



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP  
Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica  
Campus João Monlevade



---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

## **Projeto de Eficiência Energética Aplicado ao Hospital Margarida**

Guilherme Lira Devens

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
JOÃO MONLEVADE  
Julho de 2016

---

Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas – ICEA. Rua 37, nº 115 - Bairro Loanda - Caixa Postal 24 –  
CEP: 35.930-970 - João Monlevade /MG – Brasil - Telefax: (0xx31) 3852-8709

Homepage: [www.ufop.br](http://www.ufop.br) - email: [secretaria@deelt.ufop.br](mailto:secretaria@deelt.ufop.br)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP  
Colegiado do Curso de Engenharia Elétrica  
Campus João Monlevade



---

**GUILHERME LIRA DEVENS**

## **Projeto de Eficiência Energética Aplicado ao Hospital Margarida**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Elétrica do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Professor orientador: Wilington Guerra Zvietcovich

JOÃO MONLEVADE,  
Julho 2016

D489p Devens, Guilherme Lira.  
Projeto de eficiência energética aplicado ao Hospital Margarida  
[manuscrito] / Guilherme Lira Devens. - 2016.

103f.: il.: color, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Wilingthon Guerra Zvietcovich.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Energia Elétrica. 2. Controle de energia elétrica. 3. Tarifas de energia.  
4. Consumo de energia. 5. Economia de energia. I. Zvietcovich, Wilingthon  
Guerra . II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 621.316



### ATA DE DEFESA

Aos 21 dias do mês de julho de 2016, às 11 horas, no bloco B deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso pelo formando **Guilherme Lira Devens**, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores: **Willingthon Guerra Zvietcovich**, **Sarah Negreiros de Carvalho** e **Francisco Ricardo Abrantes Couy Baracho**. O candidato apresentou o trabalho intitulado: “**Projeto de Eficiência Energética Aplicado ao Hospital Margarida**”. A comissão examinadora deliberou, por unanimidade, pela APROVAÇÃO do candidato, com a nota média 9,0, de acordo com a tabela 1. Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo formando.

Tabela 1 – Notas de avaliação da banca examinadora

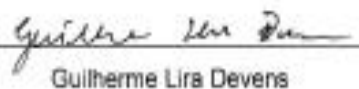
Banca Examinadora	Nota
<i>Willingthon Guerra Zvietcovich</i>	9,0
<i>Sarah Negreiros de Carvalho</i>	9,0
<i>Francisco Ricardo Abrantes Couy Baracho</i>	9,0
<b>Média</b>	<b>9,0</b>

  
Willingthon Guerra Zvietcovich

João Montevade, 21 de julho de 2016.

  
Sarah Negreiros de Carvalho

  
Francisco Ricardo. A. C. Baracho

  
Guilherme Lira Devens



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas  
Colegiado do Curso de Engenharia de Elétrica



---

### TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do trabalho de conclusão de curso intitulado **"Projeto de Eficiência Energética Aplicado ao Hospital Margarida"** é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem a devida citação ou consentimento dos referidos autores.

João Monlevade, 21 de julho de 2016.



Guilherme Lira Devens

## **Agradecimentos**

Primeiramente a Deus por ter me dado força para nunca desistir perante os desafios que enfrentei em minha vida. A toda minha família que sempre me apoiou e me deu suporte para atingir meus objetivos com sucesso.

A todos os professores do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas UFOP, os quais contribuíram imensamente para a minha formação, através dos ensinamentos passados nestes anos de graduação. A todos os grandes amigos e colegas de curso e de república que tive a oportunidade de conhecer na cidade de João Monlevade. A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, em especial a Rafaela, Estevão, Rebert, Hugo e Ítalo.

Agradeço de forma especial também ao professor Wilington Guerra Zvietcovich por ter aceitado ser meu orientador neste Trabalho de Conclusão de Curso.

