

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

**CARLOS EDUARDO BOGO
WILLIAN SILIPRANDI HAUBERT**

**AUMENTO DE CARGA VS. TARIFAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA:
UM ESTUDO DE CASO NA UTFPR - CAMPUS PATO BRANCO –
2010 A 2011.**

**PATO BRANCO
2012**

CARLOS EDUARDO BOGO
WILLIAN SILIPRANDI HAUBERT

**AUMENTO DE CARGA VS. TARIFAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA:
UM ESTUDO DE CASO NA UTFPR - CAMPUS PATO BRANCO –
2010 A 2011.**

Trabalho de Diplomação apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo, do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco.

Orientador: Prof. MSc. Beatriz A. Fontana de Vargas

PATO BRANCO
2012

TERMO DE APROVAÇÃO

CARLOS EDUARDO BOGO
WILLIAN SILIPRANDI HAUBERT

AUMENTO DE CARGA VS. TARIFAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA: UM
ESTUDO DE CASO NA UTFPR - CAMPUS PATO BRANCO – 2010 A
2011.

Trabalho de Diplomação, aprovado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. M.Sc. Beatriz A. Fontana de Vargas
Orientador

Prof. Dr. Miguel Moreto
Primeiro Membro

Prof. M.Sc. Cezar Augusto Portolann
Segundo Membro

Pato Branco, 04 de julho de 2012.

Dedicamos este trabalho as nossas famílias, professores e colegas de turma.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por nos ter guiado e iluminado em cada decisão a ser tomada;

A nossa orientadora prof^a. Beatriz A. Fontana de Vargas, que com toda paciência e dedicação nos acompanhou nessa caminhada.

Ao prof. Gilson Adamczuk Oliveira por seu apoio e inspiração no amadurecimento dos conhecimentos e conceitos que nos levaram a execução e conclusão deste trabalho.

A UTFPR, por fornecer um ensino de qualidade, e um curso no qual nos identificamos.

Aos colegas de turma, pelo tempo e pelas experiências que passamos juntos.

Às nossas famílias, que foram as bases de toda nossa formação.

A simplicidade é o último grau da sofisticação.
"Leonardo da Vinci"

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.2.1 Objetivo Geral	1
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 NOÇÕES GERAIS SOBRE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	3
2.1.1 Tensões de Fornecimento	4
2.1.2 Grupos Tarifários	4
2.1.3 Ciclo de faturamento	5
2.1.4 Data da leitura	5
2.1.5 Demanda (kW)	6
2.1.6 Consumo (kW)	7
2.1.7 Tarifas De Energia Elétrica	7
2.1.8 Sistema Tarifário Convencional	7
2.1.9 Sistema Tarifário horossazonal	7
2.1.10 Ajuste De Fator De Potência	8
2.2 MUDANÇAS OCORRIDAS NA NOVA RESOLUÇÃO 414/2010 ANEEL	9
2.2.1 Obrigatório Para Consumidores Do Grupo A	9
2.2.2 Contagem De Prazo Para Redução De Demanda	10
2.2.3 Cobrança De Demanda De Ultrapassagem	10
2.2.4 Período De Testes	10
2.2.5 Cobrança Da Demanda Em Período De Testes	11
2.2.6 Cobrança De Ultrapassagem Durante O Período De Testes	11
2.2.7 Exemplo De Cobrança De Ultrapassagem Durante O Período De Testes	12
2.2.8 Regras Para Redução De Demanda Ao Final Do Período De Testes ..	13
2.3 SOFTWARE STATGRAPHICS CENTURION XVI (VERSÃO DE TESTE)	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1 PLANILHA DE SIMULAÇÃO TARIFÁRIA	16

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	18
4.1 MUDANÇAS OCORRIDAS NA ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS	18
4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS DAS FATURAS DE ENERGIA	18
4.3 SIMULAÇÃO TARIFÁRIA COM USO DE PLANILHA ELETRÔNICA.....	23
4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE COM O STATHGRAPHICS	28
5. CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS.....	34
ANEXO 1: PLANILHA DE SIMULAÇÃO DE TARIFAS 2010.	35
ANEXO 2: PLANILHA DE SIMULAÇÃO DE TARIFAS 2011.	36
ANEXO 3: PLANTA BAIXA COM DETALHES DA MODIFICAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA E DISTRIBUIÇÃO NO CAMPUS.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Histórico de consumo e demanda no período de 2010 a 2011.....	19
Tabela 2: Valores médios de consumo e demanda – período de férias e período letivo.....	21
Tabela 3: Custos das três modalidades no subgrupo A4 (impostos incluídos)	23
Tabela 4: Diferença de custos entre modalidade convencional e horossazonal verde.....	27
Tabela 5: Previsão do software statgraphics para valores de demanda.....	30
Tabela 6: Comparativo da demanda prevista pelo software com a demanda medida.....	31
Tabela 7: Planilha de simulação de tarifas ano base 2010.	35
Tabela 8: Planilha de simulação de tarifas ano base 2011.	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico comparativo de consumo no horário de ponta e fora de ponta no ano de 2010.	20
Figura 2: Gráfico comparativo de consumo no horário de ponta e fora de ponta no ano de 2011.	20
Figura 3: Gráfico do histórico de demanda (KW) ano base 2010.....	22
Figura 4: Gráfico do histórico de demanda (KW) ano base 2011.....	22
Figura 5: Média de custos com consumo e demanda no ano de 2010.....	24
Figura 6: Média de custos com consumo e demanda no ano de 2011.....	24
Figura 7: Comparativo de custos com consumo no horário de ponta e fora de ponta	25
Figura 8: Gráfico do comparativo de custos das três tarifas no período de 2010.	26
Figura 9: Gráfico do comparativo de custos das três tarifas no período de 2011.	26
Figura 10: Metodologia de seleção dos modelos estatísticos	29
Figura 11: Gráfico Previsão (Fonte Statgraphics Centurion XVI)	30

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Parana
REUNI	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
KVA	Quilo Volt Ampere
KWh	Quilo Watt Hora
KV	Quilo Volt
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
kW	Quilowatt
V	Volts
DPDC	Departamento Nacional de Defesa do Consumidor
MUSD	Montante de Uso do Sistema de Distribuição
HTML	HyperText Markup Language (Linguagem de Marcação de Hipertexto)
Art.	Artigo
Res.	Resolução
Inc.	Inciso
§	Section sign (Sinal de seção)
RU	Restaurante Universitário
MAPE	The Mean Absolute Percentage Error (O erro percentual médio absoluto).

RESUMO

No campus Pato Branco, as ampliações da estrutura física ocorrida através do projeto REUNI resultaram em aumento da demanda de energia elétrica no campus e como consequência, a ampliação da estrutura física de distribuição da mesma dentro das dependências do campus. Esse trabalho procura fornecer subsídios, com a ajuda dos programas estatísticos Statgraphics Centurion XVI e planilhas eletrônicas, para obter uma melhor opção de tarifação de energia elétrica, e também determinar um valor de demanda otimizada com o perfil de carga do campus, visando um melhor aproveitamento da energia e por consequência a redução de custos.

Palavras-chave: aumento de carga, tarifação de energia, demanda

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A partir do ano 2008, passou a ser executado no campus Pato Branco o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), um programa do governo federal que visa a ampliação física das instituições de ensino superior, resultando em um aumento de vagas nas universidades.

No campus Pato Branco, o REUNI possibilitou a ampliação dos blocos L, M, N e V, construção da nova biblioteca (bloco Y), do bloco J1 e do novo restaurante universitário, que pode ser observado na planta baixa contida no anexo 3.

As ampliações resultaram em aumento da demanda de energia elétrica no campus e como consequência, a ampliação da estrutura física de distribuição da mesma dentro das dependências do campus, com medição e distribuição em alta tensão, em 13,8 kV. A subestação, com um transformador de 500 kVA, foi ampliada para quatro transformadores: 1x500 kVA (existente) e três novos transformadores de 300 kVA cada, distribuídos na área do campus.

Esse trabalho procura fornecer subsídios, com a ajuda dos programas estatísticos Statgraphics Centurion XVI e planilhas eletrônicas, a fim de obter uma melhor opção de tarifa de energia elétrica, e também determinar um valor de demanda otimizada com o perfil de carga do campus, visando um melhor aproveitamento da energia e por consequência a redução de custos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo que forneça subsídios para a escolha da melhor opção de tarifa de energia do campus, buscando economia e otimização da demanda contratada com a concessionária de energia elétrica COPEL.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudar o sistema tarifário brasileiro.
- Estudar as mudanças da resolução nº 414 de 10 de setembro de 2010 da ANEEL.
- Realizar levantamento de dados de consumo e demanda a partir das faturas de energia elétrica do campus no período de 2010 a 2011.
- Fazer levantamento das mudanças realizadas na entrada de energia elétrica em função do aumento de carga.
- Realizar simulação dos custos das faturas nas alternativas de modalidades tarifárias possíveis às características da carga.
- Estudar e aplicar o software estatístico para obter uma tendência de crescimento do consumo e demanda.
- Utilizar os resultados obtidos com o software para subsidiar a escolha do valor de demanda a ser contratado junto à concessionária.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além do presente capítulo, o trabalho está estruturado da seguinte maneira:

Capítulo 2 - Revisão da literatura: Neste capítulo são estudados os conceitos referentes, às noções gerais sobre fornecimento de energia elétrica, a nova resolução 414/2010 ANEEL, e o Statgraphics Centurion XVI.

Capítulo 3 - Materiais e Métodos - São apresentados e analisados os históricos das faturas de energia elétrica de 2010 e 2011, que serão aplicadas em uma planilha eletrônica e também com uso do Statgraphics Centurion XVI, serão feitas análises estatísticas para a estimativa da tendência de crescimento da demanda.

