

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TAISE VANESSA BECKER

**OTIMIZAÇÃO DA DEMANDA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ –
CÂMPUS MEDIANEIRA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA
2014

TAISE VANESSA BECKER

**OTIMIZAÇÃO DA DEMANDA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ –
CÂMPUS MEDIANEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção da graduação de Engenheiro de Produção a coordenação do curso superior de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Me. Evandro André Konopatzki
Coorientador: Prof. Me. Filipe Marangoni

MEDIANEIRA
2014



TERMO DE APROVAÇÃO

OTIMIZAÇÃO DA DEMANDA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – CÂMPUS MEDIANEIRA

Por

Taise Vanessa Becker

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 22 de julho de 2014, às 15:00 horas, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Evandro A. Konopatzki
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Orientador)

Prof. Me. Filipe Manrangoni
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Coorientador)

Prof.^a Dr. Cristiane Lionço
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Neron A. C. Berghauer
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidado)

Prof. Me. Samir de Oliveira Ferreira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidado)

AGRADECIMENTOS

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

À Deus, primeiramente, pela vida.

Aos meus pais e irmãos, por todo o amor, toda a educação que a mim dedicaram.

Ao meu orientador professor Me. Evandro André Konopatzki e coorientador professor Me. Filipe Marangoni pelas orientações ao longo do desenvolvimento deste trabalho, pela dedicação, paciência, disponibilidade, vontade em ajudar e passar conhecimento. Professores, meu muito obrigada! Eu não poderia ter feito melhor escolha, vocês são incríveis.

À Kess Jones, pelo apoio na confecção do material educativo, pela disposição em ajudar.

Ao meu namorado Rafael, e aos meus amigos, pela força, carinho e palavras de incentivo.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção, da UTFPR, Câmpus Medianeira, por todo o conhecimento repassado.

Aos técnicos administrativos do Câmpus, pelos dados fornecidos.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desta conquista.

“Não sabendo que era impossível, ele foi lá
e fez”. (JEAN COCTEAU)

RESUMO

BECKER, Taise Vanessa. **Otimização da Demanda e Consumo de Energia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira**. 2014. 66 páginas. Monografia (Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

Devido a dificuldade em obter novas fontes de geração e crescente demanda de energia elétrica, cria-se a necessidade de otimizar os sistemas existentes. Com a obtenção das faturas de energia disponibilizados pela Concessionária de Energia Elétrica, este trabalho apresenta os resultados da otimização de demanda e consumo de energia elétrica da UTFPR – Câmpus Medianeira bem como previsão de demanda para o ano de 2015. Foram construídos quadros e gráficos que proporcionam o diagnóstico do consumo de energia elétrica do câmpus. Com base em um histórico, fez-se a otimização de demanda do contrato atual (2014), obtendo R\$ 4.386,22 de economia nos 20 meses analisados, cerca de 1% no valor total da fatura com a demanda ótima, simulada de 436 kW. A simulação de fatura de energia para o ano 2015 mostrou que a demanda contratada deve ser alterada de 350kW para 476 kW proporcionando, assim R\$ 4.476,84 de economia na fatura anualmente. Por fim, consoante aos pensadores atuais, este trabalho apresentou oito modelos de material publicitário (cartazes, folder, etiquetas adesivas) a serem impressos e fixados nos murais, salas de aula, corredores da Universidade promovendo a conscientização dos usuários sobre o uso racional de energia elétrica.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Ponto Ótimo de Demanda. Previsão de Demanda.

ABSTRACT

BECKER, Taise Vanessa. **Optimization of Demand and Energy Consumption of the Federal Technological University of Paraná - Campus Medianeira**. 2014. Pages 66. Monograph (Production Engineering). Federal Technological University of Paraná, Medianeira 2014.

Due to the difficulty in obtaining new sources of generation and growing demand for electricity, it creates the need to optimize existing systems. With the obtainment of energy bills provided by the electric utility, this paper presents the results of the optimization of demand and electricity consumption UTFPR - Campus Medianeira and demand forecast for the year 2015. Charts and graphs were constructed to provide a diagnosis of the electrical energy consumption on campus. Based on a historical one, there was the optimization of the current contract demand (2014), obtaining R \$ 4,386.22 savings in 20 months analyzed, about 1% of the total invoice amount with the optimal simulated demand of 436 kW. The simulation of the energy bill for 2015 showed that the contracted demand should be changed from 350kW to 476 kW providing thus R \$ 4,476.84 savings in annual revenues. Finally, according to current ideas, this paper presented eight models of advertising material (posters, folders, adhesive labels) to be printed and set in murals, classrooms, hallways University promoting user awareness on the rational use of energy electric.

Keywords: Energy Efficiency. Optimum Demand Point. Demand Forecasting.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DA OFERTA INTERNA DE ENERGIA DO BRASIL.....	15
FIGURA 2 – EIXOS ESTRATÉGICOS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	17
FIGURA 3 – CURVA DE CARGA DAS DEMANDAS	24
FIGURA 4 – ESQUEMA DE ESTRUTURAÇÃO TARIFÁRIA.....	28
FIGURA 5 – TELA DA PLATAFORMA ONLINE DE DADOS COPEL.....	32
FIGURA 6 – HISTÓRICO DAS FATURAS DE CONSUMO (R\$) UTFPR-MD.....	36
FIGURA 7 – GRÁFICO DO HISTÓRICO DE CONSUMO - UTFPR-MD	37
FIGURA 8 – CURVA DE CARGA UTFPR – MD.	38
FIGURA 9 – GRÁFICO DA CURVA DE CARGA DA UTFPR-MD EM UM DIA DE VERÃO E OUTRO DE INVERNO	41
FIGURA 10 – PONTO ÓTIMO DE DEMANDA CONTRATADA PARA O ANO DE 2014 (KW)	44
FIGURA 11 – COMPARAÇÃO DOS VALORES DE DEMANDA REAL E SIMULADOS (CENÁRIOS 1, 2 E 3).....	46
FIGURA 12 – MODELO 1 DE FOLDER/CARTAZ.....	53
FIGURA 13 – MODELO 1 DE ETIQUETA ADESIVA.....	54
FIGURA 14 – MODELO 2 DE ETIQUETA ADESIVA.....	54
FIGURA 15 – MODELO 2 DE FOLDER/CARTAZ.....	55
FIGURA 16 – MODELO 3 DE FOLDER/CARTAZ.....	55
FIGURA 17 – MODELO 4 DE FOLDER/CARTAZ.....	56
FIGURA 18 – MODELO 5 DE FOLDER/CARTAZ.....	56
FIGURA 19 – MODELO 6 DE CARTAZ.....	57
FIGURA 20 – MODELO 7 DE FOLDER/CARTAZ E FUNDO DE ÁREA DE TRABALHO PARA COMPUTADORES.....	57

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CONSUMO E DEMANDA MENSIS DA UTFPR-MD NO PERÍODO DE SETEMBRO DE 2012 A ABRIL DE 2014.....	33
TABELA 2 – HISTÓRICO DE DEMANDA MEDIDA, CONTRATADA E MÉDIA DA UTFPR-MD.....	39
TABELA 3 – HISTÓRICO DE DEMANDA MEDIDA, CONTRATADA E MÉDIA DA UTFPR-MD.....	40

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DE CONSUMIDORES POR NÍVEL DE TENSÃO, TIPO DE CONSUMIDOR E TARIFAÇÃO	27
QUADRO 2 – TARIFAS APLICADAS À CONSUMIDORES CLASSE A4	31
QUADRO 3 – FATURA DE ENERGIA ANO 2012.....	34
QUADRO 4 – FATURA DE ENERGIA ANO 2013.....	35
QUADRO 5 – VALOR DA FATURA DE JANEIRO A ABRIL DE 2012, 2013 E 2014	36
QUADRO 6 – PARCELA DA DEMANDA NA FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA COM BASE NOS CENÁRIOS DE ALTERAÇÃO – PERÍODO: SET/2012 A ABR/2014.....	45
QUADRO 7 – FATURA TOTAL NO PERÍODO SETEMBRO DE 2012 A ABRIL DE 2014, COM A DEMANDA ÓTIMA DE 436 KW	47
QUADRO 8 – LEVANTAMENTO DE POTÊNCIA INSTALADA NO BLOCO L4 (CONSTRUÇÃO)	49
QUADRO 9 – VALORES PREVISTOS DE DEMANDA MENSAL PARA 2015	49
QUADRO 10 – MÉDIA DO CONSUMO PONTA E FORA PONTA	50
QUADRO 11 – VALOR DE CONSUMO PREVISTO PARA 2015	51
QUADRO 12 – FATURA DE ENERGIA ANO 2013.....	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 PANORAMA ENERGÉTICO NO BRASIL	13
2.2 PLANO DE EXPANSÃO DECENAL 2021	14
2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	16
2.3.1 Desafio Energético e Sustentabilidade.....	19
2.4 Tarifação e Gerenciamento de Energia.....	21
2.4.1 Energia Elétrica	21
2.4.2 Potência Instalada.....	22
2.4.3 Demanda Energética e Consumo de Energia	22
2.4.4 Fator de Demanda	23
2.4.5 Horários diferenciados para tarifação (Ponta e Fora de Ponta)	23
2.4.6 Curva de Carga, Demanda Máxima e Demanda Média.....	23
2.4.7 Demanda Medida, de Ultrapassagem, Contratada e Faturável.....	25
2.4.8 Sistema de Bandeiras Tarifárias	25
2.4.9 Formas de Tarifação	26
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
3.1 A TARIFAÇÃO DO CÂMPUS UTFPR - medianeira	31
3.2 O SISTEMA ONLINE DE ACOMPANHAMENTO DE FATURAS COPEL	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 CONSTRUÇÃO DO PERFIL DE CONSUMO E DEMANDA DO CAMPUS.....	33
4.1.1 Verificação da Consumo Mensal e Determinação do Perfil de Consumo	37
4.1.2 Verificação da Demanda Mensal e Determinação do Perfil de Demanda.....	38
4.1.3 Demanda Mensal Média	40
4.2 ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA NA FATURA	42
4.2.1 Determinação da Demanda Contratada Ótima	42
4.2.2 Análise da Alteração na Demanda Contratada	44
4.2.1 Influência da Demanda Contratada Ótima na Fatura de Energia Elétrica.....	47
4.2 PREVISÃO CONSUMO E DEMANDA ÓTIMA DEVIDO À INAUGURAÇÃO DO FUTURO BLOCO L4.....	48
4.3 MATERIAL EDUCATIVO.....	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
5.1 TRABALHOS FUTUROS.....	61
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de vida está diretamente relacionada à disponibilidade de energia elétrica. Devido a ela é possível se ter o conforto de um banho quente, um ambiente com temperatura condicionada, água gelada, iluminação adequada, entre muitos outros serviços essenciais. A eletricidade é indispensável não só ao desenvolvimento humano como também ao desenvolvimento econômico de qualquer região.

Com a crise do petróleo, em 1971, e a consequente elevação do preço do barril (em torno de 1000%) o Brasil adotou uma política de minimização do uso desta fonte de energia. Devido à vasta extensão territorial e o grande potencial hídrico o país expandiu sua matriz energética ao adotar a fonte hidráulica como principal geradora de energia elétrica. Em 1985, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) pela iniciativa dos Ministérios das Minas e Energia e Indústria e Comércio, programa que tem como meta a unificação das atividades de conservação de energia.

Sabe-se que o aumento do consumo de energia está relacionado ao aumento dos impactos ambientais gerados pela expansão da sua geração. Assim, a eficiência energética (definida por otimização ou utilização racional do uso das fontes de energia) auxilia na preservação do meio ambiente e ainda garante benefícios financeiros aos usuários de energia (como por exemplo, empresas que ganham prestígio junto aos seus clientes dizendo-se ambientalmente corretas).

Atualmente, edifícios, residências e indústrias buscam a economia de energia, notadamente a elétrica, foco deste trabalho. Além dos programas implementados pelo governo, cada vez mais as empresas desenvolvem, aparelhos que prometem melhor eficiência com baixo consumo, como eletrodomésticos, por exemplo. Porém, além do uso de tais proveitos tecnológicos, necessita-se gerenciar os ambientes de modo a melhorar a eficiência dos mesmos.

O presente trabalho tem como objetivo geral otimizar a demanda e o consumo de energia elétrica por meio de um diagnóstico do consumo histórico e expansão física das instalações da UTFPR câmpus Medianeira e como objetivos específicos:

- a) Construir o perfil de consumo e a curva de carga da universidade a partir da análise de faturas de energia elétrica;
- b) Construir os gráficos de demanda mensais e diárias da universidade;

- c) Apresentar formas de reduzir o valor da fatura de energia por meio de ajustes contratuais, alterando o valor da demanda contratada;
- d) Realizar a projeção da demanda e do consumo de energia elétrica para o ano de 2015 considerando o início no funcionamento do novo restaurante universitário e inauguração de um novo bloco de salas de aula;
- e) Buscar formas de conscientizar os usuários do câmpus sobre a correta utilização da energia elétrica, evitando desperdícios e formando uma cultura organizacional através da elaboração de modelos de folders e cartazes a serem disponibilizados, neste estudo, à instituição de ensino.

Com a construção do perfil de consumo e da curva de carga usando o histórico de faturas de energia pode-se construir gráficos de demanda e quadros de consumo de energia de forma a facilitar o diagnóstico do consumo de energia elétrica no câmpus.

Este estudo mostra que projetar novas demandas ótimas provenientes de futuras expansões pode proporcionar economia na fatura uma vez que alterações contratuais sejam feitas no tempo certo. Por fim, assim como vários outros autores já o fizeram, este trabalho apresenta oito modelos de material para campanha publicitária (cartazes, folder, etiquetas adesivas) a serem impressos e fixados nos mais variados ambientes da Universidade promovendo a conscientização dos usuários sobre o uso racional de energia elétrica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico, serão discutidos alguns conceitos fundamentais para o melhor entendimento desta pesquisa, de modo a ser um conteúdo introdutório para a aplicação da mesma. Serão abordados os temas Panorama Energético no Brasil, Plano de Expansão Decenal 2021, Eficiência Energética, Tarifação e Gerenciamento e conceitos básicos de energia elétrica.

2.1 PANORAMA ENERGÉTICO NO BRASIL

Para Tomalsquim (2012), a capacidade de promover logística e energia para o desenvolvimento da produção com segurança e em condições competitivas sendo, ainda, ambientalmente corretos é um dos princípios da sustentabilidade econômica de um país.

Segundo Oliveira (2006), há algumas décadas não se fazia necessária a preocupação com a utilização racional de energia pois esta era abundante e, por isso, possuía baixo custo. Porém, com o passar dos anos, a exploração da energia ficou cada vez mais dificultada, o que contribuiu para a alta do preço.

O aumento contínuo do consumo de energia devido ao crescimento da população, aos aumentos da produção industrial e à escassez de chuvas, aliado à falta de planejamento e à ausência de investimentos em geração e distribuição de energia foram as causas para o “Apagão” de 2001 e 2002. Neste período, conforme IGUAÇU ENERGIA (2013), o Brasil passou por uma crise energética que afetou principalmente as regiões Sudeste e Centro-Oeste. A partir desse fato, se estabeleceu uma campanha para estimular a economia de energia, tanto residências quanto indústrias deveriam com urgência reduzir o seu consumo, o que obteve como resultado a superação da crise.

Desde os apagões de 2001 e 2002 o Brasil tem desempenhado, conforme Tolmasquim (2012), com eficácia seus deveres no setor de energia, ao ponto de ser considerado referência internacional na produção de petróleo em águas profundas, no seu parque de geração hidrelétrica, na produção de etanol, no seu amplo e

integrado sistema de transmissão de energia elétrica, no vasto usufruto da energia eólica, e, sobretudo, na capacidade de renovação de sua matriz tanto energética quanto de produção de energia elétrica.

Devido ao contínuo crescimento da população mundial, cria-se a necessidade da diversificação das fontes de energia primária e, em curto prazo, a ampliação da eficiência dos sistemas de conversão de energia, de modo a atender, de forma sustentada e equilibrada, ao previsível aumento de consumo de energia elétrica no futuro (SOUSA, 2011).

Segundo Lobão (2008), Ministro de Minas e Energia (ministro de 2008 a 2010, de 2011 até o momento), a ampliação da rede de transmissão, interligando o país de norte a sul, como também a oferta de futuros aproveitamentos energéticos, com licenças ambientais e custos competitivos, é incentivada pela competição entre as concessionárias, tendo como efeito tarifas atrativas.

A previsão de Lobão, em 2008, foi a de que nos anos vindouros o maior desafio a ser vencido pelo setor energético brasileiro, seria a viabilização da ampliação necessária ao atendimento apropriado da demanda, com custos justos, praticando programas de conservação e de eficiência energética, e ponderando as questões socioambientais visando o conceito de desenvolvimento sustentável. Previsão esta que se concretiza nos dias atuais.

2.2 PLANO DE EXPANSÃO DECENAL 2021

O Ministério de Minas e Energia (MME) aprovou no dia 25 de março de 2013 o Plano Decenal de Energia (PDE) 2021 (FREIRE, 2013), o qual dá uma visão dos objetivos do governo para o setor energético até o ano 2021.

O intuito do Plano é apresentar medidas que guiam as decisões e ações visando equilibrar o desenvolvimento econômico do país e a indispensável expansão da oferta, buscando dar à sociedade a garantia de fornecimento energético com custos adequados e ambientalmente sustentáveis (MATRIZ LIMPA, 2013).

Do total a ser investido, cerca de R\$ 1,1 trilhão, 68,4% serão destinados ao petróleo e gás natural, 24,4% à oferta de energia elétrica e 7,2% à oferta de biocombustíveis líquidos. Com isso, a capacidade instalada de geração de energia

elétrica passará de 116,5 para 182,4 GW; produção de petróleo, de 2,1 para 5,4 milhões de barris/dia; produção de gás natural, de 65,9 para 190,9 milhões de m³/dia; e produção de etanol, de 22,9 para 68,2 milhões de m³ (BRASIL, 2012).

