

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**BASES TEÓRICAS E EXPERIMENTAIS PARA O
GERENCIAMENTO DA DEMANDA EM PRÉDIOS
PÚBLICOS DE ENSINO: O CASO DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SANTA MARIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Lukas Neusser

**Santa Maria, RS, Brasil
2009**

**BASES TEÓRICAS E EXPERIMENTAIS PARA O
GERENCIAMENTO DA DEMANDA EM PRÉDIOS PÚBLICOS
DE ENSINO: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA MARIA**

por

Lukas Neusser

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Elétrica.**

Orientadora: Prof. Dr. Luciane Neves Canha

Santa Maria
2009

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**BASES TEÓRICAS E EXPERIMENTAIS PARA O GERENCIAMENTO
DA DEMANDA EM PRÉDIOS PÚBLICOS DE ENSINO: O CASO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**

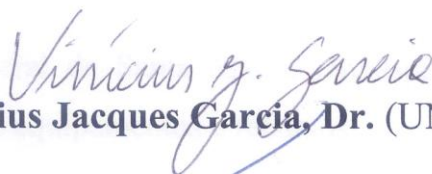
elaborada por
Lukas Neusser

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Elétrica

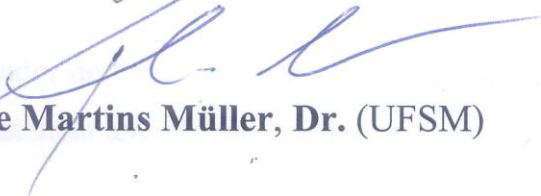
COMISSÃO EXAMINADORA:



Luciane Neves Canha, Dr.
(Presidente/Orientadora)



Vinícius Jacques Garcia, Dr. (UNIPAMPA)



Felipe Martins Müller, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 10 de agosto de 2009.

Agradecimentos

O presente trabalho não seria possível sem a valorosa ajuda das pessoas citadas a seguir, às quais através deste tópico eu alcanço a minha mais profunda gratidão.

Primeiramente quero agradecer à minha orientadora Prof. Luciane Neves Canha, por aceitar e suportar um aluno “não bolsista” com agenda lotada de trabalho.

Aos colegas Leonardo Stöhlirck e Luiz Fernando G. Martins pelas horas de trabalho dedicadas na coleta de dados com o multimedidor e no levantamento físico da rede de distribuição da UFSM.

Ao meus chefes e empregadores Eng. Helmut Weiblen e Eng. Antoninho V. Strapasson pela vista grossa que fizeram quando às minhas muitas faltas e atrasos.

Ao Engenheiro André Foletto da prefeitura da Universidade Federal de Santa Maria, pela autorização em levantar os dados da conta de energia junto à concessionária.

Ao eletricitista Nilton Rosso, funcionário da UFSM, pelo suporte técnico e transporte do multimedidor quando de suas inúmeras instalações e destinstalações.

À minha esposa Adriana Neusser, fiel companheira que teve que abdicar do marido durante as muitas horas de estudo.

Aos demais colegas do CEEMA, que alguns deles indiretamente contribuíram com o trabalho, através de dicas, discussões e suporte de material.

À Universidade Federal de Santa Maria, em especial no suporte através de seus funcionários e na alocação de equipamentos e recursos.

E finalmente à DEUS, criador de todas as coisas, que pela sua graça estamos vivendo neste mundo e tornando nossa existência uma possibilidade.

“Qualquer pessoa que se envolve seriamente no trabalho científico acaba convencida de que existe um espírito que se manifesta nas leis do universo – um espírito vastamente superior ao espírito humano, em face do qual nós, com nossos modestos poderes, temos de nos sentir humildes”

Albert Einstein, em carta resposta escrita à aluna da 6ª série Phyllis Wright em 24 de janeiro de 1936.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Santa Maria

BASES TEÓRICAS E EXPERIMENTAIS PARA O GERENCIAMENTO DA DEMANDA EM PRÉDIOS PÚBLICOS DE ENSINO: O CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

AUTOR: ENG. LUKAS NEUSSER
ORIENTADORA: DR. ENG. LUCIANE NEVES CANHA
Data e local de defesa: Santa Maria, 10 de agosto de 2009

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos a partir do estudo do comportamento da demanda e do consumo de energia elétrica no Campus da Universidade Federal de Santa Maria de forma a contribuir para a adoção de planos estratégicos de gerenciamento pelo lado da demanda. São apresentados os conceitos básicos das grandezas elétricas, a definição de demanda, bem como seu controle e técnicas de gerenciamento possíveis. As vantagens da opção do gerenciamento pelo lado da demanda são evidenciadas. Dois conjuntos de curvas de carga foram levantados: as curvas de carga do campus como um todo, obtidas a partir de dois anos de registros junto ao medidor de energia da concessionária local; as curvas de carga individuais de diversos prédios espalhados pelo campus, obtidas a partir de medições realizadas com um multimedidor de grandezas elétricas. São apresentados os métodos de obtenção das respectivas curvas e evidenciadas a influência da temperatura, horário de expediente, calendário letivo e dia da semana sobre as mesmas. Por fim, é feita a comparação entre a curva de carga geral da universidade, com as curvas de carga individuais. O conjunto de informações obtidas forma a base para um futuro gerenciamento pelo lado da demanda no campus.

Os resultados obtidos permitiram concluir que os prédios públicos de ensino apresentam peculiaridades que devem ser levadas em conta quando se adotam medidas de redução do consumo e gerenciamento de carga. Tais medidas devem levar em conta a presença de cargas de diferentes naturezas (puramente acadêmicas, passando por industriais, comerciais e residenciais) e com horários de uso diferenciados em comparação a cargas idênticas fora do campus.

Palavras-chave: Gerenciamento pelo lado da demanda, demanda, curvas de carga, eficiência energética

ABSTRACT

Master's Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Universidade Federal de Santa Maria

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL BASES FOR DEMAND MANAGEMENT IN PUBLIC EDUCATION BUILDINGS: THE CASE OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF SANTA MARIA

AUTHOR: ENG. LUKAS NEUSSER
ADVISER: DR. ENG. LUCIANE NEVES CANHA
Place and Date: Santa Maria, August, 10, 2009

This work presents the results from the analysis of the behavior of demand and energy consumption in the Campus of the Universidade Federal de Santa Maria to contribute to the adoption of strategic plans for demand side management. Presented are the basic concepts of electrical quantities, the definition of demand, as well as its available control and management techniques. The advantages of the demand side management option are highlighted. Two sets of load curves were collected : the load shapes of the campus as a whole, obtained from two years of demand records by the local electricity provider's energy meter; and the individual load curves of various buildings throughout the campus, obtained from measurements made with a multi-quantities electrical meter. Presented are the methods of obtaining their curves and highlighted the influence of temperature, business hours, school calendar and days of the week on them. Finally, a comparison is made between the whole university curve, with the individual load shapes. The set of information obtained forms the basics for demand side management on the campus, in near future.

The results indicated that public education buildings have peculiarities that should be taken into account when adopting measures to reduce consumption and load management. Such measures must take into account the presence of loads of different nature (purely academic through industrial, commercial and residential) and with different hours of use in comparison to similar off-campus loads.

Key words: demand side management, demand, load shapes, energy efficiency

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1 - Curva exemplo de demanda | 21 |
| Figura 2.2 - Variação do custo do kWh em função do fator de carga, valores reais. ... | 23 |
| Figura 2.3 - Controle de demanda através do método da reta de carga ideal..... | 32 |
| Figura 2.4 - Controle de demanda através do método preditivo | 34 |
| Figura 3.1 - Vista parcial do anel | 39 |
| Figura 3.2 - Vista da medição..... | 39 |
| Figura 3.3 - Subestação em estado precário..... | 40 |
| Figura 3.4 - QGBT fora dos padrões e sujeito a riscos. | 40 |
| Figura 3.5 – Gráfico da evolução do custo do kWh na última década na UFSM. | 43 |
| Figura 3.6 – Método de extração dos dados..... | 46 |
| Figura 3.7 – Metodologia de extração dos dados em planilha eletrônica | 47 |
| Figura 3.8 - Relevos das demandas dos anos 2007 e 2008..... | 48 |
| Figura 3.9 - Deslocamento da subida da demanda em função do horário de verão..... | 49 |
| Figura 3.10 - Vista de cima do relevo, anos 2007 e 2008 | 50 |
| Figura 3.11 - Corte lateral do relevo das demandas ano 2007 e 2008 | 51 |
| Figura 3.12 - Horário de ocorrência da máxima demanda nos dias úteis | 52 |
| Figura 3.13 - Comparação do número de ocorrências de demandas máximas, por horário..... | 53 |
| Figura 3.14 - Comparação da demanda máxima diária com a temperatura máxima em 2007..... | 54 |
| Figura 3.15 - Comparação da demanda máxima diária com a temperatura máxima em 2008 | 55 |
| Figura 3.16 - O MUG visto instalado junto ao QGBT do HUSM | 58 |
| Figura 3.17 - Conjunto de alicates-amperímetros | 60 |
| Figura 3.18 - Metodologia para conversão dos dados da base de tempo 1 minuto para 15 minutos | 64 |
| Figura 3.19 - Relevos das demandas da Casa de Estudante Bloco 32 e 34..... | 66 |
| Figura 3.20 - Relevos das demandas da Casa de Estudante Bloco 33..... | 67 |
| Figura 3.21 - Horário de ocorrência da máxima demanda na Casa de Estudante..... | 68 |
| Figura 3.22 - Número de picos, por horário, na Casa do Estudante..... | 68 |
| Figura 3.23 - Influência de eventos no comportamento da demanda residencial | 70 |
| Figura 3.24 - Comparação entre demanda máxima, consumo noturno e temperatura para o Bloco 33 da Casa de Estudante..... | 71 |
| Figura 3.25- Distribuição da tensão registrada na suinocultura | 72 |
| Figura 3.26 - Perfil de carga do Centro de Tecnologia..... | 73 |
| Figura 4.1 - Metodologia para gerar gráficos percentuais. | 77 |
| Figura 4.2 - Coincidência dos picos de máximas demandas..... | 79 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1.1 - Variação percentual dos conceitos faturados na conta de energia elétrica da UFSM na última década..... | 17 |
| Tabela 2.1 – Técnicas de gerenciamento de carga | 28 |
| Tabela 3.1 - Estrutura de dados dos arquivos de memória de massa no seu início..... | 45 |
| Tabela 3.2 - Exemplificação de registros dentro da memória de massa..... | 45 |
| Tabela 3.3 - Segunda a sexta-feira, proporcionalidade entre variação de temperatura e variação da demanda, uma semana em janeiro de 2007 | 55 |
| Tabela 3.4 - Segunda a sexta-feira, proporcionalidade entre variação de temperatura e variação da demanda, uma semana em março de 2007 | 56 |
| Tabela 3.5 - Segunda a sexta-feira, proporcionalidade entre variação de temperatura e variação da demanda, uma semana em janeiro de 2008..... | 56 |
| Tabela 3.6 - Segunda a sexta-feira, proporcionalidade entre variação de temperatura e variação da demanda, uma semana em março de 2008 | 56 |
| Tabela 3.7 - Períodos letivos nos anos 2007 e 2008..... | 57 |
| Tabela 3.8 – Grandezas possíveis de serem registradas pelo MUG..... | 59 |
| Tabela 3.9 - Calendário de instalação do MUG | 61 |
| Tabela 3.10 - Cinco maiores demandas do Bloco 32/34: | 69 |
| Tabela 3.11 - Cinco maiores demandas do Bloco 33: | 69 |
| Tabela 3.12 - Análise do dia e hora da ocorrência da máxima demanda, por local | 74 |
| Tabela 4.1 - Dias que foram considerados como feriados na análise da demanda..... | 78 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 3.1 - Histórico de consumos da UFSM na última década | 41 |
| Quadro 3.2 - Histórico de demandas da UFSM na última década | 41 |
| Quadro 3.3 - Exemplo de resumo de dados de cada local medido..... | 63 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1. Motivação do trabalho: | 14 |
| 1.1.1. Considerações básicas | 15 |
| 1.1.2. Motivação pelo cenário verificado: | 16 |
| 1.2. Objetivos: | 16 |
| 1.3. Resumo e estruturação do trabalho: | 18 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 2.1. Conceitos básicos: | 19 |
| 2.1.1. Energia | 19 |
| 2.1.2. Potência: | 19 |
| 2.1.3. Consumo | 20 |
| 2.1.4. Demanda: | 20 |
| 2.1.5. Curva de carga: | 21 |
| 2.1.6. Fator de carga | 21 |
| 2.1.7. Custo do kWh consumido: | 22 |
| 2.2. Gerenciamento pelo lado da demanda: | 23 |
| 2.2.1. Introdução: | 23 |
| 2.2.2. Programas de Gerenciamento pelo lado da demanda: | 24 |
| 2.2.3. Definição das metas: | 25 |
| 2.2.4. Levantamento de dados: | 25 |
| 2.2.5. Planejamento: | 25 |
| 2.2.6. Implementação: | 26 |
| 2.2.7. Revisão e acompanhamento: | 26 |
| 2.3. Técnicas de gerenciamento da carga: | 27 |
| 2.3.1. Controle direto da carga, mediante uso de controladores de demanda: | 29 |
| 2.3.2. Algoritmos: | 29 |
| 2.3.3. Incentivos tarifários: | 37 |
| 2.4. Conclusão: | 37 |
| 3. LEVANTAMENTO DE DADOS | 38 |
| 3.1. Introdução: | 38 |
| 3.1.1. O sistema elétrico da UFSM | 38 |
| 3.1.2. Histórico do consumo/demanda de energia elétrica na UFSM: | 40 |
| 3.1.3. Histórico de custos da energia elétrica na UFSM: | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2. Obtenção da curva de carga da UFSM..... | 43 |
| 3.2.1. Introdução: | 43 |
| 3.2.2. Obtendo a memória de massa: | 44 |
| 3.2.3. Análise das curvas de carga da UFSM como um todo:..... | 48 |
| 3.3. Obtenção da curva de carga individual por subestação | 57 |
| 3.3.1. Introdução: | 57 |
| 3.3.2. O Multimetro de grandezas:..... | 58 |
| 3.3.3. Tratamento de dados e obtenção da curva de carga;..... | 62 |
| 3.3.4. Resultados das medições: | 64 |
| 3.4. Levantamento de carga do Centro de Tecnologia:..... | 73 |
| 3.5. Análise do horário de ocorrência das maiores demandas, por prédio: | 73 |
| 3.6. Conclusão:..... | 74 |
| 4. COMPARAÇÕES ENTRE DEMANDAS INDIVIDUAIS E DEMANDA TOTAL DA INSTITUIÇÃO | 76 |
| 4.1. Introdução: | 76 |
| 4.1.1. Adequação da base de tempo:..... | 76 |
| 4.1.2. Comparação de períodos idênticos:..... | 76 |
| 4.1.3. Transformação dos valores absolutos, em valores percentuais: | 77 |
| 4.2. Metodologia: | 77 |
| 4.3. Resultados da comparação das curvas | 79 |
| 4.4. Análise do custo-benefício de um controle direto de demanda: | 80 |
| 4.4.1. A problemática do controle direto de demanda em prédios existentes: | 81 |
| 4.5. Conclusão:..... | 82 |
| 5. CONCLUSÃO | 83 |
| 5.1. Introdução: | 83 |
| 5.2. A curva de carga da UFSM como um todo: | 83 |
| 5.2.1. Temperatura ambiente: | 83 |
| 5.2.2. Questão do expediente e calendário letivo: | 83 |
| 5.2.3. Horário de verão:..... | 84 |
| 5.3. As curvas de cargas individuais:..... | 84 |
| 5.4. Comparação das curvas individuais com a curva de toda UFSM..... | 85 |
| 5.4.1. O gerenciamento de carga em prédios públicos, tendo como base as conclusões do presente estudo | 85 |
| 5.5. Sugestão de ações práticas para a UFSM | 86 |
| 5.6. Visão futura e sugestão para novos estudos:..... | 86 |

| | |
|--|------------|
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 88 |
| APÊNDICE A – TABELAS RESUMO DAS MEDIÇÕES REALIZADAS CURVAS DE CARGA | 91 |
| APÊNDICE B – CURVAS DE CARGA PERCENTUAIS COMPARANDO AS DEMANDAS INDIVIDUAIS COM A DEMANDA DE TODA INSTITUIÇÃO | 130 |

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentadas as motivações, e os objetivos do estudo desenvolvido.

1.1. Motivação do trabalho:

O suprimento de energia, seja da forma que for, é um fator crítico para qualquer sociedade. Ela é um insumo essencial, sem o qual não pode haver uma qualidade de vida razoável nem crescimento econômico sustentado. A forma na qual a sociedade supre suas necessidades de energia tem influência direta no meio ambiente e nas condições de vida, não só nesta geração, mas também para gerações futuras. Há, portanto a premissa de criar e manter um sistema energético, que além de dar a devida segurança de fornecimento também cumpra as exigências quanto ao meio ambiente, custos e solidez operacional.

A eletricidade é uma das formas de energia mais flexíveis e de uso universal. Nos países desenvolvidos o sistema elétrico representa uma das estruturas estratégicas mais importantes, de cuja confiabilidade dependem as demais infra-estruturas que determinam o dia a dia das populações. O uso eficiente da energia elétrica deveria ser uma das principais preocupações de qualquer povo desenvolvido, devido ao fato de a eletricidade, ser o motor da moderna sociedade da informação, além de também ser a integradora das demais fontes primárias de energia.

Historicamente as necessidades crescentes têm sido supridas pela construção de novas usinas e na exploração de diversas novas fontes. Tais recursos são cada vez mais dependentes de enormes montantes de capital, visto que as fontes de fácil exploração já se encontram todas em uso, havendo necessidade de abertura de novas frentes. As novas soluções para exploração, além do alto custo financeiro, também trazem consigo um alto passivo ambiental, que por sua vez resulta em longos processos para concessão das licenças necessárias. A própria população muitas vezes já não aceita alguns tipos de projetos.

Neste cenário os investidores gostariam de ter segurança, para garantia de seus rendimentos. Esta segurança, por sua vez, depende da visão que a sociedade tem do sistema elétrico do futuro. Assim surge a necessidade urgente de pavimentar os caminhos e definirem-se as estratégias para o sistema elétrico de amanhã.

Os pontos-chave que este sistema elétrico do futuro deverá atingir são um afastamento cada vez maior da geração centralizada, passando para geração distribuída, integrando diversas fontes de energia, em especial as renováveis, tendo como palavra de ordem a eficiência.

É a eficiência a meta maior do presente estudo, que deverá integrar a nova infraestrutura elétrica, com atuação integradora, não mais pelo lado da fonte e sim pelo lado da demanda. Assim, além da motivação maior há, ainda, a motivação particular que diz respeito ao cenário verificado na Universidade Federal de Santa Maria constituída de prédios públicos com sua especificidade e desperdícios energéticos associados que podem e devem ser analisados e reduzidos.

1.1.1. Considerações básicas

É do conhecimento geral que tanto os projetos quanto a execução de soluções para alimentação elétrica de consumidores atendidos em média tensão, como indústrias, supermercados, shopping centers e instituições públicas de variados tipos, apresentam uma preocupação constante em garantir o fornecimento energético pelo lado da fonte. Esta preocupação, tanto é externada pelos consumidores quanto pelos projetistas.

O projeto e posterior execução dos sistemas de distribuição de energia elétrica (redes, subestações, centros de medição e controle) sempre seguem a regra de atender a demanda existente ou projetada com coeficientes de segurança elevados. Eventuais gargalos, que surgem naturalmente com o crescimento econômico, são eliminados com soluções de expansão do sistema pelo lado da fonte. Isto implica quase sempre em altos investimentos e solicitações de maior demanda às concessionárias. As distribuidoras, por sua vez, repassam estas crescentes necessidades dos seus consumidores para o sistema de transmissão e geração. Logo se verifica uma constante busca por novas fontes de energia e esta busca deixa, sem dúvida, seqüelas ambientais.

Assim, surge naturalmente a pergunta: se, com o mesmo nível de investimentos, não seria possível de atender às solicitações crescentes de energia, com ações pelo lado da demanda. Tais ações seriam pautadas pelo ditado de “fazer mais com menos”.

1.1.2. Motivação pelo cenário verificado:

Na virada do século, entre o ano de 2000 e 2001 o Brasil passou por um período de escassez de energia elétrica, período este que terminou oficialmente em março de 2002 (ONS, 2002). Nesta situação o governo se viu obrigado a racionar a energia elétrica devido à falta de chuvas da região sudeste, em especial na bacia hidrográfica que abastece o sistema de Furnas.

A partir de 2005, uma conjunção de fatores trouxe de volta o assunto do racionamento de energia: primeiro a seca, iniciada em 2005, e repetindo-se em 2006 no Sul do Brasil, e por outro lado a questão do gás boliviano (ONS, 2004).

Desta forma, verifica-se que o Brasil não possui cenários tranquilizadores em longo prazo na questão energética, vivendo constantemente às voltas com a possibilidade de um novo racionamento (ONS, 2004).

1.2. Objetivos:

O objetivo principal do estudo realizado é o lançamento das bases para um gerenciamento da demanda em prédios públicos, apontando os potenciais não aproveitados de otimização. Sabendo-se de antemão que a curva de carga de uma instituição pública difere no seu traçado da curva geral do sistema elétrico nacional. Existe, portanto, o objetivo de aumentar a quantidade e a densidade de informações sobre seu comportamento.

Desta forma, o presente estudo alicerça-se nos seguintes objetivos:

Levantamento de dados físicos:

- Mapeamento fazendo uso de um GPS de toda a rede de distribuição primária no campus da UFSM;
- Levantamento fotográfico da rede e suas subestações;
- Levantamento da carga de um centro do campus da UFSM;

Aquisição de dados elétricos:

- Medições dos parâmetros elétricos nas subestações;
- Aquisição dos dados das medições da concessionária;
- Análise dos dados coletados;
- Interpretação de suas variações e implicações sobre a demanda;
- Definição das variáveis que influenciam na amplitude da demanda.

Estudo das técnicas de gerenciamento de carga propondo aplicação ao caso de prédios públicos, baseado nos dados levantados.

As informações a serem coletadas responderão as questões do “quando” e “quanto” em relação à ocorrência de picos de demanda e relacionarão alguns fatores tais como o calendário de aulas e questões climáticas.

Os objetivos elencados derivam da situação específica do sistema elétrico da Universidade Federal de Santa Maria no qual se observou um consistente crescimento, tanto da demanda quanto do consumo de energia elétrica conforme mostra a Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Variação percentual dos conceitos faturados na conta de energia elétrica da UFSM na última década

| Conceito | Variação na comparação 1998 / 2008 |
|-----------------------|---|
| Demanda na ponta | 103,68% |
| Demanda fora de ponta | 91,79% |
| Consumo na ponta | 57,29% |
| Consumo fora de ponta | 82,81% |

Fonte: Concessionária de energia elétrica AES Sul

O contínuo aumento da demanda, teve como consequência a cobrança de demandas de ultrapassagem por parte da concessionária de energia elétrica, devido ao descompasso entre a demanda contratada e a demanda medida, trazendo prejuízos financeiros na ordem de 1,8 milhões de reais entre fevereiro de 1999 e fevereiro de 2009 (AES SUL, 2009).

No caso da UFSM, este crescimento não veio acompanhado da ampliação da capacidade do sistema elétrico que, em grande parte, continua sua configuração original dos anos 70. Não existe um levantamento atualizado e confiável das redes de média tensão, suas estruturas, seus condutores, potência das subestações e as proteções. Também não há conhecimento quanto à carga instalada no campus, tão pouco a demanda real de cada subestação.

A inclusão de novas fontes de energia diretamente no campus, a chamada geração distribuída, pode ser melhor avaliada a partir destas informações, visto que sua integração poderá ocorrer em um momento (dia e horário) ótimo.

Paralelamente também se vislumbra o fechamento da lacuna existente nas informações específicas do sistema elétrico interno da UFSM, no que toca aos parâmetros elétricos, bem como o levantamento completo da rede existente. Eventuais problemas de sobrecarga, subdimensionamento, mau uso e até problemas quanto à segurança podem ser apontados.

Almeja-se que o gerenciamento de demanda faça naturalmente parte na concepção de novos projetos elétricos no campus, já que há previsão de substancial ampliação do mesmo. A UFSM, como agente modelador e integrador da sociedade, deve estar na vanguarda na conservação e melhor aproveitamento de recursos naturais, em especial a energia elétrica. Construção de prédios que desde o projeto já incluam um sistema de gerenciamento de demanda, servirá de modelo para outras instituições públicas, e servirá como indicador de tendências.

1.3. Resumo e estruturação do trabalho:

Neste capítulo foram apresentados o cenário motivador, tanto externo quanto interno da própria instituição, bem como os objetivos que se almeja alcançar. O trabalho a seguir é estruturado em quatro capítulos. Um capítulo destinado à revisão bibliográfica, onde os conceitos básicos e definições da literatura existente são expostos, seguido por dois capítulos de metodologia da coleta e análise dos dados. No último capítulo são discutidos os resultados e apresentados sugestões para trabalhos futuros. Nos apêndices são apresentados todos os gráficos e tabelas com dados pormenorizados que dão a base do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentadas as grandezas básicas de eletricidade, para definir e dimensionar o conceito de demanda e unidades correlatas, bem como o gerenciamento pelo lado da demanda e técnicas usuais para o gerenciamento da carga.

2.1. Conceitos básicos:

2.1.1. Energia

Como conceito, o significado de energia é “a medida da capacidade de efetuar trabalho”. Para movimentar máquinas, gerar calor ou luz necessita-se de energia. Esta pode se apresentar de várias formas. A unidade de medida de energia é o Joule, e seus múltiplos como o kJ (quilojoule) ou MJ (megajoule).

O presente estudo focaliza-se apenas na energia “elétrica”. A energia elétrica é gerada de diversas formas, e genericamente é transportada do “gerador” em direção ao “consumidor”.

2.1.2. Potência:

O termo potência é definido como “a taxa com a qual a energia é usada”. Sua unidade de medida é o Watt (W). Um Watt de potência significa um Joule por segundo.

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} \quad (2.1)$$

Assim como o Joule, o Watt possui seus múltiplos de 1000, ou seja, o kW (quilowatt) ou o MW (megawatt).

2.1.3. Consumo

O consumo de potência elétrica é medido em Watts-hora (Wh), ou comumente como kWh (quilowatt-hora). É a chamada energia ativa, parcela da energia elétrica que o consumidor irá converter em trabalho. 1 kWh significa a potência de 1 kW usado durante uma hora.

A relação entre o kWh e o Joule é:

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kJ/s} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ kJ} = 3.6 \text{ MJ} \quad (2.2)$$

2.1.4. Demanda:

A demanda expressa a quantidade de energia instantânea que é requerida para que as necessidades do consumidor sejam atendidas. Teoricamente a demanda é uma medida atemporal, pois reflete as necessidades instantâneas. Na prática, porém a demanda é expressa em kW (quilowatts), e é obtida dividindo-se a energia elétrica (kWh) absorvida pelo consumidor em certo intervalo de tempo dt (Equação 2.3), pelo próprio intervalo de tempo (Δt). Assim a demanda é a potência média (Equação 2.4) solicitada ao sistema pela carga instalada em operação no tempo considerado (RIZZI, 1980).

$$W(t) = \int_0^t P(t) dt \quad (2.3)$$

A potência média num dado período, compreendido entre t_1 e t_2 é:

$$W(t) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt \quad (2.4)$$

Os instrumentos registradores de demanda integram a área da curva de demanda no período Δt e fazem o cálculo do valor médio, isto é, a demanda, conforme pode ser visto na Figura 2.1. O período compreendido entre t_1 e t_2 é chamado de intervalo de integração, no caso o Δt (Equação 2.5).

$$D = \frac{\int_t^{t+\Delta t} P(t) dt}{\Delta t} \quad (2.5)$$

No Brasil o intervalo de integração é de 15 minutos, logo, substituindo o Δt por 15 temos (Equação 2.6):

$$D = \frac{\int_0^{15} P(t) dt}{15} \quad (2.6)$$

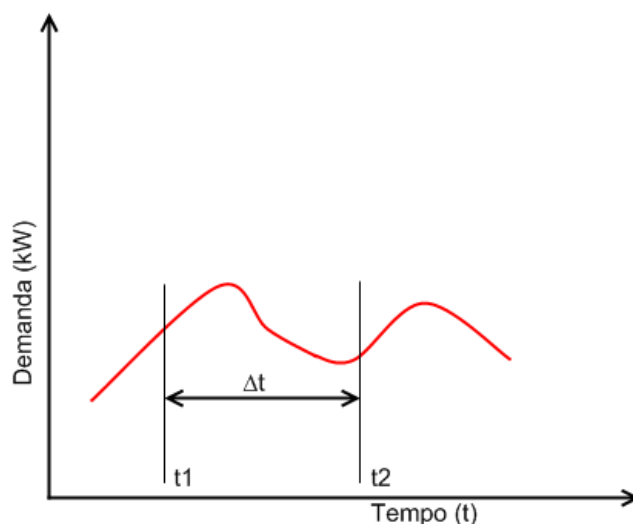


Figura 2.1 - Curva exemplo de demanda

Desta forma, em uma hora obtêm-se quatro valores para a demanda, 96 valores por dia e cerca de 2.880 valores por mês. Para fins de faturamento as concessionárias detêm-se na maior demanda registrada por posto horário, dentro do mês. Esta demanda é chamada de demanda máxima, ou D_{\max} .

2.1.5. Curva de carga:

A curva de carga é a representação gráfica da variação da demanda de um determinado consumidor ou de um grupo de consumidores no tempo. Geralmente a curva de carga é uma curva que representa um dia típico daquele consumidor.

2.1.6. Fator de carga

O fator de carga (FC) é o índice que mostra se a energia elétrica está sendo utilizada de forma racional por um determinado consumidor (CESP, 1981).

- O FC varia de 0 a 1, e, quanto maior este índice, mais adequado e racional é o uso da eletricidade.
- O FC, para um determinado período, é obtido através da relação entre a potência média do período, e a demanda máxima medida, podendo ser expresso pela Equação 2.7.

$$FC = \frac{P_{med}}{D_{max}} \quad (2.7)$$

Normalmente o período considerado para o cálculo do fator de carga é um mês (ou 730 horas), e o intervalo de integração para a demanda de 15 minutos. Nada impede porém outros períodos, e outros intervalos de integração.

A potência média também pode ser obtida pela razão do consumo total do período considerado, pelo número de horas deste período (Equação 2.8):

$$FC = \frac{P_{med}}{D_{max}} = \frac{\frac{W}{t}}{D_{max}} = \frac{W}{t \times D} = \frac{Consumo}{Tempo \times Demanda} \quad (2.8)$$

2.1.7. Custo do kWh consumido:

O fator de carga tem influência direta sobre o custo do kWh consumido, sendo determinado pela expressão (Equação 2.9):

$$Cm = \frac{T_D}{FC \times t} + T_c \quad (2.9)$$

Onde:

C_m = custo médio do kWh consumido

T_D = tarifa vigente de demanda (R\$/kW)

T_c = tarifa vigente de consumo (R\$/kWh)

FC = Fator de carga calculado

t = tempo considerado, em horas

Pela expressão o custo médio do kWh consumido varia em função do fator de carga, isto é, quanto mais elevado o índice do fator de carga, menor será o custo médio do kWh consumido. Um exemplo está na Figura 2.2, um gráfico que mostra a variação do custo do kWh em função do fator de carga.

Os valores considerados para o cálculo foram as tarifas de consumo e demanda fora de ponta, tarifa horosazonal azul, da concessionária AES Sul, válidas para Abril/2009 (AES SUL, 2009). Trata-se da mesma tarifa na qual está enquadrada a Universidade Federal de Santa Maria.

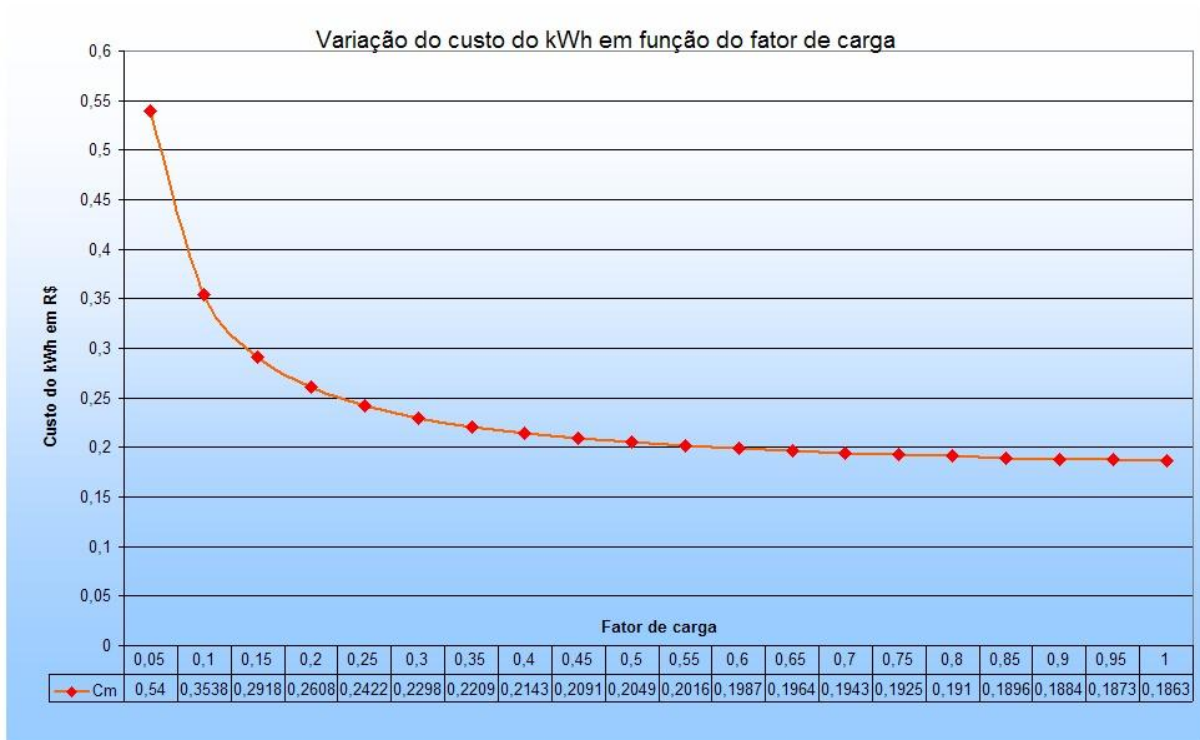


Figura 2.2 - Variação do custo do kWh em função do fator de carga, valores reais.

2.2. Gerenciamento pelo lado da demanda:

2.2.1. Introdução:

Em um sistema elétrico a geração de energia elétrica deve ter potência que supra a qualquer momento as necessidades da carga. Desta forma mantém se um parque de usinas geradoras que possibilitam reagir às alterações de carga pelo lado do consumidor, adequando a geração ao patamar necessário constantemente. Havendo flutuações inesperadas há a necessidade de energia regulatória, para compensar os desvios ocorridos.

Da mesma forma como existem alterações de carga pelo lado dos consumidores, há flutuações na geração advindas de fontes de energia renováveis como o vento e o sol, o que representa certo problema, dada à impossibilidade de previsão destas flutuações.

Compensar estas duas variáveis, carga e fonte, com o uso de usinas de reserva, é tecnicamente justificável, porém estas usinas tendem a ficar muito tempo paradas, o que resulta em um elevado custo. Como alternativa tem-se o gerenciamento pelo lado da demanda, desta forma as flutuações pelo lado da demanda e pelo lado da fonte são compensadas através do ajuste da carga. O termo “gerenciamento pelo lado da demanda” (GLD) é a tradução do termo original inglês “Demand Side Management” (DSM) cuja definição é: “planejamento, implementação e acompanhamento de atividades que influenciam o consumidor a usar a energia elétrica de tal modo que resultará em modificações na sua curva de carga” (GELLINGS, 1984, apud. KREITH, GOSWAMI, 2007).

2.2.2. Programas de Gerenciamento pelo lado da demanda:

Sob enfoque dado no item anterior, programas de GLD abraçam:

- Gerenciamento da carga;
- Novos usos;
- Conservação estratégica;
- Eletrificação;
- Geração própria;
- Políticas mercadológicas (tarifas);

A pré-condição para o gerenciamento pelo lado da demanda é a existência de suficiente carga regulatória. Esta carga pode ser ligada e descartada conforme as necessidades. Alguns pesquisadores até defendem a tese de que o gerenciamento pelo lado da demanda possui um enorme potencial, garantindo uma energia maior do que a já em uso.

O gerenciamento pelo lado da demanda deve atender os pontos críticos a seguir (KREITH, GOSWAMI, 2007):

- A. GLD deve influenciar o consumidor na maneira como este usa a energia;
- B. GLD deve atingir as metas pré-estabelecidas. A meta principal, da mudança na curva de carga, deve vir acompanhada de outras metas que são, por exemplo, o aumento da satisfação do consumidor, menor demanda média, etc.
- C. Programas de GLD deverão ser implementados de modo a serem um contraponto aos programas não-GLD, isto é, programas pelo lado da fonte. O GLD deverá ser mais atrativo do que alternativas de aumento da geração ou armazenamento de energia.

D. GLD focará no consumidor e suas respostas. Não deve se basear em “como o consumidor deverá responder”, mas sim no fato “como o consumidor responde”.

E. A importância do GLD é influenciada pela curva de carga, desta forma, é ela o principal foco. Um programa de GLD é aferido pela influência deste nos custos e benefícios diários, semanais, mensais e anuais.

Para atender os quatro pontos acima, um programa de GLD deverá seguir as etapas dos itens 2.2.3 a 2.2.7. (KREITH, GOSWAMI, 2007; KEMA IRELAND, 2008; MAGALHÃES, 2001).

2.2.3. Definição das metas:

- Encarregar alguém (uma pessoa ou comissão) com a responsabilidade de coordenar o programa:

- Esta pessoa pode operar sozinha (Gerente de Energia), ou
- Pode existir uma “Comissão Interna de Conservação de Energia” - Por Lei (Decreto 99.656 de 26/10/90 apud. MAGALHÃES, 2001) deveriam existir estas comissões em todas as repartições públicas brasileiras;

- Metas a serem definidas: curva de carga almejada, objetivos operacionais, objetivos de longo prazo, custos atuais;

2.2.4. Levantamento de dados:

- Dados da(s) conta(s) de energia;
- Obtenção das séries históricas de demanda, consumo e custos de energia elétrica - organização destes dados em tabelas;

- Diagnóstico de utilização de energia elétrica:
- Levantamento físico dos sistemas de iluminação, sua localização, potência e uso diário;

- Levantamento físico dos equipamentos de escritório, sua localização física, potência e uso diário;

- Levantamento dos condicionadores de ar;

2.2.5. Planejamento:

- Estimativa do potencial técnico;
- Avalia as possibilidades de GLD, sem se preocupar com os custos. Basicamente existem dois campos de atuação:

- Conscientização dos usuários (induzir à mudança de hábitos);
- Gerenciamento da carga, incluindo, por exemplo, reprogramação de cargas, corte em determinados horários, substituição de equipamentos, implementação de sistemas de controle, geração própria, etc.;
- Estimativa do potencial econômico;
- Faz a análise econômica do potencial técnico - nem todo o potencial técnico será aproveitado - esta análise leva em conta dois fatores:
 - A partir do valor investido, calcula-se o “pay-back” estimado, tendo em vista a economia gerada - este é o potencial natural, ou
 - Busca-se incentivos governamentais, de agências especializadas ou da própria concessionária, para implementação de parte do potencial técnico, dentro das regras definidos por estes - este é o potencial incentivado;
 - Elabora um plano para por em prática o potencial econômico e/ou potencial incentivado;
 - Alocação de recursos.

2.2.6. Implementação:

- Promover a consciência para uso eficiente da energia;
- Treinar pessoas para práticas de eficiência energética;
- Implementar as ações planejadas;
- Registrar a quantidade de energia conservada;
- Passar a projetar, comprar, operar e substituir equipamentos ineficientes por equipamentos comprovadamente mais eficientes;

2.2.7. Revisão e acompanhamento:

- Desenvolver e monitorar indicadores de eficiência energética;
- Estabelecer um sistema de medição dos ganhos;
- Revisar todo o processo anualmente e ampliá-lo/melhorá-lo;

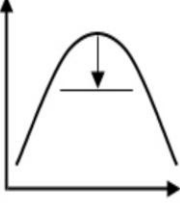
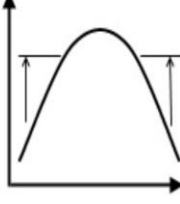
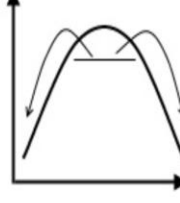
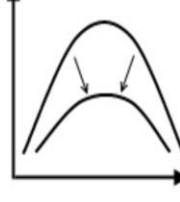


2.3. Técnicas de gerenciamento da carga:

O gerenciamento da carga, de um modo geral, procura equacionar vantagens econômicas da operação do sistema com os meios de se evitar uma propagação e ampliação de situações de emergências frente à desbalanços carga/geração, sobrecargas em equipamentos e alterações não previstas no futuro, como por exemplo, um crescimento repentino da carga provocado por variações climáticas excepcionais (KREITH, GOSWAMI, 2007).

Na Tabela 2.1 estão apresentadas de forma resumida as principais técnicas de gerenciamento de carga (KREITH, GOSWAMI, 2007; BORENSTEIN, CAMARGO, 1997).

Já em relação a prédios públicos, há duas ferramentas relevantes, que podem ser usadas dentro das técnicas de gerenciamento de carga mencionadas anteriormente: o controle direto da carga e incentivos tarifários.

Tabela 2.1 – Técnicas de gerenciamento de carga

| | |
|--|---|
| <p>Corte da ponta: é a forma clássica de gerenciamento da carga. Trata-se do controle direto da carga, mediante ingerência direta sobre equipamentos e aplicações do consumidor. Resulta geralmente em redução do custo operacional, devido à menor demanda a ser contratada junto à concessionária.</p> | <p>Corte da ponta</p>  |
| <p>Preenchimento dos vales: é a segunda forma clássica de gerenciamento da carga. É a maneira direta de melhorar o fator de carga e conseqüente redução do custo da energia. A forma habitual é armazenamento de energia fora do horário de pico.</p> | <p>Preenchimento dos vales</p>  |
| <p>Deslocamento de carga: trata-se de um escalonamento no tempo no uso da energia elétrica, acompanhada ou não de armazenamento de energia. Mexe com os hábitos pessoais e o fluxo da produção.</p> | <p>Deslocamento de carga</p>  |
| <p>Conservação estratégica: Não é exatamente uma técnica de gerenciamento de carga, tendo em vista haver uma redução geral de demanda em toda curva de carga. É o resultado da substituição de equipamentos por similares mais eficientes, de uma política de conservação, sob análise do custo-benefício.</p> | <p>Conservação estratégica</p>  |
| <p>Crescimento estratégico da carga: é a opção por substituição de fontes de energia, antes agressoras ao meio ambiente, por renováveis. Desta forma a demanda aumenta, mas de forma “limpa”. Geração própria e novos usos se enquadram nesta situação.</p> | <p>Crescimento estratégico da carga</p>  |
| <p>Curva de carga flexível: é uma ação pelo lado da fonte. Havendo certa previsão de carga pelo lado da demanda, a concessionária “fonte” oferece alternativas ao consumidor, tornando a curva “flexível” (dependente do momento). O consumidor admite eventuais cortes ou redução da qualidade de energia, em troca de benefícios financeiros.</p> | <p>Curva de carga flexível</p>  |

2.3.1. Controle direto da carga, mediante uso de controladores de demanda:

Controladores de demanda fazem o gerenciamento da carga em tempo real, isto é, tomam as decisões instantâneas de modo a manter a carga dentro da meta pré-estabelecida. Atualmente o estado da arte é o uso de equipamentos microprocessados os quais adquirem uma série de variáveis, e baseados nestas tomam suas decisões. Tais variáveis geralmente são:

- Demanda instantânea e demais parâmetros elétricos do ponto de medição;
- Demanda máxima permitida para determinado horário;
- Estado de equipamentos (ligado/desligado/partindo/parando, etc.);
- Estado de outras variáveis como água, gás, vapor, calor, etc.;
- Tarifas;
- Estado e potência de geradores distribuídos, os quais podem ser Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), células de combustível, banco de baterias, geradores eólicos, etc.

