

SENDI 2004
XVI SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Modelo de Diagnóstico Energético em Hospitais

R. Kaminski
CPFL Companhia Paulista de Força e Luz
rkaminski@cpfl.com.br

A. C. V. Delgado
CPFL Companhia Paulista de Força e Luz
acarlos@cpfl.com.br

Palavras chaves: eficiência energética, diagnóstico energético, hospitais, relatório de eficiência energética, redução de consumo.

RESUMO

Os diagnósticos energéticos normalmente são realizados por empresas terceirizadas pelas concessionárias. Neste artigo, a CPFL apresenta um modelo de diagnóstico que poderá ser utilizado por outras concessionárias.

A vocação natural das áreas de engenharia, os recursos de medição das concessionárias e a consciência da responsabilidade social, conduzem a esse tipo de prestação de serviço, que repercute junto à comunidade, em especial, nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.

O modelo aqui apresentado foi aplicado no Centro Integral à Saúde da Mulher – CAISM/UNICAMP(1), e à Fundação Civil Casa de Misericórdia de Franca(2), estabelecimentos da área de concessão da CPFL, que integraram o Programa Anual ao Desperdício de Energia, ciclo 2002, da CPFL/ANEEL.

Após levantamentos dos dados das instalações, relações de aparelhos clínicos, medições e termografias, os autores elaboraram diagnósticos apontando propostas de mudanças e estudos de viabilidade econômica.

As novidades apresentadas neste modelo são frutos das especialidades dos autores nas áreas de Engenharia Clínica e de Qualidade de Energia, além da antiga convivência nas de Engenharia de Distribuição e Operação.

Finalmente o projeto resgata ações técnicas e educacionais na área pública da saúde, com o objetivo de otimizar os investimentos, proporcionando ganhos ao setor elétrico, e em especial ao setor público de saúde.

1. INTRODUÇÃO

Os custos dos insumos de energia elétrica; a produção cada vez mais intensiva de equipamentos sofisticados de diagnósticos clínicos; algoritmos computacionais incorporados a softwares poderosos de equipamentos; dispositivos opto-eletrônicos e telemáticos, que apresentam grande sensibilidade às variações das tensões aplicadas e às interferências eletromagnéticas; demandam, do ponto de vista da alimentação energética das instalações, aspectos cada vez mais rigorosos de qualidade do fornecimento de energia elétrica. Por outro lado, a continuidade e a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica exigem que as questões ligadas ao consumo e a eficiência energética nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde - EAS assumam caráter relevante .

Foi a partir desta premissa, conjuntamente à sua tradicional vocação para a prática da responsabilidade social, que a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL propôs no seu PACDEE – Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, ciclo 2002, o desenvolvimento de um programa de eficiência energética voltado para a área hospitalar, que a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica aprovou, na categoria de uso final.

Parte deste programa contemplou trabalhos nas instalações do CAISM – Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher, pertencente ao complexo hospitalar da Unicamp, em Campinas, São Paulo. As atividades desenvolvidas compreenderam levantamentos das fontes de alimentação, um diagnóstico termográfico dos pontos de conexão dos circuitos de alimentações elétricas internas, medições de parâmetros elétricos de tensões, correntes, potências ativas, potências reativas de deslocamentos e harmônicas, energias, etc., bem como, níveis de iluminação e condicionamento de ar, sintetizando setorialmente, elementos agregadores para a determinação das oportunidades de melhorias cabíveis.

2. OBJETIVO

Divulgar um modelo de elaboração de diagnóstico energético aplicado a um Estabelecimento Assistencial de Saúde, da área de concessão da CPFL Paulista, com o intuito de conscientização do uso racional de energia elétrica, e os seus reflexos no desempenho dos equipamentos de sustentação à vida, em funcionamento praticamente ininterrupto nessas entidades .

3. METODOLOGIA

Num primeiro passo, procedeu-se a um completo levantamento das cargas instaladas nas diversas alas da Entidade, que foram compiladas em itens divididos por categorias: iluminação, tecnologia de informação, condicionadores de ar, equipamentos de uso gerais e equipamentos médico-hospitalares;

A seguir foram efetuadas medições elétricas setorizadas utilizando-se, para tal, 40 medidores de grandezas elétricas marca ESB(3) modelo SAGA 4000 – 1 medidor Nansen(4) modelo Spectrum e 6 qualímetros marca RMS. As medições das grandezas elétricas de tensões, correntes, potências e fatores de potência foram parametrizadas, para integrações em intervalos de 5 minutos durante um mês completo.

Os processamentos das curvas de cargas (demandas e energias) foram efetuadas em períodos de integrações de 15 minutos e de 1 hora respectivamente.

Após processamento das curvas, foram efetuadas análises dos consumos e demandas ativas e reativas, para as medições setoriais e para a medição geral da instalação.

Finalmente procedeu-se uma inspeção termográfica dos circuitos.

4. CAISM - CENTRO DE ATENÇÃO INTEGRAL À SAÚDE DA MULHER

O CAISM inaugurado em 1986 foi o pioneiro no Brasil no atendimento exclusivo a pacientes femininos, é uma das unidades hospitalares da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, está localizado no campus universitário “Cidade Universitária Zeferino Vaz”, no Distrito de Barão Geraldo, cidade de Campinas. Seu atendimento extrapolou em muito a região de Campinas estendendo a grande parte do estado de São Paulo, sul de Minas Gerais e Norte do Paraná, perfazendo um volume de cerca de 532.200 procedimentos assistenciais de saúde. Na Figura 1 abaixo pode-se visualizar a fachada principal deste hospital.



Figura 1 – Entrada do CAISM em Campinas.

As dependências do CAISM compreendem 6 blocos edificados com 3 pavimentos, sendo 5 blocos destinados ao atendimento médico ambulatorial do hospital e 1 bloco à infra-estrutura administrativa. Atualmente, encontra-se em fase de construção um novo bloco, também com 3 pavimentos, destinados à expansão do seu atendimento médico ambulatorial.

Nas diversas alas do hospital estão instalados os serviços de Centro Cirúrgico, UTI (adulto), UTI (neonatal), Centro Obstétrico, Neonatologia com 34 incubadoras, Radiologia, Radioterapia, Ultrassonografia, Mamografia, Análise Laboratorial e enfermarias da Oncologia e da Ginecologia com 134 leitos.

A Unidade Consumidora CAISM é alimentada em 11.900 Volts e seu ponto de conexão com a concessionária pode ser observado no diagrama da Figura 2:

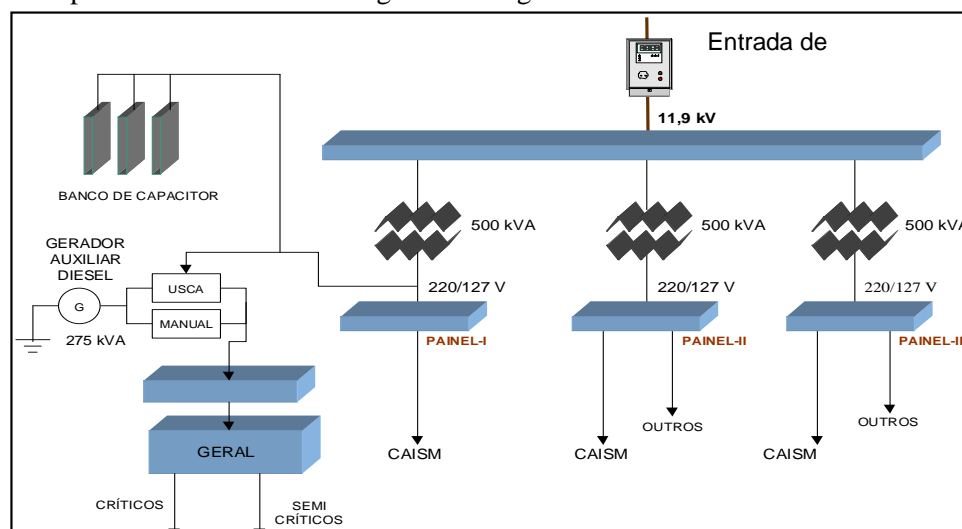


Figura 2 – Diagrama unifilar de alimentação do CAISM

5. ANÁLISE DE CONSUMOS E DEMANDAS ATIVAS

Para conhecer o perfil de consumo do hospital, bem como, a participação dos diversos setores na curva de carga geral, foram efetuadas medições setoriais, de onde se obteve as curvas características de consumo de cada área.