Segundo Tolmasquim (2012), o PDE 2021 ampliará a participação das fontes renováveis de 44,8% apresentados em 2010, para 46,3% em 2020. O autor cita que o Brasil se manterá como o país de matriz mais limpa e extrapola a oferta dos recursos, em 2020, conforme representado na Figura 1.

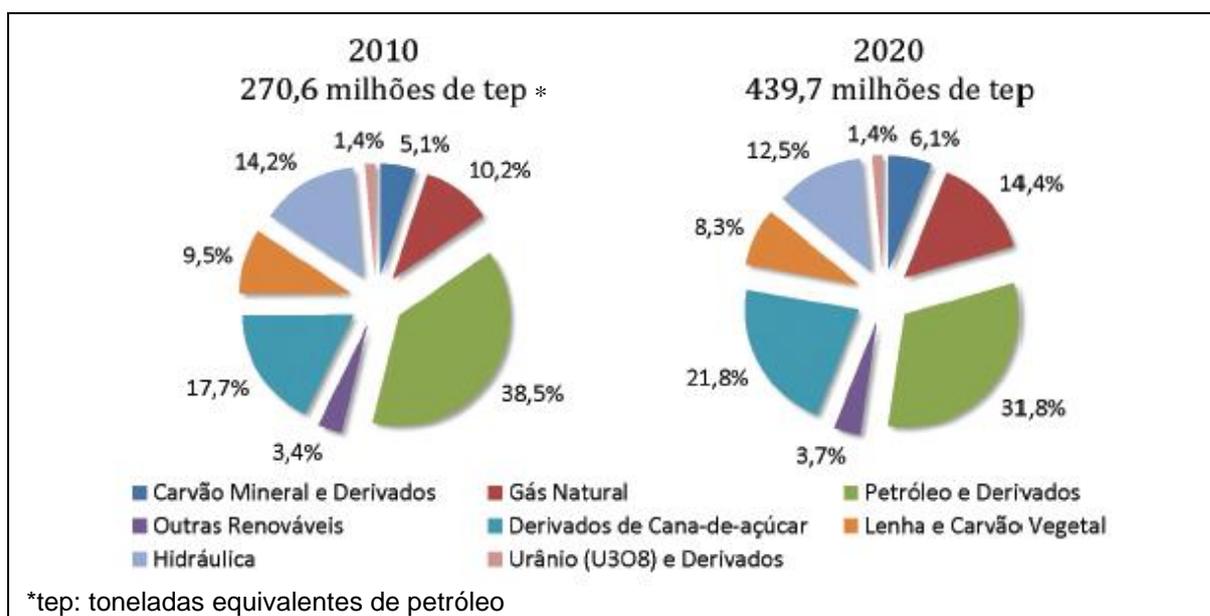


Figura 1 – Evolução da oferta interna de energia do Brasil
Fonte: Tolmasquim (2012).

Observa-se que a oferta de gás natural possui previsão de aumentar 4,2% e derivados da cana-de-açúcar passariam de 17,7% para 21,8%. Já o petróleo, a fonte hidráulica e a lenha teriam redução de 6,7 %; 1,7% e 1,2% respectivamente.

Para se alcançar tal objetivo, várias medidas foram incorporadas ao Plano Decenal, entre elas pode-se citar, conforme BRASIL (2012):

- a) A viabilização da ampliação das áreas de cana visando o aumento do volume de biocombustíveis, de modo a substituir os combustíveis fósseis;
- b) O aumento das instalações de hidroelétricas e, maior ainda, outras fontes renováveis de energia, como biomassa, eólicas e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs); e
- c) O aumento da eficiência energética, buscando a melhor utilização da energia elétrica, diminuindo desperdícios e perdas, sem comprometer seu fornecimento.

Cabe citar, entre as metas do Ministério de Minas e Energia, a busca por instalações com melhor eficiência energética, foco deste estudo.

2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Com o acelerado aumento do consumo e devido às crises do petróleo na década de 1970 e do Apagão em 2001, segundo Mamede Filho (2012), a sociedade vem se preocupando e buscando medidas de uso racional de energia elétrica. Para tanto, o governo brasileiro tem praticado uma política de conservação de energia, em áreas industriais, comerciais e na iluminação pública com o intuito de reduzir desperdícios de modo a se obter uma melhor utilização da energia consumida (MAMEDE FILHO, 2012).

Por volta da década de 1980 surgiram programas voltados para a conservação de energia elétrica, o PROCEL, e também de derivados de petróleo, o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural (CONPET). Já em 1990, foi apresentado um projeto de Lei que buscou remunerar as concessionárias de energia elétrica quando estas se comprometiam a investir em conservação de energia e ainda propor limites mínimos de eficiência energética em aparelhos comercializados no Brasil. Jannuzzi (2001) afirmou que tal projeto só foi aprovado após a grave crise de abastecimento de eletricidade, do ano de 2001, originando a Lei 10.295 sobre eficiência energética.

Empresas concessionárias do serviço de distribuição de eletricidade firmaram com a ANEEL contratos de concessão nos quais estão obrigações e encargos. Uma das obrigações é aplicar, anualmente, conforme ANEEL (2013a), o valor mínimo de 0,5 % de sua receita operacional líquida em ações que tenham como finalidade combater o desperdício de energia elétrica, o então chamado Programa de Eficiência Energética das Empresas de Distribuição – PEE.

Oliveira (2006) define a eficiência energética como a redução do desperdício e das perdas de energia sem reduzir o seu fornecimento.

Ações de eficiência energética representam benefícios para uma instituição que podem ir além da diminuição da fatura mensal, como melhorar a imagem da mesma perante a sociedade, ter incentivos fiscais, possuir facilidade em linhas de

crédito, não pagamento de multas, entre outros como mostrado na Figura 2, que apresenta os eixos estratégicos (conjunto de ações, de modo a organizar o trabalho e suas prioridades)

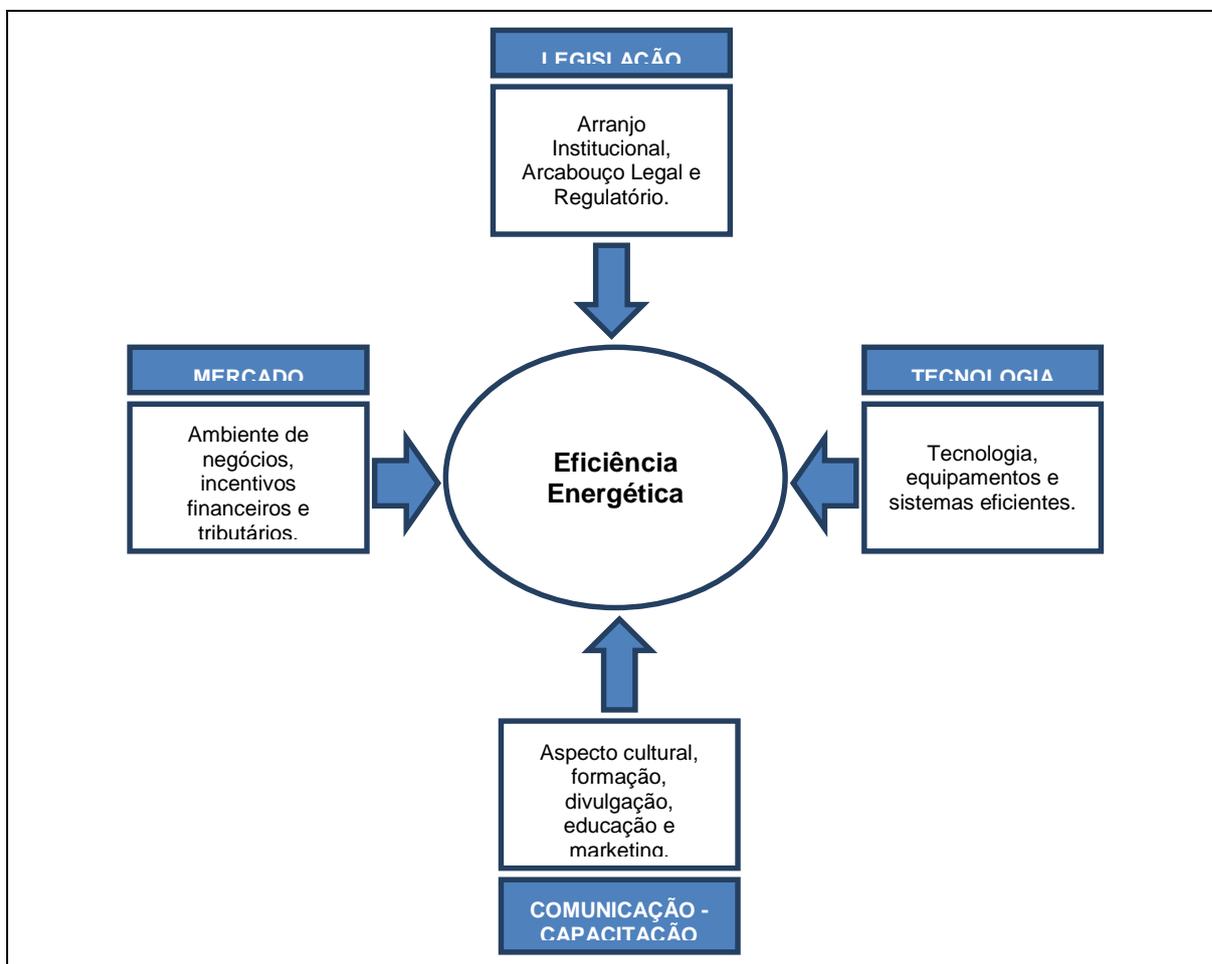


Figura 2 – Eixos Estratégicos da eficiência energética
 Fonte: Adaptado de Haddad (2011).

Levando-se em consideração o mercado de energia elétrica, ações de eficiência energética implicam em incentivos financeiros e tributários, como por exemplo, a linha de crédito PROESCO do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) que financia até 80% do valor de projetos de eficiência energética (CNI, 2009), o CT-ENERG (Fundo Setorial de Energia) que financia programas e projetos na área de energia, especialmente na área de eficiência energética no uso final, entre outros.

Quando voltado ao eixo de “comunicação – capacitação”, percebe-se que com a atual visão ecologicamente sustentável da sociedade, instituições que praticam tais ações levam a imagem de “empresa/instituição que se preocupa com o meio ambiente

e bem estar do todo”, de forma a serem vistas com “bons olhos” pela sociedade. Ações do PROCEL buscam tal objetivo, capacitando, treinando e fomentando diagnósticos industriais (CNI, 2009).

Quando se considera o eixo “tecnologia” percebe-se que instituições que investem em eficiência energética possuem sistemas e equipamentos mais eficientes além de mais lucrativos, pois estes buscam a máxima produção com a mínima utilização de recurso.

Por fim, considerando o eixo “legislação”, empresas evitam o pagamento de multas por não cumprimento de metas/regras pertinentes à qualidade de energia elétrica, tendo em vista que existem diversas leis, regulamentos, portarias e normas que tem como tema a eficiência energética, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem, a lei 10.295 de eficiência energética, a Portaria MME/MCT/MDIC nº 553 de 08 de dezembro de 2005 que diz respeito a níveis máximos de consumo de energia de motores elétricos, entre outras.

Para se realizar um estudo de eficiência energética em uma instalação é necessário analisar o potencial de desperdício dos diferentes tipos de cargas instaladas nesta e ainda implementar ações que busquem a racionalização do uso de energia, conseqüentemente, obtêm-se economia na fatura mensal de eletricidade. Tais ações devem e podem ser praticadas em diversos segmentos de consumidores. Dentre os segmentos citados por MAMEDE FILHO (2012), enfatizam-se, neste estudo, as universidades.

Na iluminação, por exemplo, pode-se utilizar a lâmpada adequada para cada tipo de ambiente, fazer uso de telhas translúcidas quando possível, sensores de presença e utilizar células fotoelétricas ou dispositivos de tempo em iluminação externa. Nos condutores elétricos, o fato de estarem bem dimensionados pode implicar em menores perdas elétricas. Em motores elétricos, a substituição daqueles que operam com carga inferior a 60% ou ainda, a instalação de inversores de frequência nos motores de indução que operam por longos períodos de tempo com carga de potência variável, resultam na redução dos desperdícios de energia (MAMEDE FILHO, 2012).

Assim como iluminação, condutores elétricos e motores elétricos, as ações voltadas à economia, podem ser aplicadas na climatização, elevadores, escadas rolantes, distribuição de água (bombeamento), refrigeração e ventilação industrial.

O Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2011) afirma que o Brasil evoluiu muito em energia e eficiência nos últimos anos, tanto na legislação, conhecimento adquirido e capacitação, quanto na conscientização da necessidade de energia e eficiência nos mais distintos âmbitos. São diversos os casos de sucesso nos quais medidas de eficiência energética foram aplicadas, porém tal área necessita de contínua atualização, ter seu alcance expandido, planejado, de forma que seus resultados venham com agilidade e intensidade.

2.3.1 Desafio Energético e Sustentabilidade

Gerir a energia com eficiência é hoje um dos grandes desafios que vem sendo enfrentado pela sociedade. Soluções a longo prazo são ainda desconhecidas e a curto e médio, faz-se a busca por fontes alternativas, focando principalmente nas energias renováveis e buscando a eficiência das energias disponíveis (SOUSA, 2011).

O mesmo autor cita que a possível escassez dos recursos naturais, e os danos ambientais causados pela sua produção e consumo, advertiram o mundo para o dever de modificação desses argumentos de apoio ao padrão de desenvolvimento.

Neste contexto, Meira Junior (2012) afirma que a preocupação com a eficiência energética e gestão de energia nos edifícios públicos têm aumentado, por ser um dos setores que mais consome energia (quando comparados com outros serviços públicos, iluminação pública por exemplo). Segundo o autor, quando praticadas ações de eficiência energética nestes edifícios, além de agir como um recurso para melhoria dos processos, concomitantemente vê-se uma oportunidade de atender questões sociais, sejam estas apenas por cobrança da própria sociedade ou já previstas em leis.

Em 2012, através de projetos desenvolvidos pelo PROCEL, pode-se economizar cerca de 9 milhões de megawatts-hora (MWh). Tal número pode ser comparado com o consumo anual de cerca de 4,77 milhões de residências do Brasil e, além disso, levando em consideração a sua representação ambiental, cerca de 624 mil toneladas de CO₂ não foram lançadas na atmosfera, ou seja, quantidade equivalente às emissões de 214 mil automóveis pelo período de um ano (ELETROBRÁS, 2013).

Sempre que se pondera em adotar medidas de eficiência energética, deve-se primeiramente ser realizado um estudo de impactos ambientais que tais medidas poderiam causar. Como exemplo, pode-se citar a vasta substituição das lâmpadas incandescentes por fluorescentes ou de vapor de mercúrio. Nesse fato, a previsão do descarte das lâmpadas fluorescentes necessitou ser estudada e quantificada, afinal, produtos contendo mercúrio, são considerados resíduos Classe I, ou seja, perigosos. Inclusive, seu custo (reciclagem, transporte) deve ser considerado no custo total da medida (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS; FUPAI/EFICIENTIA, 2005).

Sousa (2011) afirma que a ideia de desenvolvimento sustentável se apoia em três pilares: bem estar da sociedade; atividades econômicas; e meio ambiente. Para que haja expansão sustentável, tais eixos devem evoluir de forma equilibrada, porém, é necessário sobressaltar que o maior entrave ao equilíbrio do “tripé”, nada mais é do que o atual elevado consumo energético. Para tanto, Sousa sugere três estratégias suplementares que visam alcançar o desenvolvimento sustentável:

- a) Intensificação da eficiência energética (utilizar a energia de forma racional, produzir a mesma quantidade através de tecnologias que reduzam o consumo) e da cogeração (reciclar e reutilizar resíduos provindos da utilização de recursos não renováveis);
- b) Aumento da utilização das energias renováveis (o grau de exploração de tais recursos não deve exceder a sua renovação);
- c) Fixação de limites para emissão de CO₂ (buscar reduzir a zero as emissões de poluentes de modo que não extrapolem a capacidade de regeneração e absorção dos ecossistemas).

Meira Junior (2012) comenta que, seja qual for o ramo da empresa, ou instituição, a busca por ações de eficiência deve estar inclusa nas estratégias empresariais. A relação custo benefício é incontestável.

Portanto, o desafio de empresas, instituições e governos, não se limita somente em apontar mudanças no paradigma energético mas definir como tal mudança pode e carece ser realizada de modo a garantir o equilíbrio ambiental, o progresso social e o sucesso econômico (SOUSA, 2011).

Na busca pela eficiência energética as organizações podem gerenciar a sua modalidade tarifária a fim de utilizar as tarifas de consumo mais adequadas à sua necessidade e obter contratos ótimos de demanda de energia. Desta forma, evita-se

o pagamento de valores elevados para a energia consumida, multa pela utilização de demanda excedente ao contrato ou ainda, por transgredir fatores de qualidade como o Fator de Potência (FP) ou a presença de distúrbios harmônicos (não apresenta multa, porém acarreta a qualidade da energia).

Outro fator gerencial balizador da eficiência é a escolha de aparelhos ou componentes elétricos, como as lâmpadas com melhor rendimento.

2.4 TARIFAÇÃO E GERENCIAMENTO DE ENERGIA

Neste tópico alguns conceitos de energia elétrica e seu gerenciamento serão abordados com o objetivo de conceitualizar a tarifação da energia elétrica.

2.4.1 Energia Elétrica

Para entender a eletricidade, faz-se necessário primeiro considerar o Princípio da Atração e Repulsão, no qual se afirma que cargas com o mesmo sinal se repelem (duas cargas positivas, por exemplo) e cargas com sinais opostos se atraem (uma carga negativa e uma positiva) (EDP BANDEIRANTE, 2011).