O coração destes sistemas é um algoritmo cuja função é supervisionar a demanda instantânea, adequando-a a meta.

2.3.2. Algoritmos:

Antes de analisar os diferentes algoritmos de controle de demanda, deve-se observar o que segue:

Em se falando em controle de demanda, com finalidade de evitar, em determinada instalação, a ocorrência de demandas maiores do que as contratadas junto à concessionária, o horizonte deste controle é o intervalo de integração do medidor. No Brasil este intervalo é de 15 minutos. Para poder dar o máximo de eficiência no uso da energia elétrica, o controle deve estar sincronizado com o medidor da concessionária, isto é, o controlador deve saber quando inicia um período de integração.

É importante observar que neste tipo de controle poderão ocorrer demandas instantâneas bem superiores à máxima projetada, desde que na média dos 15 minutos, esta não ultrapasse o patamar desejado.

No Brasil, por meio da legislação, e norma NBR 14522/2000, os medidores eletrônicos são obrigados a terem uma saída digital, na qual são disponibilizadas as informações quanto ao consumo de energia (kWh), data, hora, sincronismo, entre outros. Controladores de demanda com a finalidade acima exposta geralmente utilizam estes dados na entrada do(s) seu(s) algoritmo(s).

Em se falando de controle de demanda, com a finalidade de “demand side management”, ou seja, a adaptação da carga à potência disponível nas diversas fontes que alimentam o sistema, pelos motivos explicados na introdução, não se pode usar um intervalo de 15 minutos. Pois, caso o controlador opere em sincronismo com o medidor da concessionária, haveria momentos em que a demanda instantânea seria maior do que a capacidade da fonte e o sistema entraria em colapso.

2.3.2.1. Método da janela móvel:

Neste algoritmo o controlador analisa constantemente uma “janela” de tempo, calculando a demanda média desta janela. A janela é subdividida em várias “fatias”, e para cada fatia é armazenado o valor da demanda instantânea daquela parcela. Conforme o tempo passa, a fatia mais antiga é descartada e substituída pela mais recente, num processo chamado de “first in first out” (FIFO). Um determinado registro do controlador armazena o valor da demanda média da janela, e compara a mesma com a demanda máxima pré-programada. A seqüência de decisões é a seguinte:

Passo 1 – Compara a demanda média calculada P_m , com a demanda máxima programada P_{set} , calculando: $\Delta P = P_m - P_{set}$ se ΔP for positivo, segue para o passo seguinte, caso contrário, segue para o passo 3;

Passo 2 – Corte de cargas obedecendo a prioridades e potências previamente programadas, voltando ao passo 1;

Passo 3 – Restauração de cargas, obedecendo a prioridades e tempos mínimos de desligamento previamente programados, voltando ao passo 1;

Vantagens deste algoritmo:

Podem-se utilizar janelas de praticamente qualquer tamanho, por exemplo, de 15 minutos ou apenas alguns segundos.

A resposta é rápida;

Desvantagens:

Podem ocorrer muitas operações de liga/desliga em determinada carga;

O algoritmo analisa o passado e não a tendência, nem projeta a demanda futura;

2.3.2.2. Método da reta de carga ideal:

Este algoritmo depende do tempo de integração da concessionária. O controle da demanda sempre ocorre dentro do tempo de integração, que na maioria dos casos é de 15 minutos. Para uma dada demanda máxima pré-estabelecida, existe uma curva de carga “ideal”. O algoritmo age cortando cargas, se necessário, para manter o consumo abaixo da curva. A cada início de um novo período de demanda todas as cargas são religadas (JORGE, MARTINS, 1993).

A maioria dos controladores que usam este método tem a possibilidade de religar cargas mesmo durante o período de integração, e também possuem níveis de corte, que não necessariamente correspondem à curva de carga ideal. A Figura 2.3 exemplifica o funcionamento do método da reta de carga ideal. Cada equipamento controlável possui sua própria reta de carga, chamada $W_{pot}(i)$. O primeiro valor W_{pot1} é a diferença entre a máxima demanda admitida no período (W_{max}) e o consumo da carga não controlável, e as demais são as retas representativas de cada carga. No início do período de integração todas as cargas estão ligadas. Tão logo a curva de carga real, ultrapassar a curva da carga W_{pot4} , no instante T_1 , esta é desligada. No instante T_2 W_{pot3} é desligada, no instante T_3 W_{pot2} , e finalmente no instante T_4 W_{pot1} . Após o instante T_4 a curva de carga real cai abaixo da curva da carga W_{pot1} e então esta novamente é religada no instante T_5 , para ser novamente cortada no instante T_6 permanecendo assim até o fim do período. Nota-se aqui que há “prioridades” isto é, a carga W_{pot1} é a mais prioritária, sendo ela a última a ser desligada e a primeira a ser religada.

Vantagens deste algoritmo:

Um melhor aproveitamento da energia do que no método da janela móvel;

Poucos chaveamentos durante o período de integração;

Desvantagens:

Todas as cargas são religadas no início do período, o que pode levar a surtos e transientes na rede;

Dependendo da reta programada, certas cargas podem passar muito tempo desligadas, ligando apenas brevemente no início de cada período.

Não é um algoritmo para controlar cargas que variam rapidamente.

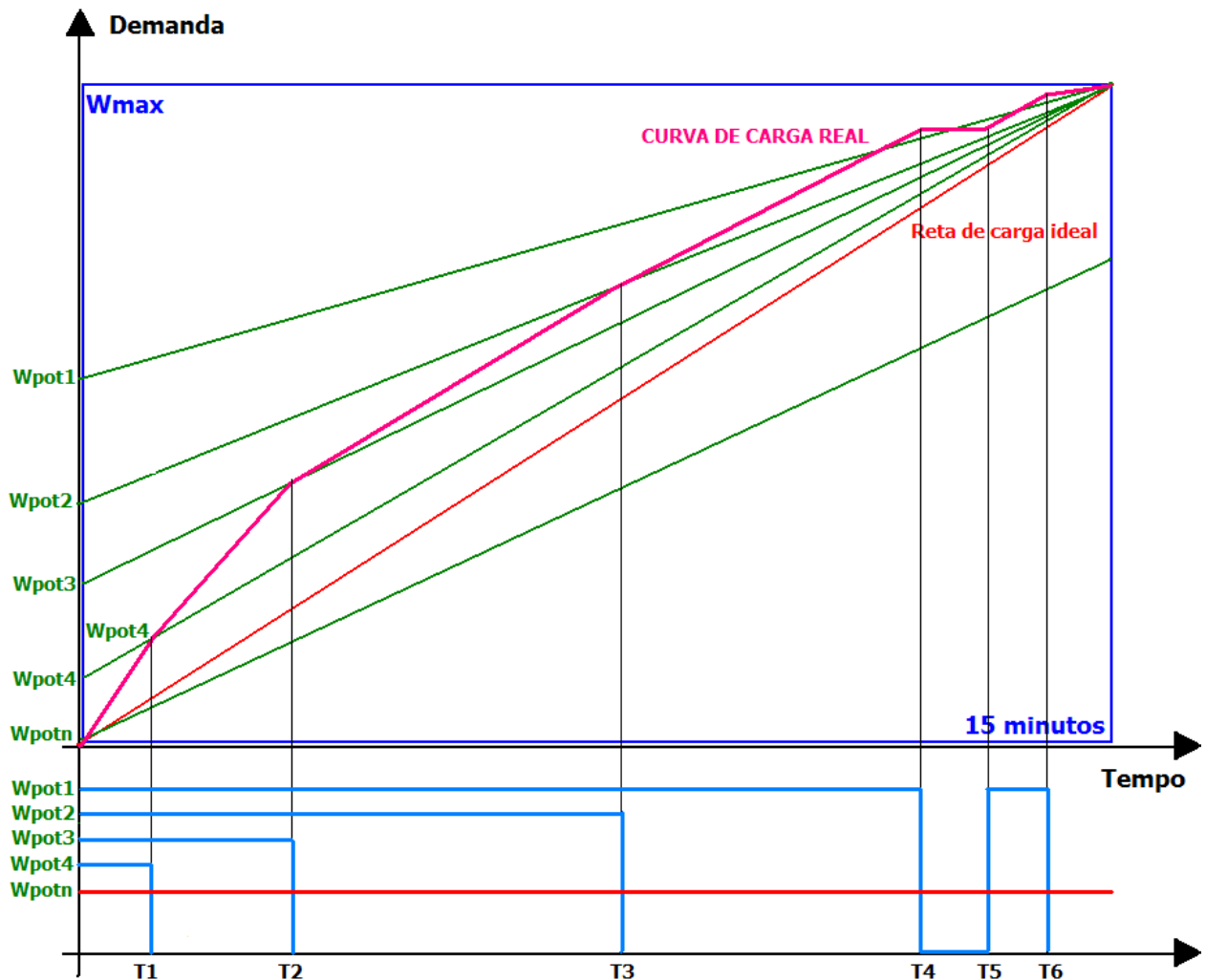


Figura 2.3 - Controle de demanda através do método da reta de carga ideal.

2.3.2.3. Método preditivo:

Este algoritmo computa todo o consumo do início do intervalo até o ponto em questão, a qualquer tempo, e faz uma previsão de qual será a demanda, se mantida esta potência. Cortes são feitos na carga se o valor previsto for maior que o permitido, a carga é religada ocorrendo o contrário (JORGE, MARTINS, 1993). A Equação 2.10 é o algoritmo de tomada de decisão:

$$\int_0^{\tau} P(t) dt + [P(\tau)(T_{int} - \tau)] \leq W_{max} \quad (2.10)$$

Onde $P(t)$ é a potência em função do tempo, $P(\tau)$ a amostra instantânea da potência, τ é o tempo dentro do intervalo de integração, T_{int} a duração do tempo de integração (tipicamente 15 minutos), e W_{max} o consumo máximo de energia permitido, correspondente à demanda máxima almejada.

Alguns melhoramentos no controle eliminam um elevado número de chaveamentos, suavizando a curva, quais sejam:

- Apenas uma carga é desligada ou religada por tomada de decisão;
- A primeira carga passível de corte, que normalmente é a carga menos importante, deve ter potência maior do que a diferença entre a potência instantânea e a demanda alvo. Caso negativo não haverá corte de carga;
- A primeira carga passível de religação, que normalmente é a carga mais importante desenergizada, deve ter potência menor do que a diferença entre a potência instantânea e a demanda alvo. Caso negativo não haverá religamento de carga;
- A energia deverá ser restaurada incondicionalmente à carga de maior prioridade, se passado o tempo máximo que esta pode ficar sem energia;
- Próximo ao fim do tempo de integração, um maior número de cargas será analisado para possível corte, além das prioritárias, para evitar a ultrapassagem da demanda alvo.

Neste algoritmo podem ser introduzidos parâmetros temporais para cada carga controlável:

- Tempo mínimo desligado (t_{moff});
- Tempo mínimo ligado (t_{mon});
- Tempo máximo desligado ($tMoff$);

Através da Equação 2.11 é possível calcular a frequência máxima de chaveamento de uma carga, sem que os parâmetros temporais sejam violados.

$$1/(t_{mon}+t_{moff}) \quad (2.11)$$

Na Figura 2.4, há um exemplo de controle através do algoritmo preditivo.

Vantagens deste algoritmo:

Em comparação ao método da reta de carga há menos chaveamentos, principalmente se forem utilizados os métodos de suavização e de temporização;

Substancial melhor aproveitamento da energia, com a mesma demanda;

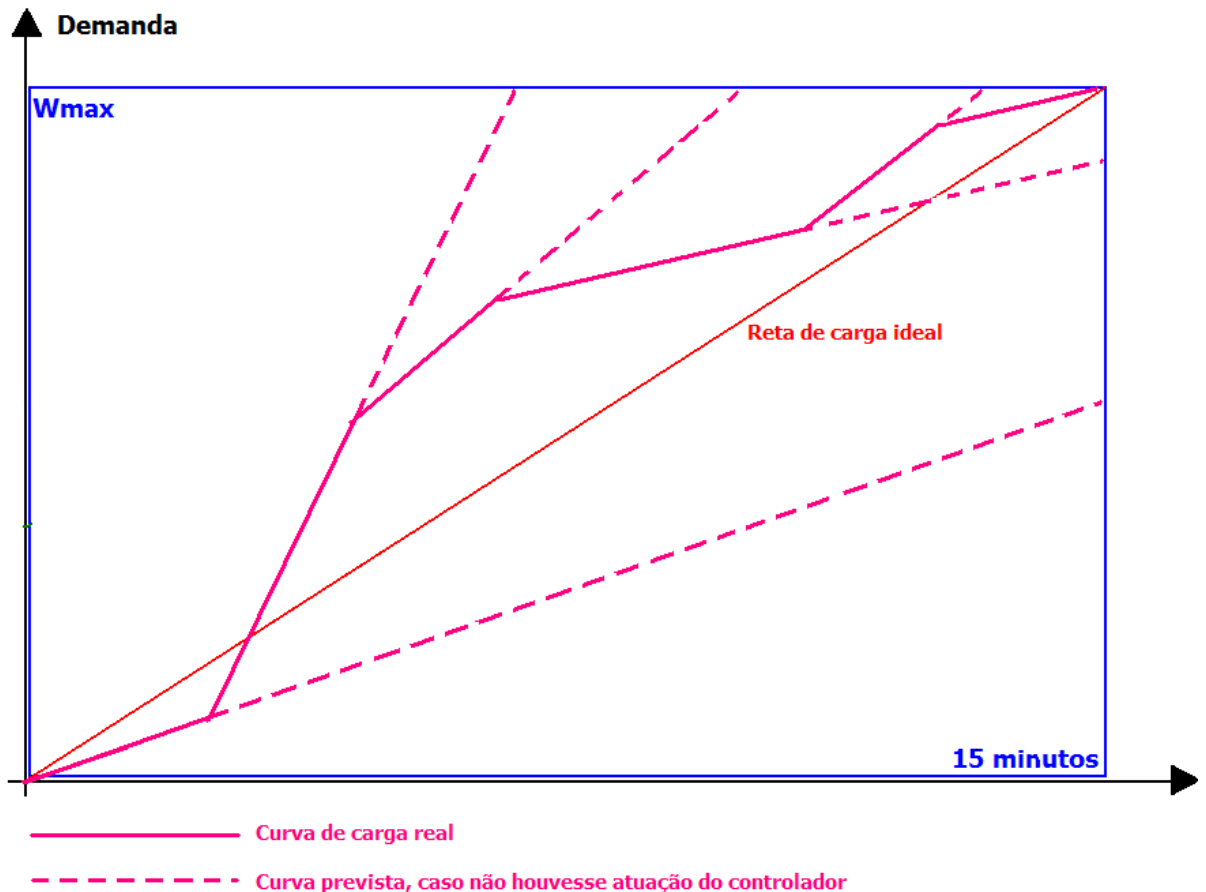


Figura 2.4 - Controle de demanda através do método preditivo

Desvantagens:

Apenas uma: dependendo dos parâmetros de temporização impostos, a chance de ocorrer uma violação da demanda máxima permitida existe.

2.3.2.4. Método utilizando lógica Fuzzy:

Os controles de demanda descritos até aqui, tinham um alvo apenas, que era evitar a ultrapassagem de um pré-definido patamar de demanda, seja por motivos econômicos seja por motivos técnicos.

Com o uso da lógica Fuzzy outros parâmetros são envolvidos na tomada de decisão, como por exemplo, nível de conforto ou necessidades econômicas individuais por carga ou por consumidor.

Um exemplo é o controle de aparelhos de ar condicionado, uma carga típica de prédios públicos. Os aparelhos são divididos em grupos, ficando um ou mais grupos desligados enquanto os demais funcionam normalmente. Passado um tempo predeterminado, dentro do controle, uma parte dos grupos tem sua energia restaurada, e outros grupos são desligados.

Pode acontecer que a temperatura fique acima do normal em certos ambientes cujo condicionador de ar encontra-se desligado, acarretando talvez certo desconforto às pessoas.

Os controles tradicionais não levam em conta alguns parâmetros, como por exemplo:

- A temperatura que o usuário prefere no seu ambiente;
- A variação cíclica da temperatura que o usuário está disposto a agüentar, a fim de economizar energia;
- A distribuição das cargas possíveis de serem controladas;
- Perdas térmicas variáveis por ambiente (portas abrem/fecham com mais frequência, cargas que produzem calor presentes, etc.);
- Retorno financeiro;

As características ambientais e de conforto são típicas “fuzzificações” (contêm incertezas, ou pertencem a uma faixa de valores). Usam-se alguns conjuntos Fuzzy para chegar ao algoritmo de controle, por exemplo: conforto, ambiente e carga (BHATTACHARYYA, CROWN, 1996).

Usando regras Fuzzy, são calculados tempos máximos em que o ar condicionado pode ficar desligado (T_{off}). Um exemplo de regra Fuzzy neste caso:

$$\text{Se (conforto = alto) e (ambiente = baixo) ENTÃO } T_{off} = \text{baixo.} \quad (2.12)$$

Em outras palavras: se um certo usuário prefere alto conforto (temperatura menor) e tem baixa tolerância às variações de temperatura, logo o tempo em que o aparelho de ar condicionado dele poderá ficar desligado também deve ser baixo.

Regras desta natureza são criadas para todos os grupos e conjuntos Fuzzy. E como as preferências variam de usuário para usuário tem-se ao final um conjunto Fuzzy de tempos máximos desligados.

A partir deste conjunto de dados pode ser calculado o tempo de “rotação” da carga, por grupos. Dependendo do grau de pertinência de um certo usuário ao conjunto T_{off} , terá um tempo em minutos em que a carga será desligada e religada (ciclo).

2.3.2.5. Métodos preditivo-adaptativos:

Com a redução de custos e de tamanho que equipamento da tecnologia da informação (TI), controladores de demanda estão se transformando em “sistemas de gerenciamento de energia” inteligentes. Desta forma novos métodos estão sendo implementados:

Previsão de demanda: fazendo uso de um banco de dados com o histórico (típico 24 meses) das demandas de 15 em 15 minutos de determinado consumidor ou uma área industrial, e fazendo medições simultâneas e em tempo real da demanda, usam-se métodos matemáticos para fazer a previsão da demanda para, por exemplo, a próxima meia hora. Tais métodos não são novos, pois foram desenvolvidos no final dos anos 80, porém apenas agora, com o aumento da velocidade de processamento e armazenamento de dados dos computadores, decisões podem ser tomadas com rapidez.

Rede de equipamentos “inteligentes”. Por exemplo: grandes condicionadores de ar, fazendo uso de chillers e/ou reservatórios de água fria podem informar ao controlador de demanda uma estimativa de quando irão ligar e/ou desligar. Da mesma forma, uma câmera de refrigeração, usando sensores digitais de temperatura, pode informar o instante exato em que algum(s) de seu(s) compressores será acionado e através da histerese conhecida informar novamente quando será desligado. O mesmo ocorre com medição linear de níveis em tanques de líquidos, etc.

Desta forma o controlador de demanda, usa um algoritmo que é um algoritmo chamado de preditivo-adaptativo.

2.3.3. Incentivos tarifários:

As instituições públicas de médio e grande porte, em especial, a Universidade Federal de Santa Maria, estão enquadradas em tarifas chamadas de binômias, as quais por si só, desestimulam o consumo em determinados horários. Estas tarifas, porém, reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), são favoráveis apenas às concessionárias, do ponto de vista dos prédios públicos, já que as pontas de demanda do conjunto de prédios públicos tende a ocorrer em horário diferente aos da concessionária (com consumidores predominantemente industriais e residenciais).

Nada impede, no entanto, a adoção de políticas de incentivos tarifários internos, as quais podem englobar:

- tarifas internas, variáveis no tempo, para desestimular o consumo em horários de ponta “internos”;
- tarifas de interrupção, oferecendo créditos aos centros que se dispõem a aceitar cortes de energia para determinados equipamentos, em horários críticos;
- incentivos financeiros gerais, para crescentes reduções de consumo: trata-se de um programa de conservação estratégica, estimulado financeiramente;

Entretanto, tais políticas só são possíveis com a divisão em setores do sistema elétrico interno da instituição. Tal divisão necessariamente implica em centros de medição internos e necessita de um planejamento de engenharia.

2.4. Conclusão:

A era da informação trouxe enormes facilidades para iniciar um gerenciamento da demanda. Sofisticados algoritmos e sistemas de aquisição de dados podem ser implementados a baixíssimos custos. Atualmente já existem equipamentos dedicados ao gerenciamento da demanda, com tamanho reduzido e alta modularidade. Portanto o gerenciamento não é mais dependente do hardware em si, mas é dependente das informações que se possui a respeito do sistema cuja demanda se quer gerenciar. Entender a dinâmica de um sistema elétrico é o ponto chave na escolha das técnicas, dos equipamentos e da abrangência de um sistema de gerenciamento da demanda.

3. LEVANTAMENTO DE DADOS

3.1. Introdução:

Neste capítulo são apresentados os trabalhos realizados em campo, a metodologia para obtenção dos dados referentes ao sistema elétrico da UFSM, validação dos dados, e a comparação dos resultados entre si. O capítulo aborda as questões do programa de GLD, explicado nos itens 2.2.4 e 2.2.5 do capítulo anterior.

3.1.1. O sistema elétrico da UFSM

O fornecimento de energia para a UFSM é em média tensão, 13,8kV, a partir de um alimentador aéreo exclusivo que parte da subestação Santa Maria 2, de propriedade da concessionária AES Sul.

3.1.1.1. O sistema existente quando do início do levantamento:

Da década de 70 até novembro de 2008, o alimentador era de cabo de alumínio nu, bitola 1/0 AWG. Tal cabo tem uma capacidade de 230A (ALCOA). A distribuição interna no campus era a partir de um anel de mesma bitola, visto na Figura 3.1, e ramificações deste radialmente para dentro e para fora do anel. No início do alimentador situava-se um cubículo de medição e proteção, conforme pode ser visto na Figura 3.2. Esta proteção era feita através de relé eletromecânico, que no final da década de 90 passou a ter uma proteção secundária microprocessada.

3.1.1.2. O sistema atual:

Em novembro de 2008 foi concluída a construção de um novo alimentador, seguindo um novo trajeto, sendo esta uma rede de MT moderna do tipo compacta, com cabos de alumínio coberto e bitola de 150mm².

Também foi construído um novo cubículo de medição e proteção, em novo local.



Figura 3.1 - Vista parcial do anel



Figura 3.2 - Vista da medição

Neste novo cubículo situam-se atualmente três conjuntos de medição e quatro conjuntos de proteção. Deste modo atualmente há medições individualizadas para o Campus, o Hospital Universitário (HUSM) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O anel interno do campus foi parcialmente substituído por redes de MT compactas.

Ao todo existem hoje cerca de 12 km de redes de MT no campus, tendo diversas topologias, algumas ainda datadas do início da década de 70. A carga instalada em transformadores supera os 12MVA e é composta por 60 subestações.

As subestações também variam em idade, conservação e tipo de instalação. Existem subestações aéreas em poste simples, aéreas em plataforma, ao tempo ao nível do solo e internas com entrada subterrânea.

As subestações sem exceção se caracterizam pela elevada precariedade, com Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBTs) sucateados e com sinais de inúmeras intervenções, conforme Figura 3.3 e Figura 3.4.



Figura 3.3 - Subestação em estado precário.



Figura 3.4 - QGBT fora dos padrões e sujeito a riscos.

3.1.2. Histórico do consumo/demanda de energia elétrica na UFSM:

No Quadro 3.1 estão os consumos de energia elétrica nos horários de fora de ponta (dias úteis, das 21h até as 18h do dia seguinte, sábados e domingos) e na ponta (18h às 21h dos dias úteis, exceto feriados nacionais, sábados e domingos). Os dados foram obtidos por solicitação direta à concessionária AES Sul.

Os meses de janeiro e fevereiro de 2009 apresentam o consumo após desvinculação do INPE e o Hospital Universitário.

3.1.3. Histórico de custos da energia elétrica na UFSM:

A energia elétrica para a UFSM é faturada no grupo tarifário azul. A tarifa azul é uma tarifa horosazonal, isto é, possui valores diferenciados dependendo do horário e da época do ano (ANEEL, 2000).

Horários:

Ponta: dias úteis, das 18h às 21h. Não existe ponta em feriados nacionais, sábados e domingos.

Fora de ponta: Demais horas do dia, iniciando às 21h até o início do próximo horário de ponta.

Sazonalidade:

Período úmido: inicia em dezembro e vai até abril.

Período seco: inicia em maio e vai até novembro.

Estrutura tarifária:

Na tarifa azul são faturados os seguintes consumos e demandas:

I - demanda de potência (kW):

a) um preço para horário de ponta (P); e

b) um preço para horário fora de ponta (F).

II - consumo de energia (kWh):

a) um preço para horário de ponta em período úmido (PU);

b) um preço para horário fora de ponta em período úmido (FU);

c) um preço para horário de ponta em período seco (PS); e

d) um preço para horário fora de ponta em período seco (FS).

As seguintes regras se aplicam a esta estrutura tarifária:

O consumidor é obrigado a contratar junto à concessionária, duas demandas. Uma para o horário da ponta e outra para o horário fora de ponta. O mínimo a ser cobrado é a demanda contratada para cada posto horário. Sobre a parcela da demanda medida, que superar a respectiva demanda contratada, será aplicada a tarifa de ultrapassagem, caso aquela parcela seja superior a 10% da demanda contratada (ANEEL, 2000).

A Figura 3.5 mostra a série histórica dos custos unitários do kWh da UFSM, de dezembro 1998 até fevereiro de 2009. Os custos foram corrigidos pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA (IBGE, 2009), de forma a permitir comparações diretas.

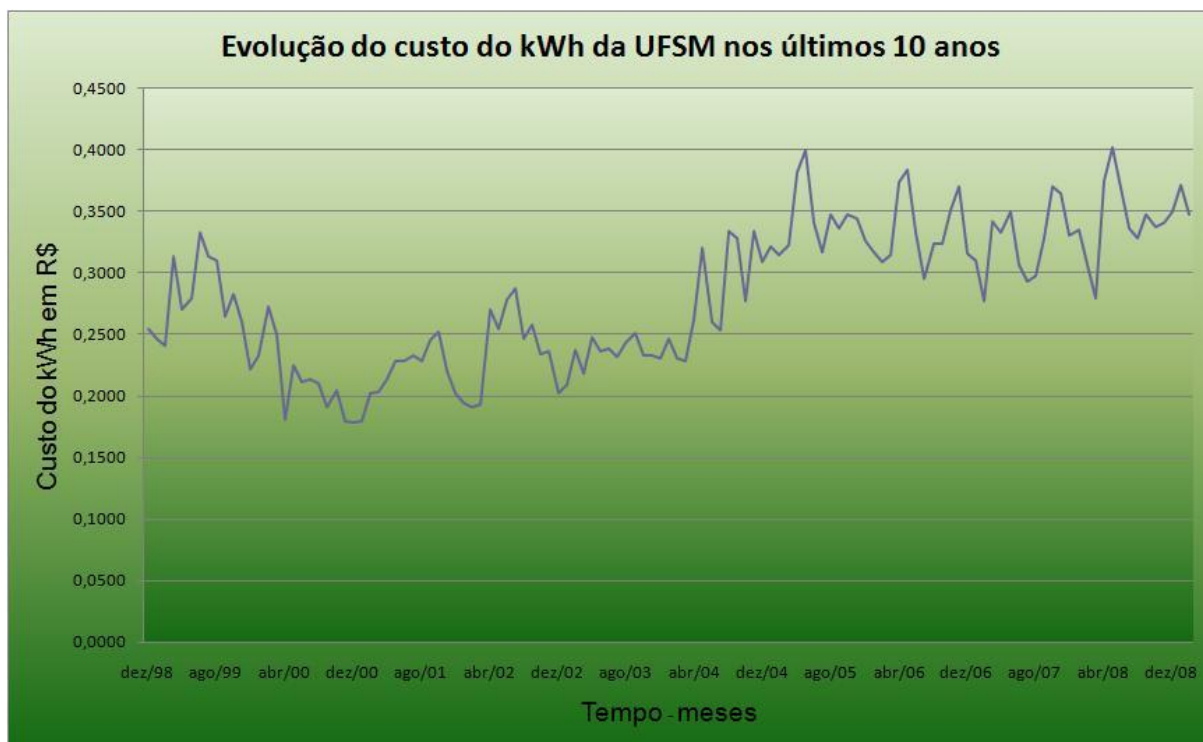


Figura 3.5 – Gráfico da evolução do custo do kWh na última década na UFSM.

3.2. Obtenção da curva de carga da UFSM

3.2.1. Introdução:

Para estudar o comportamento da demanda da UFSM como um todo, faz-se necessário a análise da curva de carga. A curva de carga é a representação através de gráficos, das demandas registradas, com as suas variações horárias, diárias e mensais. A medição das demandas é feita através do medidor da concessionária.

Consumidores que estão enquadrados nas tarifas horosazonais verde ou azul, possuem medições eletrônicas, e estes medidores trazem dentro de si um registro das grandezas elétricas medidas. Nesta memória, chamada de memória de massa, são registrados três grandezas elétricas, em três assim chamados “canais”, em intervalos de 5 em 5 minutos. No caso do medidor da UFSM estas três grandezas eram a demanda ativa, demanda reativa e a tensão.

Tendo em vista que a UFSM tem sua energia faturada na tarifa azul, mensalmente a memória de massa é lida por um funcionário da concessionária AES Sul, o qual, baseado nestes dados, emite a fatura.

3.2.2. Obtendo a memória de massa:

A partir de uma autorização, emitida pelo setor de engenharia elétrica da prefeitura da cidade universitária, solicitou-se à AES Sul os arquivos da memória de massa, sempre após ocorrida uma leitura.

Os arquivos fornecidos pela concessionária seguem o que está estabelecido pela norma (NBR 14522, 2000), no formato chamado de “arquivo de leitura de registrador (formato público)” (UFSM, 2006-2008).

3.2.2.1. Transformando os dados da memória de massa em planilhas analíticas:

O chamado “arquivo de leitura de registrador (formato público)” (ABNT, 2000), não é um arquivo que possa ser lido através de programas usuais de “escritório” tais como editores de texto ou planilhas eletrônicas.

O nome do arquivo segue uma padronização, conforme segue:

NNNNN&XX.XXX

onde:

NNNNN são os 5 dígitos menos significativos do número de série do medidor, XX.XXX são os 5 dígitos menos significativos do resultado do cálculo $SS+MM \times 60+HH \times 3600+(DD) \times 24 \times 3600+(MM) \times 31 \times 24 \times 3600$ transformador para base 20, onde A=0 até T=20. Segundo, minuto, horas, dia e mês do arquivo gerado são relativos à hora e data da leitura.

Os dados contidos no arquivo são divididos em blocos de 300 bytes. Os primeiros 2378 bytes são dados relativos ao medidor, sua programação e alterações, etc. Não é objeto do presente estudo, apresentar em riqueza de detalhes a formatação destes arquivos, porém a Tabela 3.1 mostra o início do mesmo, para entendimento da estrutura:

Tabela 3.1 - Estrutura de dados dos arquivos de memória de massa no seu início

| Posição | Tamanho em bytes | Descrição da informação contida |
|----------------|-------------------------|--|
| 0001 | 08 | Número de série do registrador |
| 0009 | 06 | Número de série da leitora |
| 0015 | 02 | Hora atual |
| 0017 | 02 | Minuto atual |
| 0019 | 02 | Segundo atual |
| 0021 | 02 | Dia atual |
| 0023 | 02 | Mês atual |
| 0025 | 02 | Ano atual |

A Figura 3.6 exemplifica o processo de extração de dados, para o bloco dos 300 primeiros bytes. Esta estrutura é mantida até o byte nº 2378.

A partir do byte de nº 2429, estão registradas as grandezas elétricas seqüencialmente, em blocos de 300 bytes, onde destes 288 são bytes de dados e o restante auxiliares. Cada registro ocupa 4 bytes, que com 3 canais de dados ocupam 12 bytes, conforme exemplificado na Tabela 3.2. Portanto um bloco de 288 bytes representa 24 registros. Com um registro a cada 5 minutos, resulta em 2 h de dados.

Tendo em vista que um mês tem tipicamente 730 horas, os dados ocupam cerca de 370 blocos de 300 bytes cada.

Tabela 3.2 - Exemplificação de registros dentro da memória de massa

| Posição | Tamanho em bytes | Descrição da informação contida |
|----------------|-------------------------|--|
| 2429 | 4 | 1º Valor do canal 1 |
| 2433 | 4 | 1º valor do canal 2 |
| 2437 | 4 | 1º valor do canal 3 |
| 2441 | 4 | 2º valor do canal 1 |
| 2445 | 4 | 2º valor do canal 2 |
| 2449 | 4 | 2º valor do canal 3 |

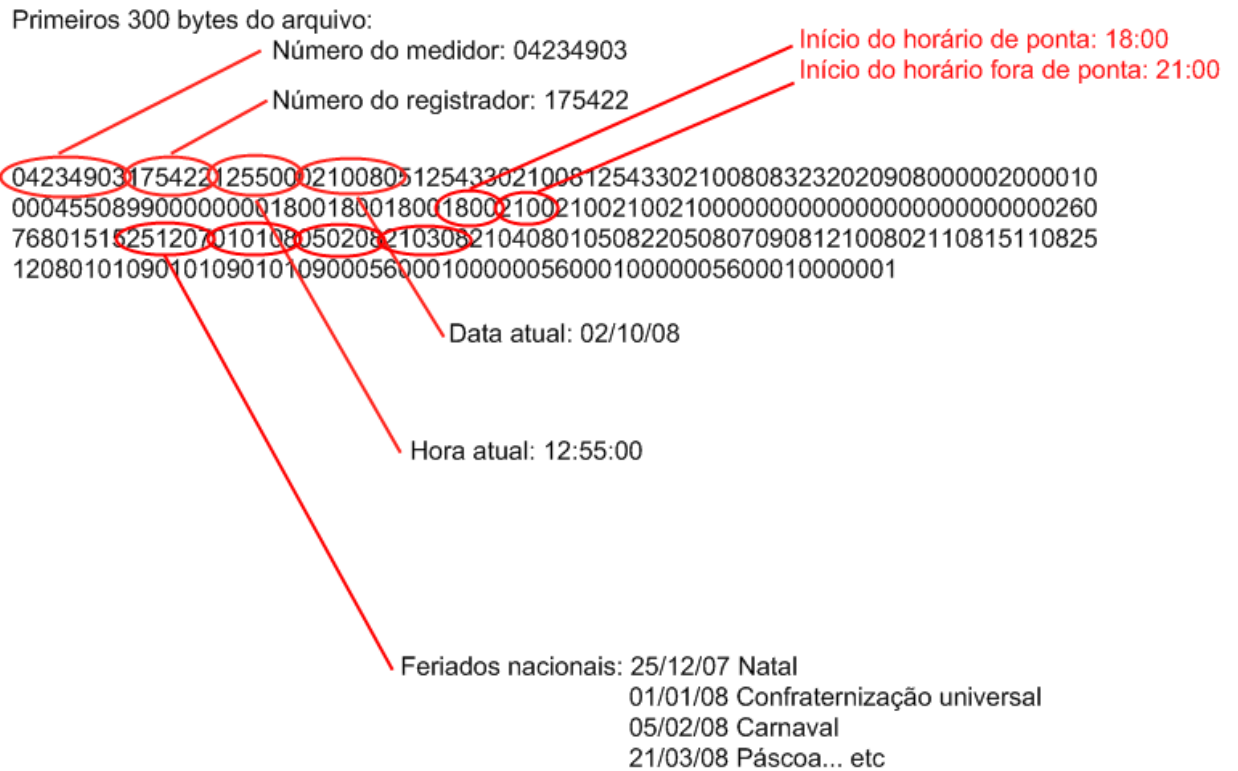


Figura 3.6 – Método de extração dos dados

A extração dos dados dos arquivos de memória de massa foi através de uma planilha eletrônica, especialmente programada para esta finalidade. A metodologia de transformação dos dados está descrita na Figura 3.7.

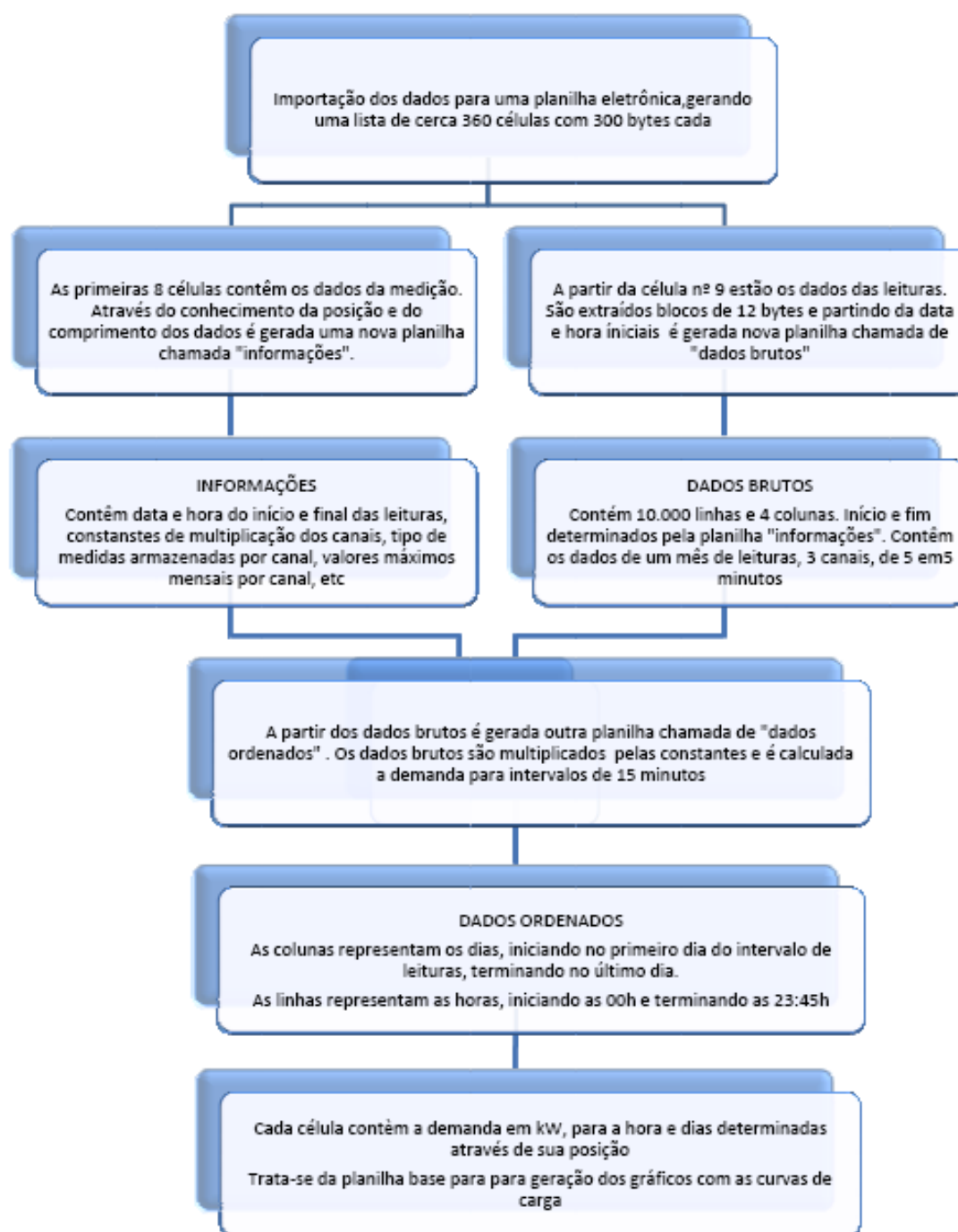


Figura 3.7 – Metodologia de extração dos dados em planilha eletrônica

Uma vez consolidada a metodologia da extração de dados dos arquivos de formato público, pode-se então traçar gráficos demanda versus tempo. Coletaram-se dados desde dezembro/2006 a até fevereiro/2009.

3.2.3. Análise das curvas de carga da UFSM como um todo:

3.2.3.1. Resultado da análise dos gráficos

Na Figura 3.8 estão os relevos das demandas de todo o ano de 2007 (365 dias) e parte do ano de 2008 (307 dias). Para 2007 tem-se 35.040 pontos (produto de 96 medições diárias por 365 dias). Para 2008 tem-se 29.472 pontos (produto de 96 medições diárias por 307 dias).

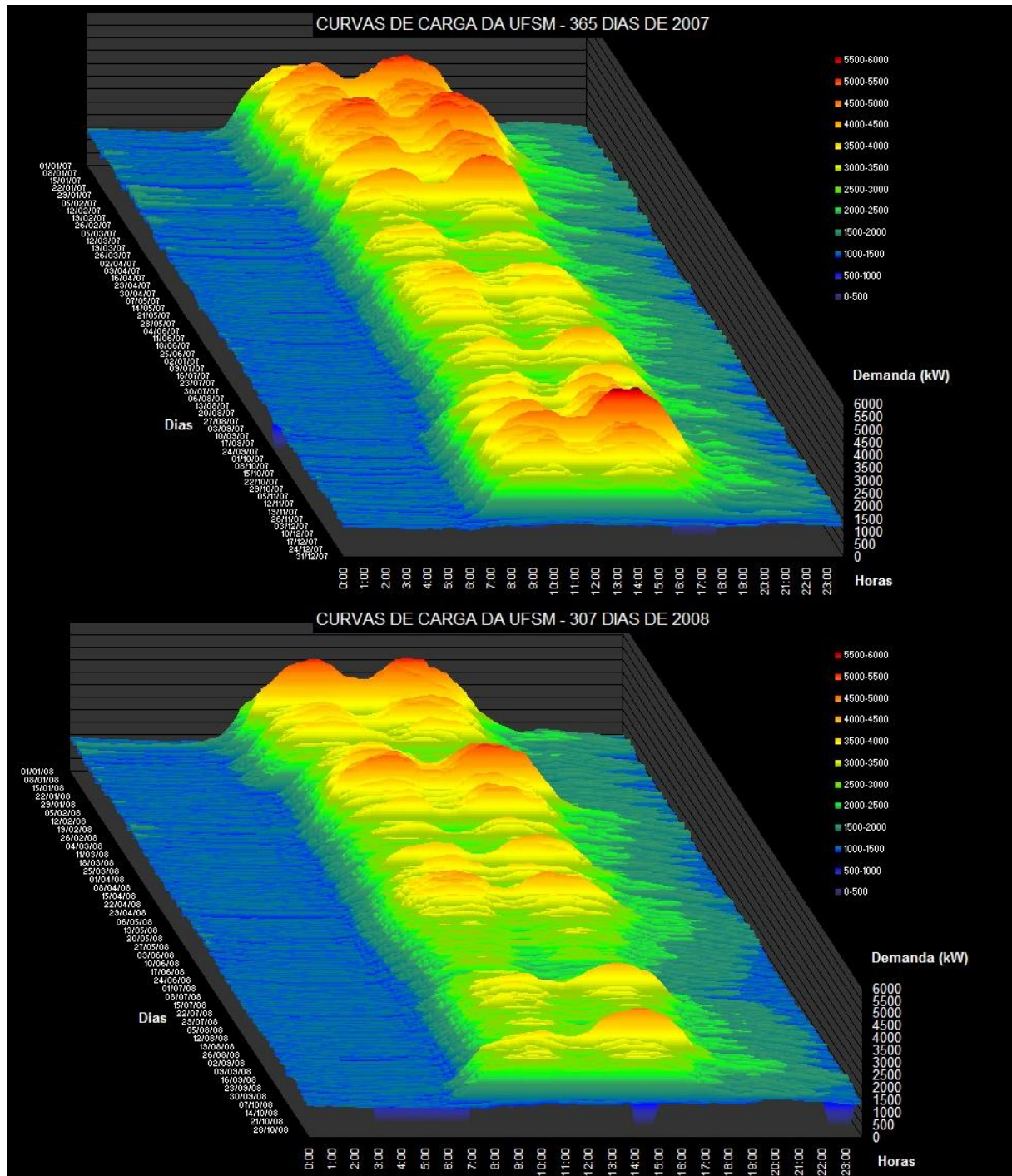


Figura 3.8 - Relevo das demandas dos anos 2007 e 2008

Os dois anos são muito semelhantes, tendo uma demanda muito estável, abaixo de 1500kW entre as 00h e 6h, para em seguida subir rapidamente acompanhando o início do expediente. Claramente visíveis são os vales do intervalo do meio dia e também o declínio menos acentuado no final do expediente.