Concomitante às diversas medições foram levantadas todas as cargas existentes nas diversas áreas para melhor conhecer o hábito de consumo de cada uma delas. É importante observar que nas medições setoriais não estão incluídas as cargas de iluminação e ares condicionados, uma vez que estas cargas são alimentadas por circuitos específicos à parte.

5.1 – Medições setoriais

Nas Figuras 3 e 4 pode-se observar algumas curvas de consumo de setores específicos. Todos os setores foram medidos, cerca de 45, e tiveram suas curvas de consumo analisadas.

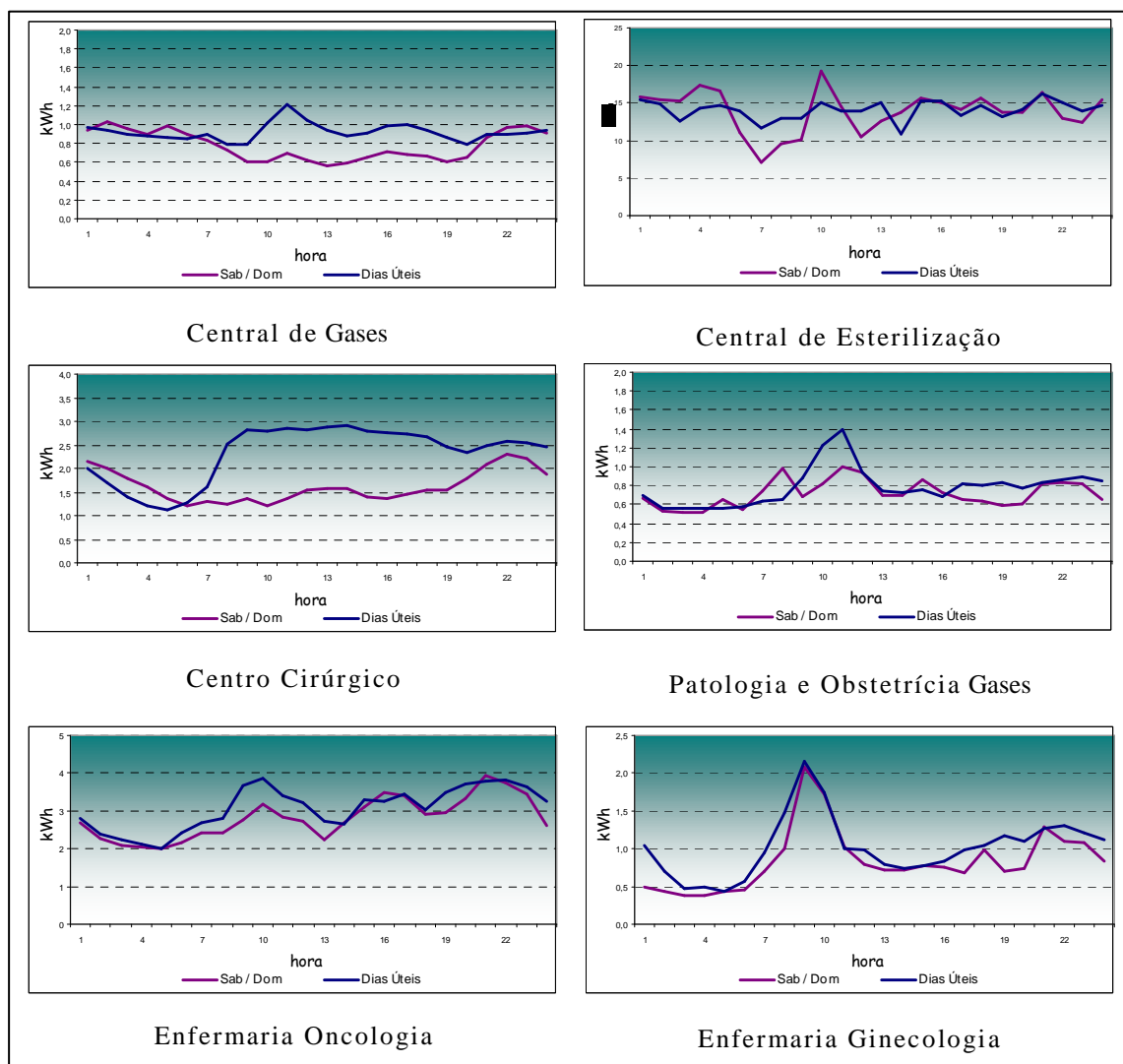


Figura 3 – Curvas de consumo setoriais do CAISM

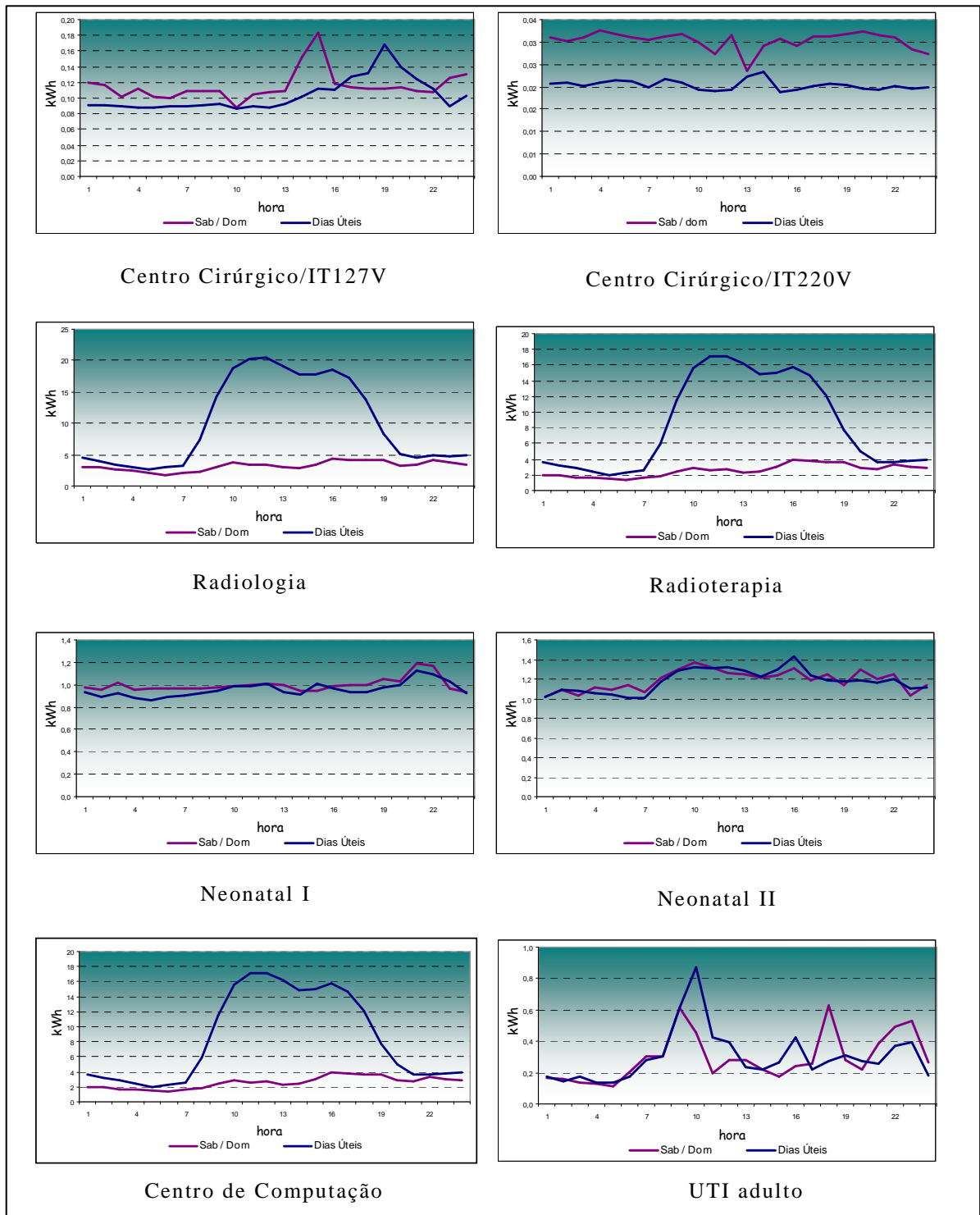


Figura 4 – Curvas de consumo setoriais do CAISM

6. MEDIÇÃO GERAL

Para caracterizar a situação atual de utilização de energia elétrica do CAISM, foram coletados os dados da medição geral de faturamento na entrada de energia elétrica.

Os valores referem-se ao mês de fevereiro de 2003, que constam na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Insumos medidos no CAISM em fev/2003

Grandezas	1.1 Valores
Consumo na Ponta	21.729 kWh
Consumo Fora de Ponta	179.811 kWh
Demanda na Ponta	351 kW
Demanda Fora de Ponta	665 kW
Demanda Reativa na Ponta	0,16 kVAr
Demanda Reativa Fora de Ponta	24 kVAr
Data / hora - Demanda Fora Ponta	10/02/03 – 08:30
