

VILSON DE MOURA GODOY

**ANÁLISE DOS EQUIPAMENTOS DE AQUECIMENTO DO HUSM COM
PROPOSTA DE CENÁRIOS, VISANDO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.**


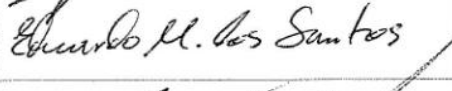
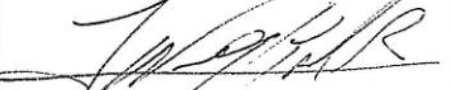
Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das atividades para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, do curso de Engenharia Elétrica da Fundação Universidade Federal do Pampa.

Orientador: Diego Berlezi Ramos, Dr.

Alegrete
2013

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das atividades para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, do curso de Engenharia Elétrica da Fundação Universidade Federal do Pampa.

Trabalho apresentado e aprovado em: 07 de março de 2013
Banca Examinadora.

Os componentes da banca de avaliação, abaixo listados, consideram este trabalho aprovado.				
	Nome	Titulação	Assinatura	Instituição
1	Diego Berlezi Ramos	Dr.		Unipampa
2	Eduardo Machado dos Santos	Me.		Unipampa
3	José Wagner Maciel Kehler	Dr.		Unipampa

Data da aprovação: 07 de março de 2013.

A minha família, esposa Elizete da Rosa Godoy, e as filhas, Jenifer da Rosa Godoy e Mariana da Rosa Godoy, amadas, que compreenderam a minha falta neste período de estudo.

Em especial a minha amada esposa, pelo amor e equilíbrio demonstrado ao longo destes anos.

Aos meus pais Luiz da Silva Godoy e Noemia de Moura Godoy, que com seus exemplos, sempre me ensinaram o caminho a seguir. Especialmente o pai Luiz Godoy, sempre um guerreiro pela vida, homem trabalhador, responsável, um orgulho para os filhos.

Aos meus irmãos Volnei, Vilmar, Rogério, Silvana e Jeziele que me deram motivação em toda esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela proteção e ter me dado à direção correta a seguir.

Agradeço aos professores da UNIPAMPA Campus Alegrete, pelo profissionalismo, e grande qualidade apresentada ao longo do curso, sempre estando disponível para nos ensinar.

Ao professor Diego Berlezi Ramos, meu orientador, pela dedicação, competência, motivação e empenho demonstrado para o êxito deste trabalho.

Incluo no agradecimento também o professor José Wagner Maciel Kaehler pela colaboração no desenvolvimento deste trabalho com sua larga experiência e conhecimento.

Agradeço a todos os colegas da 2º turma de Engenharia Elétrica, que sempre demonstraram solidariedade nas atividades desenvolvidas.

Agradeço aos amigos, que me deram ânimo nesta fase de minha vida, pelo companheirismo em todos os momentos, independente da minha falta de disponibilidade. Em especial aos amigos Claudinei Zweibrucker e família, Felipe Daltrozo e família, Isaias de Lima e família.

Aos colegas do Serviço de Manutenção do HUSM, que me deram força ao longo destes anos.

“Esforça-te, e tem bom ânimo; não temas, nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares”. Josué 1.6-9

RESUMO

Atualmente, tem se dado cada vez mais atenção à utilização racional dos recursos energéticos. Neste sentido, observam-se que os governos apresentam esforços para otimizar a exploração das fontes disponíveis. Em geral, estes esforços se dão por meio de programas de eficiência energética, direcionados a vários setores da sociedade, tais como comercial, residencial e industrial. Visando preencher uma lacuna, do ponto de vista energético, o presente trabalho busca analisar os equipamentos de aquecimento de um ambiente hospitalar, propondo cenários alternativos de eficiência energética. Isto ocorre devido ao fato de um hospital possuir serviços e equipamentos de lavanderia, cozinhas e esterilização, que podem ser alvos de um programa de efficientização energética. Um hospital também utiliza chuveiros elétricos para suprir as necessidades de banho de pacientes e acompanhantes. Com esta demanda, a eficiência torna-se relevante ao reduzirem-se as perdas energéticas e os custos, com maior racionalização no uso da energia. O problema encontrado na auditoria energética hospitalar mostra-se no uso inadequado de duas fontes de energia disponíveis: a elétrica (fornecida pela concessionária) e a térmica, produzida pela caldeira do hospital e transmitida pelo vapor. Como referência para este estudo, será considerado o Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM), de médio porte. A utilização do vapor como fonte de calor não é plenamente aproveitada pelos sistemas do HUSM, causando sobre-utilização de energia elétrica para aquecimento. Em função disso, os custos com a eletricidade, conforme análise feita neste trabalho, apresentou multas por ultrapassagem da demanda contratada, incidente no gerenciamento de energia elétrica. O objetivo deste trabalho é aplicar os conceitos de eficiência energética nos equipamentos de aquecimento, otimizando o consumo. Foram feitas medidas de curvas de cargas dos equipamentos de aquecimento durante períodos de 24 horas de operação do HUSM em dias úteis e finais de semana. As análises foram mostradas como cenários de eficiência. Conseguiu-se reduzir a energia desperdiçada por meio de propostas, analisadas através da conta de energia, com referência ao ano de 2012. Como exemplo, um dos cenários resultou em uma redução de 13.752,96 kWh/ano, possibilitando uma economia de até R\$ 35.106,67.

Palavras-chave: energia em hospitais; consumo de energia elétrica, eficiência energética, demanda de energia.

ABSTRACT

Nowadays, it has been given increasing attention to the rational use of energy resources. In this sense, it is observed that governments have efforts to optimize the exploitation of the available sources. Generally, these efforts take place in the form of energy efficiency programs, aiming at various sectors of society, such as commercial, residential and industrial. In order to fill a gap in the energy efficiency research, under the energy point of view, this study seeks to analyze the heating equipment in a hospital environment, proposing alternative scenarios for energy efficiency. This is due to the fact that a hospital has services and laundry equipment, kitchens and sterilization, which can be targets of an energy efficiency program. A hospital also uses electric showers to meet the needs of patients and caregivers bath. With this demand, the efficiency becomes important to reduce the losses and energy costs, promoting a more rational use of energy. The issue observed in the energy audit hospital is related to an inappropriate use of two energy sources available: the power (provided by the local electric company) and the heat produced, by the hospital boiler and transmitted by steam. As reference for this study, it will be considered the University Hospital of Santa Maria (HUSM), a midsize institution. The use of steam as a source of heat is not fully exploited by the HUSM sub-systems, causing over-use of electricity services for heating. As a result, the electricity cost, according to the analysis done in this work, presented fines due to exceeding limits of the contracted demand, incident over the electricity management. The main objective of this work is to apply the energy efficiency concepts to the hospital heating equipment, optimizing its energy consumption and using. It were collected equipment loads curves during the heating periods of 24 hours of HUSM operation on workdays and weekends. It was projected a reduction on the wasted energy through these proposals, analyzed over the energy bills and gathered data, with reference to the year 2012. As an example, one of the proposed scenarios resulted in a reduction of R\$ 13,752.96 kWh/year, enabling savings of up to R\$ 35,106.67/year.

Key Words: electric energy consumption, energy efficiency, energy demand, energy consumption management, hospital heating equipments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Sistema de conversão de energia direcionado aos usos finais do hospital. .	21
FIGURA 2 – Etapas do diagnóstico energético no hospital.....	23
FIGURA 3 Área física do Hospital Universitário de Santa Maria.	27
FIGURA 4 - Fluxograma da distribuição de energia elétrica no HUSM.....	30
FIGURA 5 – Demanda contratada pelo hospital.....	32
FIGURA 6 Demanda no horário de ponta, demanda contratada e tolerância	33
FIGURA 7 Demanda na ponta, contratada e tolerância, ano 2010 a 2012.	34
FIGURA 8 Consumo horário de ponta e a média ano 2009 a 2012.....	35
FIGURA 9 Consumo horário de ponta e a média por ano.	36
FIGURA 10 Demanda fora de ponta anos 2009 a 2012.....	37
FIGURA 11 Demanda fora de ponta anos 2010 a 2012.....	38
FIGURA 12 Consumo fora de ponta anos 2010 a 2011.....	38
FIGURA 13 Consumo fora de ponta anos 2010 a 2011.....	39
FIGURA 14 Gasto com demanda e consumo de energia elétrica ponta e fora de ponta. .	40
FIGURA 15 Gasto com demanda ultrapassagem na ponta e fora ponta.....	41
FIGURA 16 Caldeira flamotubular	42
FIGURA 17 Caldeira do HUSM	43
FIGURA 18 Consumo de óleo combustível da caldeira	45
FIGURA 19 Gasto com óleo combustível da caldeira	45
FIGURA 20 Medição de curvas de cargas QGBT -SUBESTAÇÃO SE. (A1b)	49
FIGURA 21 Medição wattímetro QGBT-SUBESTAÇÃO SE. (A1b)	49
FIGURA 22 Curvas de carga “quadro de luz A”- QGBT.....	50
FIGURA 23 Medição curvas de cargas “quadro de luz B”- QGBT.....	51
FIGURA 24 Medição curvas de cargas “quadro de força A”- QGBT.....	53

FIGURA 25	Medição curvas de cargas “quadro de força B”- QGBT.	54
FIGURA 26	Medição curvas de cargas da SE T.2 – QGBT Psiquiatria.	55
FIGURA 27	Medição curvas de cargas da SE A 4 – QGBT PA.	57
FIGURA 28	Análise da eficiência energética da caldeira usando MARK IV PROCEL..	60
FIGURA 29	Área da caldeira, com uma em manutenção.	63
FIGURA 30	Três boilers de fornecimento de agua quente hospital.	63
FIGURA 31	Calor na parte de trás da caldeira	64
FIGURA 32	Rede distribuição vapor, ponto perda calor.	64
FIGURA 33	Tubulação entrada do boiler, sem isolamento, ponto perda calor.	65
FIGURA 34	Tubulação e registros, sem isolamento, ponto perda calor.....	65
FIGURA 35	Vazamento de vapor flange, ponto perda calor.	66
FIGURA 36	Tubulação retorno condensado sem isolamento, ponto perda calor.	66
FIGURA 37	Tubulação sem isolamento em cima da autoclave.....	67
FIGURA 38	Perdas energéticas caldeira.	68
FIGURA 39	Fluxograma dos usos finais de energia térmica e elétrica.	76
FIGURA 40	Consumo diário de cargas elétricas quadro de luz aquecimento.	77
FIGURA 41	Consumo diário de cargas elétricas quadro de força.	77
FIGURA 42	Consumo diário de cargas QGBT quadro T.2 e aquecimento.	78
FIGURA 43	Consumo diário de cargas elétricas QGBT PA e aquecimento.	79
FIGURA 44	Consumo diário de cargas elétricas totais dos QGBT e aquecimento.	79
FIGURA 45	Autoclaves do hospital.....	80
FIGURA 46	Ciclo esterilizadora.	81
FIGURA 47	Gerador de vapor.	82
FIGURA 48	Curva de carga de funcionamento das duas autoclaves em dia útil.....	82
FIGURA 49	Curva de carga de funcionamento das duas autoclaves em dia não útil.....	83

FIGURA 50 Curva de carga de funcionamento de duas termodesinfectoras.....	84
FIGURA 51 Termodesinfectoras.....	85
FIGURA 52 Forno combinado.....	86
FIGURA 53 Curva de carga do forno combinado.....	86
FIGURA 54 Cafeteira 400 litros.	87
FIGURA 55 Curva de carga do funcionamento da cafeteira com água fria a 26°C.....	87
FIGURA 56 Cafeteira de 50 litros.....	88
FIGURA 57 Internações em 2012.....	89
FIGURA 58 Taxa de ocupação em 2012.	90
FIGURA 59 Fluxograma proposta de cenários eficiência energéticos na demanda	91
FIGURA 60 Fluxograma proposta de cenários eficiência energética no consumo.....	92
FIGURA 61 Curva de carga no horário de ponta da autoclave.....	94
FIGURA 62 Comparação entre o antes e o depois com ajuste de demanda, na ponta.	95
FIGURA 63 Curva de carga autoclaves energia térmica da caldeira até às 22 horas.	96
FIGURA 64 Curva de carga das autoclaves das 7 às 9h.....	103
FIGURA 65 Curva de carga das 17 às 19h.....	103
FIGURA 66 Curva de carga das 9h às 16h45min, com vapor da caldeira.....	104
FIGURA 67 Curva de carga das 7h às 17h nos finais de semana e feriados.	105
FIGURA 68 Resultado da proposta 1: retirar de uso a autoclave no horário de ponta. ..	107
FIGURA 69 Resultado cenário 1 proposta 2 caldeira funcionando até as 22 horas.	108
FIGURA 70 Resultado cenário 2 proposta 1 caldeira 24 horas com 15 chuveiros.....	108
FIGURA 71 Resultado cenário 2, segunda proposta 45 chuveiros elétricos.	109
FIGURA 72 Resultado cenário 3, automatizar entrada vapor na autoclave.....	110

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Indicadores médios para hospitais brasileiros (SZKLO et al. 2004)	25
TABELA 2 Indicadores médios para hospitais brasileiros e HUSM.....	26
TABELA 3 Leitos existentes.....	28
TABELA 4 Produção dos setores do HUSM e consumo de água.	28
Tabela 5- Estrutura das SEs (subestações) quanto a alimentação e gerador.	31
TABELA 6 – Comparação entre custos de demanda em percentagem.....	34
TABELA 7 Comparação do consumo horário de ponta e fora de ponta.....	36
TABELA 8 Comparação consumo em horário de ponta e fora de ponta entre hospitais.	40
TABELA 9 Especificações da caldeira do hospital.	43
TABELA 10 Característica do combustível usado na caldeira do hospital.	44
TABELA 11 Equipamentos elétricos aquecimento quadro luz (QGBT).	52
TABELA 12 Equipamentos elétricos de aquecimento quadro força (QGBT).....	54
TABELA 13 Equipamentos elétricos aquecimento subestação T.2 (QGBT).	56
TABELA 14 Equipamentos elétricos aquecimento subestação PA (QGBT).	57
TABELA 15 Propriedades da Água Saturada(líquido e vapor) entrada temperatura.	61
TABELA 16 Propriedades da Água Saturada(líquido e vapor) entrada Pressão.	61
TABELA 17 Perdas devido a vazamentos de vapor.	68
TABELA 18 Economias possíveis com ações eficiência energética tubulações.	69
TABELA 19 Equipamentos térmicos.....	70
TABELA 20 Equipamentos com energia principal térmica ou elétrica.....	70
TABELA 21 Consumo diário de agua quente pode ser feito auxilio da norma 7198/82..	70
TABELA 22 Dados da caldeira do HUSM.	72

TABELA 23 Tabela Vapor Saturado.	73
TABELA 24 Tabela Vapor Saturado calor sensível da água.	73
TABELA 25 Cenário eficiência com retirada de uso dos equipamentos horário ponta. ..	94
TABELA 26 Análises de consumo de óleo horário 19 às 22 horas.	97
TABELA 27 Gasto óleo e redução consumo energia elétrica 19 às 22 horas.....	97
TABELA 28 Equipamentos possíveis de substituição da energia elétrica por térmica. ...	98
TABELA 29 Consumo óleo combustível pela Caldeira com funcionamento 24 horas.	99
TABELA 30 Redução consumo energia com uso caldeira 24 horas.	99
TABELA 31 Cenário 2 - comparação proposta 1 - gasto com energia elétrica e óleo . .	100
TABELA 32 Cenário 2 - proposta 1- consumo com energia elétrica e óleo.....	100
TABELA 33 Cenário 2 - proposta 2 - gasto com energia elétrica e óleo combustível. ..	101
TABELA 34 Cenário 2 comparação proposta 2 consumo com energia elétrica e óleo. .	101
TABELA 35 Cenário 3 - desperdício de energia elétrica por dia.	104
TABELA 36 Cenário 3 conversão desperdício energia elétrica dia para mês.	104
TABELA 37 Cenário 3 desperdício de energia elétrica dias não úteis autoclave.....	106
TABELA 38 Cenário 3 automatizar autoclave de eficiência dias úteis e não úteis.	106

LISTA DE ABREVIATURAS

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

CME – Centro de Material de Esterilização

CTI – Centro de Tratamento Intensivo

UTI- Unidade de tratamento intensivo

SUMÁRIO

Agradecimentos	4
Abstract.....	7
Lista de ilustrações.....	8
Lista de tabelas	11
Lista de abreviaturas	13
Sumário.....	14
Introdução.....	16
OBJETIVO GERAL.....	18
1 Eficiência energética.....	20
1.1 <i>Introdução.....</i>	20
1.2 <i>Conceitos fundamentais.....</i>	20
1.3 <i>Etapas de uma auditoria em hospital</i>	22
2 Características de consumo energético de hospitais.....	24
2.1 <i>Introdução.....</i>	24
2.2 <i>Caracterização e especificação dos consumos energéticos dos hospitais brasileiros....</i>	24
3 Contexto de Aplicação do Trabalho.....	27
4 Tarifação de energia elétrica e consumo energético do Husm	29
4.1 <i>Introdução.....</i>	29
4.2 <i>Sistema Elétrico do HUSM.....</i>	29
4.3 <i>Tarifas, consumos e demandas e ultrapassagens de demanda</i>	31
4.3.1 <i>Demanda de potência do hospital no horário de ponta</i>	32
4.3.2 <i>Consumo de energia elétrica do hospital no horário de ponta.....</i>	35
4.3.3 <i>Demanda de potência no horário fora de ponta do hospital</i>	37
4.3.4 <i>Consumo de energia no horário fora de ponta do hospital.....</i>	38
4.3.5 <i>Gastos com energia elétrica e valor pago por ultrapassagem</i>	40
4.4 <i>Energia térmica, produção através de caldeira e consumo de vapor</i>	41
4.4.1 <i>Definições e características da caldeira do HUSM.....</i>	42
4.4.2 <i>Consumo de combustível pela caldeira.....</i>	44
5 Quantificação e qualificação das cargas elétricas e térmicas	48
5.1 <i>Introdução.....</i>	48
5.2 <i>Classificação das cargas elétricas pelos usos finais</i>	48

5.3 <i>Análise da eficiência energética da caldeira com o MARK IV do PROCEL</i>	58
5.4 <i>Análise eficiência energética da caldeira com relação a perdas energia</i>	62
5.4.2 <i>Cálculo consumo vapor pelo boiler para produção água quente hospital</i>	70
5.4.3 <i>Cálculo do custo Vapor para o Hospital</i>	72
6 <i>Análise da influência das cargas elétricas de aquecimento no consumo de energia</i>	75
6.1 <i>Introdução</i>	75
6.2 <i>Equipamentos de aquecimento e horários de uso, com seus consumos diários</i>	76
6.3 <i>Equipamentos de aquecimento direto e indireto e análises de funcionamento</i>	80
6.3.1 <i>Autoclave Horizontal CME</i>	80
6.3.2 <i>Termodesinfectora</i>	84
6.3.3 <i>Equipamentos do serviço de nutrição e dietética</i>	85
6.3.3.1 <i>Forno combinado</i>	85
6.3.3.2 <i>Cafeteira 400 litros e cafeteira 50 litros</i>	86
6.4 <i>Chuveiros</i>	88
7 <i>Propostas de cenários de eficiências energéticas</i>	89
7.1 <i>Introdução</i>	89
7.2 <i>Cenário 1, propostas de mudanças, da utilização das autoclaves e dos insumos energéticos no horário de ponta</i>	93
7.3 <i>Cenário 2, propostas de mudança de insumos energéticos totais (substituindo energia elétrica por energia térmica) com 15 chuveiros elétricos e na segunda proposta com inserção dos 45 chuveiros</i>	98
7.4 <i>Cenário 3, proposta de instalação do Sistema de Automação para ligar a autoclave em horário em que a caldeira está em funcionamento</i>	102
7.5 <i>Considerações sobre os Cenários de eficiência energética</i>	106
8 <i>Conclusão</i>	111
REFERÊNCIAS	114

INTRODUÇÃO

Desde a crise do petróleo, na década de 70, está em evidência a eficiência no uso da energia. Descobriu-se que as reservas eram limitadas e que, principalmente, o seu uso não se dá sem prejuízos para o ambiente (PNE, 2030). Verificada esta situação, iniciou-se a produção de equipamentos com menos consumo de energia, influenciando as áreas ambientais, econômicas, sociais e culturais.

Desde então, o governo federal, através de parcerias com institutos de pesquisas, universidades, empresas privadas promovem a racionalização do uso da energia nos setores residenciais, industriais, comerciais, públicos entre outros.

Programas foram desenvolvidos para a promoção do uso racional de energia, tal como o PROCEL, Programas de eficiência energética das concessionárias de distribuidoras de energia elétrica supervisionadas pela Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

De acordo com a LEI nº 9.991, 24 de julho de 2000, estas empresas concessionárias são obrigadas a aplicar 1% do sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e programas de eficiência energética. Sendo definidas 0,5 % em eficiência energética.

Conforme a ABESCO (Associação Brasileira de Serviços de Conservação de Energia) o país desperdiça cerca de 10% dos 430 TWh, consumidos a cada ano. Este volume é superior ao consumo do estado do Rio de Janeiro, de 36 TWh. Conforme o presidente da entidade, são jogados fora aproximadamente R\$ 15 bilhões ao ano (BORTOLON, 2013). Assim é necessário a aplicação técnicas e métodos de engenharia, administração entre outras, para promoção eficiência energética, na área hospitalar, para contribuir no sentido reduzir este desperdício de energia.

Sendo a energia um insumo essencial e haver grande consumo de eletricidade no Hospital, é requerido um monitoramento constante dos desperdícios, para que estes impactos sejam reduzidos, tanto na fatura de energia elétrica quanto no meio ambiente.

Também se deve considerar a questão ambiental, pois o consumo de energia é uma das principais causas de degradação do meio ambiente (HADDAD, 2006). Esta é uma questão que também tem sido abordada pela Comissão de Gestão Ambiental do HUSM. Uma jornada ambiental ocorreu no ano de 2012, quando foram abordadas as questões sobre o bom uso dos insumos energéticos. Estiveram palestrando especialistas nas áreas de climatização, engenharia elétrica e água.

Os perfis das cargas encontradas no HUSM, com relação aos usos finais, dividem-se em climatização, iluminação, motores, aquecimento e equipamentos eletromédicos. No entanto, estas cargas exigem gerenciamento permanente para que se evite o desperdício. Os projetos de eficiência energética, do ponto de vista socioeconômico, tanto no seu uso final como no da oferta, baseia-se em duas ferramentas para atingir sua meta: mudanças de hábitos e eficiência energética (MARQUES et al., 2007).

OBJETIVO GERAL

Aplicar os conceitos de eficiência energética nos equipamentos de aquecimento do HUSM, propondo a otimização dos usos finais de energia térmica e elétrica com redução de custos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentre os objetivos específicos deste trabalho, destacam-se os seguintes:

- Realizar a revisão da literatura sobre eficiência energética;
- Identificar as eficiências energéticas já realizadas na área hospitalar, avaliando o que pode ser aplicado no HUSM;
- Mensurar e avaliar a evolução, o consumo de energia elétrica e os demais insumos energéticos de custos de energia; e
- Apresentar propostas de eficiência energética nos usos finais para aquecimento com as devidas reduções de consumo e consequentemente de custos de energia.

JUSTIFICATIVA

Tendo em vista o aumento da demanda e do consumo de energia observados no HUSM, verifica-se a necessidade de se ter estratégias eficientes para o gerenciamento energético das cargas térmicas e elétricas do hospital.

A gestão energética adequada é imprescindível, pois, além de evitar a possibilidade de um racionamento forçado de energia elétrica, há, ainda, o prejuízo ao meio ambiente. Considera-se o consumo de energia de forma geral, uma das principais causas de degradação do meio ambiente (Haddad, 2006).

Em junho de 2011 a ISO 50001 foi publicada, focando a gestão energética. Esta enfatiza a importância de bem gerenciar estes recursos necessários às pessoas e aos processos.

O principal argumento para defender a conservação de energia elétrica, além da questão ambiental, é o baixo custo de implantação, quando comparado à expansão do sistema, pois o

que é gasto para economizar 1 kWh quase sempre é menor do que o gasto para gerá-lo (JANNUZZI, SWISHER, 1997).

Na área hospitalar existem grandes oportunidades de eficiência energética, entre elas está o uso combinado do vapor e a energia elétrica nos processos, gerenciamento das tarifas de energia elétrica, hábitos nos usos da tecnologia podem ser monitorados e melhorados.

ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo consiste na revisão dos conceitos fundamentais da eficiência energética, seguindo as etapas de uma auditoria energética, e sua análise econômica.

No capítulo dois, a abordagem será direcionada à caracterização dos consumos energéticos hospitalares para quantificação e enquadramento do HUSM no contexto dos hospitais.

O terceiro capítulo enfatiza a tarifação de energia e o respectivo consumo, descrevendo o sistema elétrico existente e sua evolução tarifária, no aspecto consumo/verificações sobre comparações tarifárias. Também são comparados os custos de ultrapassagem de demanda e um possível modelo tarifário.

No quarto capítulo, trabalha-se a qualificação e a quantificação das cargas elétricas e térmicas, retirando medidas das curvas cargas globais do HUSM. Também coleta-se a curva de carga dos equipamentos de uso final aquecimento, que trabalham com energias térmicas e/ou elétricas.

O capítulo quinto demonstra a influência das cargas de aquecimento no consumo de energia elétrica e térmica globais do HUSM, comparando cargas instaladas, apresentando as curvas de carga destes e seus usos finais.

No sexto capítulo mostram-se as propostas de cenários de eficiência energéticas.

O capítulo 7 apresenta as principais conclusões obtidas com a realização deste trabalho.

1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

1.1 Introdução

Segundo Santos et al. (2006), a eficiência energética é obtida tanto pela inovação tecnológica através da introdução de novos produtos, máquinas e tecnologia melhores, como de novas formas de gestão de processos produtivos. Neste contexto as ações eficientes, além de permitirem uma redução de custos e reduzir perdas de energia, podem proporcionar meios de desenvolvimento acadêmico nas pesquisas de produtos eficientes.

Geller (1994, p. 144-5) considerou possível economizar 10% da energia elétrica usada em fornos e caldeiras (com uma penetração de 67% até 2000 e 90% até 2010) a um custo de 11 US\$/MWh com equipamentos mais eficientes. Assim, desenvolver ações que promovem a eficiência energética, pode ser eficaz no sentido de postergar e ou evitar investimentos no lado da oferta.

Considerando os aspectos acima, neste capítulo serão abordados os conceitos envolvendo a eficiência energética, os seus desdobramentos e suas implicações em um hospital.

1.2 Conceitos fundamentais

1.2.1 Energia

Em termodinâmica diz-se que energia é a capacidade de produzir trabalho e mudanças (CENGEL e BOLES, 1998). Um conceito frequentemente associado à energia é o da potência, equivalente ao fluxo de energia no tempo, essencial para tratar de processos humanos e econômicos, em que o fator tempo é essencial. Em geral, há a preocupação em atender uma dada demanda energética, medida em kWh, kj ou kcal, mas sobre a ação do tempo, ou seja, com dado requerimento de potência avaliado em kW. Salienta-se que a taxa de utilização dos fluxos é tão importante quanto a sua mera disponibilidade (SANTOS et al., 2006).

Os conceitos fundamentais de calor e trabalho referem-se ao fato de que o calor, como fluxo energético, decorre da diferença de temperatura entre corpos, enquanto o trabalho se entende por todo processo análogo à elevação de um peso (SANTOS et al., 2006). Então, o calor é definido como a energia térmica em trânsito que flui de um corpo para outro em razão da diferença de temperatura existente entre eles.

A Lei da Conservação de Energia (1ª. Lei da Termodinâmica) permite quantificar perdas e efetuar balanços energéticos. Como verificado na figura 1, a energia sempre se conserva, e em todos os processos reais ocorre a geração de perdas, ou seja, a energia a partir de estoques e fluxos disponíveis na natureza envolve caminhos complexos e sucessivas transformações e processos de armazenamento antes se constituir um fator de bem-estar e desenvolvimento econômico. Esta crescente complexidade faz com que cada vez mais uma parcela menor obtida da natureza cumpra seu papel junto aos usuários (VAN WILLEN, 1998).

Neste trabalho, a 1ª. Lei da Termodinâmica é usada para quantificar os fluxos térmicos do calor, energia térmica em trânsito, produzido pela queima do combustível na caldeira, e as perdas existentes neste percurso da geração do vapor até o uso final.

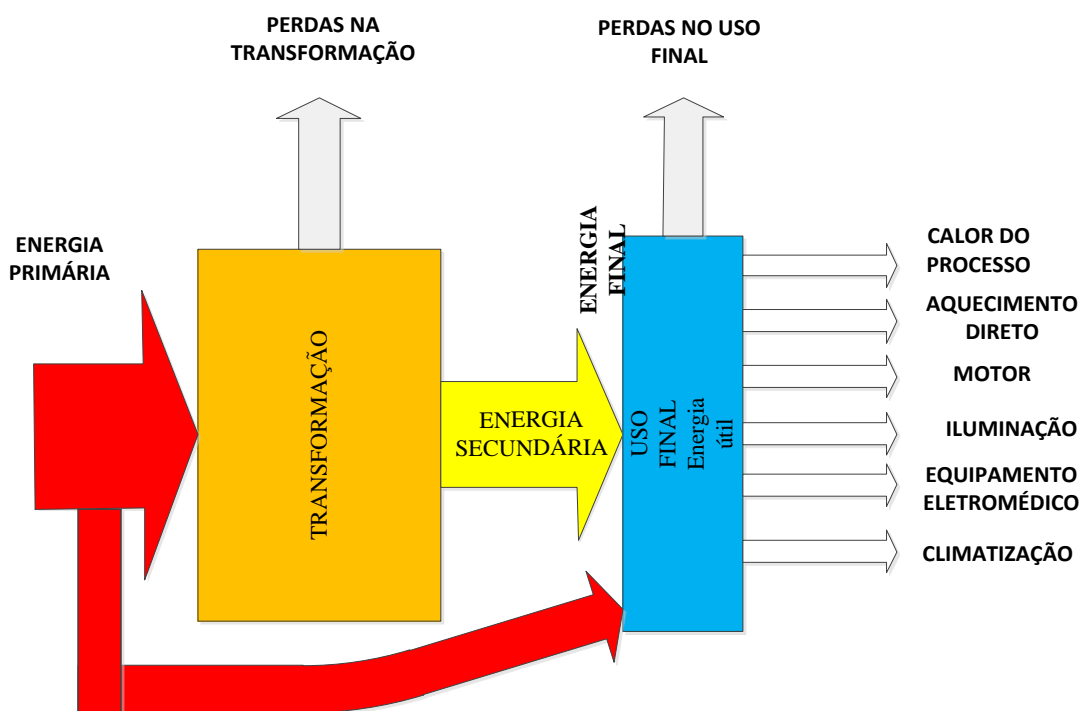


FIGURA 1 – Sistema de conversão de energia direcionado aos usos finais do hospital.

Fonte: Adaptado de ALVIM (2012).

Segundo Jannuzi e Swisher (1997), a energia se torna disponível ao consumidor depois de uma série de transformações, através da cadeia de processos. Assim, durante essa cadeia de processos surgem as perdas. Nesta situação devem-se desenvolver tecnologias eficientes, que no uso final darão menos custos para se conservar a energia. Em um ambiente hospitalar, esta série de processos pode ser definida como a geração da energia, no caso a caldeira, que utiliza óleo combustível, sendo esta a energia secundária. Nesta transformação existem perdas de energia, ora por falta de manutenção, ora por mau uso final da energia, e também as perdas normais no caso das descargas das caldeiras que podem ser reaproveitadas.

Aumentar a eficiência na conversão e no uso da energia também resulta em benefício para o meio ambiente, já que a redução do consumo implica na minimização dos impactos ambientais associados a toda cadeia energética (geração, transporte, consumo) (DINCER, 1999).

1.3 Etapas de uma auditoria em hospital

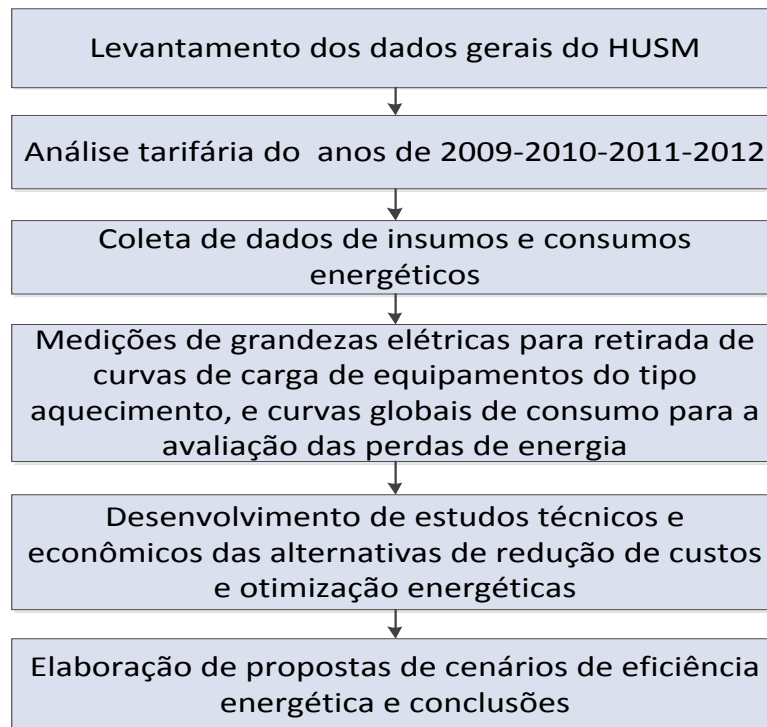
Para se aplicar a eficiência energética, é importante empregar os conhecimentos de engenharia, de economia e de administração aos sistemas energéticos. A importância da aplicabilidade de métodos de análise de sistemas compensa não somente pela possibilidade de diminuir os custos operacionais do hospital, mas também na consideração de que cada kWh reduzido do desperdício de energia encontrado através da auditoria energética representa uma redução de quatro vezes na produção de 1 kWh adicional, segundo Nogueira (2006).