A influência do horário de verão, antecipando o início do expediente em uma hora é bem destacada e é evidenciada na Figura 3.9, onde todas as demandas acima de 2000 kW foram cortadas. Fica evidente a quase “vertical” subida da demanda no início do expediente. Expediente este que inicia às 6h no horário de verão e às 7h no restante do ano. Cabe salientar que embora o horário seja alterado, o medidor continua com seu horário fixo.

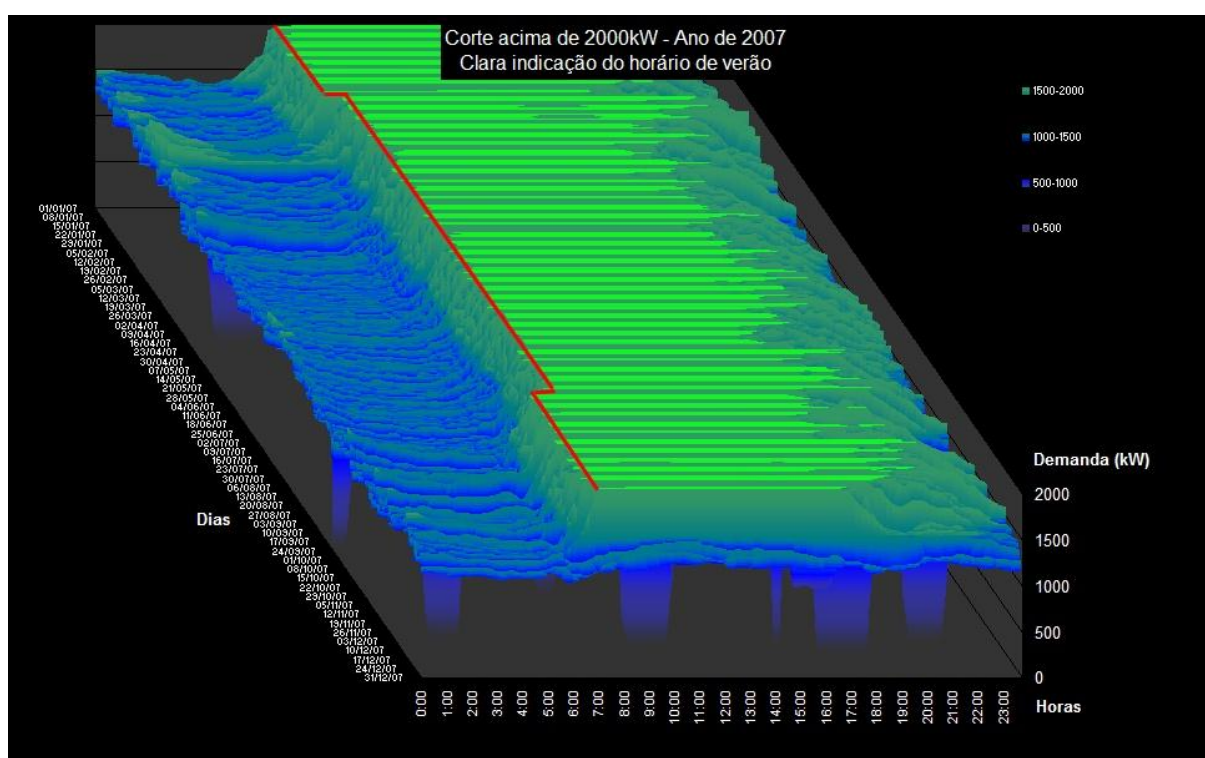


Figura 3.9 - Deslocamento da subida da demanda em função do horário de verão

Girando os gráficos para enxergá-los de topo, tem-se a Figura 3.10. Nela destaca-se a divisão semanal do ano, demandas maiores no verão e menores no inverno, etc. Um aspecto interessante são as áreas em azul escuro que representam os períodos de falta de energia. Uma longa falta de energia, por exemplo, ocorreu no dia 15/04/2007, iniciando às 1:00h e terminando às 12:30h. Aparecem faltas de energia em pleno expediente, como aquelas ocorridas em 06/03/2007 (14:45h até 16:45h) e 14/03/2007 (15:00h até 17:15h) notadamente em dias de altíssima demanda.

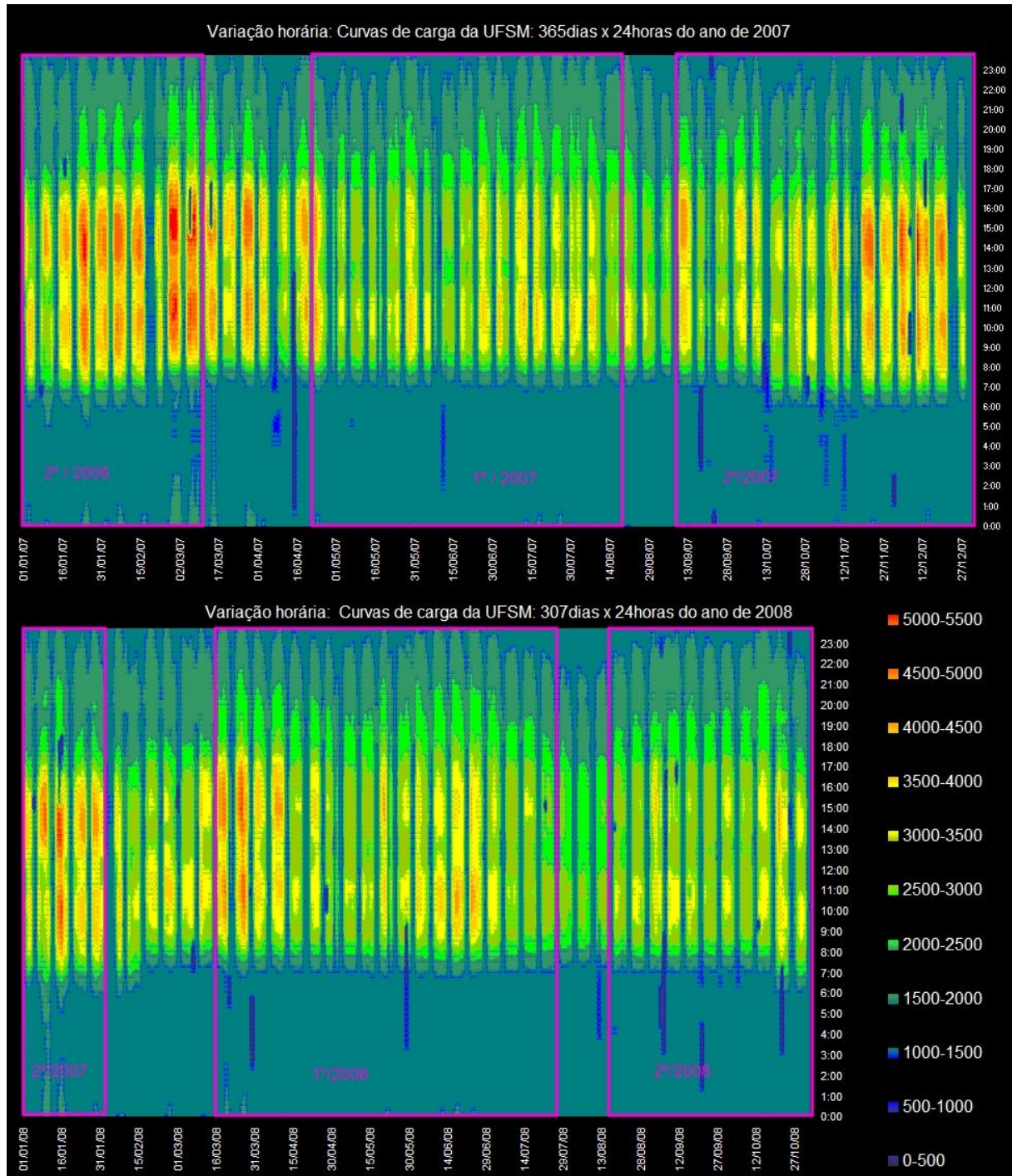


Figura 3.10 - Vista de cima do relevo, anos 2007 e 2008

Visualizando os relevos lateralmente na Figura 3.11, pode-se observar a sazonalidade da demanda: altas demandas nos meses quentes, baixando para meses intermediários e voltando a subir nos meses mais frios.

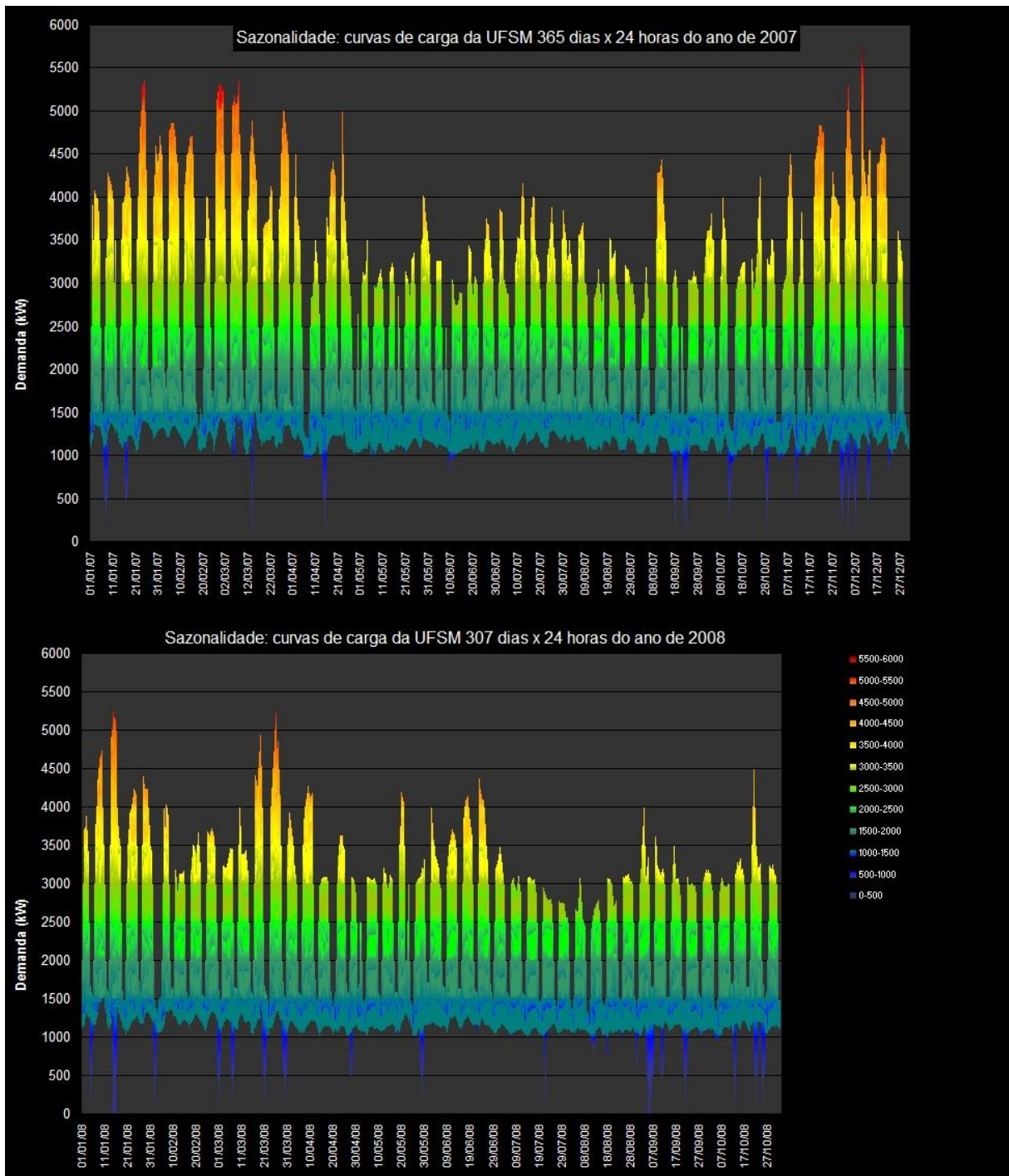


Figura 3.11 - Corte lateral do relevo das demandas ano 2007 e 2008

Uma análise do horário de ocorrência das demandas máximas diárias do ano de 2007 e 2008, retirando-se os sábados, domingos, feriados nacionais, estaduais e municipais resultou no gráfico apresentado na Figura 3.12. Nele cristaliza-se o fato de que a máxima demanda ocorre predominantemente na parte da tarde nos meses quentes (entre 14 e 16h) e na parte da manhã nos meses mais frios (entre 10 e 11h).



Figura 3.12 - Horário de ocorrência da máxima demanda nos dias úteis

A Figura 3.13 mostra a análise do número de ocorrências de picos de demanda, em relação ao horário, comparando o ano de 2007 com o ano 2008. Apenas os dias úteis entraram na estatística, totalizando 246 ocorrências para 2007 e 213 ocorrências para 2008.

Em 2007, ocorre uma simetria que não pode ser ignorada: são 122 picos na parte da manhã, e 124 picos na parte da tarde. Mesmo contendo dados de apenas 307 dias de 2008 (faltam dados do dia 03/11 até o dia 31/12/2008) este padrão não se repete, pois tem-se 142 picos na parte da manhã.

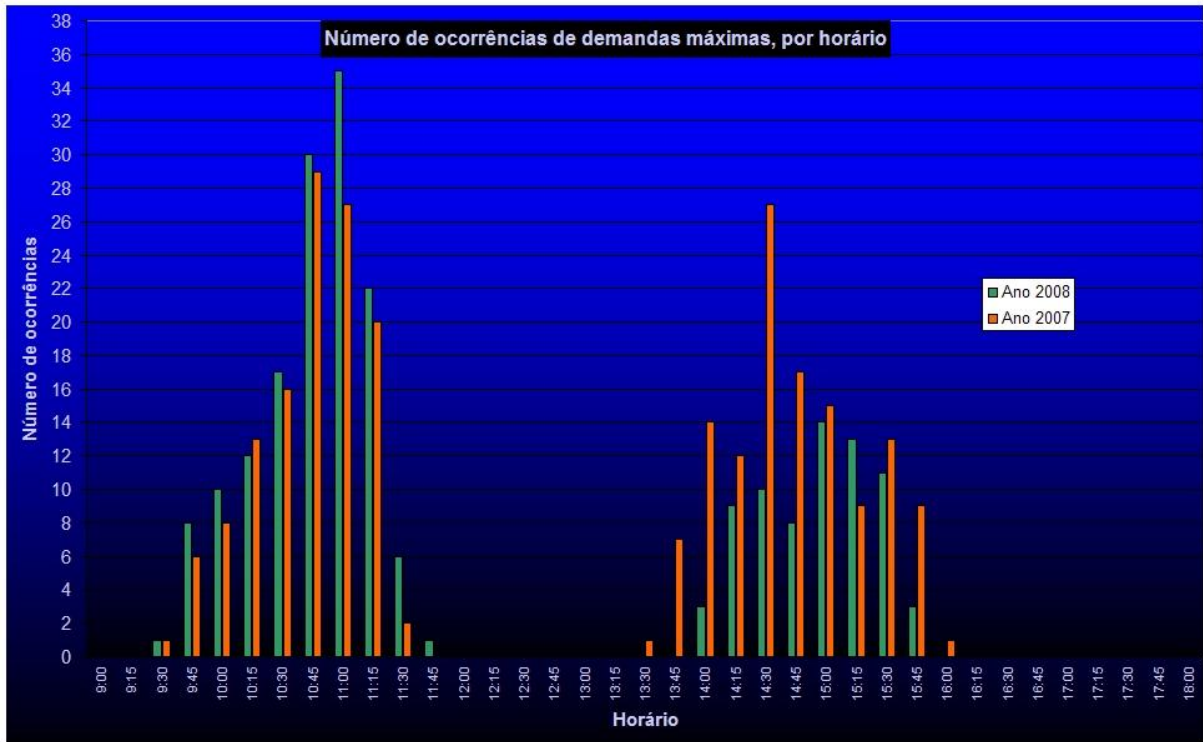


Figura 3.13 - Comparação do número de ocorrências de demandas máximas, por horário

3.2.3.2. Análise do comportamento da demanda em relação à temperatura:

Para analisar o comportamento da demanda da UFSM em relação à temperatura recorreu-se a dados meteorológicos obtidos das seguintes fontes:

De 01/01/2007 até 03/04/2007 – Estação meteorológica da Rede Meteorológica do Comando da Aeronáutica (REDEMETS), localizado na Base Aérea de Santa Maria, adjacente à UFSM (BASM-REDEMETS, 2007);

De 04/04/2007 até 31/12/2008 – Estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), vinculado ao Ministério da Agricultura, situada no próprio campus da UFSM (INMET, 2008);

Tendo em vista a proximidade geográfica das duas estações, separadas cerca de 1000m uma da outra, e localizadas em altitudes e ambientes similares, não se viu maior problema na utilização dos dados tais quais foram fornecidos.

A Figura 3.14 apresenta o gráfico das demandas máximas diárias dos 4 primeiros meses de 2007, comparadas ao gráfico das temperaturas máximas diárias. Há uma evidente correlação entre a variação da temperatura com a variação da demanda dentro da mesma semana.

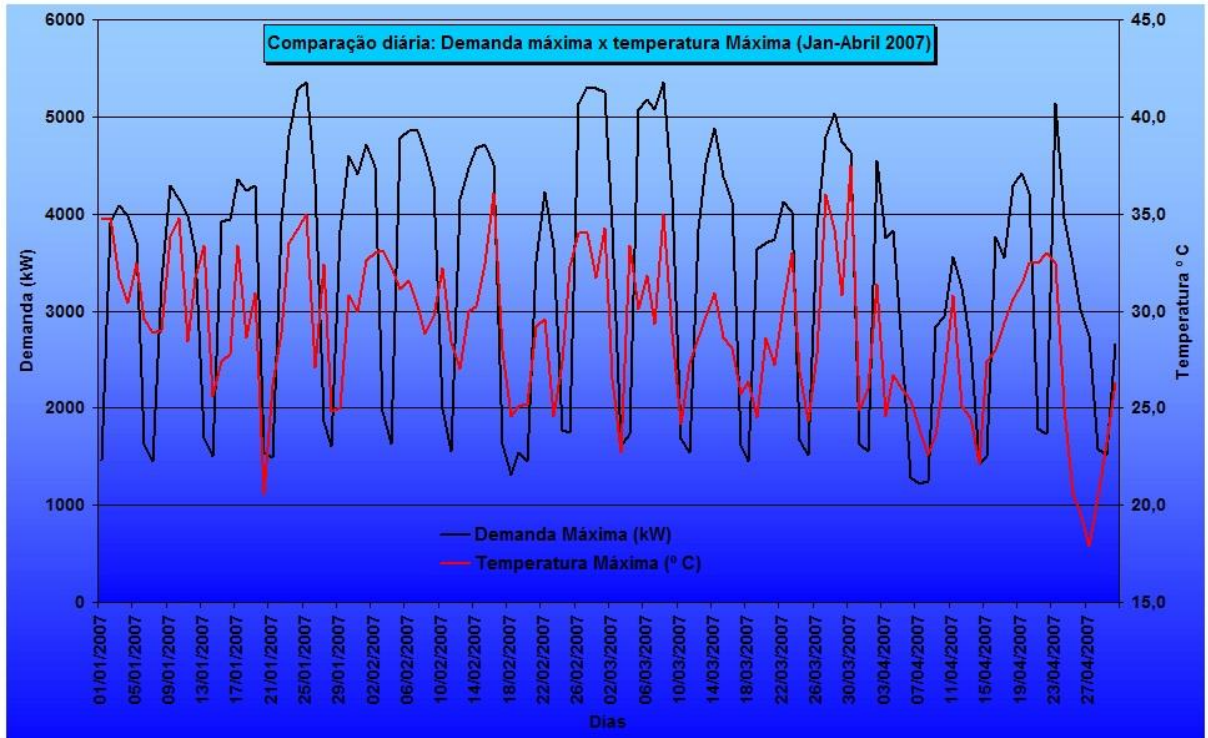


Figura 3.14 - Comparação da demanda máxima diária com a temperatura máxima em 2007.

O mesmo ocorre na Figura 3.15, onde gráfico idêntico compara os 4 primeiros meses de 2008.

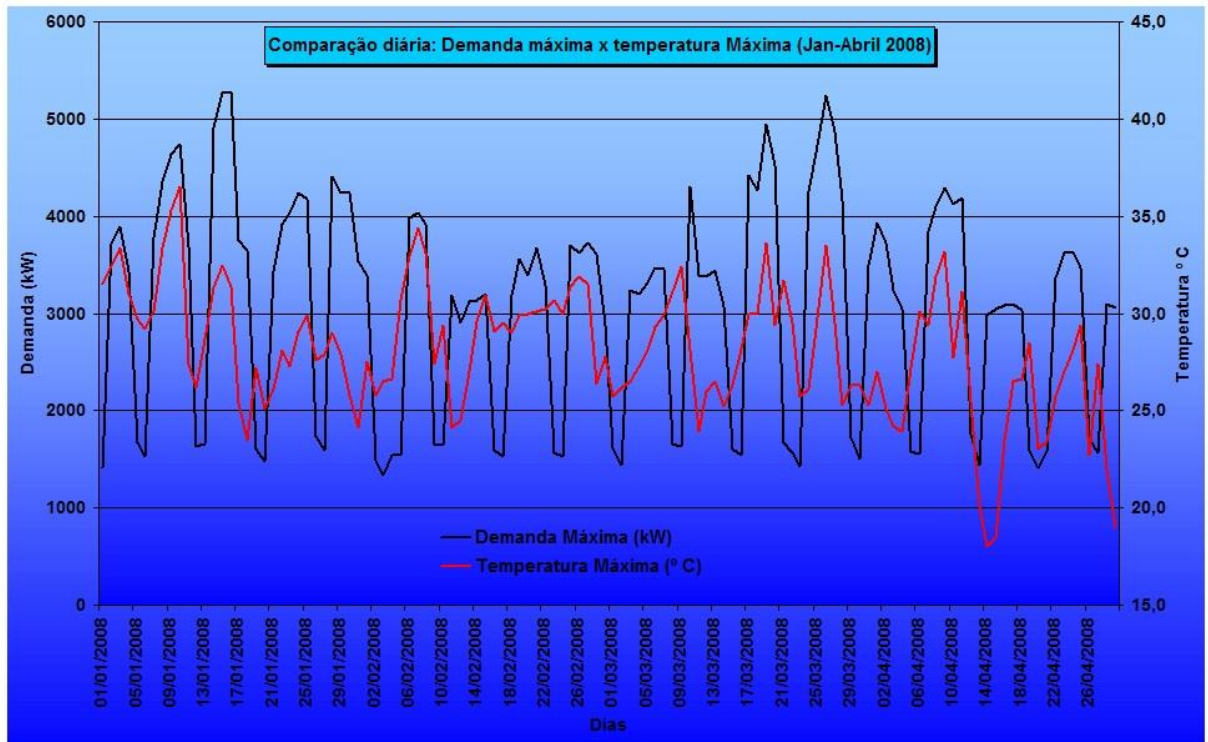


Figura 3.15 - Comparação da demanda máxima diária com a temperatura máxima em 2008

Uma importante exceção é a ocorrência de altas temperaturas em sextas-feiras, a qual não se traduz em demandas proporcionais.

A Tabela 3.3, Tabela 3.4, Tabela 3.5 e Tabela 3.6 aprofundam a percepção desta correlação:

Tabela 3.3 - Segunda a sexta-feira, proporcionalidade entre variação de temperatura e variação da demanda, uma semana em janeiro de 2007.

| Data | Temp. Max ° C | Temp. Min. ° C | Demanda (kW) |
|----------|---------------|----------------|--------------|
| 15/01/07 | 27,4 | 14,2 | 3922 |
| 16/01/07 | 27,8 | 16,1 | 3947 |
| 17/01/07 | 33,4 | 18,3 | 4361 |
| 18/01/07 | 28,6 | 20,0 | 4238 |
| 19/01/07 | 30,9 | 18,8 | 4294 |

Tabela 3.4 - Segunda a sexta-feira, proporcionalidade entre variação de temperatura e variação da demanda, uma semana em março de 2007

| Data | Temp. Max ° C | Temp. Min. ° C | Demanda (kW) |
|-------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| 05/03/07 | 30,1 | 23,2 | 5076 |
| 06/03/07 | 31,8 | 21,5 | 5181 |
| 07/03/07 | 29,3 | 20,7 | 5080 |
| 08/03/07 | 35,0 | 21,3 | 5351 |
| 09/03/07 | 28,9 | 19,8 | 4173 |

Tabela 3.5 - Segunda a sexta-feira, proporcionalidade entre variação de temperatura e variação da demanda, uma semana em janeiro de 2008

| Data | Temp. Max ° C | Temp. Min. ° C | Demanda (kW) |
|-------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| 07/01/08 | 30,1 | 17,0 | 3777 |
| 08/01/08 | 33,4 | 16,1 | 4350 |
| 09/01/08 | 35,3 | 19,1 | 4635 |
| 10/01/08 | 36,5 | 21,0 | 4742 |
| 11/01/08 | 27,4 | 21,3 | 3694 |

Tabela 3.6 - Segunda a sexta-feira, proporcionalidade entre variação de temperatura e variação da demanda, uma semana em março de 2008

| Data | Temp. Max ° C | Temp. Min. ° C | Demanda (kW) |
|-------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| 24/03/08 | 26,1 | 15,3 | 4249 |
| 25/03/08 | 29,8 | 16,4 | 4724 |
| 26/03/08 | 33,5 | 18,8 | 5248 |
| 27/03/08 | 29,5 | 18,5 | 4865 |
| 28/03/08 | 25,3 | 19,1 | 4162 |

3.2.3.3. Variação da demanda com os semestres letivos:

Um aspecto importante a ser registrado é que os anos de 2007 e 2008 não são idênticos no quesito “períodos letivos”. Uma longa greve dos docentes no ano de 2006 resultou em calendários letivos deslocados, tanto no ano de 2007 quanto no ano de 2008, demonstrado na Tabela 3.7 (UFSM, 2006-2008).

Tabela 3.7 - Períodos letivos nos anos 2007 e 2008.

| Data de início | Data de final | Descrição |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|
| 01/01/2007 | 10/03/2007 | Período letivo do 2º semestre de 2006 |
| 11/03/2007 | 22/04/2007 | Recesso |
| 23/04/2007 | 21/08/2007 | Período letivo do 1º semestre de 2007 |
| 22/08/2007 | 09/09/2007 | Recesso |
| 10/09/2007 | 24/12/2007 | Período letivo do 2º semestre de 2007 |
| 25/12/2007 | 13/01/2008 | Recesso Natal, Ano Novo e Vestibular |
| 14/01/2008 | 02/02/2008 | Período letivo do 2º semestre de 2007 |
| 03/02/2008 | 16/03/2008 | Recesso |
| 17/03/2008 | 17/07/2008 | Período letivo do 1º semestre de 2008 |
| 18/07/2008 | 17/08/2008 | Recesso |
| 18/08/2008 | 15/12/2008 | Período letivo do 2º semestre de 2008 |

3.3. Obtenção da curva de carga individual por subestação

3.3.1. Introdução:

Ao iniciar o presente trabalho, determinado a apresentar alternativas para o gerenciamento da demanda no campus da UFSM, não existiam quaisquer informações sobre o comportamento do sistema interno de distribuição de energia, consumos e demandas por prédio, quedas de tensão, etc.

As subestações existentes, muitas delas projetadas e construídas nos anos 70 e, portanto, antes da massificação dos sistemas de informática, poderiam estar aquém da potência necessária.

Para buscar estas informações de maneira eficaz e confiável, recorreu-se à instalação de um equipamento chamado “Medidor Universal de Grandezas” ou “MUG” que o Centro de Estudos em Energia e Meio Ambiente (CEEMA) da UFSM possui.

3.3.2. O Multimetro de grandezas:

O MUG utilizado foi um equipamento da Elo Sistemas Eletrônicos, visto na Figura 3.16, modelo ELO.2160, que possui as seguintes características (ELO SISTEMAS ELETRÔNICOS):

Precisão: 0,2%;

Mede indiferentemente circuitos monofásicos, bifásicos e trifásicos delta ou estrela;

Faixa de uso:

- Tensão: 30 a 300 VCA;
- Corrente: 0,1 a 10A e 0,01 a 1,0A;
- Carga típica por elemento de medição: tensão 0,1 VA, corrente 0,2 VA.

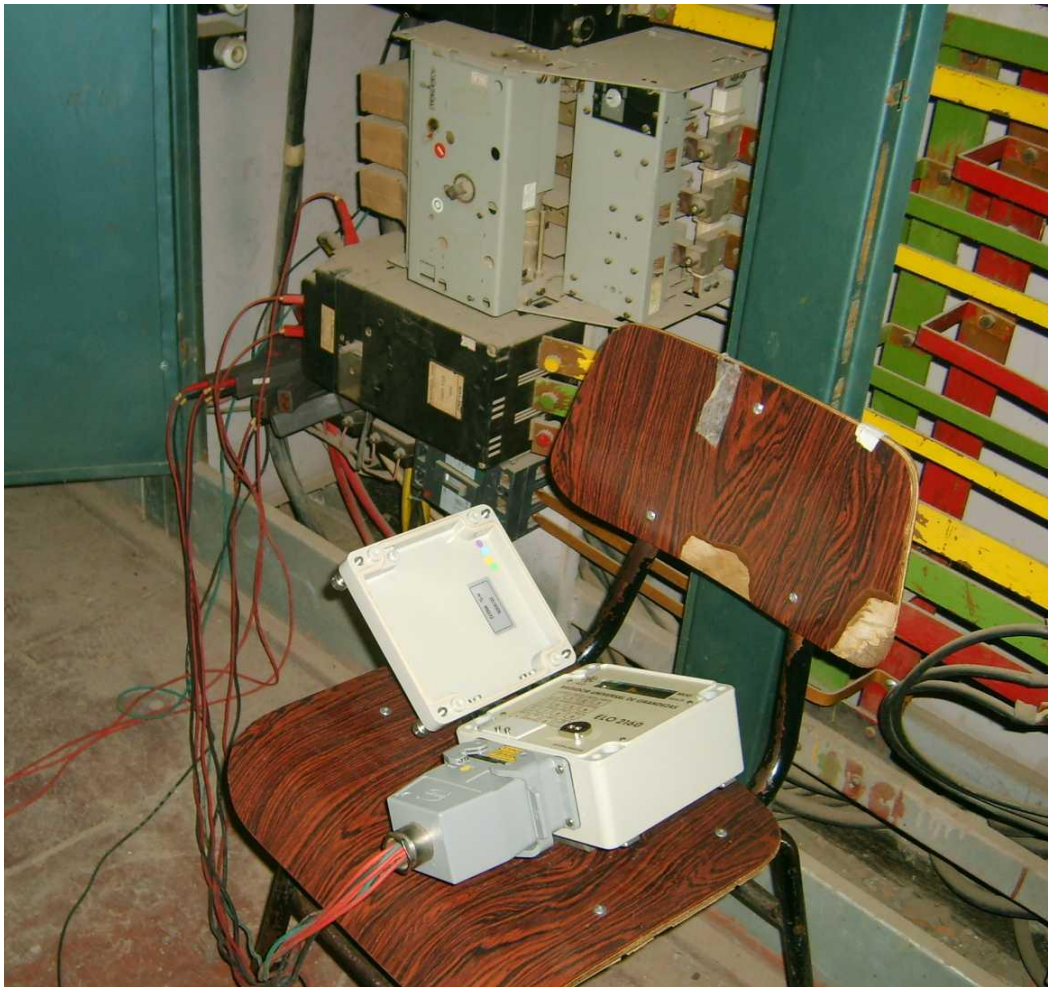


Figura 3.16 - O MUG visto instalado junto ao QGBT do HUSM

Grandezas registradas: qualquer combinação das grandezas indicadas na Tabela 3.9;

Início e fim de registro programáveis;

Intervalos de registro: de 0,25 segundos a 60 minuto;

Capacidade de registro: até 1.000.000 registros;

Preservação do conteúdo de memória (sem alimentação) até 5 anos.

Tabela 3.8 – Grandezas possíveis de serem registradas pelo MUG

| Descrição | Formato/Unid | Descrição |
|------------------|---------------------|------------------|
| Data | dd/mm/aaaa | Data |
| Hora | hh:mm:ss,cc | Considerada nas |
| Tensão Média A | V | Sim |
| Tensão Média B | V | Sim |
| Tensão Média C | V | Sim |
| Tensão Mínima | V | Não |
| Tensão Mínima | V | Não |
| Tensão Mínima | V | Não |
| Tensão Máxima | V | Não |
| Tensão Máxima | V | Não |
| Tensão Máxima | V | Não |
| Corrente Média | A | Sim |
| Corrente Média | A | Sim |
| Corrente Média | A | Sim |
| Corrente Mínima | A | Não |
| Corrente Mínima | A | Não |
| Corrente Mínima | A | Não |
| Corrente Máxima | A | Não |
| Corrente Máxima | A | Não |
| Corrente Máxima | A | Não |
| Potência Ativa 3 | MW | Sim |
| Tensão Média | V | Não |
| Tensão Média | V | Não |
| Tensão Média | V | Não |
| Potência | MVA | Não |
| Potência | MVA | Não |

| | | |
|-------------------|--------------------|-----|
| Potência | MVA | Não |
| Potência | MVA | Sim |
| Potência Reativa | MVA _r | Sim |
| Fator de potência | % | Sim |
| Energia Ativa 3 | kWh | Sim |
| Energia Reativa | kVA _r h | Sim |

Em conjunto com o multimedidor utilizou-se o kit sensor de tensão e corrente, ELO 533, um conjunto de garras e transformadores ("clamps") para a obtenção das informações de tensão e corrente, visto na Figura 3.17, com as seguintes características:

Corrente Primária: 1000 A;

Corrente Secundária: 1A;

Relação 1000:1;

Tensão: até 300 VCA de acordo coma a entrada de sinais do medido;

Precisão < 1,0% para corrente entre 100 e 1000 A, e < 1,5% para corrente entre 10 e 100 A;



Figura 3.17 - Conjunto de alicates-ampérimetros

Obedecendo às normas de segurança, e às prescrições da UFSM o MUG foi instalado fisicamente apenas pelos eletricitistas do setor de manutenção da UFSM. Esta peculiaridade tornou as instalações e retiradas do MUG nos seus diferentes locais uma variável dependente da disponibilidade do pessoal técnico. Desta forma, o tempo em que o MUG ficou registrando os dados e os intervalos entre instalações foram variados, conforme pode ser visto na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Calendário de instalação do MUG

| Instalação do Multimedidor | | |
|-----------------------------------|---------------|------------|
| Local | Início | Fim |
| Centro de Tecnologia | 17/11/2006 | 24/11/2006 |
| Laboratório do CT | 30/11/2006 | 07/12/2006 |
| Prédio 44 | 15/12/2006 | 23/12/2006 |
| Hospital Universitário | 26/01/2007 | 06/02/2007 |
| Hospital Universitário | 08/02/2007 | 14/02/2007 |
| Hospital Universitário | 08/03/2007 | 14/03/2007 |
| Hospital Universitário | 27/03/2007 | 11/04/2007 |
| RX | 16/04/2007 | 23/04/2007 |
| Pronto Socorro | 21/05/2007 | 20/06/2007 |
| Casa do Estudante 32/34 | 20/06/2007 | 29/06/2007 |
| Casa do Estudante 33 | 29/06/2007 | 31/07/2007 |
| Posto BR | 31/07/2007 | 23/08/2007 |
| Reitoria | 31/08/2007 | 18/09/2007 |
| Zootecnia | 23/10/2007 | 13/11/2007 |
| Prédio 20 | 02/01/2008 | 01/02/2008 |
| Biblioteca | 21/08/2008 | 16/09/2008 |
| CPD | 16/09/2008 | 07/10/2008 |

| | | |
|--------|------------|------------|
| Suínos | 07/10/2008 | 29/10/2008 |
| INPE | 14/11/2008 | 28/11/2008 |

3.3.3. Tratamento de dados e obtenção da curva de carga;

Incluíram-se apenas algumas grandezas possíveis de serem medidas pelo MUG nas análises. Todos os registros foram realizados com uma constante de tempo de 1 minuto. Assim sendo, considerou-se que os valores médios da corrente e tensão são mais significativos, descartando-se a inclusão dos valores máximos ou mínimos dentro de cada minuto.

A comunicação entre o MUG e o computador se dá através do software específico do fabricante do medidor, o “elo seis”. O software em si permite algumas análises básicas, bem como o traçado de gráficos, porém não possui a flexibilidade das planilhas eletrônicas. Assim sendo, transferiu-se os dados do equipamento usando o “elo seis” com posterior exportação para planilhas eletrônicas, as quais foram trabalhadas no Microsoft Excel ou BOffice Calc. O resultado inicial é uma tabela, onde cada linha representa um minuto do registro.

Cada subestação analisada teve seus resultados resumidos em uma tabela padronizada, conforme pode ser visto no Quadro 3.3. Também traçaram-se curvas de carga características, separando os dias úteis dos dias não úteis. As tabelas de cada local, bem como a curva de carga média de cada subestação analisada estão no Apêndice A.

As tabelas apresentam os dados “tais quais” extraídos do MUG, isto é, com um intervalo de integração de 1 minuto. Para possibilitar a comparação entre curvas de carga levantadas pelo MUG e as obtidas através da memória de massa de medidores padrão da concessionária, fez-se necessário converter os dados de um intervalo de integração de 1 minuto para o intervalo de integração de 15 minutos.

Quadro 3.3 - Exemplo de resumo de dados de cada local medido

| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|--|----------------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Casa de Estudante | |
| Número do prédio | 32 e 34 | |
| Período de medição: | 20/06 - 29/06/2007 | |
| Total de horas | 212 | |
| Dados da subestação: | Número: 32 | |
| Transformador | 500kVA | |
| Proteção geral MT | Chave fusível | |
| Proteção geral BT | Disjuntor termomagnético 3P 350A | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 109,00 | 27/06/07 - 21:47h (quarta) |
| Média | 40,00 | |
| Mínima | 15,00 | 21/06/07 - 04:44h (quinta) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 7634 | ponta 16,2% |
| Ponta | 1473 | |
| Total | 9107 | Estimativa de consumo mensal de 31359 kWh |
| Fator de carga= 0,39 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 87,8 indutivo | 24/06/07 - 06:45h (domingo) |
| Médio | 97,2 indutivo | |
| Máximo | 99,7 indutivo | 25/06/07 - 18:34h (segunda) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 212,6 | 26/06/07 - 11:01h (terça) |
| Média | 219,3 | |
| Máxima | 225,3 | 26/06/07 - 03:20h (terça) |

A metodologia para conversão está descrita no diagrama da Figura 3.18.

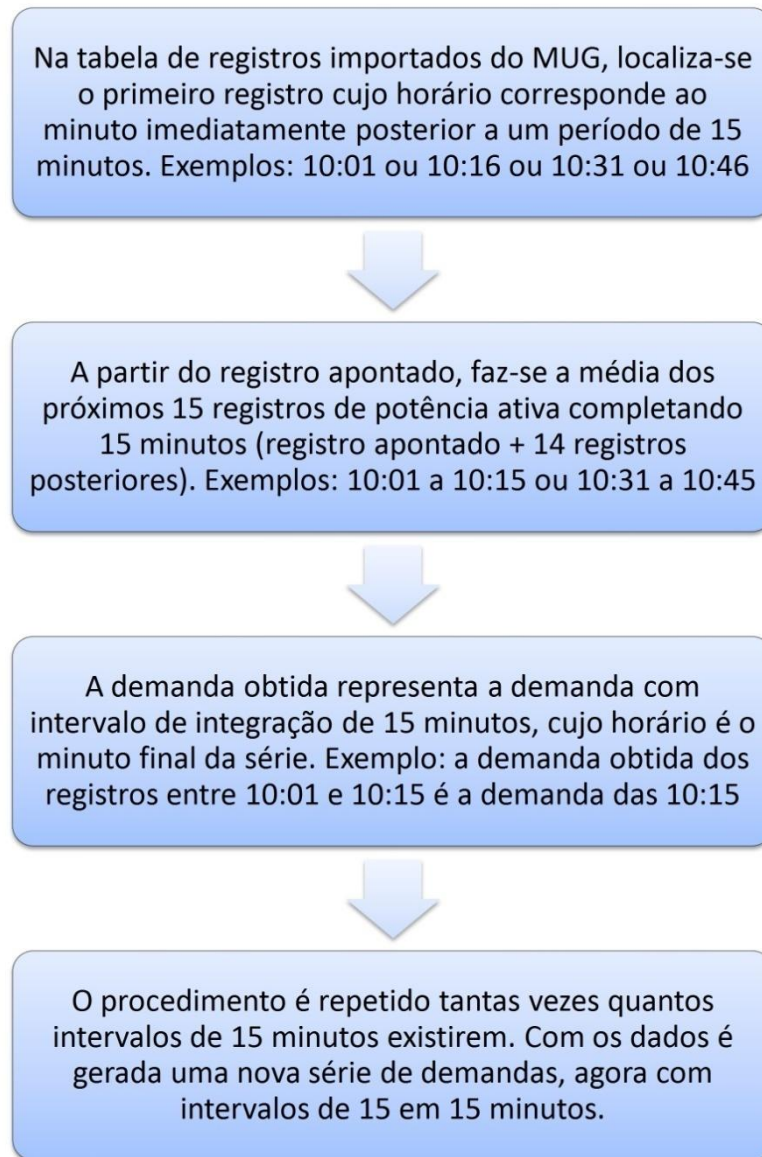


Figura 3.18 - Metodologia para conversão dos dados da base de tempo 1 minuto para 15 minutos

3.3.4. Resultados das medições:

O foco das medições dos parâmetros elétricos foi em ordem de importância: a demanda, a variação da demanda ao longo das horas e dias (curva de carga) e o consumo de energia (kWh) nos seus diferentes postos horários.

Das 19 subestações analisadas a maioria segue um padrão bem definido, semelhante à curva geral da UFSM ou seja uma gradativa elevação da demanda pela manhã, até atingir um pico no meio da mesma, retrocedendo por volta do meio dia para voltar a subir e atingir um pico no meio da tarde. Do meio da tarde até o final do expediente a demanda gradativamente vai reduzindo. A maior demanda do dia pode ocorrer tanto pela manhã quanto á tarde e depende de fatores climáticos.

Este padrão foi observado em 11 subestações analisadas. As demais seguem padrões diferentes, cada padrão associado com o tipo de consumidor.

As curvas de carga com padrão diferente são:

3.3.4.1. Transformadores 1 e 2 do Hospital Universitário:

O Hospital Universitário (HUSM) possui uma subestação com 4 transformadores de 225kVA, sendo que estes estão ligados em paralelo de dois em dois. Desta forma as curvas de carga dos transformadores 1 e 2 são iguais entre si, porém diferentes em relação às curvas de carga dos transformador 3 e 4. Observou-se que nos transformadores 1 e 2 não há a característica diminuição da demanda por volta do meio dia.