Data / hora - Demanda Ponta	27/02/03 – 18:45

Após o processamento da curva de carga da medição geral de faturamento, fornecida pela CPFL, obteve-se os seguintes gráficos:

6.1 Gráfico das demandas ativas

As demandas máximas diárias registradas durante o mês de fevereiro/2003 estão a seguir na Figura 5 representadas:

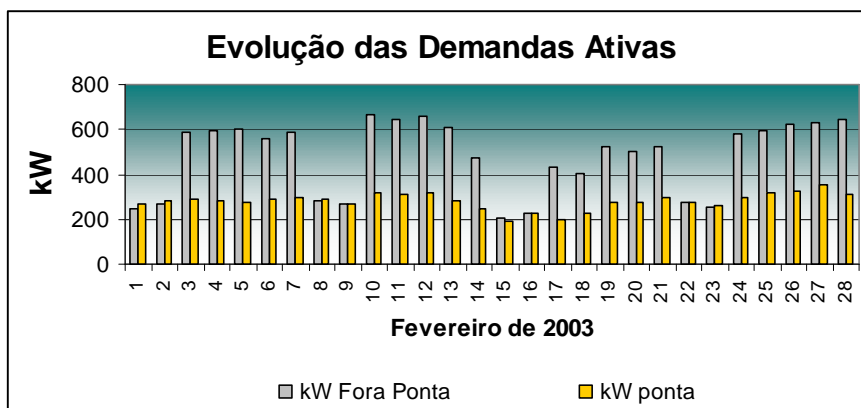


Figura 5 – Demandas máximas no CAISM.

6.2 Gráfico das energias ativas

O gráfico na Figura 6 seguir, representa a evolução dos consumos das energias ativas ao longo do mês de fevereiro/2003. Os vales no gráfico correspondem aos fins de semana.

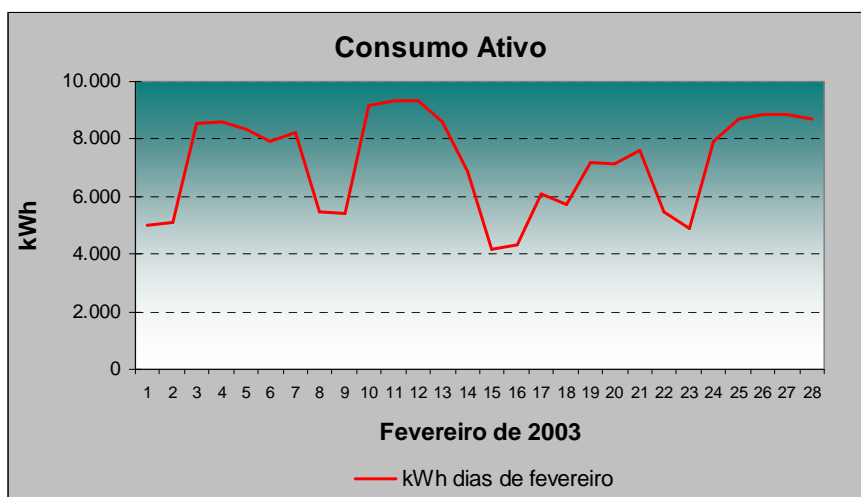


Figura 6: Evolução dos consumos ativos no mês de fevereiro de 2003 no CAISM.

6.3. Perfil de consumo diário

O perfil de consumo médio dos dias úteis e dos fins de semana (sábados e domingos) referentes aos dias do mês de fevereiro/2003 está no gráfico da Figura 7:

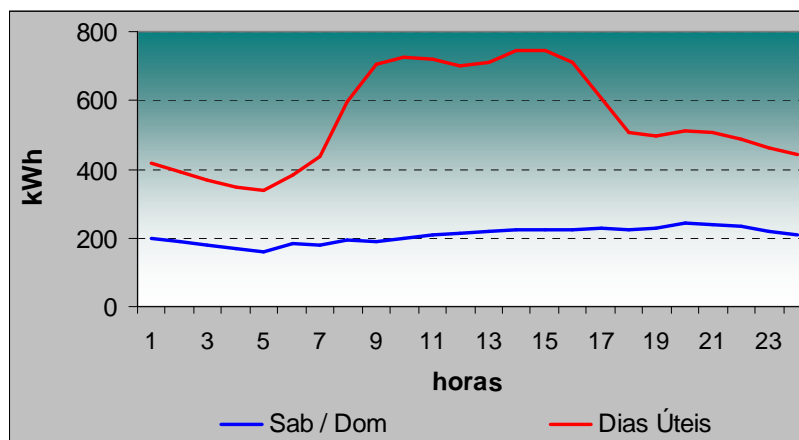


Figura 7: Consumos diários do CAISM em fevereiro de 2003.

6.4. Percentuais das contribuições setoriais na demanda geral

A contribuição das demandas dos diversos setores do hospital, bem como, dos equipamentos de iluminação, condicionamento de ar e de tecnologia de informática, no dia 10 de fevereiro de 2003, às 08:30 horas, quando ocorreu a máxima demanda estão explicitadas no gráfico da Figura 8.