A atração e a repulsão entre materiais eletricamente carregados acontecem na natureza de forma desordenada. Quando esse fenômeno passa a ser orientado (fazendo uso de um condutor, por exemplo) têm-se uma corrente elétrica (EDP BANDEIRANTE, 2011).

Martins (2012) define energia elétrica como o movimento de cargas elétricas pelo meio de um campo de potencial elétrico. Sem dúvida, a eletricidade é a forma mais prática de energia, pois possui a capacidade de ser transportada, até mesmo a longas distâncias, através de cabos ou fios condutores, conforme explicam Cavalin e Cervelin (2006), desde a sua geração até a sua unidade consumidora, seja ela residência, indústria, comércio ou iluminação pública.

2.4.2 Potência Instalada

Potência instalada ou carga instalada, segundo Lima Filho (2001), é a soma das potências nominais (potência registrada na placa da máquina ou aparelho) de todos os aparelhos elétricos presentes em um sistema ou instalação.

Sabe-se, porém, que nem todos os aparelhos instalados são utilizados simultaneamente, dá-se o nome de potência demandada a maior soma da potência elétrica individual dos aparelhos elétricos ligados simultaneamente, ao longo de um período.

Pode-se perceber que não é viavelmente econômico dimensionar projetos elétricos levando em conta somente a potência nominal do projeto, pois a potência demandada será em sua maioria inferior à nominal (devido ao fato de que os equipamentos elétricos não são utilizados todos simultaneamente). Para tanto, deve-se multiplicar a potência nominal por um fator de demanda (CREDER, 1991).

2.4.3 Demanda Energética e Consumo de Energia

Segundo ANEEL (2000) demanda corresponde à média das potências elétricas reativas ou ativas, requeridas ao sistema elétrico pela quantidade da potência instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado. No Brasil, determinou-se para fins de faturação que este período seja de 15 minutos. A unidade de medida usual de demanda é Quilowatt (kW).

Diferentemente de consumo que pode ser definido como “a energia utilizada” (PROCEL, 2001), ou seja, o registro do quanto de energia foi consumida em um período determinado, que para cálculo das faturas, por exemplo, utiliza o período de um mês (COSTA e SILVA, 2002).

O consumo de energia elétrica é medido em Quilowatt hora (kWh) e é obtido através da multiplicação da potência do aparelho, a ser ligado, pelo seu tempo de utilização.

2.4.4 Fator de Demanda

Fator de demanda é a razão entre a demanda máxima e a potência instalada na unidade consumidora, num determinado intervalo de tempo (ANEEL, 2000), ou seja, o quanto dos aparelhos presentes na instalação estão sendo utilizados ao mesmo tempo, de modo que se este valor for unitário significa que o usuário utiliza 100% de sua carga instalada simultaneamente (FAGUNDES, 2011).

2.4.5 Horários diferenciados para tarifação (Ponta e Fora de Ponta)

O horário de ponta equivale ao intervalo de três horas sucessivas, sendo considerado das 19h às 22h no horário de verão e das 18h às 21h no período restante do ano (COPEL, 2008), excluindo-se sábados, domingos e feriados nacionais (horários praticados no Paraná, definidos pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL).

O horário fora de ponta é constituído pelas 21 horas restantes do dia bem como pela plenitude dos sábados, domingos e feriados nacionais (TORRES NETO, 2010). Lembrando que cada Concessionária de Energia estipula seu intervalo de horários ponta e fora ponta.

Com a mudança de perfil econômico dos brasileiros e com aumento das temperaturas médias anuais gerando compras de, por exemplo, condicionadores de ar que ficam ligados durante as madrugadas, há que se abrir uma discussão sobre a manutenção deste intervalo conhecido como de carga pesada, média ou leve, pois a curva de carga tem se modificado a cada ano.

2.4.6 Curva de Carga, Demanda Máxima e Demanda Média

Segundo Souza *et al.* (2010, p.776), define-se “curva de carga como a curva que apresenta a demanda em função do tempo, $D(t)$, para um dado período T ”.

Na Figura 3 pode ser observado um exemplo de curva de carga, no qual são apontadas as demandas máxima D_M e média D_m (em linhas tracejadas) como também a potência instalada (P_{inst}).

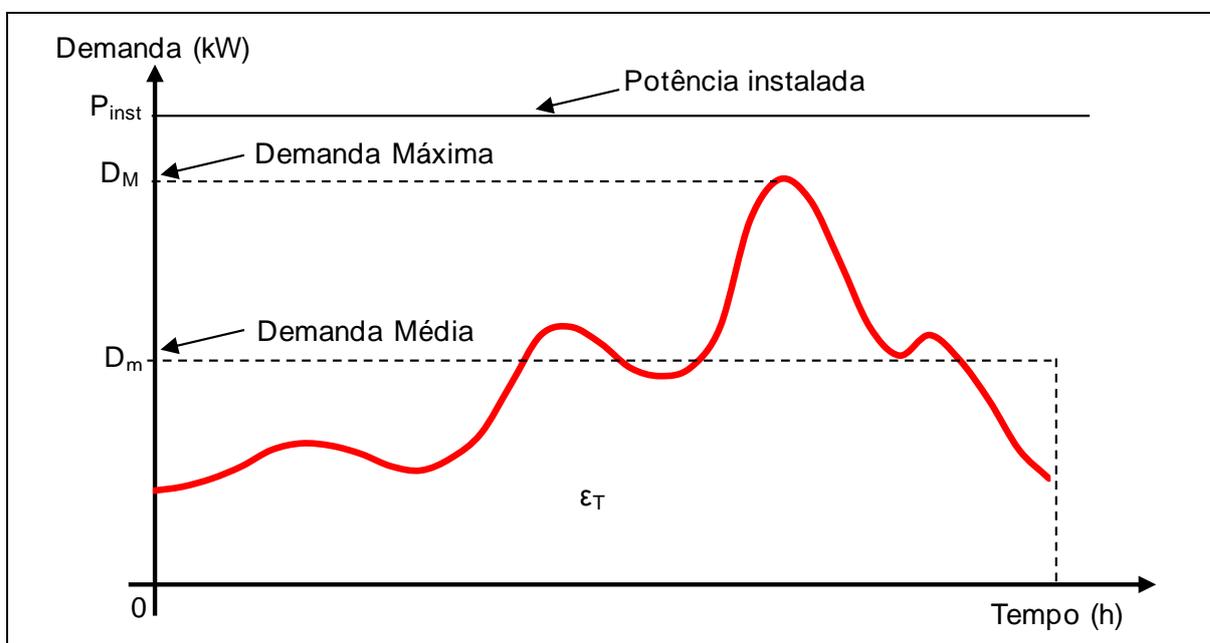


Figura 3 – Curva de Carga das Demandas
Fonte: Adaptado de COTRIM (1992).

Para um determinado período de tempo, a ordenada máxima representa a Demanda máxima, D_M (SOUZA et al., 2010). Já a Demanda Média, D_m , corresponde ao valor médio solicitado ao sistema durante um intervalo de tempo (COTRIM, 1992). Em outras palavras a demanda média é a relação entre quantidade de energia elétrica (kWh) consumida durante um certo período de tempo e o número de horas desse período (FUPAI et al., 2006, p.155).

A área medida entre a curva e o eixo dos tempos é equivalente à energia total (ϵ_T) consumida no período de tempo T , ou seja:

$$\epsilon_T = \int_0^T D(t) \cdot dt \quad (3)$$

Salienta-se que, a curva de carga se difere para cada tipo de instalação, residencial, comercial ou industrial.

Faz-se necessário ressaltar que, os conceitos de curva de carga e demanda exibidos são apropriados não só para uma instalação elétrica completa, mas podem

também ser aplicados para um grupo de equipamentos ou ainda para um setor da instalação (COTRIM, 1992).

2.4.7 Demanda Medida, de Ultrapassagem, Contratada e Faturável

Demanda Medida é a maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW) (FUPAI *et al.*, 2006, p. 155).

Demanda de ultrapassagem (kW) é a parcela de demanda medida que excede o valor da demanda contratada. São implicadas multas caso tal parcela ultrapasse 10% do contrato de demanda.

Demanda contratada, expressa em kW, é a demanda de potência ativa que foi requisitada à concessionária, devendo esta ser obrigatória e continuamente disponibilizada à unidade consumidora. Quantidade e período de vigência são fixados no contrato de fornecimento, e seu valor deverá ser pago integralmente, independente do uso ou não (TORRES NETO, 2010).

Por fim, Demanda Faturável, também expressa em kW, é a quantidade demandada de potência ativa, apresentada de acordo com os critérios instituídos e considerada para fins de faturamento, com emprego da respectiva tarifa (ANEEL, 2000).

2.4.8 Sistema de Bandeiras Tarifárias

Com o fim do período horosazonal, no qual se diferenciava as tarifas de energia por período seco ou úmido, a quantia a ser paga pela energia elétrica, desde janeiro de 2014, depende de condições operacionais que implicam no custo da geração da eletricidade.

Levando em consideração que a energia elétrica do país é predominantemente provinda das usinas hidrelétricas, depende-se da incidência de chuva para manter o nível de água dos reservatórios dentro dos níveis adequados de

operação. Baixos níveis implicarão na racionalização de água, conseqüentemente, visando suprir a demanda de energia do país, são ativadas as usinas termelétricas, a qual gera energia através da queima de combustível líquido, carvão ou gás, tornando assim, a energia mais cara (ANEEL, 2013c).

A ANEEL (2013c) estabeleceu que as bandeiras serão verde, amarela e vermelha, com o seguinte significado:

- a) Bandeira verde: Não há acréscimos na tarifa, as condições são favoráveis para a geração de energia;
- b) Bandeira amarela: Há acréscimos de R\$ 1,50 para cada 100 kWh consumidos, devido às condições de geração menos favoráveis;
- c) Bandeira vermelha: Há acréscimos de R\$ 3,00 para cada 100 kWh consumidos, devido condições mais custosas de geração.

Tal modificação é válida para consumidores de alta e baixa tensão (PORTAL BRASIL, 2011).

2.4.9 Formas de Tarifação

O sistema de tarifação de energia elétrica é um conjunto de normas e regulamentos que objetiva estipular o valor monetário da energia elétrica para as distintas classes e subclasses de unidades consumidoras. A ANEEL, vinculada ao MME, é o órgão regulamentador do sistema tarifário vigente (FUPAI *et al.*, 2006).

No modelo atual, o pagamento da tarifa à concessionária implica obrigação de fornecimento de energia com qualidade aos consumidores bem como receitas suficientes à concessionária para a compensação dos custos operacionais e investimentos necessários para expansão de capacidade e melhor atendimento (ANEEL, 2013b).

Na tarifa de energia estão embutidos custos por energia gerada, transmissão e distribuição, encargos setoriais e ainda tributos impostos pelo Governo Federal, Estadual e Municipal, como Programas de Integração Social, Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (PIS/COFINS), Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte

Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) e contribuição com iluminação pública (ANEEL, 2013b).

São estabelecidas pela Resolução ANEEL nº 456, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Neste, as unidades consumidoras são divididas em grupos, diferenciando-se pelo nível de tensão de fornecimento, com determinados valores de tarifa. O nível de tensão é relativo à carga instalada na unidade consumidora. Cabe à concessionária, informar ao consumidor a sua tensão de fornecimento, de acordo com os limites apresentados (FUPAI et al., 2006):

- I tensão secundária de distribuição: quando a carga instalada for igual ou inferior a 75 kW;
- II tensão primária de distribuição inferior a 69 kV: quando a carga instalada for superior a 75 kW e a demanda contratada ou estimada para fornecimento for igual ou inferior a 2.500 kW;
- III tensão primária de distribuição igual ou superior a 69 kV: quando a demanda contratada ou estimada para fornecimento for superior a 2.500 kW.

Para fins de faturamento, as unidades consumidoras são divididas em dois grupos tarifários, A e B, os quais se diferenciam em função de demanda contratada e tensão de fornecimento, e são subdivididos em classes, conforme apresentado no Quadro 1.

Nível de Tensão	Tipo de Consumidor	Tipo de Tarifa
B1	Residencial	Mônomia Convencional
B2	Rural	Mônomia Convencional
B3	Poder Público	Mônomia Convencional
B4	Iluminação Pública	Mônomia Convencional
A1	Geral em 230 kV	Contrato de Fornecimento
A2	Geral em 138 kV	Contrato de Fornecimento
A3	Geral em 69 kV	Contrato de Fornecimento
A4	Geral em 13,8 kV	Contrato de Fornecimento

Quadro 1 – Classificação de consumidores por nível de tensão, tipo de consumidor e tarifação
 Fonte: Adaptado de ANEEL (2000).

Consumidores do “Grupo A” (alta tensão) possuem tensão de fornecimento maior ou igual a 2,3 kV, enquanto consumidores encaixados no “Grupo B” (baixa tensão), recebem tensão inferior a 2,3 kV (FUPAI et al., 2006).

Entende-se por tarifa monômnia, aplicada aos consumidores do Grupo B (conforme Resolução 456/2000 da ANEEL), tarifa de fornecimento constituída por

preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa, consumidores residenciais, por exemplo. Enquanto que consumidores A1, A2, A3 e A4, são enquadrados na tarifa binômia, ou seja, pagam pela demanda faturável e consumo de energia elétrica ativa (COPEL, 2008).

A estrutura tarifária binômia está dividida em horosazonal e convencional, diferindo-se em elementos como possibilidade de contratação de demanda e de energia com variação de preço conforme horário da contratação (COPEL, 2008).

Basicamente a estruturação tarifária subdivide-se conforme esquema representado na Figura 4.

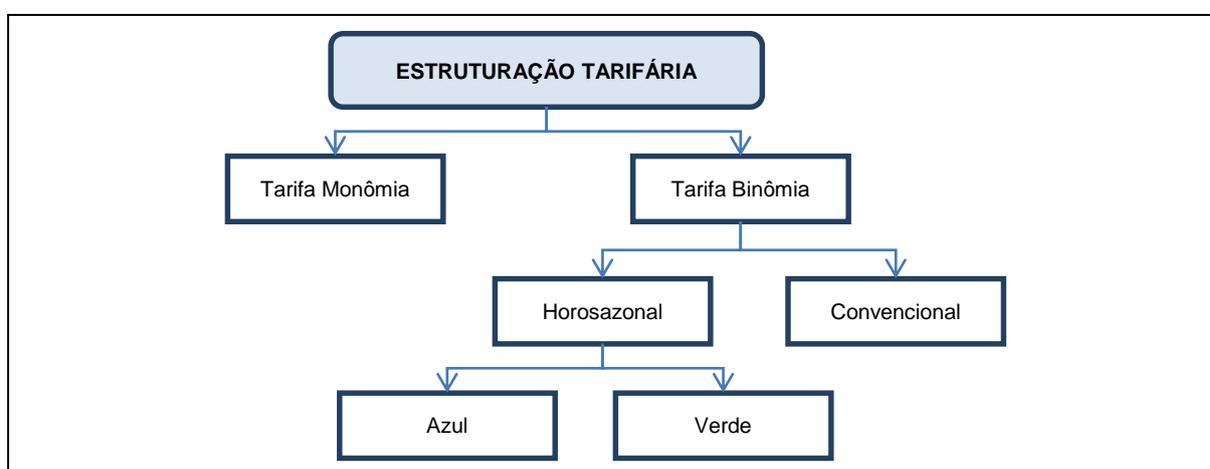


Figura 4 – Esquema de Estruturação Tarifária
 Fonte: Adaptado de ANEEL (2000).

Na estrutura tarifária binômia convencional, a aplicação de tarifas de consumo de eletricidade e/ou demanda de potência não se diferencia por horário de utilização (ANEEL, 2000).

Enquanto que estrutura horosazonal aplica tarifas diferenciadas de acordo com o horário de utilização (ponta ou fora de ponta) e divide-se em tarifa azul e verde.

A Tarifa Azul é indicada para unidades consumidoras que possuem fator de carga alto no horário de ponta, com capacidade de modulação da carga em tal período. Está disponível aos consumidores de alta-tensão, sendo os grupos A1, A2 e A3 obrigados a aplicar, enquanto é opcional aos demais níveis. A tarifa azul diferencia horários de utilização sendo composta de (COPEL, 2008):

- a) Demanda na ponta;
- b) Demanda fora da ponta;
- c) Consumo na ponta e

d) Consumo fora da ponta.

São obrigados a utilizar a tarifa azul as unidades consumidoras com demanda igual ou superior a 300 kW (desde que não tenham optado pela horosazonal Verde) e aquelas faturadas na modalidade convencional que apresentaram nas últimas onze faturas, três registros consecutivos ou seis alternados de demandas medidas iguais ou superior a 300 kW. É opcional a consumidores com tensão inferior a 69 kV com demanda contratada inferior a 300 kW.

A tarifa horosazonal verde é indicada para unidades consumidoras que possuam baixo fator de carga no horário de ponta, com limitação na capacidade de modulação em tal horário. Diferencia-se da tarifa azul por obter uma única tarifa de demanda de potência independente do horário de utilização, sendo composta, portanto de (COPEL, 2008):

- a) Demanda na ponta e fora;
- b) Consumo na ponta e
- c) Consumo fora da ponta.

O preço da tarifa aplicado ao consumo na ponta é expressivamente maior do que o aplicado fora deste período, de modo que essa modalidade seja atrativa a consumidores com possibilidade de controle no consumo no horário de ponta.