3.3.4.2. Raios-X

Por não se tratar de um prédio, como é o caso das demais subestações, e sim, apenas de um equipamento, apresenta curva de carga diferenciada. Há demanda apenas entre as 7h da manhã até às 16h da tarde dos dias úteis. No restante do período a demanda é igual a zero.

Conclui-se que o equipamento é usado apenas nas horas mencionadas.

3.3.4.3. Casa do Estudante (CEU):

A Casa do Estudante Universitário (CEU) é composta por 5 blocos de prédios de três andares cada, numerados de 32 a 36, com diferentes arquiteturas internas, abrigando atualmente cerca de 1.674 estudantes e funcionários. Estes prédios são alimentados por duas subestações:

- Subestação de nº 32, de 500kVA, alimenta o Restaurante Universitário (RU) no prédio 31, e os blocos da CEU 32 a 34;
- Subestação de nº 33, de 112,5kVA, alimenta os blocos da CEU 35 e 36;

Na subestação de 500kVA existem chaves gerais individuais para cada circuito, separando assim os alimentadores dos blocos de prédios do alimentador do RU. Desta forma foram medidas as cargas individuais dos blocos 32 e 34 (que têm um alimentador em comum) e o bloco 33. Os blocos 35 e 36 não foram medidos.

As curvas de carga resultantes são típicas residenciais, com os picos de demanda diários localizados no horário de ponta.

A Figura 3.19 e Figura 3.20 apresentam respectivamente os relevos dos blocos 32/34 e do bloco 33.

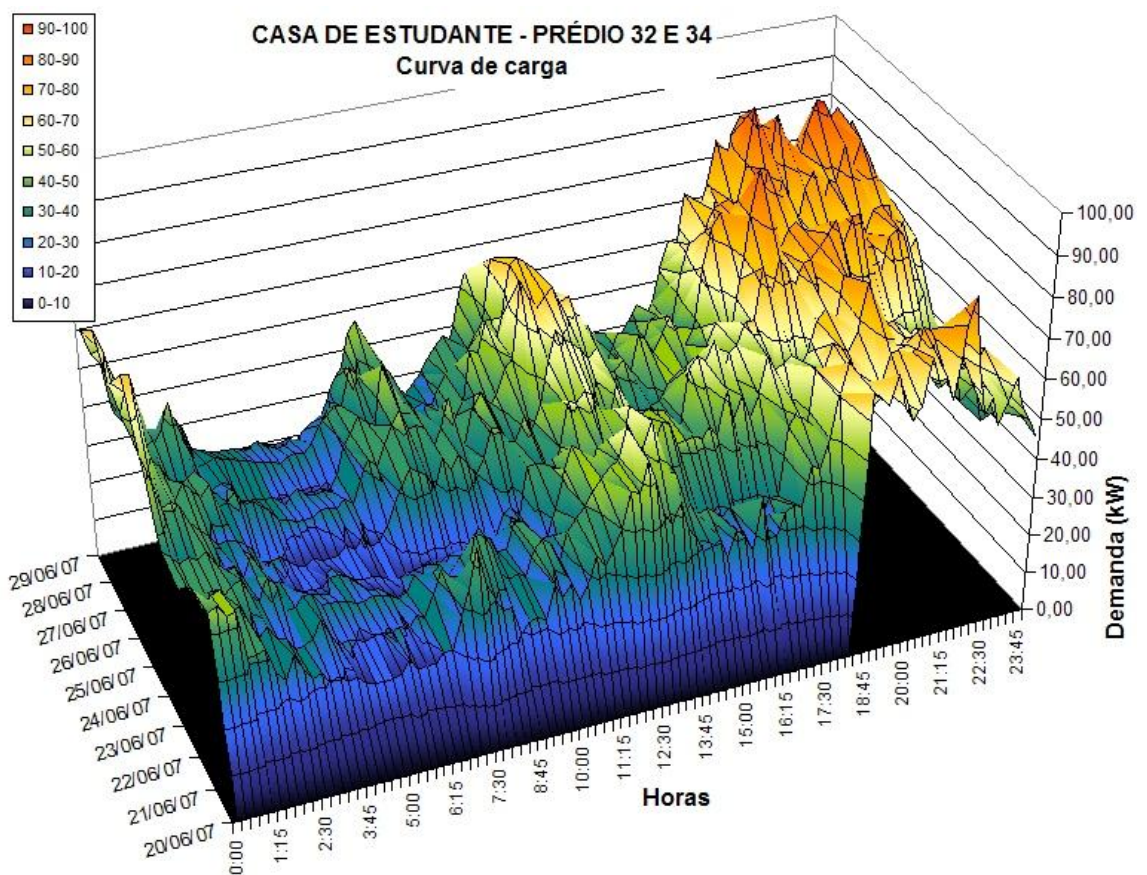


Figura 3.19 - Relevo das demandas da Casa de Estudante Bloco 32 e 34

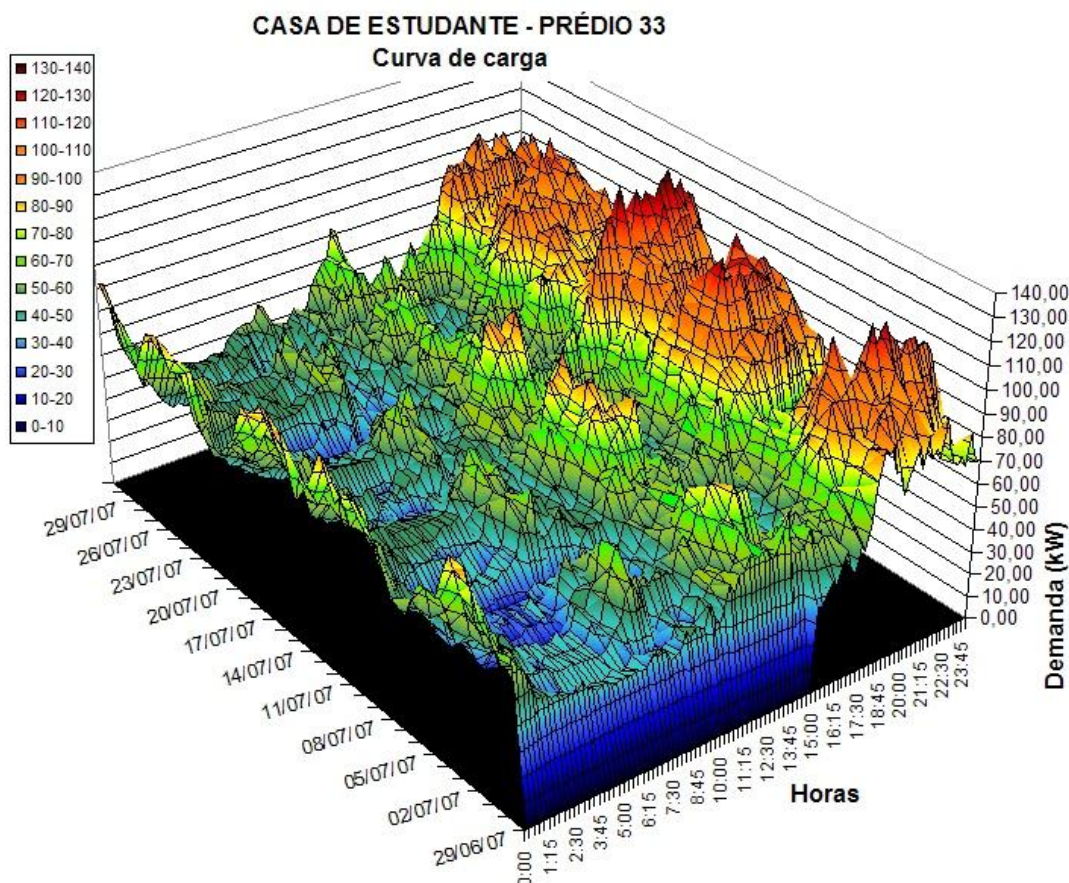


Figura 3.20 - Relevo das demandas da Casa de Estudante Bloco 33

Tendo em vista que a carga da CEU ter perfil diferenciado em relação à maioria das cargas no campus realizou-se um estudo da ocorrência dos picos de demanda, idêntico à análise feita com as demandas da totalidade da instituição. Os resultados estão na Figura 3.21 e Figura 3.22.

Nota-se que as demandas máximas diárias ocorrem sempre entre às 18:00h e 23:00h. As medições foram realizadas durante 40 dias (9 dias nos blocos 32/34 e 31 dias no bloco 33). Tem-se, portanto, 40 picos, e destes 31 (77%) estão no chamado “horário de ponta” da concessionária, situado entre as 18 e 21h.

Alguns picos ocorrem bem após o horário de ponta, dia 26/06/2007, 22:30h e dia 27/07/2007 as 23:15h, respectivamente uma terça-feira e uma sexta-feira. Não se encontrou porém, uma explicação bem fundamentada para estes “atrasos”.

Para verificar quando ocorreram as maiores demandas, em relação ao dia e à hora, dentro do período de medição, foram tabeladas as 5 maiores demandas de cada bloco, conforme pode ser visto na Tabela 3.10 e na Tabela 3.11.

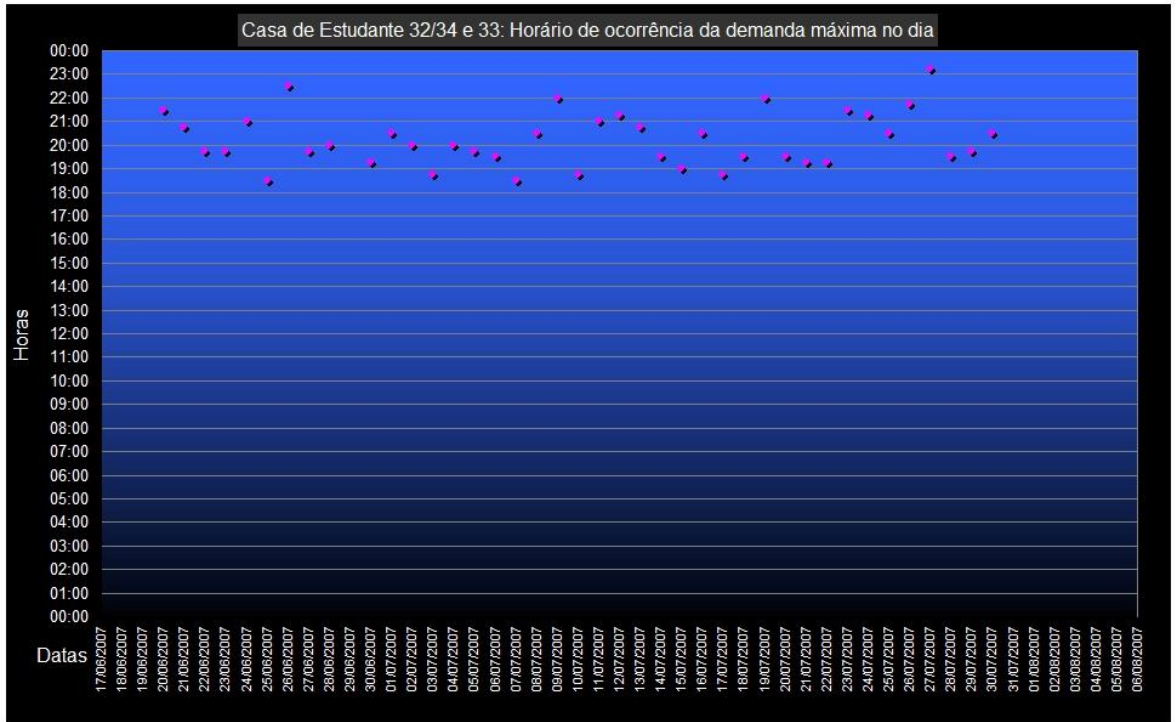


Figura 3.21 - Horário de ocorrência da máxima demanda na Casa de Estudante

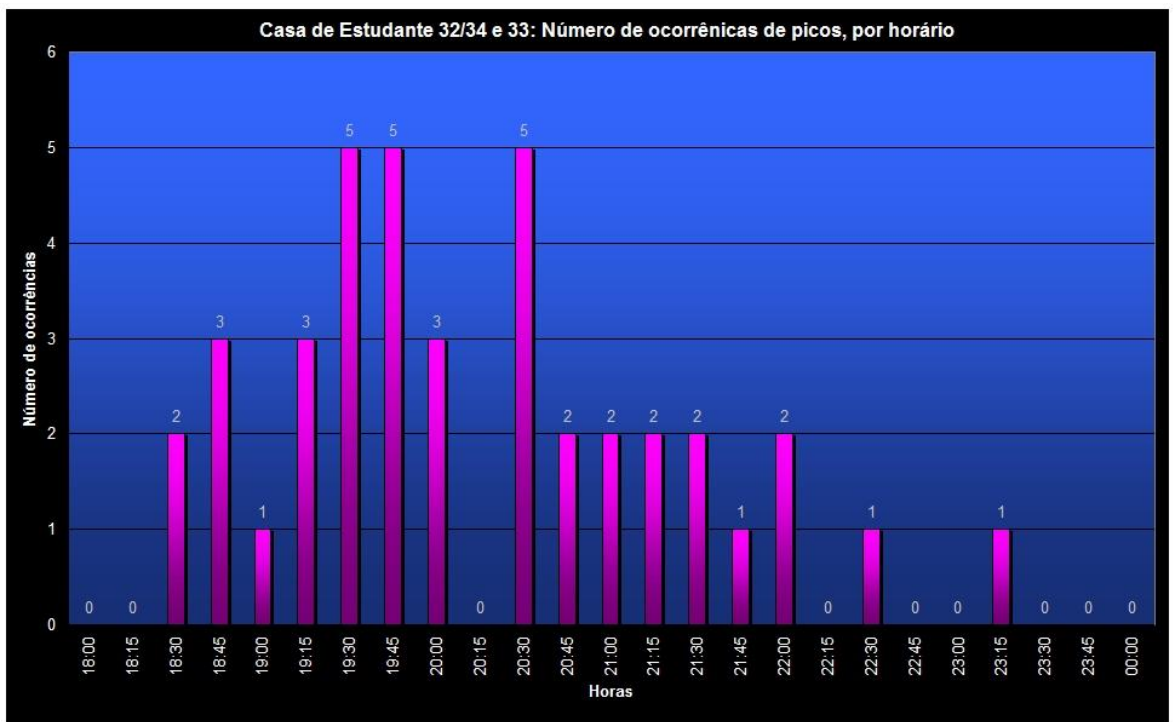


Figura 3.22 - Número de picos, por horário, na Casa do Estudante.

Tabela 3.10 - Cinco maiores demandas do Bloco 32/34:

| Posição | Valor em kW | Dia e hora da ocorrência |
|----------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | 93,4 | 27/06/2007 – 19:45 |
| 2 | 92,2 | 27/06/2007 – 21:45 |
| 3 | 91,3 | 27/06/2007 – 22:00 |
| 4 | 91,2 | 25/06/2007 – 18:30 |
| 5 | 90,3 | 27/06/2007 – 20:30 |

No bloco 32/34, das 5 maiores demandas, 4 ocorrem no mesmo dia. Ao procurar um motivo descobriu-se que naquele dia e horário ocorria o jogo de futebol de estréia do Brasil, na Copa América 2007, onde o Brasil perdeu de 2x0 para o México. O jogo iniciou as 21:50h. Ao analisar os dados em tempo de integração de 1 minuto (memória de massa original do MUG) obteve-se um retrato da variação da demanda durante o jogo, conforme visto na Figura 3.23.

Tabela 3.11 - Cinco maiores demandas do Bloco 33:

| Posição | Valor em kW | Dia e hora da ocorrência |
|----------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | 134,1 | 17/07/07 – 18:45 |
| 2 | 133,9 | 17/07/07 – 21:30 |
| 3 | 130,9 | 17/07/07 – 21:15 |
| 4 | 129,9 | 17/07/07 – 19:45 |
| 5 | 128,7 | 17/07/07 – 21:00 |

No bloco 33, das 5 maiores demandas, todas elas ocorrem no mesmo dia, entre as 18:45h até as 21:30h. O dia 17/07/2007 é uma terça-feira, e logo levantou-se a questão se não existiria algum evento esportivo, televisionado, similar ao ocorrido no dia 27/06, que pudesse ser a explicação para as demandas altas. O fato contundente, porém, que fornece uma explicação para estas demandas é o acidente com o avião da TAM, ocorrido no início da noite do dia 17/07, horário a partir do qual todas as emissoras de TV passaram a transmitir ao vivo o desenvolvimento do trágico acidente (ZERO HORA, 18/07/2007).

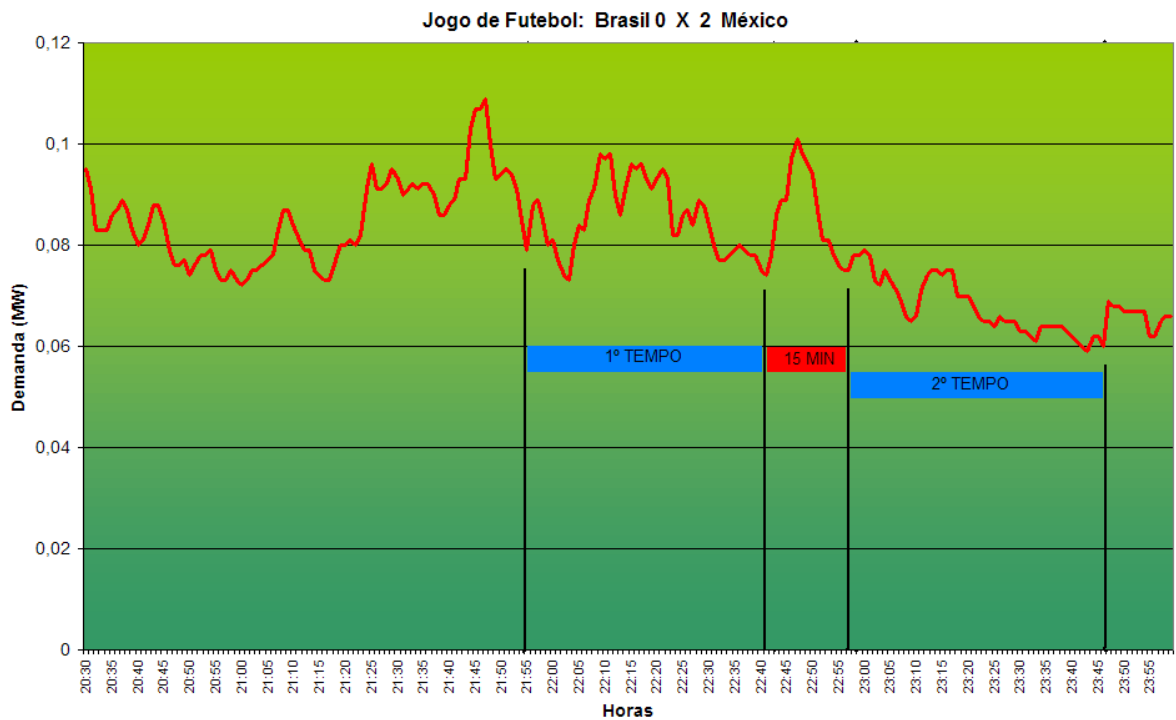


Figura 3.23 - Influência de eventos no comportamento da demanda residencial

Para verificar, neste caso, a influência de eventos televisivos na demanda de energia residencial, fez-se também uma análise do consumo de energia no horário noturno. Para tanto, confrontou-se o consumo diário, entre as 18h e 00h, a demanda máxima diária e a temperatura média no mesmo horário. Os resultados estão na Figura 3.24.

No gráfico destacam-se:

O dia 02/07/2007, com um consumo de 664kWh e demanda máxima de 127kW;

O dia 10/07/2007, com um consumo de 637kWh e demanda máxima de 128kW;

O dia 11/07/2007, com um consumo de 641kWh e demanda máxima de 118kW;

O dia 12/07/2007, com um consumo de 630kWh e demanda máxima de 124kW;

O dia 16/07/2007, com um consumo de 643kWh e demanda máxima de 126kW;

O dia 17/07/2007, com um consumo de 717kWh e demanda máxima de 134kW;

Ao confrontar os dados acima com as temperaturas médias de cada dia, no mesmo horário, nota-se que os dias 10,11 e 12 de julho são os dias mais frios da série. Outro fato importante, extraído do gráfico é uma tendência de haver maior demanda e consumo nos dias do meio da semana (terça, quarta e quinta-feira).

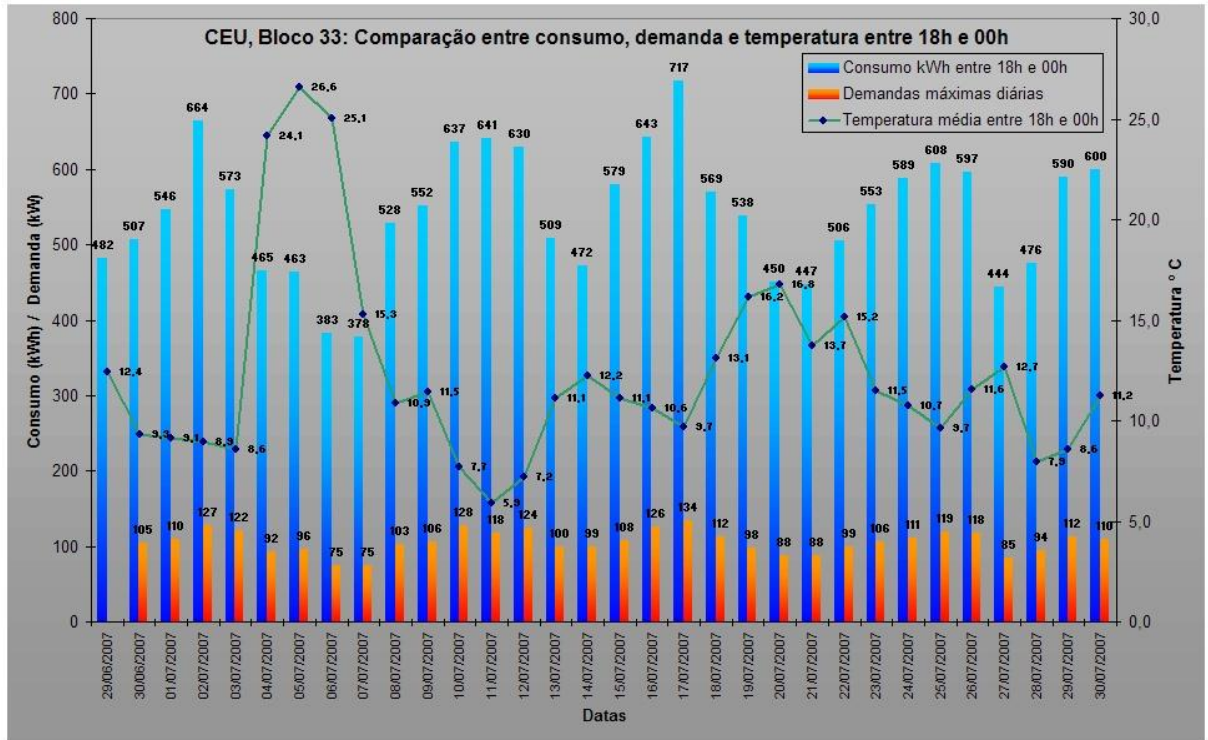


Figura 3.24 - Comparação entre demanda máxima, consumo noturno e temperatura para o Bloco 33 da Casa de Estudante

Já em relação a eventos midiáticos, se tomarmos os dias em que o Brasil jogou a Copa América, com transmissão à noite pela TV (CONMEBOL, 2007), tem-se o que segue:

Dia 04/07/07 (Brasil X Equador) com início as 21:50h;

Dia 07/07/07 (Brasil X Chile) com início as 21:50h;

Dia 10/07/07 (Brasil X Uruguai) com início as 21:50h;

Dia 15/07/07 (Brasil X Argentina) com início as 19:00h;

Visto que nenhum dos dias de transmissão aparece com demanda ou consumos excepcionais no horário do evento, sugere que a temperatura exerce maior influência sobre consumo e demanda do que eventuais eventos midiáticos, balizadores de comportamento. Apenas eventos excepcionais, como um desastre, se somadas a condições climáticas que por si só já teriam uma elevada demanda como consequência, trazem picos que se sobressaem na curva normal de carga.

3.3.4.4. Subestação que alimenta o posto de combustíveis:

O posto de combustíveis apresenta uma demanda diurna uniforme, sem a característica depressão do meio dia.

3.3.4.5. Biblioteca Central:

A Biblioteca Central da UFSM possui um horário de expediente diferente do restante da instituição o que reflete de maneira direta na sua curva de carga. Nota-se claramente que o início do expediente é às 8h da manhã e seu final às 21h, sem fechar ao meio dia. A demanda levemente maior entre 8h e 12h dos finais de semana e feriados é resultado da abertura da biblioteca nos sábados pela manhã. A curva é uma média, o que resulta em um abrandamento dos valores de demanda pela manhã dos finais de semana e feriados, pois estão incluídos na média os valores (baixos) de domingos e feriados nos quais a biblioteca não abre.

3.3.4.6. Suinocultura:

A suinocultura possui uma curva de carga que difere substancialmente das demais aqui apresentadas. A menor demanda diária ocorre sempre por volta do meio dia. Além disso, as demandas dos finais de semana são maiores do que as durante a semana. Neste local também existem péssimas condições em relação à qualidade da energia elétrica, em especial ao nível de tensão. A Figura 3.25 mostra os resultados dos registros de tensão nas três fases. A fase A possui a tensão abaixo da nominal em quase todo o período analisado. Já a fase B está com a tensão de normal até levemente acima da nominal, enquanto a fase C já possui a maioria dos registros acima da nominal.

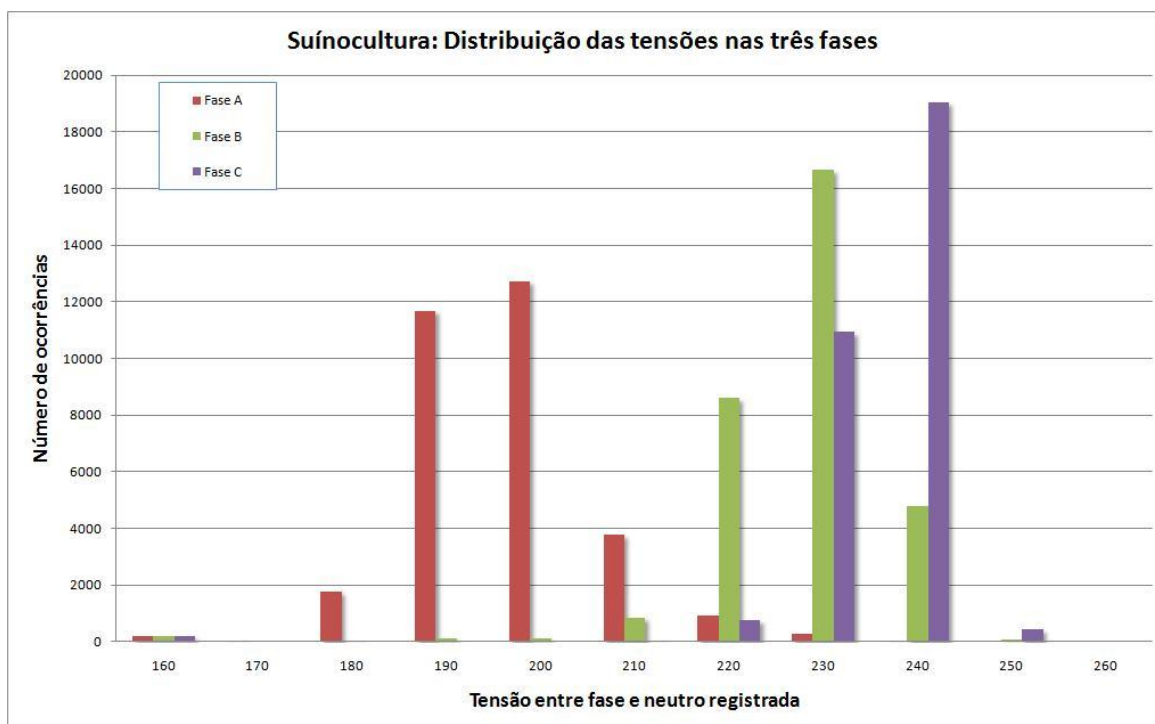


Figura 3.25- Distribuição da tensão registrada na suinocultura

3.4. Levantamento de carga do Centro de Tecnologia:

Com a finalidade de conhecer a diversidade de cargas existentes em um prédio típico da UFSM levantou-se a carga do Centro de Tecnologia por completo. Na Figura 3.26 tem-se o perfil de carga.

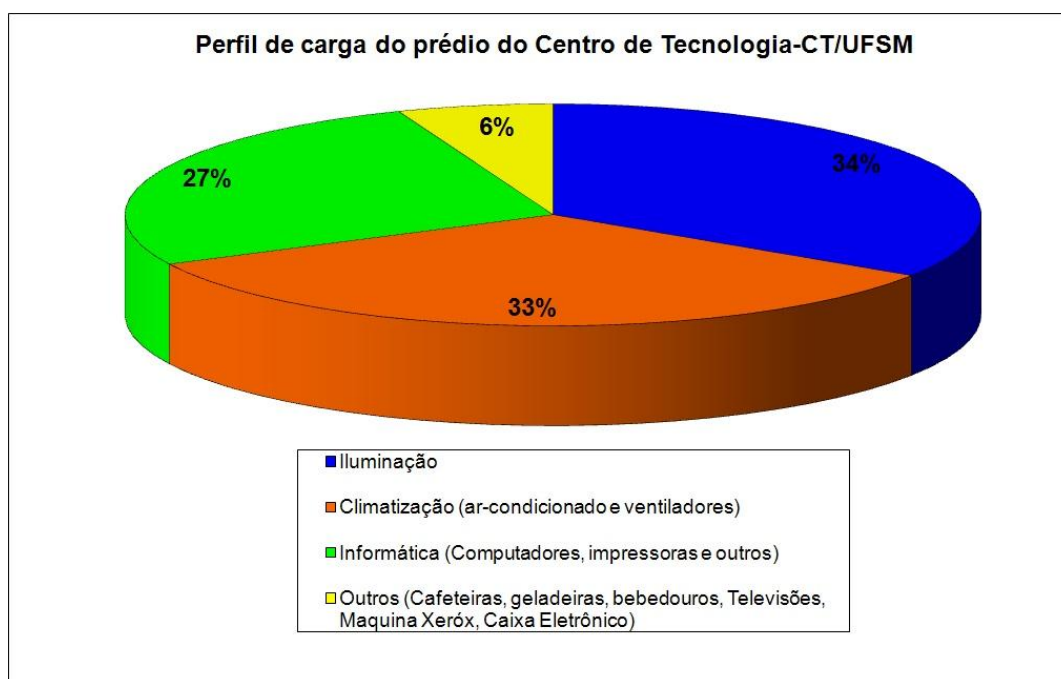


Figura 3.26 - Perfil de carga do Centro de Tecnologia.

Todos os recintos e corredores do prédio foram vistoriados e os dados anotados em planilha.. A carga pode ser dividida em 3 partes, 1/3 para iluminação, 1/3 para climatização e 1/3 de outras cargas.

3.5. Análise do horário de ocorrência das maiores demandas, por prédio:

Uma análise conjunta dos dados releva detalhes importantes sobre o funcionamento da instituição, refletidas na demanda. Na Tabela 3.12 tem-se o resumo das ocorrências das maiores demandas, por local medido, informando dia da semana e horário. Observa-se um predomínio de picos à tarde, em especial por volta das 15h, e concentrado nos dias do meio da semana (terças, quartas e quintas-feiras).

Tabela 3.12 - Análise do dia e hora da ocorrência da máxima demanda, por local

| Local | Dia da semana | Horário |
|-------------------------|----------------------|----------------|
| Centro de Tecnologia | Sexta-feira | 15:57 |
| Laboratório do CT | Terça-feira | 15:55 |
| Prédio 44 | Terça-feira | 14:51 |
| Hospital Universitário | Terça-feira | 13:56 |
| Hospital Universitário | Quarta-feira | 15:04 |
| Hospital Universitário | Quinta-feira | 14:55 |
| Hospital Universitário | Quarta-feira | 12:43 |
| RX | Terça-feira | 10:58 |
| Pronto Socorro | Terça-feira | 14:55 |
| Casa do Estudante 32/34 | Quarta-feira | 21:47 |
| Casa do Estudante 33 | Terça-feira | 21:22 |
| Posto BR | Segunda-feira | 12:21 |
| Reitoria | Quarta-feira | 15:56 |
| Zootecnia | Quinta-feira | 13:40 |
| Prédio 20 | Terça-feira | 13:10 |
| Biblioteca | Quarta-feira | 15:29 |
| CPD | Sexta-feira | 15:10 |
| Suínos | Sexta-feira | 15:29 |
| INPE | Quarta-feira | 15:03 |

3.6. Conclusão:

A partir dos levantamentos das curvas de carga da UFSM como um todo, bem como de curvas de cargas individuais por prédio, pode-se concluir que a demanda de energia elétrica sofre influência direta dos seguintes fatores, apresentados em ordem de importância:

- Existência de expediente ou não, variável esta dependente do dia da semana e do calendário escolar;
- Temperatura, pois conforme o perfil de carga levantado no item 3.4, um terço da carga corresponde à climatização, sendo esta carga a responsável pela ocorrência das maiores demandas no período mais quente do dia. A proporcionalidade direta entre temperatura e demanda ficou claramente evidenciada. Com temperaturas elevadas espera-se o pico à tarde, com temperaturas muito baixas espera-se o pico pela manhã.
- Dia da semana, entre segunda e sexta-feira. Notadamente, se as duas variáveis anteriores forem as mesmas, as demandas maiores tendem a ocorrer às terças, quartas ou quintas-feiras.

Quanto ao consumo no horário de ponta (18h – 21h), este varia de 16,2% do consumo total na Casa do Estudante blocos 32/34 até 1,7% para o Raios-X. Os locais medidos em média têm 10% do seu consumo total no horário de ponta. Este percentual médio é elevado, considerando-se que em número de horas o horário de ponta corresponde a 9% das horas do mês.

Do ponto de vista de custos de energia e eficiência no uso das instalações, foi analisado o fator de carga, tendo o pior caso o Raios-X com um fator de carga de 0,14, seguindo surpreendentemente pela Reitoria com 0,16. O melhor consumidor é o hospital respectivamente para seus 4 transformadores com 0,54, 0,51, 0,48 e 0,46 de fator de carga. Na média de todos casos analisados o fator de carga fica em 0,36.

4. COMPARAÇÕES ENTRE DEMANDAS INDIVIDUAIS E DEMANDA TOTAL DA INSTITUIÇÃO

4.1. Introdução:

Os estudos descritos a seguir visam relacionar a curva de carga total da instituição, com as curvas de carga individuais de cada subestação medidas em separado.

Tendo em vista a disponibilidade dos seguintes dados:

- Todas as demandas do medidor da concessionária, em intervalos de 15 minutos, iniciando em 01/11/2006 e terminando em 03/11/2008;
- Dados das medições realizadas com o MUG em 18 subestações:
 - Com duração de dias variável;
 - Com intervalo de integração de 1 minuto;
 - Com situações variáveis:
 - Estações do ano diferentes;
 - Anos diferentes;
 - Calendário letivo diferente;

Optou-se por fazer comparações entre curvas, com as seguintes premissas:

4.1.1. Adequação da base de tempo:

Medições com intervalos de integração de 1 minuto foram transformadas para intervalos de 15 minutos, conforme já descrito na Figura 3.18 do capítulo 3.

4.1.2. Comparação de períodos idênticos:

As comparações foram feitas com coincidência de períodos e de horas como, por exemplo: a curva de carga do Centro de Tecnologia, levantada entre os dias 17 e 24 de novembro de 2006, sendo assim comparada à curva da UFSM exatamente entre os dias 17 e 24 de novembro do mesmo ano.

Tomou-se um especial cuidado com o sincronismo de horários. Tendo em vista que em algumas medições o relógio do MUG estava ajustado para o horário brasileiro de verão, portanto, adiantado em uma hora em relação ao relógio do medidor da concessionária, ao se fazer a comparação esta diferença foi levada em conta.

Assim, no gráfico foi incluída a descrição do horário, se de verão ou não.

4.1.3. Transformação dos valores absolutos, em valores percentuais:

Devido à grande variação de amplitude das demandas, os da UFSM como um todo na ordem de alguns milhares de quilowatt, os das unidades em separado apenas algumas dezenas de quilowatt, estas foram transformadas em curvas de carga unitárias, isto é, as curvas seriam funções da demanda máxima.

4.2. Metodologia:

A metodologia de transformação de curvas de carga de amplitudes diferentes está descrita na Figura 4.1. Eventuais faltas de energia, caracterizados por demanda igual a zero ou muito próximo disto foram excluídas das médias, pois introduziriam distorções falsas nas curvas, principalmente se o conjunto de dados for composto de apenas alguns dias.

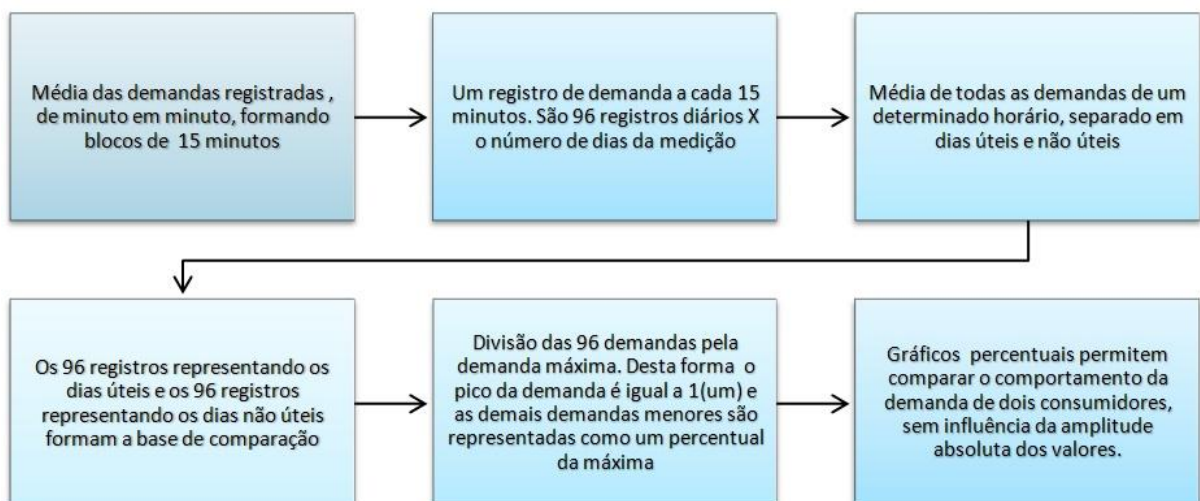


Figura 4.1 - Metodologia para gerar gráficos percentuais.

Além dos sábados e domingos, foram considerados feriados os dias conforme a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Dias que foram considerados como feriados na análise da demanda

| Data 2007 | Data 2008 | Feriado |
|------------------|------------------|--|
| 01/01/2007 | 01/01/2008 | Confraternização Universal |
| 19/02/2007 | 04/02/2008 | Carnaval |
| 20/02/2007 | 05/02/2008 | Carnaval |
| 06/04/2007 | 21/03/2008 | Paixão de Cristo |
| 21/04/2007 | 21/04/2008 | Tiradentes |
| 01/05/2007 | 01/05/2008 | Dia do Trabalho |
| 17/05/2007 | 17/05/2008 | Aniversário Municipal |
| 07/06/2007 | 22/05/2008 | Corpus Christi |
| 07/09/2007 | 07/09/2008 | Independência do Brasil |
| 20/09/2007 | 20/09/2008 | Revolução Farroupilha |
| 12/10/2007 | 12/10/2008 | Nossa Sr. ^a Aparecida - Padroeira do Brasil |
| 28/10/2007 | 28/10/2008 | Dia do funcionário público |
| 02/11/2007 | 02/11/2008 | Finados |
| 15/11/2007 | 15/11/2008 | Proclamação da República |
| 25/12/2007 | 25/12/2008 | Natal |
| 31/12/2007 | 31/12/2008 | São Silvestre |

Os gráficos resultantes da comparação da curva de carga de cada subestação analisada, com a curva de carga de toda a UFSM, utilizando a metodologia descrita na Figura 4.1, estão no Apêndice B.

4.3. Resultados da comparação das curvas

O principal objetivo na comparação das curvas obtidas através de medições de demanda nas subestações, com a curva obtida a partir dos dados da memória de massa fornecida pela concessionária, é traçar estratégias para o gerenciamento da demanda. Trata-se portanto de uma comparação de comportamentos, onde os valores absolutos ficam em segundo plano. Portanto o processo aqui poderia ser descrito pelo termo “comparação de perfis de carga”.

Em virtude das maiores demandas ocorrerem sempre nos dias úteis, optou-se por limitar a comparação apenas a estes dias, deixando de fora sábados, domingos e feriados.

O resultado desta análise foi surpreendente, pois, embora a forma da curva de carga de uma determinada subestação nem sempre ser semelhante à forma da curva de carga da UFSM, há um momento em que ambas coincidem e este momento é o de máxima demanda para ambas.

Um exemplo está na Figura 4.2.

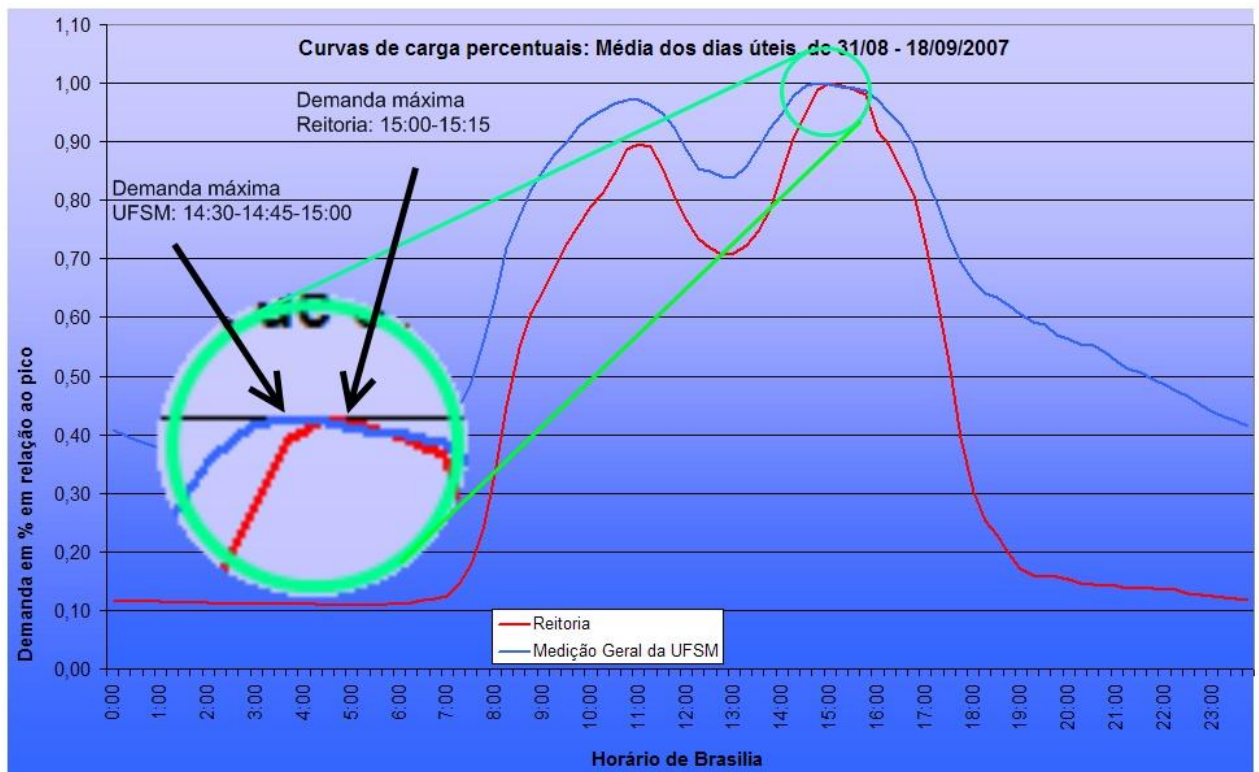


Figura 4.2 - Coincidência dos picos de máximas demandas

A comparação é entre a curva percentual da reitoria, levantada entre os dias 31/08/2007 e 18/09/2007, com a curva percentual do mesmo período da UFSM. Nota-se na ampliação, que a maior demanda na UFSM ocorre repetidamente as 14:30, 14:45 e 15:00 horas enquanto na reitoria a maior demanda ocorre as 15:00 e as 15:15 horas.