*“No meio da confusão, encontre a simplicidade. A partir da discórdia, encontre a harmonia. No meio da dificuldade reside a oportunidade.”*

*(Albert Einstein)*

## RESUMO

No decorrer dos anos, a demanda por energia elétrica vem aumentando, assim como os preços das tarifas energéticas, ficando mais críticas nos períodos de falta de chuvas. Estas características criam a necessidade de utilização de outras fontes de energia não convencionais de baixo custo, fabricar equipamentos cada vez mais eficientes e criar políticas para reduzir o consumo de energia elétrica. Esta última abordagem é realizada pela ANEEL, que passou a estimular práticas de eficiência energética que apresentam uma grande possibilidade de economia de energia, diminuindo assim o consumo. Com essa visão, esse trabalho propõe um PEE para o Hospital Margarida, localizado no município de João Monlevade em Minas Gerais. Para isso, foram realizadas visitas ao local com o intuito de se estudar a forma como a energia é utilizada de modo a se determinar meios viáveis para realiza a economia energética. Como parte desse projeto, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica com o objetivo de se entender como funciona os PEE's. Em seguida um estudo tarifário baseado no histórico de tarifas, foi realizado na sequencia um levantamento de carga para se determinar importantes setores de Hospital para economia de energia onde alguns dos locais propícios para tal são os seguintes: lavanderia, apartamentos e leitos, condicionamento de ar e iluminação. Sendo assim, nesse trabalho estão presentes análises de eficiência energética e propostas de economia que podem ajudar a diminuir os gastos do Hospital nas faturas de energia elétrica. A redução de gastos do Hospital pode se traduzir em benefícios para a comunidade, por exemplo, através da aplicação dos montantes em melhorias (tal como aquisição de novos equipamentos).

Palavras-chave: Eficiência Energética, Estudo Tarifário, Hospital, Iluminação, Condicionamento de Ar.



## ***ABSTRACT***

Over the years the demand for electricity has increased, as well as the energy prices, critically in periods of low rainfall. These features create the need for use the other unconventional energy sources of low cost, making more efficient equipment and creating policies to reduce consumption of electricity. The latter is carried out by ANEEL, which started to encourage energy efficiency practices that have a high possibility of energy saving, reducing consumption. With this vision this work proposes a PEE (Energy Efficiency Project) for Margaret Hospital, located in the city of João Monlevade in Minas Gerais. Site visits for this were carried out in order to study how energy is used on site and determine feasible means to obtain to energy saving. As part of this project, it is conducted a literature review in order to understand how a PEE can be implemented. A tariff study using historical rates, a load survey to determine important Hospital sectors applicable to economy of energy. Well as such sectores are: laundry, apartments, air conditioning and lighting. Thus, in this work energy efficiency analysis and proposals for savings that can help reduce Hospital expenditures on electricity bills are presented. Benefiting from there savings, the Hospital is expect to invest in improvements in important sectors bringing benefits to all community served by it.

Key words: Energy Efficiency, Tariff Study, Hospital, Lighting, Air Conditioning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Hospital Margarida.....	21
Figura 2-Illustração da divisão dos grupos consumidores de energia elétrica. ....	28
Figura 3- Curva representativa da demanda diária do consumidor analisado. ....	29
Figura 4-Curva de carga com sua demanda máxima e média.....	30
Figura 5-Curva demonstrativa da demanda contratada por um consumidor.....	31
Figura 6-Diferença entre horário de ponta e fora de ponta .....	32
Figura 7-Curva característica de demanda de energia de uma concessionária.....	32
Figura 8-Bandeiras tarifárias e suas diferenças. ....	34
Figura 9-Comparativo dos modelos de tarifação.....	39
Figura 10-Variação da demanda.....	41
Figura 11-Variação do consumo. ....	42
Figura 12- Variação do valor pago. ....	43
Figura 13-Potência X Setor .....	45
Figura 14- Análise do consumo de energia elétrica pelo sistema de iluminação .....	50
Figura 15-Equipamento MINIPA, modelo ET-5061C.....	53
Figura 16-Equipamento instalado no Hospital para realizar as medições.....	54
Figura 17-Curva de demanda de potência média antes da interrupção do dia 03/12/2015 .....	55
Figura 18- Curva de demanda de potência média após a interrupção do dia 03/12/2015. ....	56
Figura 19-Curva de demanda de potência média do dia 16/12/2015.....	57
Figura 20- Medição do fator de potência do dia 03 de dezembro de 2015 antes da interrupção. ....	62
Figura 21- Medição do fator de potência do dia 16 de dezembro de 2015 equivalente ao tempo de interrupção do dia 03.....	63
Figura 22- Medição do fator de potência do dia 03 de dezembro de 2015 após a interrupção. ....	63