Unidades consumidoras com tensão de fornecimento inferior a 69 kV e demanda contratada inferior a 300 kW, podem optar entre as três modalidades, convencional, horosazonal azul ou verde. Enquanto que unidades com tensão inferior a 69 kV e demanda contratada igual ou superior a 300 kW, possuem como opção as tarifas Azul ou Verde, já as unidades com tensão de fornecimento superior a 69 kV, são obrigadas a utilizar a modalidade horosazonal azul (COELBA, [entre 2002 e 2011b]).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira. Instalada em Medianeira desde 6 de fevereiro de 1987, atualmente a universidade oferece os cursos de graduação em Tecnologia em Alimentos, Tecnologia em Gestão Ambiental e Tecnologia em Manutenção Industrial, e cinco cursos de bacharelado, sendo Engenharia de Alimentos, Engenharia Ambiental, Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Ciência da Computação e Licenciatura em Química, totalizando 2.050 alunos matriculados no ano de 2013. Ainda oferece dois cursos de pós-graduação *stricto sensu* sendo estes nas áreas de Alimentos e Ambiental (UTFPR, 2013).

De forma geral, o horário de uso das salas de aula é de segundas às sextas feiras, das 7:30 às 23:00 horas (com intervalos para refeições), enquanto que a maioria dos setores administrativos possui expediente das 8 às 18:30 horas.

Em maio de 2012, foram inaugurados dois novos blocos de sala de aulas, o L3 e o H3, e iniciou-se a construção do L4, com inauguração prevista para setembro de 2014. Em outubro de 2013, foi introduzida no câmpus a Incubadora de Inovações Tecnológicas, o que fez com que a área construída atingisse 32.291 m² (UTFPR, 2013). Já em fevereiro de 2014, a universidade passou a contar com mais um espaço, destinado às instalações do Restaurante Universitário (RU).

A universidade passou por um período de greve, que durou de 5 de março à 10 de setembro de 2012.

Foram coletados dados na própria universidade bem como das literaturas que abordam os temas para aprofundamento teórico sobre energia e eficiência.

Tal pesquisa é compreendida, conforme Gil (2009), por um estudo de caso, descritivo, de abordagem quantitativa e de natureza aplicada.

Neste estudo foram realizadas simulações com diferentes demandas contratadas buscando, por meio da construção de cenários, encontrar a demanda ótima para a carga elétrica instalada atualmente, bem como para a ampliação do câmpus que terá em 2015 mais um bloco de salas de aula (L4).

O desenvolvimento da metodologia deste estudo está explicado juntamente com o desenvolvimento dos resultados, pois desta forma haverá maior entendimento, por parte do leitor.

3.1 A TARIFAÇÃO DO CÂMPUS UTFPR - MEDIANEIRA

O câmpus Medianeira encontra-se atualmente inscrito na modalidade tarifária Horosazonal Verde, grupo A4, e possui os valores de tarifas conforme descrito no Quadro 2.

Horosazonal VERDE – A4 (2,3 a 25 kV)		
Tarifas	Resolução ANEEL	com Impostos ICMS e PIS/COFINS
Demanda R\$. $(kW.h)^{-1}$	5,49	8,25
Demanda Ultrapassagem R\$. $(kW)^{-1}$	10,98	16,51
Consumo no horário de Ponta R\$. $(kW.h)^{-1}$	0,66828	1,00493
Cosumo Fora de Ponta R\$. $(kW.h)^{-1}$	0,15027	0,22597
Vigência em 24/06/2013 - Resolução ANEEL N° 1565, de 9 de julho de 2013		

Quadro 2 – Tarifas aplicadas à consumidores Classe A4

Fonte: Adaptado de COPEL (2013).

Pode-se perceber que, em tal modalidade, a demanda não é diferenciada por ponta e fora ponta, porém, o valor da demanda de ultrapassagem equivale ao dobro da demanda básica. Já referente ao consumo, o valor em horário de ponta chega a ser aproximadamente 4,4 vezes maior do que fora ponta.

Sabe-se que a Universidade não tem a possibilidade de diminuir ou alternar cargas no período de ponta, pois em tal horário, das 18:00 às 21:00 horas, é período de aulas (noturno).

Atualmente, o câmpus possui 350 kW mensais contratados de demanda, sendo que, há possibilidade de utilizar até 385 kW (10% acima do contratado) sem o acarretamento de multas para o mesmo.

No ano de 2014, a Universidade vem pagando multas por ultrapassagem mensalmente, devido as suas ampliações físicas. De janeiro a abril de 2014, foram gastos cerca de R\$ 134.266,62 com energia elétrica (demanda e consumo), sendo desses, R\$ 8.738,75 gastos em multa por ultrapassagem de demanda.

3.2 O SISTEMA ONLINE DE ACOMPANHAMENTO DE FATURAS COPEL

Os dados necessários para a realização deste trabalho foram obtidos no site da Copel, link <<http://agencia.copel.com/AgenciaWeb/autenticar/loginCliente.do>>, a partir da plataforma de acesso ao usuário, por meio de *login* e senha do usuário, neste caso, a Universidade.

Na Agência Virtual, como é chamada tal plataforma, podem ser obtidos dados como histórico de faturamento, histórico de consumo e demanda, histórico de demanda sub e sobre contratada, gráficos de demanda, de energia ativa e reativa, de fator de potência, entre outros, como pode ser mostrado na Figura 5.

The screenshot shows the 'Agência Virtual' interface for Companhia Paranaense de Energia. On the left is a vertical navigation menu with options like 'Página inicial', 'Segunda via online', 'Pagamento Homebanking', and 'Histórico de faturamento (R\$)'. The main content area is titled 'Histórico de Faturamento (R\$)' and contains a 'Dados Cadastrais' section with the following information:

Dados Cadastrais
 Nome: UNIVERSIDADE TECNOLOGICA FEDERAL DO PARANA
 CNPJ: [REDACTED]
 Unidade Consumidora: [REDACTED]
 Endereço: AV BRASIL, 4232 - CAMPUS MEDIANEIRA
 Cidade: MEDIANEIRA - PR
 Telefone: [REDACTED]
 Celular: [REDACTED]
 Fax: [REDACTED]
 E-mail: [REDACTED]

Below the registration data is a date selection form with the text 'Digite o período para consulta'. The 'Data Inicial' is set to 09 / 2012 and the 'Data Final' is set to 08 / 2014. There are 'Enviar' and 'Limpar' buttons at the bottom of the form.

Figura 5 – Tela da plataforma online de dados Copel
 Fonte: COPEL (2014).

A plataforma mantém um histórico de dados de 2 anos, ou seja, como mostrado na Figura 5, se o mês atual é agosto de 2014 o dado mais antigo armazenado na plataforma é do mês de setembro de 2012, tendo sido os meses anteriores à esse apagados do sistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da análise dos dados anteriormente apresentados.

4.1 CONSTRUÇÃO DO PERFIL DE CONSUMO E DEMANDA DO CAMPUS

Com o objetivo de verificar o consumo mensal de energia elétrica (em kWh), foram elaborados quadros para apresentar os dados anuais de demanda e de consumo de energia elétrica do Campus Medianeira. O período analisado foi de Dezembro de 2011 a Abril de 2014, no qual se compilou o histórico de vinte e nove meses retirado do sistema *online* da concessionária de energia elétrica (Copel).

Tabela 1 – Consumo e Demanda Mensais da UTFPR-MD no período de setembro de 2012 a abril de 2014

Mês	Consumo no horário de Ponta (kWh)	Consumo no horário Fora Ponta (kWh)	Consumo Total (kWh)	Demanda Medida (kW)
12/2011	Não Especificado	Não Especificado	59.729	285,98
01/2012	Não Especificado	Não Especificado	28.232	132,19
02/2012	Não Especificado	Não Especificado	49.679	246,24
03/2012	8.448	66.510	74.958	405,21
04/2012	9.881	64.788	74.669	315,36
05/2012	7.211	48.091	55.302	212,54
06/2012	4.026	36.469	40.495	139,1
07/2012	3.521	31.659	35.180	104,54
08/2012	3.026	31.229	34.255	114,04
09/2012	5.882	49.058	54.940	405,21
10/2012	9.553	59.920	69.473	411,26
11/2012	8.590	66.052	74.642	438,04
12/2012	12.705	86.440	99.145	469,15
01/2013	2.664	32.035	34.699	288,57
02/2013	7.005	59.196	66.201	419,04
03/2013	11.093	76.718	87.811	404,35
04/2013	9.481	63.763	73.244	374,97

Mês	Consumo no horário de Ponta (kWh)	Consumo no horário Fora Ponta (kWh)	Consumo Total (kWh)	Demanda Medida (kW)	Conclusão
05/2013	6.825	52.793	59.618	271,29	
06/2013	8.188	55.641	63.829	200,44	
07/2013	7.142	50.104	57.246	204,76	
08/2013	8.567	57.213	65.780	284,25	
09/2013	8.256	56.907	65.163	374,97	
10/2013	9.492	62.448	71.940	448,41	
11/2013	11.646	77.812	89.458	451,87	
12/2013	12.896	87.892	100.788	484,7	
01/2014	5.985	51.084	57.069	462,24	
02/2014	16.551	109.553	126.104	510,62	
03/2014	8.899	66.825	75.724	476,92	
04/2014	12.899	79.770	92.669	479,52	

Fonte: Adaptado de COPEL (2014).

No mês de março de 2012, a Universidade optou por trocar de modalidade tarifária para horosazonal verde A4 (antes convencional A). Provavelmente constatando, em tal momento, uma ampliação ou possível melhoria financeira para o câmpus. Foi verificado que a razão média entre o consumo medido (kW.h) e a demanda (kW) foi de 194,44 com desvio padrão de 48,89 apresentando correlação entre estas grandezas.

O Quadro 3 apresenta as parcelas que compõe a fatura de energia elétrica relacionado ao ano de 2012.

Mês	Consumo Total	Demanda Total	Consumo faturado na Ponta	Consumo faturado Fora Ponta	Demanda faturada	Dem. Ultrap.
jan/12	6681,38	8294,26	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
fev/12	11757,03	8294,26	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
mar/12	23518,91	3799,01	8489,64	15029,26	2887,50	911,51
abr/12	24569,85	2887,50	9929,71	14640,14	2887,50	0,00
mai/12	18113,67	2887,50	7246,55	10867,12	2887,50	0,00
jun/12	12286,74	2887,50	4045,84	8240,89	2887,50	0,00
jul/12	10692,34	2887,50	3538,35	7153,98	2887,50	0,00
ago/12	10097,73	2887,50	3040,91	7056,81	2887,50	0,00
set/12	16996,63	3799,01	5910,99	11085,63	2887,50	911,51
out/12	23140,21	3898,90	9600,09	13540,12	2887,50	1011,4
nov/12	23558,12	4341,04	8632,34	14925,77	2887,50	1453,54
dez/12	32300,48	4854,66	12767,64	19532,85	2887,50	1967,16

Quadro 3 – Fatura de energia ano 2012

Fonte: Autoria Própria.

No ano de 2012, o total gasto com consumo de energia foi de R\$ 213.713,14 enquanto que demanda foi de R\$ 51.718,66, totalizando a fatura anual em R\$ 265.431,81.

O Quadro 4 apresenta os valores de consumo e demanda de energia elétrica para o ano de 2013.

Mês	Consumo na Ponta (R\$)	Consumo Fora Ponta (R\$)	Total Consumo (R\$)	Demanda (R\$)	Ultrap. (R\$)	Total Demanda (R\$)
jan/13	2677,13	7238,95	9916,08	2887,50	0,00	2887,50
fev/13	7039,53	13376,52	20416,05	2887,50	1139,90	4027,35
mar/13	11147,69	17335,97	28483,65	2887,50	897,31	3784,81
abr/13	9527,74	14408,53	23936,27	3093,50	0,00	3093,50
mai/13	6858,65	11929,63	18788,28	2887,50	0,00	2887,50
jun/13	8228,37	12573,20	20801,56	2887,50	0,00	2887,50
jul/13	7177,21	11322,00	18499,21	2887,50	0,00	2887,50
ago/13	8609,24	12928,42	21537,66	2887,50	0,00	2887,50
set/13	8296,70	12859,27	21155,98	3093,50	0,00	3093,50
out/13	9538,80	14111,37	23650,17	2887,50	1624,70	4512,24
nov/13	11703,41	17583,18	29286,59	2887,50	1681,90	4569,37
dez/13	12959,58	19860,96	32820,53	2887,50	2223,90	5111,39

Quadro 4 – Fatura de energia ano 2013

Fonte: Autoria Própria.

A fatura total no ano de 2013 foi de R\$ 311.921,74 (sendo destes R\$ 269.262,04 gastos em consumo e R\$ 42.629,69 gastos com demanda).

Houve um acréscimo no valor total da fatura de aproximadamente 17,5% de 2012 para 2013. Já o valor (R\$) gasto com consumo cresceu cerca de 26% (de R\$ 213.713,14 para R\$ 269.292,04).

Cabe salientar que, nos valores de fatura analisados não estão inclusos dados como demanda e consumo reativo.

Com base nos dados de 2014, de janeiro a abril, foi realizada uma comparação deste período com os respectivos meses dos anos 2012 e 2013, apresentada no Quadro 5.

Observou-se que a cada primeiro quadrimestre do ano a fatura total de energia tem crescido, mais precisamente cerca de 7% de 2012 para 2013 (de R\$ 89.802,23 para R\$ 96.545,23), 39% de 2013 para 2014 (R\$ 96.545,23 para R\$ 134.266,52) e 49,5% de 2012 para 2014 (de R\$ 89.802,23 para R\$ 134.266,52), fato que pode ser explicado pelo crescimento do câmpus Medianeira, tanto em estrutura como número de alunos matriculados.

Mês/ Ano	Modalidade Convencional		Modalidade Horosazonal Verde			
	Consumo (R\$)	Demanda (R\$)	Consumo na Ponta (R\$)	Consumo Fora Ponta (R\$)	Demanda (R\$)	Ultrap. (R\$)
jan/12	6681,38	8294,26	-	-	-	-
fev/12	11757,03	8294,26	-	-	-	-
mar/12	23518,91	3799,01	8489,64	15029,26	2887,5	911,51
abr/12	24569,85	2887,5	9929,71	14640,14	2887,5	0,00
jan/13	9916,08	2887,5	2677,13	7238,95	2887,5	0,00
fev/13	20416,05	4027,35	7039,53	13376,52	2887,5	1139,85
mar/13	28483,65	3784,82	11147,69	17335,97	2887,5	897,32
abr/13	23936,27	3093,5	9527,74	14408,53	3093,5	0,00
jan/14	17557,96	4740,58	6014,51	11543,45	2887,5	1853,08
fev/14	41388,29	5539,34	16632,6	24755,69	2887,5	2651,84
mar/14	24043,32	4982,95	8942,87	15100,45	2887,5	2095,45
abr/14	30988,22	5025,88	12962,59	18025,63	2887,5	2138,38

Quadro 5 – Valor da fatura de janeiro a abril de 2012, 2013 e 2014

Fonte: Autoria Própria.

Tal analogia pode ser observada quando analisado o valor gasto em consumo, tendo aumento de aproximadamente 24% de 2012 para 2013 (R\$ 66.527,19 para R\$ 82.752,06), 38% de 2013 para 2014 (R\$ 82.752,06 para R\$ 113.977,78) e ainda 71% de 2012 para 2014 (R\$ 66.527,19 para R\$ 113.977,78).

A Figura 7 foi gerada a partir dos Quadros 03, 04 e 05 e representa o histórico das faturas pagas.

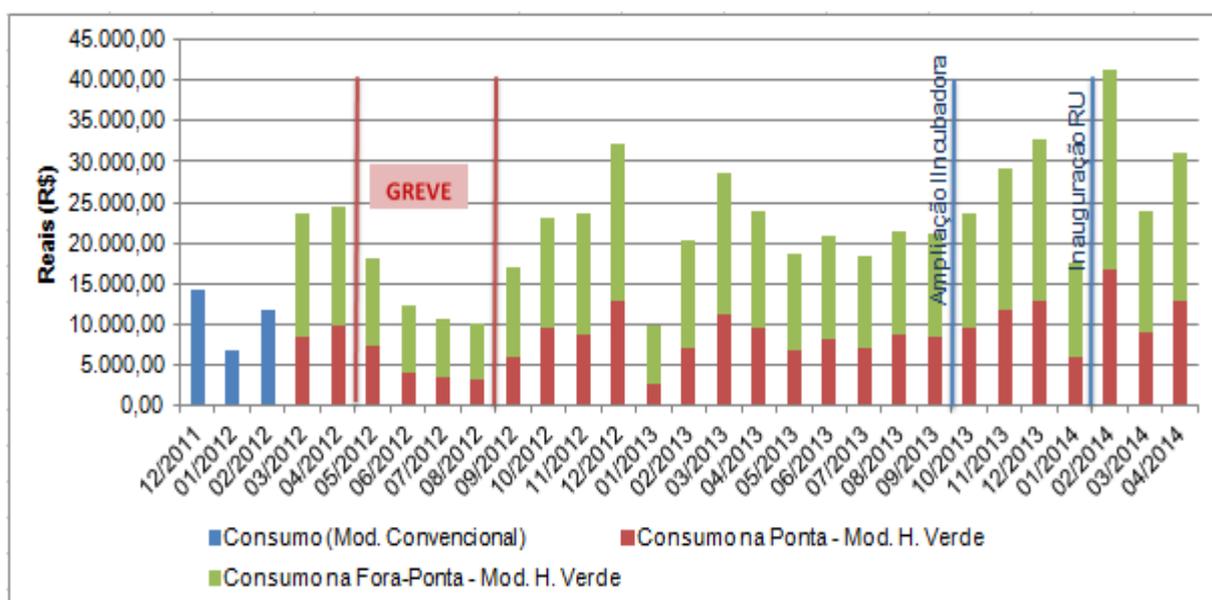


Figura 6 – Histórico das Faturas de Consumo (R\$) UTFPR-MD

Fonte: Autoria Própria.