Este padrão de comportamento das curvas em relação ao momento da ocorrência da máxima demanda se repete em 11 dos 18 casos analisados (o setor de Raio-X foi excluído pela peculiaridade de sua curva).

4.4. Análise do custo-benefício de um controle direto de demanda:

A partir do levantamento de toda a carga feito no Centro de Tecnologia, e tendo em vista a peculiaridade da coincidência dos picos, pode-se aproximar um cálculo do custo-benefício de um controle direto da demanda. O alvo para o controle de demanda serão os aparelhos de condicionamento de ar, visto que não é desejável o eventual corte de energia para equipamentos de computação, nem para a iluminação, dadas as conseqüências negativas.

A partir do levantamento de carga (vide 3.4), temos 44 aparelhos de ar condicionado, tendo em média 1.050W de potência cada um. Disto resulta uma potência total instalada em condicionadores de ar de 46,2 kW. Portanto o potencial teórico de corte na demanda é de 46,2 kW.

Com uma demanda máxima de 141,5 kW (base 1 minuto) e a carga total instalada de 166kW, temos um fator de demanda de 0,85. Isto significa que, se o fator de demanda for igual para todas as cargas (computadores, condicionadores de ar e iluminação) o potencial de corte real fica em 85% da carga instalada, o que significa 39kW para os condicionadores de ar. Em uma visão otimista, e tendo em vista que a maior demanda da instituição ocorre no mesmo instante que a maior demanda do Centro de Tecnologia, pode-se afirmar que o corte momentâneo de 39kW no Centro de Tecnologia impactaria diretamente na curva de carga da UFSM.

Existe portanto um potencial de redução de custos teórico de 39kW, multiplicado pelo custo do kW fora de ponta. O custo de um kW, na tarifa azul, fora de ponta, na concessionária AES Sul é de R\$ 11,045 com impostos (ANEEL, 2009). Do ponto de vista puramente tarifário, a economia pode chegar até a R\$ 430,00 mensais.

4.4.1. A problemática do controle direto de demanda em prédios existentes:

Em prédios públicos, onde a instalação elétrica está consolidada e em uso há muitos anos, e com cargas de pequena potência distribuídas por todo o volume da construção, a implantação de um controle direto de demanda se torna inviável, pelos métodos tradicionais.

O método tradicional consiste em um controlador de demanda micro processado centralizado, com saídas à relé, ou seja, na prática isto significaria um relé liga-desliga para cada carga controlável, comandada à distância. Para um prédio público, seria inviável este tipo de controle, dada a quantidade de cabos que teriam de ser instalados (questão estética) e ao custo resultante (questão financeira).

A alternativa seria um método moderno, utilizando a própria rede elétrica como meio de comunicação entre o controlador e os relés liga-desliga. Este conceito não é novo, sendo que uma rede física de energia elétrica, onde além de energia trafegam informações sobre a própria rede, é chamada de “smart grid” ou seja, “rede inteligente”.

Usando a própria rede de energia como portadora das informações, reduz o sistema de controle de demanda aos relés liga-desliga instalados junto aos condicionadores de ar, e a um computador central com interface para a rede elétrica.

O custo para implantação de um sistema desta natureza não pode ser aferido com precisão, visto ser uma tecnologia ainda em desenvolvimento. Como aproximação porém pode se usar os custos do já ultrapassado mas ainda muito vendido do sistema X10, que é um sistema de controle de iluminação através da própria rede.

Custo nos Estados Unidos da América, em dólares, conforme site da empresa X10 WTI, de Seattle (X10, 2009):

- Interface computador/rede para até 256 pontos: US\$ 99,00

- Módulo de controle, para um equipamento: US\$ 12,90

Baseado nestes valores pode-se aproximar o custo de um sistema de controle direto de demanda, com comunicação através da própria rede de energia (câmbio R\$ 1,82 por dólar, base julho 2009):

- Interface: R\$ 180,00

- Computador: R\$ 1.400,00

- 44 pontos de controle (um por ar condicionado): $44 \times 24,00 = \text{R\$ } 1.056,00$

Custo estimativo, para um sistema consolidado: R\$ 2.636,00.

Convêm ressaltar que estes custos estão baseados em um sistema similar, porém mais simples, de uso já massificado, e com seus custos de desenvolvimento já amortizados. O sistema aqui proposto deverá ser mais robusto, tendo portanto um custo mais elevado, não possível de ser estimado no presente momento.

4.5. Conclusão:

O ritmo de funcionamento da Universidade Federal de Santa Maria, é padronizado de tal forma que as maiores demandas tendem a ocorrer simultaneamente em parte dos prédios, gerando assim o pico de demanda que é registrado pela concessionária. Esta conclusão permite escolher o escalonamento do tempo de uso, como a mais promissora técnica de gerenciamento de demanda para este caso. A geração de energia, advinda de fontes alternativas instaladas dentro do próprio campus também pode colaborar no escalonamento do tempo de uso das cargas.

5. CONCLUSÃO

5.1. Introdução:

O presente capítulo apresenta as conclusões do estudo das curvas de carga, dos dados fornecidos pela concessionária, dos dados meteorológicos locais bem como o levantamento in loco realizado na Universidade Federal de Santa Maria entre os anos de 2006 a 2008. Para maior clareza fez-se uma divisão por tópico abordado.

5.2. A curva de carga da UFSM como um todo:

A curva de carga da UFSM, em constante ascensão até o final do ano de 2008, tem seu comportamento influenciado por três fatores, respectivamente em ordem de importância:

5.2.1. Temperatura ambiente:

Existe uma relação direta entre a demanda e o clima, sendo que, quanto maior a temperatura tanto maior a demanda. Observou-se também que nos meses mais frios a demanda tende a ser maior do que nos meses de meia estação (outono e primavera). Deste fato conclui-se que os aparelhos de ar condicionado são a principal carga dos prédios públicos analisados. Este fato foi cristalizado na análise do horário de ocorrência da maior demanda, dia após dia, resultando que a maior demanda ocorre à tarde no verão, tipicamente em torno das 15:00h e na parte da manhã no inverno, em torno das 11:00h.

5.2.2. Questão do expediente e calendário letivo:

Notou-se com clareza a influência do expediente na curva de carga. Tal influência é tanto em relação a dias da semana em comparação aos finais de semana ou feriados, quanto aos semestres letivos. O fato de não haver repetição das datas de início e final de semestres do ano de 2007 para o ano de 2008 deixou evidências nos relevos de carga.

5.2.3. Horário de verão:

O horário de verão influencia a curva de carga, adiantando ela em uma hora. O comportamento da curva permanece inalterado. Eventuais economias resultantes do horário de verão não foram objetos de estudo.

5.3. As curvas de cargas individuais:

Devido a limitações por parte da disponibilidade de tempo de funcionários da UFSM, em instalar e retirar o multimedidor, bem como pelo montante de tempo necessário, foram feitas medições em apenas 19 das 60 subestações que compõe a rede da UFSM. Optou-se, porém, em medir cargas diversas, abrangendo o amplo leque de cargas existentes. Desta forma foram coletados 441.280 minutos de registros.

Tendo em vista que até a realização do presente estudo, as curvas de carga e demais parâmetros elétricos das subestações eram desconhecidos, estes dados formam uma base de conhecimento sólida para o futuro planejamento de ações de gerenciamento de carga. Assim parâmetros como o fator de carga, fator de potência, demandas máximas, mínimas e médias, consumos nos postos horários, tensões e correntes passaram a ser conhecidos.

Paralelamente, concluiu-se que, dentro do campus da UFSM, existem cargas tipicamente residenciais, como as da Casa do Estudante, cujo comportamento segue o padrão normal esperado por este tipo de carga. Como na Casa do Estudante não existem aparelhos condicionadores de ar instalados, a principal carga são os chuveiros, que por sua vez são intensamente usados no horário de ponta, justamente após as 18h, quando os estudantes retornam (NEUSSER, STÖHLIRCK, 2007). Além do mais, verificou-se que existe a possibilidade de que eventos que alteram o comportamento rotineiro das pessoas influenciam a demanda diretamente, como é o caso de eventos na mídia que atraem a atenção do espectador. O fato de as maiores demandas medidas na Casa do Estudante ocorrerem exatamente em dias de eventos relevantes, como foi a queda do avião da TAM e o início da Copa América, não pode ser caracterizada como mero acaso.

5.4. Comparação das curvas individuais com a curva de toda UFSM

O cruzamento dos dados obtidos nos dois tópicos anteriores serve como principal instrumento para traçar estratégias de gerenciamento de carga, pois revelou que a demanda máxima tende a ocorrer quase que simultaneamente na maioria dos centros pesquisados.

5.4.1. O gerenciamento de carga em prédios públicos, tendo como base as conclusões do presente estudo

A partir das conclusões anteriormente apresentadas pode-se sugerir a aplicação futura das técnicas de gerenciamento de carga, conforme descritas no capítulo II, quais sejam:

Corte da ponta: a ponta da demanda ocorre próximo às 15:00h no verão e às 11:00h no inverno. Dado à coincidência de picos, um corte na ponta geral pode significar apenas o corte de algumas pontas individuais. O resultado do presente estudo minimiza, desta forma, a quantidade de cortes necessários.

Preenchimento dos vales: o preenchimento dos vales deve levar em conta um cruzamento de informações da curva individual com a curva total, visto que nem todas as curvas possuem vales nos mesmos horários, ao contrário das pontas.

Deslocamento de carga: Devem-se deslocar cargas dos horários críticos (15:00h verão, 11:00h inverno) para outros horários. No caso específico da Casa de Estudante seus picos ocorrem no horário de ponta, o deslocamento da carga poderá ser feito com a inclusão de sistemas de aquecimento solar para a água dos chuveiros.

Conservação estratégica: visto os aparelhos de ar condicionado serem os principais impactadores na demanda, ações de conservação deverão focalizar nestes equipamentos.

Geração distribuída: embora limitado pela natureza da instituição, existe potencial para a inclusão de outras fontes de energia, dentro do campus, como, por exemplo, geração a partir de biogás (proveniente dos dejetos dos animais das ciências rurais). A geração poderá ser pontual, nos momentos críticos. Estudos futuros deverão analisar a questão econômica, se é vantagem injetar esta energia no momento de maior demanda, com a meta de reduzi-la ou pelo menos frear a sua expansão ou, no horário de ponta, onde demanda tem custo mais elevado.

Crescimento estratégico: com a conclusão de novos prédios no campus, incluindo um centro de eventos, laboratórios e construções para diversas finalidades é possível definir um regime de funcionamento diferenciado para estas novas cargas, de modo que não haja impacto no somatório total das demandas do campus. Da mesma forma, com a construção de novas casas para estudantes poderão ser incluídos desde o projeto sistemas de aquecimento solar da água, de modo a minimizar o impacto no horário de ponta, conforme já descrito anteriormente.

5.5. Sugestão de ações práticas para a UFSM

O presente estudo demonstrou que existe uma carência de informações sobre os parâmetros elétricos ao longo do tempo quando se trata de prédios públicos. Especialmente casos como a UFSM, com 60 subestações próprias, deveriam ter medições setorizadas, prédio por prédio, e assim saber, mensalmente, da ocorrência de demandas e consumos. Para implementação de um programa de gerenciamento de carga sugere-se progressivamente:

- Instalação de medições digitais, com memória de massa em casa subestação;
- Interligação das medições através de uma rede de comunicações, que pode ser um padrão industrial como, por exemplo, o RS485, ou mais moderno como o TCP/IP;
- Criação de uma política de incentivos para prédios que passam a gerenciar a sua demanda individualmente, bem como aqueles que tornam suas instalações mais eficientes (redução de consumo e demanda, melhoria do fator de carga). A simples cobrança de faturas de energia elétrica “internas” já é um incentivo por si só.
- Adoção futura do controle direto da carga através de controladores de demanda, cuja atuação deverá se focalizar nos condicionadores de ar.

5.6. Visão futura e sugestão para novos estudos:

O presente estudo fornece amplas bases para que sejam realizados estudos adicionais no futuro, visando o aprimoramento das técnicas de gerenciamento de carga bem como o desenvolvimento de novos tópicos, quais sejam:

O estudo da viabilidade de inclusão de fontes de energia alternativas no “grid” da UFSM, utilizando-se para tanto a energia solar (fotovoltaica ou aquecimento) ou a produção de energia a partir de geradores movidos a biogás, advindo dos dejetos animais dos cursos rurais ou de um aterro sanitário próprio da UFSM, aproveitando o lixo gerado internamente.

O desenvolvimento de controladores de demanda que utilizem inteligência artificial ou lógica fuzzy, de modo que vários equipamentos de controle possam interagir entre si.

O estudo e implantação de um “Smart Grid” dentro da UFSM, isto é, uma rede de pequenos tomadores de decisões, comunicando-se através da própria rede de energia elétrica. Neste tipo de “rede inteligente” diversos “consumidores” conversam entre si, informando status instantâneo e previsão futura de funcionamento através da própria rede. Trata-se de um sistema que pode utilizar um protocolo simplificado, reduzindo enormemente os custos, já que não há a necessidade de linhas de comunicação adicionais entre equipamentos.

Estudo de novas técnicas de gerenciamento de carga, utilizando perfis de carga do passado para previsão futura e tomada de decisões por históricos, procurando similaridades entre comportamentos de curvas de carga no passado como ferramenta de tomada de decisão futura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AES SUL. **Tarifas de energia elétrica da AES Sul – Resolução ANEEL nr. 809.** Acessível por http://www.aessul.com.br/grandesclientes/site/content/informações/tarifas_e_taxas.apsx. Acessado em abril de 2009.

AES SUL. Extrato de consumos faturados. Cód.Cliente 2085442. 08/10/2007.

AES SUL. Extrato de consumos faturados. Cód.Cliente 2085442. 11/02/2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução 456/2000.** 29 de novembro de 2000.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução 809/2009.** 14 de abril de 2009.

ALCOA FIOS E CABOS. Manual técnico da Alcoa Cabos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14522:2000. **Intercâmbio de informações para sistema de medição de energia elétrica – padronização.** Maio de 2000.

BHATTACHARYYA, K., CROW M. L. **A Fuzzy logic based approach to direct load control.** IEEE Transactions on Power Systems, Vol 11, nº 2, maio 1996.

BORENSTEIN, C. R.; CAMARGO, C. de B. **O setor elétrico no Brasil.** Sagra Luzzatto. 1997.

CESP. **Manual de fator de carga.** Abril de 1981.

CONMEBOL. Confederacion Sudamericana de Fútbol. **Copa América 2007. Partidos – Posiciones.** Disponível em <http://www.conmebol.com>. Acesso em agosto de 2007.

ELO SISTEMAS ELETRÔNICOS. Manual do ELO 2160.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Estação Automática: Santa Maria – A803; Coordenadas: 29° 42' S 53° 42' W. Cópia eletrônica da série histórica dos registros dos anos 2007 e 2008. Dados gentilmente cedidos pelo pesquisador Marcelo Romão, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em São José dos Campos, SP.

IPCA – IBGE. Disponível em http://fgvdados.fgv.br/dsp_series.asp. Acesso em 3 de março de 2009.

JORGE, H.; MARTINS, Á.G. **Maximum Demand Control: A Survey and Comparative Evaluation of Different Methods.** IEEE Transactions on Power Systems, vol. PWRS-8, nº3, 1993.

KEMA IRELAND. **Demand Side Management in Ireland. A Study by Kema for Sustainable Energy Ireland.** Janeiro de 2008. Cap.4,5.

KREITH, F.; GOSWAMI, D.Y. **Energy management and conservation handbook.** CRC Press, 2007. p 13-1 – 13.20.

KREITH, F.; GOSWAMI, D.Y. **Handbook of energy efficiency and renewable energy.** CRC Press, 2007. p 5.37.

MAGALHÃES, L.C. **Orientações Gerais para conservação de energia elétrica em prédios públicos.** PROCEL. Abril/2001.

NEUSSER, Lukas. STÖHLIRCK, Leonardo. **Metodologia e análise para aumento da eficiência energética em prédios públicos de ensino.** In: II Congresso Brasileiro de Eficiência Energética - CBEE. Anais. Vitória, ES. Setembro 2007.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA. **Aviso de suspensão do racionamento.** Aviso à imprensa publicado pelo Operador Nacional do Sistema, 19/02/2002.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA. **Sumário Executivo – Planejamento Anual da Operação Energética – Ano 2005.** 2004.

REDEMET Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. Base Aérea de Santa Maria. Indicador: SBSM. Coordenadas: 29° 43' S 52° 42' W. Cópia eletrônica dos registros das temperaturas mínimas e máximas do ano de 2007. Dados gentilmente cedidos pela Base Aérea de Santa Maria, através do Engenheiro Sargento Luiz Eduardo Nepumoceno.

RIZZI, Á. P. **Medidas Elétricas: potência, energia, fator de potência, demanda.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; Itajubá: Escola Federal de Engenharia de Itajubá, 1980.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Calendário Acadêmico 2006/2007/2008.** UFSM.

X10 WTI. Site da empresa. Disponível em : <http://www.x10.com>. Acesso em: 19 ago. 2009.

ZERO HORA. Edição do dia 18/07/2007. Página 1 (Capa).

APÊNDICE A – TABELAS RESUMO DAS MEDIÇÕES REALIZADAS CURVAS DE CARGA

Observação:

As tabelas resumo apresentam o resumo dos dados medidos em cada subestação analisada e estão com resolução de um minuto. Já as curvas de carga representam as médias das demandas nos dias úteis e nos feriados/finais de semana e estão em uma base de tempo de 15 minutos.

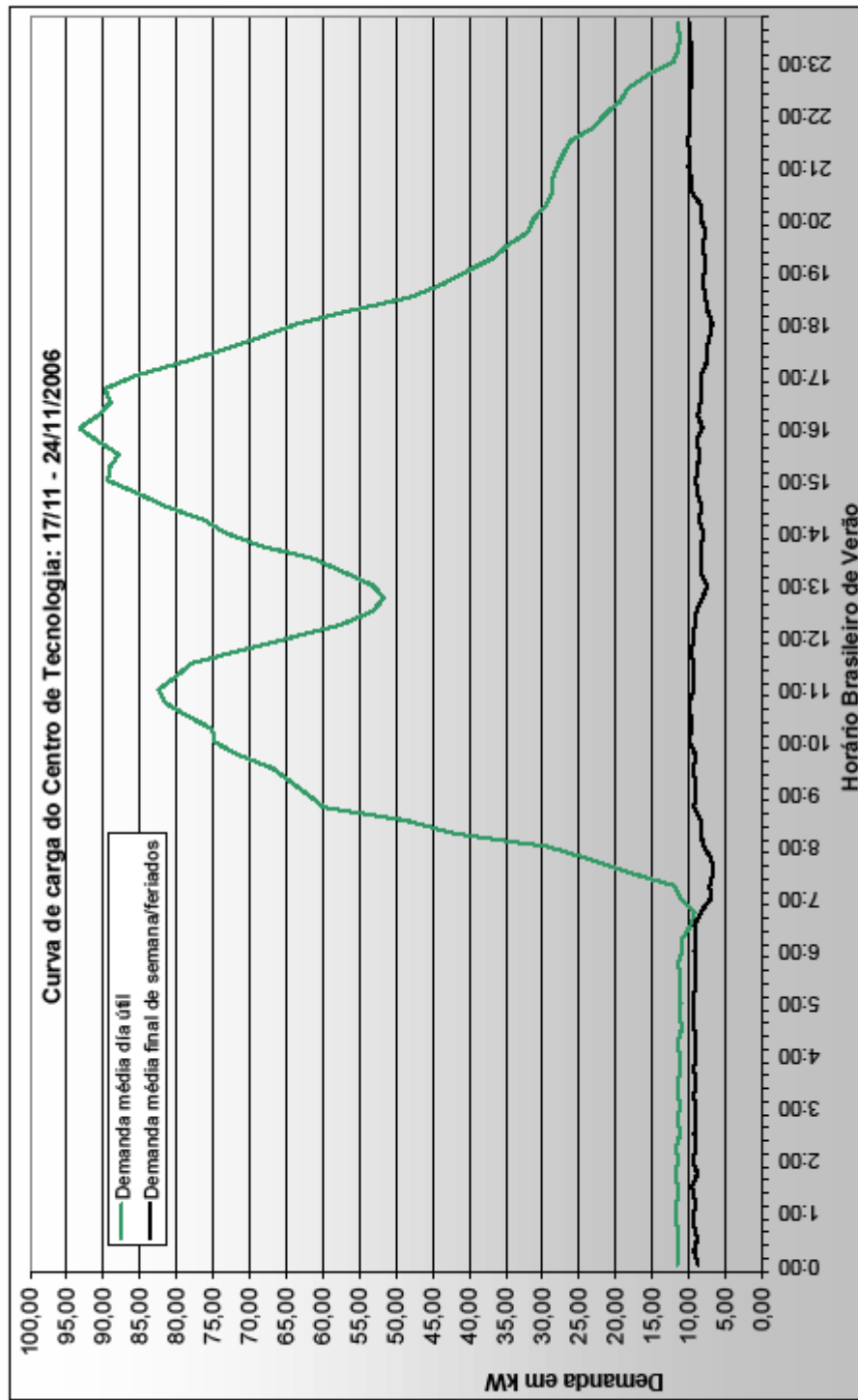
Daí resulta que os dados nas tabelas apresentam uma amplitude maior entre máximos e mínimos do que os apresentados nas curvas de carga.

Relatório de medições

02/06/2009

| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|-------------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Centro de Tecnologia | |
| Número do prédio | 7 | |
| Período de medição: | 17/11 - 24/11/2008 | |
| Total de horas | 167 | |
| Dados da subestação: | | Número: 5 |
| Transformador | 225kVA | |
| Proteção geral MT | Disjuntor de AT | |
| Proteção geral BT | Disjuntor termomagnético 400A | |
| Demanda (resolução 1 minuto) | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 141,50 | 23/11/08 15:57h (quinta) |
| Média | 31,75 | |
| Mínima | 8,00 | 19/11/08 08:08h (domingo) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 4755 | ponta 10,3% |
| Ponta | 547 | |
| Total | 5302 | Estimativa de consumo mensal de 23176 kWh |
| Fator de carga= 0,22 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 97 indutivo | 23/11/08 - 09:03 (quinta) |
| Médio | 99 indutivo | |
| Máximo | 52,8 Capacitivo | 18/11/08 - 08:50h (sábado) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 208,8 | 23/11/08 - 15:13h (quinta) |
| Média | 219,3 | |
| Máxima | 229,8 | 20/11/08 - 03:43 (segunda) |

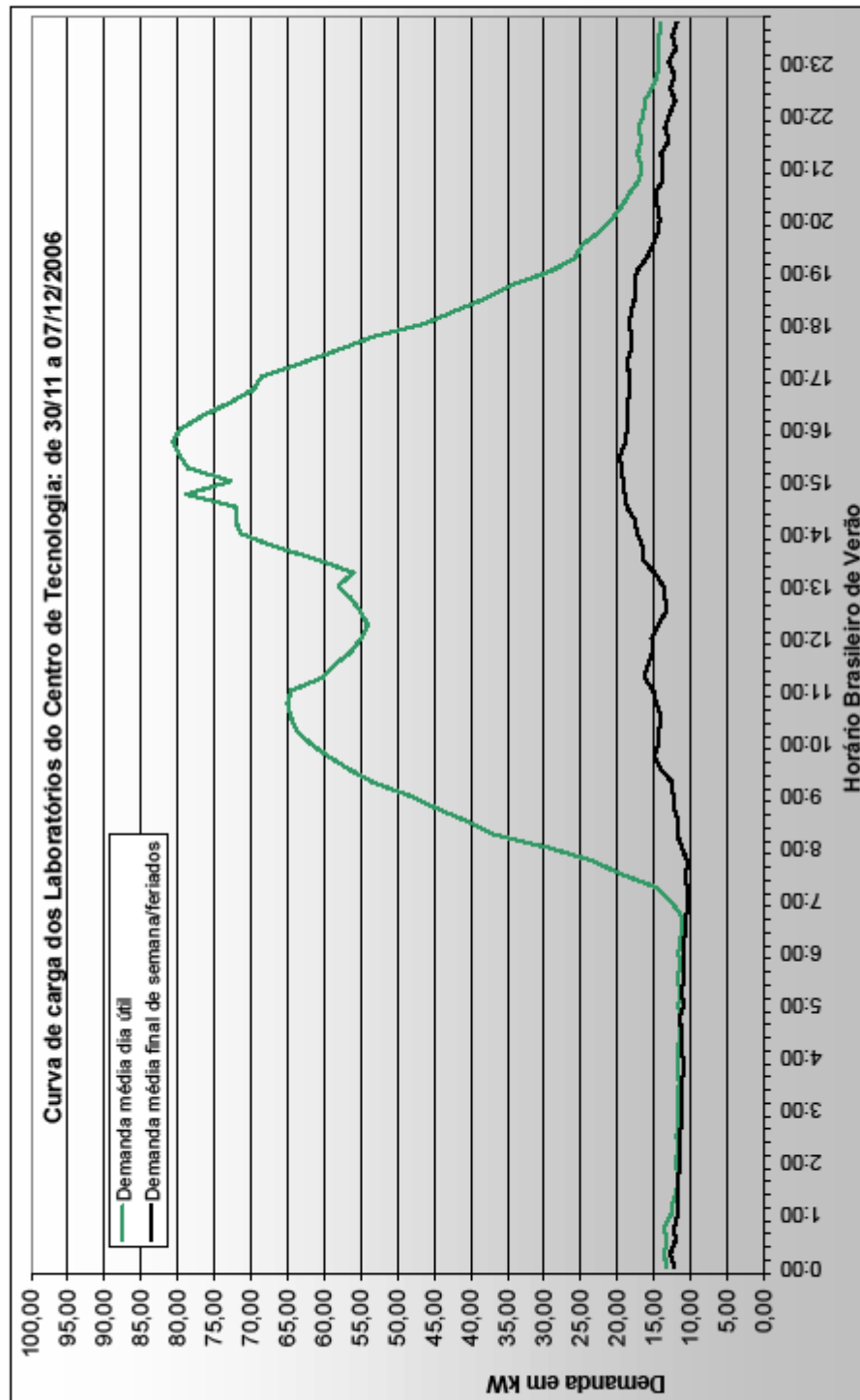
Subestação do Centro de Tecnologia



Relatório de medições

02/06/2009

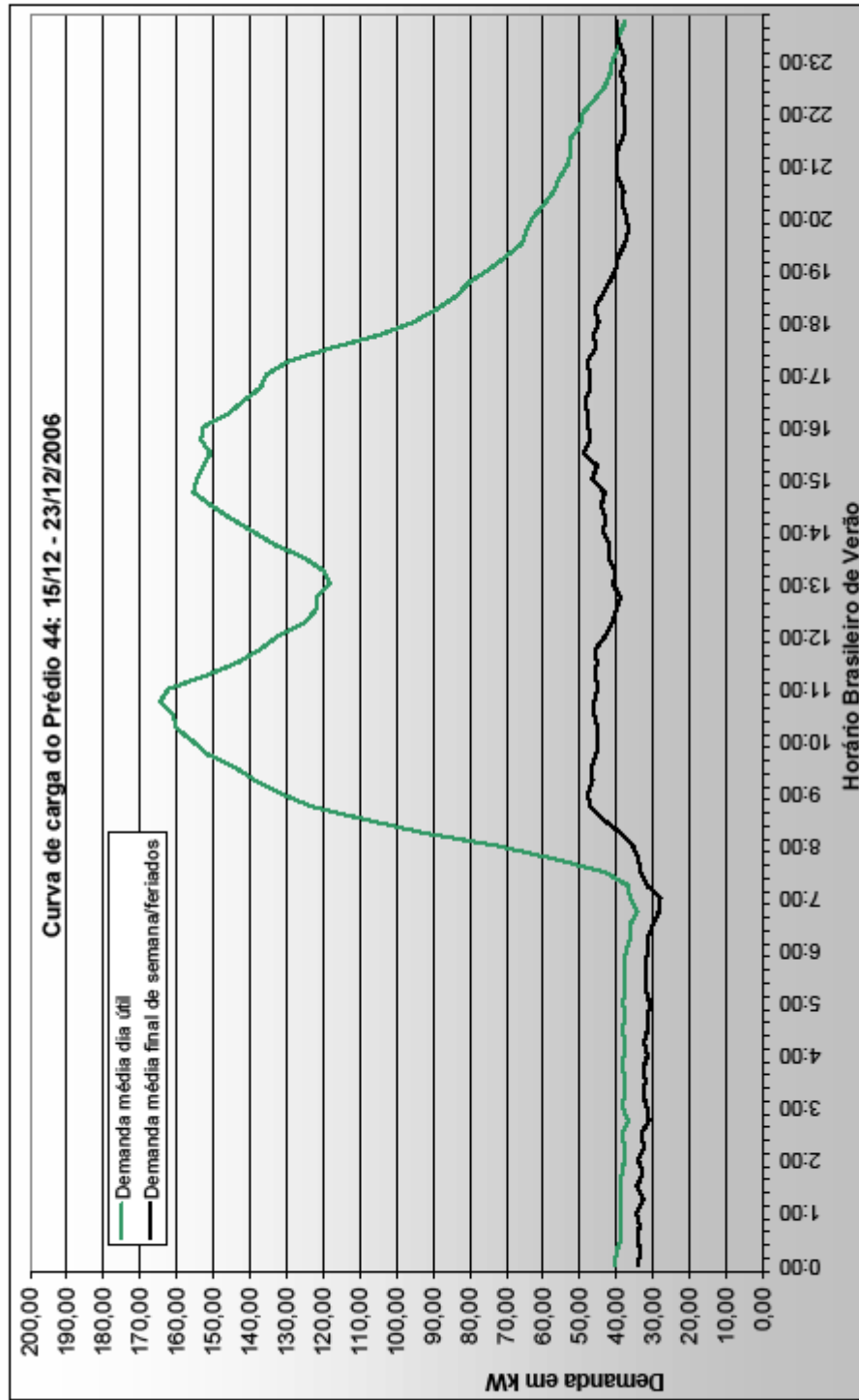
| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|--|---|
| Descrição do ponto: | Laboratório do Centro de Tecnologia | |
| Número do prédio | 10 | |
| Período de medição: | 30/11 - 07/12/2008 | |
| Total de horas | 166,9 | |
| Dados da subestação: | | Número: 6 |
| Transformador | 500kVA | |
| Proteção geral MT | Disjuntor de AT | |
| Proteção geral BT | Disjuntor termomagnético ???A (ilegível) | |
| Demanda (resolução 1 minuto) | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 98,80 | 05/12/08 15:55 (terça) |
| Média | 29,28 | |
| Mínima | 8,40 | 1/12/2008 06:52:00 (sexta) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 4700 | ponta 8,1% |
| Ponta | 417 | |
| Total | 5117 | Estimativa de consumo mensal de 22381 kWh |
| Fator de carga= 0,31 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 87 indutivo | 02/12/08 - 08:24 (sábado) |
| Médio | 97indutivo | |
| Máximo | 100 | 04/12/08 - 13:17 (segunda) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 204,3 | 04/12/08 - 13:16 (segunda) |
| Média | 217,2 | |
| Máxima | 227,8 | 01/12/08 - 01:01 (sexta) |



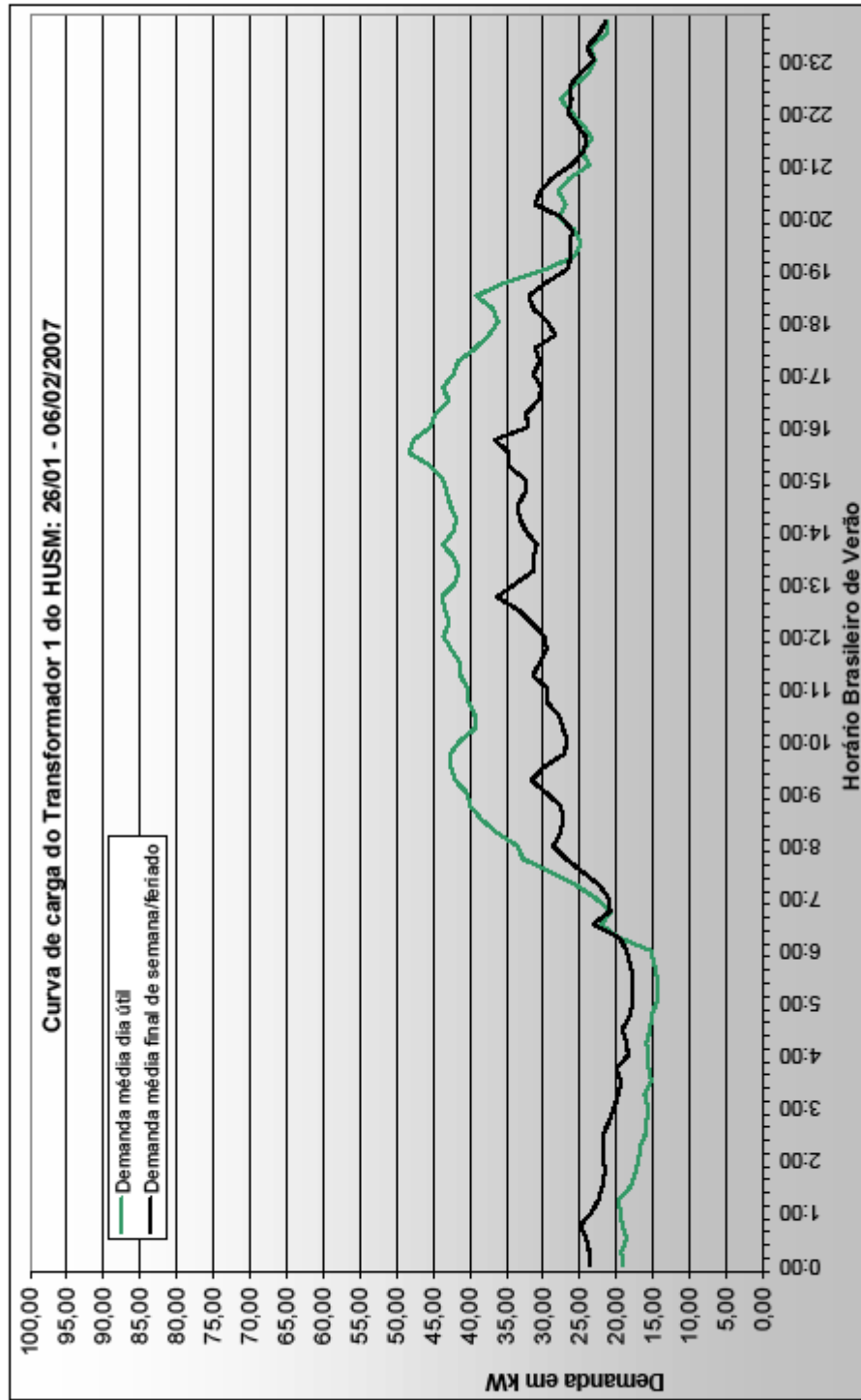
Relatório de medições

02/06/2009

| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|--------------------|---|
| Descrição do ponto: | Centro de Educação | |
| Número do prédio | 44 | |
| Período de medição: | 15/12 - 23/12/2008 | |
| Total de horas | 204,5 | |
| Dados da subestação: | | Número: 29 |
| Transformador | 300kVA | |
| Proteção geral MT | | |
| Proteção geral BT | | |
| Demanda (resolução 1 minuto) | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 193,50 | 19/12/08 - 14:51 (terça) |
| Média | 89,61 | |
| Mínima | 20,90 | 23/12/08 - 08:37 (sábado) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 14012 | ponta 13,7% |
| Ponta | 2224 | |
| Total | 18236 | Estimativa de consumo mensal de 57957 kWh |
| Fator de carga= 0,41 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 87 indutivo | 23/12/08 - 12:02 (sábado) |
| Médio | 95 indutivo | |
| Máximo | 98 indutivo | 18/12/08 - 10:00 (segunda) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 205,5 | 23/12/08 - 23:24h (sábado) |
| Média | 219,1 | |
| Máxima | 229,3 | 21/12/08 - 00:18h (quinta) |



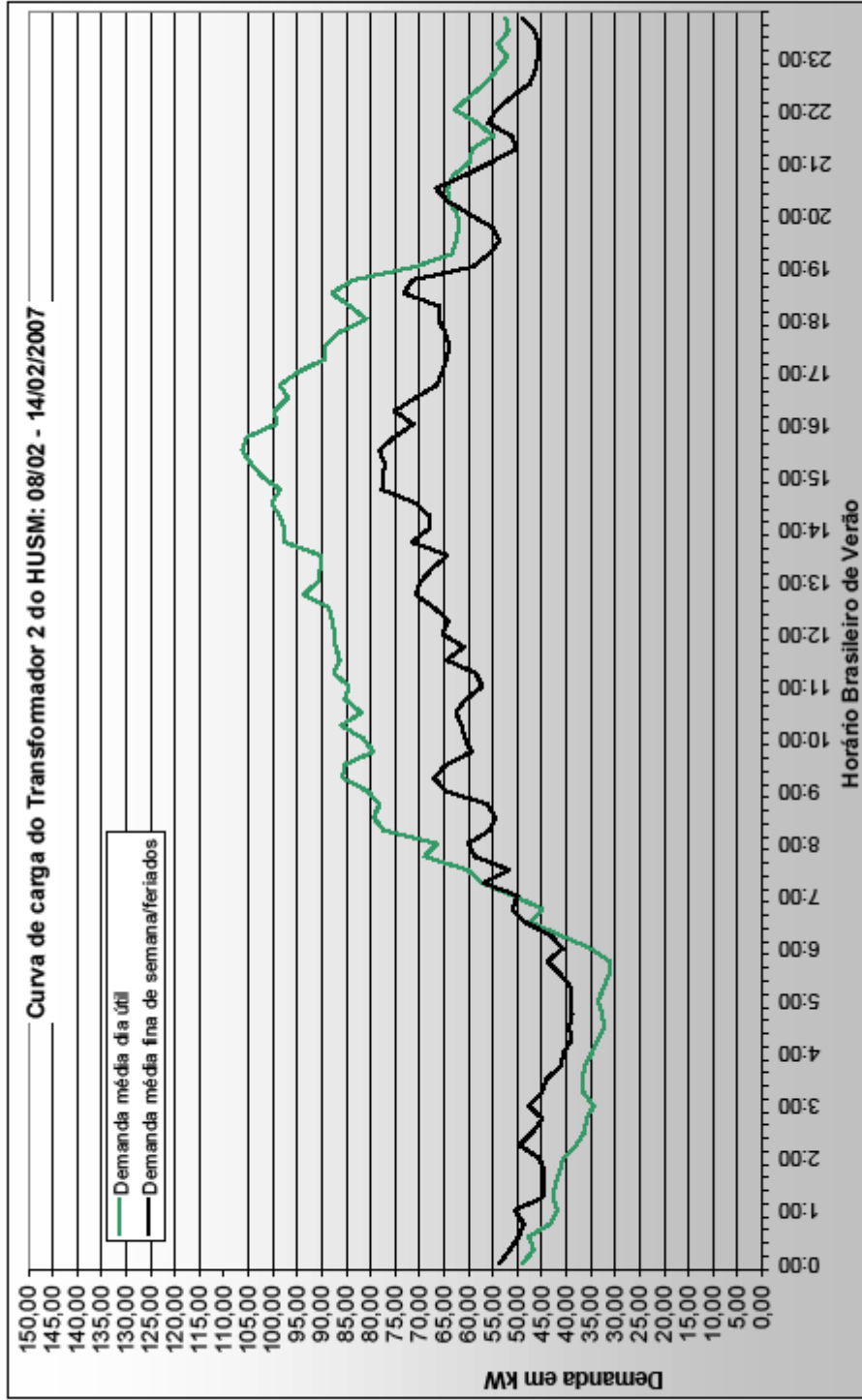
| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|--|------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Hospital Universitário | |
| Número do prédio | 23 | |
| Período de medição: | 28/01 - 06/02/2007 | |
| Total de horas | 270,28 | |
| Dados da subestação: | | Número: 7 |
| Transformador | 225kVA | |
| Proteção geral MT | Disjuntor de MT | |
| Proteção geral BT | Disjuntor de BT 400A | |
| Demanda (resolução 1 minuto) | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 81,20 | 06/02/07 - 13:58h (terça) |
| Média | 29,30 | |
| Mínima | 9,80 | 31/01/07 - 02:19h (quarta) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 7318 | ponta 7,7% |
| Ponta | 812 | |
| Total | 7928 | Estimativa de consumo mensal de 21413 kWh |
| Fator de carga= 0,48 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 48 indutivo | 30/01/07 - 00:04 (terça) |
| Médio | 70 indutivo | |
| Máximo | 87 indutivo | 06/02/07 - 13:57 (terça) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 215 | 05/02/07 - 15:07h (segunda) |
| Média | 227,5 | |
| Máxima | 237,1 | 30/01/07 - 00:53h (terça) |