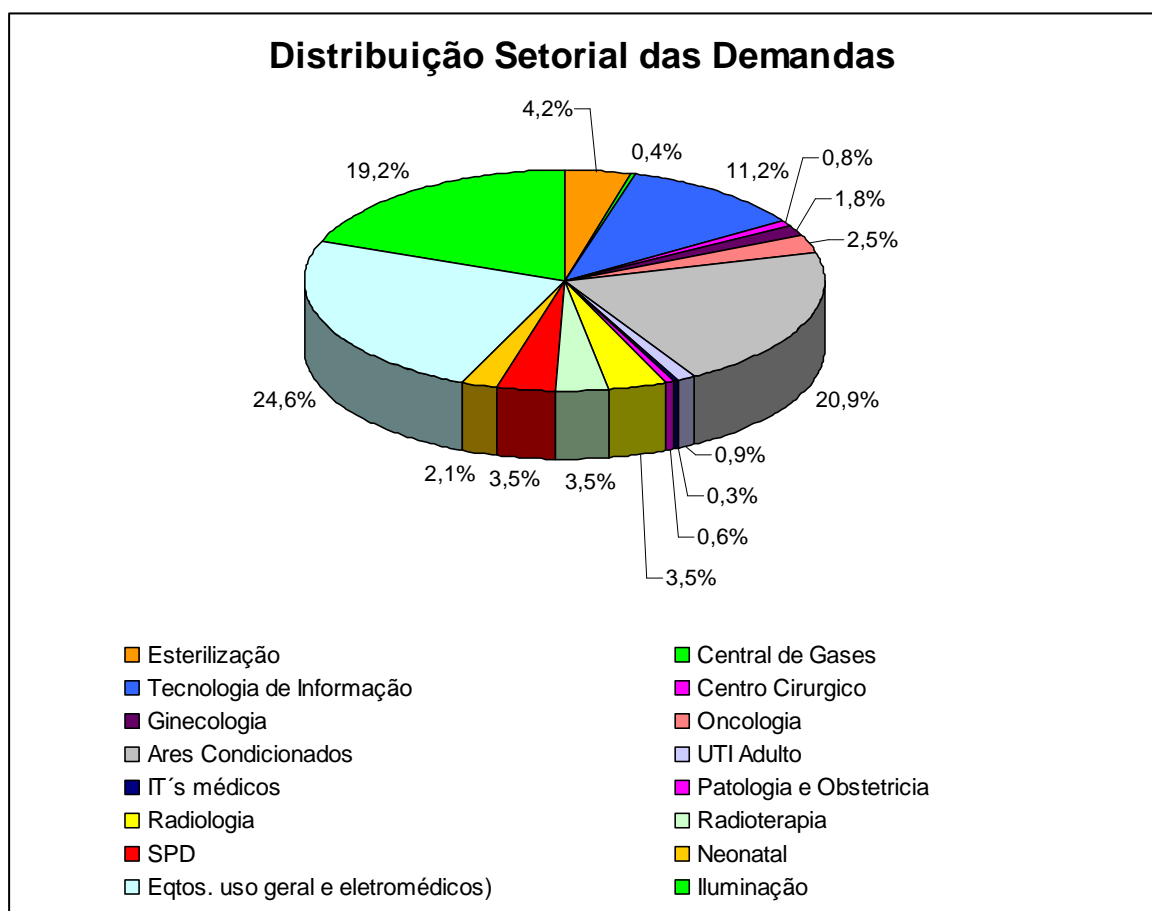


Figura 8: Distribuição das demandas do CAISM.

Para obtenção das distribuições das demandas setoriais, foram efetuadas medições em 40 pontos durante o mês de fevereiro. Por outro lado, uma vez que os equipamentos de iluminação, refrigeração e tecnologia de informação são alimentados por circuitos elétricos específicos, e o montante de cada categoria é elevado, os mesmos não puderam ser medidos. Obteve-se então a participação dos mesmos através de levantamentos detalhados de suas cargas, bem como, uma amostragem das respectivas taxas de utilizações no período fora de ponta (iluminação = 0,65 ; condicionamento de ar = 0,8 ; tecnologia de Informação = 0,8) e no período de ponta (iluminação = 0,65 ; condicionamento de ar = 0,35 ; tecnologia de Informação = 0).

O percentual de participação dos vários setores na máxima demanda do mês foram utilizados para projetar também as participações dos mesmos no consumo geral referente ao mês de fevereiro de 2003.

A Tabela 2 mostra as respectivas participações:

Tabela 2 – Contribuições setoriais e de equipamentos no CAISM.