Através do histórico demonstrado no gráfico (Figura 6) é possível verificar que a Universidade (câmpus Medianeira) teve a mais elevada fatura no mês de fevereiro de 2014, no qual houve a inauguração do Restaurante Universitário, no dia 4. Este conta com oito condicionadores de ar (40.000 btus cada), câmara fria, estufas de aquecimento, geladeiras, congeladores e vários outros aparelhos elétricos, o que pode ter ocasionado tal aumento na fatura. Este mês foi considerado quente, tendo a temperatura média mensal de 33,28° C com a máxima registrada em 39° C (ACCUWEATHER, 2014).

4.1.1 Verificação da Consumo Mensal e Determinação do Perfil de Consumo

Ainda através dos dados apresentados nos Quadros 03, 04 e 05, pode-se obter a Figura 7 que representa o histórico de consumo de energia elétrica da UTFPR – câmpus Medianeira, no período de dezembro de 2011 a março de 2014.

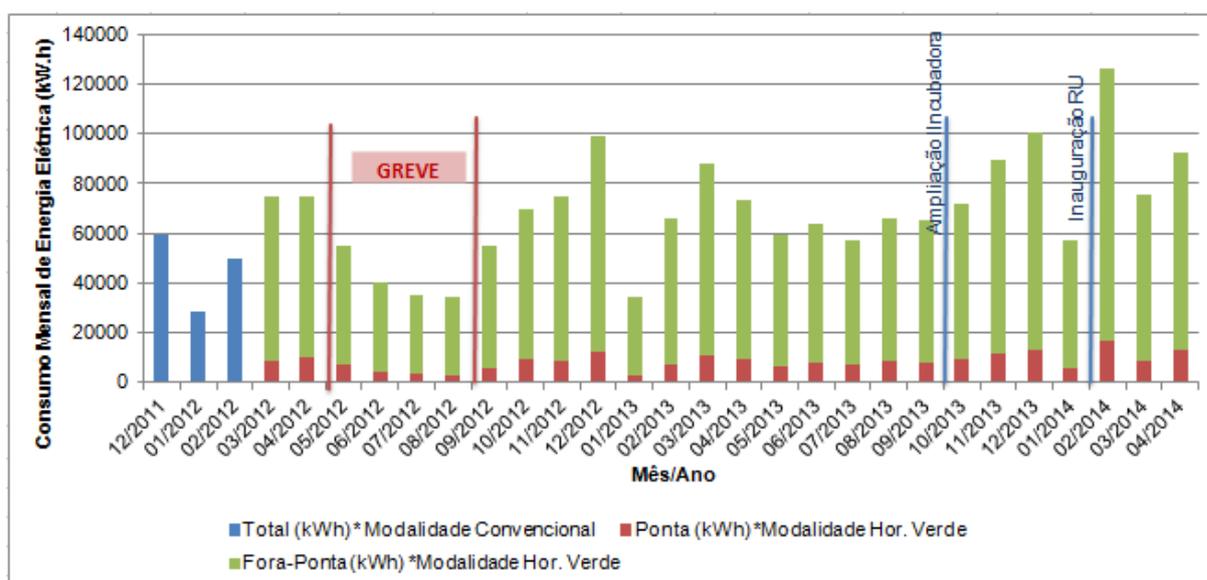


Figura 7 – Gráfico do Histórico de Consumo - UTFPR–MD
Fonte: Autoria Própria.

Pode-se confirmar na Figura 7 que os menores valores de consumo foram praticados em períodos de temperatura amena (março a setembro) e ou férias (por exemplo, janeiro de 2013), enquanto que os maiores são no período de verão (outubro a fevereiro).

Foram destacados, na Figura 7, o período de greve (março e setembro de 2012), a ampliação da Incubadora Tecnológica (outubro de 2013) e a inauguração do Restaurante Universitário (RU) em fevereiro de 2014.

4.1.2 Verificação da Demanda Mensal e Determinação do Perfil de Demanda

Usando os Quadros 03, 04 e 05 foi analisado o perfil da demanda, que pode ser observado na Figura 8.

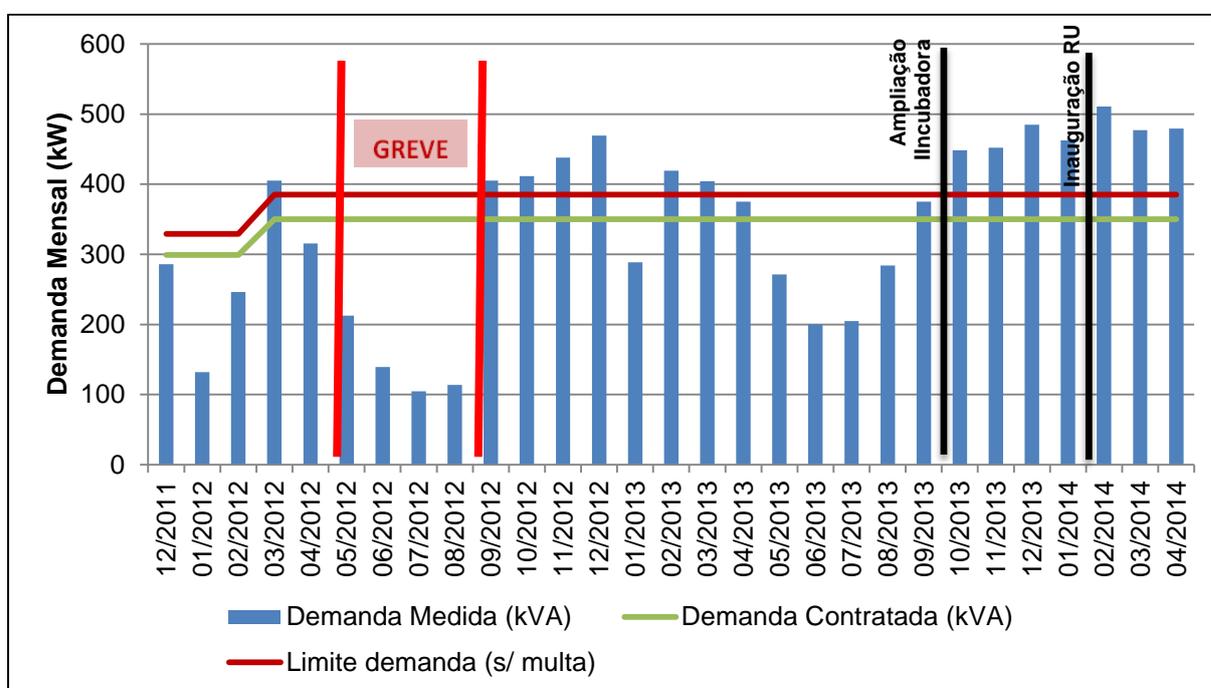


Figura 8 – Curva de Carga UTFPR – MD.

Fonte: Autoria Própria.

Dentre os valores de demanda analisados nos 29 meses, aproximadamente 55% estiveram acima da demanda contratada e ainda, em 48,2% dos meses, houve o pagamento de multas. Nota-se que, a partir da ampliação da incubadora tecnológica as multas vêm-se repetindo mês a mês.

Isso motivou uma análise detalhada da demanda. Com os dados do sistema *online* da concessionária foi possível comparar a demanda contratada e a medida nos meses cujos dados estavam disponíveis. Essa comparação pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Histórico de demanda medida, contratada e média da UTFPR-MD

Mês	Demanda Contratada	Demanda Medida	Diferença entre a Demanda Medida e Demanda Contratada	
	(kVA)	(kVA)	(kVA)	(%)
12/2011	299	285,98	-13,02	-4%
01/2012	299	132,19	-166,81	-56%
02/2012	299	246,24	-52,76	-18%
03/2012	350	405,21	55,21	16%
04/2012	350	315,36	-34,64	-10%
05/2012	350	212,54	-137,46	-39%
06/2012	350	139,1	-210,9	-60%
07/2012	350	104,54	-245,46	-70%
08/2012	350	114,04	-235,96	-67%
09/2012	350	405,21	55,21	16%
10/2012	350	411,26	61,26	18%
11/2012	350	438,04	88,04	25%
12/2012	350	469,15	119,15	34%
01/2013	350	288,57	-61,43	-18%
02/2013	350	419,04	69,04	20%
03/2013	350	404,35	54,35	16%
04/2013	350	374,97	24,97	7%
05/2013	350	271,29	-78,71	-22%
06/2013	350	200,44	-149,56	-43%
07/2013	350	204,76	-145,24	-41%
08/2013	350	284,25	-65,75	-19%
09/2013	350	374,97	24,97	7%
10/2013	350	448,41	98,41	28%
11/2013	350	451,87	101,87	29%
12/2013	350	484,7	134,7	38%
01/2014	350	462,24	112,24	32%
02/2014	350	510,62	160,62	46%
03/2014	350	476,92	126,92	36%
04/2014	350	479,52	129,52	37%

Fonte: Adaptado de COPEL (2014).

Através do levantamento de dados, pode-se observar que a universidade passou por uma falta de redimensionamento de contrato que ocasionou em aumentos na fatura devido à multa por demanda contratada excedida, o que pode ser observado nos meses março, setembro, outubro novembro e dezembro de 2012 bem como fevereiro, março, setembro, outubro novembro e dezembro de 2012 e também janeiro, fevereiro, março e abril de 2014.

4.1.3 Demanda Mensal Média

A demanda média mensal foi encontrada fazendo-se a média das demandas medidas no mês, dos quatro anos em análise, excluindo o período de greve. Por exemplo, para calcular a demanda média de janeiro, somou-se a demanda de janeiro de 2012, janeiro de 2013 e janeiro de 2014 e dividiu-se por três. Para calcular a demanda de dezembro, somou-se dezembro de 2011, 2012 e 2013 e dividiu-se por três, já a demanda de outubro foi obtida somando-se outubro de 2012 e 2013 e dividindo-se por dois e assim para os demais meses.

Tabela 3 – Histórico de demanda medida, contratada e média da UTFPR-MD

Mês	Demanda Média (kVA)
Janeiro	413,2767
Fevereiro	294,3333
Março	391,9667
Abril	428,8267
Maio	389,95
Junho	271,29
Julho	200,44
Agosto	204,76
Setembro	284,25
Outubro	390,09
Novembro	429,835
Dezembro	444,955

Fonte: Adaptado de COPEL (2014).

Observa-se uma influência climática na demanda medida. Considerando que a instituição encontra-se no oeste paranaense, pode-se considerar que nas estações outono e inverno enfrentam-se baixas temperaturas, ou períodos amenos, enquanto que na primavera e verão essas tendem a subir. Portanto, de 22 de setembro a 19 de março (início da primavera e fim do verão, respectivamente), observou-se que o consumo de eletricidade no câmpus tende a subir, fato que pode ser explicado pelo uso contínuo de aparelhos condicionadores de ar nas salas de aula.

Do período de 20 de março a 21 de setembro (início do outono e fim do inverno, respectivamente), pode-se constatar quedas na utilização da eletricidade, devido a não tão abrangente utilização de aparelhos condicionadores de ar bem como período de férias de inverno (em períodos normais, na primeira ou segunda quinzena de julho, dependendo do calendário acadêmico).

Com base nesta variação foram analisados os valores de demanda medidos com intervalo de 15 minutos em dois dias diferentes, aleatoriamente escolhidos em um dia de verão e outro de inverno.

Na Figura 10 observa-se a curva de carga em um dia de verão (quinta-feira 06/02/2014) e em um dia de inverno (terça-feira 03/09/2013).

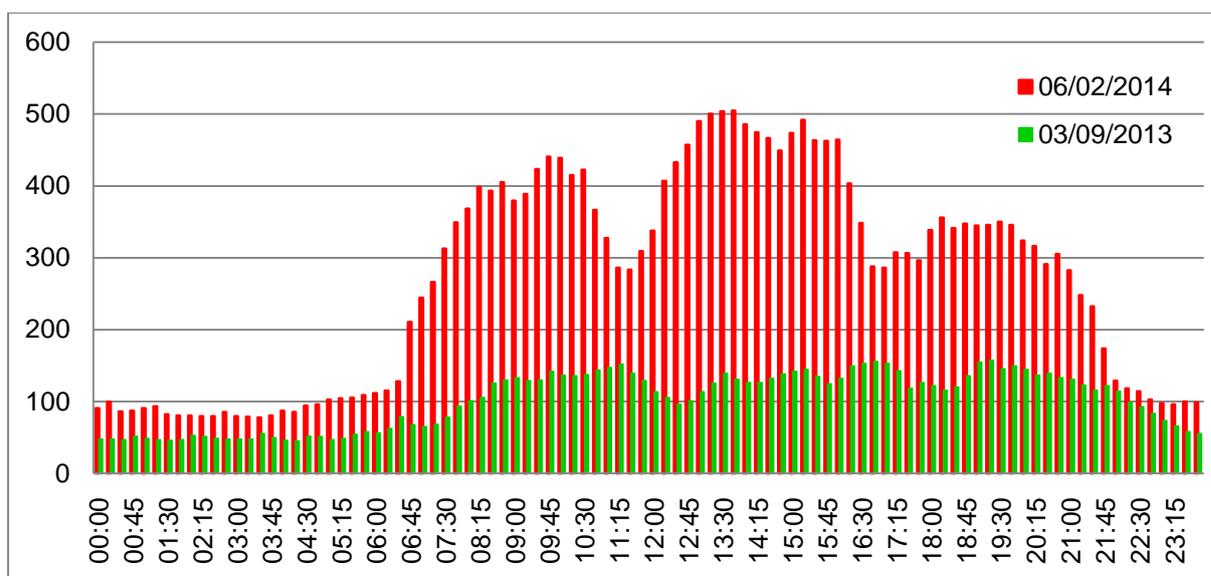


Figura 9 – Gráfico da curva de carga da UTFPR-MD em um dia de verão e outro de inverno
Fonte: Adaptado de COPEL (2014).

Dia 06/02/2014 foi uma quinta feira, dia letivo, tendo aula nos três turnos (matutino, vespertino e noturno). Foram utilizadas todas as salas de aulas em algum momento do dia, mais precisamente 23 salas e 13 laboratórios (informática, de máquinas, química, entre outros) de manhã, 26 salas e 19 laboratórios à tarde e 21 salas e 12 laboratórios à noite, sendo distribuídas nestas cerca de 405 horas/aulas no dia.

No local em que se encontra o Câmpus, oeste do Paraná, as maiores temperaturas são registradas à tarde (sendo registrada temperatura máxima de 38°, mínima de 22°, no dia 06/02, segundo AccuWeather (2014), portanto há uma maior utilização de aparelhos condicionadores de ar, o que explica o fato dos picos de energia estarem em tal período.

Já no dia 03/09/2013, período de inverno, terça feira, a temperatura máxima registrada foi de 26° e mínima de 13° (ACCUWEATHER, 2014) de modo a não ser tão abrangente o uso dos ares condicionados, o que fez com que a curva de carga em tal dia, ficasse equilibrada, havendo a ausência de picos expressivos, como aconteceu

no dia 06/02/2014. Foram utilizadas 24 salas de aulas e 10 laboratórios no período matutino, 25 salas e 14 laboratórios no período vespertino e 23 salas de aula e 9 laboratórios no período noturno, sendo ministradas cerca de 384 horas/aula neste dia (dados obtidos através de entrevista ao técnico administrativo do câmpus).

Percebe-se que a ocupação das salas de aula não foi distinta de forma expressiva nos dois dias em análise, de fato a mostrar que a temperatura foi fator influenciador nos valores de demandas registradas. Observou-se que o comportamento das curvas (Figura 9) é praticamente igual, tendo crescimento durante os horários de aulas e queda nas pausas para refeição e fim de períodos (matutino, vespertino e noturno), porém o que se deseja enfatizar é o valor de demanda máximo registrado, sendo no dia quente (06/02/2014) este ultrapassa os 500kW e no dia frio (03/09/2013) este não chega aos 160 kW.

Em situação normal, nos meses de janeiro e fevereiro o campus estaria em período de férias escolares e assim tenderia ao baixo consumo. Porém não pode-se constatar tal fato no histórico levantado, pois em 2012, mais precisamente de 24 de maio a 10 de setembro, a universidade entrou em greve, suspendendo aulas, mantendo apenas atividades administrativas, de modo que, nos anos seguintes a essa, o calendário escolar teve de ser alterado com o intuito de repor aulas (diminuindo assim o período de férias).

Um fato a ser observado é que, mesmo no período da madrugada a utilização das cargas no dia quente é maior que no dia frio.

4.2 ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA NA FATURA

4.2.1 Determinação da Demanda Contratada Ótima

O valor ótimo de demanda a ser contratada para a situação atual do câmpus (antes da inauguração do L4) foi determinado considerando o mesmo período de dados (setembro de 2012 a abril de 2014), desprezando os meses de dezembro de 2011 a agosto de 2012 pelo fato de que nesse período não estavam em total funcionamento os blocos L3 e H3 e também devido ao período de greve.

Para obtenção da Figura 10 (ponto ótimo de demanda contratada), foram calculados o gasto anual (considerando todas as multas) para 50 valores diferentes de demanda contratada, supondo valores de demanda inicial, incrementado esta a cada 1 kW, tendo assim como demanda ótima a qual resultava o menor valor gasto anualmente.

A ferramenta Solver foi utilizada para confirmar tal valor, tendo em vista que a demanda inicial e incrementos são valores estipulados, podendo assim voltar “falsos” pontos mínimos de demanda prevista.