Nestes conceitos, aplicados a um hospital, os processos são complexos, pois existem várias formas de energia. Tem-se o óleo combustível que alimenta a caldeira, o gás GLP para a cozinha geral e a energia elétrica. Esta energia, até chegar ao seu uso final, percorre várias instâncias em seu processo, e normalmente as perdas energéticas acompanham este consumo.

Assim, para realizar a análise dos fluxos desta energia no hospital e dimensionar as perdas, apresentando propostas de eficiência energética, produziu-se o fluxograma na figura 2, voltado para a atividade-fim de um hospital. Nessa figura, observa-se que as atividades de diagnóstico seguem uma série de etapas, que consiste inicialmente na análise dos dados existentes do hospital. Depois foram analisadas as tarifas existentes, sendo que só foi desmembrado o HUSM em termos de contas de energia elétrica no final ano de 2008. As tarifas utilizadas para esta análise são de 2009 a 2012.

Em seguida, coletaram-se dados dos insumos para os serviços de produção do hospital, consumo de água, óleo combustível e gás.

Com o equipamento IMS P 600, retiram-se as medidas, representadas por curvas diárias de consumo de energia, comparando dias úteis e não úteis. Após, então, desenvolveram-se estudos e viabilidades de oportunidades de eficiência energética. E seguindo o diagnóstico da figura 2, executam-se propostas de cenários de eficiência energética.



Etapas de Auditoria Energética hospital
Adaptada de: Nogueira(2006)

FIGURA 2 – Etapas do diagnóstico energético no hospital

Nestas etapas, do diagnóstico efetuado no hospital, analisou-se o sistema como um todo, dando ênfase ao aproveitamento da energia na forma de calor. Após, então, ter todos os dados sobre os equipamentos, usos finais aquecimento, pode-se avaliar a essência do desperdício existente no hospital.

2 CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO ENERGÉTICO DE HOSPITAIS

2.1 Introdução

Uma das características hospitalares mais relevantes é que eles funcionam de forma ininterrupta. Por exemplo, o bloco cirúrgico realiza cirurgias à noite, nos finais de semana e feriados, os serviços de nutrição e dietética não param, e os laboratórios continuam realizando exames. Neste capítulo serão estudadas as características hospitalares em questão de consumo, comparando o HUSM com os demais hospitais e analisando os seus perfis.

2.2 Caracterização e especificação dos consumos energéticos dos hospitais brasileiros

De acordo com critérios estruturais e sua especificação, os hospitais foram divididos por SZKLO et al. (2004) em seis categorias:

- 1- Hospitais Grandes (GH): acima de 450 leitos, prestando serviço das quatro principais especialidades (Clínica Geral, Cirurgia Ginecológica – obstetrícia e pediatria);
- 2- Hospital de médio porte de alto nível de conforto (HMcc): entre 150 e 450 leitos, com unidade intensiva (UTI), com gerador de emergência e com alta demanda de condicionamento de ar;
- 3- Hospitais de médio porte com baixo nível de conforto (HMsc): entre 150 e 450 leitos, sem UTI, e geralmente sem central de produção de O₂, com baixa demanda de condicionamento de ar;
- 4- Hospital de pequeno porte (HP): entre 50 e 150 leitos. Devido à grande heterogeneidade dentro desta categoria, não é possível definir sua composição básica;
- 5- Hospitais com menos de 50 leitos (<50): poucos hospitais nesta faixa apresentam sistema central de condicionamento de ar, e muitos deles não têm serviço próprio de lavanderia;

- 6- Hospitais com atendimento apenas pelo Sistema Único de Saúde (SUS): classificados separadamente, já que apresentam características semelhantes às de algumas categorias acima.

Neste estudo, realizado por SZKLO et al. (2004), foi feito um levantamento de índices relacionados ao uso de energia nos hospitais do Rio de Janeiro, mostrado na Tabela 1. Este estudo define algumas características que permitem avaliar e aplicar a eficiência energética em um hospital, por exemplo, o consumo descrito na tabela 3. Esta análise é relevante para este trabalho pois possibilita confrontar os dados de consumo de energia retirados dos hospitais do Rio de Janeiro, com os dados reais de um hospital do interior do Rio Grande do Sul.

TABELA 1 Indicadores médios para hospitais brasileiros (SZKLO et al. 2004)

Indicador	GH	HMcc	HMsc	HP	<50	SUS
Densidade de leitos (leitos /m ²)	0,0048	0,0143	0,0155	0,0191	0,0310	0,0300
Energia mensal total (kWh/leitos)	3301	2682	952	977	619	248
Eletricidade						
Eletricidade (%)	63,6	57,0	74,4	75,7	85,4	71,5
Uso final de Eletricidade (%)						
Iluminação	26,04	23,45	21,85	21,8	30,4	30,00
Condicionador de ar	41,02	27,23	23,89	24,84	51,2	15,4
Aquecimento de água	4,76	8,57	12,36	13,03	15,30	25,80
Total	71,82	59,25	58,10	59,67	96,90	71,20
Indicadores físicos						
Iluminação (W/m ²)	5,83	11,71	5,07	9,94	11,10	3,30
Água quente (m ³ /leito/mês)	2,27	2,33	2,04	2,20	1,35	0,93
Participação do sistema central de condicionamento de ar						
Ar-condicionado (TR/100m ²)	54,1	61,0	0,0	15,3	0,0	0,0
Ar-condicionado (TR/100m ²)	1,58	1,65	0,54	1,54	1,54	0,31

Ainda com relação à tabela 3, e pelas características físicas do Hospital Universitário de Santa Maria, podemos enquadrá-lo como HMcc (Hospital de médio porte de alto nível de conforto), devido ao seu sistema de ar central em praticamente três unidades: Bloco Cirúrgico,

Pronto Socorro, CTMO (Centro de Tratamento da Medula Óssea) e CTCRIAC (Centro de Tratamento da Criança com Câncer), além de estar entre a faixa de 150 a 450 leitos.

Assim, trazendo as análises de SZKLO et al. (2004) para os dados encontrados na auditoria no HUSM, são apresentadas na tabela 4, conforme esta etapa do trabalho, as características do HUSM. Foram considerados os dados do HUSM, sendo 300 leitos e 26.000 m².

TABELA 2 Indicadores médios para hospitais brasileiros e HUSM

Indicador	GH	HMcc	HMsc	HP	<50	SUS	HUSM
Densidade de leitos (leitos/m ²)	0,0048	0,0143	0,0155	0,0191	0,0310	0,0300	0,011

Fonte: Adaptado de SZKLO et al. (2004).

3 CONTEXTO DE APLICAÇÃO DO TRABALHO

O HUSM (figura 3) localiza-se no campus da UFSM com área física de 26.000m², possuindo 300 leitos. Em média, em um mês, são realizadas 1.000 internações, 80.000 exames e 1.000 cirurgias. Sua área de abrangência compreende 40 municípios da região centro do estado do Rio Grande do Sul, atingindo uma população em torno de 1.000.000 de habitantes.

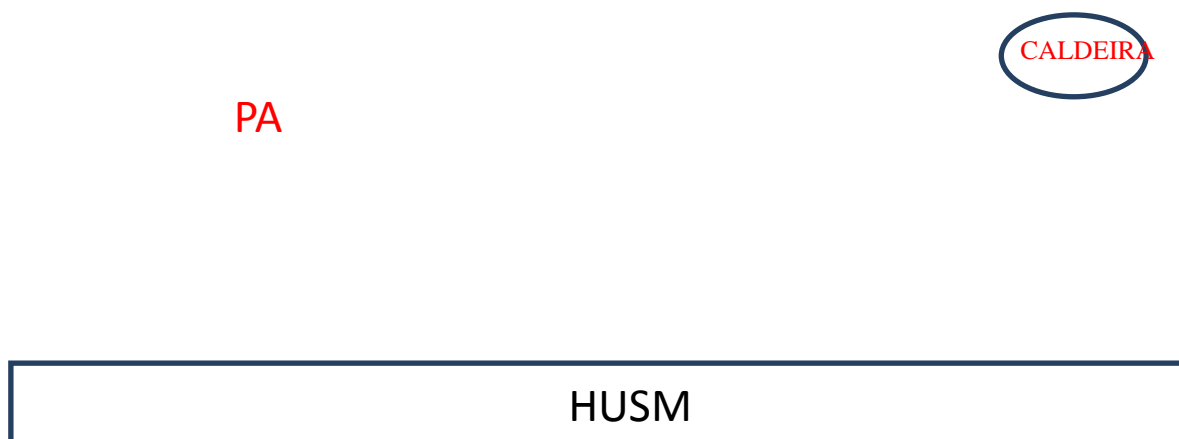


FIGURA 3 Área física do Hospital Universitário de Santa Maria.

O número de leitos existentes e em uso se encontra na tabela 1. É importante esta informação para analisar o custo específico da energia elétrica como parâmetro, é utilizado leito por kWh. Esta tabela mostra uma dimensão dos fluxos de serviços prestados pela instituição e serve para analisar o consumo de energia em termos de produção.

TABELA 3 Leitos existentes.

Clínicas	Capacidade	LEITOS EM	
		USO	Bloqueados
Obstetrícia/2a	27	21	
Gineco/2a	24	11	12
Centro Obst.	9	9	
Sala de Recuperação	10	10	
URI	11	9	2
Cirurgia/3a	60	46	17
Médica/4a	31	24	5
Diálise/4a	14	6	
Médica/5a	32	24	8
UTI ADULTO	10	9	1
UCI ADULTO	4	4	
Pediatria/6a	28	16	7
UTI Pediátrica/6a	8	5	3
UTI RN/6a	10	10	
UTI intermediária	12	8	
CTMO	6	5	1
CTCRIAC	18	18	0
P S Pediátrico	6	6	
P S Adulto	12	12	
P S Psiq	3	2	
P S traumato	10	10	
SERDEQUIM	48	0	16
Paulo Guedes	43	15	5
Internação Domiciliar	30	20	
Total	466	300	77

Fonte: Setor Estatístico do HUSM

A Tabela 4 contém o gráfico do consumo dos setores de lavanderia e nutrição. A lavanderia é responsável pela lavagem das roupas de cama, compressas e aventais. A nutrição tem como trabalho realizar as refeições para os pacientes e a equipe médica de plantão. Entre as refeições, estão incluídos os lanches e as dietas específicas de pacientes.

TABELA 4 Produção dos setores do HUSM e consumo de água.

Local	Produção média mês	Consumo gás liquefeito de petróleo p45 média mês	Consumo de água média mês
LAVANDERIA	44.000 Kg ROUPA		1.000 m ³
NUTRIÇÃO	44.000 REFEIÇÕES	10 m ³	
HUSM			7.000 m³

Assim, o uso de insumos energéticos é elevado, bem como as possibilidades de desperdício de energia que crescem de igual modo. Portanto, é necessário racionalizar o uso dos recursos energéticos disponíveis no HUSM.

4 TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E CONSUMO ENERGÉTICO DO HUSM

4.1 Introdução

Será abordada neste capítulo a estrutura existente no HUSM, apresentando seus dados energéticos e as respectivas evoluções nos anos de 2009, 2010, 2011 e 2012. Esta situação será mostrada por gráficos de consumo e demanda mensal e anual. Também, será apresentado o consumo dos demais insumos energéticos e suas consequências no consumo geral do hospital.

4.2 Sistema Elétrico do HUSM

O sistema elétrico do HUSM é composto de quatro entradas de média tensão (MT) em 13,8 kV. Na figura 4 estão descritos os fluxos de distribuição de energia elétrica do HUSM. Essa distribuição é composta de quatro subestações, sendo designadas por SE A.1, SE T.2, SE A.3 e SE A.4, onde a SE T.2 é ao tempo e as demais são abrigadas.

Assim, cada subestação (figura 4) possui as seguintes características: duas SE A.1a e SE A.b que distribuem energia elétrica para toda a parte principal hospitalar onde estão as CTI, também parte do bloco cirúrgico, incluindo todos os seis andares, além de um elevador conectado ao gerador. Na SE A.1a está conectado um gerador Scania de 200KVA, atendendo setores essenciais do hospital, como CTI e bloco cirúrgico. Enfermarias e outros equipamentos não podem sofrer interrupção de energia (é o caso de geladeiras da farmácia e freezer -80°C?), assim como parte da iluminação do prédio.

O SE T.2 é a única subestação ao tempo existente, sendo que sua alimentação está nas unidades de psiquiatria e CTMO-CTCRIAC, estendendo-se até o ambulatório da ginecologia e ficando na chamada ALA C. Nesta subestação está conectado um gerador de marca Cummins de 310 KVA, atendendo 100% os usos finais ligados nela.

A subestação SE A.3 supre a energia para todo o pronto socorro do hospital, com extensão a toda a ala direita até o sexto andar. Esta SE possui um gerador Cummins 450 KVA.

Enfim, na SE A.4, as cargas ligadas a esta unidade são do serviço de radiologia e tomografia. Os dois transformadores se justificam devido à grande exigência de carga nos equipamentos e usos finais de climatização, motores e iluminação. Na tabela 5 está detalhado a que setor do Hospital esta conectada as subestações.

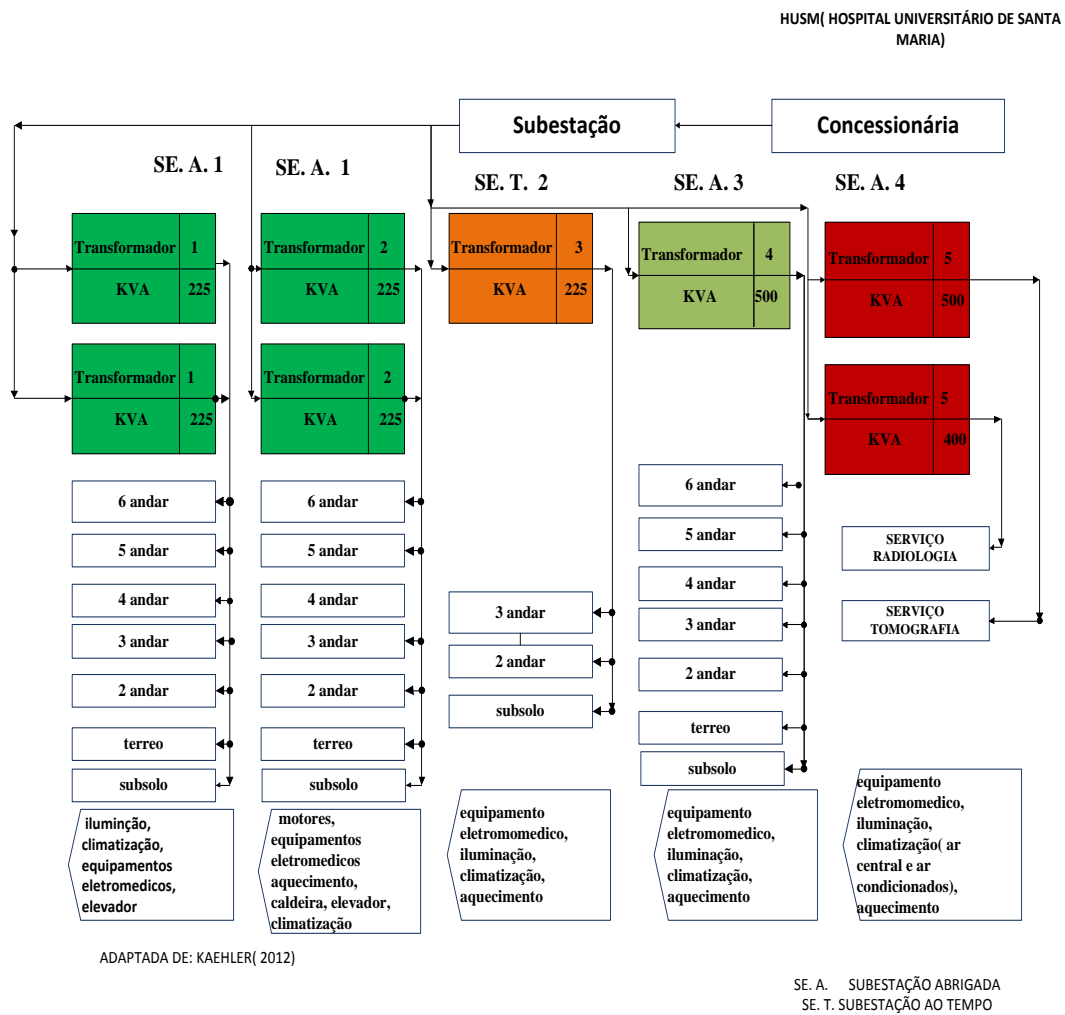


FIGURA 4 - Fluxograma da distribuição de energia elétrica no HUSM

Tabela 5- Estrutura das SEs (subestações) quanto a alimentação e gerador.

Subestação SE	Transformador	Setor	Gerador
A.1	225 kVA 225 kVA 225kVA 225 kVA	6º andar: UTI RN, UTI PED, PED; 5º andar: CTI ADULTO, PNEUMOLOGIA, Clínica Médica; 4º andar: Hemodiálise, Clínica Médica; 3º andar: Clínica cirúrgica; 2º andar: Ginecologia Térreo: COFIM, LAC, HEMATO, SAME, Ambulatórios Ala A, Ala B, Ala C; Sub solo: Farmácia, Bloco cirúrgico, Lavanderia, CME, Arquivo, Almojarifado, Manutenção;	SCÂNIA 200 kVA
T. 2	225 kVA	3º Andar: Unidade Paulo Guedes, Unidade Serdequim; 2º Andar: CTMO-CTCRIAC Térreo: Same psiquiatria e Quimioterapia;	CUMMINS 310 kVA
A.3	500 kVA 400 kVA	Radiologia e Tomografia	
A.4	500 kVA	Pronto Socorro Regional, Bloco Cirúrgico e 6º andar ao Térreo;	CUMMINS 450 kVA

4.3 Tarifas, consumos e demandas e ultrapassagens de demanda

Conforme a estrutura tarifária de energia elétrica da Resolução Normativa da ANEEL N° 414, de 09 de setembro de 2010, as tarifas são diferenciadas para a demanda de potência e para o consumo de energia, de acordo com os períodos do ano, os horários de utilização e a estrutura tarifária horo-sazonal.

O HUSM está classificado na tarifa HORO-SAZONAL AZUL SUBG. (2,3 KV A 25KV), enquadrado no perfil tarifário AES SUL, INDÚSTRIA, COMÉRCIO – PODER/SERVIÇO PÚBLICO. Além disso, o contrato fixado com a AES SUL é de demanda na ponta de 500KW e demanda fora de ponta de 1000KW.

Uma questão importante para a gestão de energia é verificar sempre se está havendo ultrapassagem de demanda (kW) contratada com a concessionária, conforme resolução da ANEEL N° 414, mostrada na figura 5, que contém o contrato de demanda pelo hospital com a concessionária.

Esta cobrança influi sobre o consumo específico de energia elétrica. Sendo assim, o mau uso da energia pode prejudicar, e muito, a eficiência energética realizada. Havendo ultrapassagem de demanda, é cobrado o dobro da tarifa de demanda normal.

Atualmente, o HUSM tem consumido 40 kW em média no horário além da demanda contratada, e, no horário de fora de ponta, somente em 2012 ocorreu ultrapassagem deste contrato de demanda com a concessionária.

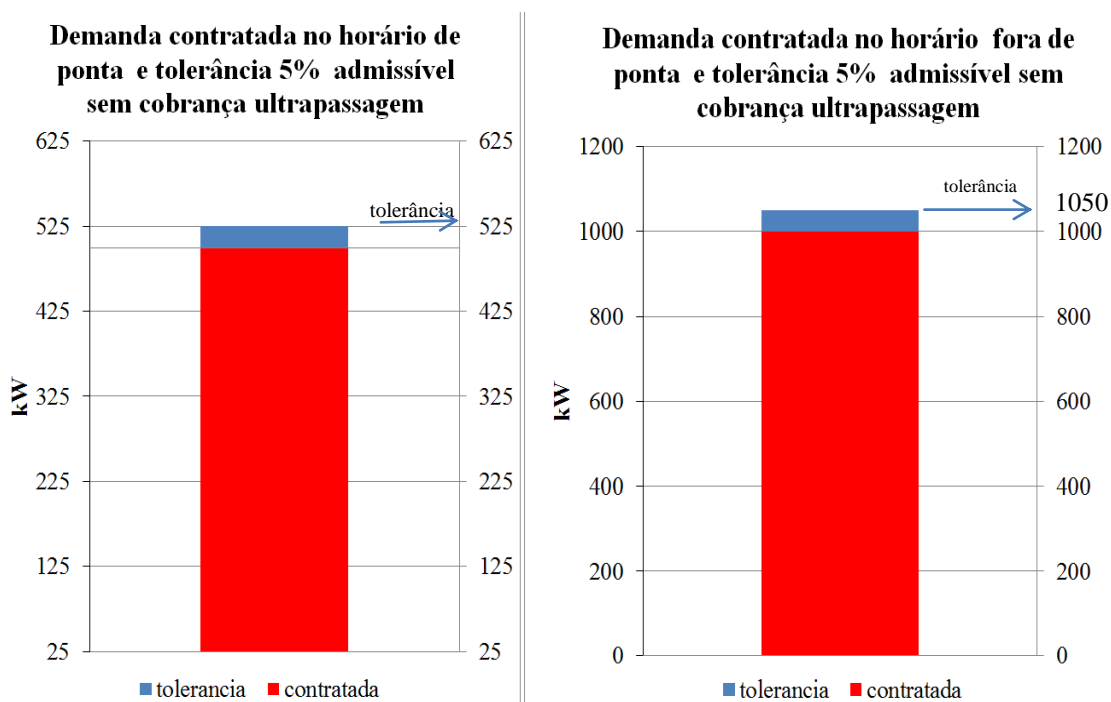


FIGURA 5 – Demanda contratada pelo hospital.

Nesta parte do estudo são apresentadas as possibilidades de diminuição de gastos com consumo de energia e demanda de potência. A análise tem como base as faturas mensais dos últimos quatro anos. Esta opção de gestão consiste no “desenvolvimento combinado de oferta de energia e opções de gerenciamento da demanda” (SWISHER E JANUZZI, 1997).

4.3.1 Demanda de potência do hospital no horário de ponta

Analisando a demanda no horário de ponta dos anos de 2009, 2010 e 2011, mostrada na figura 6, com relação à demanda contratada na ponta, percebe-se que nos meses de março, abril e dezembro de 2009 houve ultrapassagem de demanda; no ano de 2010, em janeiro, fe-

vereiro, março, abril e maio; no ano de 2011, em fevereiro, março, abril e dezembro. Observe, neste histórico, a necessidade de se refazer o contrato de demanda para evitar o gasto desnecessário.

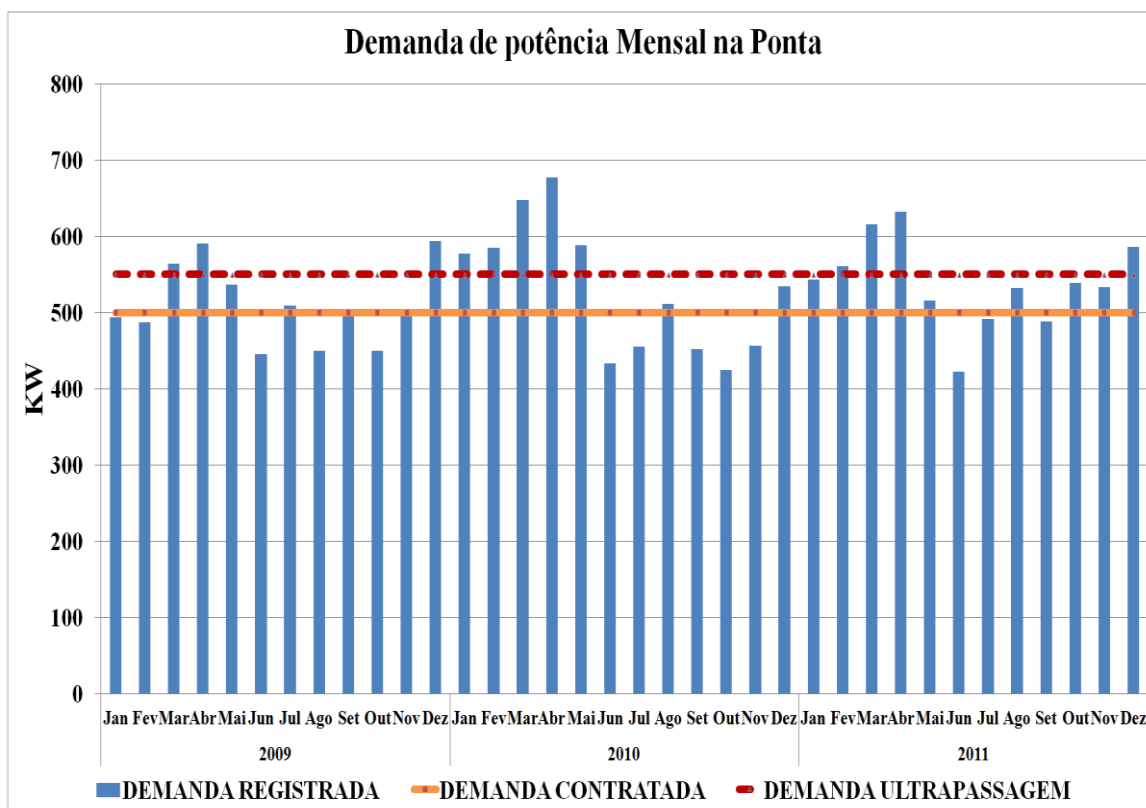


FIGURA 6 Demanda no horário de ponta, demanda contratada e tolerância

Na figura 7, apresenta-se a demanda no horário de ponta, incluindo o ano de 2012. Novamente, foram constatadas demandas de ultrapassagens. No mês de abril de 2012 a ultrapassagem chegou a 48% da demanda contratada, resultando num custo de R\$ 27.433,75 (incluindo o ICMS).

De acordo com a nova normativa da ANEEL Nº 414, no ano de 2012 entrou em vigor, para o hospital, conforme conta de energia elétrica AES SUL, o critério de ultrapassagem de 5%, conforme demonstrado na figura 5. Ocorreu a ultrapassagem em nove meses da demanda em 2012. O valor tarifário para essa ultrapassagem, conforme resolução da ANEEL é de duas vezes a demanda de potência na ponta, ou fora de ponta, dependendo do horário da ultrapassagem. Constata-se, nas figuras 6 e a figura 7, a ultrapassagem da demanda contratada com a

concessionária, no ano de 2010, cinco meses, no ano de 2011, quatro meses e no ano de 2012, nove meses. Sendo necessário ajuste do valor da demanda contratada para evitar a multa por ultrapassagem.

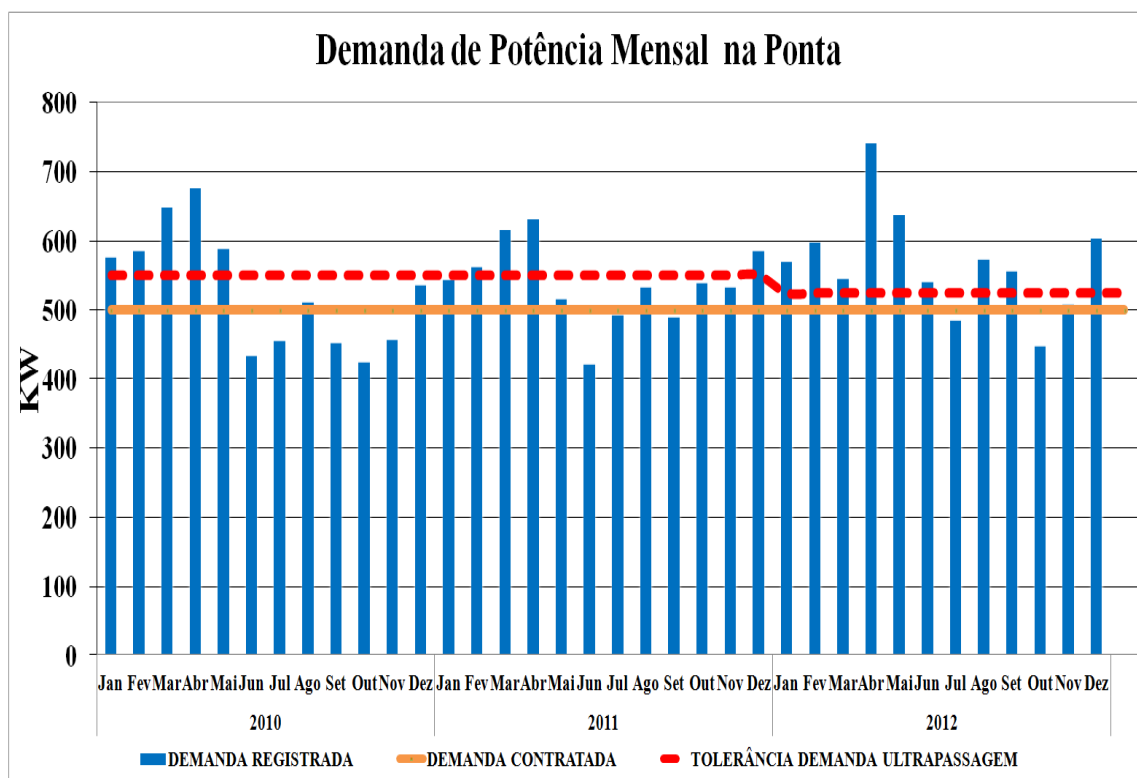


FIGURA 7 Demanda na ponta, contratada e tolerância, ano 2010 a 2012.

Na tabela 6, estão os custos do efeito da demanda no horário de ponta. Portanto, conclui-se, pela avaliação desta tabela, que o custo da energia elétrica no horário de ponta em relação à demanda de potência é em média 70% maior que o horário de fora de ponta.

TABELA 6 – Comparação entre custos de demanda em percentagem

Ano	Ponta	F. Ponta	Diferença custo Demanda na ponta e F. ponta
2009	41,6	10,35	74,75%
2010	46,86	11,08	76,35%
2011	44,61	11,19	74,91%
2012	45,16	14,11	68,75%

Fonte: Tarifas da concessionária AES SUL, conforme resoluções da ANEEL, tarifa enquadrada no sistema horo-sazonal azul SUBG.A4 (2.3KV A 25 KV).

4.3.2 Consumo de energia elétrica do hospital no horário de ponta

Com relação ao consumo apresentado na figura 8, na análise de 2009 a 2012, verificou-se súbito crescimento da demanda média de energia entre 2009 a 2010. Assim, constata-se que a temperatura tem influência direta no elevado consumo neste período. Como o conforto térmico, em uma instituição hospitalar, influencia na cura do paciente (RENATTINI e MORAIS, 2012), a eficiência energética deste trabalho visa às oportunidades nos usos finais de aquecimento.

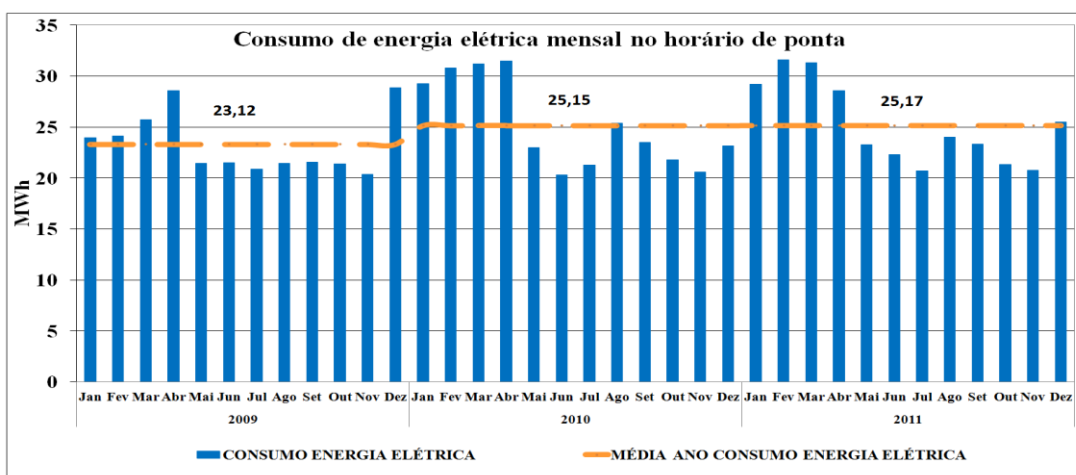


FIGURA 8 Consumo horário de ponta e a média ano 2009 a 2012.

Na figura 9, é apresentado o consumo no horário de ponta entre os anos de 2010 a 2012. Observa-se nesta figura que o consumo manteve-se numa determinada elevação. Contata-se que em 2010 foi consumida no hospital uma média de 25,15 MWh mês, no ano de 2011 25,170 MWh mês e no ano de 2012 outra elevação de consumo, 25,61 MWh mês.