Capítulo 4 – Resultados e discussão - Nesse capítulo são apresentados os resultados obtidos e uma discussão dos mesmos.

Capítulo 5- Conclusões - apresenta as conclusões do trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A energia elétrica pode ser cobrada de diversas maneiras, dependendo do enquadramento tarifário de cada consumidor. A compreensão da forma como é cobrada a energia elétrica e como são calculados os valores apresentados nas faturas de energia é fundamental para a tomada de decisão em relação à escolha da melhor opção de modalidade tarifária e projetos de eficiência energética.

A fatura de energia elétrica reflete o modo como a energia é utilizada e sua análise, por um período de tempo adequado, permite estabelecer relações importantes sobre o perfil de carga.

Dadas as alternativas de enquadramento tarifário disponíveis para alguns consumidores, o conhecimento da formação da conta e do perfil de utilização permitem escolher a forma de tarifação mais adequada e que resulta em menor despesa com a energia elétrica.

A seguir, serão apresentadas noções básicas sobre as formas de tarifação, baseadas no instrumento legal mais recente que versa sobre o tema, a Resolução nº 414 de 10/09/2010 da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica e em informações contidas no site da Companhia Paranaense de Energia Elétrica - COPEL (<http://www.copel.com>).

2.1 NOÇÕES GERAIS SOBRE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Os investimentos em conservação de energia elétrica assim como a gestão dos custos com energia poderão ser viabilizados em função da adequada utilização de energia elétrica, tendo em vista as condições gerais de fornecimento em vigência - Resolução ANEEL nº 456 de 29/11/2000.

A seguir apresentamos algumas definições adotadas na Resolução ANEEL nº 456 de 29/11/2000:

2.1.1 Tensões de Fornecimento

A Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL estabelece qual é o nível de tensão de fornecimento para a unidade consumidora, observando os seguintes limites:

- Tensão secundária de distribuição: quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW;
- Tensão primária de distribuição inferior a 69.000 V: quando a carga instalada na unidade consumidora for superior a 75 kW e a demanda contratada ou estimada pelo interessado para o fornecimento for igual ou inferior a 2.500 kW;
- Tensão primária de distribuição igual ou superior a 69.000 V: quando a demanda contratada ou estimada pelo interessado para o fornecimento for superior a 2.500 kW;

Em determinadas condições, previstas na legislação, a concessionária poderá adotar outros limites para estabelecimento da tensão de fornecimento.

2.1.2 Grupos Tarifários

Para efeito de faturamento da energia elétrica, a classificação dos consumidores é feita em dois grandes grupos: Grupo "A" e Grupo "B".

Grupo "A"

Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2.300 V, ou, ainda, atendidas em tensão inferior a 2.300 V a partir de sistema subterrâneo de distribuição, caracterizado pela estruturação tarifária binômica, ou seja, os consumidores pagam pelo consumo, pela demanda e por baixo fator de potência. O grupo "A" é subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) Subgrupo A1 - tensão de fornecimento igual ou superior a 230.000 V;
- b) Subgrupo A2 - tensão de fornecimento de 88.000 V a 138.000 V;
- c) Subgrupo A3 - tensão de fornecimento de 69.000 V;

- d) Subgrupo A3a - tensão de fornecimento de 30.000 V a 44.000 V;
- e) Subgrupo A4 - tensão de fornecimento de 2.300 V a 25.000 V;
- f) Subgrupo AS - tensão de fornecimento inferior a 2.300 V, atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturadas neste Grupo em caráter opcional.

Grupo "B"

Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2.300 V, ou, ainda, atendidas em tensão superior a 2.300 V, caracterizado pela estruturação tarifária monômnia, ou seja, os consumidores pagam apenas pelo consumo medido. O grupo "B" é subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) Subgrupo B1 - residencial;
- b) Subgrupo B1 - residencial baixa renda;
- c) Subgrupo B2 - rural;
- d) Subgrupo B2 - cooperativa de eletrificação rural;
- e) Subgrupo B2 - serviço público de irrigação;
- f) Subgrupo B3 - demais classes;
- g) Subgrupo B4 - iluminação pública.

2.1.3 Ciclo de faturamento

Período correspondente ao faturamento de unidade consumidora, conforme intervalo de tempo estabelecido na Resolução nº 414/ANEEL.

2.1.4 Data da leitura

De acordo com o art. 84 da Res. Nº 414/ANEEL, a concessionária deve efetuar leituras dos medidores em intervalos de aproximadamente 30 dias, observados os mínimos de 27 e o máximo de 33, de acordo com o calendário da leitura.

2.1.5 Demanda (kW)

Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.

A demanda pode ser definida também como sendo o consumo de energia da instalação dividido pelo tempo no qual se verificou tal consumo.

Para faturamento de energia pela concessionária, utilizam-se intervalos de integração de 15 minutos. Assim, a demanda de energia (medida em kW) é igual ao consumo a cada 15 minutos (medido em kWh) dividido por $\frac{1}{4}$. (15 min = $\frac{1}{4}$ de hora) Em um mês ocorrem aproximadamente 2880 intervalos de quinze minutos. Assim, a demanda será medida quase 2880 vezes ao longo do mês, e a concessionária de energia elétrica escolherá o maior valor, ainda que tenha sido verificado apenas uma única vez. A concessionária de fornecimento de energia define ainda os seguintes conceitos relacionados a demanda:

a) Demanda contratada:

Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

b) Demanda de ultrapassagem:

Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, com tolerância de 5%, expressa em quilowatts (kW).

c) Demanda faturável:

Valor da demanda de potência ativa, identificado de acordo com os critérios estabelecidos e considerado para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW).

d) Demanda medida:

Maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

2.1.6 Consumo (kW)

O consumo de energia faturado é o efetivamente medido no período (geralmente mensal).

2.1.7 Tarifas De Energia Elétrica

Conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa de acordo com a modalidade de fornecimento.

2.1.8 Sistema Tarifário Convencional

Estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano.

2.1.9 Sistema Tarifário horossazonal

Estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano, conforme especificação a seguir:

a) Tarifa Azul:

Modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia.

De modo geral, a tarifa azul é destinada aos consumidores com alto fator de carga no horário de ponta, com capacidade de modulação de carga (deslocamento de carga) neste horário. A adoção da tarifa azul é obrigatória aos consumidores dos tipos A1, A2 e A3 e opcional aos demais.

b) Tarifa Verde:

Modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência.

A tarifa verde é opcional aos consumidores do Grupo A, tipos A3a, A4 e AS. De modo geral, a tarifa verde é destinada aos consumidores com baixo fator de carga no horário de ponta, com capacidade limitada de modulação de carga neste horário.

c) Horário de ponta (P):

Período definido pela concessionária e composto por 3 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais, considerando as características do seu sistema elétrico.

d) Horário fora de ponta (F):

Período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.

e) Período úmido (U):

Período de 5 (cinco) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

f) Período seco (S):

Período de 7 (sete) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro.

2.1.10 Ajuste De Fator De Potência

Em ambos os sistemas tarifários, tanto o convencional como horossazonal, o ajuste é cobrado quando o fator de potência da unidade consumidora no período de faturamento resulta inferior a 0,92.

No caso da Tarifa Azul, o fator de potência é calculado separadamente para os dois segmentos, ponta e fora de ponta.

2.2 MUDANÇAS OCORRIDAS NA NOVA RESOLUÇÃO 414/2010 ANEEL

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) consolidou os direitos e deveres dos consumidores de energia elétrica na nova Resolução nº. 414/2010, que trata das Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica, em substituição à Resolução nº. 456/2000.

O novo regulamento é resultado de um longo processo de discussão, iniciado em 2008, por meio da Audiência Pública nº. 008/2008 que se estendeu de 1º de fevereiro a 23 de maio daquele ano. Ao todo, a ANEEL recebeu 2.580 contribuições de consumidores, associações de agentes do setor elétrico, órgãos de defesa do consumidor, Ministério Público Federal e Departamento Nacional de Defesa do Consumidor (DPDC) do Ministério da Justiça.

A data de sua publicação é 15/09/2010, observados os prazos para implementação por ela estabelecidos (Art. 229. Res 414/2010).

2.2.1 Obrigatório Para Consumidores Do Grupo A.

De acordo com a Aneel e a Copel (2010) foram estabelecidos os seguintes parâmetros:

- Contratos de 12 (doze) meses com prorrogações automáticas, salvo manifestação em contrário com antecedência de 180 dias (§ 3º inc. I, III);
- Contratação mínima de 30 kW de demanda em pelo menos um posto horário, quando cabível (§ 4º);
- Demanda Contratada única, por posto horário e para o período de vigência do contrato, exceto consumidores com sazonalidade reconhecida e consumidores rurais (inc. VIII); (válido a partir de 01/04/11 e da vigência dos novos contratos e/ou solicitações de alterações nos valores contratados).
- Somente uma redução de demanda no período de 12 (doze) meses com comunicação prévia de 180 (cento e oitenta) dias (§ 1º);
- O encerramento antecipado implica no pagamento das demandas contratadas subsequentes, limitado a 6 (seis) meses, e 30 kW para os meses remanescentes (§6º).

2.2.2 Contagem De Prazo Para Redução De Demanda

A distribuidora deve atender às solicitações de redução da demanda não contempladas no art. 65, desde que efetuadas por escrito e com antecedência mínima de 180 (cento e oitenta) dias de sua aplicação, sendo vedada mais de uma redução em um período de 12 (doze) meses. (Art. 63, § 1º, RESOLUÇÃO 414/2010, ANEEL).

Na contagem dos prazos devem ser considerados ciclos fechados de faturamento.

2.2.3 Cobrança De Demanda De Ultrapassagem

Quando os montantes de demanda de potência ativa ou de uso do sistema de Distribuição MUSD medidos excederem em mais de **5% (cinco por cento)** os valores contratados devem ser adicionados ao faturamento regular à cobrança pela ultrapassagem. (Art. 93, RESOLUÇÃO 414/2010, ANEEL).