Medições	FORA DE PONTA					PONTA				
	kW coincidente	%	Max. kW	kWh	%	kW coincidente	%	Max. kW	kWh	%
Geral Caism	665,0 *	100	665,0	179.812	100	351 *	100	351,00	21.729	100
Setoriais										
Auto Claves	10,0	1,5	31,7	8.220	4,6	19,5	5,6	27,9	1.219,5	5,6
Central de Gases	0,5	0,1	2,9	522	0,3	0,6	0,2	2,1	67,6	0,3
Centro Cirurgico Externo	2,7	0,4	5,1	1.235	0,7	2,6	0,7	4,1	188,4	0,9
Centro Cirurgico Interno	0,0	0,0	1,2	7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Enfermaria Ginecologia Direita	1,4	0,2	7,6	557	0,3	1,1	0,3	3,9	92,4	0,4
Enfermaria Ginecologia Esquerda	4,2	0,6	6,3	849	0,5	1,3	0,4	4,4	150,5	0,7
Enfermaria Oncologia Direita	5,3	0,8	9,4	1.714	1,0	2,3	0,7	8,0	300,4	1,4
Enfermaria Oncologia Esquerda	3,4	0,5	9,4	1.271	0,7	3,8	1,1	6,1	156	0,7
Iluminação UTI Adulto	1,1	0,2	1,5	479	0,3	0,8	0,2	1,4	71	0,3
IT médico 120 V	0,2	0,0	0,8	69	0,0	0,1	0,0	0,8	14	0,1
IT médico 120 V	0,1	0,0	0,7	61	0,0	0,0	0,0	0,8	11	0,1
IT médico 220V	0,0	0,0	0,6	18	0,0	0,0	0,0	0,5	5	0,0
IT médico 220V	0,0	0,0	0,1	14	0,0	0,0	0,0	0,1	2	0,0
Patologia e Obstetricia	0,7	0,1	4,7	449	0,2	1,5	0,4	3,5	65	0,3
Radiologia	16,9	2,5	26,8	5.016	2,8	12,2	3,5	17,0	446	2,1
Radioterapia	16,9	2,5	26,8	4.149	2,3	12,2	3,5	17,0	400	1,8
Radioterapia - ar refrigerado	14,7	2,2	20,2	9.455	5,3	14,9	4,2	19,6	1.350	6,2
SPD	16,9	2,5	26,8	4.149	2,3	12,2	3,5	17,0	400	1,8
UTI adulto	0,6	0,1	5,3	177	0,1	0,0	0,0	4,4	24	0,1
UTI Neonatal	0,9	0,1	3,6	562	0,3	0,8	0,2	3,8	88	0,4
UTI NEONATAL	1,1	0,2	4,5	695	0,4	0,9	0,3	4,2	100	0,5
UTI Neonatal	1,2	0,2	3,0	666	0,4	2,0	0,6	3,1	108	0,5
UTI Neonatal	3,2	0,5	5,0	1.794	1,0	2,7	0,8	5,1	286	1,3
UTI Neonatal - ar refrigerado	8,8	1,3	19,9	5.933	3,3	12,8	3,6	18,2	934	4,3
Subtotal Setoriais	110,9	16,7	48.059	26,7	104,4	29,7		6.479	29,8	
BLOCO 0 - Iluminação	3,1	0,5	3,1	778	0,4	3,1	0,9	3,1	195	0,9
BLOCO 0 - Ar Refrigerado	0,5	0,1	0,5	122	0,1	0,1	0,0	0,1	8	0,0
BLOCO 0 - TI	1,7	0,3	1,7	432	0,2	0,0	0,0	0,0	0	0,0
BLOCO I - Iluminação	17,8	2,7	17,8	4.535	2,5	17,8	5,1	17,8	1.139	5,2
BLOCO I - Ar Refrigerado	20,3	3,1	20,3	5.174	2,9	5,1	1,4	5,1	325	1,5
BLOCO I - TI	8,9	1,3	8,9	2.261	1,3	0,0	0,0	0,0	0	0,0
BLOCO II - Iluminação	19,9	3,0	19,9	5.065	2,8	19,9	5,7	19,9	1.272	5,9
BLOCO II - Ar Refrigerado	31,8	4,8	31,8	8.087	4,5	7,9	2,3	7,9	508	2,3
BLOCO II - TI	9,4	1,4	9,4	2.404	1,3	0,0	0,0	0,0	0	0,0
BLOCO III - Iluminação	17,6	2,6	17,6	4.485	2,5	17,6	5,0	17,6	1.126	5,2
BLOCO III - Ar Refrigerado	9,4	1,4	9,4	2.404	1,3	2,4	0,7	2,4	151	0,7
BLOCO III - TI	8,2	1,2	8,2	2.078	1,2	0,0	0,0	0,0	0	0,0
BLOCO IV - Iluminação	5,7	0,9	5,7	1.456	0,8	5,7	1,6	5,7	366	1,7
BLOCO IV - Ar Refrigerado	9,8	1,5	9,8	2.506	1,4	2,5	0,7	2,5	157	0,7
BLOCO IV - TI	8,5	1,3	8,5	2.159	1,2	0,0	0,0	0,0	0	0,0
BLOCO V - Iluminação	17,4	2,6	17,4	4.419	2,5	17,4	4,9	17,4	1.110	5,1
BLOCO V - Ar Refrigerado	25,4	3,8	25,4	6.457	3,6	6,3	1,8	6,3	405	1,9
BLOCO V - TI	10,8	1,6	10,8	2.750	1,5	0,0	0,0	0,0	0	0,0
BLOCO VI - Iluminação	18,3	2,7	18,3	4.651	2,6	18,3	5,2	18,3	1.168	5,4
BLOCO VI - Ar Refrigerado	36,0	5,4	36,0	9.167	5,1	9,0	2,6	9,0	575	2,6
BLOCO VI - TI	23,5	3,5	23,5	5.989	3,3	0,0	0,0	0,0	0	0,0
BLOCO VII - Iluminação	12,2	1,8	12,2	3.112	1,7	12,2	3,5	12,2	781	3,6
BLOCO VII - Ar Refrigerado	25,7	3,9	25,7	6.539	3,6	6,4	1,8	6,4	410	1,9
BLOCO VII - TI	13,9	2,1	13,9	3.544	2,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
Corredores entre Blocos - Ilum.	34,1	5,1	34,1	8.689	4,8	34,1	9,7	34,1	2.182	10,0
Corredores entre Blocos - Ar	0,4	0,1	0,4	96	0,1	0,1	0,0	0,1	6	0,0
Corredores entre Blocos - TI	0,2	0,0	0,2	61	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
Eqts. uso geral e eletromédicos	163,7	24,6	163,7	32.333	18,0	60,8	17,3	60,8	3.367	15,5

Observações:

* - a demanda de 665 kW Fora de Ponta ocorreu às 08:30 h do dia 10 de fev/2003.

* - a demanda de 351 kW na Ponta ocorreu às 18:45 h do dia 27 de fev/2003.

6.5 Energias reativas totais

A avaliação da necessidade de compensação de reativos estabelecida pela Resolução 456 da ANEEL(5), define a forma de computar os consumos e as demandas de reativos excedentes, para efeito de cobrança. A regra estabelecida considera o fator de potência médio hora a hora da instalação, que não deve ser indutivo abaixo de 0,92 no período entre as 6:00 e 24:00 hs, nem capacitivo abaixo de 0,92 entre as 0:00 e 6:00 hs.

O fluxo de energia reativa foi efetuado com base na análise do fator de potência obtido junto à medição geral, e pode ser observado nos gráficos das Figuras 9 e 10:

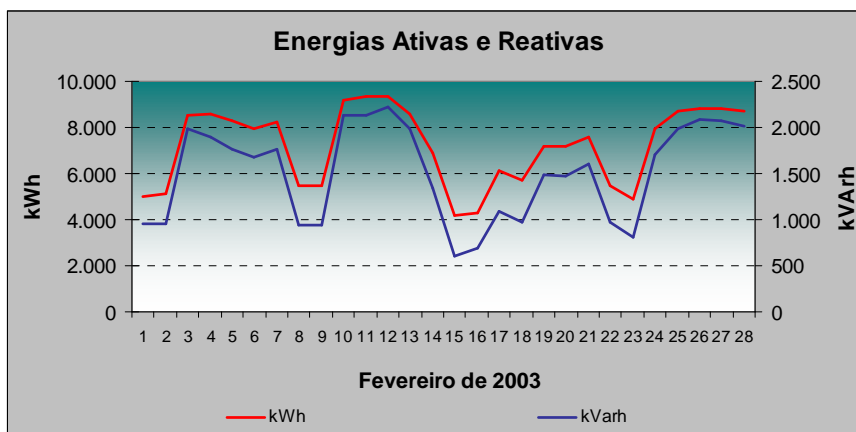


Figura 9: Energias ativas e reativas no CAISM.

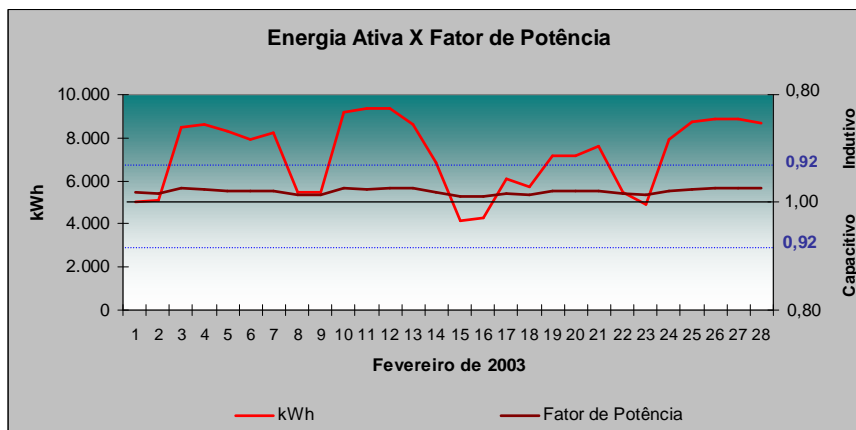


Figura 10: Energias ativas e fator de potência no CAISM.

Apenas para facilidade de visualização é que foi representado na Figura 10 a variação do FP em médias diárias; para efeito de faturamento os excedentes são calculados hora a hora e podem divergir dos calculados diariamente como acima.