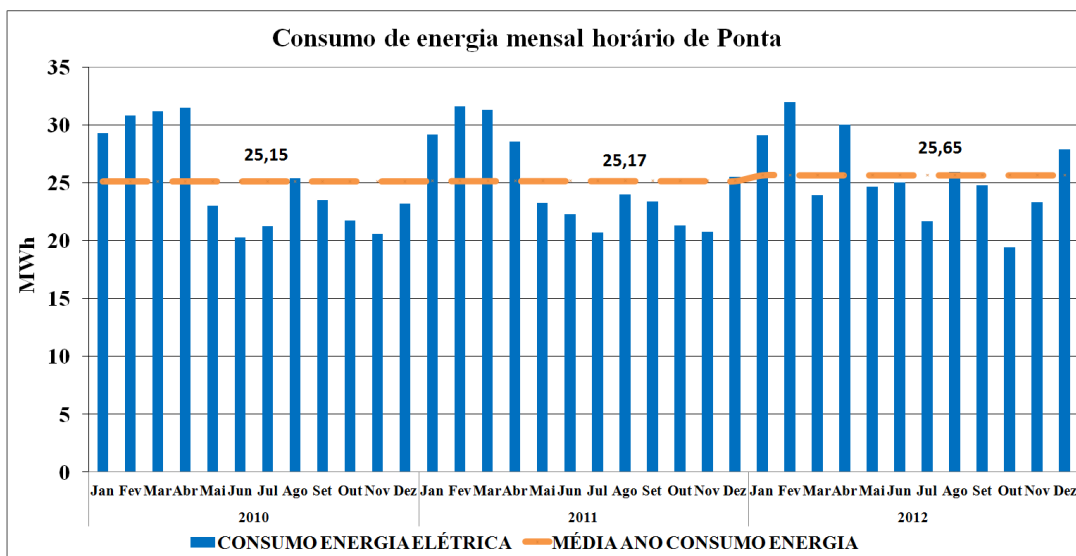


FIGURA 9 Consumo horário de ponta e a média por ano.

Para promover a eficiência energética, deve-se otimizar também o seu custo e, para isto, é imprescindível verificar quanto se está pagando em consumo nos vários patamares tarifários. No horário de ponta, nas tabelas de custo de energia das tarifas cobradas da concessionária, constatou-se que o custo da energia nestes quatro anos analisados possui uma média de diferença de preço em percentagem de 34,37%, ou seja, usar a energia no horário das 18 às 21 horas e/ou das 19 às 22 horas, no horário de verão, custou em média 34,37% a mais que usar no horário fora de ponta. Na tabela 7 encontra-se esta variação de custos.

TABELA 7 Comparação do consumo horário de ponta e fora de ponta.

Ponta	F. Ponta	Ponta	F. Ponta	Diferença valor da Tarifa Ponta	Diferença valor da tarifa ponta
Seco	Seco	Úmido	Úmido	Fora Ponta Seco	F. ponta Úmido
0,24658	0,15272	0,22275	0,1389	38,06%	37,64%
0,20525	0,13421	0,16722	0,12375	34,62%	25,99%
0,24745	0,15548	0,2245	0,14308	37,16%	36,22%
0,26034	0,16124	0,23518	0,14664	38,06%	37,64%

Fonte: Tarifas da concessionária AES SUL, conforme resoluções da ANEEL, da tarifa enquadrada no sistema horo-sazonal azul SUBG.A4 (2.3KV A 25 KV).

4.3.3 Demanda de potência no horário fora de ponta do hospital

Entre os anos 2009 e 2011, não se constatou demanda de ultrapassagem, mas se verificou uma demanda ociosa que encarece o preço final da conta de energia elétrica. Na figura 10 se verifica este pagamento de uma demanda não utilizada. Assim, percebe-se uma demanda elevada entre os períodos de dezembro a maio. Estas indicações podem ter influência direta do uso dos condicionadores de ar, devido às exigências de um conforto térmico para o paciente.

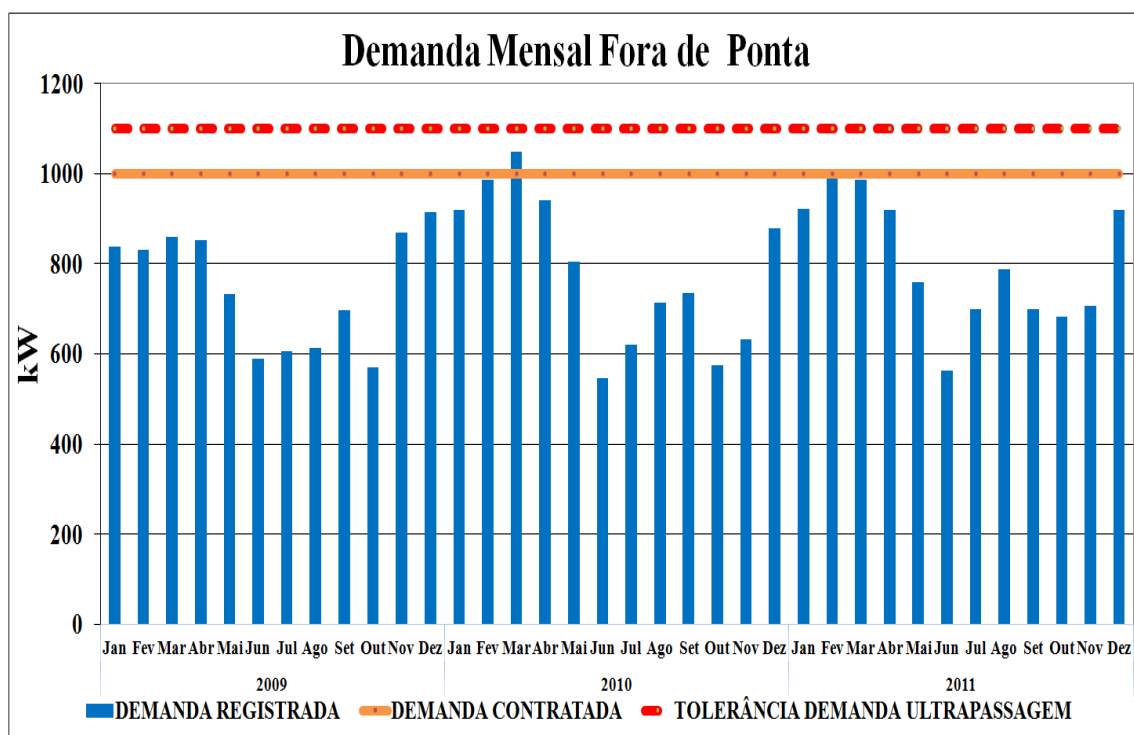


FIGURA 10 Demanda fora de ponta anos 2009 a 2012.

Observando a demanda fora de ponta dos anos 2010 a 2012 na figura 11, constatou-se que somente duas ultrapassagens de demanda ocorreram no ano 2012, sendo uma demanda fora de ponta no valor de 1.062 KW, no mês fevereiro, e outra no valor de 1089 KW, no mês de abril, sendo que a tolerância de demanda era até 1050 KW.

Nesta figura 11 está sinalizada a demanda contratada fora de ponta no valor de 1000 KW e a tolerância admissível sem pagamento da ultrapassagem de ponta. E também está sinalizada a tolerância de 5% admissível, que é 1050 KW.

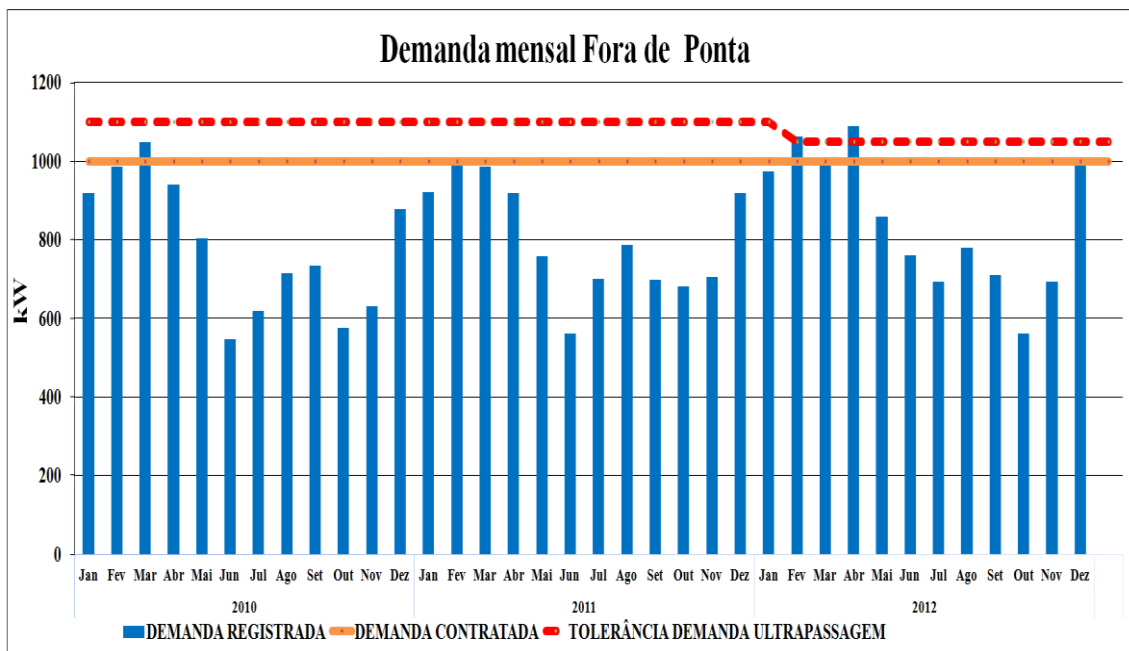


FIGURA 11 Demanda fora de ponta anos 2010 a 2012.

4.3.4 Consumo de energia no horário fora de ponta do hospital

Analisando o consumo conforme registrado na figura 12, constata-se uma elevação de consumo considerada em termos de média, entre os anos 2009 e 2011. Verificam-se os períodos de mais consumo, permanecendo em todas as análises, entre os meses de novembro a abril.

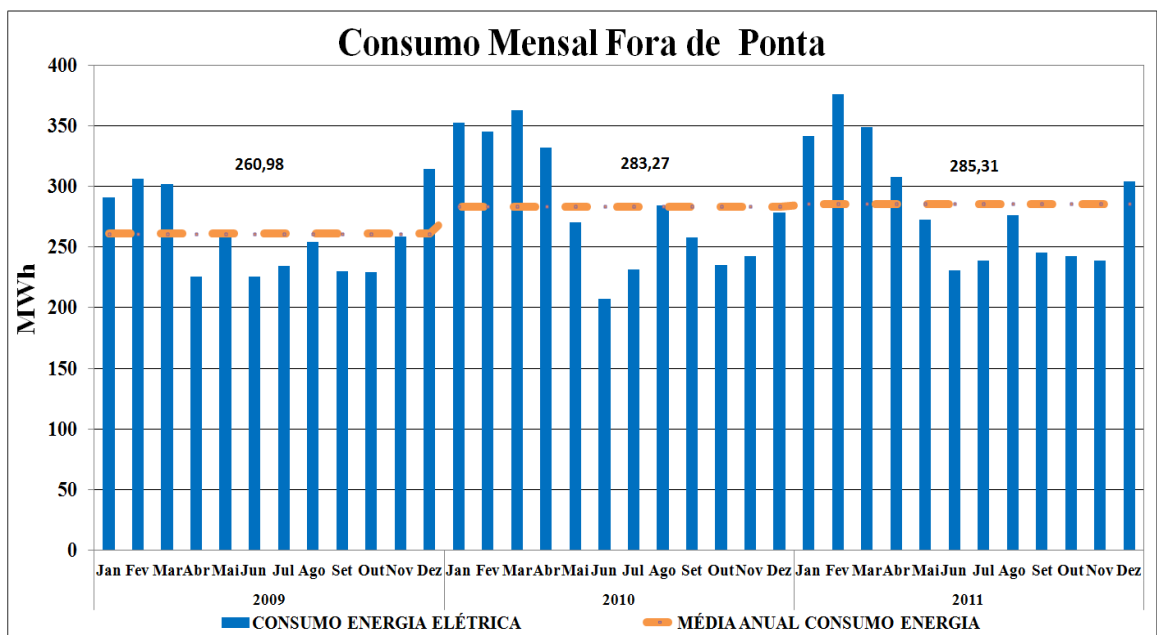


FIGURA 12 Consumo fora de ponta anos 2010 a 2011.

A tendência de consumo no hospital é crescente, conforme a figura 13. Do ano 2010 para 2012 percebe-se uma acentuada elevação de consumo, considerando a média mensal destacada nesses anos.

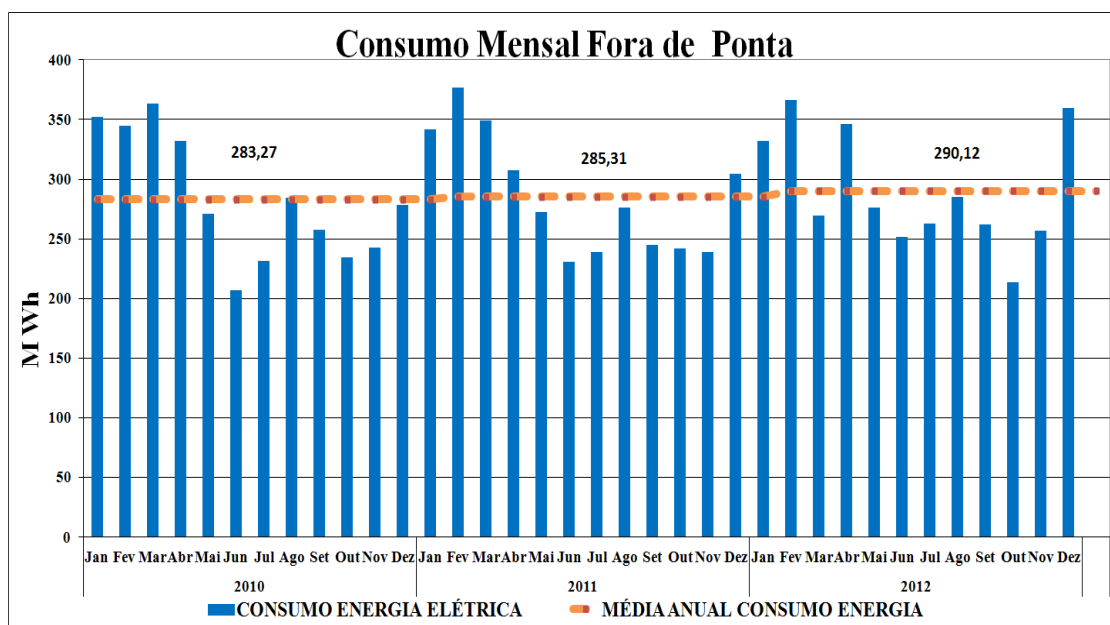


FIGURA 13 Consumo fora de ponta anos 2010 a 2011.

Com esta média, conforme SZKLO et al. (2004), é possível calcular a energia em kWh/leito. Como a média é de 300 leitos no hospital, e a média dos três anos resultou em 286.143 MWh, somando com o consumo médio no horário de ponta (de 26,524 MWh), dividindo por 300, resulta em 959 kWh/leito. Conforme a média da tabela 1, o hospital pode ser enquadrado, de acordo com este consumo, em HMsc (hospital de médio porte de baixo nível de conforto). Na tabela 8, é apresentado este consumo comparando com os consumos dos hospitais brasileiros.

TABELA 8 Comparação consumo em horário de ponta e fora de ponta entre hospitais.

Indicador	GH	HMCC	HMSC	HP	<50	SUS	HUSM
Densidade de leitos (leitos /m ²)	0,0048	0,0143	0,0155	0,0191	0,0310	0,0300	0,011
Energia mensal total (kWh/leitos)	3301	2682	952	977	619	248	959

4.3.5 Gastos com energia elétrica e valor pago por ultrapassagem

Esta seção apresenta os custos do uso na energia elétrica no hospital, de acordo com os históricos das tarifas. Assim, a figura 14 contém as tarifas dos anos respectivos, fornecidas pela concessionária, já adicionado o ICMS que, no caso do estado do Rio Grande do Sul, é 25%.

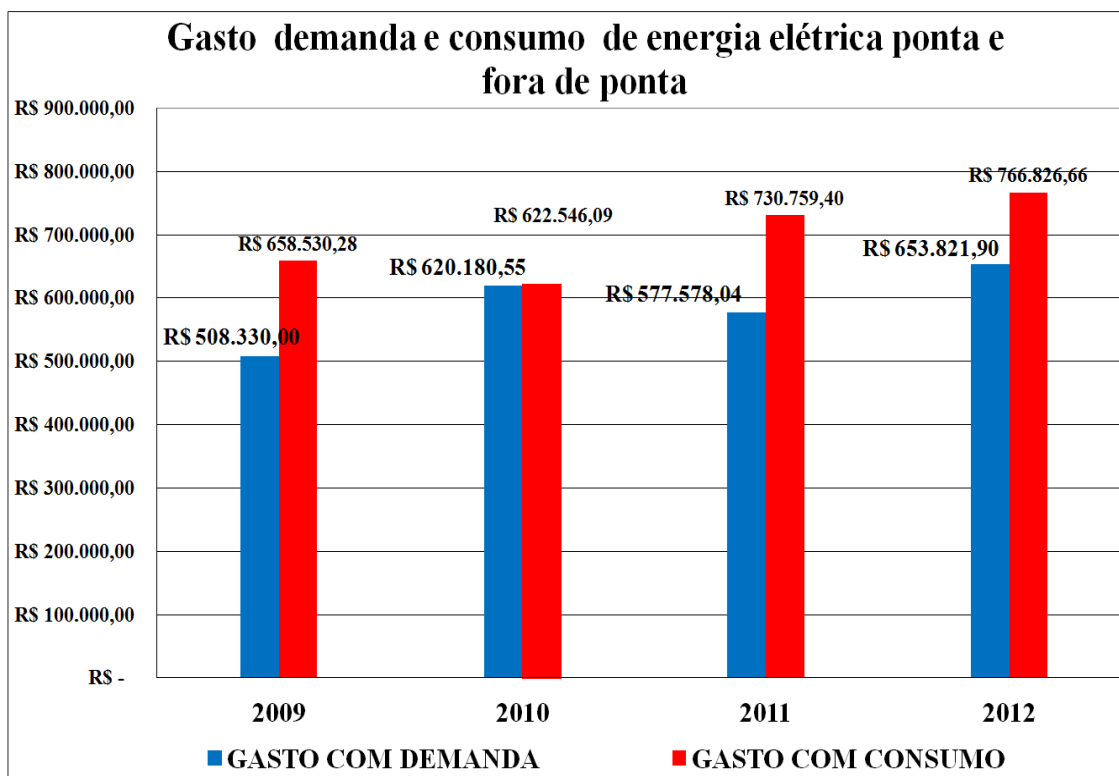


FIGURA 14 Gasto com demanda e consumo de energia elétrica ponta e fora de ponta.

A ultrapassagem de demanda é apresentada na figura 15. Observa-se que ela permanece em todos os anos aqui apresentados. Praticamente toda a demanda de ultrapassagem ocorreu no horário de ponta, em que a tarifa justamente é mais elevada. Somente no ano de 2012, nos meses de fevereiro e abril, ocorreu ultrapassagem fora de ponta no valor de R\$ 5.326,59. As-

sim, dos R\$ 308.347,41 gastos com ultrapassagem, R\$ 303.020,82 foram em demanda ultrapassada no horário de ponta. Ações podem ser executadas para reduzir esta ultrapassagem, ou até eliminá-las. Uma delas será apresentada no capítulo seis, que avalia um novo contrato de demanda na ponta e fora de ponta.

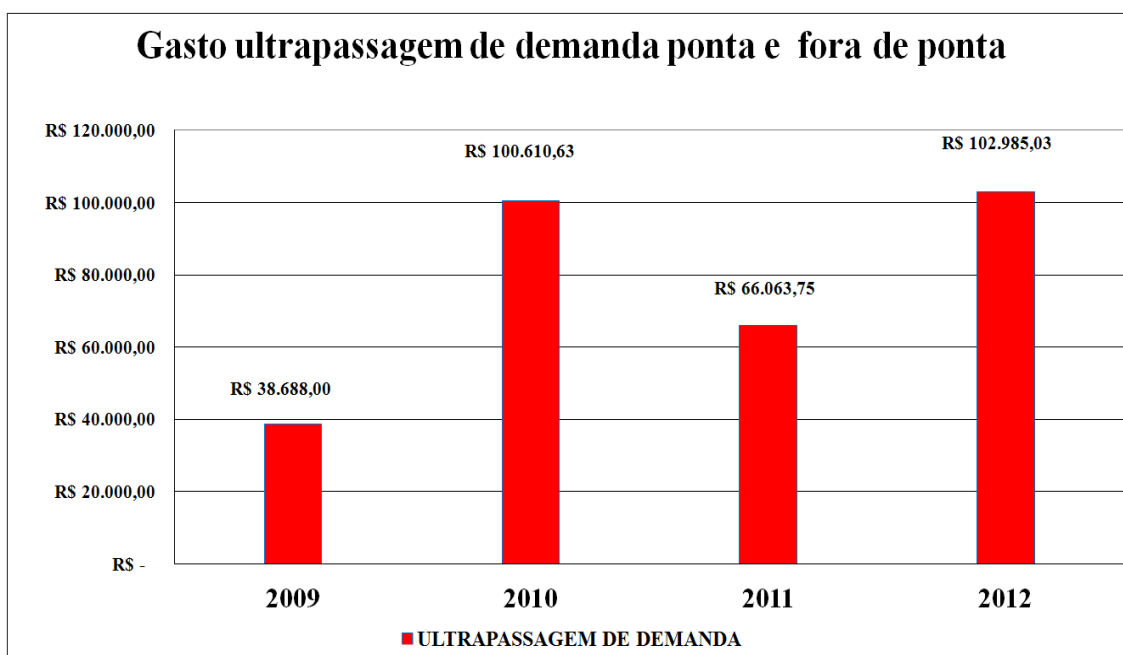


FIGURA 15 Gasto com demanda ultrapassagem na ponta e fora de ponta

4.4 Energia térmica, produção através de caldeira e consumo de vapor

Conforme ALTAFINI (2002), as caldeiras de modo geral são empregadas para alimentar máquinas térmicas, autoclaves para esterilização de materiais diversos, cozimento de alimentos através do vapor e calefação ambiental. Destaca-se o vapor como agente transportador de energia devido às seguintes vantagens da água:

- a) É a substância mais abundante sobre a terra;
- b) Possui grande conteúdo energético (entálpico);
- c) Pouco corrosiva;
- d) Não é tóxica; e
- e) Não é inflamável nem explosiva.

4.4.1 Definições e características da caldeira do HUSM

Segundo Martins (2001), geradores de vapor ou caldeiras são equipamentos que se destinam a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, usando qualquer fonte de energia, com exceção dos refervedores e equipamentos similares utilizados em unidade de processo.

Torreira (1995) descreve a caldeira a vapor como um trocador de calor que produz vapor de água a pressões superiores à atmosférica a partir da energia térmica de um combustível e de um elemento comburente e ar, constituído por diversos equipamentos associados e perfeitamente integrados para permitir a obtenção do maior rendimento térmico possível. Quanto à energia empregada para aquecimento, ela se classifica como caldeira convencional a combustível líquido. Ainda quanto à troca térmica, identifica-se como flamotubulares ou fogotubulares. Segundo Torreira (1995), as caldeiras flamotubulares ou fogotubulares são aquelas em que os gases provenientes da combustão (gases quentes) circulam no interior dos tubos, ficando por fora a água.

Em termos de classificação, a caldeira do HUSM é da categoria B, enquadrada devido à pressão de operação ser maior de 588 kPa (5,9 kgf /cm²) e menor de 1.960 (19,98 kgf /cm²) (Centrais Elétricas Brasileiras, 2005).

Na figura 16 é apresentado o funcionamento interno da caldeira e o fluxo de ar quente que transfere calor para a água, gerando o vapor.

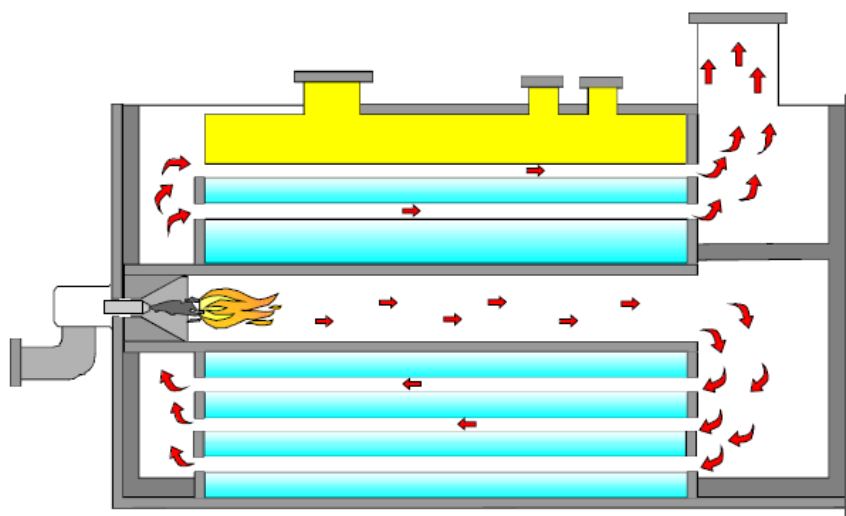


FIGURA 16 Caldeira flamotubular

Fonte: Spirax Sarco

O hospital possui duas caldeiras ATA 18, conforme especificação da tabela 9, sendo que uma se encontra em manutenção.

TABELA 9 Especificações da caldeira do hospital.

Caldeira	Tipo	Pressão Vapor	Pressão de prova	Pressão Trabalho	Superfície de Aquecimento	Ano Fabricação	Modelo
Gerador de Vapor	H	3300 kg/h	180 PSI	120 PSI	100 m ²	1971	3 18

Na figura 17 é mostrada a caldeira do hospital, sendo que uma está em uso e a outra se encontra parada para manutenção.



FIGURA 17 Caldeira do HUSM

Conforme Centrais Elétricas Brasileiras (2005), apresentamos algumas definições:

- Capacidade do gerador do vapor: é o quanto a caldeira produz de vapor, que pode ser quilo de vapor ou tonelada de vapor por hora kg/h ou t/h;
- Calor útil: é a parcela de calor produzida pelo combustível que se transferiu para a água, formando vapor;
- Eficiência térmica: é a relação entre o calor útil e o conteúdo térmico total do conteúdo térmico queimado.

$$\eta_t = \dot{m}_v \frac{(h_{vs} - h_{v_{ve}})}{\dot{m}_c \times PCI} \quad (EQ. 1)$$

Onde:

\dot{m}_v, \dot{m}_c - Vazão em massa de vapor fornecido e de combustível [kg/kg] respectivamente;

h_{vs}, h_{ve} - Entalpia do vapor de saída, entrada [kJ/kg];

PCI- Poder calorífico inferior do combustível;

A definição de eficiência em equipamentos térmicos é muito importante, porém faltam normas nacionais. Na ausência delas, normalmente utilizam-se as normas DIN (alemã) ou ASME (americana), as quais usam parâmetros diferentes. Um mesmo equipamento poderia alcançar eficiência de 93% pelo sistema DIN contra 84% no ASME (Centrais Elétricas Brasileiras, 2005). Outro dado relevante para a caldeira é o poder calorífico do óleo de utilização, apresentado na tabela 10.

TABELA 10 Característica do combustível usado na caldeira do hospital.

Combustível	Poder calorífico inferior (PCI)	Densidade
Óleo combustível B 1	9.590 kcal/kg	1000 kg/m ³

Fonte: Centrais Elétricas Brasileiras, 2005.

Estas definições são relevantes para visualizar o funcionamento deste tipo de fonte de energia para o hospital. A caldeira através do vapor atende o setor de lavanderia, nutrição e dietética, o centro de esterilização e os chuveiros da maioria das enfermarias e as torneiras.

4.4.2 Consumo de combustível pela caldeira

O hospital universitário utiliza uma média de 28.443 kg de óleo combustível/mês. Este consumo ocorre no setor de lavanderia, nutrição, centro de esterilização e no uso final de chuveiros e torneiras das enfermarias e setores de apoio. A figura 18 demonstra este consumo. No ano de 2012 foram utilizadas as entradas e saídas de óleo, não foi utilizado o consumo em planilha feito pelos caldeiristas, pois não foi encontrado no hospital, este é o motivo pelo qual

há meses de 2012 em que o valor é alto, mas em geral, no ano se percebeu que a média de crescimento de consumo se manteve.

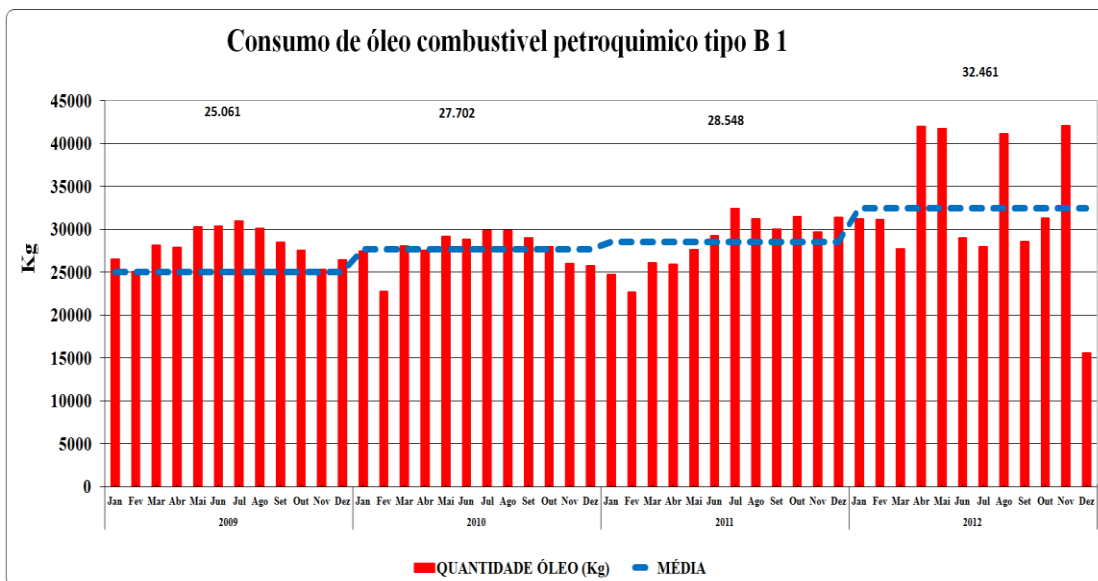


FIGURA 18 Consumo de óleo combustível da caldeira

Na figura 19 observamos o gasto com este insumo energético no hospital. Verifica-se um aumento de consumo no hospital.

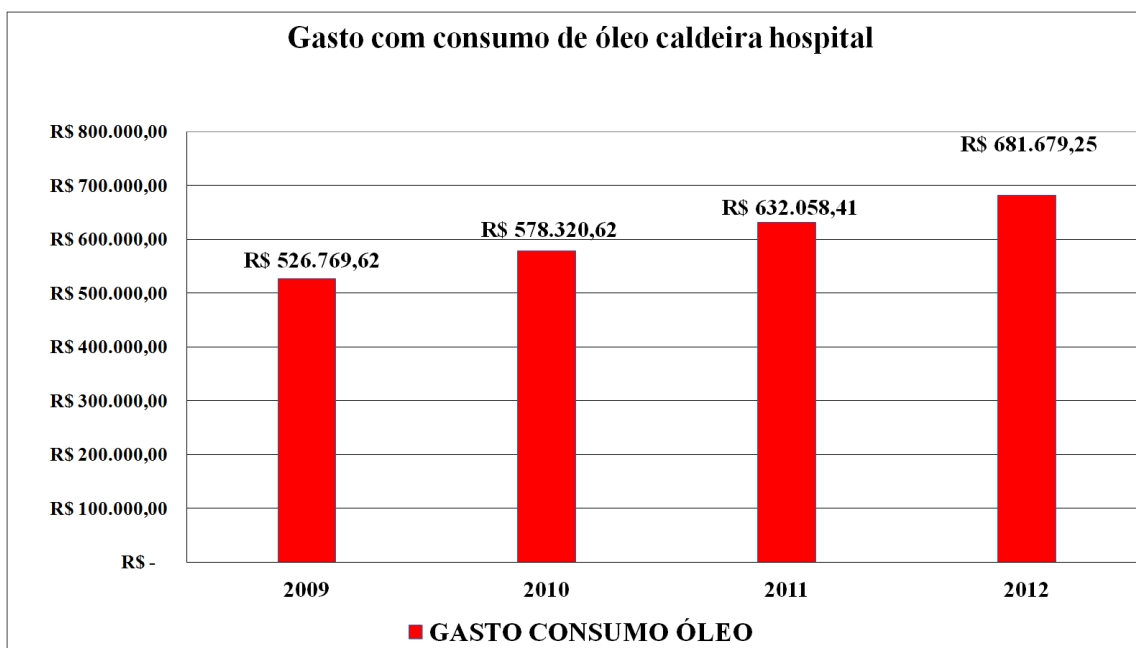


FIGURA 19 Gasto com óleo combustível da caldeira

Com os dados de consumo de óleo, é possível determinar a média mensal de consumo e o gasto em combustível, ficando assim:

- a) Consumo médio mensal: 28.443 kg/mês;
- b) Consumo médio diário: 948 kg/dia;
- c) Consumo médio por hora: 79 kg/h.

A seguir, é apresentado o gasto com combustível petroquímico tipo B1:

- a) Gasto médio anual: R\$ 604.706,97/ano;
- b) Gasto médio mensal: R\$ 50.392,24/mês;
- c) Gasto médio diário: R\$ 1.679,74/dia;
- d) Gasto médio por hora: R\$ 139,97/h.

Obs.: O uso da caldeira é 12 horas em média por dia.

Conforme Centrais Elétricas Brasileiras (2005), para calcular o consumo de vapor, quando não se possuem medidores apropriados, considera-se que 1 kg de óleo combustível possui 15 kg de vapor. Assim, é apresentado abaixo uma aproximação do consumo da caldeira do hospital, considerando as conversões utilizadas no módulo PROCEL:

- a) 1 kg de óleo converte 15 kg de vapor;
- b) 28.443 kg de óleo/mês contêm 426.645 kg vapor/mês;
- c) 426.645 kg vapor/mês convertendo para consumo dia = 14.221,50 kg/dia de vapor;
- d) 14.221,50 kg de vapor/dia convertendo para consumo para hora = 1.185,1 kg/hora de vapor;
- e) 1185,1 kg de vapor/hora convertendo para consumo para tonelada hora = 1,185 ton/hora de vapor.

