinação do maior número de ações possíveis para minimizar os custos e aumentar a eficiência energética.

Durante o desenvolvimento deste trabalho atendemos a todos os objetivos propostos inicialmente e também surgiram mais temas possíveis de serem abordados para se obter uma redução no valor da fatura ainda maior. Estes temas de trabalho futuro são: procedimentos necessários para migração ao mercado livre de energia, viabilidade de migração para o mercado livre de clientes com medição em baixa tensão, viabilidade de utilização de gerador e estudo de redução de custos com foco em refrigeração e climatização de supermercados.

Com a conclusão deste estudo, notamos a evolução pessoal e profissional que este trabalho proporcionou a todos os membros do grupo diante dos conhecimentos apreendidos e dificuldades superadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995**. Iluminação em Ambientes de Trabalho - Parte 1. 1ª ed. 21 Mar. 2013. Disponível em: <http://edsonjosen.dominiotemporario.com/doc/NBR%20ISO_CIE%208995_1.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2016.

_____. **NBR ISO/CIE 8995 - 1**: iluminações de ambientes de trabalho Parte 1-interior. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 5382**: verificação de iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992

ANEEL. **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758>>. Acesso em: 19 set. 2015.

_____. **Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica, Resolução Normativa N° 414/2010**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758>> 2016a. Acesso em: 12 abr. 2016.

_____. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional**. Módulo 5–Sistemas de Medição. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo5_Revisao_1.pdf> 2016b. Acesso em: 11 jun. 2016.

_____. **Resolução Normativa N° 414 de 9 de setembro de 2010**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2015.

BRIGHTLUX. **Produtos LED, linha alta performance**. Disponível em: <<http://brightlux.com.br/produtos-brightlux/>>. Acesso em: 22 jul. 2016.

BRUNO, Luciana. **Energia passa a ser 2ª maior despesa de supermercados**. Revista Exame, São Paulo, jun. 2015. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/energia-passa-a-ser-2a-maior-despesa-de-supermercados>>. Acesso em: 19 fev. 2016.

CELESC. **O mercado de Energia**. Disponível em: <<http://novoportal.celesc.com.br/portal/index.php/celesc-geracao/comercializacao/o-mercado-de-energia>>. Acesso em: 07 mai. 2016.

CCEE. **Ambiente livre e ambiente regulado**. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambienteregulado?_afLoop=515299702142303#%40%3F_afLoop%3D515299702142303%26_adf.ctrl-state%3D11pno7swbr_21>. Acesso em: 07 mai. 2016.

COPEL. **Manual de eficiência energética na indústria.** Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf)> 2016a. Acesso em: 19 mar. 2016.

_____. **Agência Virtual.** Disponível em: <<https://agencia.copel.com/AgenciaWeb/autenticar/loginCliente.do;jsessionid=5207D556F373C5E755FD251441AB0952.nod e2>> 2016b. Acesso em: 15 jun. 2016.

_____. **Tarifas Vigentes.** Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Faltatensao%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F56242463F0DFB7F403257F09007358CB>> 2016c. Acesso em: 18 jul. 2016.

_____. **Tributos.** Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F3EE1D015FA3F433203257EE6003E128E>> 2016d. Acesso em: 18 jul. 2016.

CREA-PR. **Eficiência Energética.** Disponível em: <http://www.crea-pr.org.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=1075:cartilha-de-eficiencia-energetica&id=37:cadernos-tecnicos&Itemid=203>. Acesso em: 20 mar. 2016.

DIALUX. **Lumicenter Lighting. Novas Tecnologias.** Disponível em: <<http://www.lumicenteriluminacao.com.br/pt/tecnologia/dialux.html>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

DINIZ, Abilio. **O SUPERMERCADO SOBRE A ÓTICA EMPRESARIAL.** Disponível em: <<http://abiliodiniz.com.br/trajetoria/opiniao/o-supermercado-sob-a-otica-empresarial/>>. Acesso em: 19 set. 2015.

EMBRASUL. **Analizador de Energia RE4001.** Catálogo. ed. Outubro 2015. Disponível em: <[Catálogo_RE4001_v05r00_pt_HR.pdf](#)>. Acesso em: 28 abr. 2016.

EPE. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica.** Número 102. Março 2016. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Resenha%20Mensal%20do%20Mercado%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%20-%20Fevereiro%202016.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2016.