Para melhor visualização dos excedentes, na Figura 11 abaixo é mostrado o cálculo do faturamento de excedente reativo para o dia 13 de fevereiro, com FP horários

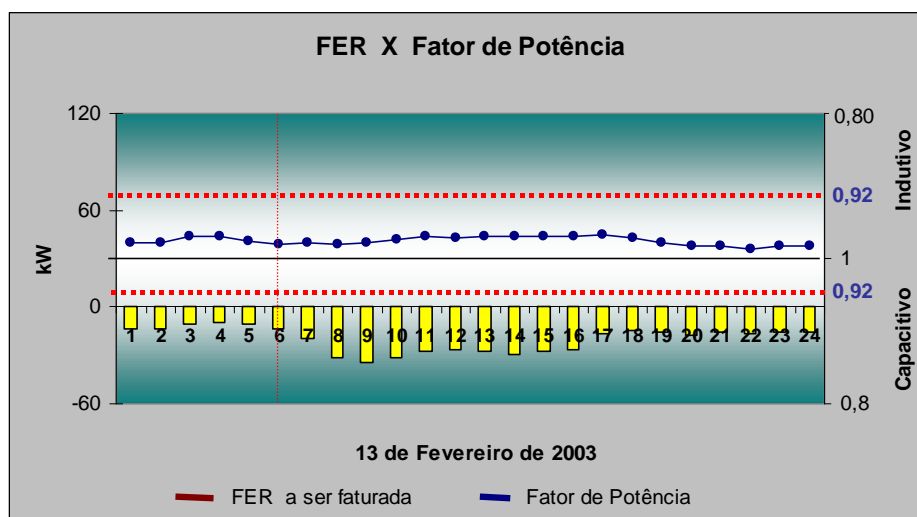


Figura 11: Excedentes de reativos no CAISM.

Quando a FER é negativa não é faturável, portanto como pode-se observar acima não houve no dia 13 de fevereiro qualquer faturamento de energia reativa excedente.

Abaixo na Tabela 3 o faturamento geral de reativos do CAISM, bem como a indicação de reativos demandados pelas áreas.

Tabela 3 – Excedente de reativos por setores no CAISM.

	kWh (kWh)	Max. kW (kW)	kVArh (kVArh)	FER (kWh)	DMCR (kW)	Predominância
CAISM Geral	201.540	664,9	42.237	0	605,0	indutivo
Esterilização	9.440	31,7	650	4	19,1	indutivo
Central de Gases	590	3,0	337	15	2,5	capacitivo
Centro Cirurgico	1.430	6,3	96	0	4,3	indutivo
Ginecologia	1.649	13,9	258	1	7,5	indutivo
Oncologia	3.441	18,8	476	2	14,9	indutivo
UTI Adulto	676	6,8	261	11	3,5	indutivo
IT's médicos	193	2,4	73	33	2,2	indutivo
Patologia e Obstetricia	514	4,8	158	9	2,1	capacitivo
Radiologia	5.463	26,7	851	1	23,0	indutivo
Radioterapia	4.549	26,8	7.907	782	43,0	indutivo
SPD	4.548	26,8	4.104	2.333	69,0	indutivo
Neonatal	4.300	16,5	5.735	115	36,5	capacitivo

Em relação a tabela acima podemos comentar:

- ✓ existe junto a SE de entrada um banco de capacitores trifásico de 75 kVAr em estrela aterrada, conectado na saída do transformador em uso;
- ✓ as FER's (indutivas) relativamente grandes em alguns setores, estão sendo compensadas pelo banco de capacitores;
- ✓ as energias reativas estão sendo perfeitamente compensadas, pode-se observar que a FER total na alimentação geral é nula;

Observação: dá-se o nome de Demanda Máxima Corrigida Reativa (DMCR) à composição: demanda ativa multiplicada pela relação 0,92 (fator de referência) pelo fator de potência medido; ela só existe dentro dos medidores de energia e é faturada apenas se for maior que a maior demanda faturável do mês, no caso do CAISM ela sempre é menor, não sendo faturada a demanda reativa excedente (FDR).

6.6 Energias reativas harmônicas

Inicialmente é importante que comentemos que as energias reativas se compõem como no diagrama da Figura 12 abaixo:

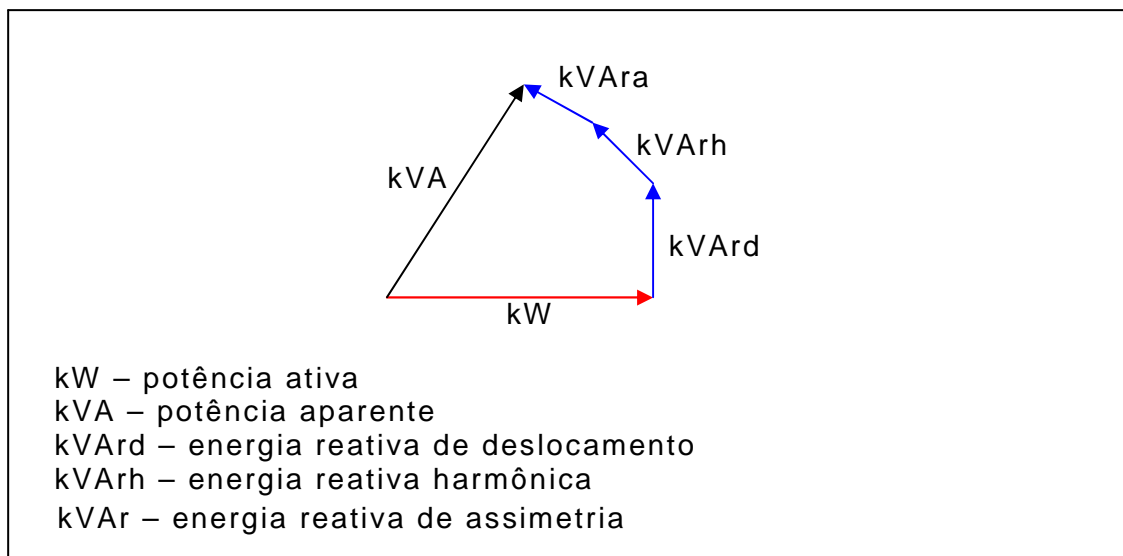


Figura 12: Triângulo das potências.

Nas medições anteriores quando foram citadas as potências reativas, sempre foram consideradas as somas das reativas de deslocamento com as harmônicas, recurso disponível nos medidores utilizados. As reativas de assimetria não foram consideradas.

A importância de separar as energias reativas de deslocamento das harmônicas deve-se ao fato que os bancos de capacitores corrigem apenas os deslocamentos, mas tendem a amplificar e até a aumentar as energias reativas harmônicas. Por isso deve-se sempre buscar conhecer a natureza das energias reativas para que na busca da redução destas não venha a ocorrer o contrário.

As energias reativas harmônicas passam a tornar-se motivos de preocupações quando elas atingem valores muito altos e passam a causar distorções de tensão, ao longo dos circuitos, acima dos valores normatizados. De forma geral, o fluxo de correntes harmônicas nos diversos setores do CAISM é baixo. Das inúmeras medições realizadas, na Tabela 4 a seguir, são mostrados os setores que apresentaram maior quantidade de energias reativas harmônicas:

Tabela 4 – Distorções harmônicas em alguns setores do CAISM.