Figura 23-Secadora de roupas presente no setor. ....	70
Figura 24-Foto de um dos corredores do Hospital. ....	76
Figura 25- Valores das tarifas de cada modalidade. ....	94
Figura 26- Dados passados pela direção do Hospital Margarida referentes as contas de energia elétrica. ....	95
Figura 27- Conta de energia elétrica do Hospital referente a dezembro de 2015. ...	102
Figura 28- Preços dos sistemas de geração solar de energia cedido pela empresa SOLAR BRASIL. ....	103

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Tensão dos subgrupos do grupo A. ....	36
Tabela 2-Resumo da tarifação azul.....	36
Tabela 3-Resumo da tarifa horossazonal verde.....	37
Tabela 4-Enquadramento tarifário possível.....	38
Tabela 5-Demanda contratada pelo Hospital Margarida em 04/01/2015 .....	38
Tabela 6-Diferença entre a tarifa azul e verde. ....	39
Tabela 7-Dados de demanda e consumo .....	40
Tabela 8-Potência instalada por setor do Hospital.....	44
Tabela 9-Equipamentos da antiga lavanderia e lavanderia.....	46
Tabela 10- Equipamentos do setor de apartamentos e leitos. ....	47
Tabela 11- Utilização diária do sistema de iluminação.....	48
Tabela 12-Participação do consumo do sistema de iluminação no consumo total mensal.....	49
Tabela 13- Equipamentos presentes no setor de costura e estoque de roupas.....	51
Tabela 14- Diferentes demandas contratadas e valores finais pagos. ....	59
Tabela 15- Fator de carga em relação ao mês de análise. ....	66
Tabela 16- Utilização dos equipamentos da lavanderia. ....	71
Tabela 17- Gastos com chuveiros elétricos.....	73
Tabela 18- Comparação entre diferentes tipos de lâmpadas.....	77
Tabela 19- Total economizado na troca de lâmpadas.....	78
Tabela 20- Custo do investimento em LED.....	78
Tabela 21- Economia gerada com a carga composta por computadores. ....	81
Tabela 22- Consumo antes da redução por meio da implementação das medidas de eficiência. ....	82
Tabela 23- Consumo com a redução por meio da implementação das medidas de eficiência. ....	83

Tabela 24- Diferença entre os preços da tarifa azul e verde. ....	84
Tabela 25- Custo do sistema de geração de energia solar. ....	86
Tabela 26- Dados levantados sobre equipamentos presentes no Hospital.....	96

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
FC	Fator de carga
H	Hora
HFP	Hora Fora de Ponta
HP	Hora de Ponta
kW	Quilo-Watt
kWh	Quilo-Watt-hora
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MWh	Mega-Watt-hora
PEE	Projeto de Eficiência Energética
THA	Tarifa Horossazonal Azul
THV	Tarifa Horossazonal Verde
W	Watts

## Sumário

1	Introdução.....	16
1.1	Eficiência Energética no Contexto Hospitalar.....	17
1.2	Justificativa e Motivação.....	18
1.3	Objetivo.....	18
1.4	Atividades e Metodologia.....	19
1.5	Hospital Margarida.....	21
1.6	Organização do Trabalho.....	21
2	Revisão Bibliográfica.....	23
3	Estudo Tarifário.....	27
3.1	Tarifação da Energia Elétrica.....	27
3.2	Definições e Conceitos Fundamentais.....	29
3.3	Bandeiras Tarifárias.....	33
3.4	Tipos de Tarifas.....	34
3.5	Tarifa Convencional.....	35
3.6	Tarifa Horossazonal (THS).....	35
3.7	Tarifa Horossazonal Azul.....	36
3.8	Tarifa Horossazonal Verde.....	37
3.9	Enquadramento Tarifário.....	37
3.10	Tarifação do Hospital Margarida.....	38
3.11	Análise das Faturas de Energia Elétrica do Hospital.....	40
4	Características das Instalações Elétricas do Hospital Margarida.....	44
4.1	Cargas Instaladas no Hospital.....	44
4.1.1	Cargas Instaladas na Antiga Lavanderia e Lavanderia.....	46
4.1.2	Cargas Instaladas na Hemodiálise.....	47
4.1.3	Cargas Instaladas nos Apartamentos e Leitos.....	47
4.1.4	Carga de Iluminação.....	48
4.1.5	Cargas de Condicionamento de Ar.....	50
4.1.6	Demais Cargas do Hospital.....	50
4.2	Curva de Demanda de Potência de um Dia Típico.....	52
4.2.1	Equipamento Utilizado para Medições.....	52
4.2.2	Medições para Construção da Curva de Demanda.....	54
5	Análise de Eficiência Energética para o Hospital Margarida.....	58
5.1	Otimização da Demanda de Potência.....	58