A aplicação dos dados no módulo PROCEL necessita também do conhecimento do consumo médio mensal de combustível por m³.

$$volume = \frac{massa}{densidade} \quad (EQ. 2)$$

Conforme a tabela 5, a densidade do óleo combustível é 1000 kg/m³.

Assim como se tem a quantidade de massa (mensal de 28.443 kg) de combustível consumido, o volume em m³ fica 28,443 m³/mensal.

Para uma melhor análise da eficiência energética (avaliar as possíveis perdas de energia e também dar atenção à questão ambiental), é preciso analisar os gases emitidos pela caldeira. Para estas medidas dos poluentes atmosféricos, faz-se necessário um analisador se faz necessário um analisador de poluentes atmosféricos, conforme o modelo do analisador de poluentes atmosféricos da TESTO-350 XL.

É importante, para realizar a análise da eficiência da caldeira, um medidor de vazão de vapor, ou seja, para verificar o quanto se está consumindo de vapor por hora, para então se analisar as perdas por vazamentos, e faltas de isolamento na rede de distribuição de vapor.

5 QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DAS CARGAS ELÉTRICAS E TÉRMICAS

5.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar o levantamento das cargas elétricas no HUSM, classificando-as quanto ao pavimento e ao setor a que pertencem e aos usos finais que são destinadas, fazendo comparações percentuais.

5.2 Classificação das cargas elétricas pelos usos finais

Para classificar as cargas elétricas, serão apresentadas as medidas diárias de curvas de cargas diretamente nos equipamentos, usos finais, de aquecimento, e também medidas de demanda de energia nos QGBTs. Uma das ferramentas de gestão utilizada neste caso é a curva de carga diária, que consiste em avaliar o comportamento do consumo de todos os setores econômicos durante um dia (JANUZZI E SWISHER, 1997).

Assim, como o hospital possui, nas suas características de usos finais, equipamentos eletromédicos, iluminação, climatização, aquecimento e motores, para entender o funcionamento do sistema elétrico do hospital, será detalhado o consumo de potência por subestação de acordo com a figura 4, dando enfoque às curvas de cargas elétricas reais.

5.2.1 Medição de grandezas elétricas nos QGBT das quatro subestações

Tendo em vista que o hospital possui dois transformadores ligados no QGBT em paralelo, foi preciso conectar em cada subestação dois equipamentos de medição. Este fato foi realizado nas SE 1a e SE 1b.

Esta medição é apresentada na figura 20. Foi a medição com o analisador portátil de energia PowerNET-P600, com capacidade de realizar estudos de eficiência energética.



FIGURA 20 Medição de curvas de cargas QGBT -SUBESTAÇÃO SE. (A1b)

Na figura 21, é apresentado o Alicate Wattímetro digital MINIPA ET-4091, que foi utilizado na verificação da potência nos equipamentos de aquecimento.



FIGURA 21 Medição wattímetro QGBT-SUBESTAÇÃO SE. (A1b)

5.2.2 Curvas de carga do QGBT da subestação A1a: “quadro de luz”

Na figura 22 é apresentada a curva de carga da QGBT (quadro de luz A). Nela estão conectadas todas as cargas de iluminação, do subsolo ao sexto pavimento, ainda um elevador, equipamentos eletromédicos e aquecimento.

Neste barramento do QGBT (quadro de luz A e B) está conectado um gerador de energia elétrica de marca SCANIA 200 KVA, que atende todas as atividades essenciais, enfermarias, parte do bloco cirúrgico e CTI, também do subsolo ao sexto pavimento.

O consumo total deste QGBT (quadro de luz A), mostrado na figura 22, é 2.357,55 kWh, sendo 213,86 kWh no horário de ponta e 2.143,69 kWh fora de ponta, com demanda máxima no horário de ponta de 81,83 KW e fora de ponta de 140,12 KW.

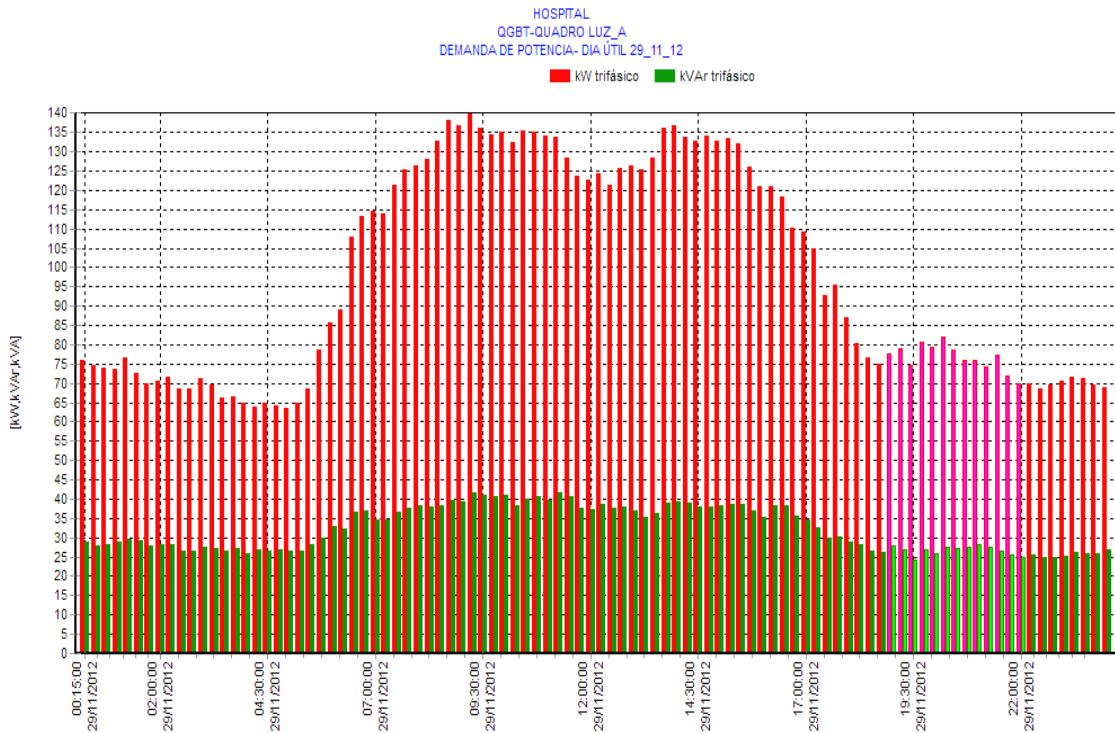


FIGURA 22 Curvas de carga “quadro de luz A”- QGBT.

No QGBT, quadro de luz B, o consumo total é 2.429,91 kWh, sendo 221,81kWh no horário de ponta e 2208,73 kWh fora de ponta. A demanda de potência na ponta é 82,33 KW e fora de ponta é 143,56 KW, com uma demanda de potência trifásica neste dia de 101,2 KW. A figura 23 apresenta a curva de carga deste quadro.

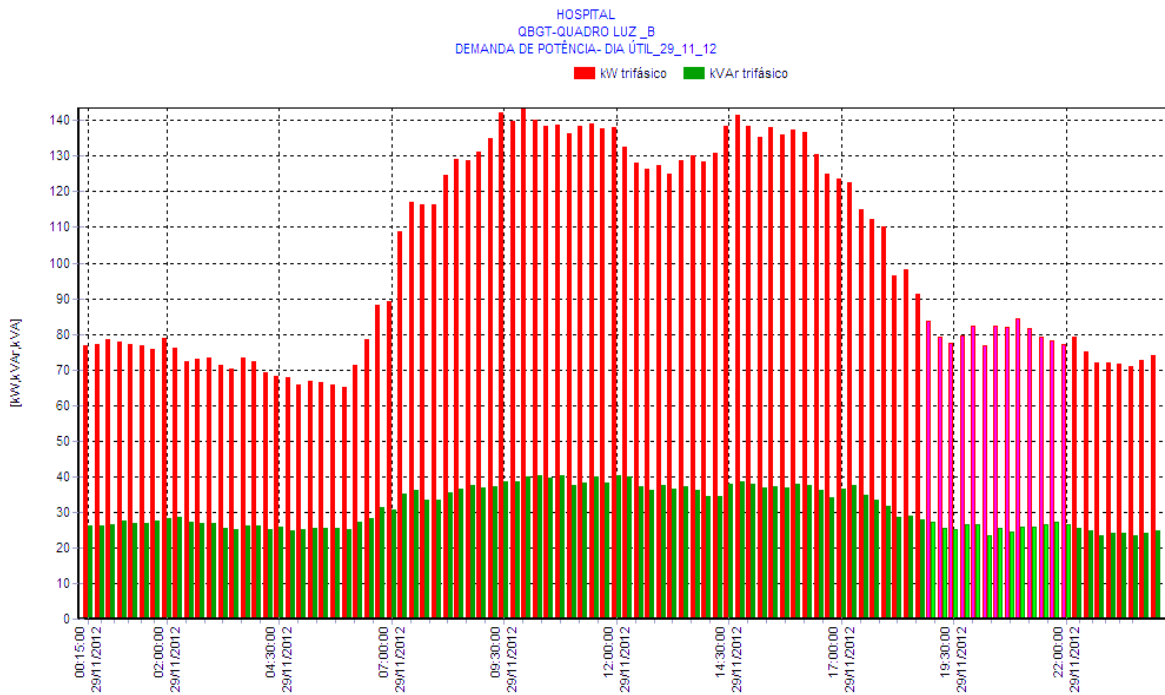


FIGURA 23 Medição curvas de cargas “quadro de luz B”- QGBT.

O consumo total diário neste QGBT (quadro de luz A e B) da figura 22 e 23 é 4.787,46 kWh, sendo, destes, 435,67 kWh no horário de ponta 4.352,42 kWh.

Encontram-se nas figuras 22 e 23 curvas de cargas, as cargas de iluminação, climatização (Split e ar condicionado de janela) e equipamentos eletromédicos. Esta é a estrutura principal do hospital, onde ficam internados pacientes em enfermarias e em CTI.

Os equipamentos de aquecimento neste QGBT (quadro geral de baixa tensão), que são o quadro de luz identificado para medição em A e B, se resumem em quinze chuveiros, sete estufas e duas autoclaves verticais. Conforme tabela 11, estão mostradas estas cargas elétricas.

TABELA 11 Equipamentos elétricos aquecimento quadro luz (QGBT).

EQUIPAMENTOS AQUECIMENTO ELÉTRICOS	MARCA	QGBT	QUANT.	POTÊNCIA	POTÊNCIA TOTAL KW	TEMPO HORAS	CONSUMO TOTAL DIÁRIO (kWh)
ESTUFA	BIOPAR	quadro luz A.1(a,b)	1	1,6	1,6	3	4,8
ESTUFA	DE LEO	quadro luz A.1(a,b)	1	1,32	1,32	24	31,68
ESTUFA	ODONTOBRAS	quadro luz A.1(a,b)	1	1	1	4	4
ESTUFA	FANEM	quadro luz A.1(a,b)	1	0,1245	0,1245	24	2,988
ESTUFA	QUIMIUS	quadro luz A.1(a,b)	1	0,25	0,25	24	6
ESTUFA	SOLAB	quadro luz A.1(a,b)	1	0,234	0,234	24	5,616
ESTUFA	BIOMATIC	quadro luz A.1(a,b)	1	0,88	0,88	24	21,12
CHUVEIROS	CORONA	quadro luz A.1(a,b)	15	5,4	81	15	1215
AUTOCLAVE	PHOENIX	quadro luz A.1(a,b)	2	4	8	3	24
TOTAL				14,8085	94,4085		1315,204

Convém explicar a quantidade de horas consideradas no item chuveiro da tabela 11. A utilização de 15 horas de uso deve-se ao fato de existirem 15 chuveiros elétricos, dois usuários diariamente, considerando dois banhos diários com um tempo médio de ¼ hora por banho.

O consumo global no dia 29 de novembro de 2012, em que foi feita a medida da curva de carga, no lado A do barramento do QGBT, da figura 22 foi de 2.493,17 kWh e uma demanda de 95,8 KW.

No lado B do barramento, no mesmo dia, foram colocados dois equipamentos de medições conforme a figura 23. A curva de carga medida apresentou o consumo nesse dia de 2.429,91 kWh e uma demanda de potência trifásica de 101,2 KW. Ficou constatado, que neste QGBT, (identificado no hospital como quadro de luz), neste dia útil, o consumo total de 4.923,08 kWh e uma demanda de potência de 197 kW.

5.2.3 Curvas de carga do QGBT da subestação A1b “quadro de força”

No chamado quadro de força do hospital, QGBT da subestação abrigada SE A1b, a curva de carga é mostrada na figura 24. Esta denominação deve-se ao fato de estarem ligadas nele as cargas mais elevadas, sendo os setores de apoio do hospital, lavanderia, nutrição, manutenção, condomínios (elevadores, bombas de recalque de água) e CME (centro de esterilização). Como mostrado na figura 24, observa-se um consumo de 2.252,93 kWh, sendo 207,89 kWh no horário de ponta e 2045,03 kWh fora de ponta. A demanda máxima foi 82,423 KW na ponta e 135,62 KW, possuindo uma potência total trifásica de 93,8 KW.

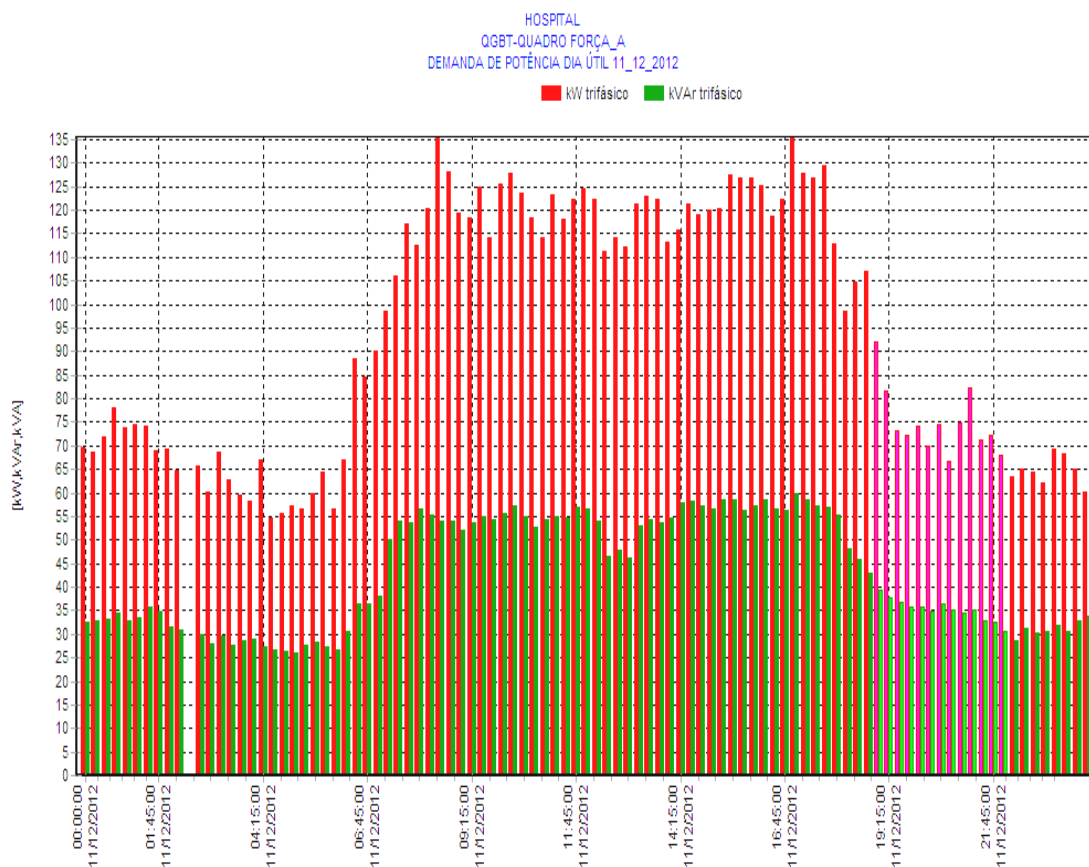


FIGURA 24 Medição curvas de cargas “quadro de força A”- QGBT.

Na curva de carga mostrada na figura 25, observa-se um consumo de 2.239,19 kWh, sendo 208,27 kWh no horário de ponta e 2030,91 kWh fora de ponta. A demanda máxima foi 82,55 KW na ponta e 136,11 KW no horário fora de ponta, possuindo uma potência total trifásica de 94,2 KW.

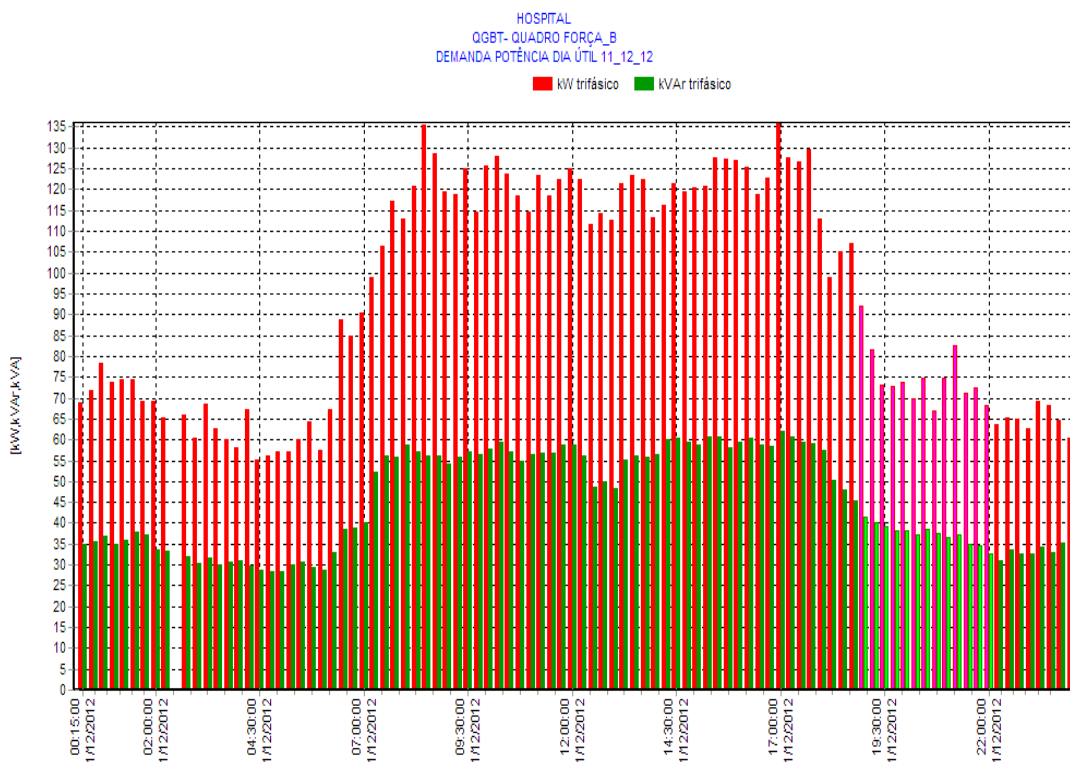


FIGURA 25 Medição curvas de cargas “quadro de força B”- QGBT.

O consumo total neste QGBT (figuras 24 e 25- quadro de força A e B), é 4.492,12 kWh, sendo, destes, 416,16 kWh no horário fora ponta e 4.075,94 fora do horário de ponta. Os equipamentos de aquecimento neste QGBT, (figuras 24 e 25), são o quadro de força, identificado para medição em A e B, conforme tabela 12.

TABELA 12 Equipamentos elétricos de aquecimento quadro força (QGBT).

EQUIPAMENTOS AQUECIMENTO ELÉTRICO	MARCA	QUANT.	POTÊNCIA KW	POTÊNCIA TOTAL KW	HORAS USO	POTÊNCIA TOTAL kWh
AUTOCLAVE B 705	BAUMER	2	76	152	8	1216
TEMODESINFECTADORA	BAUMER	2	21	42	6	252
FORNO RATIONAL CM 201	RATIONAL	1	38	38	4	152
CAFETEIRA INDUSTRIAL	GERAL	2	10	20	2	40
DESTILADOR	QUIMIS	2	10	20	4	80
TOTAL				272		1740

O que se observa na tabela 12 é o alto valor de demanda de potência, já que a demanda do hospital contratada no horário de ponta com a concessionária é 500 KW. Contata-se a im-

portância de gerenciar bem estas cargas de aquecimento para não elevar a demanda que já está sofrendo multa por ultrapassagem.

5.2.4 Curvas de carga do QGBT T. 2

Esta subestação localiza-se atrás do prédio anexo ao hospital. Esse prédio possui três pavimentos, atende o hospital psiquiátrico, CTMO-CTCRIAC e serviço de quimioterapia.

Na figura 26 apresenta-se a curva de carga desta subestação. Os usos finais são iluminação, climatização (dois sistemas de ar central, além de Split e ar condicionado de janela) e aquecimento, no caso, chuveiro.

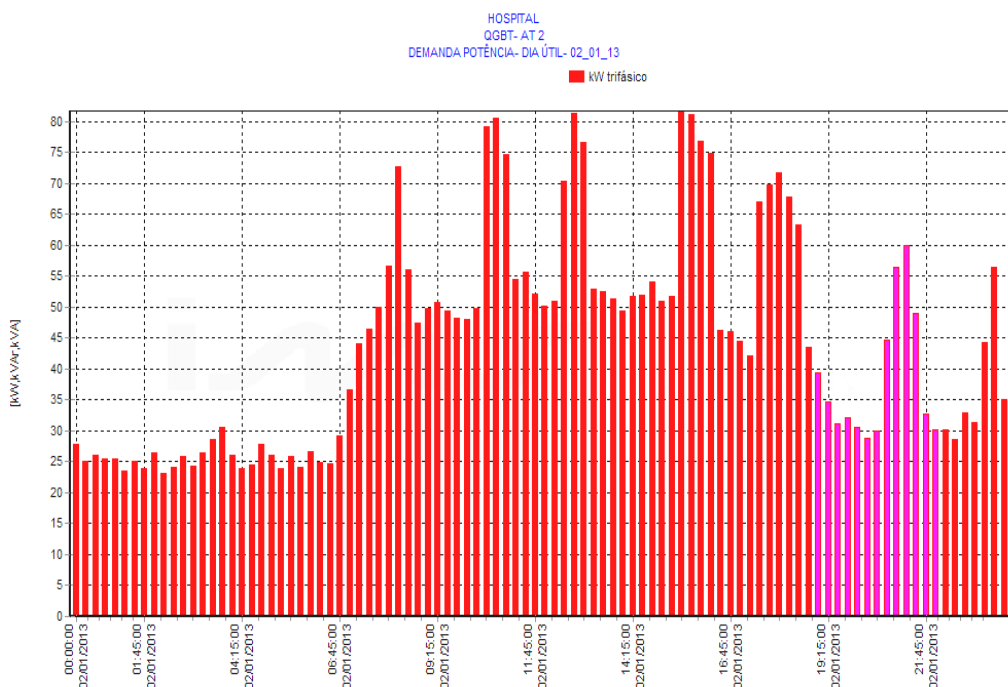


FIGURA 26 Medição curvas de cargas da SE T.2 – QGBT Psiquiatria.

O consumo neste QGBT (quadro psiquiatria-CTMO-CTCRIAC) é 1.095,31 kWh, sendo, destes, 114 kWh no horário fora de ponta 981,31 kWh, com uma potência trifásica total de 43,3 KW. Nesta subestação, no QGBT também se observa a elevada potência reativa capacitiva no valor 758,294 kVAr, o que pode vir a danificar equipamentos e causar oscilações de tensão, comprometendo a instalação.

A tabela 13 descreve o número de cargas aquecimento existente neste QGBT. A hora de uso foi calculada baseada no número de pacientes internados nesta unidade, sendo 24 pacientes no dia em que foi realizada a medida, e considerando $\frac{1}{4}$ de hora a duração de um banho de cada paciente. Os valores são baseados na potência instalada, e não em medições de consumo nos circuitos de chuveiros, até porque, numa área muito grande e antiga, torna-se complicado este tipo de medição.

TABELA 13 Equipamentos elétricos aquecimento subestação T.2 (QGBT).

EQUIPAMENTOS AQUECIMENTO ELÉTRICOS	MARCA	QGBT	QUANT.	POTÊNCIA kW	POTÊNCIA TOTAL kW	TEMPO USO DIÁRIO EM HORAS	CONSUMO TOTAL DIÁRIO (kWh)
CHUVEIRO	CORONA	T.2	21	5,5	115,5	6	693
TOTAL				5,5	115,5		693

Praticamente a característica destas cargas neste QGBT são iluminação, aquecimento e climatização, além de um sistema de ar central e um elevador nesta unidade.

5.2.5 Curvas de carga do QGBT da subestação SE 4 – QGBT PA

Esta subestação localiza-se no PA (PRONTO ATENDIMENTO) ou pronto socorro regional, como é chamado na região de Santa Maria. Na figura 27 é apresentada a curva de carga desta subestação abrigada.

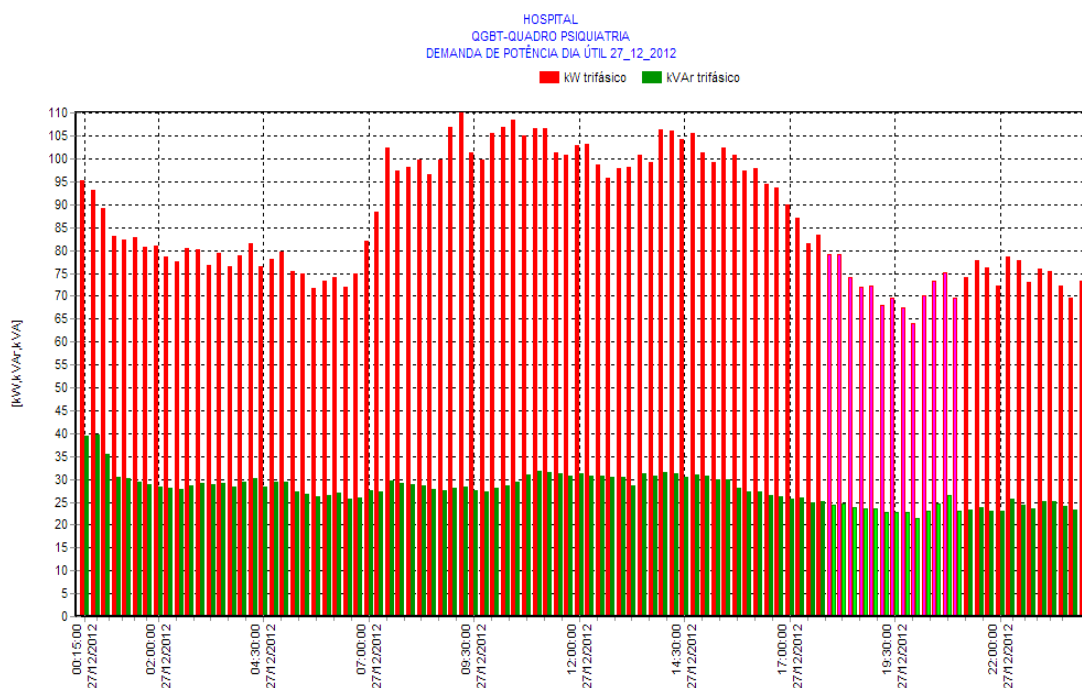


FIGURA 27 Medição curvas de cargas da SE A 4 – QGBT PA.

O consumo neste QGBT (quadro PA) é 2.087,46 kWh, sendo, destes, 196,25 kWh no horário fora de ponta 1.891,21 kWh, tendo uma potência trifásica total de 87 KW. São encontrados neste QGBT nove chuveiros elétricos, conforme tabela 14.

TABELA 14 Equipamentos elétricos aquecimento subestação PA (QGBT).

EQUIPAMENTOS AQUECIMENTO ELÉTRICO	MARCA	QUANT.	POTÊNCIA KW	POTÊNCIA TOTAL KW	HORAS USO	POTÊNCIA TOTAL kWh
CHUVEIRO	CORONA	9	5,5	49,5	7,5	371,25
TOTAL				49,5		371,25

As cargas instaladas nesta unidade são compostas de aquecimento, equipamentos eletromédicos e climatização, este composto de um sistema de ar central, além da iluminação.

5.3 Análise da eficiência energética da caldeira com o MARK IV do PROCEL

O princípio de funcionamento da caldeira, segundo a Central Elétrica Brasileira (2005), é a queima de combustível e ar de entrada na fornalha. A energia da combustão é transferida para a caldeira, onde a água de alimentação é transformada em calor saturado (vapor + água líquida), e os gases formados na combustão são eliminados pela chaminé.

A energia liberada na combustão não é totalmente utilizada na transformação da água em vapor. As principais perdas de calor ocorrem devido à falha de isolamento (perdas no costado) e através do calor presente nos gases da queima e no vapor de água, ambos emitidos pela chaminé. Além das perdas anteriores, a qualidade da queima deve ser monitorada, observando a proporção de ar e combustível. Uma boa queima extrai o máximo de energia calorífica do combustível, reduzindo gastos e minimizando a poluição (Centrais Elétricas Brasileiras, 2005).

O módulo simulador MARK IV PROCEL, na figura 28, apresenta uma visão geral do funcionamento da caldeira visando à diminuição de custo do consumo de combustível, partindo-se do cálculo da eficiência atual do equipamento no hospital. Neste módulo são sugeridas mudanças e melhorias que possibilitem um melhor uso da energia térmica e resultem não só na conformidade com as normas vigentes, mas também na eficiência do equipamento (Centrais Elétricas Brasileiras, 2005).

Dados de Placa da Caldeira

Estes dados podem ser obtidos na placa de identificação da caldeira fixada em seu corpo ou em seu manual. Representam as recomendações do fabricante para operação da caldeira. Pode-se também consultar os operadores para verificar a ocorrência de modificações no equipamento desde a sua fabricação.

Identificação: CALDEIRA-HUSM
Tipo de Caldeira:
Dispositivo de Queima:
Capacidade de Produção de Vapor [ton/h]: 3,3
Pressão Máxima Admissível [kgf/cm²]: 8,26

Acessórios da Caldeira

A instalação de alguns acessórios permite o aumento da eficiência das caldeiras, melhoria da qualidade da queima e melhor aproveitamento do combustível, diminuindo as perdas e consequentemente os gastos.

Isolamento Térmico:



Dica Procel: Análise do Isolamento Térmico

Deve-se avaliar a possibilidade de se recuperar o isolamento térmico da caldeira.

Superaquecedor:

Economizador:

Pré-aquecedor de Ar:

Recuperação de Condensado:

Tratamento de Água:



Dica Procel: Análise do Tratamento de Água

A utilização de uma água não adequada ocasiona, além de uma série de riscos, em um maior consumo energético. Sugere-se realizar uma análise da água utilizada e, se necessário, a implementação de atividades para seu tratamento.

Freqüência de Purga:

Quantidade de Purgas:



Dica Procel: Análise do Tratamento de Purgas

Na inexistência de tratamento de água, as purgas assumem grande importância. Entretanto, deve-se lembrar que purgas excessivas conduzem ao desperdício de energia

Combustível Primário

Esses dados podem ser obtidos com o responsável pelo equipamento. A partir dessas informações será calculada a quantidade de energia presente no combustível. Aumentar a eficiência da caldeira significa aproveitar ao máximo essa energia e transferi-la sem perdas para a vaporização da água.

Combustível:

Consumo Mensal
[unid/mês]:

Custo [R\$/unid]:

Dados de Operação

Esses valores podem ser obtidos por inspeção no equipamento, leitura de seus medidores ou por consulta a operadores e responsáveis. Os dados de temperatura são utilizados nos cálculos térmicos para avaliar a energia necessária para transformar a água em vapor.

Temp. Ambiente [°C]: 30
Umidade do Ar [%]: 60
Temp. do Ar de Admissão [°C]: 40
Temp. da Água de Alimentação [°C]: 60
Temp. do Combustível [°C]: 70
Temp. do Vapor [°C]: 164
Pressão de Operação [kgf/cm²]: 7
Produção Média de Vapor [ton/h]: 1,185
Tempo médio de Operação [h/mês]: 360

Medições dos Gases da Chaminé

Esses valores são obtidos por inspeção e medições. É na chaminé que se encontram a maioria das perdas energéticas. Além disso, o monitoramento dos gases emitidos propicia um modo de avaliar a qualidade da queima e controlar a poluição.

Gás Monitorado: CO2
Temp. na Chaminé [°C]: 220
Teor do Gás [%]:
Tiragem: Forçada

[Sumário](#)

Análise de Eficiência Energética

A eficiência da caldeira reflete a sua capacidade de transferir a energia presente no combustível para a água que será vaporizada. Uma baixa eficiência resulta principalmente no consumo de mais combustível e maiores custos, além de problemas de poluição e diminuição de sua vida útil.



Dica Procel: Análise da Produção de Vapor

A caldeira analisada está ociosa, ou seja, está operando abaixo de sua capacidade nominal. Isto faz com que a eficiência do sistema diminua. Deve-se procurar operar a caldeira o mais próximo possível de sua capacidade nominal.

Fonte: ELETROBRAS/PROCEL

FIGURA 28 Análise da eficiência energética da caldeira usando MARK IV PROCEL

Fazendo uma primeira análise no funcionamento da caldeira do hospital, conforme a figura 28 constata-se que ela está ociosa, ou seja, é projetada para trabalhar com uma produção de 3300 kg/h de vapor. Conforme análise feita, de acordo com os dados considerados através do livro Centrais Elétricas Brasileiras (2005), cada 1 kg de óleo queimado na caldeira produz em média 15 kg de vapor. Baseado nesta definição já efetuada no capítulo 4, o consumo de vapor/hora da caldeira é 1.185,1 kg/h.