Setores	% de Energia Harmônica na Reativa Total	% de Distorção de Tensões
Radiologia	11,29	1,8
Esterilização	10,7	1,9
Neonatal	9,0	1,9
Obstetrícia	9,0	2,0
Radioterapia	11,29	2,4
Enfermarias	30,0	2,3

O Brasil como signatário do IEC (IEC 1000.2.1 r 1000.2.2) e por recomendação do antigo GCOI – Grupo Coordenador de Operação Interligada adota como limite máximo tolerável de distorção harmônica total, para circuitos abaixo de 25 kV, o valor de 5%. Como pode ser observado na Tabela 4, internamente não há circuito com ultrapassagem do valor de referência. No circuito geral de entrada (11.900 Volts), o sistema de medição de faturamento da CPFL é conectado em ligação tipo Aron

(delta aberto), junto deste foram efetuadas medições de qualidade para avaliação das distorções harmônicas, aproveitando os 2 transformadores de potenciais e de correntes instalados, neste ponto foram encontrados os valores mostrados na Tabela 5 :

Tabela 5 – Distorções harmônicas na entrada de alimentação do CAISM.

Valores	VabDT	VcbDT	IaDT	IcDT
Médios	1,3%	1,4%	1,9%	1,5%
Máximos	1,4%	1,5%	2,0%	1,6%

Para ilustração, abaixo na Figura 13 exibimos o espectro da tensão AB e da corrente Ia medidos na entrada de alimentação do CAISM:

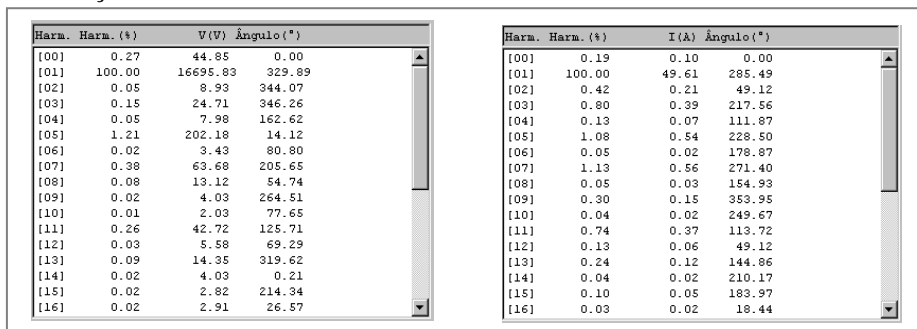


Figura 13: Espectro da tensão AB e da corrente A na entrada do CAISM.

7. ANÁLISE DO GERADOR

Os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde na sua maioria possuem geradores próprios para garantia da continuidade dos serviços de fornecimento de energia elétrica. No CAISM existe um de 275 kVA a diesel que semanalmente é testado dentro de uma rotina de manutenção preventiva. Aproveitando um desses eventos foram efetuadas medições para avaliação de qualidade do fornecimento do mesmo, bem como possíveis influências nas instalações supridas. As medições simultâneas seguiram a seguinte rotina:

➤ Etapa 1

- medição de qualidade na entrada geral de 11,9 kV , sem o gerador para avaliação das condições de fornecimento da concessionária;
- medição de qualidade no barramento dos circuitos críticos e não críticos, que quando na falta de energia elétrica da concessionária são sustentados pelo gerador;
- medição de qualidade na ponta de um dos circuitos conectados ao gerador, o centro cirúrgico;

Nesta etapa foram obtidos os resultados nas fases A mostrados na Figura 14:

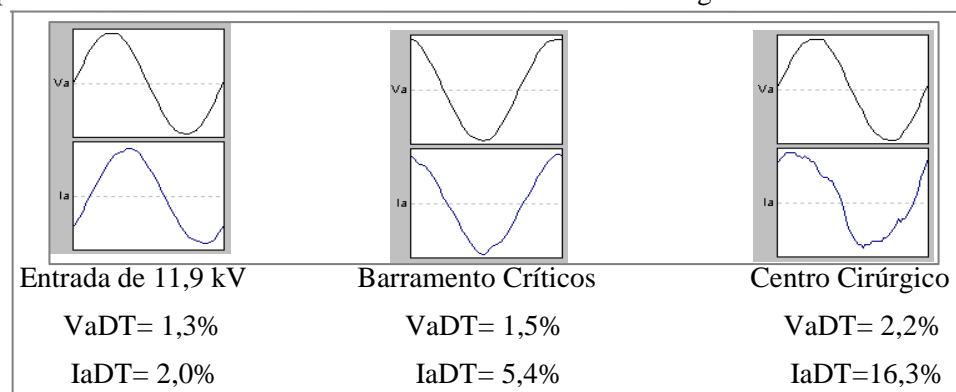


Figura 14 – Formas de onda com alimentação pela concessionária.

➤ Etapa 2

- medição de qualidade no gerador em vazio;

Nesta etapa foram obtidos os resultados nas 3 fases apresentados na Figura 15:

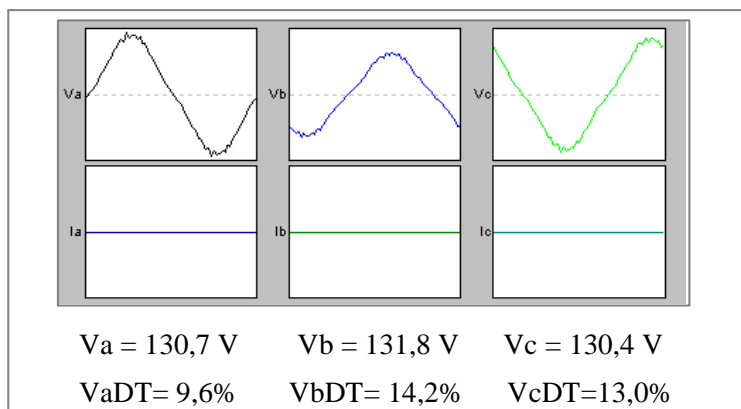


Figura 15 – Valores médios das tensões do gerador em vazio.

Observação: a forma de onda da tensão b esta plotada com aparência menor devido ao longo da oscilografia ter ocorrido algum spike.

➤ Etapa 3

- medição de qualidade no barramento dos circuitos críticos e não críticos, alimentados pelo gerador;

- medição de qualidade na ponta de um dos circuitos conectados ao gerador, o centro cirúrgico;

Nesta etapa foram obtidos os resultados mostrados na Figura 16 na fase A:

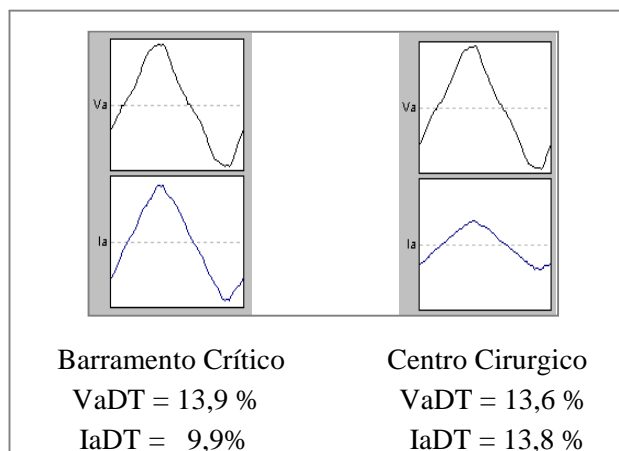


Figura 16 – Medições com alimentação pelo gerador.

Das medições realizadas nas varias etapas nota-se que a qualidade de fornecimento da concessionária é normal, pois apresenta uma distorção da ordem de 1,7%. O gerador já apresenta uma distorção anormal, tanto em vazio como em carga, em torno de 13% nas tensões. Como as especificações normativas e recomendações limitam os níveis toleráveis em 5%, é necessário que o mesmo passe por uma manutenção corretiva.