5.2	Fator de Potência do Hospital Margarida .....	60
5.3	Indicadores de Eficiência Energética.....	64
5.3.1	Fator de Carga da Instalação.....	64
6	Propostas de Eficiência Energética para o Hospital Margarida .....	67
6.1	Avaliação Geral do Uso de Energia Elétrica e Propostas de Conscientização.....	67
6.2	Setor da Antiga Lavanderia e Lavanderia .....	69
6.3	Setor de Apartamentos e Leitos .....	72
6.4	Cargas de Iluminação.....	74
6.5	Cargas de Condicionamento de Ar.....	79
6.6	Demais Setores do Hospital .....	80
6.7	Reavaliação da Demanda Contratada e Novo Estudo Tarifário .....	82
6.8	Energia Solar.....	85
7	Considerações Finais .....	87
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
	ANEXO A .....	94
	ANEXO B .....	95
	ANEXO C .....	96
	ANEXO D .....	102
	ANEXO E .....	103



# 1 Introdução

Eficiência energética é uma filosofia de trabalho que tem por objetivo tornar ótima a utilização do insumo energético. Segundo (TIOZO, 2012) esse modelo é alcançado à medida que se utiliza uma quantidade menor de energia para produzir o mesmo bem ou serviço, reduzindo assim os indicadores globais e específicos de energia utilizados para a obtenção do mesmo resultado ou produto.

Os Projetos de Eficiência Energética (PEE) são aqueles que, como exemplificados em (CAPELLI, 2013), apresentam ações de minimização do desperdício de energia e de modernização de instalações e processos, que assim resultam em economia e benefícios diretos para a sociedade.

A noção de eficiência energética não era dada como relevante no contexto econômico até o início dos anos 70, quando ocorreram os choques do petróleo 1973-74 e 1979-81. Os primeiros relatórios publicados abordando esse assunto indicavam como urgentes as medidas de eficiência energética e emprego de energia renovável como principais alternativas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Assim, os países industrializados adotaram várias medidas para melhorar o emprego da energia, com planos eficientes energeticamente, como consta em (NATURESA, 2011).

Nesse cenário, segundo (RIBEIRO, 2010), o Brasil optou por uma política de substituição de fontes de energia importadas com o objetivo de diminuir a vulnerabilidade externa. Algumas medidas, como o Programa Nacional de Álcool (PROÁLCOOL), faziam parte desse processo de troca de energéticos. Essas medidas tentaram reduzir o nível de dependência do petróleo, mas em contrapartida aumentaram o consumo de outros insumos energéticos. O principal foi o da energia elétrica. Apesar disso, apenas em meados dos anos 80 teve início no Brasil as iniciativas específicas na área de conservação de energia elétrica com vistas ao aumento da eficiência energética. Um programa que demonstra essa iniciativa é o PROCEL, que é o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Em 1992, foi fundado o INEE (Instituto Nacional de Eficiência Energética), que é uma

organização não governamental sem fins lucrativos que elabora estudos e coordena seminários, eventos e treinamento na área de economia de energia.

Em 2002, no GEF (*Global Environment Facility*), em Johannesburgo, África do Sul, determinou-se, como apresentado por (LEITE, 2010), que os governos deveriam adotar metas e prazos para incrementar tanto a eficiência energética quanto o uso de fontes renováveis fixando-se metas. Assim, a eficiência energética passava formalmente a fazer parte das metas do milênio para o desenvolvimento sustentável.