A assistência técnica representante desta Caldeira ATA no Rio Grande do Sul informou também que esta comparação é utilizada na prática do dia a dia deles, quando a caldeira não possui medidor de vazão de vapor instalado no próprio sistema.

É importante salientar que não estão se consideram as perdas na chaminé, retorno de condensados, rede de distribuição, perdas costado, entre outras perdas existentes nos processos. O calor fornecido por uma caldeira pode ser considerado como o ganho da entalpia da água, multiplicado pela vazão mássica do vapor. Conforme equação dois (Centrais Elétricas Brasileiras, 2005). Assim com as tabelas termodinâmicas e com as leis da termodinâmica é possível calcular a capacidade nominal da caldeira atual.

- Capacidade nominal de produção da caldeira do HUSM

A capacidade nominal da caldeira de produção ou de calor útil (calor que é transmitido à água na geração do vapor), o calculo é realizado através da equação 3.

$$\dot{Q} = \dot{m} \times (h_2 - h_1) \quad (EQ. 3)$$

\dot{Q} - Calor fornecido (kj/kg);

\dot{m} - vazão mássica vapor fornecido (kg/h), já determinado 1.185,1 kg/hora;

h_2 - entalpia da água a temperatura vapor saturado(kj/kg, kcal/h), olhar tabela 16;

h_1 - entalpia da água da temperatura da água entrada (kj/kg, kcal/h), olhar tabela 15;

TABELA 15 Propriedades da Água Saturada(liquido e vapor) entrada temperatura.

Temp. °C	Entalpia kj/kg Sat. liquida	Entalpia kcal/kg Sat. liquida
60	251,13	60,07

Fonte: Tabelas Termodinâmicas.

TABELA 16 Propriedades da Água Saturada(liquido e vapor) entrada Pressão.

Pressão Mpa	Entalpia kj/kg Sat. Vapor	Entalpia kcal/kg Sat. Vapor
0,7	2.763,50	661,12

Fonte: Tabelas Termodinâmicas.

Assim o cálculo da capacidade nominal da caldeira HUSM é:

$$\dot{Q} = 1.185,1 \times (661,12 - 60,07) = 712.244,25 \text{ kcal/kg}$$

Salienta-se que não se está considerando as perdas líquidas da caldeira, somente analisando o calor fornecido à água para geração do vapor.

A capacidade de trabalho de produção de vapor transformando para potência em Watts é:

$$\text{Energia em potência (kWh)} = \frac{\dot{Q}}{864} \quad (\text{EQ. 4})$$

$$\text{Energia em potência (kWh)} = \frac{712.244,25}{864} = 824,356 \text{ kWh}$$

Conforme as análises efetuadas no MARK IV PROCEL e os cálculos da EQ.3 comprovam que a caldeira está ociosa, como ela está prevista uma produção de placa de 3300 kg/h de vapor e está com uma produção de 1185,1 kg/h, com isto pode produzir em torno de três vezes mais. Quando uma caldeira trabalha de forma ociosa sua eficiência energética é comprometida, segundo a dica PROCEL da figura 28.

5.4 Análise eficiência energética da caldeira com relação a perdas energia

A caldeira como qualquer outro equipamento térmico perde calor para o meio ambiente. Para manter a eficiência é necessário limitar estas perdas (ELETROPAULO, 2004).

Com um termovisor de marca FLIR, foi analisado os pontos de perdas de energia na área onde se encontra a caldeira e na rede de distribuição.

Nesta primeira foto da figura 29, realizada com o termovisor mostra as duas caldeiras, sendo que uma está em manutenção.



FIGURA 29 Área da caldeira, com uma em manutenção.

Na figura 30 constam os três boilers, sendo somente uma esta em funcionamento, ela fornece água quente ao hospital.



FIGURA 30 Três boilers de fornecimento de água quente hospital.

Constatou-se na vistoria com o termovisor FLIR, um calor excessivo na parte de trás da caldeira conforme a figura 31. Sendo um ponto de perda de energia para o meio ambiente.

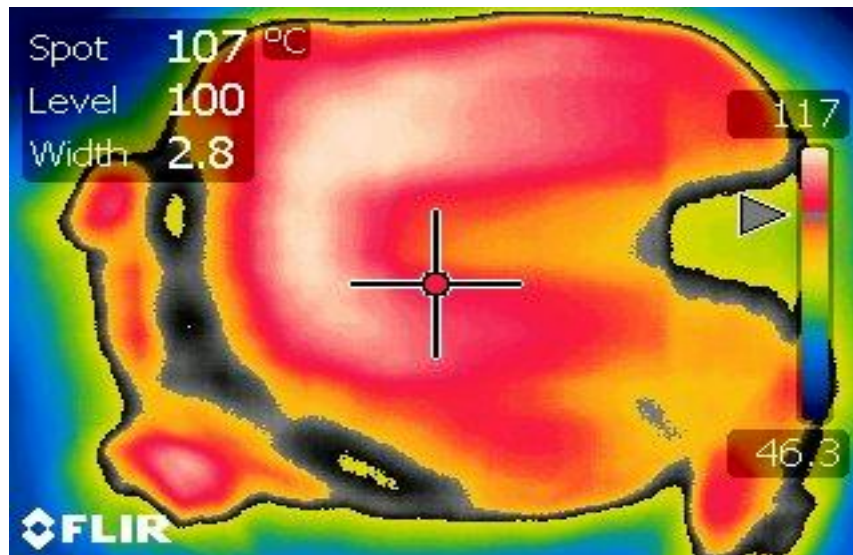


FIGURA 31 Calor na parte de trás da caldeira .

Outro ponto de perda de energia foi encontrado na tubulação no interior da caldeira com uma temperatura 67 °C no ponto sem isolamento. Encontra-se na figura 32.

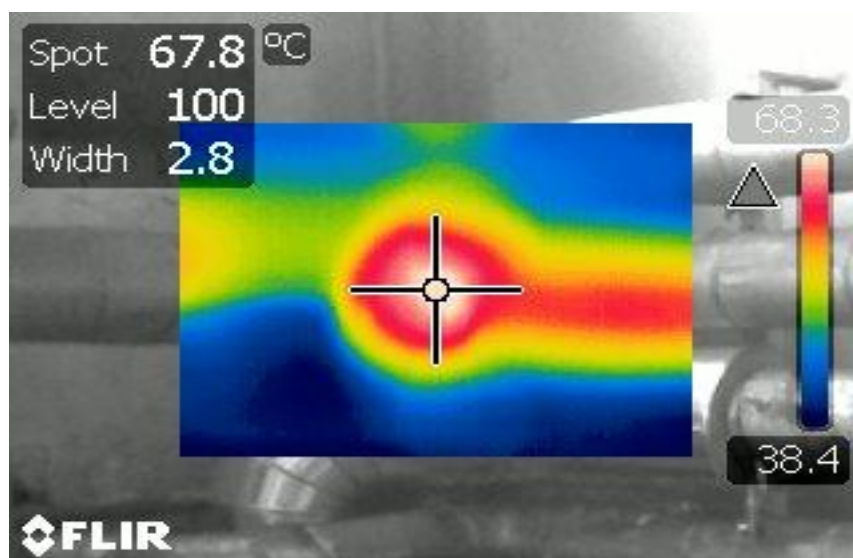


FIGURA 32 Rede distribuição vapor, ponto perda calor.

Na entrada do boiler, a tubulação encontra-se sem isolamento conforme figura 33.

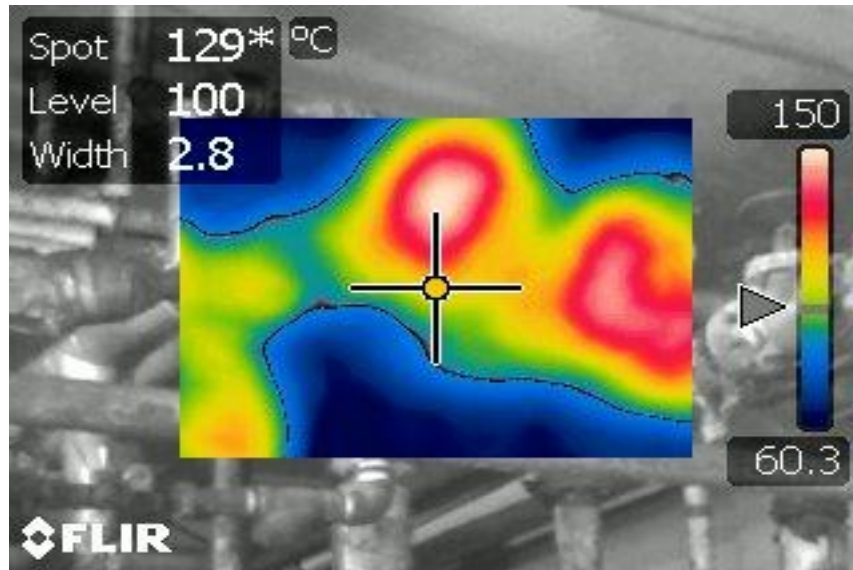


FIGURA 33 Tubulação entrada do boiler, sem isolamento, ponto perda calor.

Todos os registros da área da caldeira sem isolamento e com vazamentos de vapor, ocasionando outras perdas, verificada com temperatura de maior de 150 °C, conforme figura 34.

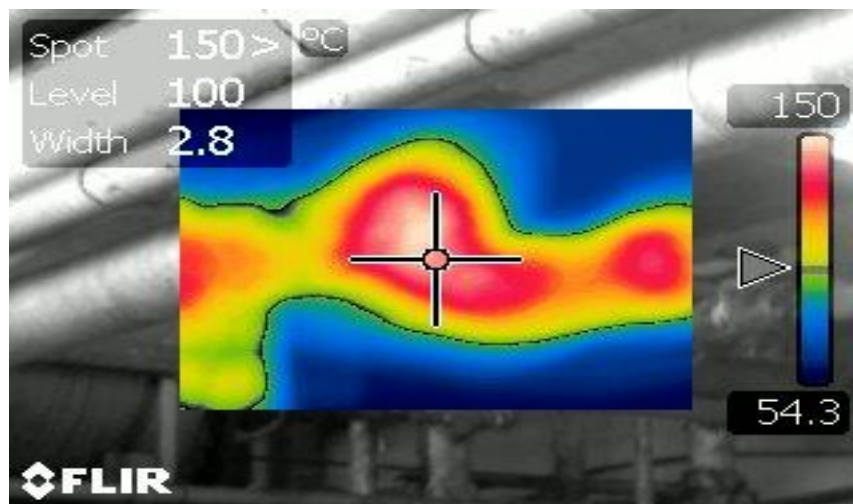


FIGURA 34 Tubulação e registros, sem isolamento, ponto perda calor.

Outro ponto de perda energética foi verificado na rede distribuição em frente setor de nutrição, um vazamento de vapor na junta do flange, conforme figura 35.

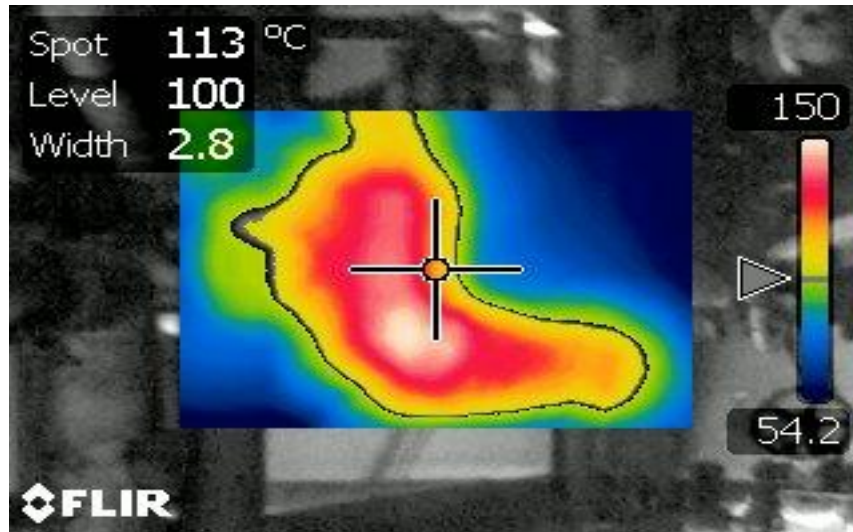


FIGURA 35 Vazamento de vapor flange, ponto perda calor.

Além destas perdas acima, foi verificado a rede de condensado e se observou parte desta rede sem isolamento, o que apresentou temperatura de perdas de 87°C, ou seja, temperatura que é perdido para o meio ambiente, que deixa de aproveitar o seu retorno no tanque de condensado. Observado na figura 36.

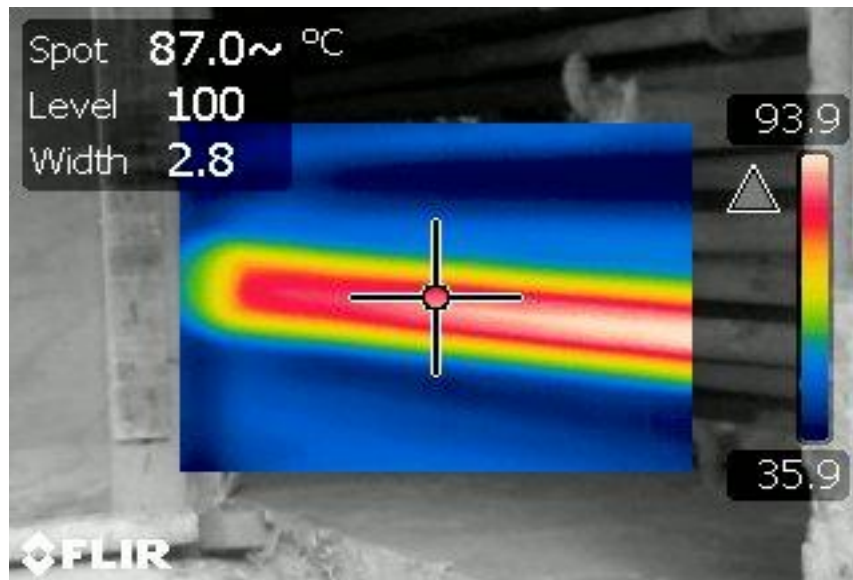


FIGURA 36 Tubulação retorno condensado sem isolamento, ponto perda calor.

Em cima do equipamento uso final Autoclave foi observada a perda de calor, devido a falta de isolamento, conforme figura 37.

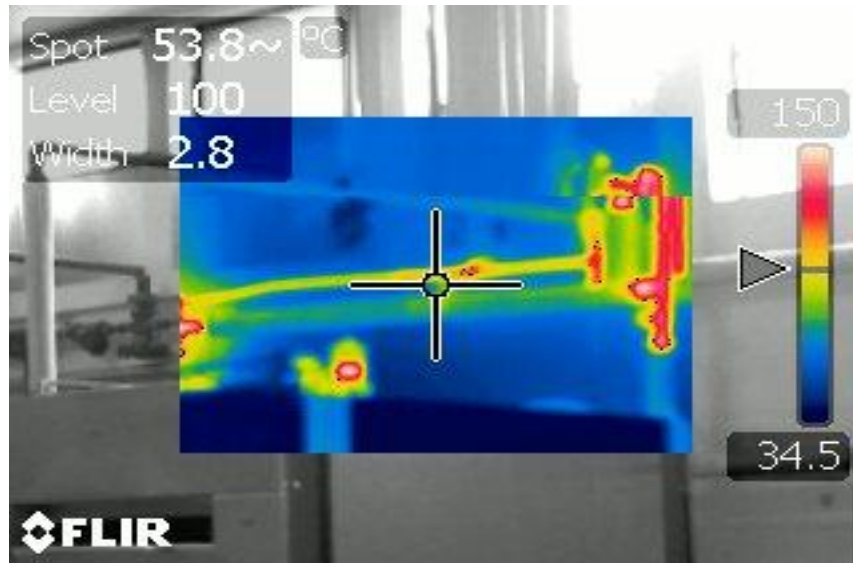


FIGURA 37 Tubulação sem isolamento em cima da autoclave.

Como a caldeira é um equipamento térmico, ela tem uma tendência a perda de energia, assim as oportunidades de eficiência energética são muitas no intuito de se evitá-las. Na figura 38 são amostradas estas possibilidades de perdas ocorre um sistema térmico deste tipo.

As perdas podem ser minimizadas com um sistema de controle melhor dos processos, primeiramente medindo e dimensionando estas perdas, depois aplicando as correções necessárias.

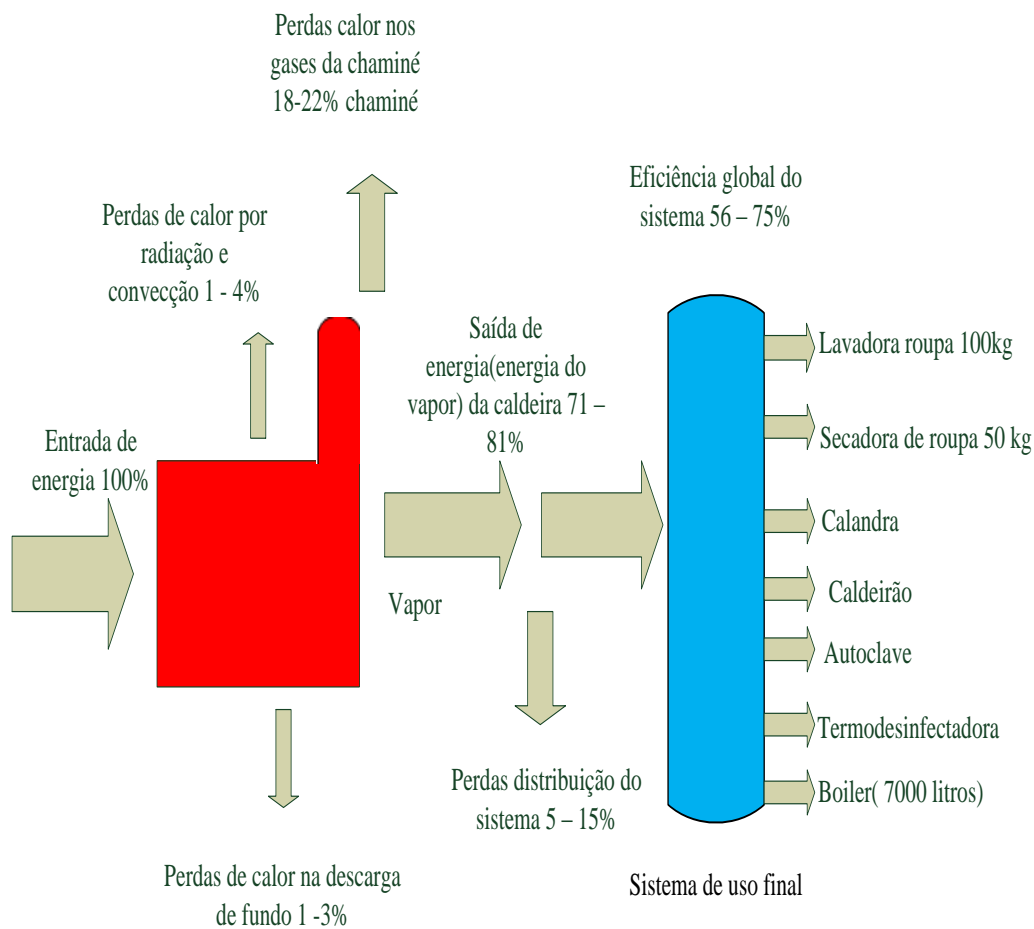


FIGURA 38 Perdas energéticas caldeira.

Fonte: Adaptada, usos finais de hospital, da Centrais Elétricas Brasileira(2005).

A tabela 17 apresenta os dados em relação à configuração da caldeira do hospital, em termos de pressão de trabalho.

TABELA 17 Perdas devido a vazamentos de vapor.

PRESSÃO (psi)	kg/cm ² g	DIÂMETRO DO VAZAMENTO EM POLEGADAS	Kg DE VAPOR PERDIDO POR MÊS	Kg DE ÓLEO COMB. PERDIDOS MÊS	PREÇO COMBUSTIVEL PERDIDO MÊS
100	7,03	1/2"	379.260	26.928	R\$ 47.124,0
100	7,03	1/4"	94.816	6.840	R\$ 11.970,0
100	7,03	1/8"	23.703	1.728	R\$ 3.024,0
100	7,03	1/16"	5.926	432	R\$ 756,0

Fonte: ALLBORG (2012).

Diante do exposto nesta seção se observa a necessidade de um controle eficiente dos processos de geração de vapor do hospital, pois as perdas existentes podem ser agravadas se não houver um serviço periódico de vistoria e conserto das avarias existentes.

Conforme manual ELEKTRO de eficiência energética, em que se propõe ações de economias estimadas para a retirada de vazamentos e recuperar perdas de calor devido a falta de isolamento, confrontando com as fotos retiradas pelo televisor FLIR, no hospital, é apresentada na tabela 18, onde se observa que é possível economizar com pequenas ações de eficiência energética, resultando economia em termos de 18%, na queima do combustível pela caldeira.

Esta economia estimada em termos de valores pode chegar até R\$ 122.702,26 ao ano ao hospital, tendo como ano de referência ano de 2012.

TABELA 18 Economias possíveis com ações eficiência energética tubulações.

ITEM	SITUAÇÃO	AÇÃO	ECONOMIA%
1	Eliminar vazamentos de vapor	Inspeção das instalações	Até 10%
2	Recuperar perda de calor na instalação	Otimizar isolamento	Até 8%

Fonte: ELEKTRO (2004).

5.4.1 Equipamentos que funcionam somente com vapor

Nesta seção serão apresentados os equipamentos do hospital que possuem como fonte de alimentação a energia proveniente da caldeira, os que podem ser utilizados pela energia térmica e pela energia elétrica. Na tabela 19 se encontram os equipamentos que só funcionam se houver vapor, ou seja, as energias principais para eles funcionarem provêm do vapor.

TABELA 19 Equipamentos térmicos.

EQUIPAMENTOS AQUECIMENTO TÉRMICO	MARCA	QUANT	CONSUMO VAPOR Kg/h	CONSUMO TOTAL VAPOR Kg/h
CALANDRA	SITEC	1	350	350
SECADORA DE ROUPA	SUZUKI	4	50	200
LAVADORA DE ROUPA	LAVEMIL	4	50	200
CALDEIRÃO	GERAL	4	30	120
TOTAL			480	870

Já na tabela 20, estes equipamentos, que funcionam com vapor e/ou com energia elétrica, possuem resistência de imersão para gerar vapor.

TABELA 20 Equipamentos com energia principal térmica ou elétrica.

EQUIPAMENTOS AQUECIMENTO TÉRMICO	MARCA	QUANT	CONSUMO VAPOR Kg/h	CONSUMO TOTAL VAPOR Kg/h
AUTOCLAVE	BAUMER	2	80	160
TERMODESINFECTADORA	BAUMER	2	20	40
TOTAL			100	200

FONTE: Manual fabricante Baumer

5.4.2 Cálculo consumo vapor pelo boiler para produção água quente hospital

O hospital possui 96 chuveiros que funcionam com água quente que sai do boiler aquecido com o vapor da caldeira. E possuem 110 torneiras com misturadores nas enfermarias e áreas de expurgo, inclusive setores de apoio.

O hospital possui na área onde esta instalada a caldeira três boilers de 7000 litros, mas só uma esta em funcionamento os outros dois então em manutenção.

O consumo de água, conforme tabela 21, em que se estabelece conforme a norma o consumo de água quente. Numa unidade hospitalar se considera 125 litros água por leito.

TABELA 21 Consumo diário de água quente pode ser feito auxílio da norma 7198/82.

Tipo Ocupação	Consumo (litros/dia)
Hospital	125 por leito

Fonte: BOHN (2002)

Conforme Bohn (2002), o cálculo de consumo diário de água quente do hospital é dado por:

- Consumo Diário:

$$CD = \text{consumo água quente hospital} \times n^{\circ} \text{leitos} \quad (\text{EQ.5})$$

$$CD = 125 \times 300 = 37.500 \text{ litros}$$

- Capacidade Reservatório: se utiliza uma fração de CD para calcular a capacidade do reservatório teórico.

$$CR = \frac{CD}{5} \quad (\text{EQ.6})$$

$$CR = \frac{37.500}{5} = 7.500 \text{ litros}$$

- Capacidade Aquecimento: utiliza-se uma fração de CD para se calcular a capacidade de aquecimento por hora.

$$CA = \frac{CD}{7} \quad (\text{EQ.7})$$

$$CA = \frac{37.500}{7} = \frac{5.357 \text{ litros}}{\text{hora}}$$

- Energia Necessária:

$$Q = m \times c \times (t_2 - t_1) \quad (\text{EQ.8})$$

$$Q = 5.357 \times 1 \times (60 - 25) = 187.500 \text{ kcal}$$

- Consumo óleo com água quente produzida no boiler:

Para o rendimento da caldeira foi considerado 75%, de acordo com a figura 38.

$$\text{Consumo óleo} = \frac{Q}{PCI \times \text{rendimento caldeira}} \quad (\text{EQ.10})$$

$$\text{Consumo óleo} = \frac{187.500}{9590 \times 0,75} = 26,06 \text{ kg}$$

- Consumo vapor pelo boiler:

Conforme consideração da Centrais Elétricas Brasileira (2005), em que 1 kg de óleo converte para 15 kg de vapor.

$$\text{Consumo } v. = \text{Consumo } \text{óleo } kg \times 15kg \quad (\text{EQ. 11})$$

$$\text{Consumo vapor hora} = 26,06 \times 15 = 391,03 \text{ kg/h}$$

De acordo com estes dados comparativos com o método utilizado conforme Bohn (2002), os dados reais no hospital se aproximaram de acordo com este método de cálculo, pois o reservatório do boiler é um reservatório de 7000 litros. Que é a base do cálculo para a dimensão do boiler. Ainda sobre este consumo de vapor, é válido para dia normal de funcionamento que alto consumo, ou seja, demanda máxima de consumo de vapor.

5.4.3 Cálculo do custo Vapor para o Hospital

Nesta seção será apresentado o cálculo do custo de vapor do HUSM, conforme o curso projetos sistema de vapor SPIRAX SARCO, 2010.

As características técnica da caldeira do HUSM, para realizar este cálculo foi utilizado os dados da tabela 22.

A eficiência da caldeira foi considerada conforme a figura 38.

TABELA 22 Dados da caldeira do HUSM.

Dados	Valores
Pressão da caldeira	7 kg/cm ²
Eficiência da Caldeira	75%
Temperatura Água alimentação	60°C
Custo óleo combustível tipo B1	R\$ 1,75/kg

Para o cálculo também necessário saber o calor total do vapor verificado nas tabelas termodinâmicas, descrito na tabela 23. Desta tabela se obtém o valor do Ct (calor total do vapor), conforme o pressão de trabalho no Hospital que é 7 kgf/cm², sendo então o Ct igual a 660,8 kcal/kg.

TABELA 23 Tabela Vapor Saturado.

Pressão Relativa	Pressão Absoluta	Temp.	Calor Sensível	Calor Latente	Calor Total	Volume Específico
kgf/cm ²	kgf/cm ²	°C	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	m ³ /kg
7	8	169,6	171,3	489,5	660,8	0,244

Fonte: SPIRAX SARCO, (2010).

O próximo dado importante para este cálculo é o Calor Sensível da água de alimentação da caldeira, conforme medida efetuada no tanque reservatório a temperatura da água no tanque é 60 °C. Estes dados são apresentados na tabela 24, sendo então o Cs da água o valor de 60 kg/kg.

TABELA 24 Tabela Vapor Saturado calor sensível da água.

Pressão Relativa	Pressão Absoluta	Temp.	Calor Sensível
kgf/cm ²	kgf/cm ²	°C	kcal/kg
0	1	60	60

Fonte: SPIRAX SARCO,(2010).

Como foi considerada a eficiência da caldeira no valor de 75 %, temos como fator de correção desta caldeira o valor de 1,33(1/0,75).

O poder calorífico inferior (PCI) do óleo combustível usado pela caldeira tem o valor de 9590 kcal/kg conforme esta na tabela 10.

A equação para realizar esta análise de custo do vapor é:

Custo kg de vapor

$$= \frac{C_t - C_s \text{ da água}}{PCI} \times \text{Custo comb.} \\ \times \text{Fator de Rend. cal.} \quad (\text{EQ. 12})$$

$$\text{Custo kg de vapor} = \frac{660,8 - 60}{9590} \times 1,75 \times 1,33 = R\$ \frac{0,145}{kg} \text{ vapor}$$

A relevância neste cálculo, é que se tem o custo do vapor utilizado no Hospital. Com este valor pode-se avaliar o consumo dos equipamentos de usos finais, e mensurar os vazamentos do vapor, algo visto na vistoria feita no Hospital e apresentado na figura 35.

A eficiência da caldeira sofre a influência se verifica equação 12, à temperatura da água do condensado, água que é armazenada no tanque que alimenta a caldeira, por isto deve-se revisar rotineiramente as tubulações de retorno de condensado, para corrigir vazamentos ou se estiver a tubulação sem isolamento.

Serve este resultado obtido como sinal de alerta, no sentido evitar os vazamentos de vapor. Considerando que cada vazamento existente é desperdício de vapor, são “reais (R\$)” que se estão deixando de aplicar em áreas essenciais de um hospital.

6 ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS CARGAS ELÉTRICAS DE AQUECIMENTO NO CONSUMO DE ENERGIA

6.1 Introdução

O balanço de energia útil (FDTE, 1996) classifica os usos finais em força motriz, aquecimento direto, calor de processo, iluminação e outros. Para cada uso final, existem equipamentos específicos que transformam a energia primária ou secundária em energia útil (STRAPASSON, 2004).

Como forma de aquecimento, o vapor pode ser utilizado direta ou indiretamente.

Sendo o aquecimento direto com vapor, o vapor entra em contato direto com o material a ser aquecido. No caso dos hospitais, são as máquinas lavadoras de roupa, em esterilizações. No caso de aquecimento indireto o vapor não entra em contato com o material a ser aquecido, ficando separado por uma superfície. Esse método é utilizado quando se necessita grande quantidade de calor ou em processos que devam ser livres de contaminação (Maciel, 2002). Os exemplos dos equipamentos que operam com uso indireto de vapor são calandras, boilers, radiadores, autoclaves etc. (ALTAFINI, 2002).

O presente capítulo analisa o quanto e de que forma os equipamentos elétricos e térmicos de aquecimento influenciam no consumo de energia.

Far-se-ão comparações entre os que são estritamente térmicos e os que podem ser substituídos sem custo e com determinado custo, para então poderem funcionar com energia térmica, deslocando a carga da rede elétrica do hospital para a energia térmica proveniente da caldeira.

6.2 Equipamentos de aquecimento e horários de uso, com seus consumos diários

Os equipamentos de usos finais de um hospital se caracterizam por utilizar vapor como energia principal. Ainda existe a possibilidade de usar a energia térmica concomitante com a elétrica em outros equipamentos. Na figura 39 se observa o uso dessas energias no hospital.

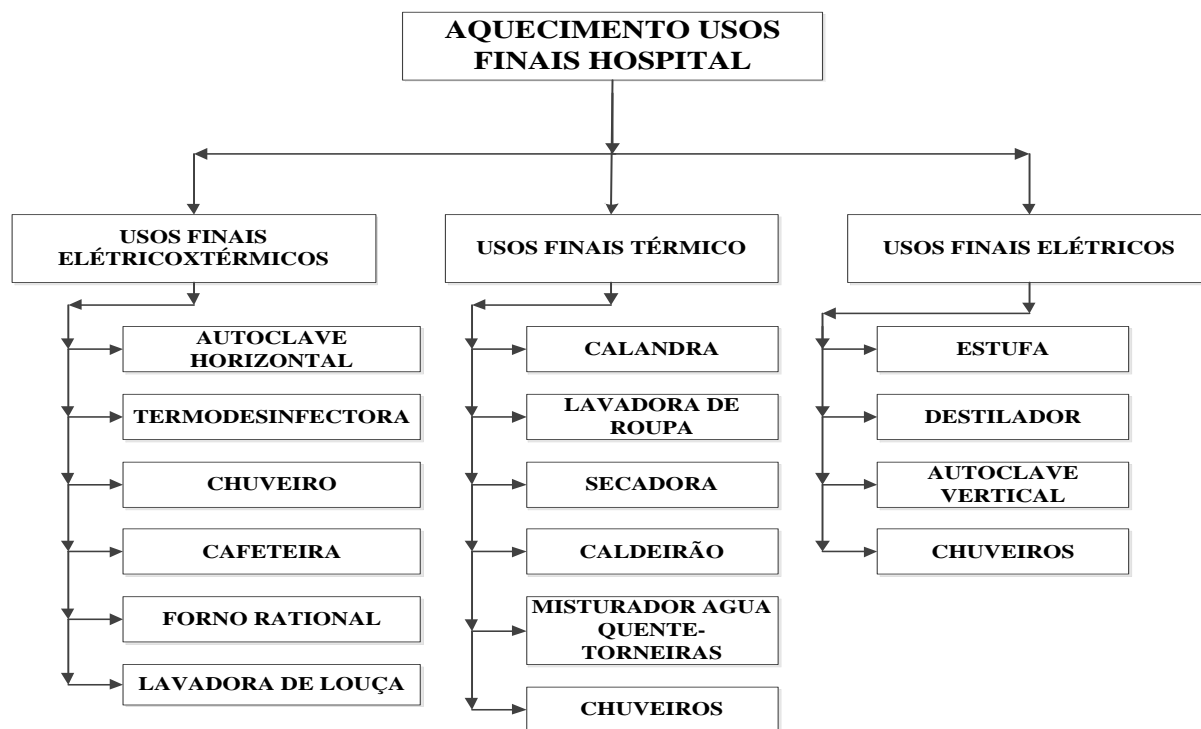


FIGURA 39 Fluxograma dos usos finais de energia térmica e elétrica.