8. INSPEÇÕES TERMOGRÁFICAS

Normalmente devido o custo elevado dos aparelhos termovisores, este tipo de inspeção quase sempre é deixado de ser realizada, no entanto conforme pode-se verificar abaixo a mesma se torna de fundamental importância como elemento prévio para a elaboração de diagnóstico energético e de avaliação de qualidade do fornecimento, pois muitas vezes os distúrbios encontrados estão relacionados não com a qualidade de fornecimento do produto mas com sobre-aquecimentos decorrentes das necessidades de manutenção.

Foram inspecionados, com equipamento de termografia marca Thermovision-550-AGEMA Infrared Systems, o barramento de 11,9 kV de alimentação do CAISM, os disjuntores gerais dos painéis dos transformadores, o banco de capacitores, as chaves gerais de cada circuito interno de distribuição e alguns quadros de alimentação setorial.

Nesta inspeção termográfica foram produzidas 66 imagens das quais 33 apresentaram características de sobre-aquecimento com indicação para manutenção imediata. A Figura 17 ilustra exemplos de pontos quentes detectados.

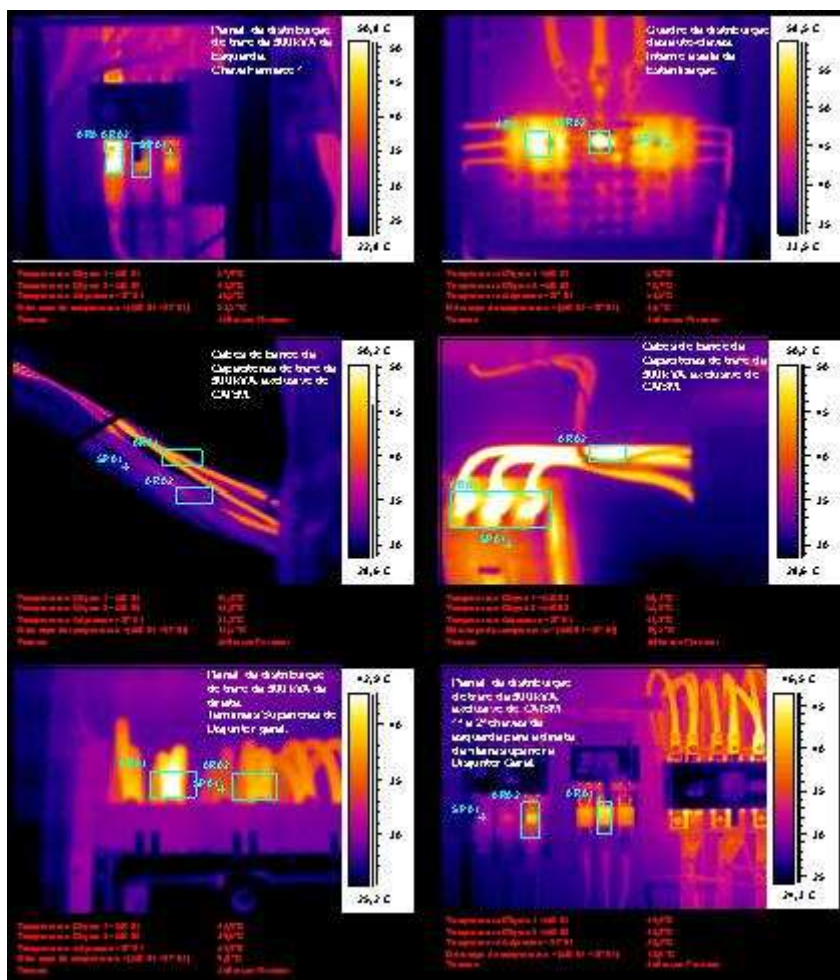


Figura 17 – Imagens termográficas

9. ANÁLISE TARIFÁRIA

Inicialmente esclarecemos que desde novembro de 2002 o fornecimento de energia elétrica para o CAISM é regido por um contrato de fornecimento em bloco para todo o complexo da Universidade Estadual de Campinas -UNICAMP, em tensão de 138 kV – THS Azul. Diante de tal colocação nossa avaliação terá apenas o aspecto didático, para outras entidades assistenciais de saúde de tamanho e perfil de consumo similar ao do CAISM.

Para o fornecimento no grupo A4 aéreo – comercial, temos as seguintes alternativas tarifárias:

- Binômia ou Convencional (aplicada a preços de demanda de potência-kW e preços de consumo de energia-kWh);
- THS-Azul (aplicada a demanda de potência-kW, preços para Ponta e para Fora da Ponta e consumo de energia-kWh com preços para Ponta Úmida e Sêca e preços para Fora da Ponta Úmida e Sêca);
- THS-Verde (aplicada a demanda de potência-kW um preço único e para o consumo de energia-kWh com preços para Ponta Úmida e Sêca e preços para Fora da Ponta Úmida e Sêca).

Resumindo todos os enquadramentos não especiais da Resolução 456/ANEEL que regem “As Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica” podemos afirmar que são obrigatórios ser enquadrados em tarifas THS todas unidades consumidoras com três demandas consecutivas maiores que 300 kW, e opcionalmente qualquer unidade consumidora alimentada em média tensão; nesse último caso as mesmas deverão ter contratadas demandas de no mínimo 30 kW. Como o CAISM possui demandas muito superiores a 300 kW sua modalidade de fornecimento obrigatoriamente deve ser em THS. Os insumos que serão considerados são os registrados por medição e mostrados na Tabela 6 :

Tabela 6 – Distorções harmônicas na entrada de alimentação do CAISM.

INSUMOS REGISTRADOS	
Demanda na Ponta	351 kW
Demanda Fora da Ponta	665 kW
Consumo na Ponta	21.729 kWh
Consumo Fora da Ponta	179.811 kWh

Os faturamentos e os preços médios sem modulação são os mostrados na Tabela 7:

Tabela 7 – Faturamentos e preços médios do CAISM com tarifas de abril de 2003.

Tarifas	Valores com ICMS	Preços médios R\$ / kWh
Tarifa Binômia	R\$ 38.407,60	0,190
Tarifa THS – Verde	R\$ 37.931,52	0,188
Tarifa THS – Azul	R\$ 32.381,66	0,161

10. CONCLUSÃO

A metodologia apresentada neste trabalho teve como base o caso prático do CAISM – Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher, mas também foi aplicada nos diagnósticos elaborados para os hospitais: Santa Casa de Misericórdia, Hospital do Coração e Hospital do Câncer, da cidade de Franca – SP. Como foi visto, ela é composta de resultados que compreendem os principais perfis de consumos setoriais e da alimentação geral do hospital, compreende, também, medições de energias reativas resultantes do perfil de consumo imposto pelas cargas, medições específicas de avaliação de qualidade do gerador auxiliar, inspeções termográficas e estudo tarifário. É uma metodologia que pode ser considerada arrojada para aplicação em diagnósticos energéticos e, por esta razão, é um modelo proposto para ser utilizado, principalmente, em Entidades Assistenciais de Saúde. Além de um modelo de metodologia, pretende-se, com o trabalho, incentivar o intercâmbio entre os engenheiros que atuam na manutenção hospitalar e os do setor elétrico promovendo, com isso, ganhos de qualidade na prestação de serviços de saúde à população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Delgado, A.C.V., Kaminski R., EFIC2002-UH09_Relatório Técnico de Eficiência Energética/CAISM
- (2) Delgado, A.C.V., Kaminski R., EFIC2002-UH09_Relatório Técnico de Eficiência Energética/Sta. Casa de Franca
- (3) www.esb.com.br
- (4) www.nansen.com.br
- (5) 456, Resolução Normativa, ANEEL, 29/11/2000