A cobrança terá início a partir do mês de maio/2011, para todos os consumidores, independente do vencimento do contrato.

Fórmula a ser aplicada na cobrança da ultrapassagem:

Quando a demanda medida ultrapassar a tolerância de 5%, a cobrança da ultrapassagem deverá ser aplicada de acordo com a seguinte fórmula:

$\text{kW ultrapassagem} = \text{A diferença da demanda medida e a contratada} \times 2(\text{dois}) \text{ a tarifa normal de demanda.}$

$\text{kW faturável} = \text{A demanda faturável corresponde a totalidade da demanda medida.}$

2.2.4 Período De Testes

De acordo com o art. 134 da Res. Nº 414/ANEEL, a distribuidora deve aplicar o período de testes, com duração de 3 (três) ciclos consecutivos e completos de faturamento, com o propósito de permitir a adequação da demanda contratada e a escolha da modalidade tarifária, nas situações seguintes:

- I – Início do fornecimento;
- II – Mudança para faturamento aplicável a unidades consumidoras do grupo A, cuja opção anterior tenha sido por faturamento do grupo B;
- III – Migração para tarifa horossazonal azul.
- IV – Acréscimo de demanda, quando maior que 5% (cinco por cento) da contratada.

2.2.5 Cobrança Da Demanda Em Período De Testes

Conforme o art. 134 da Res. Nº 414/ANEEL, é relevante as seguintes determinações:

§ 2º. “Durante o período de testes, a demanda a ser considerada pela distribuidora para fins de faturamento deve ser a demanda medida, exceto na situação prevista no inciso IV, onde a distribuidora deve considerar o maior valor entre a demanda medida e a demanda contratada anteriormente à solicitação de acréscimo”.

§ 3º. A distribuidora deve faturar, ao menos em um dos postos horários, valor de demanda mínimo de:

- I. 30 kW, para demais consumidores.

2.2.6 Cobrança De Ultrapassagem Durante O Período De Testes

Em relação à cobrança por ultrapassagem de demanda, é considerado também o art. 134 da Res. Nº 414/ANEEL:

§ 4º. Durante o período de teste, observado o disposto pelo art. 93, aplica-se a cobrança por ultrapassagem de demanda ou do MUSD quando os valores medidos excederem o somatório de:

- I – a nova demanda contratada ou inicial.
- II – 5% (cinco por cento) da demanda anterior ou inicial.
- III – 30% (trinta por cento) da demanda adicional ou inicial.

2.2.7 Exemplo De Cobrança De Ultrapassagem Durante O Período De Testes

Ligações novas, mudança de faturamento do grupo “B” para “A” e migração para tarifa horossazonal azul.

O limite da tolerância de ultrapassagem deverá ser considerado quando os valores medidos excederem o somatório de:

- A nova demanda contratada.
- 35% da demanda contratada inicial.

Exemplo:

Contrato inicial de 200kW

Limite de tolerância = 200 kW + (35% de 200kW) = 200 + 70 = 270 kW

Cálculo da ultrapassagem:

Demanda medida de 280 kW

Tolerância: 270 kW

Ultrapassagem: 280 – 200 kW = 80 kW

Faturamento:

kW de ultrapassagem = 80 kW x 2 x tarifa normal

Demanda faturável = 280 kW com tarifa normal do segmento.

Na mudança para horossazonal azul o Período de Testes é somente para horário de ponta.

Acréscimo De Demanda Maior Que 5%

O limite da tolerância de ultrapassagem deverá ser considerado quando os valores medidos excederem o somatório entre:

- A demanda contratada atual.
- 5% da demanda contratada anterior.
- 30% do acréscimo da demanda contratada.

Exemplo:

Contrato atual = 300 kW

Contrato anterior = 250 kW

Acréscimo = 50 kW

Tolerância = $300 \text{ kW} + (5\% \text{ de } 250 \text{ kW}) + (30\% \text{ de } 50) = 300 + 12,5 + 15 = 327,50 \text{ kW}$

Cálculo da Ultrapassagem:

Demanda medida = 340 kW

Ultrapassagem = diferença entre a demanda medida (340 kW) e o contrato atual (300 kW) = 40 kW

Faturamento:

KW de ultrapassagem = 40 kW x 2 x tarifa normal = 340 kW com tarifa normal do segmento.

2.2.8 Regras Para Redução De Demanda Ao Final Do Período De Testes

Ao final do período de testes, a demanda contratada poderá sofrer redução de até 50% da demanda adicional ou inicial contratada, não podendo resultar em um montante inferior a 106% da demanda contratada anteriormente.

Exemplo com demanda adicional (pedidos de aumento de demanda) (COPEL, 2010).

Demanda contratada anterior = 200 kW

Demanda contratada durante o período de testes = 300 kW

Demanda adicional (200 - 300) = 100 kW

Cálculo do limite de redução:

50% da demanda adicional de 100 kW = 50 kW

Cálculo da redução de demanda permitida:

Montante = 50 kW + demanda inicial de 200kW = 250 kW.

106% da demanda contratada anterior = 200 kW x 1.06 = 212 kW.

Regra: o montante não poderá ser inferior a 106% da demanda contratada anterior.
Resultado: o consumidor poderá solicitar a redução da demanda contratada em até 250 kW.

2.3 SOFTWARE STATGRAPHICS CENTURION XVI (VERSÃO DE TESTE)

As planilhas eletrônicas são programas extremamente úteis para o tratamento de dados obtidos experimentalmente. Entretanto, quando esse tratamento requerer ferramentas de análise mais específicas, por exemplo, ajustar dados ou de ligação a receptores farmacológicos, ou a comparação estatística de várias médias em experimentos com vários fatores, ou mesmo a necessidade de se construir gráficos apresentando características especiais, eixos múltiplos, quebras de eixo, inserção de gráficos em outros, painéis com vários gráficos, etc., faz-se necessário a utilização de softwares específicos, como por exemplo, o Statgraphics Centurion XVI, que atende as necessidades do nosso trabalho.

Fica logo evidenciada a limitação das planilhas encontradas nos pacotes de aplicativos de uso geral. Por isso, surgiram diversos programas voltados para o tratamento de dados científicos, como por exemplo, o já citado Statgraphics Centurion XVI que é mais voltado para cálculos estatísticos, e para a construção de gráficos (<http://www.statgraphics.com/>).

Esse programa foi desenvolvido sob uma estrutura modular formada por três módulos diferentes, acumulando um total de mais de 170 procedimentos diferentes de distribuição. O principal é o Módulo Básico, que inclui todas as ferramentas estatísticas básicas. (<http://www.statgraphics.com/>).

Possui uma interface que está dividida em práticos menus, que incluem assistentes como *StatWizard* e *StatAdvisor* que auxiliam na utilização do mesmo. Com isso não se necessita precisamente ser um estatístico para utilizar o programa. (<http://www.winportal.com.br/>).

As ferramentas úteis e acessíveis:

- *StatWizard*: Ajuda a escolher a tarefa estatística apropriada que deseja executar.

- *StatAdvisor*: Proporciona-lhe uma explicação sobre cada resultado recebido estatisticamente.

Há várias formas de gráficos para sua necessidade, tais como: gráficos de dispersão, gráficos exploratórios, gráficos de sequência de tempo, negócios e gráficos personalizados, de superfície e curvas de nível.

Além disso, o programa oferece recursos de controle ilimitado. Também é possível especificar um nível de confiança, os dados de gráficos de controle, gráficos de previsão, estudos estatísticos. Permite salvar todos os resultados em um arquivo usando o *StatFolio*. Também há a ferramenta *StatPublish*, que cria páginas HTML automaticamente e permite ver os resultados estatísticos em navegadores web.

A seguir apresentam-se alguns conceitos sobre séries temporais, necessários na atividade de previsão.

Uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo. Os principais objetivos das séries temporais são: compreender o mecanismo gerador da série; prever o comportamento futuro da série, possibilitando descrever o comportamento da série analisando a periodicidade, desenvolvendo uma trajetória dos dados gerados. As séries temporais podem ser estudadas através do domínio do tempo, onde se enquadram os modelos paramétricos (número finito de parâmetros), (MORETTIN, 2004).

Segundo SOUZA (2008), o objetivo de análises de séries temporais pode ser realizar previsões de valores futuros, enquanto em outras a estrutura da série ou sua relação com outras séries pode ser o interesse principal. De um modo geral, os principais objetivos em se estudar séries temporais podem ser os seguintes:

- Descrição: padrão da série, por exemplo, o padrão de tendência, existência de variação sazonal, alterações estruturais, entre outros;
- Explicação: usar a variação em uma série para explicar a variação em outra série;
- Controle de processos: por exemplo, controle estatístico de qualidade;
- Predição: prever valores futuros com base nos valores passados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho primeiramente foi necessária uma revisão literária sobre tarifação de energia. As principais fontes de pesquisa utilizadas foram o Manual de Eficiência Energética da Copel, e a Resolução Normativa da ANEEL nº 414/2010 que abordam o assunto.

Após, foi feito o levantamento dos dados das faturas de energia do campus, no período de 2010 a 2011, para realizar uma simulação em planilha eletrônica com o objetivo de comparar custos das modalidades convencional e horossazonal.

Os dados de consumo e de demanda obtidos através das faturas de energia elétrica foram aplicados no software Statgraphics Centurion XVI para se obter uma estimativa de crescimento da demanda de potência. Os resultados foram resumidos em tabelas e representados em gráficos para proporcionar a análise proposta.

Através do Departamento de Projetos do Campus, obteve-se a planta baixa do campus da UTFPR, contendo as modificações ocorridas na entrada de energia, instalação de novas cabines e localização dos novos transformadores.