Para tanto se estipulou três tipos possíveis de demanda faturável:

- a) Tipo I, quando a demanda medida é igual ou inferior à demanda contratada;
- b) Tipo II, quando a demanda medida ultrapassa à contratada, porém não excedendo 10% deste limite (conforme legislação vigente, este valor não implica multa para o consumidor); e
- c) Tipo III, quando a demanda medida é superior ao valor de 10% da demanda contratada (caso que implica multa ao consumidor);

Em seguida foi determinada a fatura mensal da seguinte forma:

- a) Se a demanda for Tipo I: multiplicar a demanda contratada pela tarifa de demanda da Copel $(8,25 \text{ R}\$.(\text{kW})^{-1})$ – Modalidade Horosazonal Verde);
- b) Se a demanda for Tipo II: multiplicar a demanda medida pela tarifa de demanda da Copel $(8,25 \text{ R}\$.(\text{kW})^{-1})$ – Modalidade Horosazonal Verde);
- c) Se a demanda for Tipo III: multiplicar a demanda contratada pela tarifa de demanda da Copel $(8,25 \text{ R}\$.(\text{kW})^{-1})$ – Modalidade Horosazonal Verde), encontrar o valor da ultrapassagem (subtraindo a demanda medida da demanda contratada), multiplicar esse valor pela tarifa de ultrapassagem $(16,51 \text{ R}\$.(\text{kW})^{-1})$ e somar ao resultado da primeira multiplicação.

A sequência de cálculos foi realizada no software Excel. O valor inicial de demanda contratada foi de 400 kW, aumentando em 1 kW até chegar em 450 kW.

O cálculo do valor anual considera os três tipos de demanda faturável (com todas as possíveis multas), e o gráfico, que apresenta o resultado de todos esses cálculos, pode ser observado na Figura 10. Desta forma, verifica-se que o valor ótimo de demanda contratada seria de 436 kW, referente ao valor da demanda contratada que apresenta o menor custo anual com demanda.

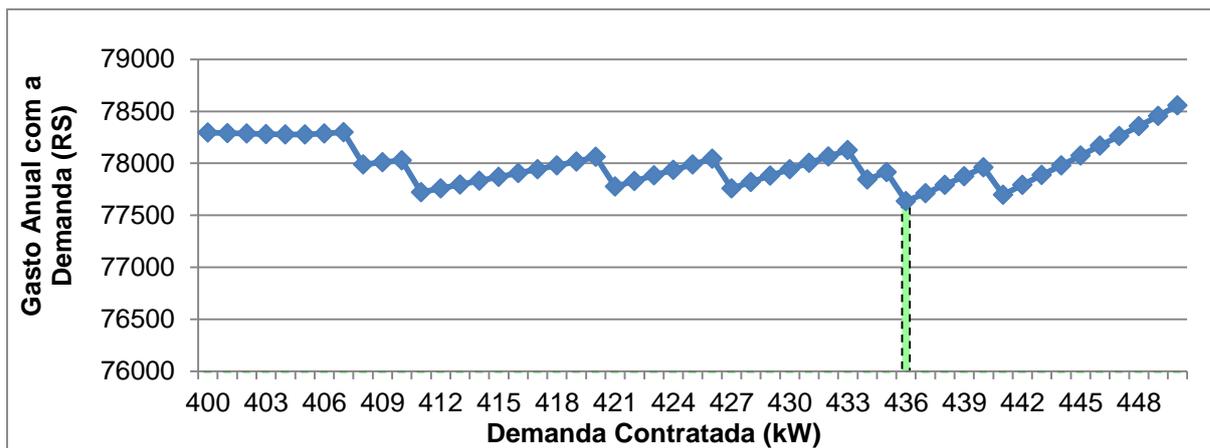


Figura 10 – Ponto ótimo de demanda contratada para o ano de 2014 (kW)

Fonte: Autoria Própria.

Com o valor ótimo, pode-se afirmar que, assim como em tal caso específico, nem sempre a demanda contratada ótima é aquela ao qual o estabelecimento não pagará em nenhum momento multa, mas aquele que o valor das multas compense o valor subcontratado de demanda (utilização abaixo da contratada).

4.2.2 Análise da Alteração na Demanda Contratada

Uma vez terminada a greve (em setembro de 2012) as aulas reiniciaram e os ambientes do câmpus retornaram ao seu uso habitual. A partir deste período foi observado que os valores mensais de demanda medida superaram, na maioria das vezes, a demanda contratada. Foram realizadas simulações da fatura de demanda com três cenários diferentes, sendo:

- a) O primeiro cenário analisa o impacto financeiro da alteração da demanda contratada para 436 kW, no mês de setembro de 2012, quando houve o retorno às aulas.
- b) O segundo cenário analisa o impacto financeiro da alteração da demanda contratada para 436 kW, no mês de outubro de 2013, quando a incubadora foi ampliada.
- c) O terceiro cenário analisa o impacto financeiro da alteração da demanda contratada para 436 kW, no mês de fevereiro de 2014, quando o RU foi inaugurado.

A comparação dos cenários foi feita pelo somatório dos valores gastos com energia elétrica no período analisado.

O Quadro 6 apresenta a demanda medida no período, a classificação das ultrapassagens (quando houveram) por tipo e a fatura de demanda proveniente dos valores de demanda contratada para a situação atual do câmpus (350 kW) e para os cenários 1, 2 e 3.

Mês	Demanda Medida (kW)	Situação atual do Campus		Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
		Tipo	Fatura de Demanda (R\$)	Tipo	Fatura de Demanda (R\$)	Tipo	Fatura de Demanda (R\$)	Tipo	Fatura de Demanda (R\$)
set/12	405,21	III	3.798,47	I	3.597,00	III	3.798,47	III	3.798,47
out/12	411,26	III	3.898,29	I	3.597,00	III	3.898,29	III	3.898,29
nov/12	438,04	III	4.340,16	II	3.613,83	III	4.340,16	III	4.340,16
dez/12	469,15	III	4.853,48	II	3.870,49	III	4.853,48	III	4.853,48
jan/13	288,57	I	2.887,50	I	3.597,00	I	2.887,50	I	2.887,50
fev/13	419,04	III	4.026,66	I	3.597,00	III	4.026,66	III	4.026,66
mar/13	404,35	III	3.784,28	I	3.597,00	III	3.784,28	III	3.784,28
abr/13	374,97	II	3.093,50	I	3.597,00	II	3.093,50	II	3.093,50
mai/13	271,29	I	2.887,50	I	3.597,00	I	2.887,50	I	2.887,50
jun/13	200,44	I	2.887,50	I	3.597,00	I	2.887,50	I	2.887,50
jul/13	204,76	I	2.887,50	I	3.597,00	I	2.887,50	I	2.887,50
ago/13	284,25	I	2.887,50	I	3.597,00	I	2.887,50	I	2.887,50
set/13	374,97	II	3.093,50	I	3.597,00	II	3.093,50	II	3.093,50
out/13	448,41	III	4.511,27	II	3.699,38	II	3.699,38	III	4.511,27
nov/13	451,87	III	4.568,36	II	3.727,93	II	3.727,93	III	4.568,36
dez/13	484,7	III	5.110,05	III	4.401,04	III	4.401,04	III	5.110,05
jan/14	462,24	III	4.739,46	II	3.813,48	II	3.813,48	III	4.739,46
fev/14	510,62	III	5.537,73	III	4.828,98	III	4.828,98	III	4.828,98
mar/14	476,92	III	4.981,68	II	3.934,59	II	3.934,59	II	3.934,59
abr/14	479,52	III	5.024,58	II	3.956,04	II	3.956,04	II	3.956,04
TOTAL	N.A.	N.A.	79.798,97	N.A.	75.412,76	N.A.	73.687,28	N.A.	76.974,59

Quadro 6 – Parcela da Demanda na Fatura de Energia Elétrica com base nos cenários de alteração – Período: set/2012 a abr/2014

Fonte: Autoria Própria.

Obteve-se o total de R\$ 79.798,97 gastos com demanda de setembro de 2012 a abril de 2014. Como o valor contratado era de 350 kW, qualquer demanda que ultrapassasse o valor de 385 kW (tolerância de 10%) implicaria em multa para a instituição. Do valor total, R\$ 79.798,95, R\$58.162,00 foram pagos na fatura básica, ou ainda, 72,88%. Os demais, R\$ 21.636,37, ou 27,12% do total, foram gastos em multa.

O valor total demandado no cenário 1 seria de R\$ 75.412,75. Esta opção teria implicado em redução no valor total da fatura de demanda de 5,5% no valor. Foi verificada uma queda aproximadamente 10 vezes menor no valor gasto em multas, passando de R\$ 21.635,97 para R\$ 2.034,78.

No cenário 2 o valor de demanda seria de R\$ 73.687,28. Esta opção, por sua vez, teria implicado um redução no valor total da fatura de demanda de 7,7% no valor. Foi verificada uma queda aproximadamente 2,3 vezes menor no valor gasto em multas, passando de R\$ 21.635,97 para R\$ 9.411,11.

Os resultados da simulação realizada, baseada no cenário 3, mostraram que a demanda total seria de R\$ 76.974,59. Apresentando uma redução de 3,5%. Foi possível constatar uma queda 1,35 vezes menor no valor gasto em multas (aproximadamente), passando de R\$ 21.635,97 para R\$ 15.986,69.

A Figura 12 apresenta um quadro aonde se evidenciam as diferenças apresentadas.

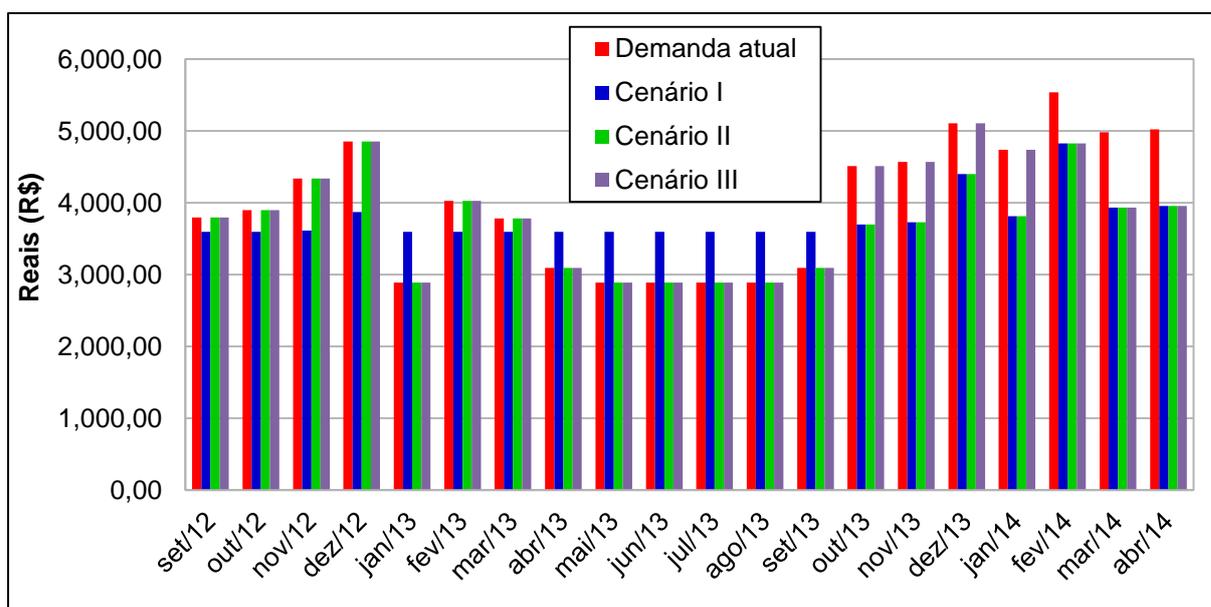


Figura 11 – Comparação dos valores de demanda real e simulados (cenários 1, 2 e 3).
Fonte: Autoria Própria

Observa-se que a fatura de demanda ótima apresentou-se mais linear do que a contratada.

Através da análise de tais valores, percebeu-se que o valor da fatura total não obteve diferença significativa na escolha dos cenários, enquanto que a diferença do valor gasto em multa foi considerável.

4.2.1 Influência da Demanda Contratada Ótima na Fatura de Energia Elétrica

As faturas de energia elétrica foram calculadas para cada um dos cenários estimados, representando a condição atual os valores pagos pela Universidade.

Os cenários 1, 2 e 3 apresentaram como variação as faturas de demanda contratadas, mantendo os valores de consumo (na ponta e fora-ponta) iguais para todos os cenários

Mês	Fatura Total Atual (R\$)	Fatura Total Cenário 1 (R\$)	Fatura Total Cenário 2 (R\$)	Fatura Total Cenário 3 (R\$)
set/12	20.795,10	20.593,63	20.795,11	20.795,11
out/12	27.038,51	26.737,22	27.038,51	27.038,51
nov/12	27.898,28	27.171,95	27.898,28	27.898,28
dez/12	37.153,96	36.170,97	37.153,97	37.153,97
jan/13	12.803,58	13.513,08	12.803,58	12.803,58
fev/13	24.442,71	24.013,05	24.442,71	24.442,71
mar/13	32.267,93	32.080,65	32.267,94	32.267,94
abr/13	27.029,77	27.533,27	27.029,77	27.029,77
mai/13	21.675,78	22.385,28	21.675,78	21.675,78
jun/13	23.689,06	24.398,56	23.689,07	23.689,07
jul/13	21.386,71	22.096,21	21.386,71	21.386,71
ago/13	24.425,16	25.134,66	24.425,16	24.425,16
set/13	24.249,48	24.752,98	24.249,47	24.249,47
out/13	28.161,44	27.349,55	27.349,55	28.161,44
nov/13	33.854,95	33.014,52	33.014,52	33.854,95
dez/13	37.930,58	37.221,57	37.221,58	37.930,59
jan/14	22.297,42	21.371,44	21.371,44	22.297,42
fev/14	46.926,02	46.217,26	46.217,27	46.217,27
mar/14	29.025,00	27.977,91	27.977,91	27.977,91
abr/14	36.012,80	34.944,26	34.944,26	34.944,26

Quadro 7 – Fatura total no período setembro de 2012 a abril de 2014, com a demanda ótima de 436 kW

Fonte: Autoria Própria.

Somando-se total de consumo e demanda utilizados no período analisado, 20 meses, o total gasto com energia equivaleu a R\$ 559.064,25 (desconsiderou-se valores de demanda e consumo reativos) e o valor pago por demanda de ultrapassagem representa aproximadamente 4% desse valor.

O valor simulado no cenário 1 apresentou fatura de R\$ 554.678,07, percebeu-se uma queda no valor, aproximadamente 0,8%, devido à otimização da demanda contratada, já que o valor gasto com consumo (kWh) não apresenta diferença. Este cenário mostra uma economia média de R\$ 219,31 ao mês.

No cenário 2 foi possível observar que a fatura teria sido de R\$ 552.952,59 (1,1% menor) proporcionando uma economia de R\$ 6.111,67 no período analisado. Este foi o melhor cenário analisado, com economia média mensal de R\$305,58.

Salientando que uma análise isolada do período de outubro de 2013 à abril de 2014 apresentou uma economia de R\$ 6.111,68, esta análise apresenta uma economia na fatura mensal de R\$ 873,10, em média.

O total da fatura de energia de outubro de 2013 a abril de 2014 equivaleu a R\$ 234.208,21 e o valor pago por demanda de ultrapassagem representa aproximadamente 6% desse valor.

O terceiro cenário apresentou economia total de R\$ 2.824,36 equivalentes a 0,51% do total pago nas faturas do período. A opção de alterar a demanda somente no mês de fevereiro de 2014 proporcionaria ao câmpus uma economia média mensal de R\$ 403,48. Fato este explicado pela característica sazonal deste consumidor que apresentou (na análise do capítulo 4.1.2) elevação no consumo durante o verão.

4.2 PREVISÃO CONSUMO E DEMANDA ÓTIMA DEVIDO À INAUGURAÇÃO DO FUTURO BLOCO L4

Na visita ao bloco em construção (L4), que se encontra em fase de acabamento, (previsão de conclusão para setembro de 2014), pode-se contar a quantidade de lâmpadas e tomadas que virão a ser distribuídas nas cinco salas de aulas e corredor. Considerando que seriam utilizadas lâmpadas fluorescentes de 32W (duas em cada ponto, totalizando 64W), a instalação de um ar condicionado por sala de aula (considerando aparelhos de 60000 BTUS, equivalente a 17.583 W, semelhantes aos já instalados nos últimos blocos inaugurados) e desconsiderando a utilização das tomadas (por estas serem de uso esporádico) pode se chegar a potência instalada conforme Quadro 08.

Local	Lâmpadas (64 W)	Tomadas de uso geral (100 W)	Ar Condicionado (17583W)
Sala 1	16	10	1
Sala 2	16	9	1
Sala 3	15	9	1
Sala 4	17	9	1
Sala 5	16	9	1
Corredor	5	-	-
Soma	85	46	5

Quadro 8 – Levantamento de potência instalada no Bloco L4 (construção)

Fonte: Aatoria Própria.

Chegou-se ao valor de 5,44 kW em lâmpadas, 87,92kW em aparelhos de ar condicionado, totalizando 93,36 kW instalados no L4. Porém, sabe-se que os aparelhos de ar condicionado não estarão em uso durante todo o período de aula bem como lâmpadas. Considerou-se, então, como cita Cotrim (2009), o fator de demanda seria de 75% para 5 aparelhos condicionadores de ar em uma instituição de ensino superior, tendo ainda o fator de demanda global de 0,35 fazendo assim com que a demanda estimada do futuro bloco L4 seja de 32,68 kW.

Para fazer a previsão da nova demanda com a entrada do novo bloco (L4) em funcionamento, somou-se a demanda do bloco L4 com a demanda média mensal (obtida pelos valores de cada mês de 2013, sendo que nos meses de janeiro a abril foi feita a média simples entre os anos 2013 e 2014). Obtendo os valores descritos Quadro 09.

2015	Média das Demandas Faturadas (kW)	Demanda do bloco L4 (kW)	Demanda Prevista (kW)
Janeiro	375,405	32,68	408,08
Fevereiro	464,83	32,68	497,51
Março	440,635	32,68	473,31
Abril	426,98	32,68	459,66
Mai	271,29	32,68	303,97
Junho	200,44	32,68	233,12
Julho	204,76	32,68	237,44
Agosto	284,25	32,68	316,93
Setembro	374,97	32,68	407,65
Outubro	448,41	32,68	481,09
Novembro	451,87	32,68	484,55
Dezembro	484,7	32,68	517,38

Quadro 9 – Valores previstos de demanda mensal para 2015

Fonte: Aatoria Própria.