_____. **Nota técnica DEA 14/10: Avaliação da Eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019),** Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20100809_4.pdf>. Acesso em 13 fev. 2016.

_____. **Nota técnica DEA 16/12: Avaliação da Eficiência Energética para os próximos 10 anos (2012-2021),** Rio de Janeiro, RJ, Brasil 2012. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20121221_1.pdf>. Acesso em 13 fev. 2016.

GRANDEZAS luminosas fundamentais. **Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - USP**. ed. 2013. Disponível em: <[http://www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0213/Material_de_Apoio/03_-_la._Conceito_Fundamentais_\(grandezas_Luminosas\).pdf](http://www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0213/Material_de_Apoio/03_-_la._Conceito_Fundamentais_(grandezas_Luminosas).pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2016.

GUETTER, Antonio. **Tarifa residencial da Copel vai ficar mais barata**. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/energia-e-sustentabilidade/tarifa-residencial-da-copel-vai-ficar-mais-barata-6xh24vnrxfawhzbe0moei5l8>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

HIRSCH, Saul. **Diagnostico Energético**. Notas de aula da disciplina de Eficiência energética - UTFPR, 2015.

ILUMINAÇÃO especial para Supermercados. Golden Blog. ed. Novembro 2011. Disponível em: <<http://www.golden.blog.br/iluminacao-especial-para-supermercados/>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

ILUMINAÇÃO. Revista eletrônica: O Setor Elétrico - Instalações de Missão Crítica. ed.98, pg. 106, Março 2014. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/images/stories/Edicao98_mar2014/ed-98_Iluminacao_fig-1.jpg>. Acesso em: 20 abr. 2016.

JASPER, Fernando. **Conta de luz no Paraná já subiu 51% neste ano** Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conta-de-luz-no-parana-ja-subiu-51-neste-ano-b8qkz4gt4tdlpa64uzjv4o5uc>>. Acesso em: 19 set. 2015.

JUNGES, Cíntia. **Pequenas e médias empresas trocam concessionárias por mercado livre de energia**. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/energia-e-sustentabilidade/pequenas-e-medias-empresas-trocam-concessionarias-por-mercado-livre-de-energia4d72hk2juhzyukxjk7kerlgn>>. Acesso em: 22 jul. 2016

LUZ, Jeanine M. **Luminotécnica**. Curso de Luminotécnica - Unicamp 2011. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/Luminotecnica.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

MME, **Manual do Programa de Eficiência Energética** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20EI%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2016.

NASCIMENTO, Bárbara. **Queda da produção e alta no desemprego derrubaram arrecadação**. O Globo, São Paulo, mar. 2016. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/queda-da-producao-alta-no-desemprego-derrubaram-arrecadacao-18915089>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

OLIVEIRA, José A. Barros **Estudo de Eficiência Energética na Refrigeração de um Supermercado**. Universidade de Aveiro 2012.

PANESI, A. R. Q. **Eficiência Energética em Supermercados**. 2º Encontro de Engenharia e tecnologia dos Campos Gerais, 14 e 15 de agosto de 2008. Disponível em: <[http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng_elet_automacao/18%20EFICIENCIA%20ENERG ETICA%20EM%20SUPERMERCADOS.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng_elet_automacao/18%20EFICIENCIA%20ENERG%20ETICA%20EM%20SUPERMERCADOS.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2016.

PORTAL PCH. **PLD Preço de Liquidação das diferenças**. Disponível em: <<http://www.portalpch.com.br/96-saiba-mais/111-pld-preco-de-liquidacao-das-diferencas>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

SOFTWARE DIALUX, **Luminicenter**. Disponível em: <<http://www.dial.de/en/dialux/download/>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

SOFTWARE EMBRASUL, **Embrasul**. Disponível em: <<http://anl7000.software.informer.com/>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

SOUZA, P. H. S. **Custo de Energia passa a ser 2ª maior despesa de um supermercado**: saiba como economizar. 21 de janeiro de 2016. Disponível em: <http://www.linkedin.com/pulse/custo-de-energia-passa-ser-2a-maior-despesa-um-saiba-silva-de-souza?forceNoSplash=true>>. Acesso em: 13 set. 2016.

TRACTEBEL, **Energia Incentivada**. Disponível em: <<http://www.tractebelenergia.com.br/wps/portal/internet/negocios/entenda-o-que-e-o-mercado-livre/energia-incentivada>>. Acesso em: 30 abr. 2016.