3.1 PLANILHA DE SIMULAÇÃO TARIFÁRIA

Utilizando a plataforma Excel da Microsoft, foi criada uma planilha de cálculo para realizar a simulação dos custos das modalidades tarifárias, utilizando os dados de consumo e demanda obtido nas faturas.

Esta planilha de cálculo necessitou de algumas fórmulas, as quais foram deduzidas com base nos conhecimentos adquiridos no decorrer do curso.

Seu funcionamento é simples: é necessário apenas preencher os campos indicados com os valores de consumo e demanda. Estes valores geram resultados que permitem visualizar e compreender os totais de cada parcela componente da fatura, ou seja, consumo e demanda por posto horário, e indicando qual seria a melhor modalidade a ser contratada junto à concessionária de energia elétrica. A planilha também permite analisar se a demanda contratada está adequada ao perfil de carga. Foram obtidos alguns gráficos utilizando-se os resultados da planilha.

Outra utilidade desta planilha de cálculo, é que pode ser usada para monitoramento permanente e com base nos dados nela lançados, pode-se simular gastos futuros.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Mudanças ocorridas na entrada de energia elétrica do campus

Conforme mostra o mapa constante no anexo 3, foi construída uma nova subestação de medição e proteção em alta tensão, a qual foi ligada pela COPEL em novembro de 2011. Dessa cabine deriva uma rede subterrânea em 13,8 kV para alimentação das quatro cabines de transformação, com um total de 1400KVA instalado, distribuídos da seguinte forma:

- Transformador nº 1: 500KVA – existente, manteve sua localização ao lado do bloco H. Mudou-se a alimentação de rede aérea para subterrânea.
- Transformador nº 2: 300KVA – novo, instalado ao lado do bloco J-1
- Transformador nº 3: 300KVA – novo, instalado próximo ao bloco V
- Transformador nº 4: 300KVA – novo, instalado entre os blocos O, P e anfiteatro

A nova demanda estimada no projeto será de 600 kW. Até o mês de maio de 2012 foram ligados os quatro transformadores. Os blocos V e o bloco da nova biblioteca estão concluídos, mas somente serão ocupados em 2013. O prédio do RU (Restaurante Universitário) está em construção e tem ocupação prevista para final de 2013.

4.2 Levantamento de dados das faturas de energia

Para efeito de faturamento da energia elétrica, o campus Pato Branco está enquadrado no grupo “A”, subgrupo A4, com fornecimento em AT, 13,8 kV, com medição e proteção em alta tensão. Atualmente o contrato de fornecimento com a COPEL é na modalidade tarifária horossazonal verde, com demanda contratada de 240 kW e com data de leitura fixa no dia 08 de cada mês.

A tabela 1 apresenta os dados de consumo e demanda obtidos através das faturas de energia elétrica no período compreendido entre janeiro de 2010 a dezembro de 2011.

OBS: Conforme designação adotada pela concessionária, o ciclo de faturamento tem início na data da leitura, ou seja, os valores registrados na data da leitura correspondem aos consumos e demanda ocorridos no mês anterior.

Tabela 1: Histórico de consumo e demanda no período de 2010 a 2011.

HISTÓRICO DE CONSUMO E DEMANDA					
MÊS/ANO	CONSUMO (kWh)			DEMANDA (kW)	
	PONTA	FORA DE PONTA	TOTAL	CONTRATADA	REGISTRADA
Jan/10	4815	32.118	36.933	200,00	206,00
Fev/10	2686	33.392	36.078	200,00	162,00
Mar/10	4228	37.417	41.645	200,00	209,00
Abr/10	9294	51.478	60.772	200,00	215,00
Mai/10	10.139	52.565	62.704	200,00	200,00
Jun/10	10.754	58.750	69.504	200,00	213,00
Jul/10	9.192	49.662	58.854	200,00	191,00
Ago/10	5.660	46.622	52.282	200,00	184,00
Set/10	10.672	60.732	71.404	200,00	212,00
Out/10	9.426	54.543	63.969	200,00	200,00
Nov/10	9.734	54.671	64.405	200,00	256,00
Dez/10	9.627	53.377	63.004	200,00	214,00
Jan/11	5.296	41.146	46.442	200,00	206,00
Fev/11	2.902	35.050	37.952	200,00	129,00
Mar/11	4.916	46.583	51.499	200,00	196,00
Abr/11	10.326	61.835	72.161	200,00	272,00
Mai/11	10.193	59.174	69.367	200,00	228,09
Jun/11	12.728	68.627	81.355	240,00	221,59
Jul/11	10.836	65.984	76.820	240,00	240,48
Ago/11	6.145	50.185	56.330	240,00	214,90
Set/11	11.544	66.091	77.635	240,00	219,03
Out/11	11.845	66.530	78.375	240,00	236,94
Nov/11	10.603	62.591	73.194	240,00	223,95
Dez/11	10.322	57.924	68.246	200,00	253,48

Através dos dados da tabela 1, foram obtidos os gráficos das Figuras 1 e 2, que mostram o comportamento do consumo em cada posto horário, nos dois anos estudados.

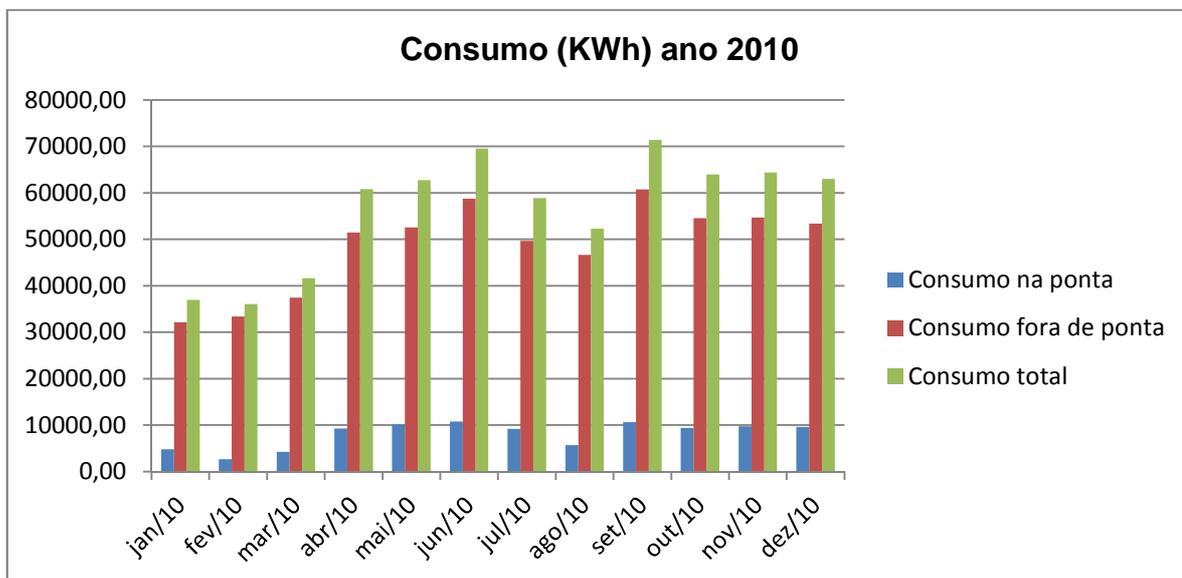


Figura 1: Gráfico comparativo de consumo no horário de ponta e fora de ponta no ano de 2010.

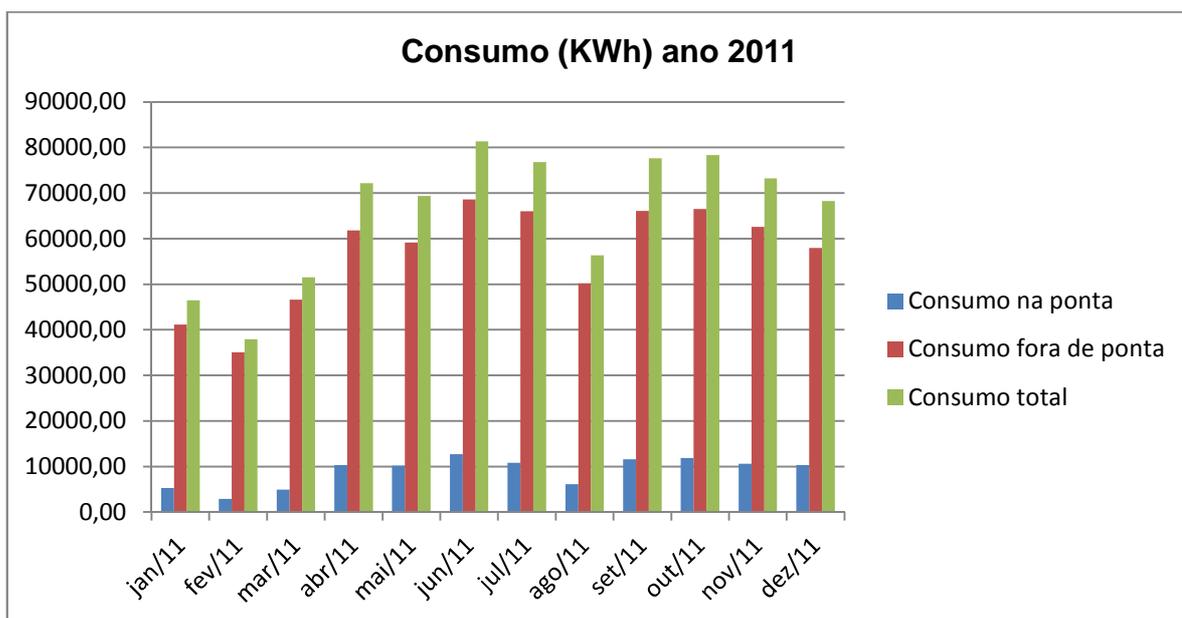


Figura 2: Gráfico comparativo de consumo no horário de ponta e fora de ponta no ano de 2011.