A demanda prevista média para o ano de 2015 é de 401,72 kW mensais, enquanto que menor valor revisito encontra-se nos meses de inverno na região do

câmpus (e possíveis períodos de férias acadêmicas), sendo o primeiro de 233,12 kW, em junho, e segundo menor no mês de julho, correspondendo a 237,44 kW.

O valor de demanda máxima faturável previsto é de 517,38 kW, no mês de dezembro. Quando em situações normais, a partir do dia 20 deste (aproximadamente), a universidade já encontra-se em período de férias de verão, porém, devido as altas temperaturas registradas, a utilização em massa dos condicionares de ar nos cerca de 20 dias letivos eleva a demanda mensal.

Para calcular o consumo previsto em 2015, utilizou-se o mesmo intervalo de janeiro a dezembro (apenas os anos de 2013 e 2014). Fez-se a média de consumo na ponta e fora ponta com os dados existentes dos dois anos, obtendo os resultados mostrados no Quadro 10.

Mês	Consumo 2013 (kWh)		Consumo 2014 (kWh)		Média 2013-2014 (kWh)	
	Ponta	F.Ponta	Ponta	F.Ponta	MÉDIA PONTA	MÉDIA F.PONTA
Jan	2.664	32.035	5.985	51.084	4.324,5	41.559,5
Fev	7.005	59.196	16.551	109.553	11.778	84.374,5
Mar	11.093	76.718	8.899	66.825	9.996	71.771,5
Abr	9.481	63.763	12.899	79.770	11.190	71.766,5
Mai	6.825	52.793			6.825	52.793
Jun	8.188	55.641			8.188	55.641
Jul	7.142	50.104			7.142	50.104
Ago	8.567	57.213			8.567	57.213
Set	8.256	56.907			8.256	56.907
Out	9492	62448			9492	62448
Nov	11646	77812			11646	77812
Dez	12896	87892			12896	87892

Quadro 10 – Média do Consumo Ponta e Fora Ponta

Fonte: Autoria Própria.

Posteriormente, calculou-se o consumo diário na ponta e fora da ponta. Considerou-se os períodos de aula matutino, vespertino e noturno (das 7:30 ao 12:00, das 13:00 às 17:30 e das 18:40 às 23:00 respectivamente) totalizando em cerca de 13,33 horas diárias de utilização das salas de aula, sendo dessas 11 horas no horário fora de ponta e 2,33 no horário de ponta.

Encontrado o valor da potência utilizada prevista no L4, 32,68 kW, multiplicou-se tal valor por 2,33 (horas de utilização do novo bloco no horário de ponta), obtendo como resultado 76,11 kWh, consumo diário previsto. Multiplicou-se então por 20 (média de dias letivos em um mês) para encontrar o consumo previsto mensal na ponta, obtendo 1.522,7 kWh.

Fez-se o mesmo procedimento para encontrar o consumo mensal fora ponta. Multiplicou-se 32,68 kW (potência de utilização prevista) por 11 (horas de utilização do L4 no período fora ponta), obtendo 359,44 kWh de consumo diário, por fim, multiplicou-se por 20 (dias letivos em um mês), obtendo 7.188 kWh. Com tais resultados, somou-se o consumo mensal de ponta e fora ponta previsto com a média dos consumos mensais de ponta e fora ponta, conforme Quadro 11.

Mês/2015	Consumo de energia no período Ponta			Consumo de energia no período Fora Ponta		
	Médio Medido (kWh)	Do Bloco L4 (kWh)	Previsão (kWh)	Médio Medido (kWh)	Do Bloco L4 (kWh)	Previsão (kWh)
Jan	4.324,50	1.522,70	5.847,20	41.559,50	7.188,72	48.748,22
Fev	11.778,00	1.522,70	13.300,70	84.374,50	7.188,72	91.563,22
Mar	9.996,00	1.522,70	11.518,70	71.771,50	7.188,72	78.960,22
Abr	11.190,00	1.522,70	12.712,70	71.766,50	7.188,72	78.955,22
Mai	6.825,00	1.522,70	8.347,70	52.793,00	7.188,72	59.981,72
Jun	8.188,00	1.522,70	9.710,70	55.641,00	7.188,72	62.829,72
Jul	7.142,00	1.522,70	8.664,70	50.104,00	7.188,72	57.292,72
Ago	8.567,00	1.522,70	10.089,70	57.213,00	7.188,72	64.401,72
Set	8.256,00	1.522,70	9.778,70	56.907,00	7.188,72	64.095,72
Out	9.492,00	1.522,70	11.014,70	62.448,00	7.188,72	69.636,72
Nov	11.646,00	1.522,70	13.168,70	77.812,00	7.188,72	85.000,72
Dez	12.896,00	1.522,70	14.418,70	87.892,00	7.188,72	95.080,72

Quadro 11 – Valor de Consumo Previsto para 2015

Fonte: Autoria Própria.

Observando os valores de consumo e demanda obtidos para o bloco L4, pode-se dizer que este é um cenário pouco provável de se acontecer no câmpus, afinal, não foram consideradas variações tanto de demanda quanto de consumo nas estações frias do ano (o que realmente acontece) tendo sido considerada a demanda fixa durante o ano, porém, não trata-se de um cenário impossível que mostra a condição de maior consumo demandado.

O maior valor de consumo fora ponta previsto para o ano de 2015, assim como a demanda prevista é para o mês de dezembro, sendo este de 95.080,72 kWh. O menor valor fora ponta é de 48.748,22 kWh, sendo este no mês de janeiro tendo como provável causa o período de férias. Os valores chegam a variar 55% no consumo fora ponta. No consumo na ponta, o maior valor é de 14.418,70 kWh, também no mês de

dezembro, e 5.847,20 kWh o menor valor (também em janeiro). Estes chegaram a variar 47% uns dos outros.

Multiplicou-se os valores de consumo de ponta previsto pela tarifa de consumo na ponta (1,00493 R\$/kWh) e os valores de consumo previstos fora ponta pela tarifa de consumo fora ponta (0,22597 R\$/kWh), obtendo os valores mostrados no Quadro 12. O quadro apresenta ainda dois cenários distintos relacionados à simulação da demanda contratada. No Cenário 1 a demanda contratada simulada foi a ótima (de 436 kW) enquanto o cenário 2 apresenta uma nova demanda ótima ($D_c = 441$ kW).

Mês	Fatura de Consumo (R\$)	Fatura de Demanda ($D_c = 350$)	Fatura Total ($D_c = 350$)	Fatura de Demanda ($D_c = 436$)	Fatura Total ($D_c = 436$)	Fatura de Demanda ($D_c = 441$)	Fatura Total ($D_c = 441$)
jan-15	16891,66	3845,84	20.737,50	3597,00	20.488,66	3638,25	20.529,91
fev-15	34056,81	5321,35	39.378,16	4611,85	38.668,66	4570,60	38.627,41
mar-15	29418,13	4922,13	34.340,26	3904,82	33.322,95	3904,82	33.322,95
abr-15	30616,89	4696,82	35.313,71	3792,16	34.409,05	3792,16	34.409,05
mai-15	21942,93	2887,50	24.830,43	3597,00	25.539,93	3638,25	25.581,18
jun-15	23956,21	2887,50	26.843,71	3597,00	27.553,21	3638,25	27.594,46
jul-15	21653,85	2887,50	24.541,35	3597,00	25.250,85	3638,25	25.292,10
ago-15	24692,30	2887,50	27.579,80	3597,00	28.289,30	3638,25	28.330,55
set-15	24310,62	3838,66	28.149,28	3597,00	27.907,62	3638,25	27.948,87
out-15	26804,81	5050,42	31.855,23	4340,92	31.145,73	3968,96	30.773,77
nov-15	32441,24	5107,51	37.548,74	4398,01	36.839,24	3997,50	36.438,74
dez-15	35975,18	5649,20	41.624,38	4939,70	40.914,88	4898,45	40.873,63

Quadro 12 – Fatura de energia ano 2013

Fonte: Autoria Própria.

Com a previsão de entrada em funcionamento do bloco L4, estimou-se a fatura de 2015 em R\$ 372.472,56 desconsiderando, como nas análises anteriores, os valores de demanda e consumo reativos. O valor pago por demanda de ultrapassagem representa aproximadamente 4,12% desse valor.

O valor simulado no cenário 1 apresentou fatura de R\$ 370.330,09 com uma queda no valor, aproximadamente 0,65%, que foi devido a otimização da demanda contratada, já que o valor gasto com consumo (kWh) não apresenta diferença. Este cenário mostra uma economia média de R\$ 201,04 ao mês.

No cenário 2 foi possível observar que com o novo valor de demanda ótima a fatura teria sido de R\$ 369.772,62 (0,81% menor) proporcionando uma economia de R\$ 3.019,94 no período analisado.

4.3 MATERIAL EDUCATIVO

Foram elaborados modelos de folders, adesivos e cartazes (Figuras 12 à Figura 20) com o objetivo de incentivar a comunidade acadêmica a se conscientizar quanto ao uso dos aparelhos elétricos à sua disposição.

Os modelos foram disponibilizados à instituição, cabendo a esta a sua reprodução e exposição no interior do câmpus.

A Figura 12, tem o intuito de incentivar o usuário de energia a desligar todos os aparelhos os quais não está utilizando no momento, como por exemplo, lâmpadas externas, monitores, televisores, entre outros.

A frase utilizada busca mostrar que, somente os aparelhos elétricos que não estão sendo utilizados devem ser desligados, enquanto que a ideia de racionar energia deve estar sempre em mente, em prática, sempre “ligada”.

Trata-se de um modelo de cartaz, a ser exposto em local de boa visão e grande circulação de pessoas, como paredes lisas, corredores de salas de aula, rampas do câmpus.

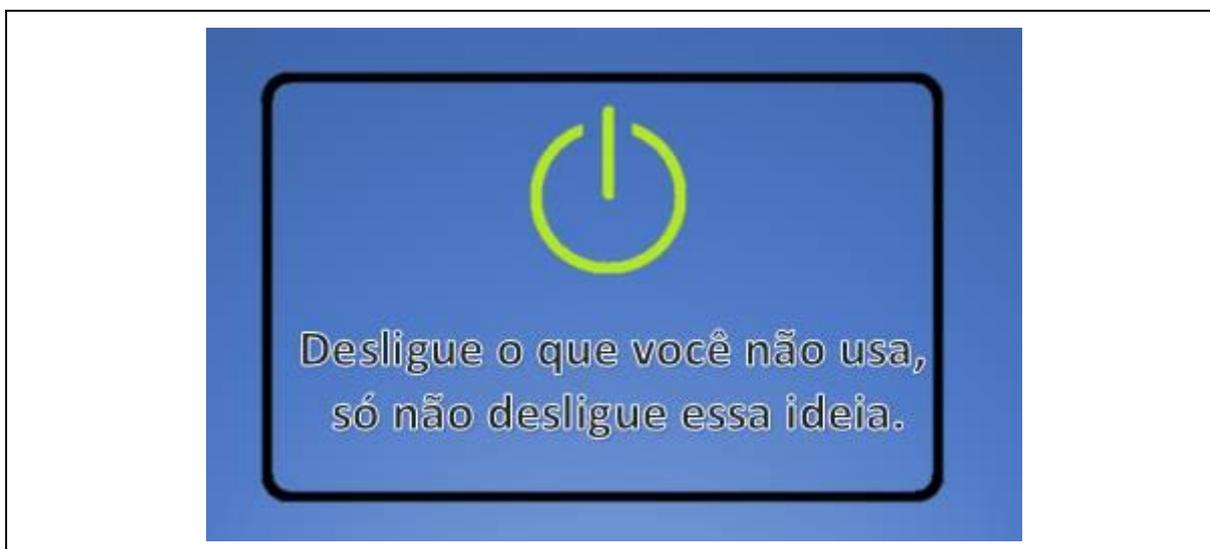


Figura 12 – Modelo 1 de folder/cartaz
Fonte: Aatoria Própria.

Quanto as Figuras 13 e 14, criou-se um slogan “Se liga, desliga”, frase elaborada com linguagem jovem e simples, buscando fazer com que o público acadêmico fale-a com frequência, de modo a introduzir a ideia principal do material de divulgação, deixar uma “marca”, criar um “jargão” para o acadêmico.

A mensagem “se liga” busca fazer com que o jovem fique atento, chamar a sua atenção para a frase seguinte “desliga”, verbo no imperativo, simulando uma ordem, desligar aparelhos elétricos que não estão sob uso.

Utilizou-se em ambas as figuras (13 e 14) a imagem de uma tomada, que lembra um *emoticon*, símbolos muito utilizados em conversas por celulares e internet por jovens e adolescentes.



Figura 13 – Modelo 1 de etiqueta adesiva
Fonte : Autoria Própria.

Figura 13 e 14 foram elaboradas para serem modelos de etiquetas adesivas, as quais seriam coladas próximas a interruptores de lâmpadas e tomadas.



Figura 14 – Modelo 2 de etiqueta adesiva
Fonte: Autoria Própria.

A Figura 15 busca atingir todos os públicos da Universidade: acadêmicos, professores, técnicos administrativos, funcionários. Possui uma mão que “segura” uma lâmpada com a imagem do planeta, com essa visa trazer a mensagem de “o mundo está em suas mãos”. Pode ser exposta nas salas dos professores, na biblioteca, secretária acadêmica e outros setores administrativos.

A frase é de linguagem simples, visa influenciar ao consumo não exagerado de energia, somente o necessário. Para isso, trás ainda a frase “Sua atitude muda o mundo”, buscando mostrar que a responsabilidade também é em grande parte, quando não toda, do usuário.



Figura 15 – Modelo 2 de folder/cartaz
Fonte: Autoria Própria.

A Figura 17 também é destinada a todos os tipos de públicos, ela traz a imagem de uma lâmpada com uma árvore, de modo a buscar que o dependente da universidade veja a economia de energia como uma atitude ecologicamente correta.



Figura 16 – Modelo 3 de folder/cartaz
Fonte: Autoria Própria.

A Figura 16 pode ser modificada, trazendo a frase “Consumo consciente. Cultive essa ideia”. A palavra “cultive” traria a mensagem de que é necessário “alimentar” a vontade de economizar energia, buscar cada vez mais a economia, fazendo equivalência assim com a imagem da planta (que também precisa ser “alimentada”, precisa de cuidados, sempre buscando mais crescimento, “altura”).

As Figuras 17 e 18 têm um apelo voltado ao financeiro. Têm o intuito de lembrar que energia tem custo, que energia é dinheiro. A Figura 17 traz a imagem de uma tomada que lembra um cofre, de modo a mostrar que sempre que algum aparelho está plugado nela, está consumindo energia e assim, dinheiro.



Figura 17 – Modelo 4 de folder/cartaz
Fonte: Autoria Própria.

A Figura 18 traz a imagem de um cofre em forma de porquinho, símbolo de “poupar”, no qual está se introduzindo uma lâmpada acesa (em forma de cifrão, símbolo monetário) buscando lembrar que lâmpada ligada é sinônimo de custo.

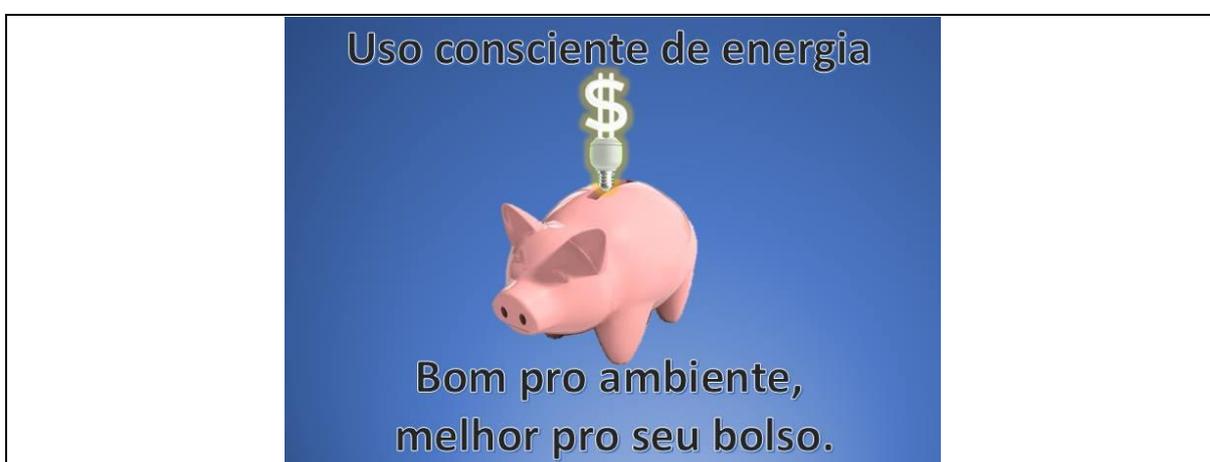


Figura 18 – Modelo 5 de folder/cartaz
Fonte: Autoria Própria.

Sabendo do impacto que o uso dos ares condicionados causa no total de energia elétrica, fez-se um modelo de cartaz (Figura 19), com uma mão segurando um controle, que lembra o de um ar condicionado, que traz em seu visor a mensagem OFF (desligado).



Figura 19 – Modelo 6 de cartaz
Fonte: Autoria Própria.

Por fim, apresenta-se se uma informação aos acadêmicos, um frase do tipo “você sabia?”, que lembra o usuário que, aparelhos mesmo em estado *off*, porém plugados na tomada, são consumidores de energia, visando influenciar a atitude de retirar os aparelhos das tomadas, conforme mostra Figura 20.