Na figura 39, o item chuveiro está enquadrado nos três subitens pelo motivo de existir chuveiro elétrico nos três segmentos. No subitem elétrico-térmicos existem quinze chuveiros instalados em funcionamento, mesmo havendo rede de água quente. No subitem usos finais térmicos são considerados os 96 chuveiros exclusivamente que funcionam com água quente proveniente do boiler da caldeira. No subitem elétrico estão incluídos os chuveiros elétricos exclusivos que funcionam com energia elétrica. Não existe a possibilidade, a princípio, de ligar no sistema de água quente do hospital por não existirem tubulações instaladas.

Os equipamentos caracterizados como aquecimento constam da figura 40 nos seus devidos QGBT (quadro de luz). Constata-se que as cargas do tipo aquecimento são 27% do total de todas as cargas neste QGBT. Os equipamentos usos finais elétricos estão conectados no

QGBT do quadro de luz, e os usos finais elétricos e elétrico-térmicos estão conectados no QGBT quadro de força, conforme está visto na figura 39.

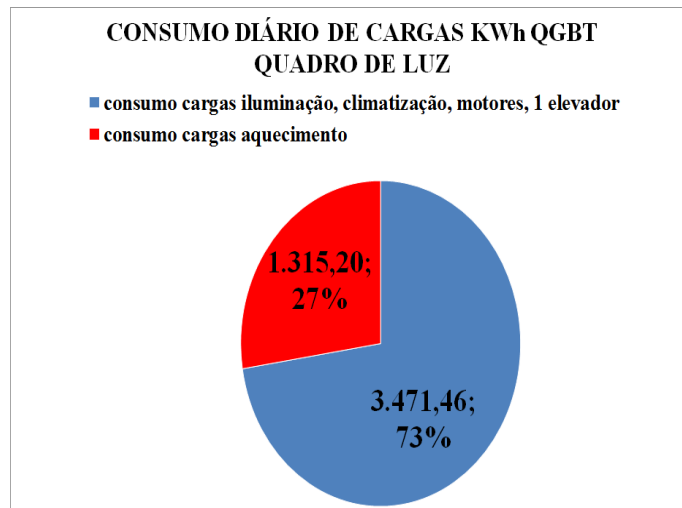


FIGURA 40 Consumo diário de cargas elétricas quadro de luz aquecimento.

Os equipamentos caracterizados como aquecimento são os constantes da figura 41 nos seus devidos QGBT (quadro de luz). Contata-se que as cargas do tipo de aquecimento são 42% do total de todas as cargas neste QGBT.

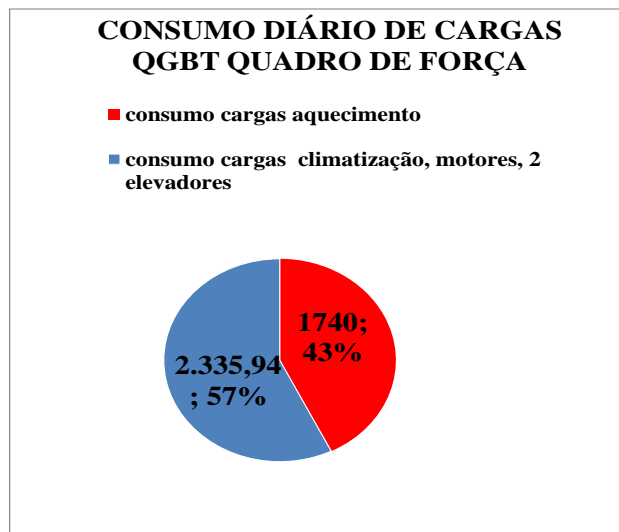


FIGURA 41 Consumo diário de cargas elétricas quadro de força.

Os equipamentos caracterizados como aquecimento são, em termos de porcentagem, conforme a figura 42 do QGBT da psiquiatria CTMO-CTCRIAC. Constata-se que as cargas do tipo de aquecimento são 63% do total de todas as cargas neste QGBT.

Como esta unidade é usada para internação, a incidência de carga mais elevada é observada no uso dos chuveiros elétricos. E outra carga relevante nesta unidade é um sistema de ar central que somente é acionado no caso de uma temperatura ultrapassar 23°C. Pela predominância apresentada na carga total, percebe-se que, no dia em que ocorreram as medidas, foram pouco acionados os dois compressores existentes nesta unidade de ar condicionado central.

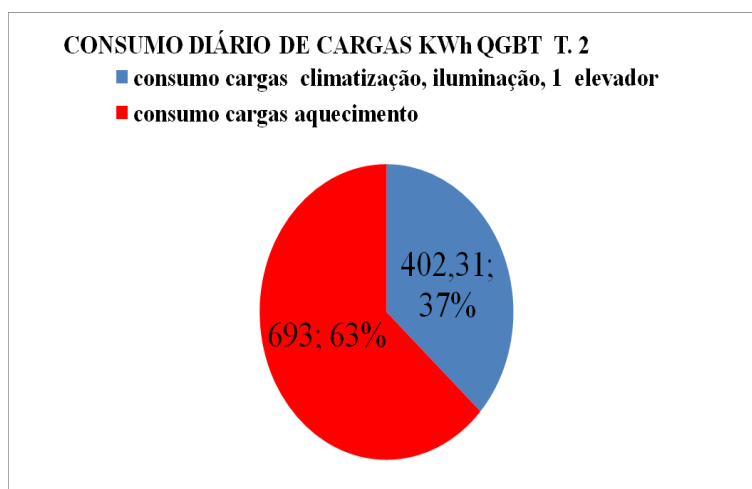


FIGURA 42 Consumo diário de cargas QGBT quadro T.2 e aquecimento.

Os equipamentos caracterizados como aquecimento, conforme a figura 43, no seu devido QGBT PA, são responsáveis por 18% do total de todas as cargas neste QGBT.

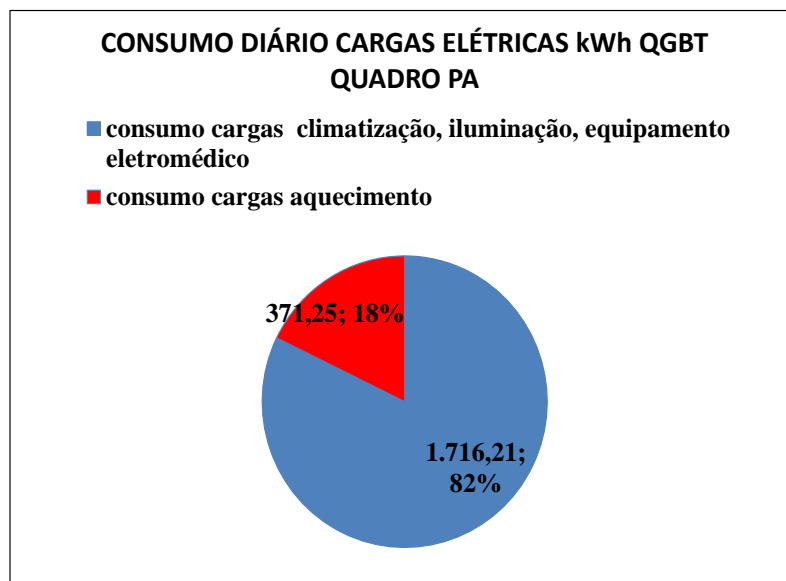


FIGURA 43 Consumo diário de cargas elétricas QGBT PA e aquecimento.

As cargas totais de consumo no hospital representam as medições diárias de 12.045,37 kWh, e as cargas de aquecimento do hospital apresentam um consumo diário de 4.119,45 kWh, conforme figura 44.

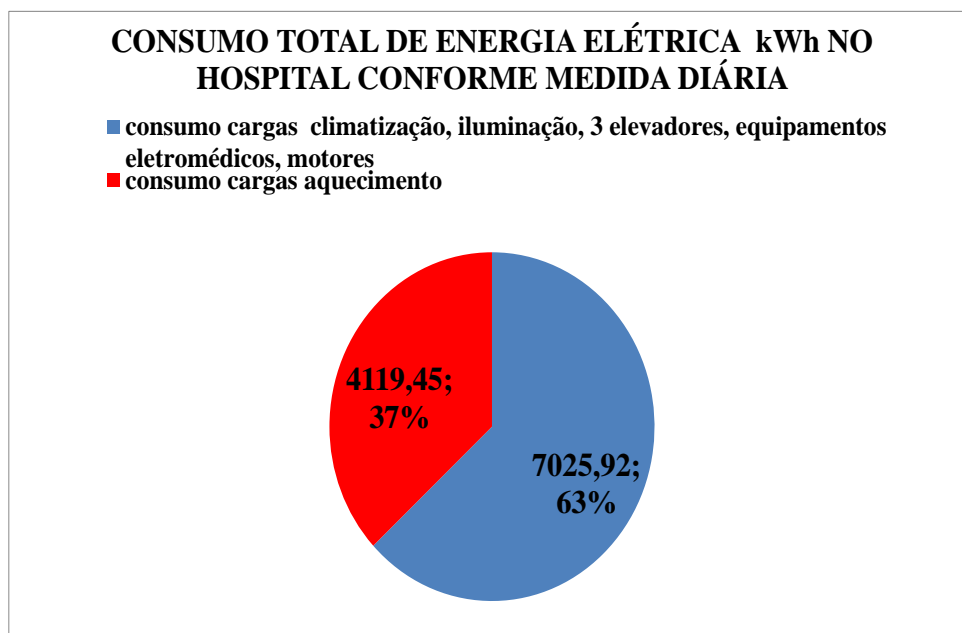


FIGURA 44 Consumo diário de cargas elétricas totais dos QGBT e aquecimento.

Outro fator importante detectado no consumo total diário do hospital é que o QGBT A T. 2 possui características de hospital com somente a presença de leitos, ou seja, quartos de pacientes em tratamento. Assim sendo, possui uma carga elevada em chuveiros elétricos, por não haver consumo de água quente da caldeira. E isto se deve à grande demanda de consumo na classificação de cargas aquecimento.

6.3 Equipamentos de aquecimento direto e indireto e análises de funcionamento

Nesta seção abordaremos o funcionamento e como é utilizado no hospital cada equipamento de aquecimento, verificando as oportunidades de eficiência energética, com vistas à redução de custos.

6.3.1 Autoclave Horizontal CME

Um esterilizador, chamado de autoclave, é utilizado para esterilização de material poroso empacotado, instrumentais e utensílios empacotados ou não, vidros, luvas, seringas, borrachas e líquidos em frascos de vidro com fechamento ventilado. O esterilizador destina-se ao setor de CME (Centro de Material e Esterilização) do hospital. O comando permite definição de até quatro ciclos distintos. O processo de esterilização ocorre pela remoção de ar por alto vácuo pulsante, utilizando como agente esterilizante vapor saturado sob pressão.

A figura 45 apresenta as autoclaves instaladas no hospital; com elas, são esterilizados todos os materiais envolvidos em cirurgias e curativos de pacientes no hospital.



FIGURA 45 Autoclaves do hospital.

Em um ciclo típico de esterilização, podem-se verificar três fases principais no processo, acondicionamento da carga, exposição e fase de secagem e resfriamento, conforme apresentado na figura 46.

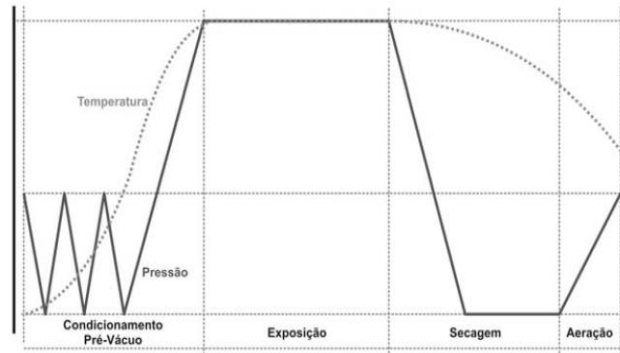


FIGURA 46 Ciclo esterilizador.

Fonte: Manual BAUMER

No hospital se realizam em média por mês 390 esterilizações, ou seja, como são duas máquinas de esterilização, cada uma trabalha 195 vezes ao mês. Sendo por dia uma média de 7 esterilização por autoclave.

A autoclave possui dois geradores de vapor, que geram vapor à pressão de 3,5 a 4 kg/cm², cada um com duas resistências blindadas de imersão no valor de 18 kW, conforme figura 47. Também possuem a possibilidade de funcionar a vapor produzido pela caldeira.

A autoclave possui ciclos de acordo com o uso. Os ciclos são enumerados e dependentes do tipo de material que estará sendo esterilizado. Os ciclos principais desta máquina de esterilização são:

- Ciclo 1: temperatura 134°C, tempo de esterilização 10 min, tempo de secagem 20 minutos;
- Ciclo 2: temperatura de 121°C, tempo esterilização de 30 minutos, tempo secagem 20 minutos;

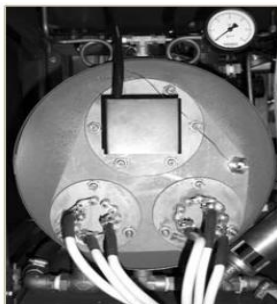


FIGURA 47 Gerador de vapor.

Fonte: Manual BAUMER

Na figura 48 é apresentada a medição de consumo de energia das duas autoclaves em funcionamento. Nesta figura observa-se a operação da autoclave operando sem conexão com a rede (calor provém da caldeira) e conectada a rede (aquecimento elétrico).

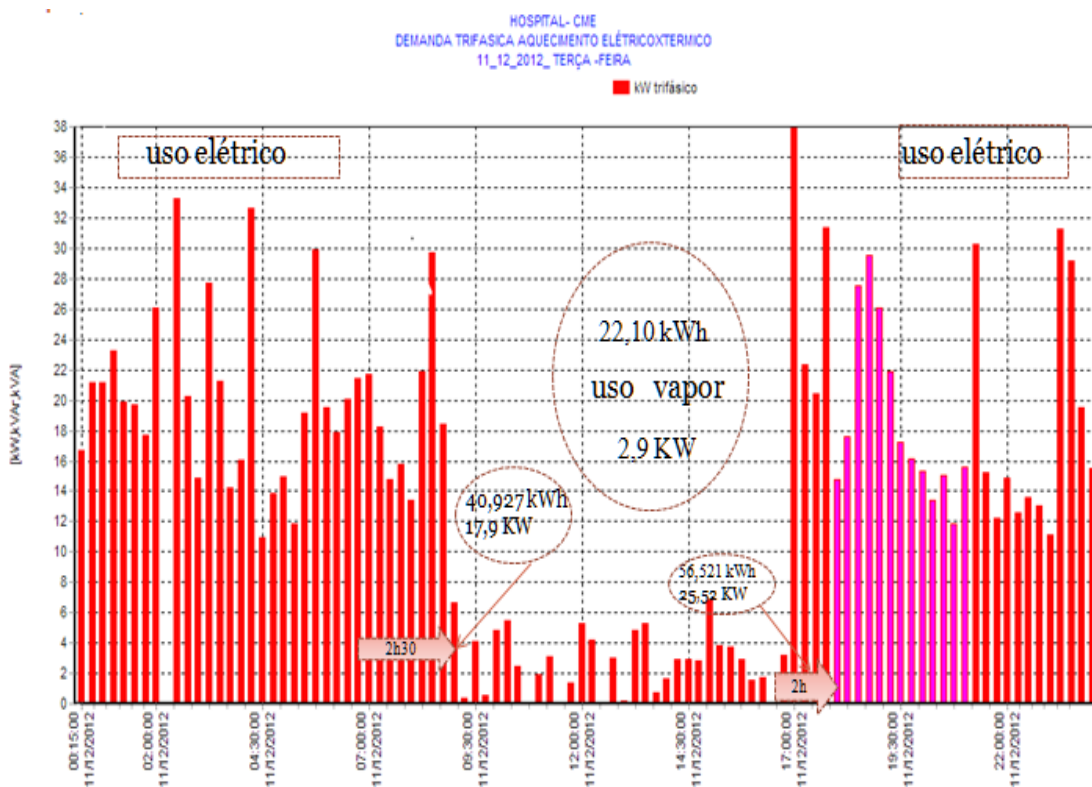


FIGURA 48 Curva de carga de funcionamento das duas autoclaves em dia útil.

Nesta operação das autoclaves da figura 48, é mostrado o funcionamento numa terça-feira. Percebe-se nitidamente a autoclave funcionando com suprimento de energia elétrica e

com insumo energético vindo do vapor. No horário das 9h30min se percebe o uso da energia advinda do vapor, e nos demais horários a energia elétrica supre as duas autoclaves. Um fato importante é observado no uso final deste equipamento: a subutilização da energia do vapor, pois a partir da 19 horas já está disponível no hospital esta energia até às 19 horas, em dia útil. O consumo de energia no dia 08 de dezembro, demonstrado em termos de demanda nesta autoclave, é 335,265 kWh. A demanda total neste dia de uso é 14,3 kW. Por outro lado, na figura 49, observam-se as mesmas autoclaves funcionando num final de semana (sábado, dia 08 de dezembro de 2012).

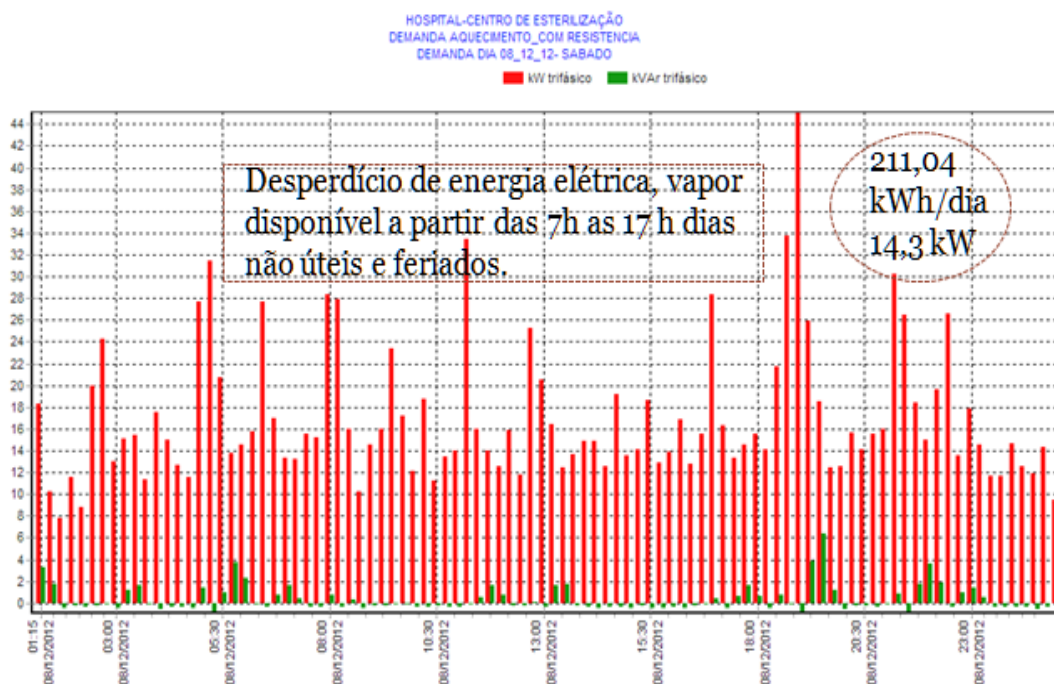


FIGURA 49 Curva de carga de funcionamento das duas autoclaves em dia não útil.

Na auditoria, percebeu-se grande oportunidade de aplicabilidade de eficiência energética nestas autoclaves, não só por seu grande uso no hospital, mas também pela potência e pelo consumo elevados. Na operação normal de funcionamento aos finais de semana e feriados, conforme mostra a figura 49, existe a possibilidade de efetuar a implantação de eficiência, considerando vista a disponibilidade contínua de vapor no hospital.

O consumo de energia nos feriados e finais de semana, uma vez que a rotina já está estabelecida, é 410,64 kWh fora do horário de ponta, visto que nos finais de semana e feriados nacionais não existe horário de ponta. A demanda de potência nesses dias é 17 kW.

6.3.2 Termodesinfectora

É um equipamento destinado para enxágue e lavagem com água fria e quente ou tratada, desinfecção e umectação com água tratada e aquecida automaticamente e sistema de secagem, para uma variedade de itens: instrumentais cirúrgicos, circuitos anestésicos, vasilhas, bandejas, entre outros. Na figura 50 está representada a curva de carga deste equipamento, cuja utilização média é seis vezes ao dia.

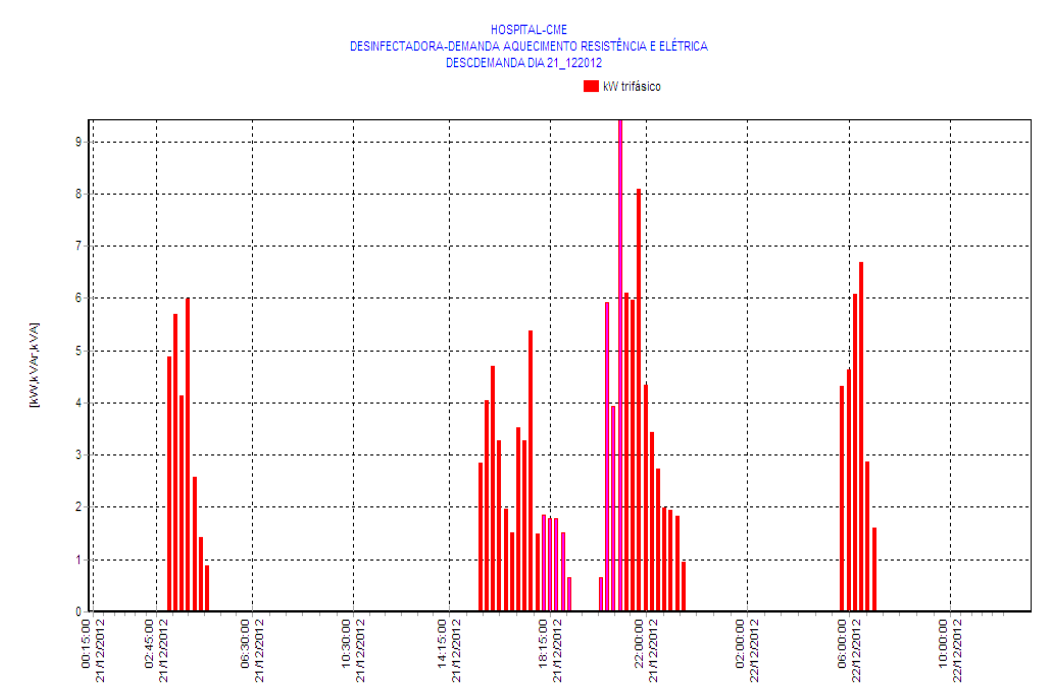


FIGURA 50 Curva de carga de funcionamento de duas termodesinfectoras.

A característica principal deste equipamento, em termos de consumo de energia, é o uso de água quente no processo, até atingir a temperatura de 75°C. Se tiver água quente, o processo de lavagem e enxágue é mais rápido, gastando menos energia elétrica. Caso não houver água quente, ele aciona as resistências de 10,40 kW. O consumo nesta termodesinfectora no dia 21 de dezembro de 2012 foi 36,877 kWh, sendo 33,07 kWh fora de ponta e 3,80 kWh no horário de ponta. Na figura 51 está a foto das duas termodesinfectoras, com demanda total de 21 kW.



FIGURA 51 Termodesinfectoras.

6.3.3 Equipamentos do serviço de nutrição e dietética

Nesta seção são apresentados os funcionamentos dos equipamentos de aquecimento do setor de nutrição e dietética.

Existem oportunidades de eficiência energética nestes equipamentos de aquecimento, quais sejam: forno combinado, cafeteira de 400 litros, cafeteria 50 litros. Consiste esta oportunidade de eficiência energética, na substituição da água de alimentação dos equipamentos em temperatura ambiente, hoje assim utilizada, para água a temperatura de 60°C que é gerada através do vapor da caldeira.

6.3.3.1 Forno combinado

Este equipamento tem por função fazer o cozimento de alimentos, funcionando com vapor ou de acordo cardápio do dia pode ser utilizado somente o calor produzido por resistências elétricas podendo ser regulada até 300°C. A possibilidade de eficiência energética está em entrar com água à temperatura de 60°C, ao invés da água à temperatura ambiente. Assim se está economizando energia elétrica, nos processos envolvam cozimentos a vapor.

Um programa de manutenção preventiva, no equipamento evita desperdícios de vazamentos de vapor na porta, encontrado nesta vistoria, reduzindo consumo de energia elétrica.

Na figura 52 está a foto do forno instalado no hospital, que é de 36 KW. O hospital já adquiriu outro forno de 68 KW, faltando apenas a instalação.



FIGURA 52 Forno combinado.

O forno combinado, conforme neste dia de análise com equipamento de medição, apresentou 22,774 kWh e 5,4 kW de demanda de potência. A figura 53 apresenta a curva de carga deste equipamento em funcionamento.

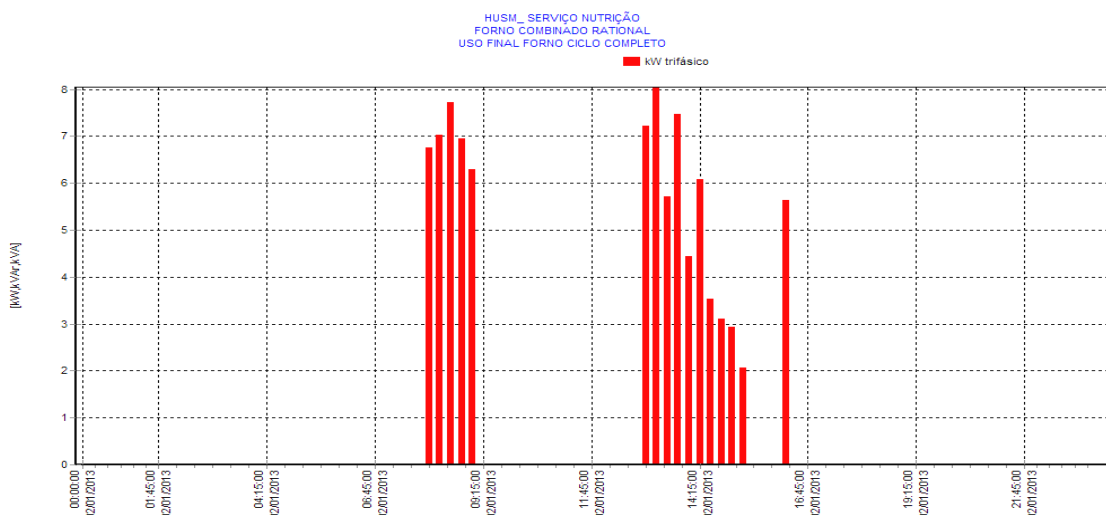


FIGURA 53 Curva de carga do forno combinado.

6.3.3.2 Cafeteira 400 litros e cafeteira 50 litros

A cafeteira é um equipamento de aquecimento direto, que funciona com aquecimento da água por resistências de imersão blindada no valor de 10 KW. Este equipamento não possui controle nenhum de temperatura. Simplesmente a água quente é deslocada da parte inferior para a parte de cima, onde se encontra o coador de café. O uso deste equipamento requer muito cuidado, pois, se não desligar quando a água na câmara inferior terminar, o único meio de análise é um visor de litros de água. Na figura 54 mostra-se esta cafeteira.



FIGURA 54 Cafeteira 400 litros.

A cafeteira é utilizada uma hora na parte da manhã e outra hora na parte da tarde, conforme o usuário. 1.384 kWh menos o consumo de água quente 1,308 kWh, dá uma diferença ao ano de economia de 54,72 kWh. Na figura 55 é apresentada a curva de carga da cafeteira 400 litros, sendo um ciclo normal de funcionamento durou 40 minutos. Entrando na cafeteira com água já a 60°C o tempo em que o café ficará pronto, será bem inferior aos 40 minutos, além da redução consumo de energia elétrica.

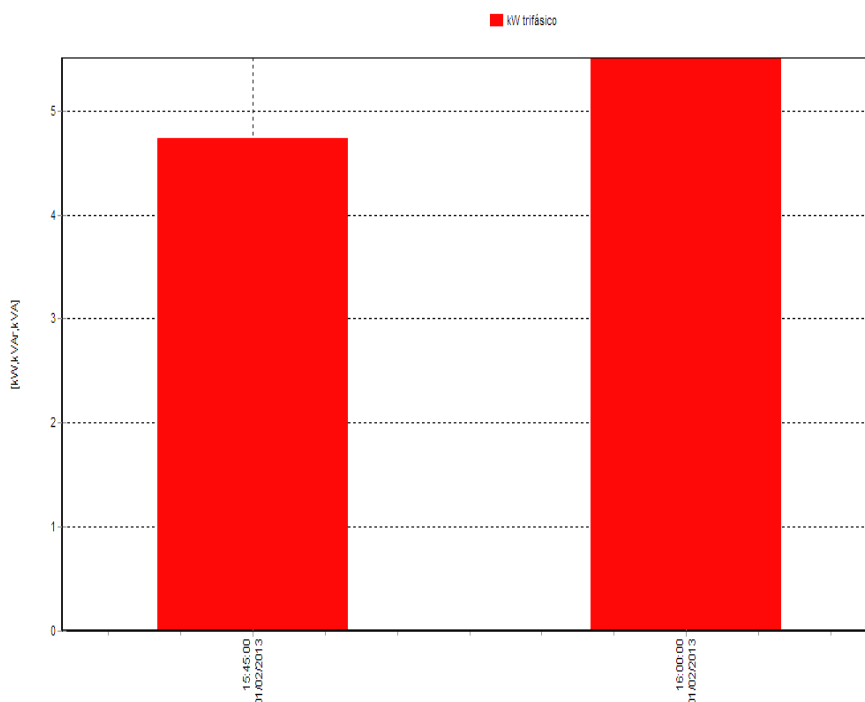


FIGURA 55 Curva de carga do funcionamento da cafeteira com água fria a 26°C.

A outra cafeteira é menor, mas sua potência de 8 KW é relevante, sendo que em média dá para considerá-la com uma economia possível igual à da cafeteira de 400 litros. Na figura 56 é apresentada a cafeteira de 50 litros. A água fica envolta em um tambor onde entra como é

hoje, água fria no meio do coador, e caindo no tambor é aquecida por contato indireto, pois a resistência aquece a água ao redor do tambor onde está o café passado.



FIGURA 56 Cafeteira de 50 litros.

6.4 Chuveiros

No hospital existem 45 chuveiros elétricos em funcionamento, dando um consumo médio de 2.279 kWh. Para executar a eficiência energética, temos, dentre estes, quinze chuveiros do QGBT quadro de luz, instalados nos locais onde já existe ponto de água quente, estando com o registro de água quente fechado.

O motivo pelo qual existem chuveiros instalados na unidade principal do hospital, distribuídos nos seus seis pavimentos, é que depois das 19 horas, de segunda a sexta-feira, a caldeira é desligada, e ficam os pacientes sem água quente para tomar banho. Esta necessidade se explica, pois pode haver cirurgias marcadas no horário noturno. E depois das 5 horas, durante feriados e finais de semana, também é retirado o aquecimento de água centralizado.

Nesta seção observamos que 1.215 kWh podem ser gerenciados no sentido de redução de consumo, estendendo tubulações de água quente, hoje não existentes, até estes trinta chuveiros ainda não atendidos pelo sistema de distribuição de água quente do hospital.

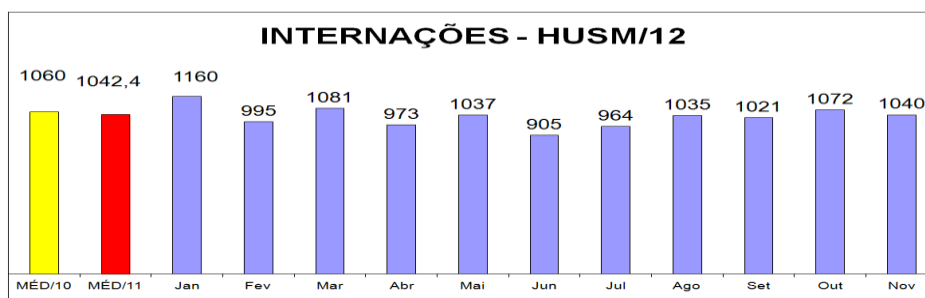
7 PROPOSTAS DE CENÁRIOS DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICAS

7.1 Introdução

Neste capítulo são abordadas as propostas de eficiência energética para o uso racional de energia e a redução de custos de energia.

Pelas características de um hospital se assemelham à estrutura de uma indústria no uso térmico, por haver grande uso do vapor nas cargas de aquecimento, torneiras e chuveiros, é possível propor vários cenários de eficiência energética. No Brasil, o potencial técnico de eficiência energética na indústria alcança 25%, sendo que 82% dele estão nos sistemas térmicos (GODOI, 2011).

As oportunidades de eficiências energéticas, verificadas na análise das curvas de cargas elétricas diárias dos equipamentos, devido às características do hospital em funcionar de forma ininterrupta, durante o ano, e manter mesma média de fluxo de pacientes e os serviços de produção, assim como a Lavanderia, CME, Nutrição e os demais serviços, se manterem durante todos os meses do ano na mesma linha de produção, assim é possível fazer esta análise somando os consumos energéticos diários, para aplicar na conta de energia elétrica mensal do Hospital. Como comprovação desta análise de que os fluxos de serviços se mantem durante um ano no hospital é apresentada as figuras 57 e 58.



Fonte: Setor Estatístico do HUSM.
FIGURA 57 Internações em 2012.