Observando os gráficos das Figuras 1 e 2, nota-se que o perfil da carga é similar nos dois anos estudados, com diminuição de consumo nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e julho, que é o período de férias.

Para se obter uma caracterização mais clara do perfil de carga, foi calculada a média de consumo (kWh) e da demanda (kW) no período de férias (fevereiro, março, agosto e janeiro), e no período letivo (abril, maio, junho, julho, setembro, outubro, novembro e dezembro), obtendo-se a tabela 2.

Tabela 2: Valores médios de consumo e demanda – período de férias e período letivo

CONSUMO MÉDIO MENSAL (kWh)					DEMANDA MÉDIA REGISTRADA (kW)
Ano	Período	Horário de ponta	Horário fora de ponta	TOTAL	
2010	Férias	4467,5	39644,25	44111,75	165,25
2010	Letivo	9854,75	54472,25	64327,00	212,63
2011	Ferías	4853,5	43533,25	48386,75	194,25
2011	Letivo	11049,63	63594,00	74643,63	236,88

Conforme tabela 2 observa-se que no período de férias o consumo médio mensal é de 46249,25 kWh, e no período letivo o consumo médio mensal é de 69485,32 kWh, mostrando uma diferença de aproximadamente 33,44% a menos de consumo no período de férias.

Utilizando-se os dados da tabela 1, calculou-se a média horária entre o consumo no horário de ponta e o consumo no horário fora de ponta, especificamente no período letivo. Obteve-se que o consumo médio no horário fora de ponta é 158,4 kWh e, no horário de ponta é de 90,3 kWh. Sendo assim o consumo na ponta é de aproximadamente 75,41% maior do que no horário fora de ponta, ambos com queda significativa nos períodos de férias.

Através dos dados da tabela 1 construíram-se os gráficos mostrados nas Figuras 3 e 4, referentes à demanda em 2010 e 2011, com faturamento na modalidade horossazonal verde.

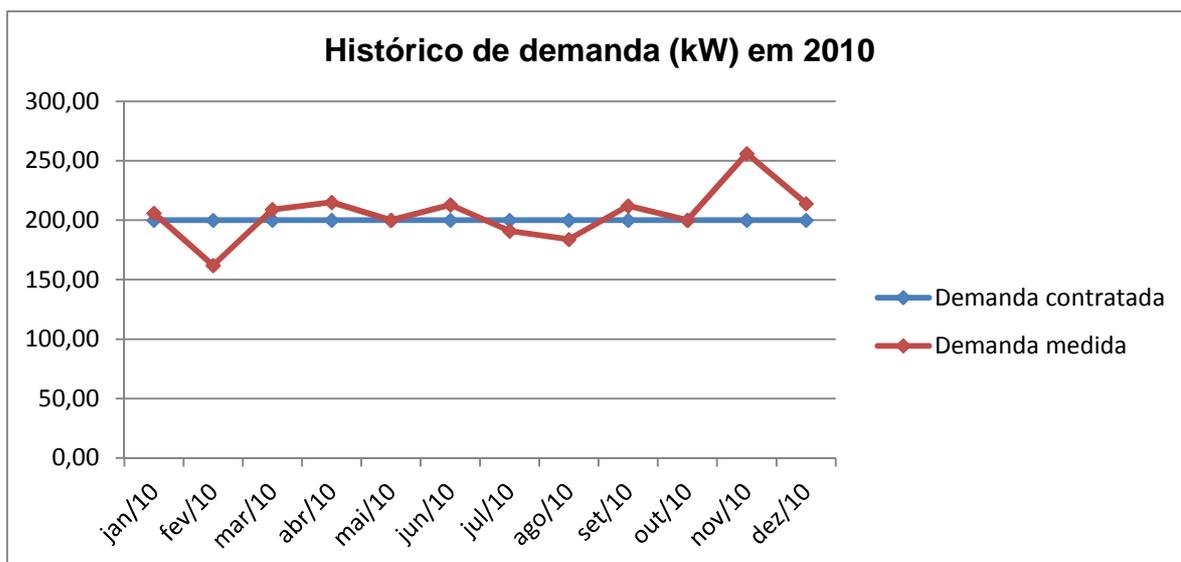


Figura 3: Gráfico do histórico de demanda (KW) ano base 2010.

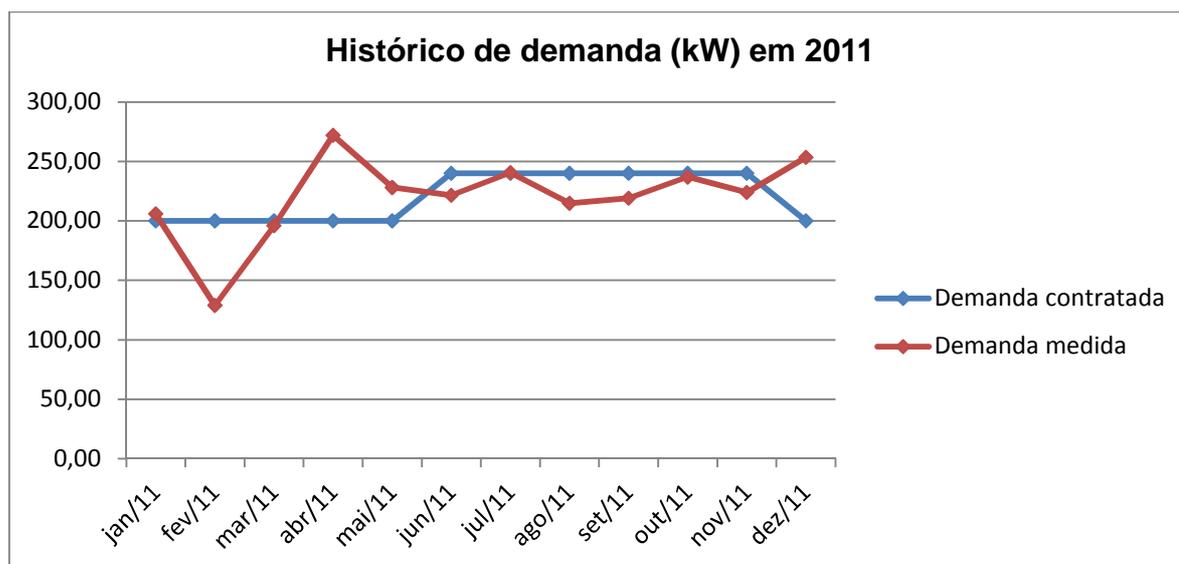


Figura 4: Gráfico do histórico de demanda (KW) ano base 2011.

Através dos gráficos das Figuras 3 e 4 observa-se que houve ultrapassagem da demanda no final de 2010 e 2011. Em 2011, a ultrapassagem foi atribuída à mudança de clima, em função da utilização de diversos condicionadores de ar existentes em laboratórios e ambientes administrativos, ou seja, o máximo valor de demanda medida ocorreu no horário fora de ponta, conforme informado pela concessionária.

O valor de demanda contratada foi aumentado de 200 para 240 kW em abril de 2011, para atender ao aumento da carga, pois no mês de março houve a ocupação das novas salas de aula, nos blocos L, M e N e das salas de professores no bloco J. Conforme mostrado nos dados da tabela 1, o valor de demanda de 240 kW mostrou-se adequado no período estudado.

4.3 Simulação tarifária com uso de planilha eletrônica

Inicialmente, é apresentada a tabela 3, que compara os custos das tarifas horossazonal verde, azul e convencional, para o caso do consumidor do subgrupo A4, que é o enquadramento do campus.

Tabela 3: Custos das três modalidades no subgrupo A4 (impostos incluídos)

Horossazonal Verde								
Subgrupo	Energia – Consumo (R\$/kWh)				Demanda (R\$/kW)		Ultrapassagem (R\$/kW)	
	Ponta		F. Ponta		Ponta	F. Ponta	Ponta	F. Ponta
	Seca	Úmida	Seca	Úmida				
A4 (2,3a25 kV)	1,60290	1,57050	0,22598	0,20718	14,03		42,09	
Horossazonal Azul								
Subgrupo	Energia – Consumo (R\$/kWh)				Demanda (R\$/kW)		Ultrapassagem (R\$/kW)	
	Ponta		F. Ponta		Ponta	F. Ponta	Ponta	F. Ponta
	Seca	Úmida	Seca	Úmida				
A4 (2,3a25 kV)	0,35355	0,32115	0,22598	0,20718	53,80	14,03	161,40	42,09
Convencional								
Subgrupo	Demanda (R\$/kW)		Consumo (R\$/kWh)		Ultrapassagem			
A4 (2,3 kV a 25 kV)	52,78		0,22910		158,34			

Conforme descrito no capítulo 2 e mostrado através da tabela 3, a tarifa horossazonal se caracteriza pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano, e a convencional pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano.

Os anexos 1 e 2 apresentam a planilha de simulação tarifária, a qual foi desenvolvida neste trabalho com uso do Microsoft Excel.

Utilizando-se os dados da tabela 1, foi possível realizar a simulação dos custos na planilha do Excel e realizar análises e comparações entre as duas

modalidades tarifárias, a convencional e a horossazonal. Através dos resultados obtidos na planilha de simulação, foram construídos alguns gráficos que permitem uma melhor visualização dos resultados em análise.

Os gráficos das Figuras 5 e 6 mostram a composição dos custos da fatura ou seja, parcela de consumo e parcela de demanda, no enquadramento atual.