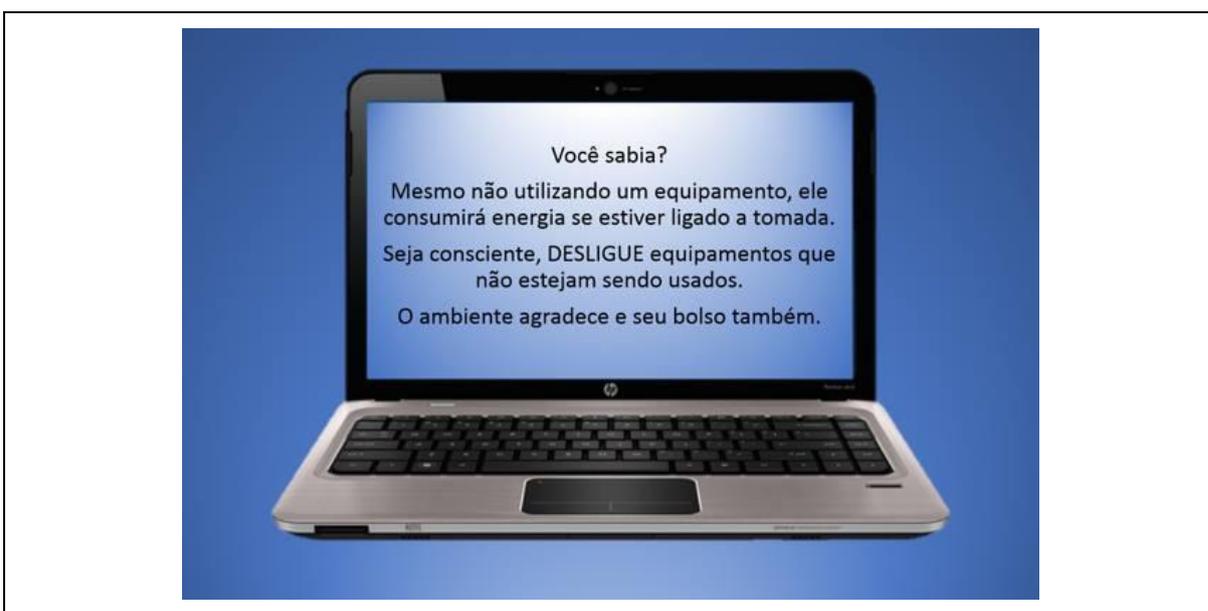


Figura 20 – Modelo 7 de folder/cartaz e fundo de área de trabalho para computadores
Fonte: Autoria Própria.

Trata-se também de um modelo de cartaz, porém, pode-se utilizar como plano de fundo da área de trabalho dos computadores de todos os laboratórios de informática do câmpus Medianeira, de modo que, sempre ao ligar e desligar esse, o usuário verá a mensagem e espera-se que este reflita a respeito.

O objetivo das figuras do material de divulgação é criar em todo público universitário (tanto docentes, discentes quanto funcionários) a atitude, engajamento com a proposta, o hábito de economizar energia, fazer deste uma rotina, independente de estar ou não na universidade, trazendo assim melhorias financeiras ao câmpus e a si mesmo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente Trabalho de Conclusão de Curso, pensa-se ter atingido, os objetivos que foram propostos, ligados ao estudo da eficiência energética e otimização de demanda e consumo de energia do câmpus Medianeira da UTFPR.

Apresentou-se os resultados obtidos com a construção do perfil de consumo e curva de carga. Verificou-se que o maior valor gasto com consumo no histórico foi no mês de fevereiro de 2014, mês no qual foi inaugurado o RU, atingindo o valor de R\$ 41.388,299.

Analisando os dados de 2012 e 2013, verificou-se um acréscimo no valor total da fatura de aproximadamente 17,5%. Já o valor (R\$) gasto com consumo cresceu cerca de 26% de 2012 para 2013.

Fez-se a análise ainda considerando apenas o primeiro quadrimestre de cada ano (2012, 2013 e 2014). Os números mostraram que a fatura mensal de energia na UTFPR-Medianeira vem crescendo, mais precisamente cerca de 7% de 2012 para 2013, 39% de 2013 para 2014 e 49,5% de 2012 para 2014.

O mesmo pode ser observado quando analisado o valor gasto em consumo, tendo aumento de aproximadamente 24% de 2012 para 2013, 38% de 2013 para 2014 e ainda 71% de 2012 para 2014.

Quanto a análise do histórico de demanda, verificou-se que dos vinte e nove meses analisados, aproximadamente 55% estiveram acima da demanda contratada e ainda, em 48,2% dos meses, houve o pagamento de multas.

Calculou-se o valor gasto com demanda do período de setembro de 2012 à abril de 2014, demanda contratada de 350 kW, encontrando o valor total de R\$ 79.798,95. Destes 27,12%, foram gastos em multa. Quando analisado a fatura total, as multas representam 4% do montante R\$ 559.064,25.

Verificou-se que através da otimização da demanda, o valor pago em multas em tal período (setembro de 2012 a abril 2014) poderia ter sido 10 vezes menor caso utilizasse 436 kW, valor calculado de demanda ótima para a situação atual do Câmpus. Porém, o valor gasto em demanda total (básica + ultrapassagem) não sofreu tão expressiva queda, apenas 5,5% a menos que o realmente pago.

Concluiu-se então que o contrato ótimo não é aquele em que não há pagamentos de multas, mas sim aquele que o valor das multas compense o valor subcontratado (utilização abaixo da demanda contratada).

Através das análises de curva de carga diária, percebeu-se que o clima é o fator influenciador do consumo de energia elétrica. Devido à Universidade estar inserida em uma região com verões que atingem temperaturas acima de 35° C e invernos que chegam a 0° C, pode-se dar ao clima a responsabilidade por tal contraste (devido utilização ou não de aparelhos de ar condicionado).

Por meio de visita *in loco* e cálculos, chegou-se ao valor de demanda previsto do L4, que resultou em 32,68 kW. Através desse pode se fazer a previsão de demanda para o Câmpus para o ano de 2015, que resultou em demanda média prevista de 401,72 kW mensais, enquanto que consumo na ponta previsto é de 1.522,7 kW.h mensais e 7.188,7 kWh fora ponta mensais.

Com tais números, fez se a otimização da demanda a ser contratada em 2015, obtendo 441 kW mensais, o valor anual a ser gasto a fatura total (consumo + demanda) é de R\$ 372.472,56. Previu-se que destes, R\$ 15.331,93 seriam gastos em multas por ultrapassagem da demanda contratada atualmente (de 350 kW).

Para fins de comparação dois cenários foram construídos utilizando as demandas ótimas estimadas de 436 kW e 441 kW, que resultaram em economias, respectivamente, iguais a 0,65% e 0,81% mostrando que a metodologia analisada para a determinação da demanda ótima a ser contratada apresenta relação com os valores apresentados, sendo que o Câmpus pode economizar R\$ 3.019,94 ao ano.

Concluiu-se que a ampliação física é impactante no crescimento do valor da fatura de energia e a não previsão desta, implica em gastos desnecessários.

Elaborou-se ainda, material de divulgação para racionalização de energia (Figura 15 a 23) os quais possuem o intuito de criar no público universitário, sejam esses acadêmicos, funcionários, professores, o hábito de economizar energia elétrica. Foram oito modelos (cartazes, etiquetas adesivas, plano de fundo para computadores) cada qual voltado ao seu público, para um determinado ambiente, com mensagem específica (que vão desde jargões para adolescentes a apelos financeiros e ambientais).

Com o combate ao desperdício de energia, o consumidor pode economiza dinheiro e ainda contribuir para a conservação e melhoria do meio ambiente evitando expansões desnecessárias.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

A partir deste trabalho foi possível elaborar uma lista com sugestões de temas para trabalhos futuros, sendo eles:

- a) Estudo da curva de carga do câmpus no horário da madrugada, que se apresentou maior em dias quentes do que em dias frios;
- b) Realizar previsão de demanda baseada em perfil de demanda sazonal do câmpus, de modo a obter valores mais próximos da realidade; e
- c) Realizar estudo do impacto no consumo de energia quando há aumento no número de alunos do câmpus.

REFERÊNCIAS

ACCUWEATHER – **Histórico de clima e chuvas em Medianeira – PR.** 2014.

Disponível em:

<<http://www.accuweather.com/pt/br/medianeira/40110/month/40110?monyr=2/01/2014>> Acesso em: 1 julho de 2014.

ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica, **Resolução n, 456 de 29 de Novembro de 2000.** 2000. Disponível em: <

<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bres2000456.pdf>>, Acesso em: 21 de novembro de 2013.

_____. **Eficiência Energética.** 2013a. Disponível em

<<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27&idPerfil=2>>. Acesso em 10 de janeiro de 2014.

_____. **Por Dentro da Conta de Luz: Informação de Utilidade Pública.** 6. Ed – Brasília: 2013b. Disponível em <

http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/PorDentrodaContadeLuz_2013.pdf>. Acesso em 10 de janeiro de 2014.

_____. **Bandeiras Tarifárias.** 2013c. Disponível em

<<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758&idPerfil=2&idiomaAtual=0>>. Acesso em 23 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – MME. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e diretrizes básicas.** Rio de Janeiro, 2011.

_____. Ministério de Minas e Energia - MME. **Plano decenal de expansão de energia: 2021.** Brasília: MME, 2012. 386 p., il.

CAVALIN, Geraldo. CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais.** 14. ed. – São Paulo: Érica, 2006.

CELESC, Centrais Elétricas de Santa Catarina. **Fator de Potência e Fator de Carga.** 2013. Disponível em <

http://www.celesc.com.br/portal/grandesclientes/index.php?option=com_content&task=view&id=128&Itemid=220>. Acesso em 22 de novembro de 2013.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, FUPAI ET AL./EFICIENTIA. **Gestão Energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

CNI, Confederação Nacional de Indústria. **Eficiência Energética na Indústria: o que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional**. Brasília, 2009. Disponível em <<http://www.cni.org.br/portal/data/files/00/FF808081234E24EA0123627A07156F8E/Eficiencia.pdf>>. Acesso em 23 de janeiro de 2014.

COELBA, Grupo Neoenergia. **Energia Reativa**. [entre 2002 e 2011]. Disponível em <<http://servicos.coelba.com.br/residencial/energia-reativa>>. Acesso em 27 de novembro de 2013.

_____, Grupo Neoenergia. **Opções Tarifárias**. [entre 2002 e 2011b]. Disponível em <<http://servicos.coelba.com.br/residencial/opcoes-tarifarias>>. Acesso em 12 de fevereiro de 2014.

COTRIM, Ademaro Alberto Machado. **Instalações Elétricas**. 3. Ed. – São Paulo: Makron Books, 1992.

_____, **Instalações elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 496 p.

COPEL, Companhia Paranaense de Energia. **Agência Virtual**. 2014. Disponível em <<http://agencia.copel.com/AgenciaWeb/autenticar/loginCliente.do>>. Acesso em 10 de janeiro de 2014.

_____, Companhia Paranaense de Energia. **Taxas e Tarifas**. 2008. Disponível em <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Facopel%2Fpagcopel2.nsf%2Fverdocatual%2F5BAFDCF77F92F5A5032573EC006C3074>>. Acesso em 10 de janeiro de 2014.

_____, **Taxas e Tarifas**. 2013. Disponível em <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F0a363cf546237cc203257488005939ce>>. Acesso em 10 de janeiro de 2014.

COSTA, José Márcio. SILVA, Luis César. **Energia Elétrica – Tarifação**. 2002. Disponível em: <<http://www.agais.com/eletrica.htm>>. Acesso em 21 de novembro de 2013.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 11. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 1991.

_____. **Instalações Elétricas**. 14. ed. revista e atualizada – Rio de Janeiro: LTC, 2002.

ELETROBRÁS. **Eficiência Energética**, 2013. Disponível em <<http://www.elektrobras.com/elb/data/Pages/LUMISEB1B6022PTBRIE.htm>>. Acesso em 8 de janeiro de 2014.

EDP Bandeirante, **Conceitos sobre Energia**, 2011. Disponível em: <http://www.bandeirante.com.br/energia/pesquisadores_estudantes/energia_eletrica/conceitos_energia/conceitos_energia.asp>. Acesso em 18 de novembro de 2013.

FAGUNDES, Wesley de Castro, **Estimativa do Fator de Carga (FC) e Fator de Demanda (FD) de Consumidores de Energia Elétrica Via Medição e Pesquisa de Posses e Hábitos**. 2011.105 p. Dissertação. PUC, Rio de Janeiro, 2011, Disponível em:< http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/18618/18618_5.PDF > , Acesso em: 22 de novembro de 2013.

FREIRE, Wagner. **MME aprova Plano Decenal, que prevê R\$269 bi para energia elétrica até 2021**. 2013. Disponível em <[http://www.anacebrasil.org.br/portal/index.php/component/k2/item/1760-mme-aprova-plano-decenal-que-prev%C3%AA-r\\$269-bi-para-energia-el%C3%A9trica-at%C3%A9-2021](http://www.anacebrasil.org.br/portal/index.php/component/k2/item/1760-mme-aprova-plano-decenal-que-prev%C3%AA-r$269-bi-para-energia-el%C3%A9trica-at%C3%A9-2021)>. Acesso em 29 de outubro de 2013.

FUPAI; UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ; ELETROBRÁS/PROCEL EDUCAÇÃO. **Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações**. 3. Ed. Itajubá: 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. Ed., São Paulo: Atlas, 2009.

HADDAD, Jamil. **Seminário Eficiência Energética: Capacitação em Eficiência Energética**. Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel. São Paulo: 2011. Disponível em <http://www.abtcblog.org.br/blog15/JamilHaddad_UNIFEI19052011.pdf>. Acesso em 9 de janeiro de 2014.

IGUAÇU ENERGIA, **A Crise do Apagão**. 2013. Disponível em <<http://www.ienergia.com.br/energia/apagao.aspx>>. Acesso em 29 de outubro de 2013.

JANNUZZI, Gilberto de Martino. **Aumentando a Eficiência nos Usos Finais de Energia no Brasil**. UNICAMP, São Paulo: 2001. Disponível em <http://www.feagri.unicamp.br/energia/Ener20/pdf/papers/paper_Jannuzzi.pdf>. Acesso em 7 de janeiro de 2014.

LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais**. 6. ed. – [S.l]: Érica LTDA, 2001.

LOBÃO, Edison. **Panorama Energético Brasileiro**. 2008. Disponível em <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/Artigos/Panorama_energético_brasileiro.pdf>. Acesso em 31 de outubro de 2013.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 8. ed. [Reimp.] – Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MARTINS, Geomar M. **Eficientização, Gestão e Diagnósticos da Energia Elétrica**. 2012. Disponível em <<http://coral.ufsm.br/desp/geomar/esp1041/Energia.pdf>>. Acesso em 18 de novembro de 2013.

MATRIZ LIMPA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2021**. 2013. Disponível em <<https://www.matrizlimpa.com.br/index.php/2013/04/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2021-2/4511>>. Acesso em 30 de outubro de 2013.

MEIRA JUNIOR, Roberto. **Seminário de Eficiência Energética – CREA-PR: Desafios na Busca da Sustentabilidade**. 2012.

OLIVEIRA, Lilian Silva de. **Gestão do Consumo de Energia Elétrica no Campus da UnB**. 2006. 236 p. Dissertação - Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2006.

PONTE, João Pedro. **Estudos de caso em educação matemática**. 2006. Bolema, 25, 105-132. Disponível em <[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/06-Ponte%20\(Estudo%20caso\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/06-Ponte%20(Estudo%20caso).pdf)>. Acesso em 23 de janeiro de 2014.

PORTAL BRASIL. **Aneel altera estrutura tarifária para consumidores de alta tensão**. 2011. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/11/aneel-altera-estrutura-tarifaria-para-consumidores-de-alta-tensao>>. Acesso em 23 de janeiro de 2014.

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, **Manual de Tarifação de Energia Elétrica**. 1. ed., 2001. Disponível em <http://www.sef.sc.gov.br/sites/default/files/manual_de_tarifacao.pdf>. Acesso em 21 de novembro de 2013.

PROCOBRE, Instituto Brasileiro do Cobre. **Harmônicas nas Instalações Elétricas – Causas, Efeitos e Soluções**. São Paulo, 2001.

REDE ENERGIA. **Peso da energia no custo industrial chega a 15% para bens intermediários**, 2013. Disponível em <<http://www.redenergia.com/noticias/peso-da-energia-no-custo-industrial-chega-a-15-para-bens-intermediarios/>>. Acesso em 30 de setembro de 2012.

SILVA, Bruno Henrique Tenório. TAKEGAWA, Renato Candido. BELONI, Robson Celestino. LIMA, Wellington Melo de. **Consumo de Energia Reativa pelo Setor Residencial**. 2009. 70 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, São Paulo, 2009.

SOUSA, Rui Manuel Alves de. **Estudo da Eficiência Energética e Gestão de Energia em Edifícios Escolares**. 2011. 163 p. Dissertação – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, [s.l.], 2011.

SOUZA, André Nunes de; COSTA JUNIOR, Pedro da; ZAGO, Renato de Oliveira Maria Goretti; PAPA, João Paulo; GASTALDELLO, Danilo Sinkiti, **Algoritmos para estimar curvas de cargas a partir de padrões de hábitos de consumo**. Dincon'10, 9º Brazilian Conference on Dynamics, Control and their Applications, 2010.

TOLMASQUIM, Mauricio Tromno. **Perspectivas e Planejamento do Setor Energético no Brasil**. 2012. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a17v26n74.pdf>> . Acesso em 31 de outubro de 2013.

TORRES NETO, João Vicente. **Diagnóstico Energético em uma Unidade de Separação de Gases**. 2010. 57 p. Monografia – Universidade do Pernambuco, Recife, 2010.

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Apresentação: Universidade Tecnológica Federa do Paraná Campus Medianeira**. 2013. Disponível em <<http://www.utfpr.edu.br/medianeira/o-campus>>. Acesso em 8 de janeiro de 2014.