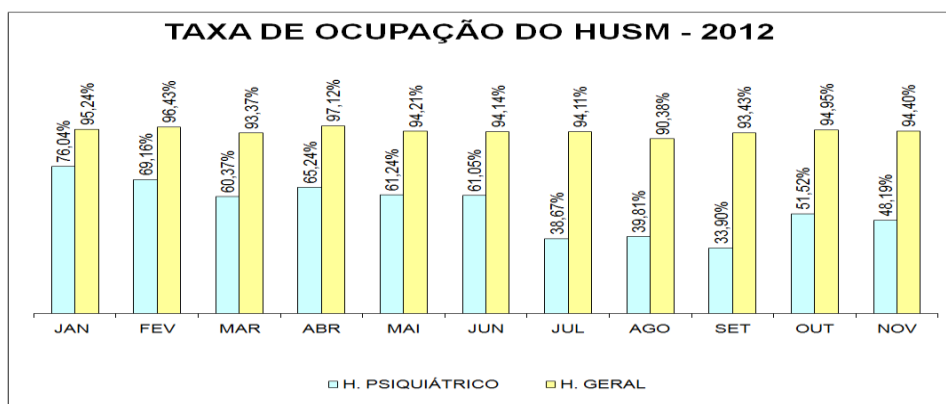
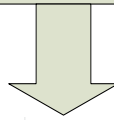


FIGURA 58 Taxa de ocupação em 2012.
Fonte: Setor Estatístico do HUSM.

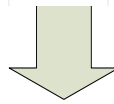
O método de análise usado nestes cenários de eficiência baseia-se na avaliação das curvas diárias dos equipamentos possíveis de estarem sofrendo perdas energéticas e quantificar a demanda de potência e o consumo de energia elétrica neste dia. Então, são consideradas estas perdas de energia elétrica e ou mudanças de processos aplicando-se aos 30 dias do mês.

Nas figuras 59 e 60 é detalhado este método de obtenção do resultado após a proposta de eficiência energética, sendo que na primeira figura é amostrado o consumo demanda e na seguinte o consumo de energia elétrica.

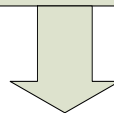
DEMANDA DE POTÊNCIA NO HORÁRIO DE PONTA E FORA DE PONTA DA
CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA HUSM 2012
ANTES



CONTRATO ATUAL											
PONTA		FORA PONTA		Pagamento Ponta (R\$)		Demanda		Pag. Fora de Ponta (R\$)		Total (R\$)	
500	1000	Teste		Demanda	Ultrapass	Fora de Ponta	Teste	Demanda	Ultrapass	Ponta	Fora de Ponta
Ano	Mês	Ponta	Lógico				Lógico				
2012	Jan	569,0	2	22580,00	6232,08	974,0	0	14110,00	0,00		
	Fev	598,0	2	22580,00	8851,36	1062,0	2	14110,00	1749,64		
	Mar	544,0	2	22580,00	3974,08	1000,0	0	14110,00	0,00		
	Abr	743,0	2	22580,00	21947,76	1089,0	2	14110,00	2511,58		
	Mai	638,0	2	22580,00	12464,16	859,0	0	14110,00	0,00		
	Jun	540,0	2	22580,00	3612,80	761,0	0	14110,00	0,00		
	Jul	484,0	0	22580,00	0,00	694,0	0	14110,00	0,00		
	Ago	573,0	2	22580,00	6593,36	780,0	0	14110,00	0,00		
	Set	556,0	2	22580,00	5057,92	711,0	0	14110,00	0,00		
	Out	448,0	0	22580,00	0,00	561,0	0	14110,00	0,00		
	Nov	508,0	1	22941,28	0,00	694,0	0	14110,00	0,00	186.149,52	98.770,00
	Dez	604,0	2	22580,00	9393,28	1002,0	1	14138,22	0,00	163.298,56	74.839,44
											RS 653.821,90



PROPOSTA DE CENÁRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM REDUÇÃO DE DEMANDA COMO
REFERÊNCIA A CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA HUSM 2012, COM NOVA PROPOSTA CONTRATO
DEMANDA COM CONCESSIONÁRIA
DEPOIS



		DEMANDA DEMANDA PONTA kW F. PONTA kW		CONTRATO PROPOSTO				REDUÇÃO RS			
		DEPOIS	VALOR REDUZIDO	PONTA	FORA PONTA			17.591,13			
				545	1015						
2012	Jan	569,0	1	25696,04	0,00	974,0	0	14321,65	0,00		
	Fev	598,0	2	24612,20	4786,96	1062,0	1	14984,82	0,00		
	Mar	544,0	0	24612,20	0,00	1000,0	0	14321,65	0,00		
	Abr	743,0	2	24612,20	17883,36	1089,0	2	14321,65	2088,28		
	Mai	638,0	2	24612,20	8399,76	859,0	0	14110,00	0,00		
	Jun	540,0	0	24612,20	0,00	761,0	0	14110,00	0,00		
	Jul	484,0	0	24612,20	0,00	694,0	0	14110,00	0,00		
	Ago	573,0	2	24612,20	2528,96	780,0	0	14110,00	0,00		
	Set	556,0	1	25108,96	0,00	711,0	0	14110,00	0,00		
	Out	448,0	0	24612,20	0,00	561,0	0	14110,00	0,00		
	Nov	508,0	0	24612,20	0,00	694,0	0	14110,00	0,00	183.710,88	98.770,00
	Dez	604,0	2	24612,20	5328,88	1002,0	0	14321,65	0,00	152.144,04	74.359,70
											RS 636.230,78

FIGURA 59 Fluxograma proposta de cenários eficiência energéticos na demanda .

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO HORÁRIO DE PONTA E FORA DE PONTA DA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA HUSM 2012 ANTES

Ano	Mês	Consumo		Pagamentos (R\$)	
		Ponta	F. Ponta	Ponta	F. Ponta
2012	Jan	29098	331946	6.843,27	48.676,56
	Fev	31968	365926	7.518,23	53.659,39
	Mar	23953	269705	5.633,27	39.549,54
	Abr	30001	346080	7.055,64	50.749,17
	Mai	24687	276058	6.427,01	44.511,59
	Jun	25041	251642	6.519,17	40.574,76
	Jul	21658	262976	5.638,44	42.402,25
	Ago	25936	284861	6.752,18	45.930,99
	Set	24790	262147	6.453,83	42.268,58
	Out	19455	213382	5.064,91	34.405,71
	Nov	23311	257085	6.068,79	41.452,39
	Dez	27919	359654	6.565,99	52.739,66
					R\$ 766.826,66

PROPOSTA DE CENÁRIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COMO REFERÊNCIA A CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA HUSM 2012 DEPOIS

VALOR REDUZIDO	CONSUMO ENERGIA ELÉTRICA PONTA kWh		CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA FORA DE PONTA kWh		REDUÇÃO RS
					0,00
2012	Jan	29098,00	331946	6.843,27	48.676,56
	Fev	31968,00	365926	7.518,23	53.659,39
	Mar	23953,00	269705	5.633,27	39.549,54
	Abr	30001,00	346080	7.055,64	50.749,17
	Mai	24687,00	276058	6.427,01	44.511,59
	Jun	25041,00	251642	6.519,17	40.574,76
	Jul	21658,00	262976	5.638,44	42.402,25
	Ago	25936,00	284861	6.752,18	45.930,99
	Set	24790,00	262147	6.453,83	42.268,58
	Out	19455,00	213382	5.064,91	34.405,71
	Nov	23311,00	257085	6.068,79	41.452,39
	Dez	27919,00	359654	6.565,99	52.739,66
					R\$ 766.826,66

FIGURA 60 Fluxograma proposta de cenários eficiência energética no consumo.

7.2 Cenário 1, propostas de mudanças, da utilização das autoclaves e dos insumos energéticos no horário de ponta

- Proposta 1: não usar autoclave no horário de ponta.

A proposta é a mudança no horário de utilização do equipamento de aquecimento, deslocando o consumo do horário de ponta. Não usar no horário de ponta os equipamentos de aquecimento, esta é a proposta nesta seção. Os equipamentos de aquecimento acessíveis por esta proposta estão localizados num único setor, sendo estes os de maior potência instalada: as duas autoclaves (potência instalada de 76 KW).

O método (figuras 59 e 60) de análise consiste em avaliar as curvas de carga dos dois equipamentos e apresentar as oportunidades de aplicação da eficiência energética, tendo um ano como base, no caso, o ano de 2012.

A justificativa da viabilidade deste procedimento é que, conforme análise das curvas de consumo diário, verifica-se o funcionamento durante as 24 horas, sendo assim possível esta aplicação. Além de se evitar consumo de energia, haverá diminuição de demanda de potência.

Outro benefício de deslocar o consumo de energia do horário de ponta será a diminuição do fator de carga que incide diretamente no custo da energia. Na figura 61 são mostradas as curvas de cargas destes dois equipamentos em uso, inclusive no horário de ponta, que é das 19 às 22 horas.

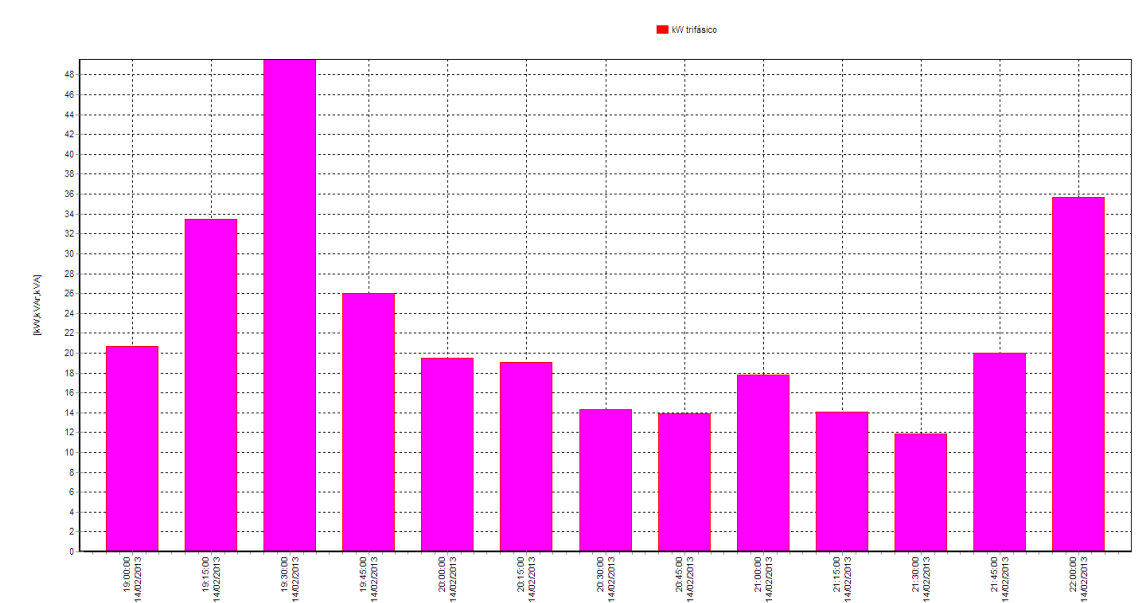


FIGURA 61 Curva de carga no horário de ponta da autoclave.

Nestas curvas ocorreu um consumo de energia da autoclave de 59,28 kWh e demanda de potência de 22,8 kW. O consumo do CME (Centro de Esterilização) nestas três horas diárias de uso dos equipamentos, simulando este mesmo consumo e demanda para o mês todo, aplicando 232 dias úteis para este cálculo, é apresentada na tabela 25.

TABELA 25 Cenário eficiência com retirada de uso dos equipamentos horário ponta.

Equipamento	Numero dias úteis ano 2012	Demanda de Potência kW	Consumo de energia elétrica kWh/dia	Economia kW	Economia kWh/ano
Autoclave	232	22,8	59,28	22,8	13.752,96

Simplemente com a retirada da demanda de potência que é 22,8 kW, que é não usar as autoclaves do CME no horário das 19hs às 22 horas, se obtém ao final de 2012 uma economia de R\$ 25.786,36/ano. Esta redução se deve a demanda de ultrapassagem, que ao retirar do horário de ponta estes 22,8 kW reduziu a ultrapassagem de demanda do contrato de 500kW, passando de R\$ 97.658,00/ano para R\$ 70.156,06/ano. Observa-se a importância de gerenciar as cargas elétricas, simplesmente se retirando 22,8 kW se economiza R\$ 25.786,36/ano.

Neste cenário é aplicada a proposta de um novo contrato de demanda com a concessionária no valor de 1015 kW para o horário de fora de ponta, e 545 kW para o horário de ponta.

Neste caso, se obtém uma redução de R\$ 30.811,34/ano. Constatase que o valor da demanda contratada deve ser verificado anualmente para evitar este pagamento desnecessário de multa a concessionária. E sempre que possível deve ser retirado equipamentos do horário de ponta em que o custo é em média 73 % mais que no horário fora de ponta. É importante destacar que a viabilidade da retirada destes equipamentos deve ser avaliada com as demais equipes do hospital, que precisam atuar de forma coordenada com a estratégia de eficiência energética adotada.

O consumo de energia elétrica que pode ser retirado da conta de energia elétrica 2012 é o valor de 1.146,08 kWh/mês. O resultado desta redução foi de R\$ 4.295,34/ano. No resultado final deste cenário se constatou uma economia para o Hospital de R\$ 35.106,67/ano. Na figura 62 é apresentado o resultado final da proposta de retirar do horário de ponta os equipamentos do CME. Além do valor economizado também se deixou de gastar 13.752,96 kWh/ano e 22,80 kW. Na figura 62 o resultado da multa de ultrapassagem já esta inserida no gasto com demanda após proposta de eficiência energética.

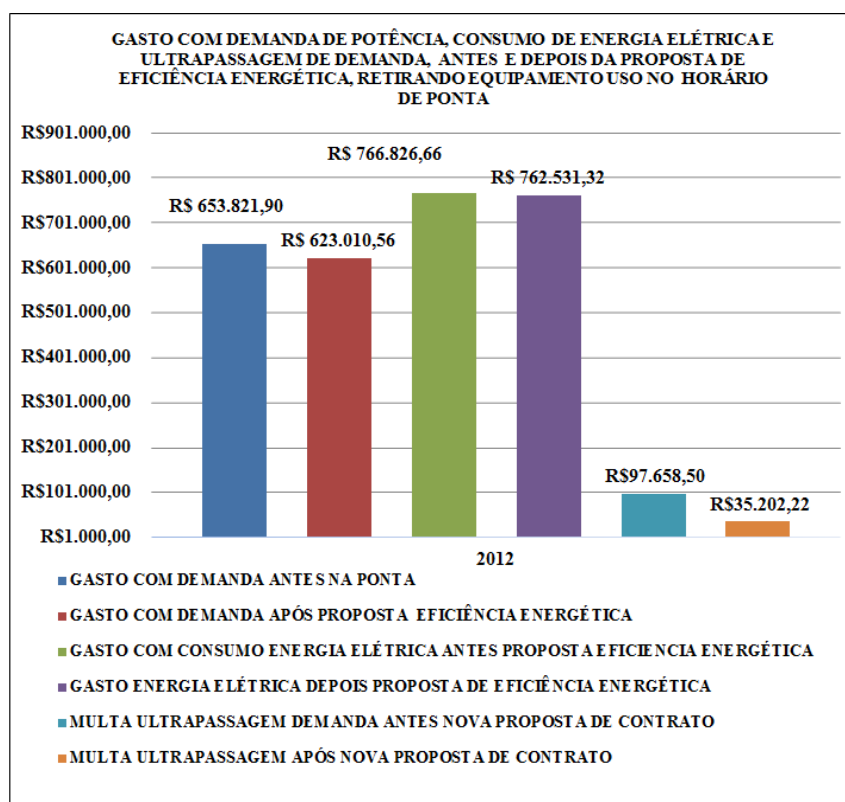


FIGURA 62 Comparação entre o antes e o depois com ajuste de demanda, na ponta.

TABELA 26 Análises de consumo de óleo horário 19 às 22 horas.

Média de consumo kg/dia de óleo na caldeira no horário de ponta das 17 às 22 horas	Consumo Médio de óleo entre as 19h às 22 horas (kg/dia)	Preço óleo (R\$/kg)	Despesas com óleo entre as 19 h às 22 horas (R\$/dia)	Despesa de óleo/mês no horário considerado (R\$/mês)
103,5	62,10	1,75	108,68	3.260,25

Ao aplicar nas planilhas das figuras 59 e 60 o consumo e demanda das autoclaves neste horário que usufruirão deste vapor, que é 1.146,08 kWh/mês menos o consumo com as autoclaves funcionando que é 22,10 kWh, reduz-se o valor 1.123,98 kWh/mês e demanda de 22,8 kW, o resultado da redução é R\$ 35.023,85/ano, de gasto que é economizado. Na tabela 27 compara-se o consumo óleo com a redução do gasto com energia elétrica.

TABELA 27 Gasto óleo e redução consumo energia elétrica 19 às 22 horas.

Média de gasto com óleo caldeira gerando vapor até as 22 horas ao ano	Média redução gasto energia elétrica com funcionamento caldeira ate às 22 horas ao ano	Média redução consumo de energia elétrica com funcionamento da caldeira ate às 22 horas kWh/ano
R\$ 39.012,30	R\$ 35.023,85	13.487,76

Constata-se neste cenário 1 de proposta 2 que se retirar os vazamentos de vapor, fazer boa manutenção nos purgadores e bom isolamento nas tubulações, este consumo de óleo pode diminuir sensivelmente tornando vantajoso este cenário. Além da diminuição consumo de energia elétrica, os pacientes e acompanhantes são beneficiados por usufruir de água quente em todas as torneiras das unidades de internação, além dos chuveiros. Extrapolando-se os valores das perdas dadas na tabela (tabela 18) e, considerando-se que o consumo possa ser reduzido a sanarem-se estas perdas, pode-se obter uma redução de 18% no valor da despesa da caldeira quando operando até às 22 horas. Isto é, $R\$ 39012,30 - 18\% = R\$ 32.990,90$. Isso tornaria o aproveitamento da caldeira mais vantajoso do que a energia elétrica.

7.3 Cenário 2, propostas de mudança de insumos energéticos totais (substituindo energia elétrica por energia térmica) com 15 chuveiros elétricos e na segunda proposta com inserção dos 45 chuveiros

- Cenário 2, proposta 1- mudança insumo energético com 15 chuveiros elétricos inserido sem necessidade instalação tubulações água quente.

Nesta proposta, o objetivo é usar a caldeira do hospital 24 horas por dia. Atualmente, o funcionamento é durante os dias úteis das 7 às 19 horas e nos finais semanas e feriados, no horário das 7 às 17 horas. Os equipamentos que utilizariam o vapor são listados na tabela 28.

TABELA 28 Equipamentos possíveis de substituição da energia elétrica por térmica.

EQUIPAMENTOS AQUECIMENTO ELÉTRICOS	MARCA	QUANT.	POTÊNCIA kW	POTÊNCIA TOTAL KW	TEMPO HORAS	CONSUMO TOTAL DIÁRIO (kWh)
Autoclave B 705	BAUMER	2	76	152	24	410,64
Termodesinfectora	BAUMER	2	21	42	24	36,8
Chuveiros	Corona	15	5,4	81	15	1215
Total				271		1662,51

Além destes equipamentos que utilizam o vapor, como prevê esta proposta, os 96 chuveiros a água quente, e as 110 torneiras misturadoras. O consumo elétrico dos chuveiros foi considerado as 15 horas de uso, pois são dois banhos por pacientes, sendo dois pacientes por chuveiros, e ainda 15 minutos banho por paciente, resultando 15 horas de uso.

Os equipamentos que hoje funcionam 24 horas apresentam um consumo de vapor de 160 kg/h. O consumo apresentado na tabela 28 das autoclaves e termodesinfectoras saíram das medidas das curvas de cargas diárias destes equipamentos.

A produção da caldeira em média é 1185 kg/h.

Se este serviço trabalhar durante 24 horas, outros setores poderão dar continuidade ao seu trabalho e usufruir desta energia (atualmente estão programados para trabalhar somente até às 19 horas).

Para determinar o consumo de óleo combustível, com o funcionamento da caldeira somente para o CME e aquecimento água no boiler. Foi realizado um estudo prático deixando a

caldeira com vapor liberado, durante período das 17 horas às 22 horas, para o boiler e CME. Assim o consumo de óleo medido foi de 103,5 kg/5h. Considerando então um consumo óleo durante nas 12 horas conforme este consumo médio ficará um consumo de 248 kg/12h.

Na tabela 29 é apresentado o gasto com consumo de óleo a mais com esta inserção da caldeira em funcionamento 24 horas ao dia. O cálculo sobre o consumo do boiler foi realizado conforme Centrais elétricas Brasileiras (2005), assim ficou o consumo de vapor pelo boiler de 150,5 kg/h vapor (consumo baixo baseado no cálculo no capítulo 4, devido ao horário em que foi feito o teste prático, constatou-se a metade de consumo de vapor para o boiler gerar a água quente), valor encontrado com a comparação do consumo de óleo hora medido no valor de 20,7 kg/h, com os equipamentos que estavam funcionando neste teste efetuado no hospital.

TABELA 29 Consumo óleo combustível pela Caldeira com funcionamento 24 horas.

Equipamentos aquecimento	Consumo vapor (kg/h)	Quantidade óleo gasto dia 12 horas em kg/dia	Preço kg óleo combustível petroquímico tipo B	Valor gasto óleo R\$/dia	Valor gasto óleo R\$/mês
Autoclaves	160				
Chuveiros	150,5	248	R\$ 1,75	R\$ 434,00	R\$13.020,00

Como este consumo considerado na tabela 29, são resultados de medidas diárias, retirando os chuveiros, cujo consumo estimado teve como referência a energia elétrica, para aplicar neste cenário será considerado a metade deste consumo energia elétrica, para fazer a comparação com o uso da caldeira à noite. Assim conforme a tabela 30 se aplicará o valor de 831,26 kWh/dia sendo ao mês 24.937,65 kWh/mês se referem ao consumo fora de ponta, com uma demanda fora de ponta dos equipamentos do CME que são 22,8 kW. A demanda dos chuveiros vai ser desconsiderada.

TABELA 30 Redução consumo energia com uso caldeira 24 horas.

Consumo energia elétrica horário 24 horas kWh/dia	Consumo de energia elétrica horário 19h as 7h, (12 horas) kWh/dia	Consumo de energia elétrica kWh/mês, 12 horas ao dia consumo elétrico reduzido
1.662,51	831,26	24.937,65

Sendo que o consumo no horário de ponta já analisado na seção anterior e como apresentou um valor 1.146,08 kWh/mês, diminuindo o valor 24.937,65 kWh/mês, que é o consumo de energia em 12 horas, assim o consumo mensal fora de ponta é 22.791,57 kWh/mês.

Conforme a aplicação nas planilhas das figuras 59 e 60, os valores de 22.791,57 kWh/mês consumo fora de ponta, 1.146,08 kWh/mês no horário de ponta, e uma demanda fora de ponta de 22,8 KW, obter-se-á uma redução de R\$ 89.357,04/ano.

Comparando com o consumo de óleo combustível. Conforme a tabela 31.

TABELA 31 Cenário 2 - comparação proposta 1 - gasto com energia elétrica e óleo .

Gasto com consumo energia elétrica ano		Gasto com consumo de óleo ano	
R\$	89.357,04	R\$	156.240,00

Na tabela 32 é apresentado o gasto com óleo combustível e gasto energia elétrica com a caldeira funcionando 24 horas e somente liberando vapor para CME, e boiler com 15 chuveiros conectados.

TABELA 32 Cenário 2 - proposta 1- consumo com energia elétrica e óleo.

Consumo energia elétrica ano	Consumo de óleo ano
287.251 kWh/ano	89.280 kg/ano

Verifica-se neste cenário dois da proposta 1, que ao deixar a caldeira ligada só para o CME e para o aquecimento de água quente através do boiler para o hospital, se torna inviável, pois o consumo de óleo combustível é elevado. NESTES CÁLCULOS NÃO FORAM CONSIDERADAS AS PERDAS QUE ATUALMENTE EXISTEM NO HOSPITAL. SE ESTAS PERDAS FOREM CORRIGIDAS, ENTÃO, PODE-SE REDUZIR O CONSUMO DE ÓLEO/ANO EM 18%, APROXIMADAMENTE.

- Cenário 2, proposta 2: inserção de 30 chuveiros elétricos, com instalação tubulações água quente.

Este cenário 2 passa a ser válido, se instalar uma rede de distribuição de água quente para os demais 30 chuveiros elétricos existentes, neste caso se terá um consumo reduzido de 1.064 kWh/dia, sendo ao mês 31.920 kWh/mês. Observando que não se está colocando a demanda dos chuveiros elétricos, então o gasto com a redução da energia elétrica tende a ser maior.

O novo valor de redução de consumo aplicando nas planilhas ficará em R\$ 167.320,58. Conforme tabela 33.

TABELA 33 Cenário 2 - proposta 2 - gasto com energia elétrica e óleo combustível.

Gasto com consumo energia elétrica	Gasto com consumo de óleo ano
R\$ 167.320,58	R\$ 156.240,00

Na tabela 34 é apresentado o gasto com óleo combustível e gasto energia elétrica com a caldeira funcionando 24 horas e somente liberando vapor para CME, e boiler com os 45 chuveiros elétricos conectados linha vapor.

TABELA 34 Cenário 2 comparação proposta 2 consumo com energia elétrica e óleo.

Consumo energia elétrica ano	Consumo de óleo ano
665.628 kWh /ano	89.280 kg/ano

Analisando a tabela 31, comparando com o consumo fora de ponta no ano 2012, verifica que esta energia proposta de economia anual significa em média 2 meses de consumo no Hospital.

Assim esta segunda proposta do segundo cenário apresenta-se como válida economicamente. O que torna este cenário relevante é o consumo que se está sendo retirado do sistema, conforme Nogueira (2006) registra que a cada kWh reduzido do desperdício de energia encontrado através da auditoria energética representa uma redução de quatro vezes na produção de 1 kWh adicional. Outra constatação é que está havendo muita queima de óleo pela caldeira devido aos vazamentos de vapor e purgadores sem manutenção, e tubulações sem isolamento.

7.4 Cenário 3, proposta de instalação do Sistema de Automação para ligar a autoclave em horário em que a caldeira está em funcionamento

Nesta análise de cenário de eficiência energética, após auditoria realizada nos fluxos de energia e rotinas de trabalho, observou-se uma oportunidade de eficiência energética, que é a mudança de disponibilidade do vapor para os equipamentos do CME (Centro de Esterilização). O vapor está chegando ao equipamento em horários diferentes do início da geração do vapor.

A produção de vapor pela caldeira inicia às 7h, e é disponibilizado vapor para o serviço de centro de esterilização no horário das 9h, existindo neste caso duas horas em que se utiliza a energia elétrica para produzir vapor na autoclave.

No final do dia também se encontrou uma diferença de horário em que se encerra a produção de vapor pela caldeira e o horário em que ele é retirado, ou seja, como é manual esta troca de insumo, o vapor é retirado da autoclave antes do tempo em que é desligada a caldeira, sendo inseridas as resistências blindadas de imersão de 72 KW.

A proposta de automatização compreende a instalação de dois solenoides de uma polegada e uma chave seletora de três posições, em que a posição do meio fica desligada, na esquerda ligada vapor externo caldeira e na direita ligada resistência interna das autoclaves.

Esta situação pode ser verificada na figura 64. Para resolver este problema de subutilização da caldeira do hospital pelos equipamentos do CME, a proposta é instalar um sistema de automação para que, no momento em que é ligada a caldeira, é desligada a energia elétrica das resistências de imersão de 72 KW de potência.

No horário das 7h até às 9h, verifica-se um consumo de 40,927 kWh e uma demanda de potência de 17,9 KW.

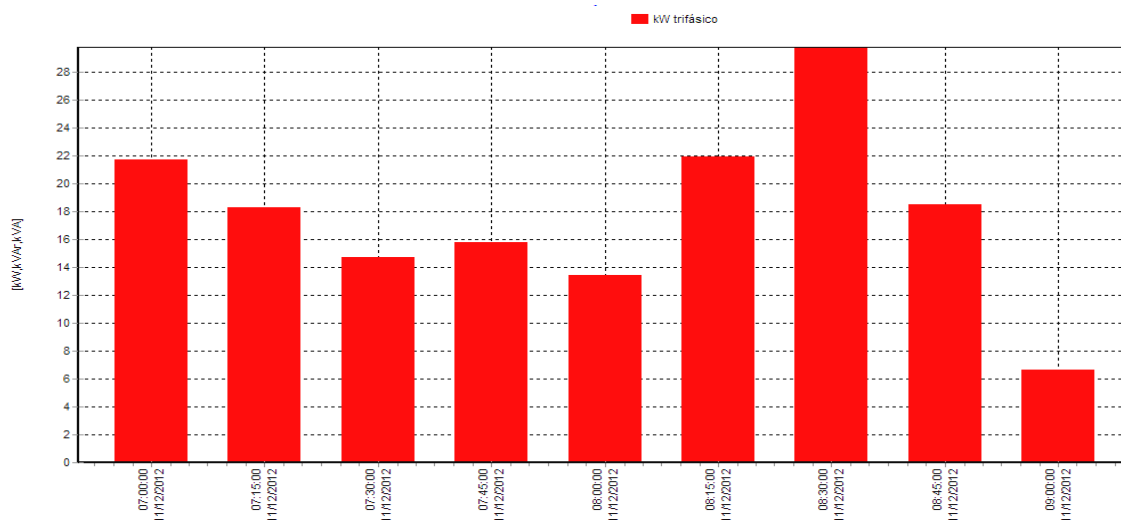


FIGURA 64 Curva de carga das autoclaves das 7 às 9h.

E das 17 às 19h o consumo de energia, conforme curva de carga é 56,521 kWh, e a demanda neste horário é 25,52 KW. Conforme é apresentada na figura 65.

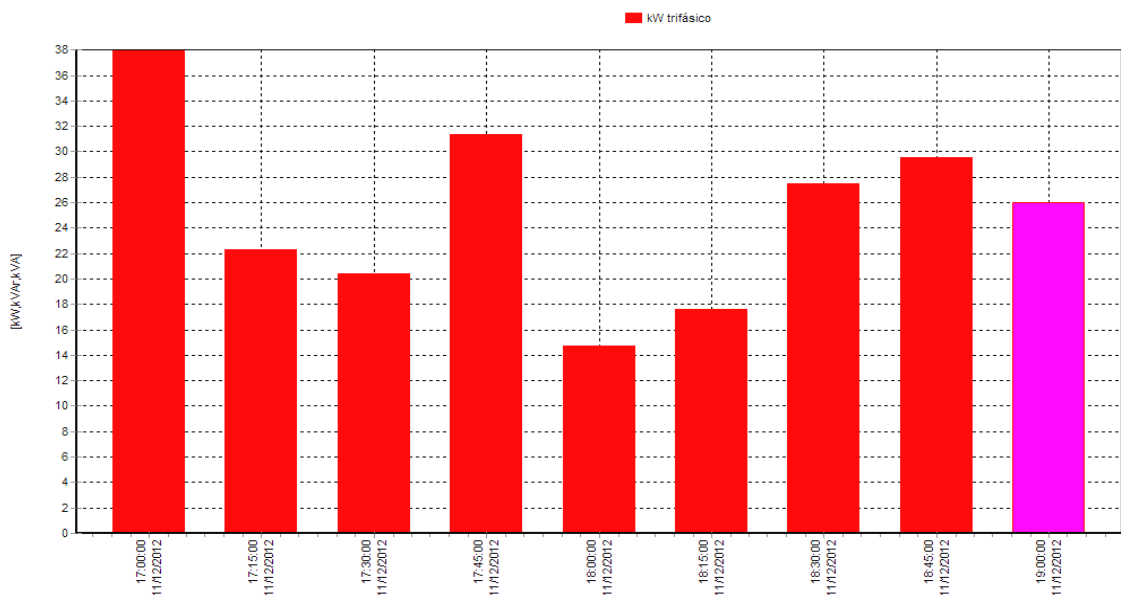


FIGURA 65 Curva de carga das 17 às 19h.

Já no caso em que o vapor é liberado para a autoclave, ou seja, existe consumo de vapor, o consumo de energia cai bruscamente ficando em 22,10 kWh, e a demanda fica com 2,9 KW. A figura 66 apresenta este uso do vapor e o consumo de energia.

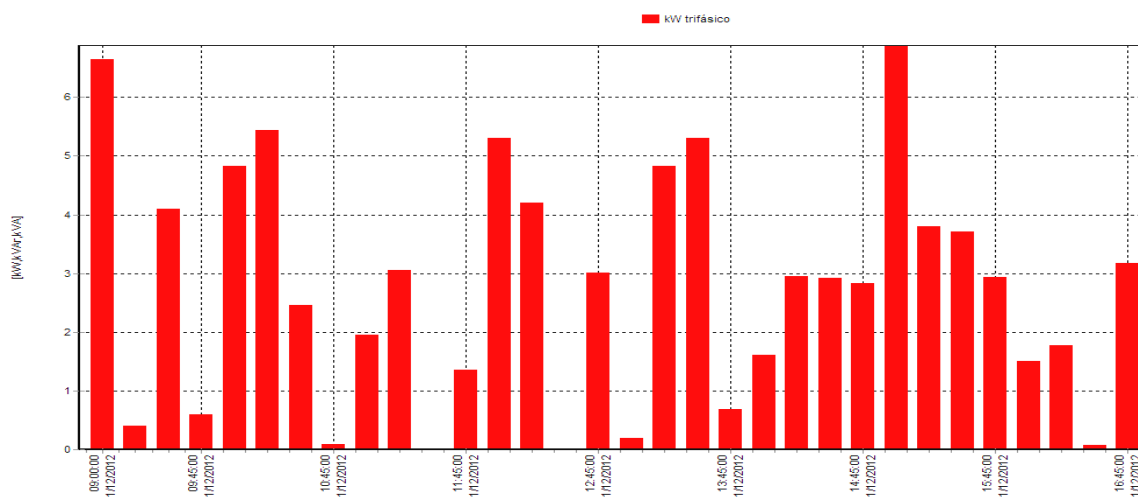


FIGURA 66 Curva de carga das 9h às 16h45min, com vapor da caldeira.