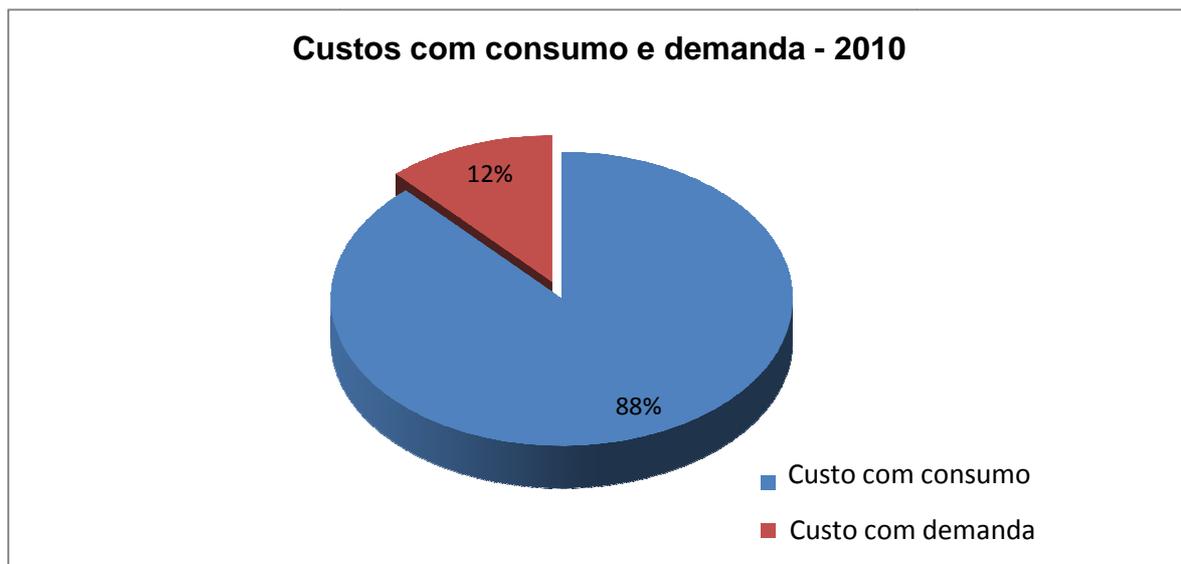


Figura 5: Média de custos com consumo e demanda no ano de 2010

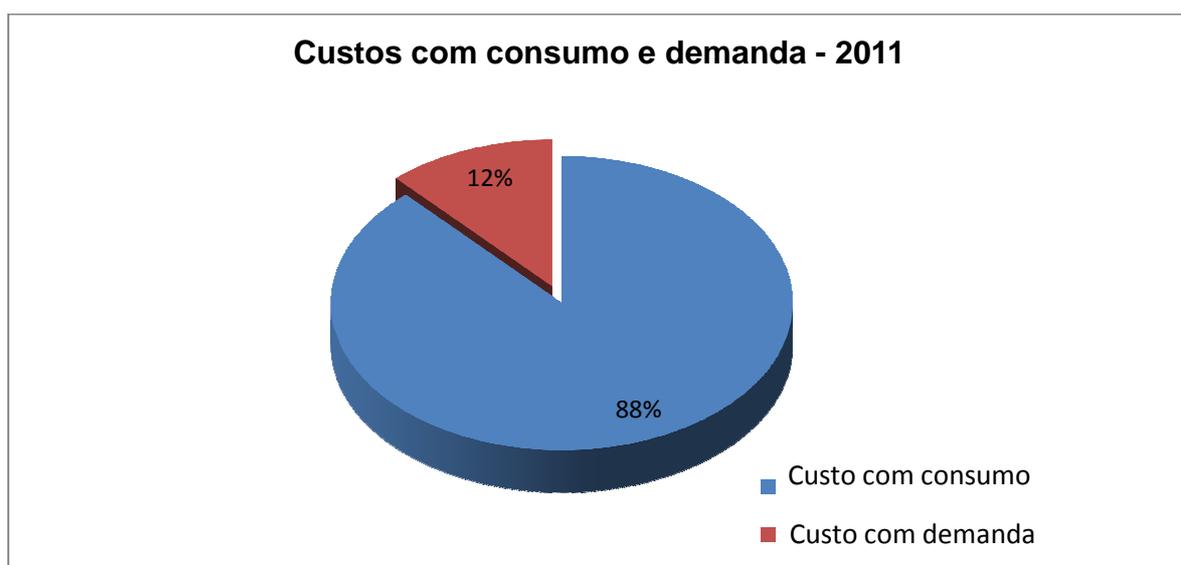


Figura 6: Média de custos com consumo e demanda no ano de 2011

Os gráficos mostrados nas Figuras 5 e 6, gerados através da média dos 12 meses de consumo e demanda em cada ano, mostram que o consumo representa 88% do valor da fatura, nos dois anos analisados.

Conforme mostrado no gráfico da figura 7, na modalidade horossazonal verde, o custo com consumo no horário de ponta é o mais significativo, uma vez que o perfil de carga do campus tem característica de alto consumo no horário de ponta, em virtude do uso da iluminação nos ambientes de ensino.

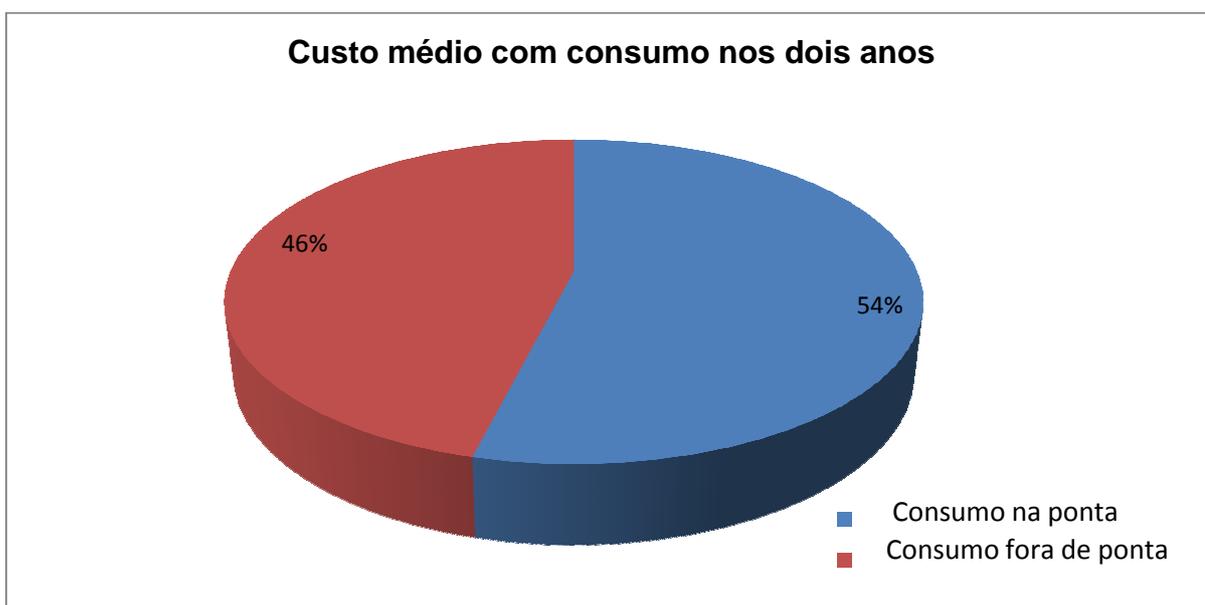


Figura 7: Comparativo de custos com consumo no horário de ponta e fora de ponta

As figuras 8 e 9 mostram os gráficos comparativos de custos das três tarifas.

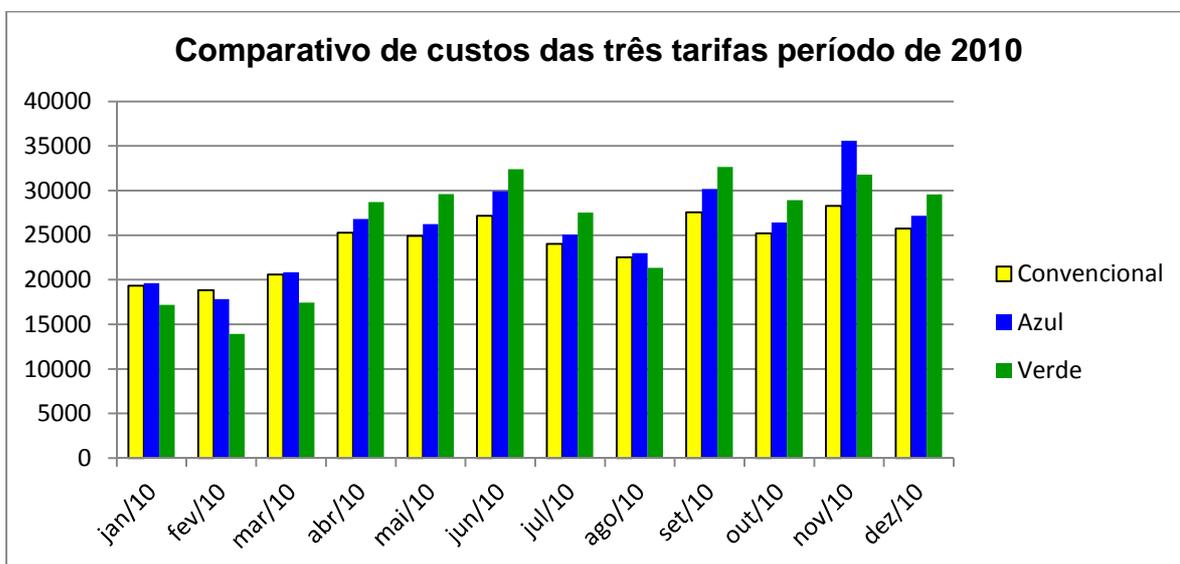


Figura 8: Gráfico do comparativo de custos das três tarifas no período de 2010.