A melhoria da eficiência energética é, segundo (GUELLER, 2003), um importante recurso energético mundial. O pesquisador afirma:

Uma grande quantidade de avanços de eficiência energética em aparelhos, equipamentos de iluminação, veículos, instalações físicas, usinas e processos industriais foi desenvolvida e introduzida nas últimas décadas. A adoção dessas tecnologias vem se expandindo, contribuindo para uma redução substancial do uso e da intensidade da energia em muitos países (GUELLER, 2003).

## **1.1 Eficiência Energética no Contexto Hospitalar**

Em termos energéticos, os hospitais são tradicionalmente grandes consumidores. Estes elevados consumos decorrem da utilização contínua dos edifícios, dos elevados níveis de conforto térmico requeridos para os pacientes, aos exigentes padrões de qualidade do ar interior e as exigências técnicas específicas existentes neste tipo de instalação.

Essa característica leva à necessidade de se desenvolver um projeto de eficiência energética que reduza o consumo de energia elétrica e, por conseguinte, diminua os custos da conta de energia elétrica.

Este trabalho de eficiência energética objetiva a aplicação de uma metodologia para uso eficiente da energia elétrica no Hospital Margarida em João Monlevade-MG.

## 1.2 Justificativa e Motivação

De forma geral, os trabalhos que envolvem Eficiência Energética ganharam destaque nos últimos anos, principalmente devido a:

- Mudanças climáticas: necessidade de redução nas emissões de CO<sub>2</sub>;
- Aumento progressivo da demanda energética;
- Aumento dos preços das tarifas energéticas;
- Crise hídrica;
- Necessidade de redução de custos e aumento de eficiência.

No contexto hospitalar, o custo para garantir qualidade e conforto aos pacientes implica em aumento do consumo de energia elétrica e, ainda, a expansão das instalações elétricas eleva ainda mais o consumo energético. Assim, tal cenário exige a adoção de medidas e ações que levem à redução dos custos com as contas de energia elétrica e dos impactos no meio ambiente.

Logo, esse trabalho, além de trazer benefícios diretos para o Hospital, como redução de custos, também traz benefícios para a sociedade, pois contribui para a redução de emissão de gases nocivos ao meio ambiente, proporcionando ganhos ambientais significativos associados à diminuição do consumo de energia elétrica. Nesse contexto, a prática de eficiência energética está em sintonia tanto com a gestão ambiental como com a economia de gastos.

## 1.3 Objetivo

Buscar um modelo de gestão sustentável da eficiência energética aplicada ao Hospital Margarida, que integre as práticas de medição e verificação que contribuem para tornar o processo de eficiência energética mais tangível e que resultem numa redução das contas de energia elétrica pagas pelo Hospital além de mitigar os impactos ambientais consequentes.

Para atingir esse objetivo, foi necessário desenvolver as seguintes ações estratégicas:

- Avaliação gerencial;
- Descrição detalhada das características de cada área do Hospital (instalações e cargas elétricas);
- Diagnóstico energético;
- Análise de dados;
- Elaboração de medidas a curto, médio e longo prazos.

#### **1.4 Atividades e Metodologia**

A primeira atividade desenvolvida foi feita uma revisão bibliográfica. Desta forma, busca-se conhecer o que já foi feito na área de pesquisa de interesse do projeto.

Após essa atividade, foi realizado um estudo tarifário, com o objetivo de se compreender como são formuladas as tarifas disponíveis (convencional, horossazonal verde ou azul) e qual é a melhor escolha para o Hospital.

Em seguida, foi realizado um trabalho de campo, avaliando as especificidades do Hospital a fim de se entender a rotina, assim como os hábitos de consumo. Foi necessário um relacionamento direto com o pessoal responsável pela área de instalações elétricas do Hospital.

Os trabalhos de campo foram divididos em dois:

- Acompanhamento do faturamento de energia: consumo (kWh), demanda (kW), fatores de carga e de potência;
- Realização periódica de inspeções nas instalações e nos procedimentos das tarefas, visando identificar situações de desperdício de energia elétrica;

O diagnóstico energético foi realizado de forma mais intensa, com a finalidade de se determinar o potencial da redução do consumo de energia elétrica nos usos finais nas instalações do Hospital.