O consumo de energia elétrica nestes horários em que o vapor já está disponível, sem ser utilizado pela caldeira, é 97,13 kWh. Após a liberação do vapor (figura 66) para uso na autoclave no horário das 9h às 16h45min, o consumo ficou em 22 kWh (consumo de motores, solenoides e comandos CLP), e a demanda neste horário foi de 2,9 kW. O desperdício encontrado nesta auditoria foi de 75 kWh/dia conforme tabela 35.

TABELA 35 Cenário 3 - desperdício de energia elétrica por dia.

Consumo energia elétrica 7h às 9 horas kWh/dia	Consumo de energia elétrica 9h às 16:45 (kWh/dia)	Consumo de energia elétrica 16h45min até 19 horas kWh/dia	Total desperdício de energia elétrica kWh/dia
40,92	22,10	56,52	75,34

Este consumo 75,34 kWh/dia, para passar a ano é apresentado na tabela 36.

TABELA 36 Cenário 3 conversão desperdício energia elétrica dia para mês.

Dias úteis 2012	Desperdício energia elétrica kWh/dia	Total desperdício kWh/ano
232	75,34	17.478,88

Considerando um consumo de demanda de 25,52 kW com um consumo energia mensal de fora de ponta de 17.478,88 kWh/ano convertendo ao mês 1.456,57 kWh.

Ainda nesta situação, de buscar evitar o desperdício do insumo de energia vindo do vapor, como os registros ficam abertos na caldeira distribuindo vapor e quando não é utilizado

pelas fontes consumidoras ele retorna através dos purgadores existentes na linha de vapor, indo para o reservatório do condensado, este processo vem a causar um desperdício com perdas de energia substanciais neste trajeto.

Foi encontrada ainda outra oportunidade de eficiência energética, nos dias úteis, como mostrado nas curvas de cargas elétricas acima, em que ocorreu consumo de energia elétrica mesmo existindo vapor disponível. Na curva de carga da figura 67, apresenta-se o consumo de energia da autoclave num dia não útil e nos finais de semana e feriados. Nestes dias as duas autoclaves funcionam com aquecimento a resistência.

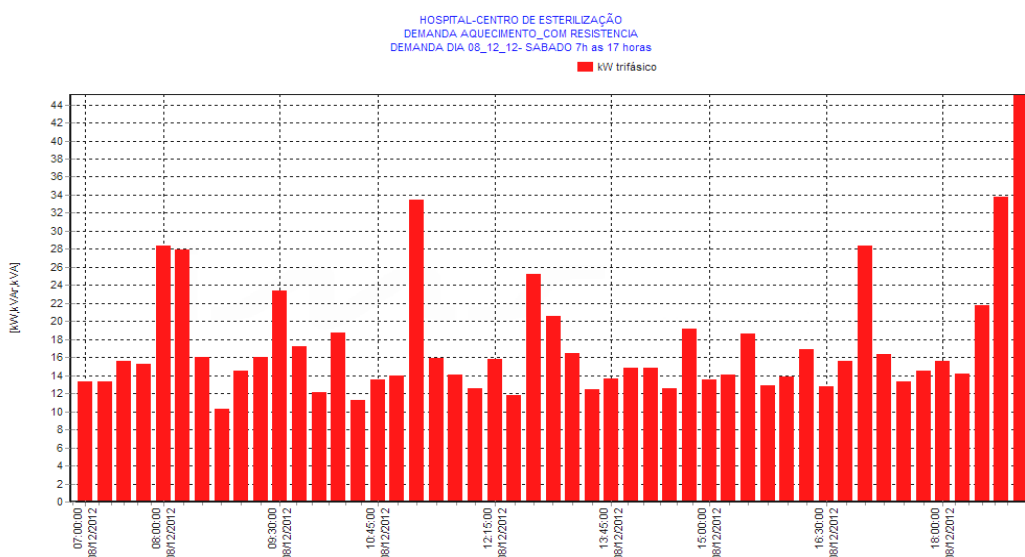


FIGURA 67 Curva de carga das 7h às 17h nos finais de semana e feriados.

Nos dias de finais de semana e feriados, o vapor é disponibilizado do horário das 7h às 17h. Como o sistema não é automatizado, o consumo de energia elétrica nestes dias é 211,04 kWh/dia e uma demanda de 14,3 kW.

É apresentada na tabela 37, mais esta oportunidade de eficiência energética nos dias não úteis.

No ano 2012, ocorreram 96 dias (sábado e domingo) de finais de semana e 10 feriados.

O valor de 22,10 kWh/dia é o consumo normal da autoclave sem ação das resistências de imersão blindadas de 72KW.

TABELA 37 Cenário 3 desperdício de energia elétrica dias não úteis autoclave.

Dias não úteis 2012 (sábado, domingo e feriados)	Desperdício energia elétrica kWh/dia	Consumo de energia elétrica horário autoclave com vapor kWh/dia	Total desperdício de energia elétrica kWh/ano
106	211,04	22,10	20.027,74

O desperdício de energia elétrica, considerando este cenário 3 em que nos sábados, domingos e feriados a autoclave não utiliza o vapor, é em média 1.668,97 kWh/mês. Para concluir este cenário é apresentado na tabela 38 o total deste desperdício dia úteis e não úteis.

TABELA 38 Cenário 3 automatizar autoclave de eficiência dias úteis e não úteis.

Desperdício de energia elétrica nas autoclaves dias úteis kWh/mês	Desperdício de energia elétrica nas autoclaves nos dias não úteis kWh/mês	Cenário 3 total desperdício energia elétrica kWh/mês
1.456,57	1.668,97	3.125,54

Neste cenário se obteve 3.125,54 kWh/mês como oportunidade de redução de consumo com uma demanda de 25,52 kW, deduzindo na fatura de 2012, o desperdício nos meses tarifados de 2012 resultou numa redução de gasto com o consumo de energia elétrica de R\$ 25.218,81/ano e o consumo de energia elétrica 37.506,20 kWh/ano.

Neste cenário 3 na proposta instalação automação para acionar a autoclave em horários em que já existe vapor disponível no Hospital, o gasto do óleo combustível não será aumentado com a instalação deste sistema automático, pois a caldeira já está produzindo vapor e se não utilizar este vapor retorna sob a forma de condensado, ocorrendo uma perda de energia calorífica. Assim a proposta é viável economicamente, pois se esta evitando perdas energéticas com implementação de um sistema automatizado de controle entrada vapor na máquina de esterilização.

7.5 Considerações sobre os Cenários de eficiência energética

Com relação aos Cenários de eficiência energética apresentados, neste capítulo é apresentado uma síntese das propostas. No primeiro em que se propõe a retirada no horário de ponta o funcionamento das autoclaves o resultado é apresentado na figura 68. É viável esta proposta, pois se estará gerenciando o consumo no horário de ponta do Hospital.

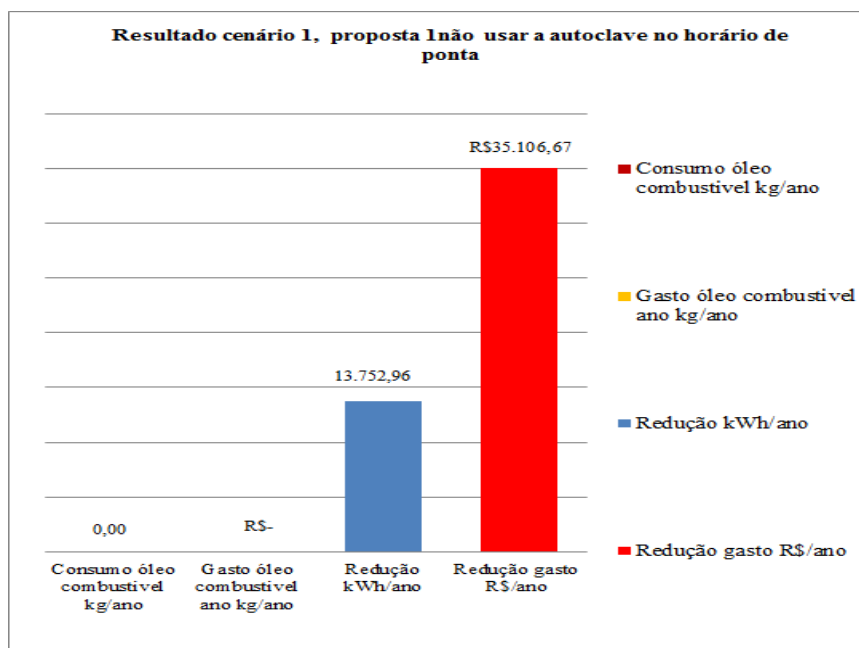


FIGURA 68 Resultado da proposta 1: retirar de uso a autoclave no horário de ponta.

Na segunda proposta do Cenário 1 se propõe ficar com a caldeira funcionando até às 22 horas diárias, sendo que atualmente as 19 horas durante a semana e aos finais de semana e feriados ela é desligada às 17 horas. Na figura 69 é apresentado os resultados.

Se verifica neste cenário 1 (figura 69) a segunda proposta, que pelos custos não compensam, mas ter água quente disponível nas enfermarias, em todos os serviços 24 horas dia, e os chuveiros que poderão ser usados com água quente, eles são em torno de 100 chuveiros térmicos que após as 19 horas deixam receber água quente, assim compensaria em termos benéficos para o paciente, acompanhantes e público interno.

Se fizer uma manutenção nos purgadores, retirar vazamentos, isolar tubulações, certamente este cenário será até em termos de custos válidos.

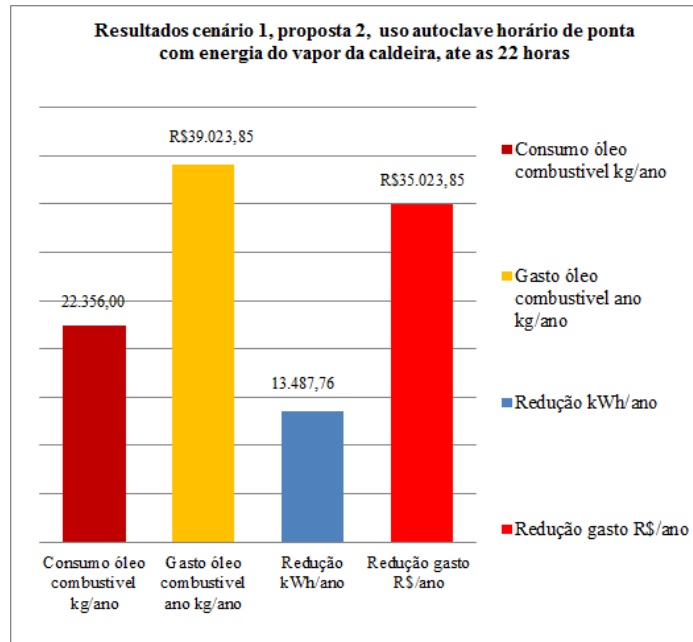


FIGURA 69 Resultado cenário 1 proposta 2 caldeira funcionando até as 22 horas.

No segundo cenário em que consiste em substituição da energia elétrica que é utilizada em equipamentos que podem ser substituídos pela energia proveniente do vapor, sem investimentos é apresentado na figura 70.

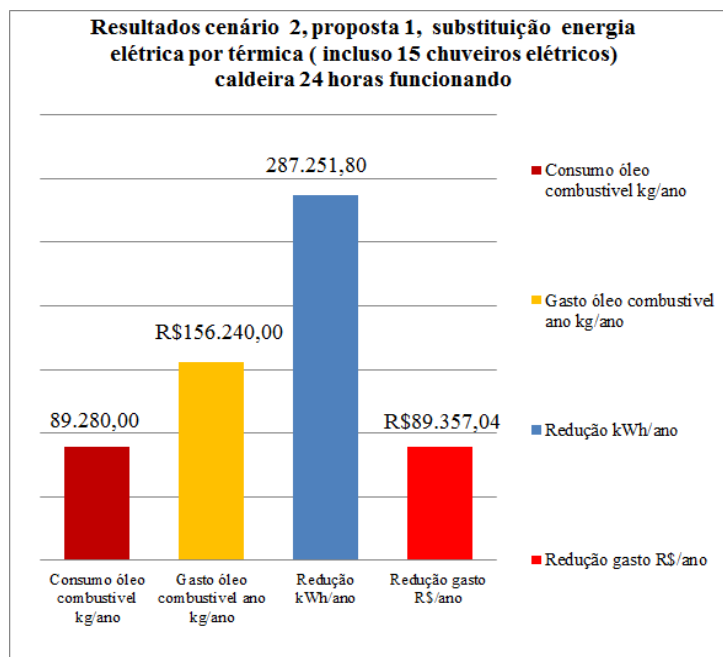


FIGURA 70 Resultado cenário 2 proposta 1 caldeira 24 horas com 15 chuveiros.

Este cenário (figura 70), como proposta de eficiência energética em relação aos custos se tornou inválido, pois existem 15 chuveiros elétricos atualmente com rede de água quente disponível.

A segunda proposta neste cenário é que a água quente gerado pela caldeira através do boiler seja disponibilizada para os outros 30 chuveiros elétricos existentes no Hospital, assim o resultado esta apresentado conforme a figura 71. Se faz necessário nesta segunda proposta do cenário 2 a instalação de redes de água quente, disponibilizando este serviço aos demais 30 chuveiros elétricos existentes.

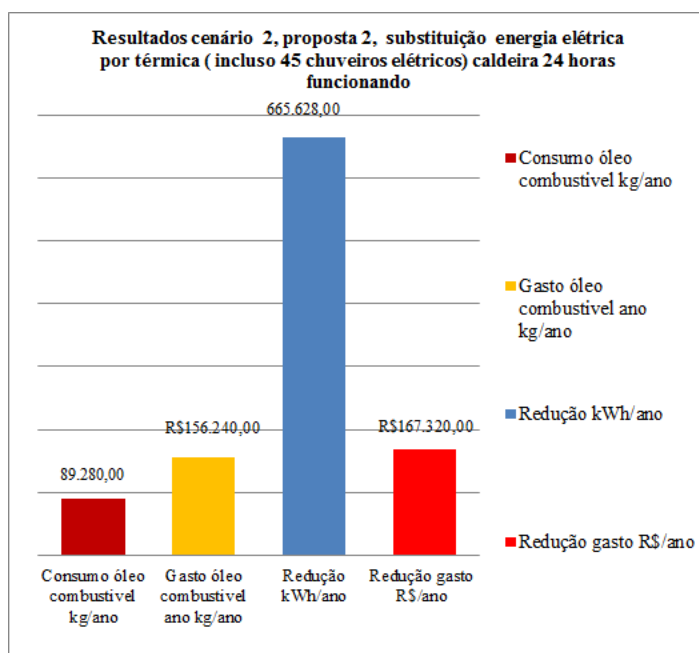


FIGURA 71 Resultado cenário 2, segunda proposta 45 chuveiros elétricos.

No ultimo cenário que é o 3, a proposta consiste retirar os desperdiço no uso do vapor, ou seja, otimizar o seu uso, pois no horário da manha há perdas de energia, das 7h até as 9 horas e na parte da tarde novamente das 17h as 19 horas e finais semanas e feriados também. Nesta auditoria se verificou estas perdas de energia, que é utilizar a energia elétrica, sendo que no ponto de entrega próximo ao equipamento existe vapor para alimentar as máquinas. Para resolver este desperdício, apresenta-se a proposta de instalar um comando automatizado para que no momento chegar o vapor na autoclave, seja feita a troca automática elétrica para térmica. Na figura 72 é apresentado os resultados desta proposta.

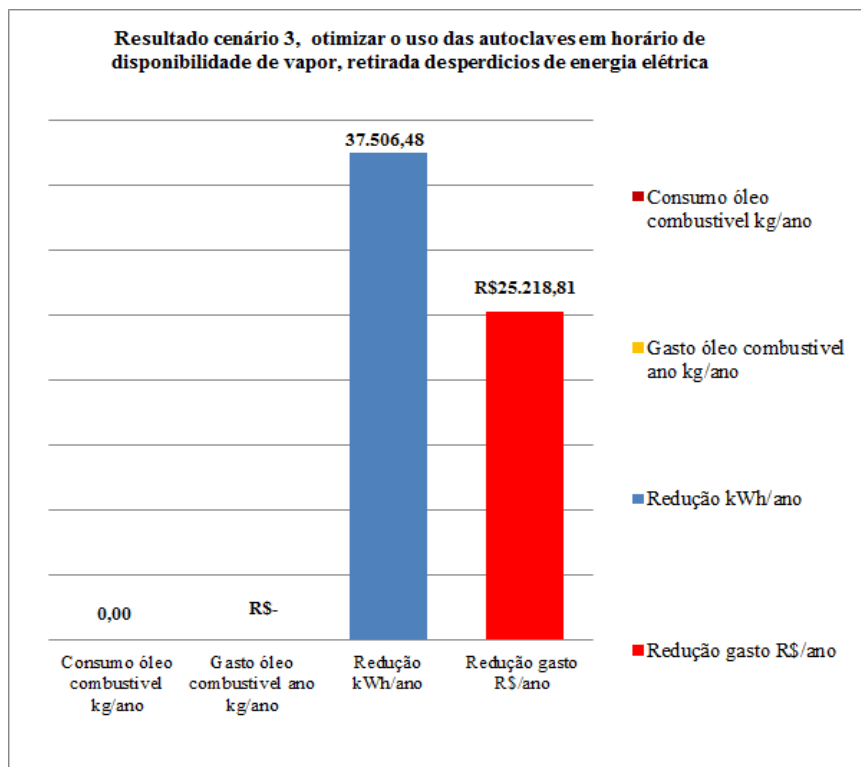


FIGURA 72 Resultado cenário 3, automatizar entrada vapor na autoclave.

Concluindo esta seção o primeiro e terceiro cenário são válidos em termos de custos, de energia e de gastos, o segundo passa a ser viável se aumentado à rede de água quente no Hospital e distribuído água quente para os demais 30 chuveiros elétricos. Se aplicar os cenários 1 a primeira proposta e juntando com o cenário 3 se reduz de energia elétrica o valor ao ano de 51.259,44 kWh, com um gasto pode ser reduzido ao ano de R\$ 60.325,48.

8 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo de caso para um potencial programa de efficientização energética a ser implantado em um hospital de médio porte, com um consumo energético diversificado, pelo uso da energia elétrica e da energia térmica do vapor que é gerado pela caldeira hospitalar. Nesta avaliação energética, identificaram-se as perdas energéticas existentes com equipamentos de aquecimento, visando avaliar a possibilidade de substituição de energia elétrica por vapor para promover o aquecimento nestes dispositivos.

Avaliou-se o histórico de tarifas de 2009 a 2012, para analisar o consumo neste período, além de avaliar também o consumo de óleo combustível tipo B.

Para identificar estas perdas, foi feita uma auditoria energética, coletando dados a respeito dos equipamentos e retirando curvas de cargas dos equipamentos que possuem intenso uso de energia. A busca dos dados se deu usando o equipamento de medição IMS POWER 600, configurado para resultar nas medidas de energia conforme norma determinada para dimensionar o consumo de energia elétrica e a demanda de potência.

Na análise da caldeira, por não haver um equipamento para analisar a vazão mássica de vapor, trabalhou-se com as informações registradas no livro vapor como é chamado, para se calcular a quantidade de vapor produzida pela caldeira. Também se utilizou o software do PROCEL para verificar a eficiência da caldeira. Verificou-se, também, que ela se encontra ociosa, tendo uma capacidade de produção de 3.300 kg/h, e, conforme medida oferecida pelo material PROCEL, e confrontando com os equipamentos que utilizam vapor, chegou-se ao consumo de vapor/hora de 1.185 kg/h.

Do diagnóstico verificado, aplicou-se a eficiência energética nos equipamentos de aquecimento do CME, Nutrição e Dietética e chuveiros.

Apresentaram-se três cenários de eficiência energética.

No primeiro, propôs-se a retirada das cargas de aquecimento do horário de ponta, tendo em vista o setor CME possuir horário de trabalho de 24 horas e nas curvas analisadas existirem horários em que a demanda é diminuída. Neste cenário proposto, a retirada destes grandes consumidores de energia localizada, que são as autoclaves do horário de ponta, apresentou um consumo a menor de 1.146,00 kWh ao mês e a demanda de 22,80 KW, e ao ano 13.752,96 kWh. A redução de gasto com esta ação de eficiência é de R\$ 35.106,67/ano.

No segundo cenário, propôs-se usar o vapor durante 24 horas, com a caldeira funcionando neste período enviando vapor para o CME e boiler de água quente, resultando gasto com óleo combustível a mais além dos 28.443 kg/mês de óleo, de 7.440 kg/mês. Deixa-se de gastar com energia elétrica 24.937,65 kWh ao mês e ao ano 287.251,80 kWh. Este cenário não se mostrou válido, pois havia consumo de duas autoclaves, duas termodesinfectoras e 15 chuveiros elétricos para reduzir, assim o gasto com consumo de óleo foi maior, por isto, foi apresentada uma segunda proposta, na qual se insere os demais 30 chuveiros elétricos no consumo de água quente da caldeira. Nesta segunda proposta se apresentou válido, pois a redução de energia elétrica foi de 665.628 kWh/ano. Os 30 chuveiros elétricos, não estão conectados na linha de vapor, será necessário instalação tubulação água quente.

No terceiro cenário, a instalação de um sistema automatizado para ligar autoclaves no horário de disponibilidade de energia do vapor, o consumo que pode ser retirado é de 37.506,20 kWh ao ano e uma demanda de 25,2 KW, e uma redução gastos de R\$ 25.218,81 ao ano. Devido o vapor neste horário estar no ponto de uso dos equipamentos, assim sendo os purgadores que tem a função de descarregar condensado que se acumula nas tubulações, sem a utilização do vapor os purgadores desperdiçam a energia contida no vapor e remetendo ao tanque de condensado novamente, sendo um caminho de perdas energéticas. Implantando este sistema, ela vai evitar a grande perda de condensado pela tubulação, e o vapor estará produzindo trabalho.

Ainda existe outro cenário de eficiência energética, que é a redução de gasto de energia numa média de 10% nos equipamentos de aquecimento do serviço de nutrição e dietética, ao passarem a usar a água quente ao invés de água fria na alimentação dos equipamentos de aquecimento a resistências. Este setor possui 54 KW em equipamento com aquecimento a resistência de imersão blindada. A economia está em os equipamentos passarem a receber a água numa temperatura de 60°C e, para chegar à temperatura de vapor, nas quais os equipamentos trabalham, vai precisar de 40°C. Esta análise pode ser mais aprofundada em trabalhos

posteriores. Não foi mais aprofundado, pois o setor onde eles estão está em reformas, não sendo possível fazer mais medidas no local.

No hospital, alterar a energia da maioria dos equipamentos de aquecimento é viável. Para os usos finais de aquecimentos de processos direto e indireto existe outra possibilidade de gerar o calor, como é o caso da energia gerada pela caldeira, através da queima do combustível.

Retirando os vazamentos de vapor, e isolando tubulações, regulando adequadamente a queima do óleo combustível na caldeira, mensurando a saída de gases da chaminé da caldeira, mensurando os fluxos de vapor para acompanhar a produção de vapor, é uma oportunidade de eficiência de eficiência energética. Para gerenciar este potencial de redução de energia térmica, é necessária a instalação de um medidor de vazão de vapor, atualmente o custo está em média no mercado de R\$ 8.000,00 e também adquirir um analisador de poluentes atmosféricos este tendo preço de R\$ 60.000,00. São investimentos que podem dar retorno em menos de um ano.

O gerenciamento de energia é algo muito dinâmico e sofre muitas transformações no ambiente hospitalar. Como isso acontece o tempo todo, é necessário implantar um serviço de gerenciamento dessa energia, até pelos valores destes gastos, que são de R\$ 1.420.648,00 e de óleo combustível R\$ 681.679,25, referentes ao ano de 2012. Total gasto de insumos energéticos no ano de 2012: R\$ 2.102.327,25.

As principais contribuições deste trabalho consistem em poder ter aplicado os conhecimentos de engenharia na área de eficiência energética num hospital. A eficiência energética aplicada a um Hospital compreende uma grande oportunidade de se gerenciar os recursos energéticos. E com este estudo pode-se compreender claramente que atacando as perdas de energia num Hospital se está além de estar reduzindo custos, contribuindo pelo meio ambiente.

Como propostas de trabalhos futuros, propõe-se um projeto de extensão desta universidade com o HUSM, no sentido de dar seguimento a este trabalho na área de eficiência energética. Um projeto com investimento que pode ser a implantação é o de coletores solares, além de reduzir o consumo óleo pela Caldeira se estará contribuindo com a redução de emissão poluente atmosférico. Estudar a operação da caldeira com outros tipos de óleos como, por exemplo, o de xisto, com objetivo analisar a influência dos combustíveis existentes, no meio ambiente e com relação aos custos.

REFERÊNCIAS

1. **ABESCO.** Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/>. Acesso em: Janeiro 2013
2. AZEVEDO, F. A. **Avaliação de estratégias para uso racional de energia em hospital.** Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Mecânica, Escola Politécnica, Universidade São Paulo, 76 páginas. Acesso: http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2011/Trabalhos%20 finais/TCC_019_2011.pdf. Acesso 19 de jan. 2013.
3. ALVIM, CARLOS FEU et. al. **Energia final e equivalente: Procedimento simplificado de conversão.** Disponível: < <http://ecen.com/eee18/enerequi.htm>>. Acesso em: 28 de jan. 2013.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT– **Sistemas de gestão da energia – Requisitos com orientações para uso - ABNT NBR ISO 50001,** São Paulo, 2011.
5. BOHN, ADOLAR RICARDO. **Instalação predial de água quente. Material de aula.** Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível: < <http://www.labee.ufsc.br/~luis/ecv5644/> >. Acesso em: 28 de jan. 2013.
6. BORTOLON, Eugenio. **Desperdício pode abastecer o Rio.** Jornal Correio do Povo, Rio Grande do Sul, 10 jan. 2013. Economia, p. 9.
7. **CALDEIRAS.** Universidade Tecnológica do Paraná. Disponível: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT101-Aula05.pdf>. > Acesso em: 29 de jan. 2013.
8. CARLOS FEU et. al. **Energia final e equivalente: Procedimento simplificado de conversão.** Disponível: < <http://ecen.com/eee18/enerequi.htm>>. Acesso em: 28 de jan. 2013.
9. COPEL. **Manual de Eficiência Energética na Indústria.** Novembro 2005, Curitiba-PR. Cap.2, pag. 2-7.
10. CURSO ESSEL. **Gerador de Vapor.** 2013. Disponível: <<http://www.essel.com.br/cursos/material/03/Ap17.pdf> >. Acesso em: 27 de jan. 2013.
11. DINCER, I. **Environmental impacts of energy.** Energy policy, vol. 27, pp. 885-854, 1999.
12. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO DO VAPOR. **Manual pratico.** Rio de Janeiro: Eletrobrás. 2005. 95p.

13. ELETROPAULO. **Manual de Administração de Energia**. São Paulo. Disponível em: <http://www.eletropaulo.com.br/download/Caldeiras_A.pdf> Acesso em 01 fev. 2013.
14. ELEKTRO. **Manual Elektro de eficiência energética**. São Paulo.2004.Disponível em:http://www.elektro.com.br/Documents/GERACAO_DE_VAPOR_E_CALOR.PDF Acesso em 01 fev. 2013.
15. FDTE - Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia. **Balanco de Energia Útil: Modelo de Avaliação do Potencial de Economia de Energia**. São Paulo: FDTE, 1996. 170p.
16. GELLER, H. S. **O Uso Eficiente da Eletricidade: Uma Estratégia de Desenvolvimento para o Brasil**. Rio de Janeiro: INEE, 1994.
17. GODOI, Jose M. A. **Eficiência Energética Industrial – Um modelo de governança de energia para Indústrias sob-requisitos de sustentabilidade**. 2011. 127p. Programa de Interunidades de Pós Graduação – USP Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
18. GUIMARÃES, Luiz. **Consumo de eletricidade bate Recorde no País**. Jornal do Comércio, Rio Grande do Sul, 10 jan. 2013. Economia, p. 6.
19. HOPPE, LOTHAR. **Centro nacional de tecnologias Limpas**. SENAI. Disponível: <<http://www.respostatecnica.org.br/acesoDT/5716>>. Acesso em: 28 de jan. 2013.
20. IEA – **International Energy Agency. Energy Efficiency Initiative Energy Policy analisys**. Vol. 1. Paris. International Energy Agency, 1998a.
21. JANUZZI, Gilberto de M., SWISHER, Joel N. P. **Planejamento integrado de recursos energéticos**. Campinas – SP, Editora Autores Associados, 19970.
22. JANNUZZI, G. de. **Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil**. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.
23. LOUREIRO, MARIO. **Manual Caldeira**. 2013. Disponível: <http://www.marioloureiro.net/ensino/manuaisOutros/climatizacao/caldeiras.pdf>. Acesso em: 29 de jan. 2013.
24. MARQUES, M. C. S. et al. **Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações**. Itajubá, MG: FUPAI, 2006. 596p.
25. **Manual de prédios eficientes em energia elétrica** / Cláudia Barroso Krause... [et al.]; José Luiz Pitanga Maia, coordenador. – Rio de Janeiro: M/ELETROBRÁS/PROCEL, 2002.230 p.
26. MARQUES, M. C. S; HADDAD, J; GUARDIA, E C. **Eficiência Energética: Teoria e Prática**. Autores Coordenadores. Itajubá-MG, 1ª Edição, FUPAI, 2007.

27. MARTINS, A.R.S. Caldeiras e fornos. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A.R.S. (Coord.). **Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos**. Itajubá, MG: FUPA, 2001. cap. 9, p.307-337. São Paulo: Companhia de Melhoramentos, 1995. p.131-230 e p.361-387.
28. MACIEL, BRUNO ROLIM VIEIRA. **Estudo da caldeira do Ru e dos permissionários da UNB**. Dissertação (Monografia conclusão curso de Engenharia de Elétrica). Universidade de Brasília. 2006.
29. MENKES, Monica. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. Tese UnBCDS, Doutor, Desenvolvimento Sustentável, 2004.
30. **Medidor ultrassônico de vazão mássica, GE. 2013**. Disponível: < http://www.gemcs.com/download/co2-flow/920-006D_E_LR.pdf>. Acesso em: 28 de jan. 2013.
31. MOREIRA, LENICE CARRILHO DE OLIVEIRA. **Comparação entre os poluentes atmosféricos e ruídos emitidos por uma caldeira flamotubular movida a gás natural e a óleo combustível BPF 2A**. Campo Grande, MS, 2007.
32. **Plano Nacional de Energia 2030** / Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. _ Brasília: MME: EPE, 2007.
33. PROCEL. **MANUAL TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**. 2001. Disponível: < http://www.sef.sc.gov.br/sites/default/files/manual_de_tarifacao.pdf>. Acesso em: 28 de jan. 2013.
34. KAEHLER, José Wagner Maciel. **Material da disciplina de Eficiência Energética**. Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pampa. Alegrete. 2012.
35. RENATTINI, ELZA; MORAIS, IVY MARTINS . **Qualidade ambiental em edifícios hospitalares**. Faculdade Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2012.
36. ROCCO, C. D. **Um modelo de otimização para as operações de produção de vapor em caldeiras industriais: um estudo de caso na indústria de alimentos**. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. S.
37. SILVEIRA, Hugo Alexandre. **Avaliação do potencial de conservação de energia no setor hospitalar da região sul do Brasil**. Porto Alegre. 2008. Dissertação de Mestrado. Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia Elétrica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
38. STRAPASSON, ALEXANDRE B. **Energia térmica e o paradoxo da eficiência energética- Desafios para um novo planejamento energético**. 2004. 133p. Dissertação de Mestrado. Programa Inter unidades de Pós-graduação em Energia – USP Universidade de São Paulo. São Paulo 2004.

39. SANZ-CALCEDO, J. G. et al. **Influence of the number of users on the energy efficiency of health centers.** Energy and Buildings, Badajoz, Espanha, vol. 43, p. 1544 – 1548, 2011. International Energy Agency. Energy Efficiency Initiative Energy Policy analysis. Vol. 1. Paris. International Energy Agency, 1998a.
40. SZKLO, A. S.; SOARES, J. B.; TOLMASQUIM, M. T. 2004. **Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector.** Energy Conversion and Management, Rio de Janeiro, Brasil, vol. 45, p. 2075 – 2091.
41. SPIRAX SARCO. **Curso de projetos de sistemas de vapor.** 2010 <<http://www.spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials/steam-engineering-principles-and-heat-transfer/methods-of-estimating-steam-consumption.asp>>. Acesso em: 20 fev. 2013
42. SOARES, JEFERSON B. **Formação do Mercado de Gás Natural no Brasil: Impacto de Incentivos Econômicos na Substituição Interenergéticos e na Cogeração em Regime Topping.** - Tese de Doutorado - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004. 390 p.
43. **TABELAS TERMODINÂMICAS.** Universidade Tecnológica do Paraná. 2013. Disponível: <http://pessoal.utfpr.edu.br/rabelo/arquivos/tabelas%20termodinamicas.pdf>. Acesso em: 29 de jan. 2013.
44. **TABELA PERDAS.** ALLBORG INDUSTRIES. 2012. Disponível: <http://www.aalborg-industries.com.br/downloads/tabelas-tecnicas-aalborg-industries.pdf>. Acesso em: 28 de jan. 2013.
45. TORREIRA, R.P. **Geradores de vapor.** São Paulo: Companhia de Melhoramentos, 1995. p.131-230 e p.361-387.
46. VAN WYLEN, G. J. SONNATAG, R.E.; **BORGNAKKE, C. Fundamentos da Termodinâmica.** 5. Ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 1998. 537p.
47. WALTER, A. **Conservação & uso racional de energia- conceitos e visões. Apostila da disciplina Demanda e Conservação de Energéticos,** Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, 2000.
48. WALTER, A. **Impacto dos programas de conservação na demanda energética industrial do estado de São Paulo.** Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, 2000.