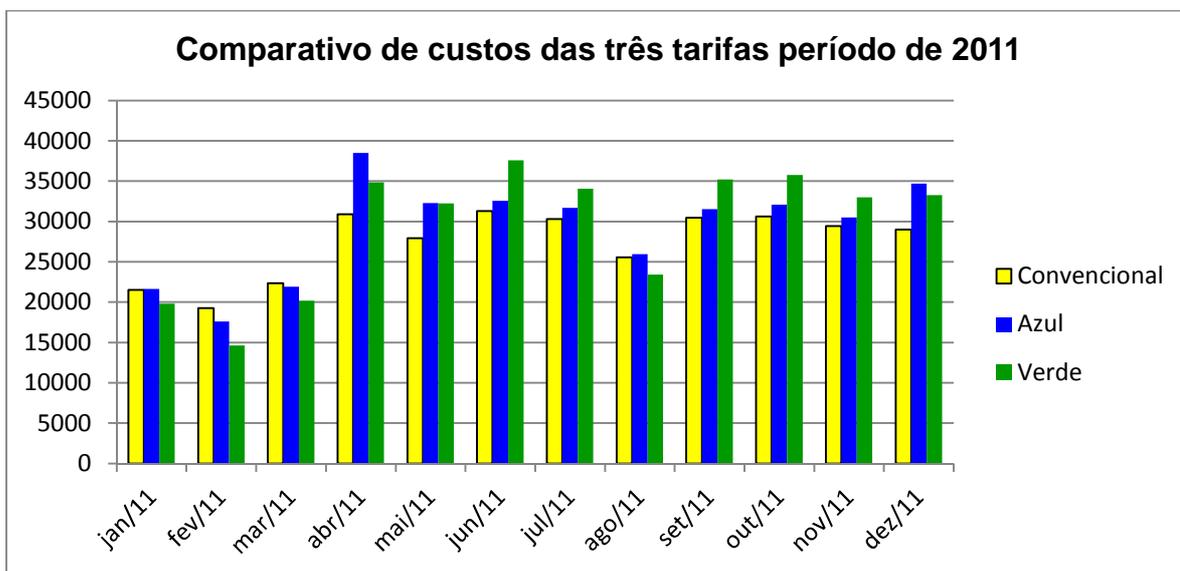


Figura 9: Gráfico do comparativo de custos das três tarifas no período de 2011.

Através dos gráficos das figuras 8 e 9 constata-se que a tarifa horossazonal azul não é vantajosa em nenhum ciclo do ano, conduzindo a uma disputa entre modalidade convencional e horossazonal verde somente. Também se pode concluir que nos períodos letivos a tarifa convencional se torna mais barata, e nos períodos de férias a tarifa horossazonal verde é mais indicada.

Através dos resultados obtidos na planilha de simulação dos anexos 1 e 2, construiu-se a tabela 4, para obter a diferença de custo entre as duas faturas, a fim de se conhecer a possível perda ou o ganho ao longo dos 24 meses.

Tabela 4: Diferença de custos entre modalidade convencional e horossazonal verde

Ciclo	Custo convencional (R\$)	Custo horossazonal verde (R\$)	Diferença % (convencional - verde)
Jan/10	19334,03	17190,52	12,47%
Fev/10	18821,47	13942,52	34,99%
Mar/10	20571,89	17450,67	17,89%
Abr/10	25270,57	28698,79	-11,95%
Mai/10	24921,49	29619,72	-15,86%
Jun/10	27165,51	32414,15	-16,19%
Jul/10	24039,45	27531,01	-12,68%
Ago/10	22533,81	21354,18	5,52%
Set/10	27548,02	32653,91	-15,64%
Out/10	25211,30	28909,75	-12,79%
Nov/10	28266,87	31777,02	-11,05%
Dez/10	25729,14	29573,11	-13,00%
Jan/11	21512,54	19816,36	8,56%
Fev/11	19250,80	14625,25	31,63%
Mar/11	22354,42	20177,64	10,79%
Abr/11	30888,25	34864,44	-11,40%
Mai/11	27930,57	32256,08	-13,41%
Jun/11	31305,63	37574,67	-16,68%
Jul/11	30292,00	34069,17	-11,09%
Ago/11	25572,40	23415,25	9,21%
Set/11	30453,38	35189,79	-13,46%
Out/11	30622,91	35753,46	-14,35%
Nov/11	29435,95	32986,81	-10,76%
Dez/11	29013,83	33268,37	-12,79%

Através da tabela 4 conclui-se que a tarifa horossazonal verde, que é a atual, mostrou-se em média 7,08% mais cara que a modalidade convencional no período analisado.

4.4 MEDIDAS DE CONSUMO E DEMANDA COM USO DO ANALISADOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

O objetivo de realizar medidas de consumo e demanda através da instalação do analisador de grandezas elétricas na saída dos dois transformadores atualmente ligados não foi possível ser atingido, em função do cronograma do trabalho. O instrumento estava com defeito e só pode ser disponibilizado para uso no mês de maio de 2012, quando simultaneamente teve início a greve dos docentes e houve interrupção das aulas. A realização de medidas de consumo e demanda no período sem aulas não forneceria informações representativas do perfil da carga e, portanto não foi feita.

4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE COM O STATGRAPHICS

Para aplicação do software Statgraphics Centurion XVI foi necessário uma análise preliminar dos dados da tabela 1. Após essa etapa, foi verificada a existência de sazonalidade nos valores de consumo e demanda de energia elétrica, com tendência ao crescimento.

A proposta do trabalho foi utilizar métodos automáticos de previsão em software estatístico, todos com ajuste sazonal (aditivo ou multiplicativo). O critério de seleção adotado foi o MAPE (The Mean Absolute Percentage Error). A Figura 10 detalha a metodologia de seleção dos modelos.

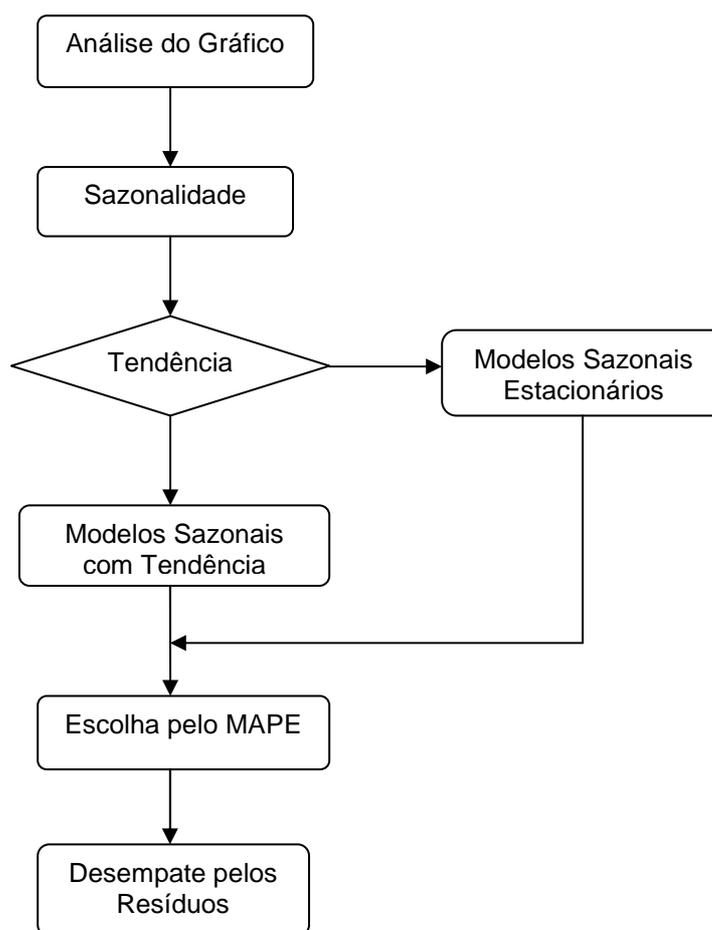


Figura 10: Metodologia de seleção dos modelos estatísticos

A variação de consumo de energia elétrica descreve o comportamento da série, sendo necessário um ajuste dos modelos em multiplicativo ou aditivo. Os dados gerados serão classificados pelo MAPE, que fornecerá o melhor método. Em caso de empate no MAPE, a classificação é feita pelos testes dos resíduos.

Conforme a metodologia descrita, foram aplicados os valores de demanda registrada no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2011. O resultado e o modelo ajustado para os 24 meses foi:

- ✓ Modelo - Quadratic trend – Aditivo com MAPE de 6,05%

A partir da escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados, foram feitas previsões de valores de demanda, com confiança de 95% do resultado.

A escolha do melhor modelo consistiu em selecionar o menor MAPE e testar todos os modelos automáticos disponíveis no software utilizado. A aplicação dos

métodos de análise alcançou êxito nas aplicações em estimativas de consumo (MAPE abaixo de 10%).

O gráfico da figura 11 mostra os resultados obtidos com uso do Statgraphics, para valores de demanda, realizando uma previsão para os seis primeiros meses de 2012.

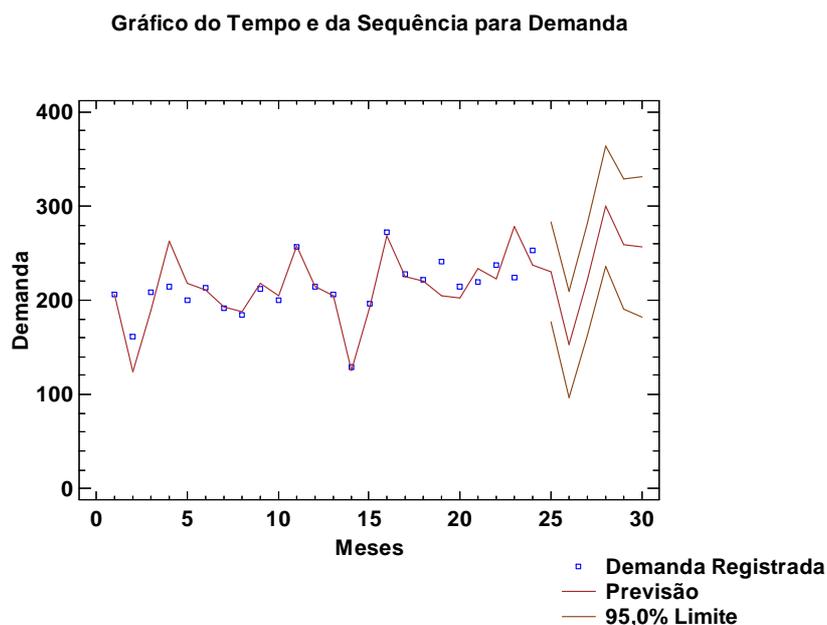


Figura 11: Gráfico Previsão (Fonte Statgraphics Centurion XVI)

Os resultados da previsão feita no software são apresentados na tabela 3, na qual consta um limite máximo e mínimo para valores de demanda no período desejado.