O diagnóstico energético seguiu os seguintes passos:

- Levantamento de dados, a partir das informações prestadas pelos usuários;
- Aquisição de informações sobre as características específicas dos equipamentos e levantamento de dados por inspeção;
- Obtenção de informações sobre as faturas de energia elétrica expedidas pela concessionária (consumo de energia em kWh, consumo de energia reativa em kVARh, demanda contratada em kW, demanda faturada em kW e valor da fatura em R\$). Dependendo da modalidade tarifária, deve-se verificar ainda informações segmentadas em horários do dia (ponta e fora de ponta);
- Medições dos circuitos elétricos nos quadros de distribuição, realizadas com equipamentos específicos, para se obter curvas de carga;
- Conscientização e motivação dos servidores; divulgação de informações relativas ao uso racional da energia elétrica e de resultados esperados, em função das metas que foram estabelecidas.

Finalizada a etapa dos trabalhos de campo, fez-se necessário organizá-los para direcionamento dos estudos, no sentido de que esta análise determine o potencial de redução de energia. Para isso, é necessário se conhecer o perfil da curva de carga da instalação. Deve ser realizada uma análise detalhada de cada circuito elétrico (iluminação; aquecimento de água; lavanderia; sistema de condicionamento ambiental; sistema de conforto térmico; equipamentos hospitalares; sistema de informação).

A metodologia define questões relacionadas à gestão de energia e através de avaliação gerencial e estrutural permite a elaboração de um plano de melhorias, decorrente de um diagnóstico e análise do comportamento de todas as cargas elétricas e seus usos. A metodologia ainda identifica as necessidades e as oportunidades de intervenção nos sistemas de iluminação, informação, aquecimento de água, força motriz, condicionamento ambiental, equipamentos hospitalares, além de prover gerenciamento da curva de carga e treinamento dos usuários.

Por fim, após avaliado o potencial de redução do consumo de energia elétrica, são propostas medidas a curto, médio e longo prazos, para otimização dos serviços prestados, maior duração dos equipamentos e minimização do impacto ambiental, o que traz tanto benefício econômico como o ambiental.

## 1.5 Hospital Margarida

O Hospital Margarida se localiza no município de João Monlevade, Minas Gerais, atendendo a população residente na Região do Médio Piracicaba. Atualmente, segundo a direção do Hospital, são realizadas em média 8.054 atendimentos por mês, possuindo 118 leitos, 20 apartamentos normais e mais 2 isolados. Além disso, ainda ocorrem em média 624 internações e 494 cirurgias por mês. O Hospital conta com 410 funcionários, dentre esses há técnicos em elétrica que ajudaram o desenvolvimento e implementação do projeto. As fontes de recursos de origem estatal e através de doações da iniciativa privada. A figura 1 mostra a fachada principal do Hospital.

Figura 1- Hospital Margarida



Fonte: (HENRIQUES, 2016).

## 1.6 Organização do Trabalho

Esse trabalho está dividido em sete capítulos. No primeiro capítulo, é feita a introdução do conceito de eficiência energética, bem como a apresentação de estudos desse conceito aplicados a hospitais e ainda os motivos e objetivos que levaram a realização desse trabalho.

O segundo capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos, características e aplicações de eficiência energética. Apresenta também metodologias e resultados que foram alcançados por outros trabalhos.

Em seguida, no terceiro capítulo, se realiza um estudo tarifário com objetivo de identificação do melhor enquadramento tarifário para o Hospital, a fim de se reduzir o custo com as contas de energia.

No quarto capítulo, mostrou-se as características das instalações elétricas do Hospital e o levantamento de informações (horário de funcionamento e medições), tendo por base as visitas técnicas realizadas ao Hospital. São apresentadas fotografias e registros de funcionamento da maior parte das instalações elétricas, com o objetivo de se estabelecer metas para redução dos gastos com energia elétrica.

A análise da eficiência energética nas instalações do Hospital é apresentada no quinto capítulo. As propostas e a conclusão do trabalho estão apresentadas no sexto e no sétimo capítulos desse trabalho.

## 2 Revisão Bibliográfica

Nas bibliografias pesquisadas, encontram-se muitos trabalhos e notas técnicas referentes à Eficiência Energética aplicada à indústria e edifícios públicos (por exemplo, hospitais). Em (DUARTE et al, 2008), é apresentado um Projeto de Eficiência Energética (PEE) aplicado a 16 hospitais de tamanhos diferentes no estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 1999 e 2007, visando uma redução do consumo de energia elétrica nos mesmos.