Relatório de medições

02/06/2009

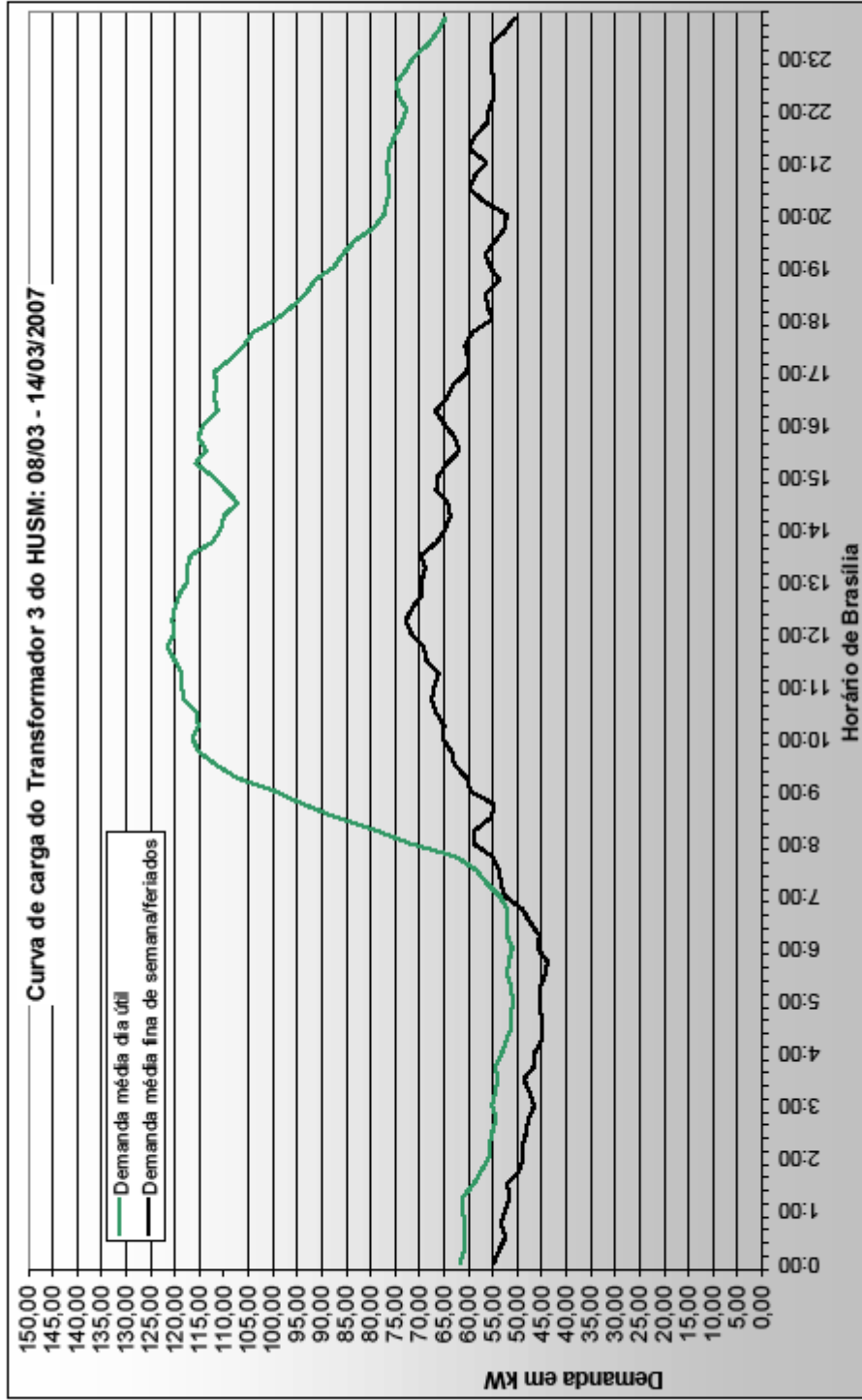
| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Hospital Universitário | |
| Número do prédio | 24 | |
| Período de medição: | 08/02 - 14/02/2007 | |
| Total de horas | 168 | |
| Dados da subestação: | | Número: 8 |
| Transformador | 225kVA | |
| Proteção geral MT | Disjuntor de MT | |
| Proteção geral BT | Disjuntor de BT 400A | |
| Demanda (resolução 1 minuto) | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 139,50 | 07/02/07 - 15:04 (quarta) |
| Média | 64,25 | |
| Mínima | 20,70 | 12/02/07 - 05:02 (segunda) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 9778 | ponta 9,5% |
| Ponta | 1032 | |
| Total | 10810 | Estimativa de consumo mensal de 48972 kWh |
| Fator de carga= 0,46 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 64 indutivo | 12/02/07 - 04:48h(segunda) |
| Médio | 83 indutivo | |
| Máximo | 94,2 indutivo | 07/02/07 - 15:04 (quarta) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 218 | 07/02/07 - 14:10h (quarta) |
| Média | 227,5 | |
| Máxima | 233,5 | 11/02/07 - 20:59h (domingo) |



Relatório de medições

02/06/2009

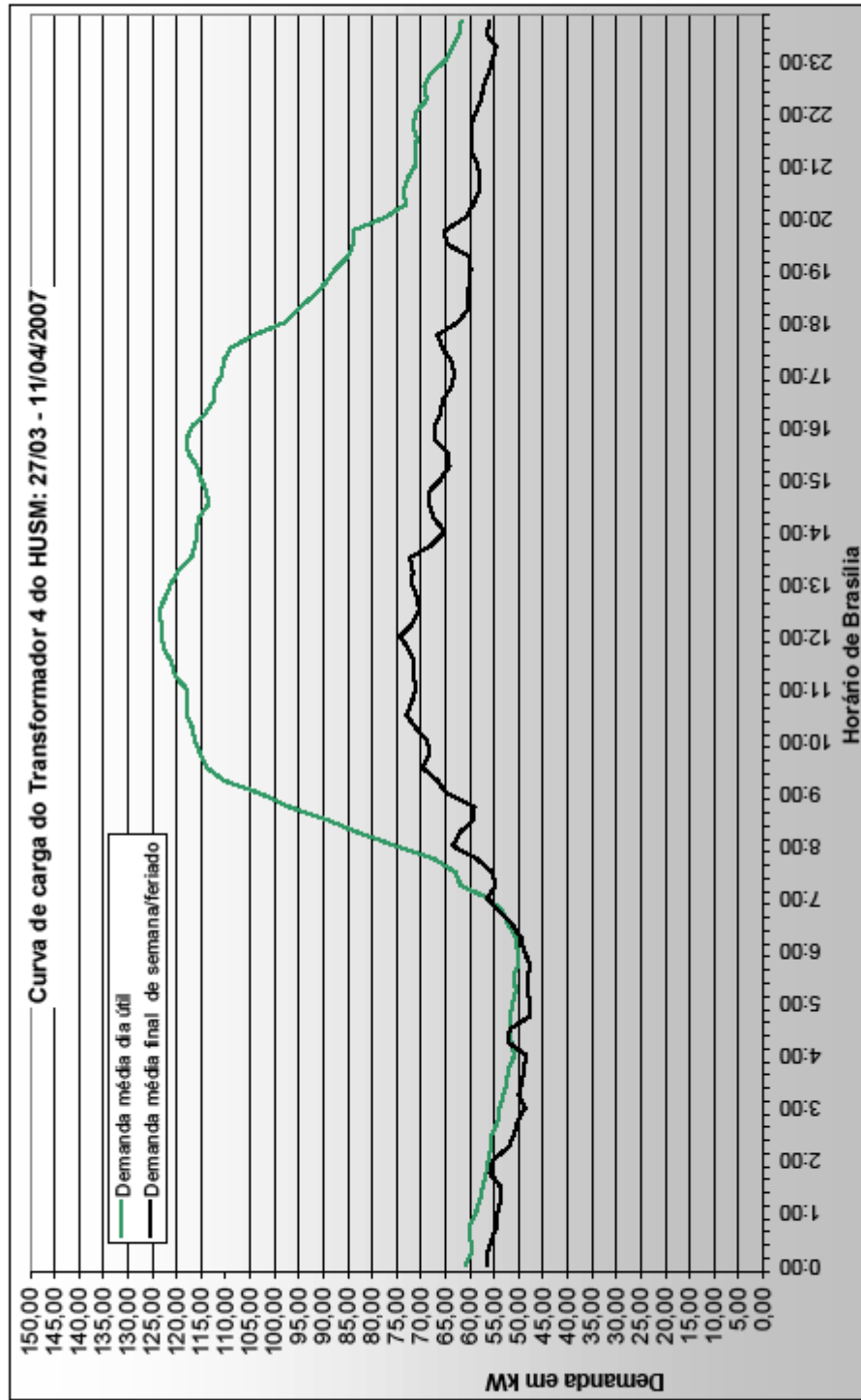
| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Hospital Universitário | |
| Número do prédio | 24 | |
| Período de medição: | 08/03 - 14/03/2007 | |
| Total de horas | 145 | |
| Dados da subestação: | | Número: 9 |
| Transformador | 225kVA | |
| Proteção geral MT | Disjuntor de MT | |
| Proteção geral BT | Disjuntor de BT 400A | |
| Demanda (resolução 1 minuto) | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 139,50 | 08/03/07 - 14:55 (quinta) |
| Média | 75,53 | |
| Mínima | 38,50 | 10/03/07 - 03:48h (sábado) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 9953 | ponta 9,1% |
| Ponta | 999 | |
| Total | 10952 | Estimativa de consumo mensal de 55138 kWh |
| Fator de carga= 0,54 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 88 indutivo | 11/03/07 - 07:43h (domingo) |
| Médio | 94 indutivo | |
| Máximo | 98,2 indutivo | 10/03/07 - 03:48h (sábado) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 215,5 | 08/03/07 - 15:43 (quinta) |
| Média | 227,8 | |
| Máxima | 238,2 | 14/03/07 - 06:15h (quarta) |



Relatório de medições

02/06/2009

| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Hospital Universitário | |
| Número do prédio | 24 | |
| Período de medição: | 27/03 - 11/04/2007 | |
| Total de horas | 366 | |
| Dados da subestação: | | Número: 10 |
| Transformador | 225kVA | |
| Proteção geral MT | Disjuntor de MT | |
| Proteção geral BT | Disjuntor de BT 400A | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 152,10 | 28/03/07 - 12:43h (quarta) |
| Média | 77,16 | |
| Mínima | 38,50 | 10/04/07 - 03:56h (terça) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 25597 | ponta 9,4% |
| Ponta | 2645 | |
| Total | 28242 | Estimativa de consumo mensal de 56330 kWh |
| Fator de carga= 0,51 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 89 indutivo | 07/04/07 - 08:01h (sábado) |
| Médio | 95 indutivo | |
| Máximo | 98 indutivo | 10/04/07 - 21:10h (terça) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 216 | 28/03/07 - 15:24h (quarta) |
| Média | 228,5 | |
| Máxima | 238,7 | 06/04/07 - 00:45h (sexta) |

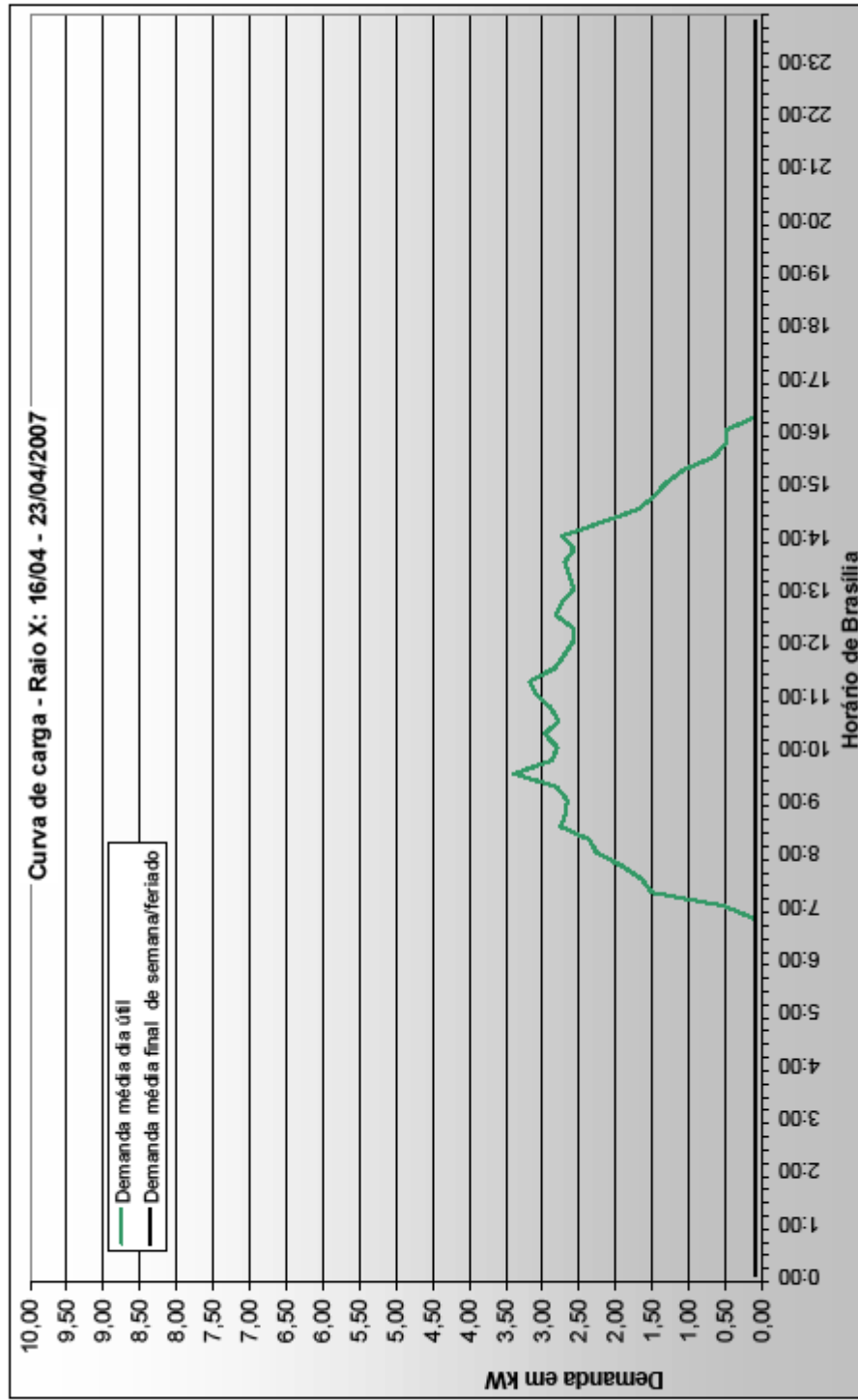


Relatório de medições

02/06/2009

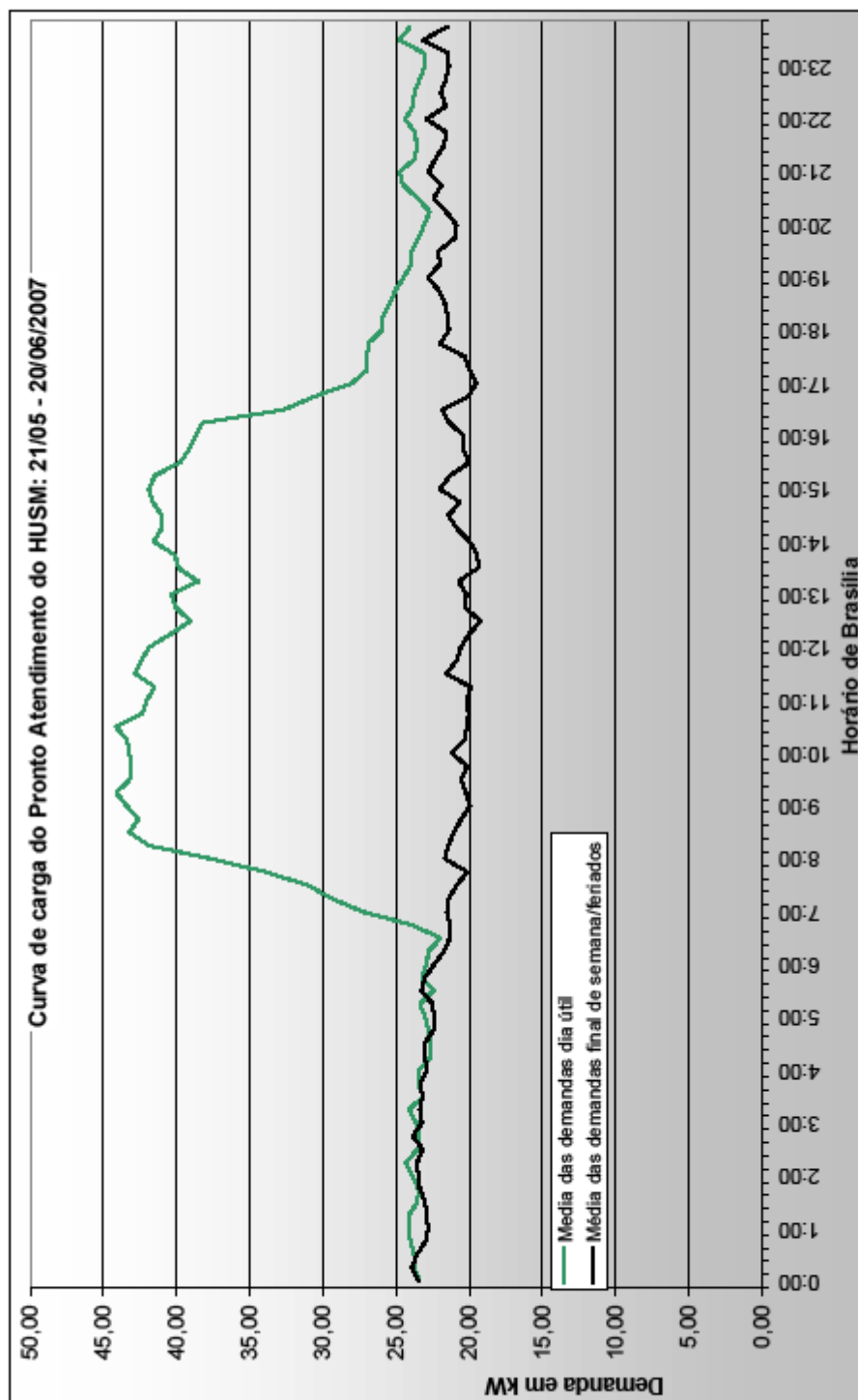
| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|----------------------|---|
| Descrição do ponto: | Raio X (HUSM) | |
| Número do prédio | 23 | |
| Período de medição: | 18/04 - 23/04/2007 | |
| Total de horas | 189 | |
| Dados da subestação: | | Número: 11 |
| Transformador | 500kVA | |
| Proteção geral MT | Chave fusível | |
| Proteção geral BT | Disjuntor de BT 700A | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 5,20 | 17/04/07 - 10:58h (terça) |
| Média | 0,70 | |
| Mínima | 0,10 | 18/04/07 - 15:07 (segunda) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na ponta 1,7% |
| Fora de ponta | 119 | |
| Ponta | 2 | |
| Total | 121 | Estimativa de consumo mensal de 523 kWh |
| Fator de carga= 0,14 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 99,5 Capacitivo | 19/04/07 - 07:12 (quinta) |
| Médio | 86,4 Capacitivo | |
| Máximo | 81,9 Capacitivo | 18/04/07 - 14:38 (segunda) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 209,6 | 23/04/07 - 13:58h (segunda) |
| Média | 219 | |
| Máxima | 224,1 | 22/04/07 - 21:12h (domingo) |

Subestação que alimenta o raio-x



| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|--------------------|---|
| Descrição do ponto: | PA - HUSM | |
| Número do prédio | 23 | |
| Período de medição: | 21/05 - 20/06/2007 | |
| Total de horas | 721 | |
| Dados da subestação: | | Número: 12 |
| Transformador | 500kVA | |
| Proteção geral MT | Chave fusível | |
| Proteção geral BT | Disjuntor de BT | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 68,00 | 29/05/07 - 14:55h (terça) |
| Média | 28,50 | |
| Mínima | 11,00 | 10/06/07 - 11:52 (domingo) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na ponta 8,1% |
| Fora de ponta | 18911 | |
| Ponta | 1670 | |
| Total | 20581 | Estimativa de consumo mensal de 20838 kWh |
| Fator de carga= 0,42 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 90,2 indutivo | 10/06/07 - 12:56h (domingo) |
| Médio | 97,7 indutivo | |
| Máximo | 99,8 indutivo | 24/05/07 - 19:46h (quinta) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 212 | 29/05/07 - 14:15h (terça) |
| Média | 219,4 | |
| Máxima | 225 | 10/06/07 - 18:43h (domingo) |

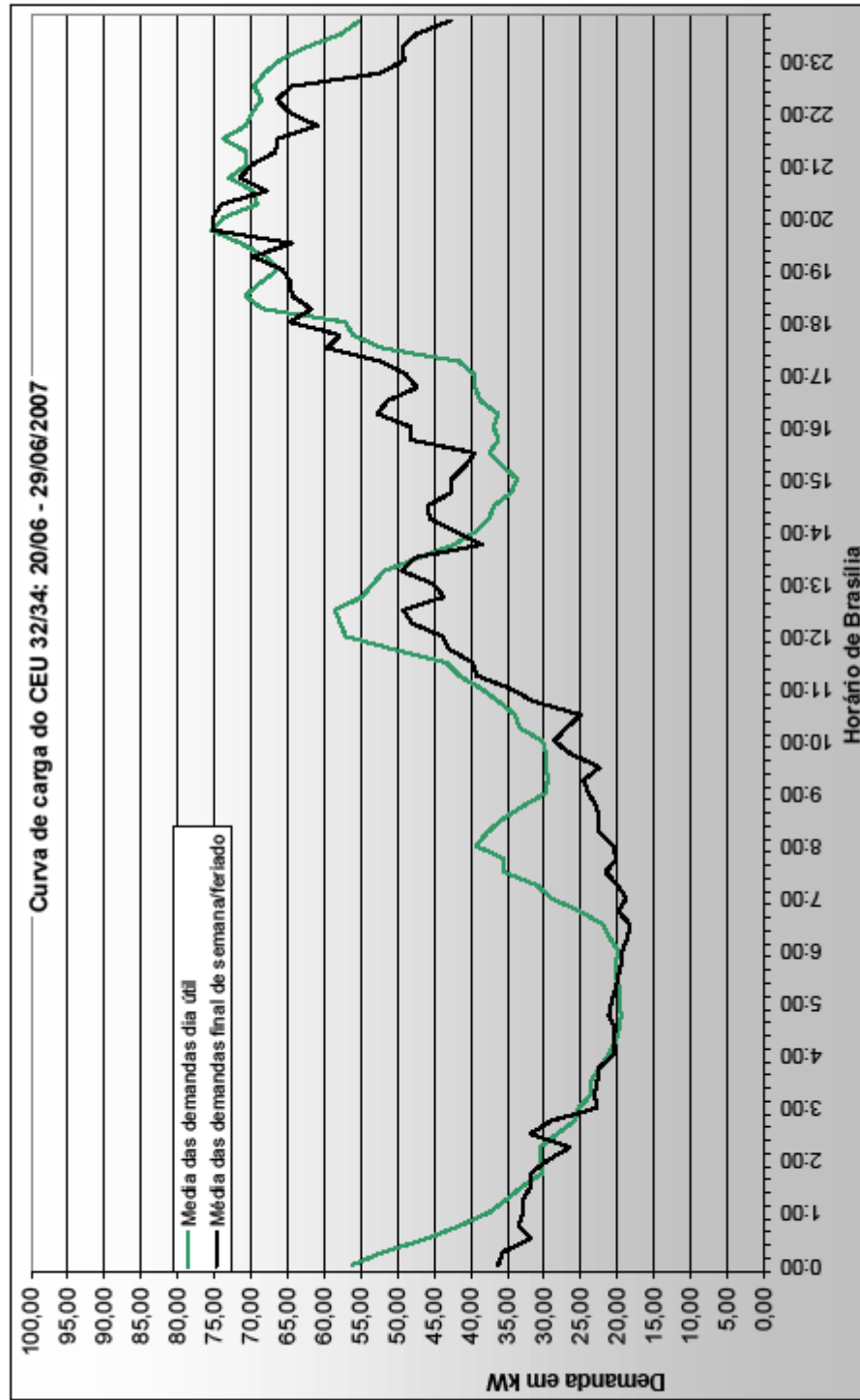
Subestação que alimenta o Pronto Atendimento



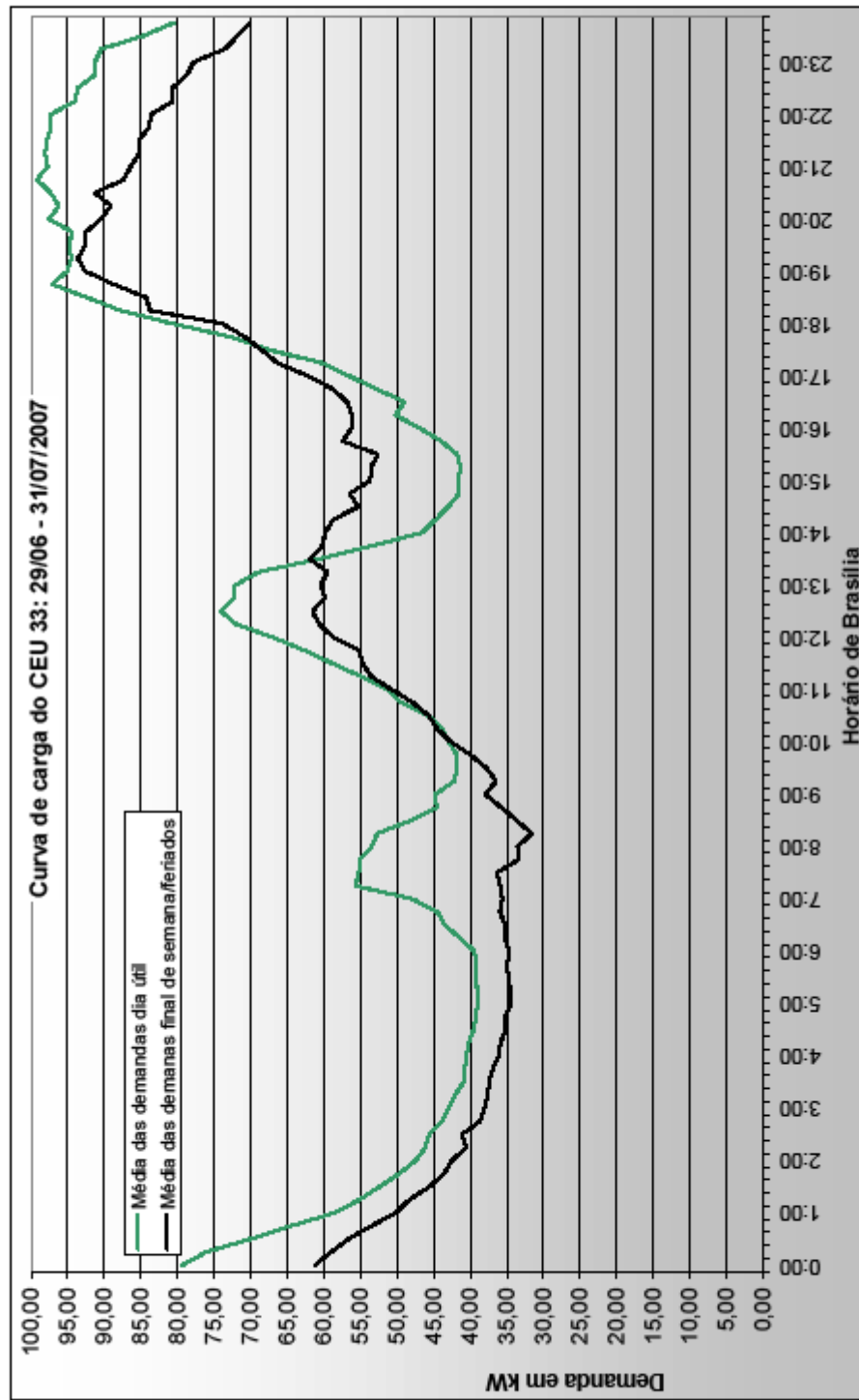
Relatório de medições

02/06/2009

| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|---|----------------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Casa de Estudante | |
| Número do prédio | 32 e 34 | |
| Período de medição: | 20/06 - 29/06/2007 | |
| Total de horas | 212 | |
| Dados da subestação: | | Número: 32 |
| Transformador | 500kVA | |
| Proteção geral MT | Chave fusível | |
| Proteção geral BT | Disjuntor termomagnético 3P 350A | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 109,00 | 27/06/07 - 21:47h (quarta) |
| Média | 40,00 | |
| Mínima | 15,00 | 21/06/07 - 04:44h (quinta) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 7834 | ponta 16,2% |
| Ponta | 1473 | |
| Total | 9107 | Estimativa de consumo mensal de 31359 kWh |
| Fator de carga= 0,39 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 87,8 indutivo | 24/06/07 - 06:45h (domingo) |
| Médio | 97,2 indutivo | |
| Máximo | 99,7 indutivo | 25/06/07 - 18:34h (segunda) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 212,8 | 26/06/07 - 11:01h (terça) |
| Média | 219,3 | |
| Máxima | 225,3 | 26/06/07 - 03:20h (terça) |

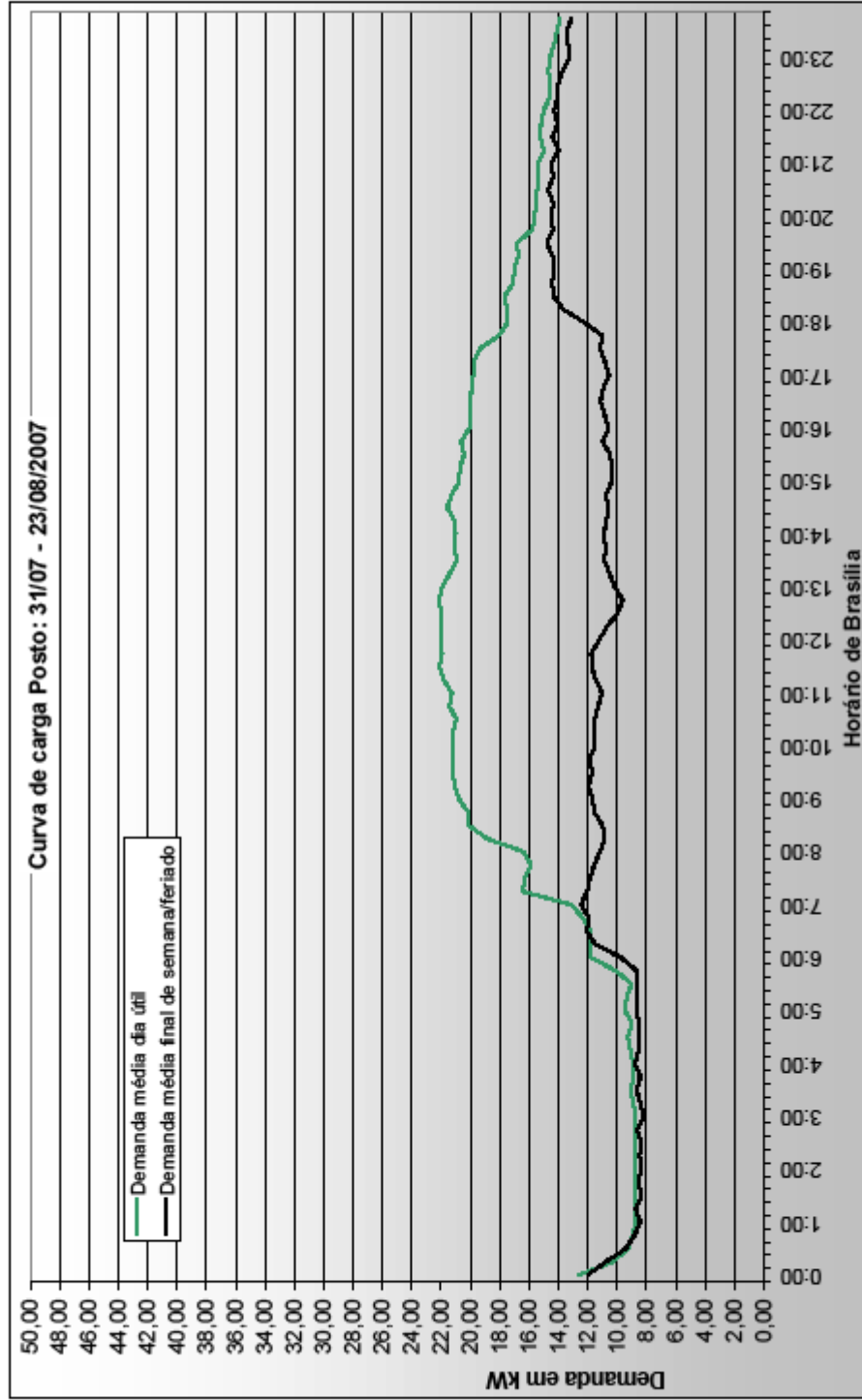


| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|---|----------------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Casa de Estudante | |
| Número do prédio | 33 | |
| Período de medição: | 29/06 - 31/07/2007 | |
| Total de horas | 770 | |
| Dados da subestação: | | Número: 32 |
| Transformador | 500kVA | |
| Proteção geral MT | Chave fusível | |
| Proteção geral BT | Disjuntor termomagnético 3P 350A | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 143,00 | 17/07/07 - 21:22h (terça) |
| Média | 60,00 | |
| Mínima | 21,00 | 22/07/07 - 07:51h (domingo) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 39874 | ponta 13,6% |
| Ponta | 6294 | |
| Total | 46168 | Estimativa de consumo mensal de 43770 kWh |
| Fator de carga= 0,42 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 90,5 indutivo | 22/07/07 - 08:18h (domingo) |
| Médio | 98,9 indutivo | |
| Máximo | 99,8 indutivo | 31/07/07 - 00:14h (terça) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 211,5 | 17/07/07 - 10:48h (terça) |
| Média | 219,3 | |
| Máxima | 226,2 | 24/07/07 - 04:04h (terça) |



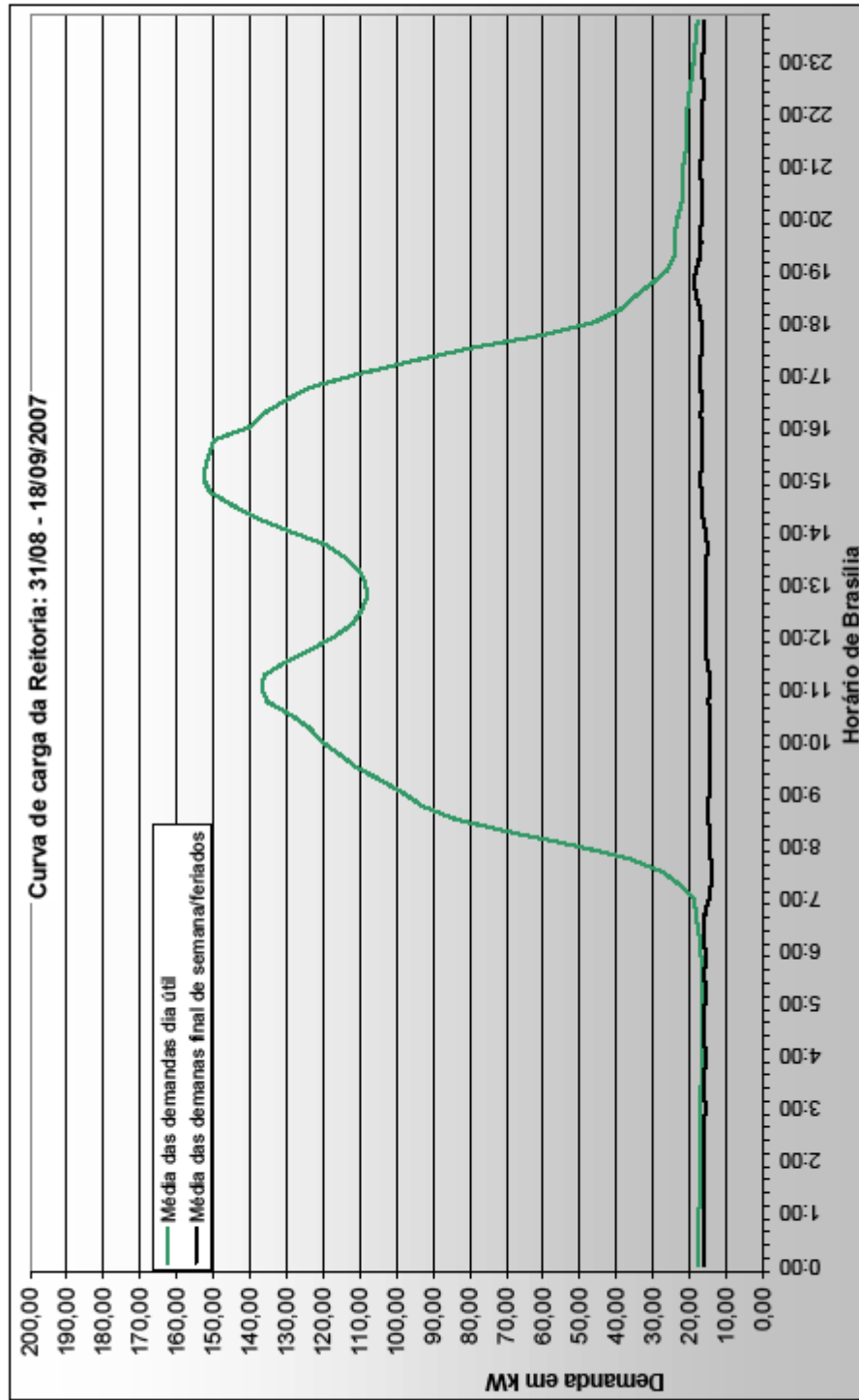
| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|---|----------------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Posto | |
| Número do prédio | | |
| Período de medição: | 31/07/07 - 23/08/07 | |
| Total de horas | 549 | |
| Dados da subestação: | | Número: |
| Transformador | 75kVA (não confirmado) | |
| Proteção geral MT | Chave fusível | |
| Proteção geral BT | Disjuntor termomagnético 3P 125A | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 33,00 | 13/08/07 - 12:21h (segunda) |
| Média | 10,00 | |
| Mínima | 5,00 | 12/08/07 - 08:15h (domingo) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 7284 | ponta 10,1% |
| Ponta | 817 | |
| Total | 8101 | Estimativa de consumo mensal de 10772 kWh |
| Fator de carga= 0,45 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 65,8 indutivo | 22/08/07 - 05:32h (sábado) |
| Médio | 86,3 indutivo | |
| Máximo | 98,5 indutivo | 02/08/07 - 20:47h (quinta) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 170,4 | 15/08/07 - 09:40h (quarta) |
| Média | 214,7 | |
| Máxima | 224,5 | 12/08/07 - 03:31h (domingo) |

Subestação que alimenta o posto BR



| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|---|----------------------------------|---|
| Descrição do ponto: | Reitoria | |
| Número do prédio | 47 | |
| Período de medição: | 31/08 - 18/09/07 | |
| Total de horas | 419 | |
| Dados da subestação: | | Número: 38 |
| Transformador | 500kVA | |
| Proteção geral MT | Disjuntor de MT | |
| Proteção geral BT | Disjuntor termomagnético 3P ???A | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 258,00 | 12/09/07 - 15:56h (quarta) |
| Média | 40,00 | |
| Mínima | 20,00 | 18/09/07 - 02:52h (terça) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na ponta 5,2% |
| Fora de ponta | 18858 | |
| Ponta | 917 | |
| Total | 17773 | Estimativa de consumo mensal de 30985 kWh |
| Fator de carga= 0,16 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 95,8 indutivo | 04/09/07 - 18:13h (terça) |
| Médio | 98,9 indutivo | |
| Máximo | 100 | 04/09/07 - 21:38h (terça) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 207,7 | 12/09/07 - 14:40h (quarta) |
| Média | 220,3 | |
| Máxima | 226,9 | 31/08/07 - 18:46h (sexta) |

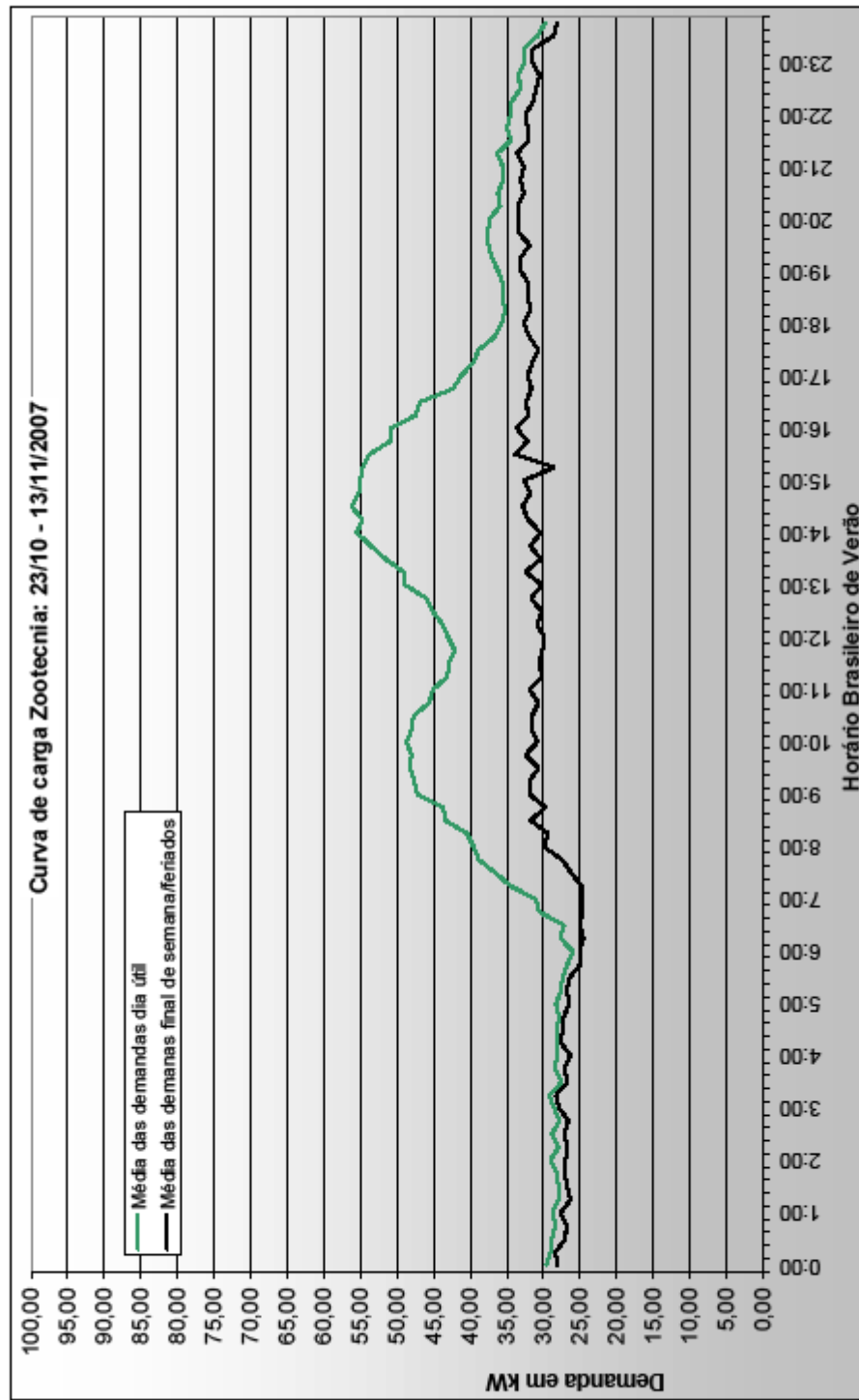
Subestação que alimenta a reitoria



Relatório de medições

02/06/2009

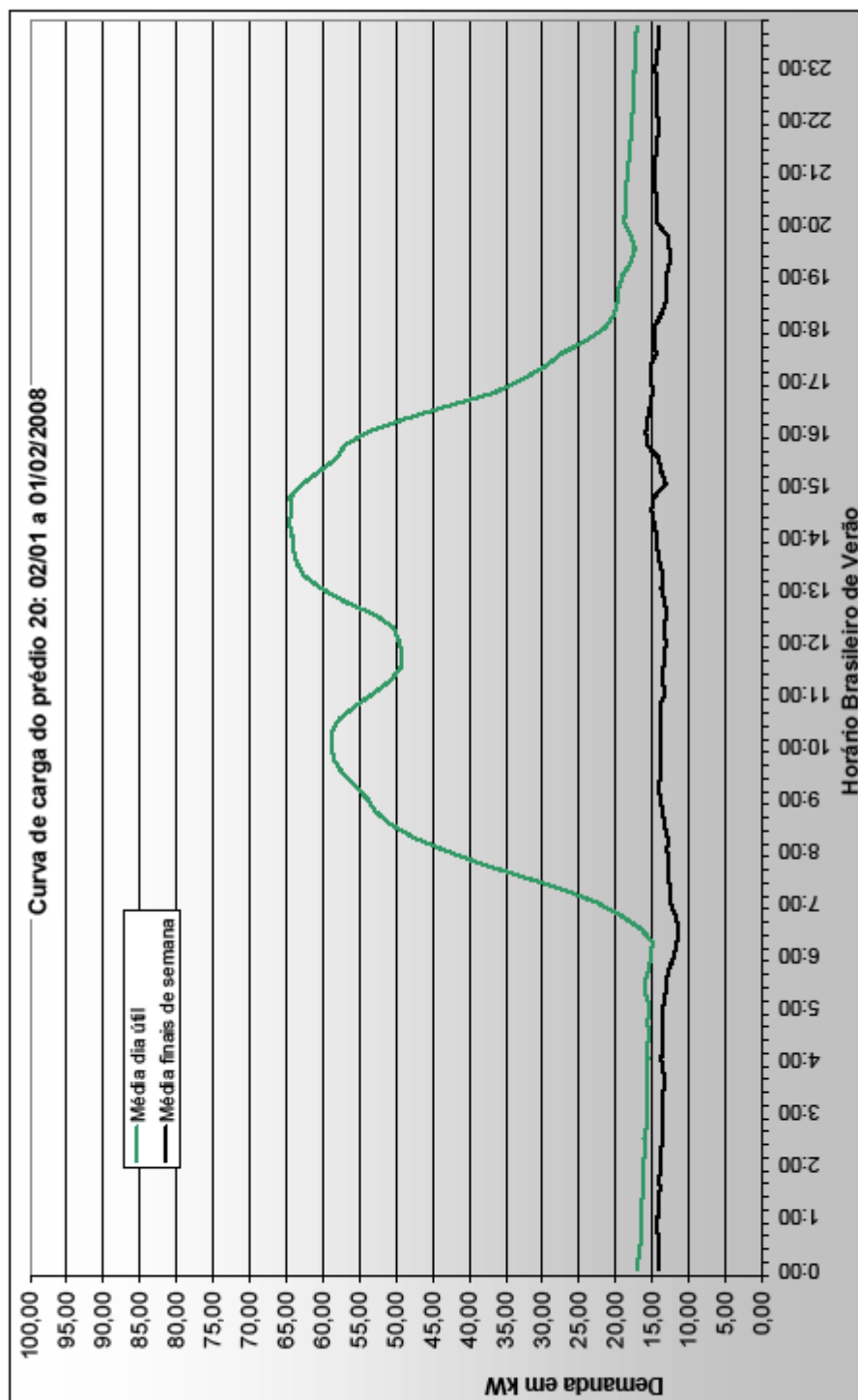
| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|--------------------|---|
| Descrição do ponto: | Zootecnia | |
| Número do prédio | 78/78 | |
| Período de medição: | 23/10 - 13/11/2007 | |
| Total de horas | 511 | |
| Dados da subestação: | Número: 45 | |
| Transformador | 75kVA | |
| Proteção geral MT | | |
| Proteção geral BT | | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 101,00 | 8/11/07 - 13:40h (quinta) |
| Média | 40,00 | |
| Mínima | 15,00 | 11/11/07 - 06:45h (domingo) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 16519 | ponta 8,9% |
| Ponta | 1621 | |
| Total | 18140 | Estimativa de consumo mensal de 25914 kWh |
| Fator de carga= 0,35 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 72,0 indutivo | 11/11/07 - 07:00h (domingo) |
| Médio | 87,0 indutivo | |
| Máximo | 100 | 29/10/07 - 06:31h (segunda) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 209,8 | 29/10/07 - 06:30h (segunda) |
| Média | 224 | |
| Máxima | 232,1 | 05/11/07 - 20:24h (segunda) |