Tabela 5: Previsão do software statgraphics para valores de demanda nos seis primeiros meses de 2012.

Mês/Ano	Previsão de demanda (kW)	Limite Inferior (kW)	Limite Superior (kW)
Jan/12	230,12	176,89	283,34
Fev/12	153,04	96,84	209,29
Mar/12	221,92	162,09	281,74
Abr/12	299,72	235,65	363,8
Mai/12	259,43	190,46	328,39
Jun/12	256,62	182,14	331,1

A tabela 6 mostra o comparativo da demanda prevista com a demanda medida nos seis primeiros meses de 2012.

Tabela 6: Comparativo da demanda prevista pelo software com a demanda medida

			Mínimo 95,0%	Máximo 95,0%
Mês/Ano	Previsão da demanda (kW)	Demanda medida (kW)	Limite (kW)	Limite (kW)
Jan/12	230,115	237	176,889	283,341
Fev/12	153,039	158	96,8313	209,248
Mar/12	221,915	223	162,095	281,734
Abr/12	299,72	270	235,648	363,792
Mai/12	259,425	226	190,463	328,387
Jun/12	256,617	214	182,137	331,097

Observando-se os valores da tabela 6, pode-se constatar que a previsão de demanda gerada pelo software foi satisfatória, pois os valores previstos pelo software ficaram bem próximos dos valores de demanda registrados nos primeiros seis meses de 2012.

5. CONCLUSÕES

O histórico das faturas de energia do campus evidenciou a sazonalidade da carga, em função do período de férias e período letivo. Os resultados obtidos indicam que o custo da parcela de consumo no horário de ponta é o mais significativo, em função do enquadramento na modalidade horossazonal verde. No período letivo, o consumo elevado no horário de ponta ocorre devido ao uso da iluminação nos ambientes de ensino. No entanto, o valor de demanda máxima, no período analisado, ocorreu no horário fora de ponta, atribuído ao uso simultâneo dos condicionadores de ar, em alguns períodos.

Os resultados obtidos na planilha de simulação tarifária mostraram que a tarifa horossazonal verde (atual) foi 7,62% mais cara que a tarifa convencional, no período analisado. Com base nessa diferença, seria recomendável realizar alteração contratual de modalidade tarifária, de horossazonal verde para convencional. No entanto, a concessionária faz restrições que devem ser consideradas. O enquadramento na modalidade convencional é permitido somente para demanda até 300 kW. A partir desse valor, é compulsório o enquadramento na modalidade horossazonal. Além disso, só é permitida uma mudança de modalidade tarifária a cada 12 meses.

Com base nessas duas restrições e, em virtude que está previsto para breve a ligação de novas cargas no campus, há um risco da demanda medida ultrapassar 300 kW no período de 12 meses. Assim, uma mudança para tarifa convencional poderia onerar muito os custos da fatura, pois toda demanda medida a partir de 300 kW seria faturada como demanda de ultrapassagem.

Pode-se concluir que a previsão do valor de demanda gerada pelo software foi satisfatória, pois os valores previstos pelo software ficaram bem próximos dos valores de demanda registrados nos primeiros seis meses de 2012.

Os resultados obtidos através do software podem fornecer subsídios para determinação do novo valor de demanda a ser contratada junto a concessionária. Com base nos valores previstos pode-se recomendar um valor de demanda contratada de 260 kW, pois ainda se dispõe de uma tolerância de 5% de

ultrapassagem, que seria faturada no preço normal. Considerando a sazonalidade da carga do campus, sempre deve ser prevista e solicitada a redução de demanda junto a Copel, para os períodos de férias. Tal solicitação deve ser encaminhada a Copel com antecedência de seis meses, sugerindo-se o valor de 220 kW.

REFERÊNCIAS

COPEL. **Manual de Eficiência Energética na Indústria**. Novembro 2005, Curitiba-PR. Cap.2, pag. 2-7.

COPEL. **Resolução Normativa ANEEL nº 414/2010 de 09 de Setembro de 2010**, Principais alterações. Cascavel-PR 2012.

STATPOINT TECHNOLOGIES. **Statgraphics Centurion XVI**. Disponível em: <http://www.statgraphics.com>. Acesso em 16 maio 2012.

STATPOINT TECHNOLOGIES. **Statgraphics Centurion XVI User Manual**. USA 2009, Disponível em <http://www.statgraphics.com>. Acesso em 23 maio 2012.

SOUZA, R. C.T. **Previsão De Séries Temporais Utilizando Rede Neural Treinada Por Filtro de Kalman E Evolução Diferencial**. PUC – PR, 2008.

MORETTIN, **Pedro A Tolon, Clelia M. C. Análise de Séries Temporais**. São Paulo – 2004, Editora Blucher.

CASSIANE BAYERL, ESP; GILSON ADAMCZUK OLIVEIRA, D.ENG. **Previsão Mensal do Volume Aduzido de Água da unidade Regional da Sanepar de Pato Branco Pr. Estudo de Caso em Seis Municípios**. Pato Branco – PR, pag. 3 – 4, 2011.

ANEXO 1: PLANILHA DE SIMULAÇÃO DE TARIFAS 2010.

Tabela 7: Planilha de simulação de tarifas ano base 2010.

PLANILHA DE SIMULAÇÃO DE TARIFAS ANO BASE 2010												
	Jan/10	Fev/10	Mar/10	Abr/10	Mai/10	Jun/10	Jul/10	Ago/10	Set/10	Out/10	Nov/10	Dez/10
CONSUMO PONTA (KW)	4815	2686	4228	9294	10139	10754	9192	5660	10672	9426	9734	9627
CONSUMO FORA DE PONTA (KW)	32118	33392	37417	51478	52565	58750	49662	46622	60732	54543	54671	53377
CONSUMO TOTAL (KW)	36933	36078	41645	60772	62704	69504	58854	52282	71404	63969	64405	63004
DEMANDA CONTRATADA (KW)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
DEMANDA MEDIDA NA PONTA (KW)	206	162	209	215	200	213	191	184	212	200	256	214
DEMANDA MEDIDA FORA DE PONTA (KW)												
DEMANDA FATURADA (KW)	206	200	209	215	200	213	200	200	212	200	256	214

CONVENCIONAL (R\$)	19334,03	18821,47	20571,89	25270,57	24921,49	27165,51	24039,45	22533,81	27548,02	25211,30	28266,87	25729,14
AZUL (R\$)	19606,14	17813,82	20838,28	26830,98	26223,28	29936,60	25060,28	22990,65	30194,10	26418,19	35594,41	27169,96
VERDE (R\$)	17190,52	13942,52	17450,67	28698,79	29619,72	32414,15	27531,01	21354,18	32653,91	28909,75	31777,02	29573,11
MENOR VALOR NO MÊS (R\$)	17190,525	13942,518	17450,668	25270,565	24921,49	27165,51	24039,45	21354,176	27548,02	25211,3	28266,866	25729,14

ANEXO 2: PLANILHA DE SIMULAÇÃO DE TARIFAS 2011.

Tabela 8: Planilha de simulação de tarifas ano base 2011.

PLANILHA DE SIMULAÇÃO DE TARIFAS ANO BASE 2011												
	Jan/11	Fev/11	Mar/11	Abr/11	Mai/11	Jun/11	Jul/11	Ago/11	Set/11	Out/11	Nov/11	Dez/11
CONSUMO PONTA (KW)	5296	2902	4916	10326	10193	12728	10836	6145	11544	11845	10603	10322
CONSUMO FORA DE PONTA (KW)	41146	35050	46583	61835	59174	68627	65984	50185	66091	66530	62591	57924
CONSUMO TOTAL (KW)	46442	37952	51499	72161	69367	81355	76820	56330	77635	78375	73194	68246
DEMANDA CONTRATADA (KW)	200	200	200	200	200	240	240	240	240	240	240	200
DEMANDA MEDIDA NA PONTA (KW)	206	129	196	272	228,09	221,59	240,48	214,9	219,03	236,94	223,95	253,48
DEMANDA MEDIDA FORA DE PONTA (KW)												
DEMANDA FATURADA (KW)	206	200	200	272	228,09	240	240,48	240	240	240	240	253,48

CONVENCIONAL (R\$)	21512,542	19250,8	22354,421	30888,245	27930,57	31305,631	30291,996	25572,403	30453,379	30622,913	29435,945	29013,833
AZUL (R\$)	21631,039	17595,41	21913,319	38507,97	32269,602	32568,131	31705,78	25945,208	31527,469	32075,711	30497,968	34707,277
VERDE (R\$)	19816,356	14625,25	20177,644	34864,438	32256,084	37574,666	34069,172	23415,251	35189,785	35753,458	32986,815	33268,369
MENOR VALOR NO MÊS (R\$)	19816,356	14625,25	20177,644	30888,245	27930,57	31305,631	30291,996	23415,251	30453,379	30622,913	29435,945	29013,833