Relatório de medições

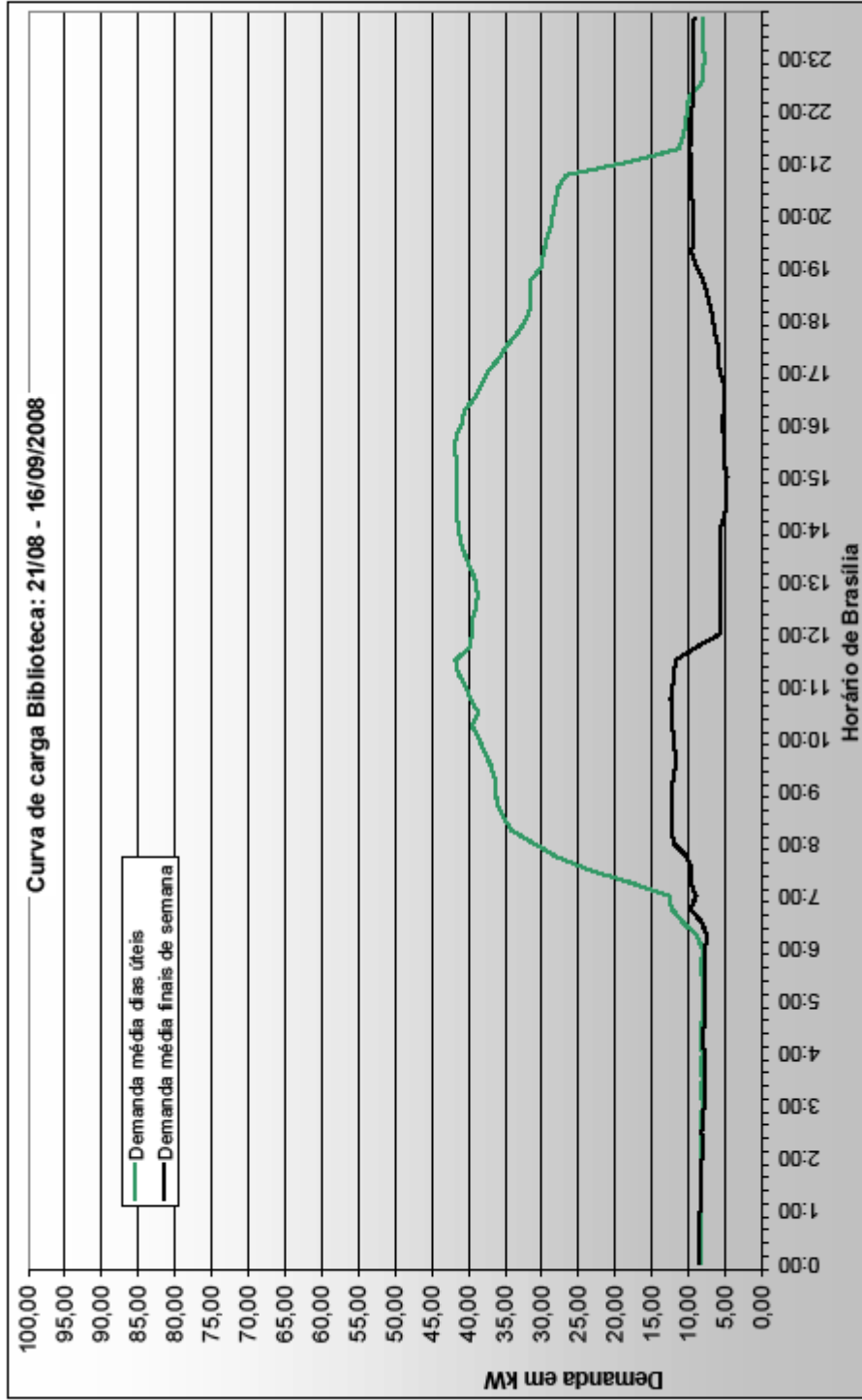
02/06/2009

| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|---|--------------------|---|
| Descrição do ponto: | Prédio 20 | |
| Número do prédio | 20 | |
| Período de medição: | 02/01 - 01/02/2008 | |
| Total de horas | 735 | |
| Dados da subestação: | | Número: 28 |
| Transformador | 225kVA | |
| Proteção geral MT | | |
| Proteção geral BT | | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 95,00 | 15/01/08 - 13:10 (terça) |
| Média | 27,70 | |
| Mínima | 8,00 | 19/01/08 - 06:19 (sábado) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 18818 | ponta 7,7% |
| Ponta | 1565 | |
| Total | 20383 | Estimativa de consumo mensal de 20244 kWh |
| Fator de carga= 0,29 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 84,0 indutivo | 19/01/08 - 7:21 (sábado) |
| Médio | 94,0 indutivo | |
| Máximo | 99,1 indutivo | 02/01/2008 - 09:07 (quarta) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 190,2 | 18/01/08 - 9:24 (quarta) |
| Média | 225 | |
| Máxima | 241,8 | 11/01/08 - 5:38 (sexta) |



| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|---|--------------------|---|
| Descrição do ponto: | Biblioteca Central | |
| Número do prédio | 30 | |
| Período de medição: | 21/08 - 16/09/2008 | |
| Total de horas | 828 | |
| Dados da subestação: | | Número: 16 |
| Transformador | 500kVA | |
| Proteção geral MT | | |
| Proteção geral BT | | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 56,00 | 03/09/08 - 15:29 (quarta) |
| Média | 19,70 | |
| Mínima | 3,00 | 22/08/08 - 6:57 (sexta) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 10477 | ponta 14,4% |
| Ponta | 1757 | |
| Total | 12234 | Estimativa de consumo mensal de 14221 kWh |
| Fator de carga= 0,35 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 72,0 indutivo | 13/09/08 - 17:09 (sábado) |
| Médio | 96,0 indutivo | |
| Máximo | 100 | 21/08/08 - 18:28 (quinta) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 174,3 | 31/08/08 - 17:20 (domingo) |
| Média | 216 | |
| Máxima | 224,4 | 30/08/08 - 19:24 (sábado) |

Subestação que alimenta a biblioteca

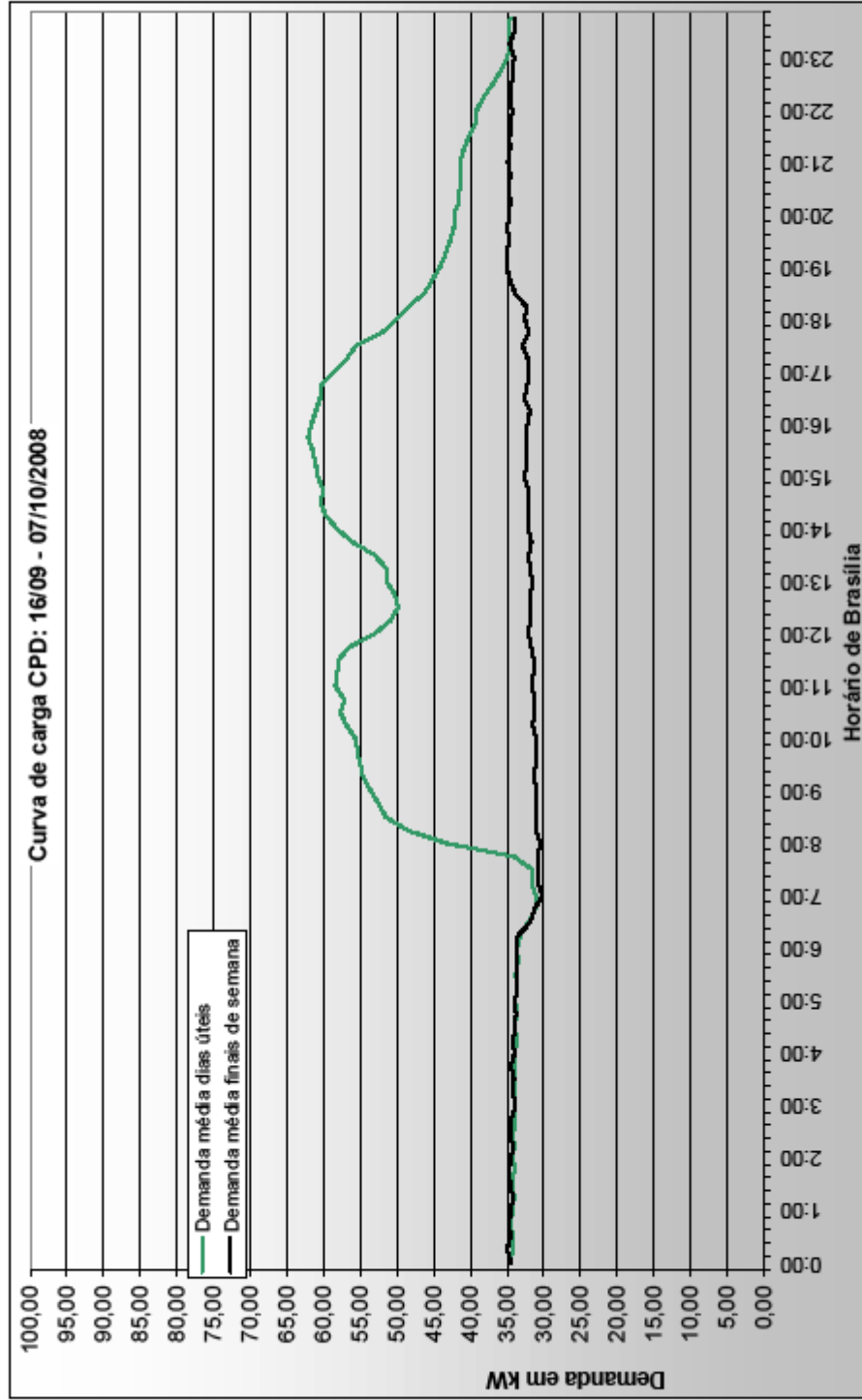


Relatório de medições

02/06/2009

| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|---|------------------|---|
| Descrição do ponto: | CPD | |
| Número do prédio | 48 | |
| Período de medição: | 18/09 - 07/10/08 | |
| Total de horas | 502 | |
| Dados da subestação: | Número: 40 | |
| Transformador | 225kVA | |
| Proteção geral MT | | |
| Proteção geral BT | | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 98,00 | 03/10/08 - 15:10 (sexta) |
| Média | 41,00 | |
| Mínima | 22,00 | 21/09/08 - 4:19 (domingo) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na |
| Fora de ponta | 18052 | ponta 12,5% |
| Ponta | 2574 | |
| Total | 20626 | Estimativa de consumo mensal de 29994 kWh |
| Fator de carga= 0,43 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 86,0 indutivo | 21/09/08 - 8:11 (domingo) |
| Médio | 93,0 indutivo | |
| Máximo | 98,2 indutivo | 03/10/08 - 15:06 (sexta) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 212,3 | 01/10/08 - 14:15 (quarta) |
| Média | 218 | |
| Máxima | 223,9 | 05/10/08 - 6:57 (domingo) |

Subestação que alimenta o CPD

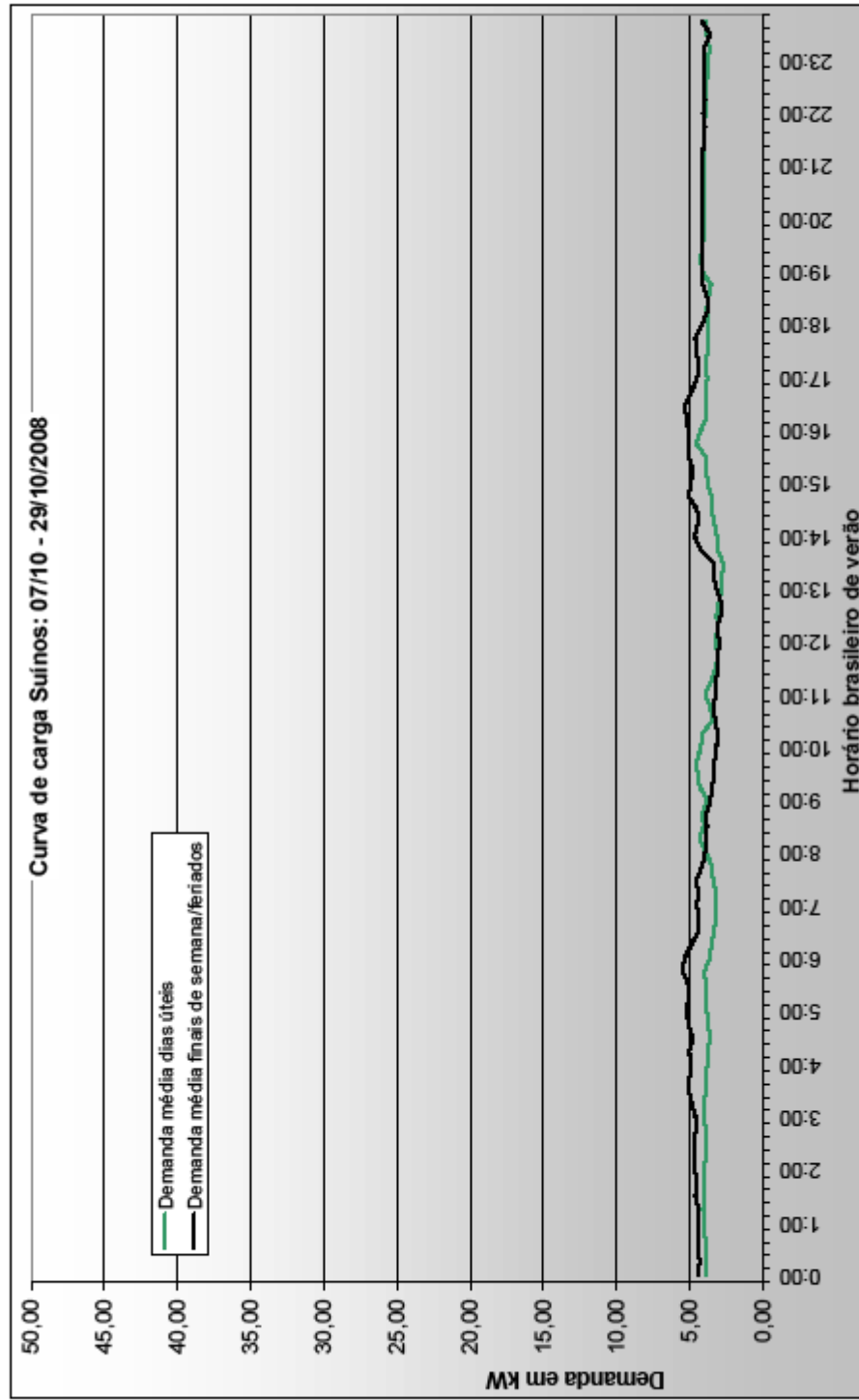


Relatório de medições

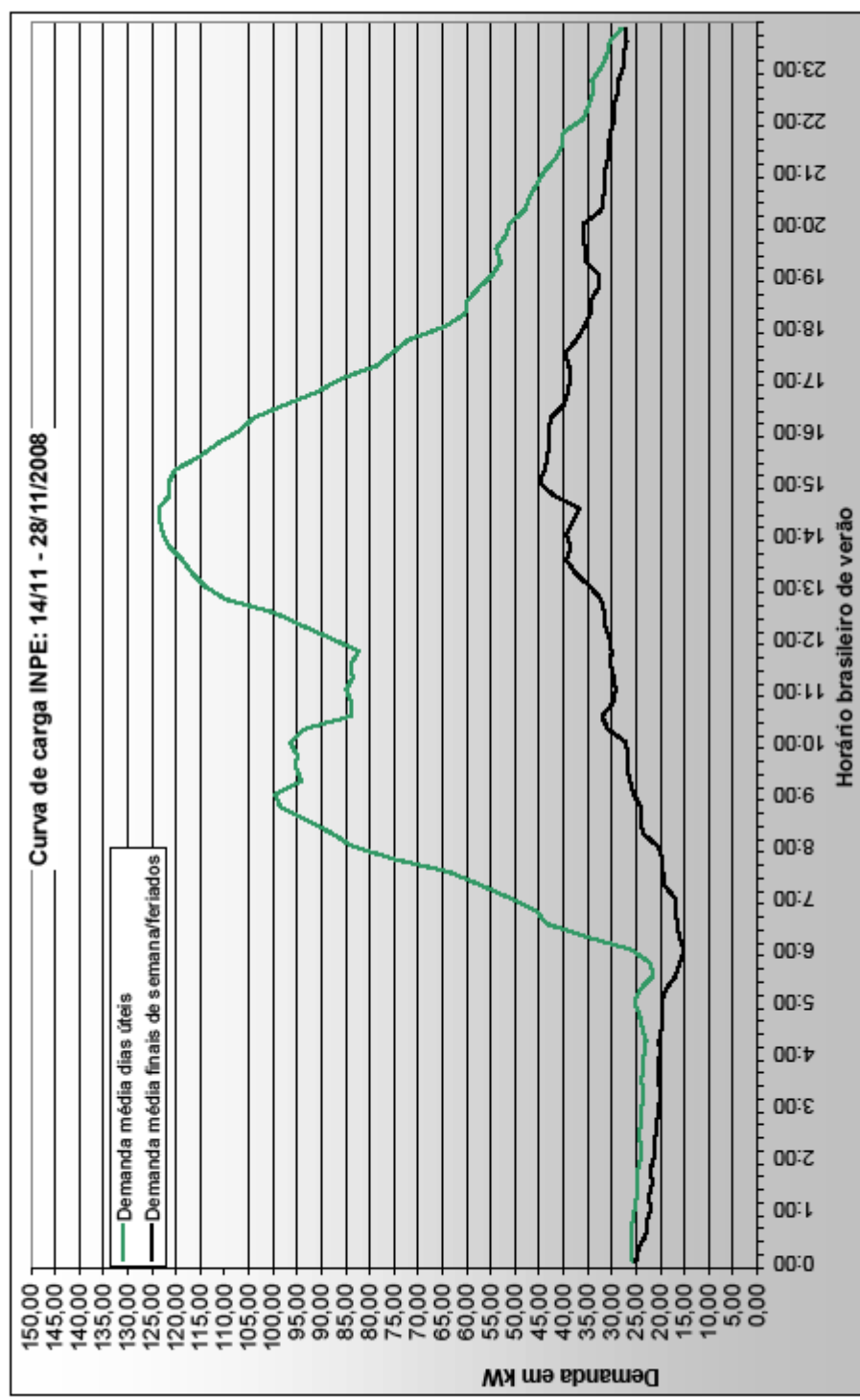
02/06/2009

| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARAMETROS ELETRICOS | | |
|---|--------------------|--|
| Descrição do ponto: | Suínos | |
| Número do prédio | | |
| Período de medição: | 07/10 - 29/10/2008 | |
| Total de horas | 528 | |
| Dados da subestação: | | Número: |
| Transformador | | |
| Proteção geral MT | | |
| Proteção geral BT | | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 13,00 | 17/10/08 - 15:29 (sexta) |
| Média | 4,00 | |
| Mínima | 0,00 | 10/10/08 - 12:05 (sexta) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na ponta 13% |
| Fora de ponta | 1754 | |
| Ponta | 262 | |
| Total | 2016 | Estimativa de consumo mensal de 2798 kWh |
| Fator de carga= 0,29 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 40,2 indutivo | 20/10/08 - 17:31 (segunda) |
| Médio | 0,85 indutivo | |
| Máximo | 100 | 08/10/08 - 7:42 (quarta) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 151 | 29/10/08 - 14:38 (segunda) |
| Média | 214 | |
| Máxima | 248,1 | 22/10/08 - 10:50 (quarta) |

Subestação que alimenta a suinocultura

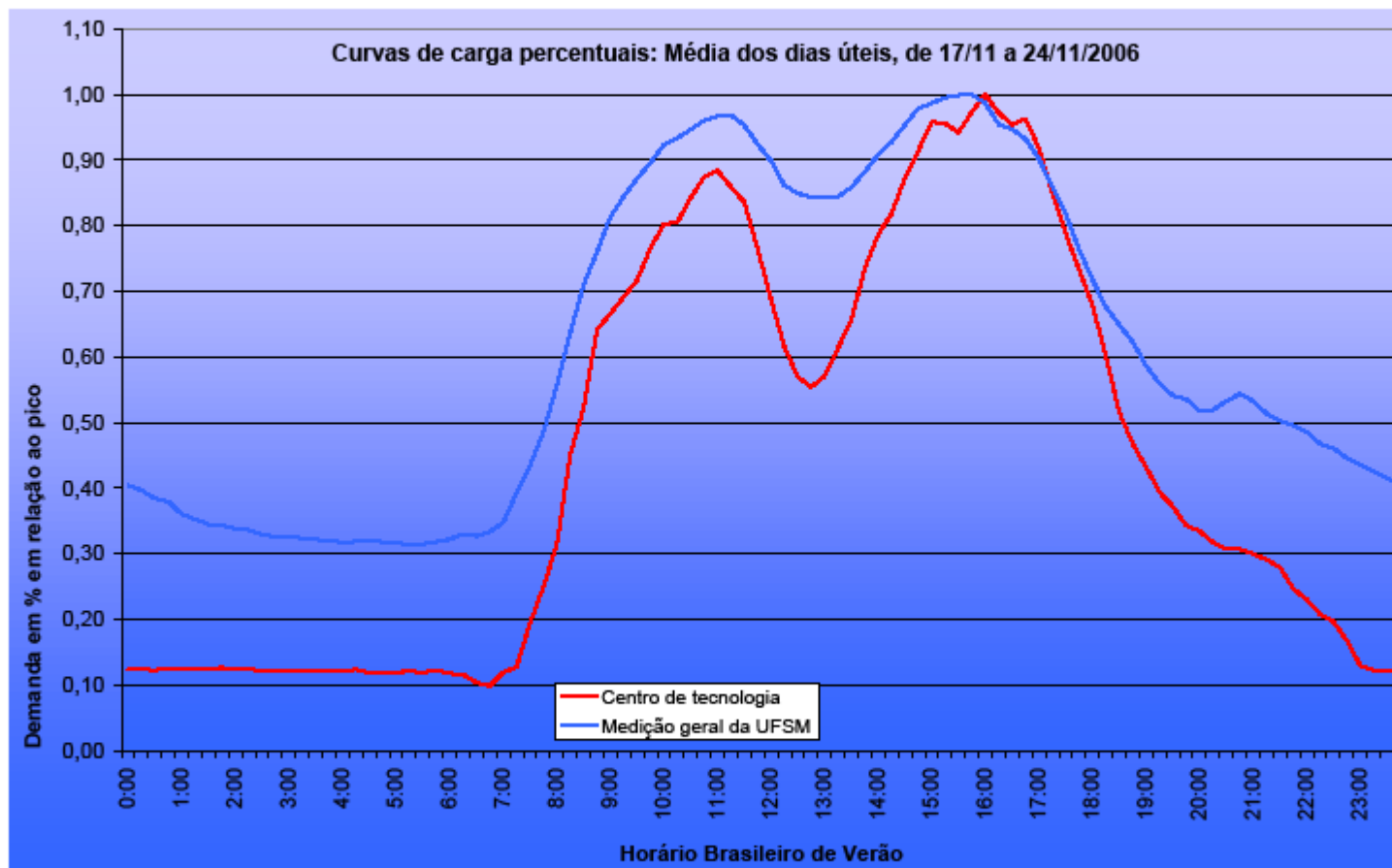


| FICHA RESUMO DE MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ELÉTRICOS | | |
|---|---------------------|---|
| Descrição do ponto: | INPE | |
| Número do prédio | 8 | |
| Período de medição: | 14/11/08 - 28/11/08 | |
| Total de horas | 337 | |
| Dados da subestação: | | Número:2 |
| Transformador | 750kVA | |
| Proteção geral MT | | |
| Proteção geral BT | | |
| Demanda | | |
| | kW | Dia e hora da ocorrência |
| Máxima | 200,00 | 28/11/08 - 15:03 (quarta) |
| Média | 53,00 | |
| Mínima | 9,00 | 23/11/08 - 5:38 (domingo) |
| Consumo | | |
| | kWh | Percentual de consumo na ponta 11% |
| Fora de ponta | 15961 | |
| Ponta | 1971 | |
| Total | 17932 | Estimativa de consumo mensal de 38844 kWh |
| Fator de carga= 0,27 | | |
| Fator de potência | | |
| | % | Dia e hora da ocorrência |
| Mínimo | 88,6 indutivo | 22/11/08 - 05:34 (sábado) |
| Médio | 95,0 indutivo | |
| Máximo | 99,7 indutivo | 20/11/08 - 12:20 (quinta) |
| Tensão | | |
| | V | Dia e hora da ocorrência |
| Mínima | 212,4 | 14/11/08 - 13:21 (sexta) |
| Média | 221 | |
| Máxima | 227,1 | 15/11/08 - 19:52 (feriado) |

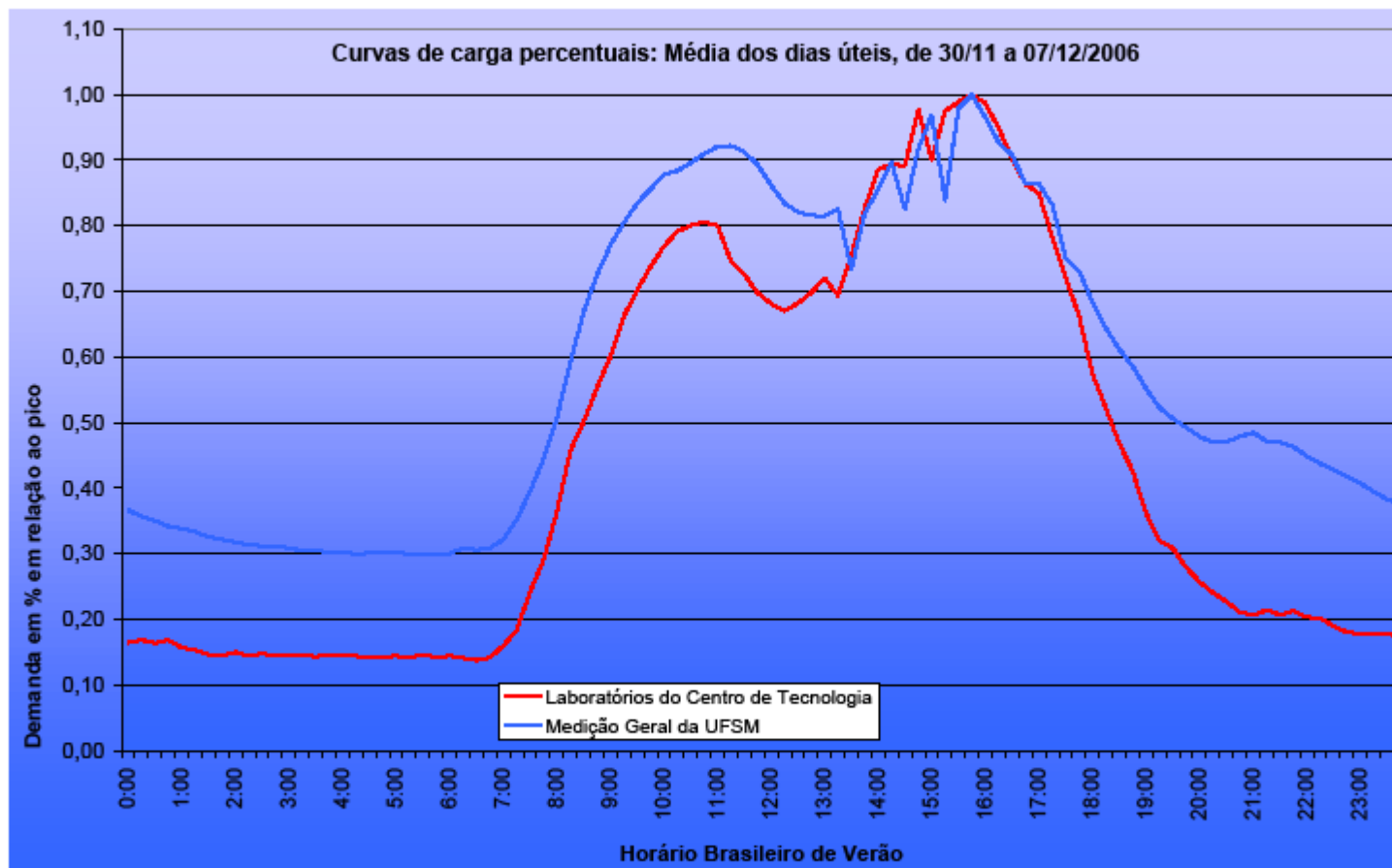


**APÊNDICE B – CURVAS DE CARGA PERCENTUAIS COMPARANDO
AS DEMANDAS INDIVIDUAIS COM A DEMANDA DE TODA
INSTITUIÇÃO**

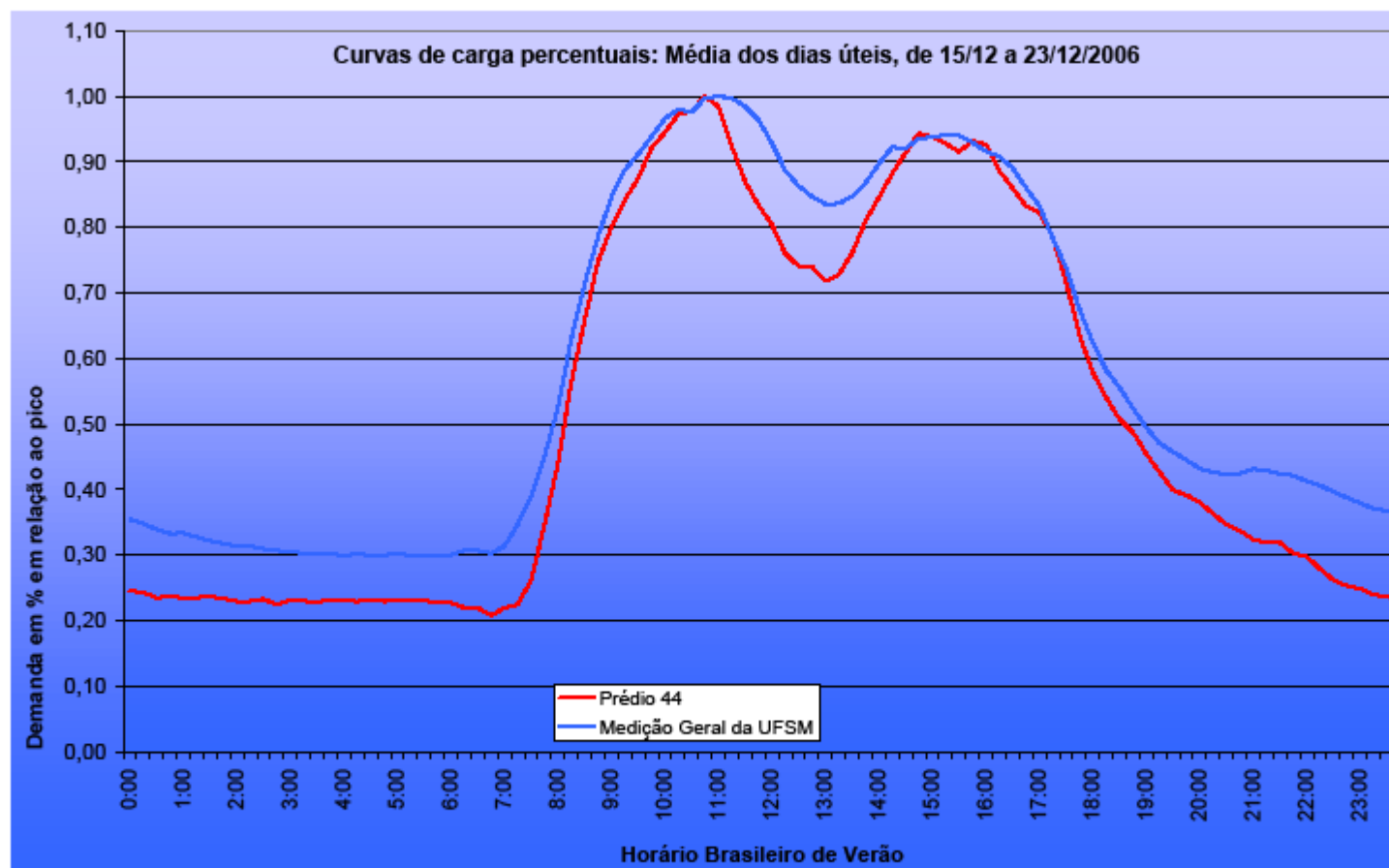
Subestação do Centro de Tecnologia



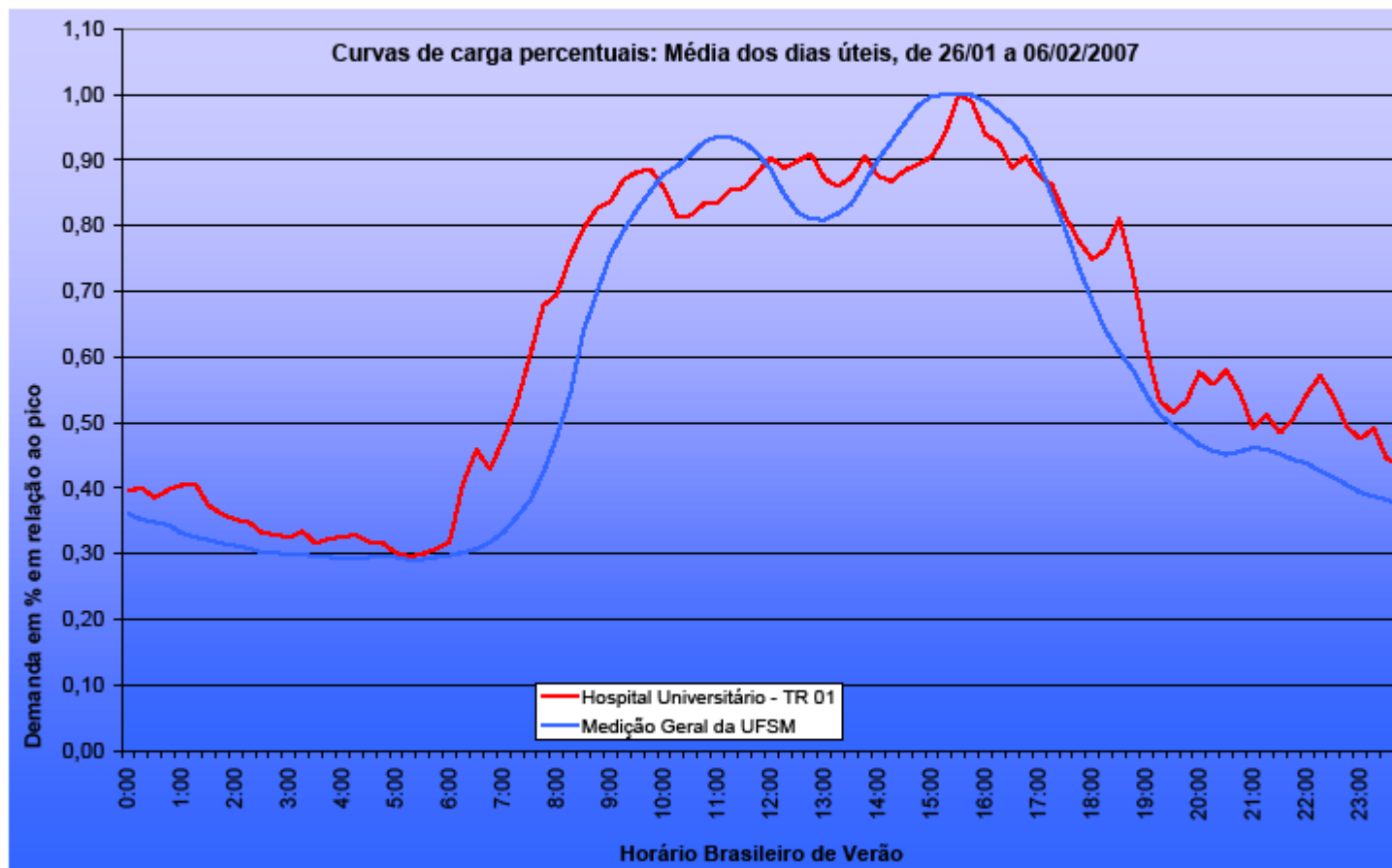
Laboratórios do Centro de Tecnologia



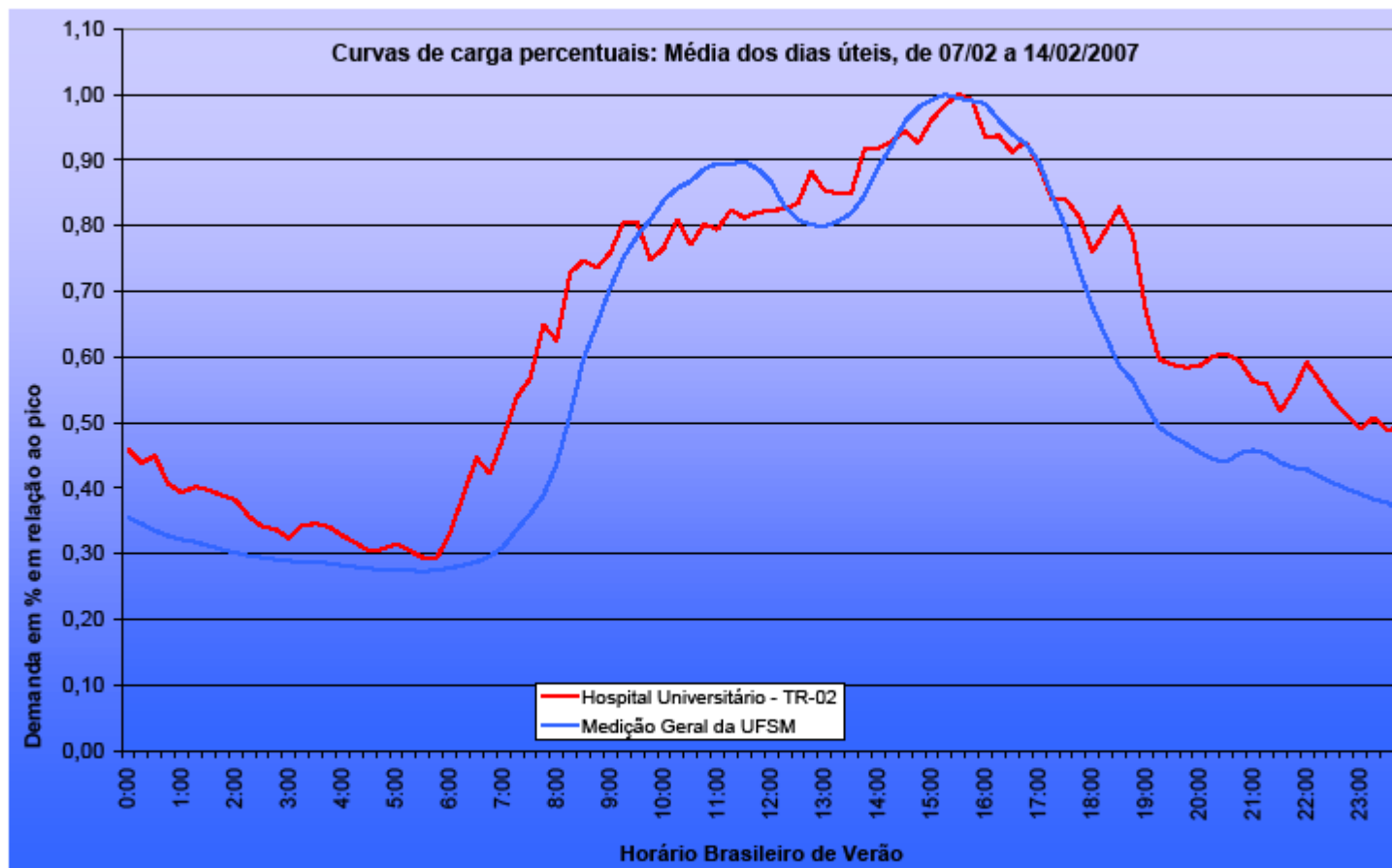
Subestação do prédio 44



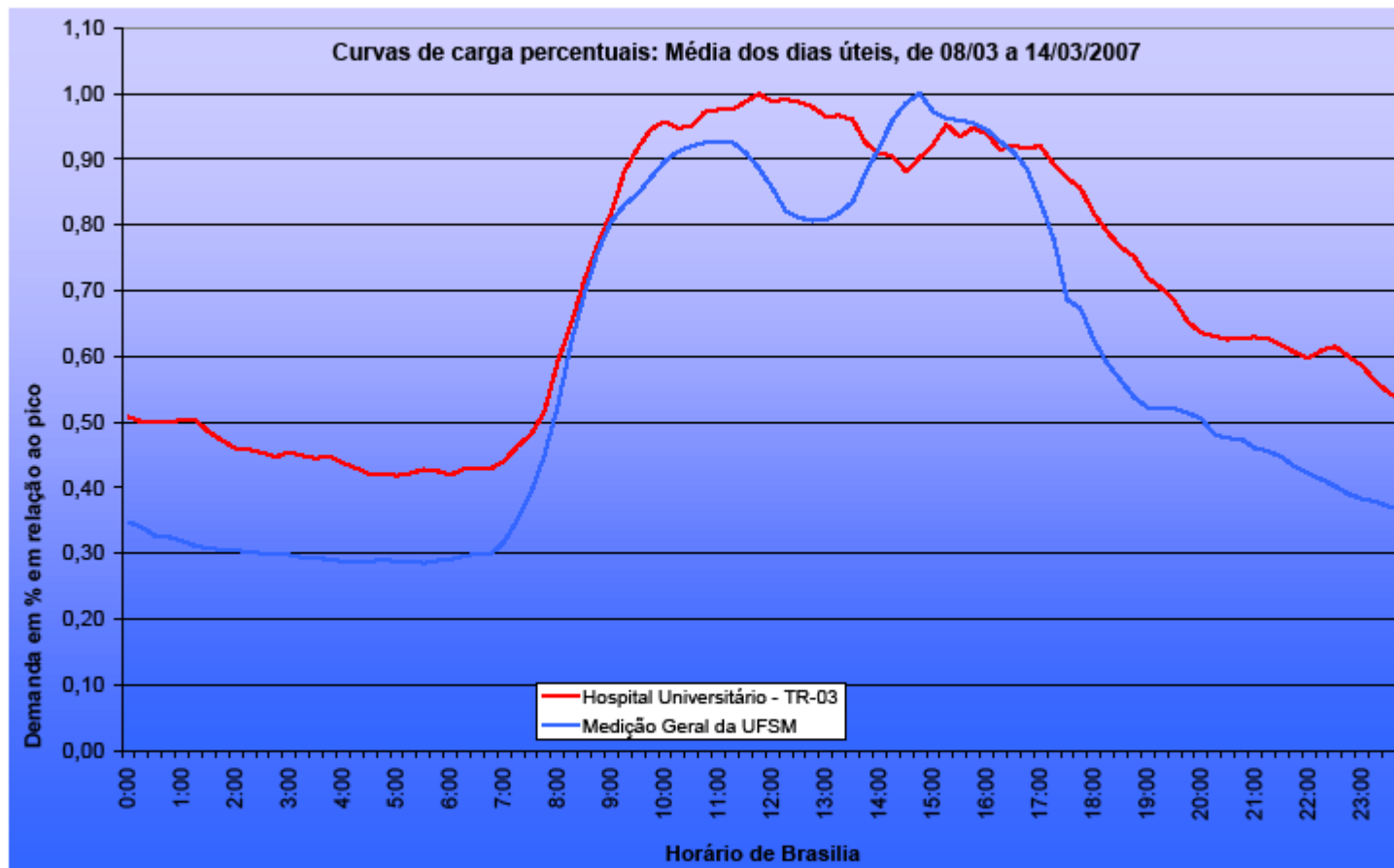
Transformador 1 do Hospital Universitário



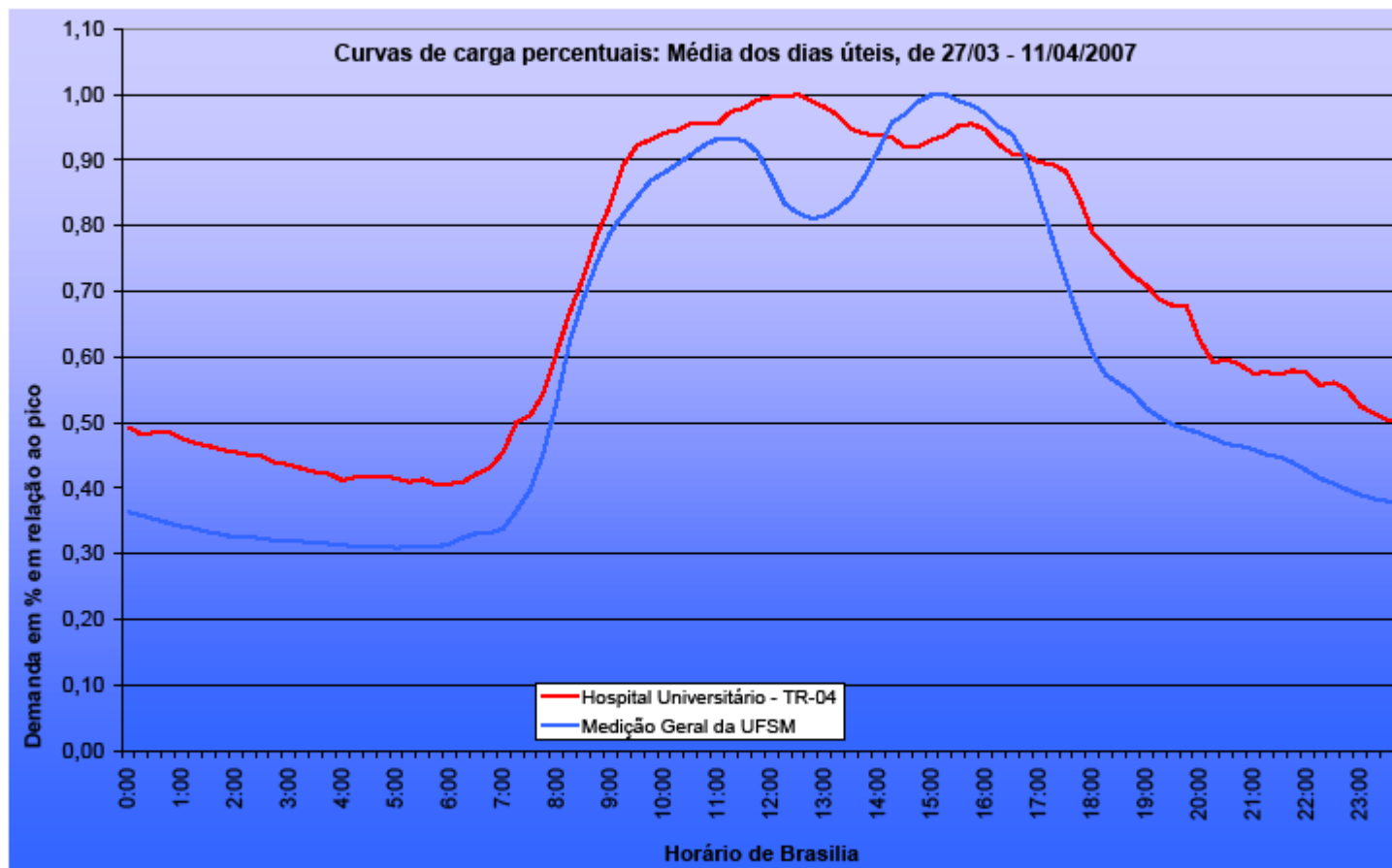
Transformador 2 do Hospital Universitário



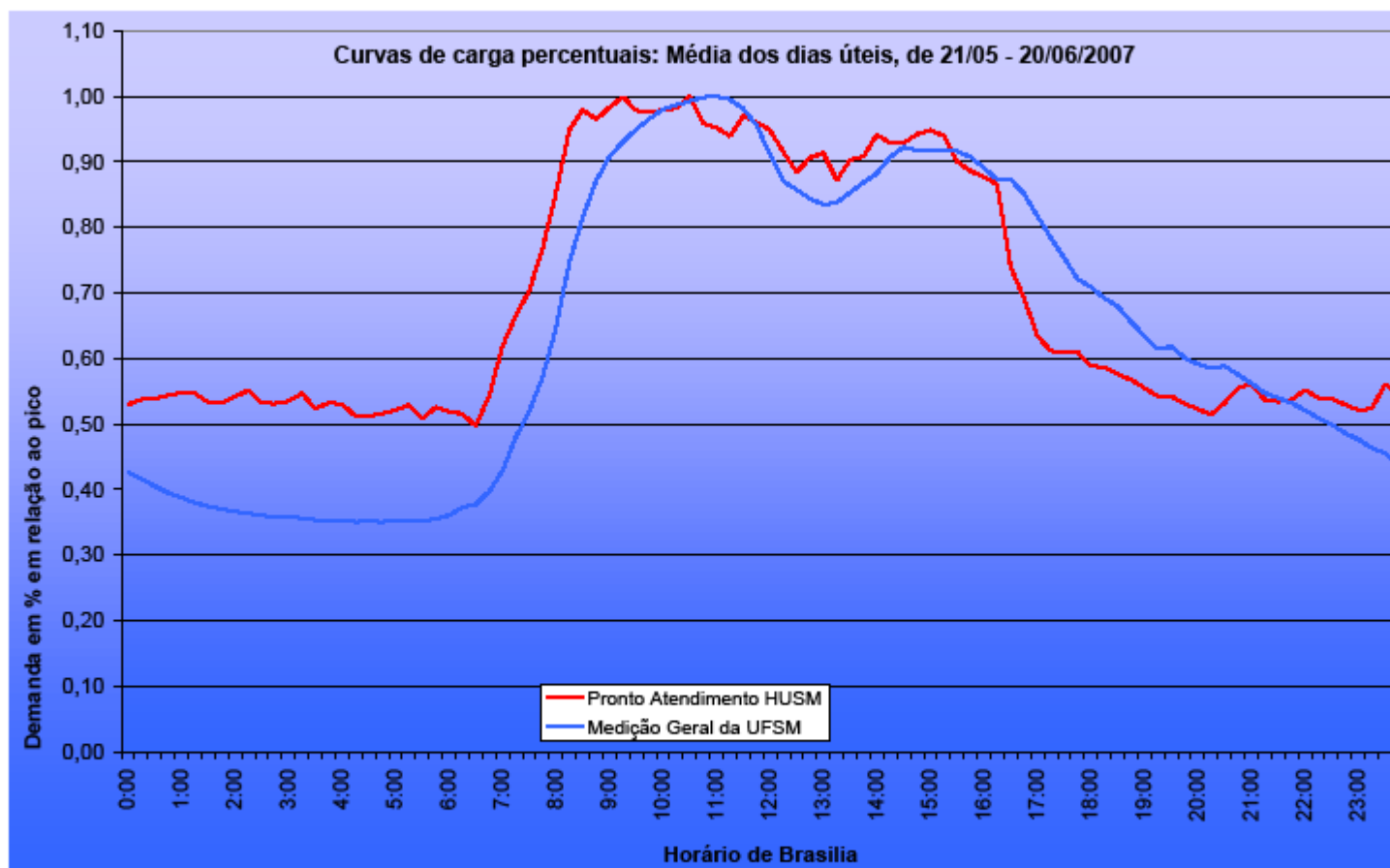
Transformador 3 do Hospital Universitário



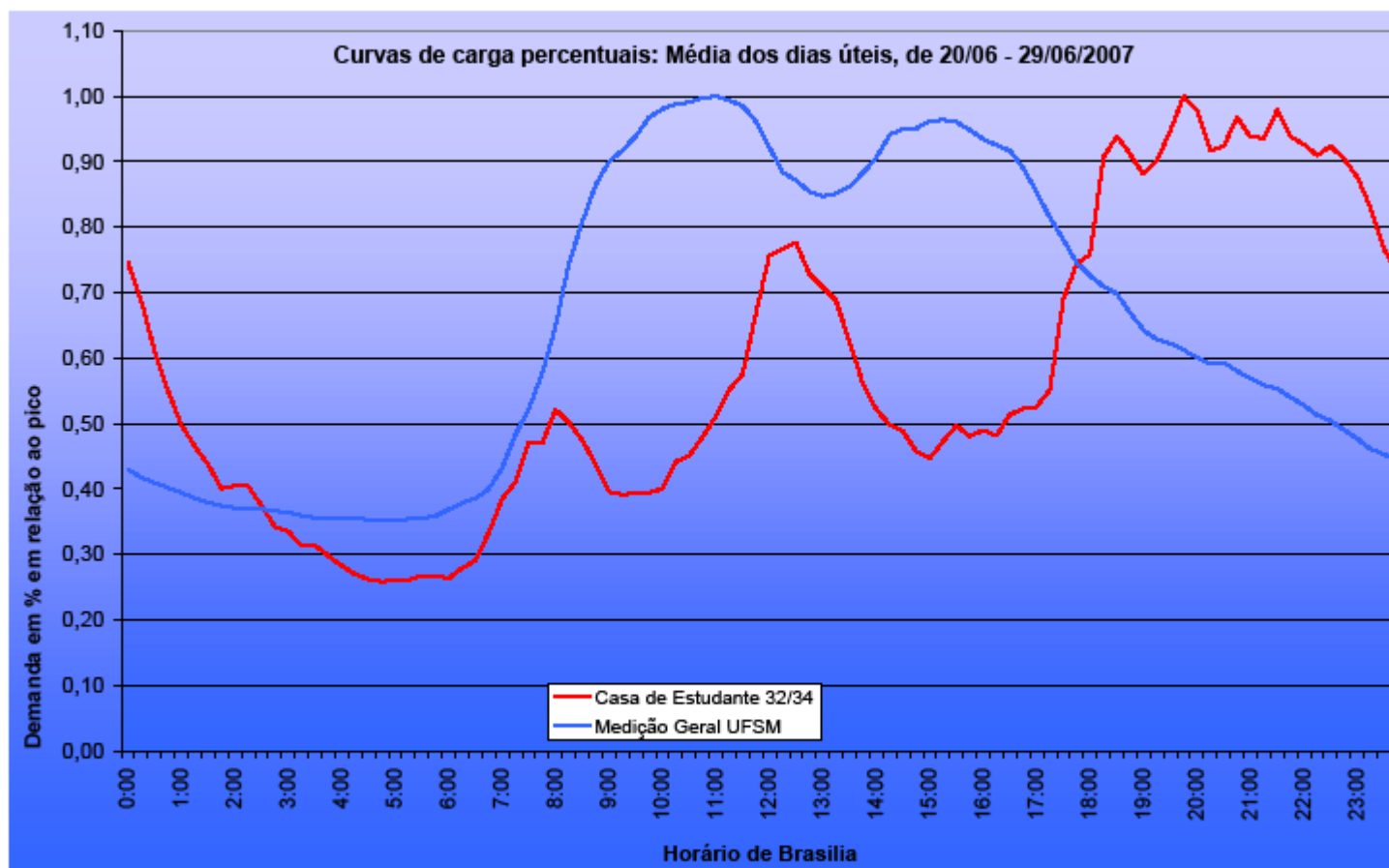
Transformador 4 do Hospital Universitário



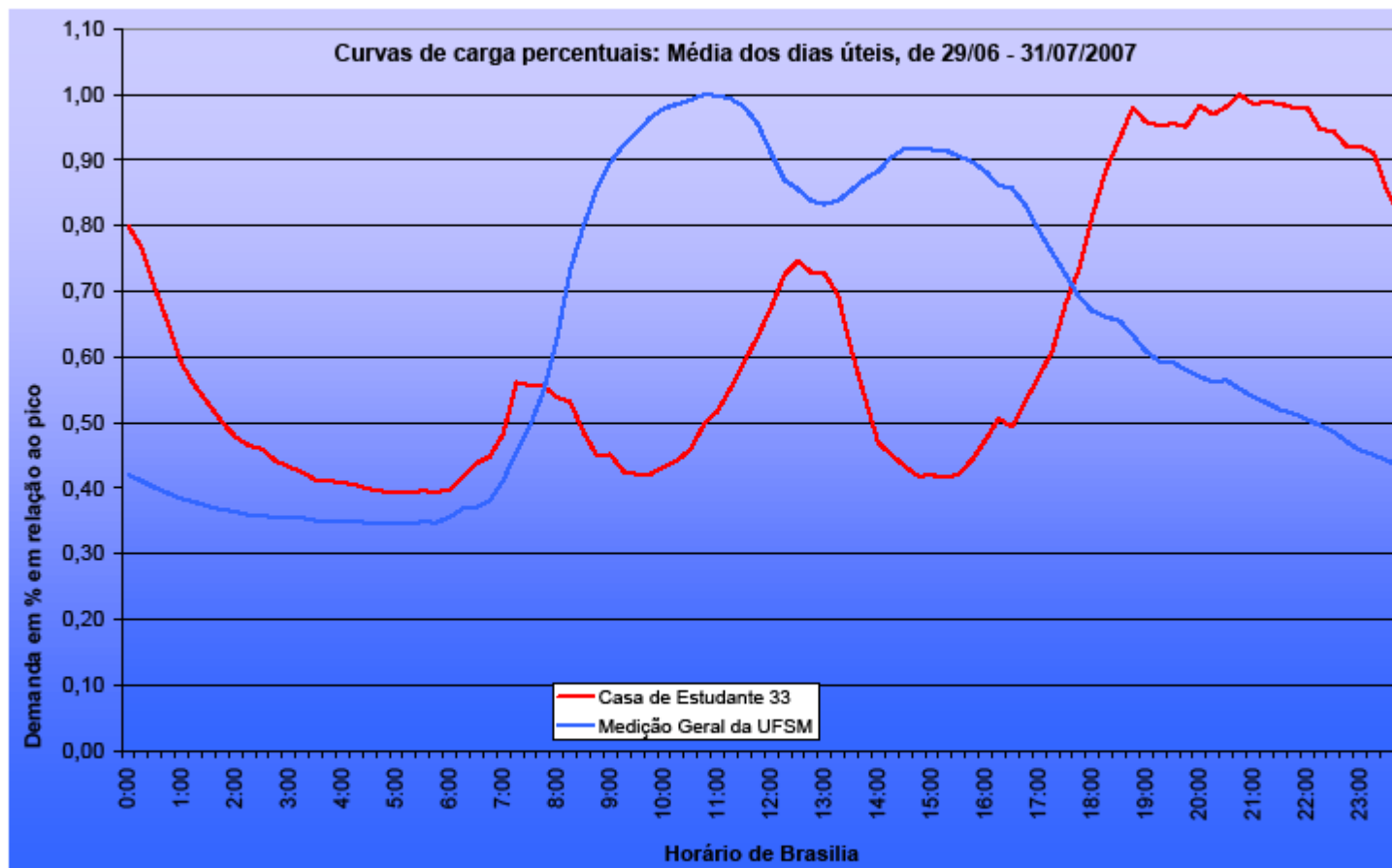
Subestação que alimenta o pronto atendimento



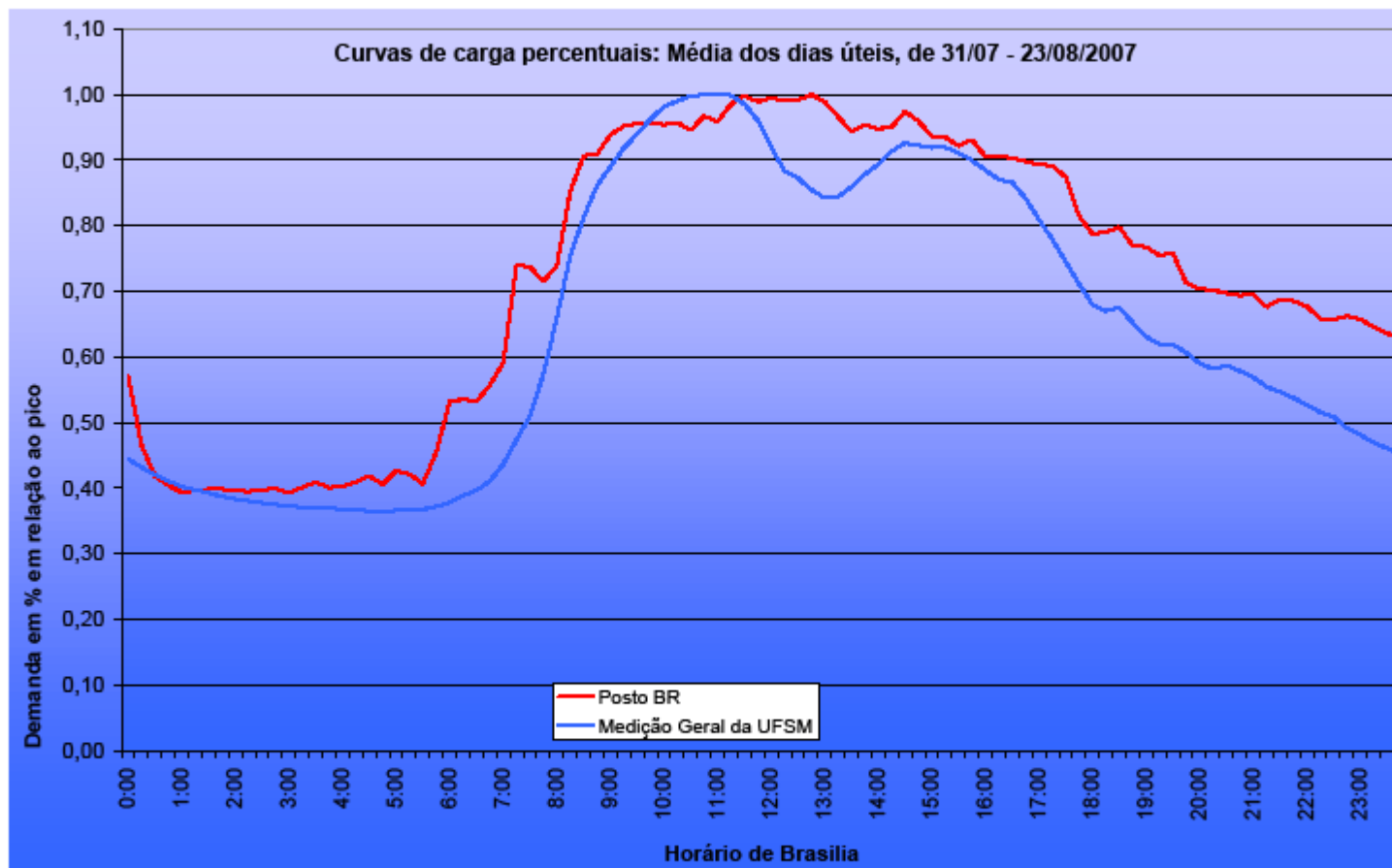
Subestação que alimenta os blocos 32 e 34



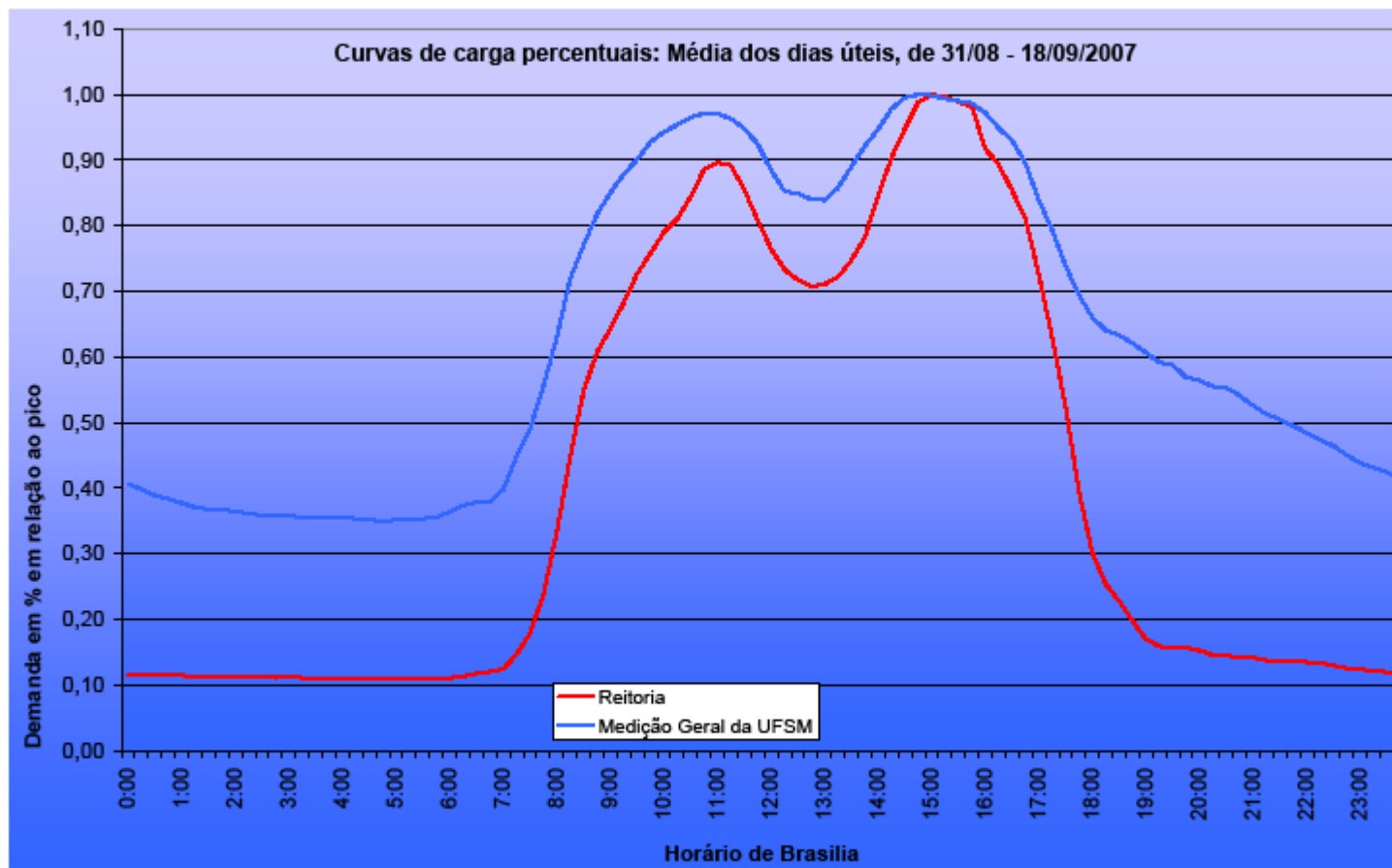
Subestação que alimenta o bloco 33



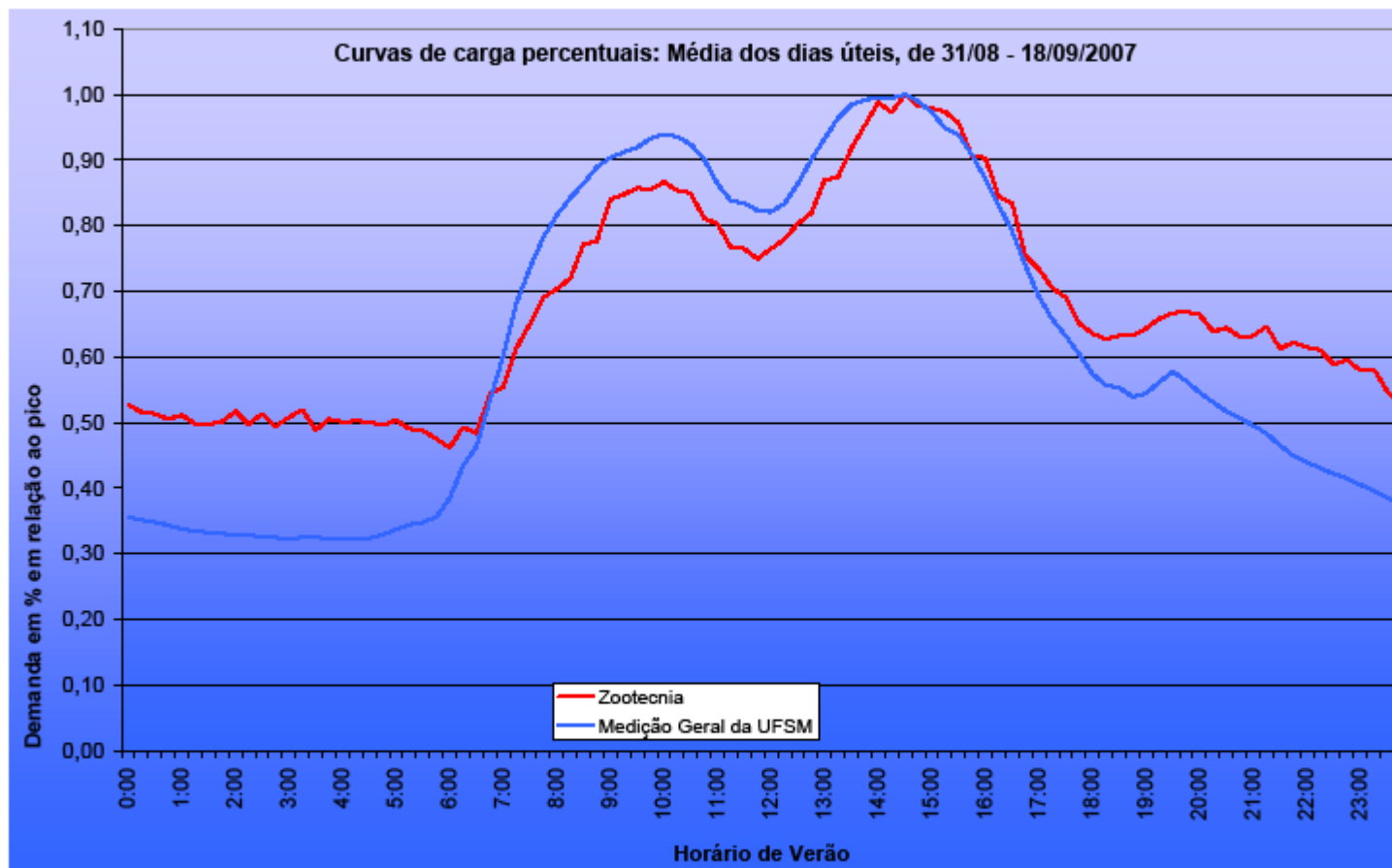
Subestação que alimenta o posto BR



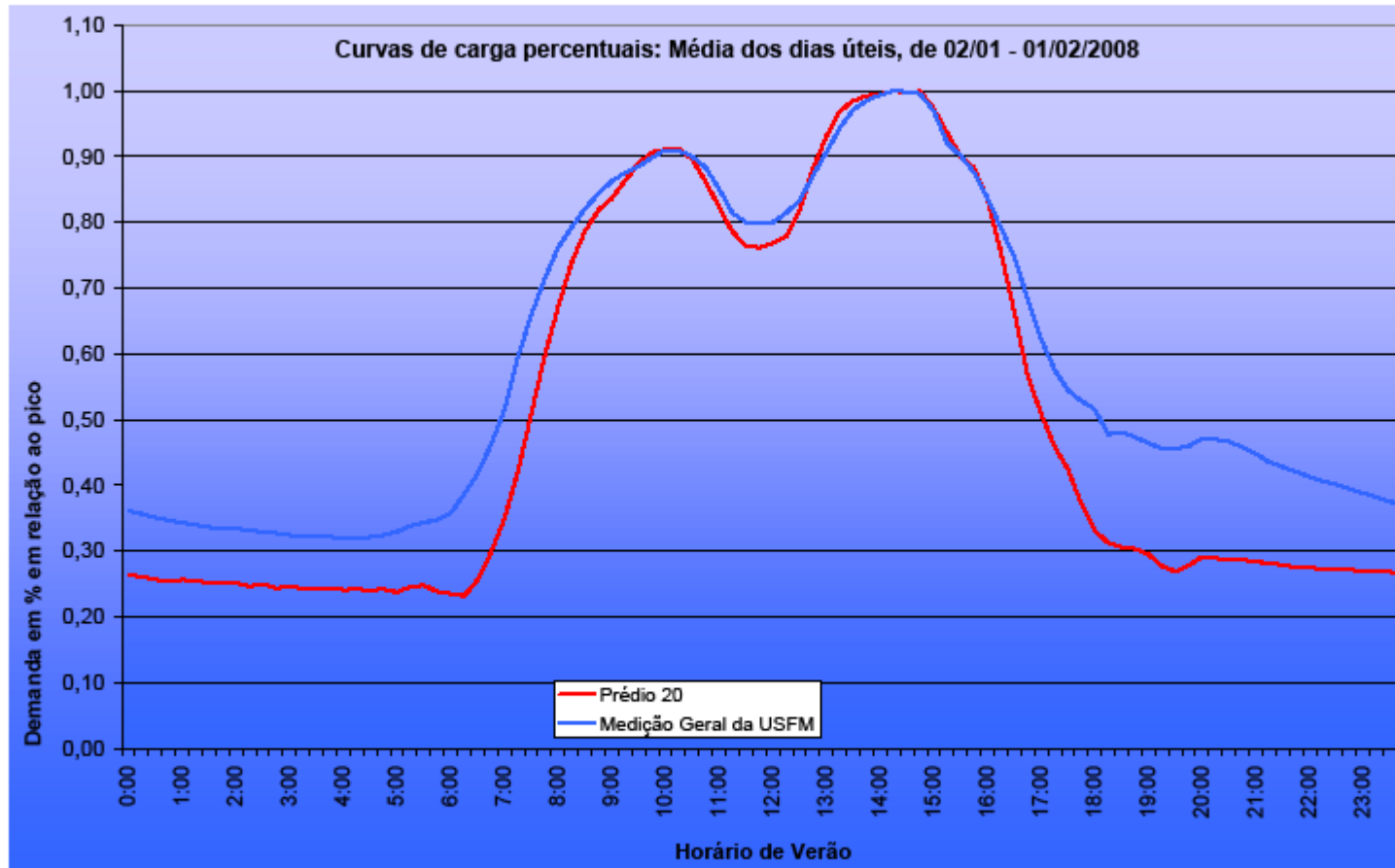
Subestação que alimenta a reitoria



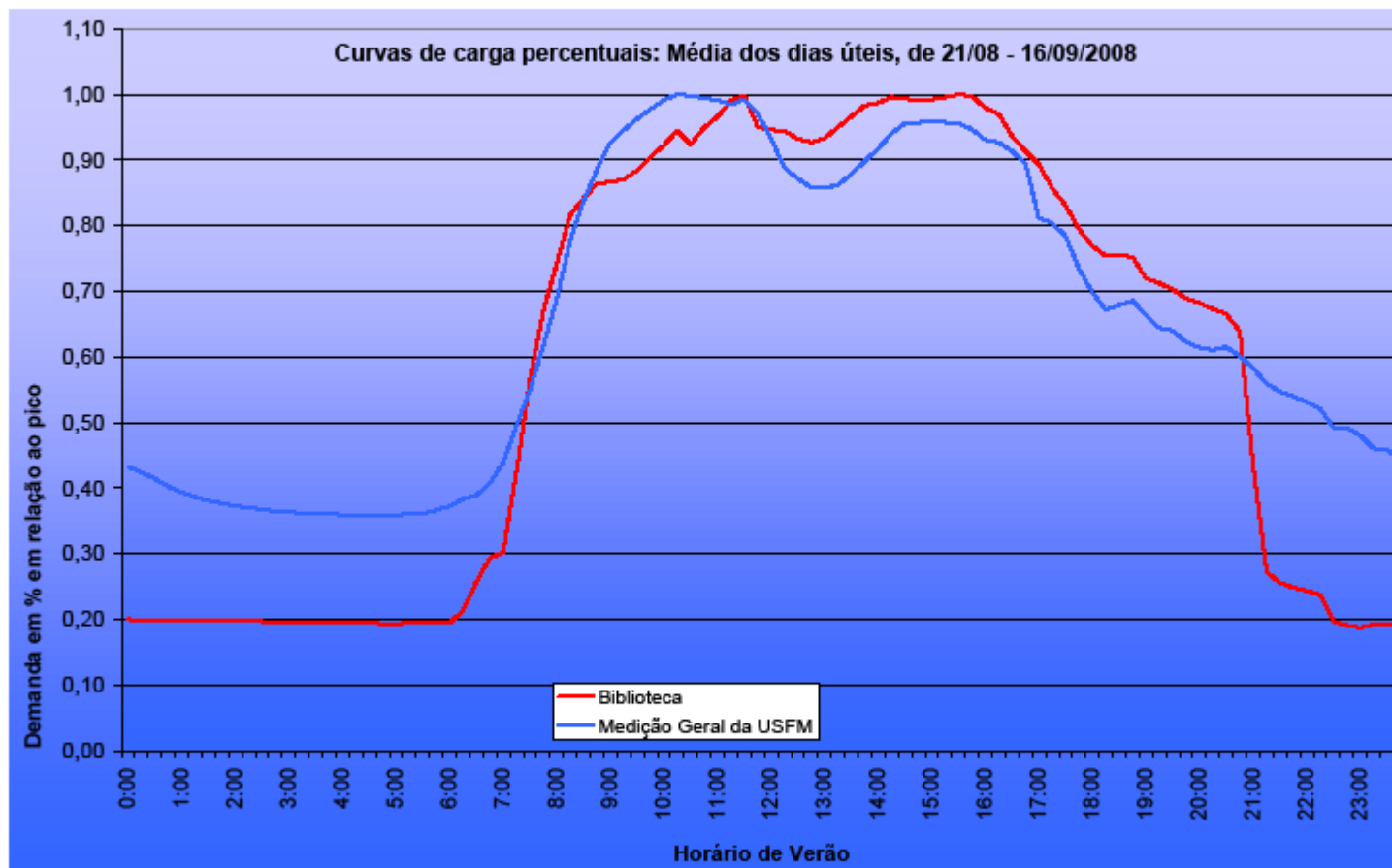
Subestação que alimenta a zootecnia



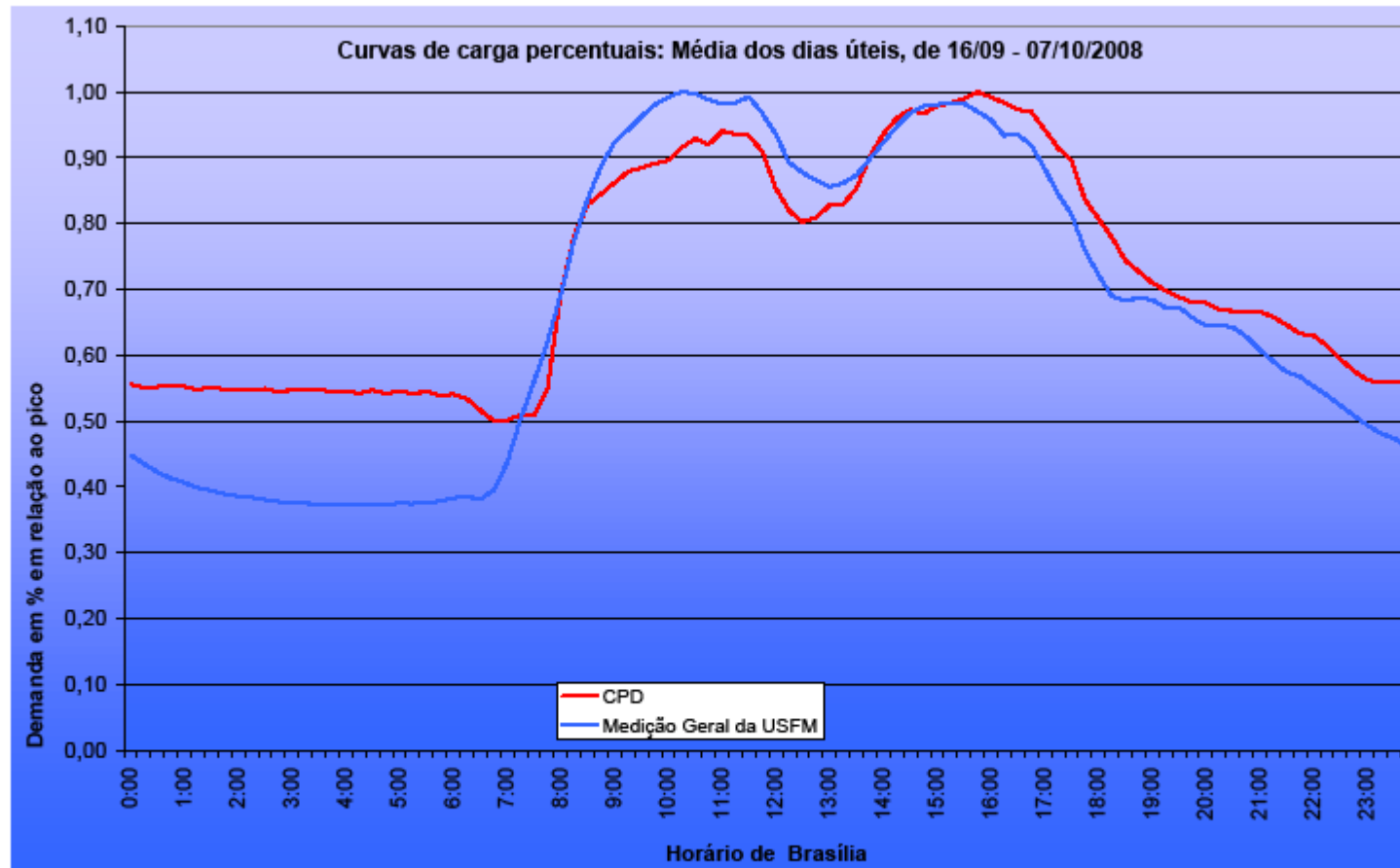
Subestação que alimenta o prédio 20



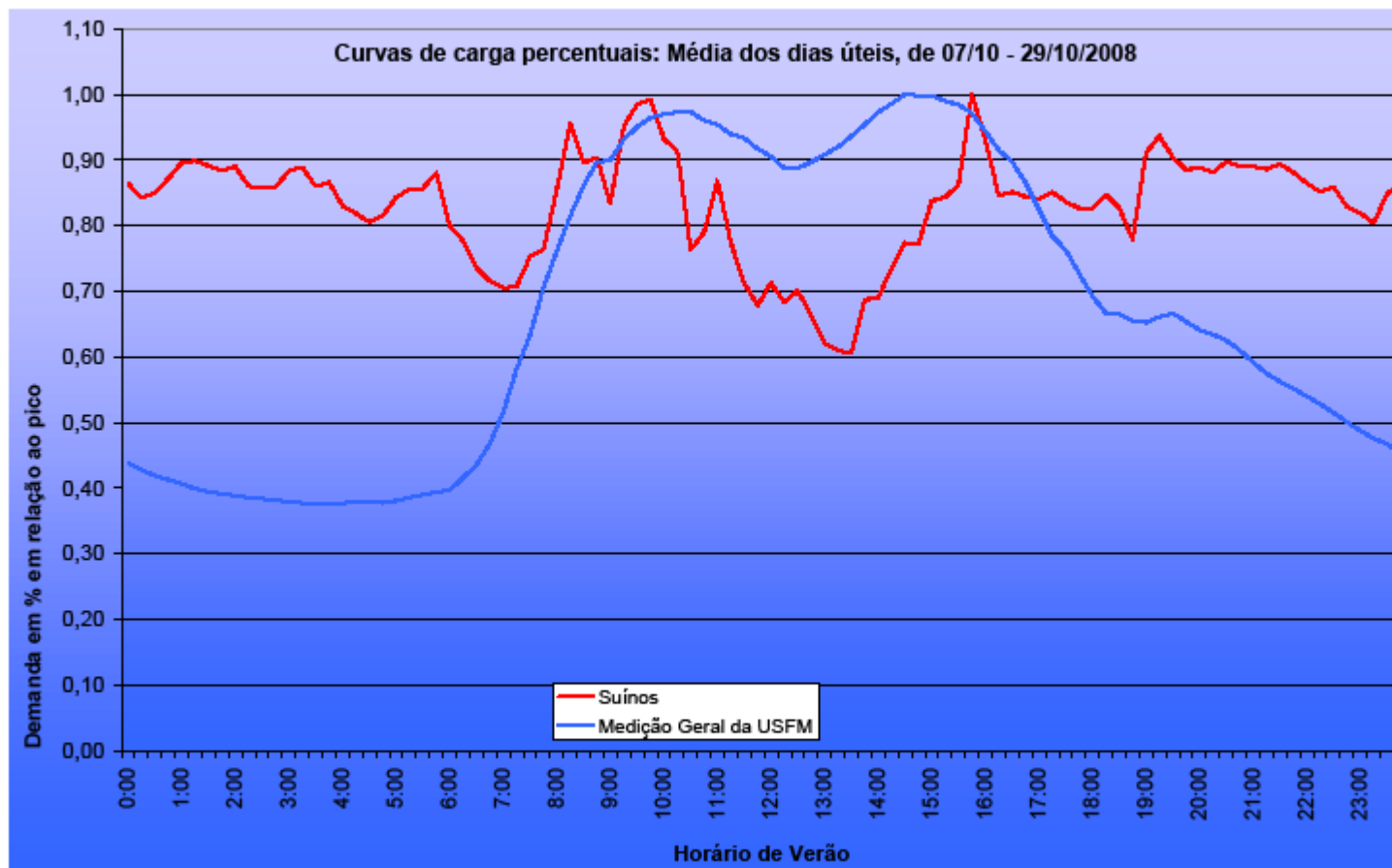
Subestação que alimenta a biblioteca



Subestação que alimenta o CPD



Subestação que alimenta a suínocultura



Subestação que alimenta o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