Considerando-se o aumento da utilização de energia e a ameaça do esgotamento das energias não renováveis, torna-se mais importante ainda a utilização de práticas eficientes no consumo de energia.

Segundo a mesma referência, os hospitais têm um custo médio com energia elétrica em torno de 23,7% dos gastos com operação e manutenção. Logo, verifica-se que um PEE pode ter grande impacto no orçamento hospitalar. Sendo assim, o artigo apresenta como primeiro passo para um PEE uma avaliação gerencial e plano de melhorias, seguido por um treinamento e pela conscientização dos usuários, um diagnóstico energético e, por fim, uma redução nos custos e nos impactos ao meio ambiente.

Os resultados obtidos por (DUARTE et al., 2008) contemplam uma redução do consumo de energia elétrica de 7.090,43 MWh de um total de 25.427,96 MWh, e além disso uma redução de emissões de CO<sub>2</sub> de 27%. Os resultados validam o método aplicado como eficiente, pois sem dúvida se consegue atingir o objeto ao qual se propôs.

Em um outro PEE documentado por (ROMANINI et al., 2006), no segundo andar do Hospital de Clínicas da UNICAMP, verificou-se, como nas referências anteriores, que a iluminação artificial tem sido um dos grandes responsáveis pelo consumo de energia. Naquele projeto, propôs-se a utilização de lâmpadas fluorescentes tubulares mais novas e eficientes, já que segundo o artigo os consumos dessas lâmpadas são em média 20% menores do que o consumo daquelas que estavam sendo retiradas. Luminárias com refletores em alumínio anodizado espelhado para uma melhor reflexão da luz e também reatores



eletrônicos de baixa perda e de alto fator de potência, contemplam a nova iluminação.

Diferentemente de outros PEE's, no trabalho de (ROMANINI et al, 2006) forma realizadas medições, não apenas do consumo de energia elétrica como também do nível de iluminação, da taxa de distorção harmônica e do fator de potência nos alimentadores do Hospital, antes e depois da implementação do projeto para que se pudesse ter uma avaliação de desempenho mais precisa.

Os resultados obtidos por (ROMANINI et al, 2006) foram considerados bons pelos seus autores, já que houve uma redução no consumo de energia elétrica de 934,48 MWh/ano. Mostrando que o resultado de um PEE está muito relacionado com o modelo de iluminação proposto. A iluminância, em média, melhorou em torno de 20 a 35%.

Em (JUNIOR, 2006), fica claro que a participação do Setor de Saúde na demanda de energia elétrica no sistema elétrico interligado vem aumentando, por vários motivos, desde o aumento do número de unidades, modernização do setor que exige mais equipamentos que precisam de energia elétrica para o funcionamento, dentre outros motivos.

Nessa pesquisa de (JUNIOR, 2006), é realizada uma análise de um PEE em hospitais públicos de pequeno porte, sendo esses com o número de leitos menor ou igual a 150. As técnicas de eficiência energética foram aplicadas nos sistemas de iluminação e climatização dos hospitais. Esses dois parâmetros sozinhos correspondem em média a 64% da demanda de energia elétrica do setor hospitalar. O consumo de energia elétrica pelos hospitais de pequeno porte é calculado em torno de 2.022,4 GWh/ano, e corresponde a uma demanda de 494,4 MW.

Além de representarem uma grande contribuição no consumo do setor hospitalar, esses dois quesitos apresentam a facilidade de que normalmente se pode usar a mão de obra própria do Hospital para realizar as atividades necessárias.

O estudo realizado no trabalho de (JUNIOR, 2006), vai além de uma mera troca de equipamentos menos eficientes por outro mais eficientes. O mesmo propõe um projeto mais eficiente de luminotécnica conciliado com um cálculo das cargas térmicas presentes nos hospitais, mostrando assim uma possibilidade de se reduzir

também a quantidade de equipamentos nos hospitais. Seguindo as propostas presentes nas normas brasileiras.

Após realizado o trabalho, os resultados obtidos indicam que os benefícios na economia de energia elétrica para os hospitais seriam da ordem R\$ 87 milhões/ano e a redução da demanda de energia elétrica seria da ordem de 60,96 MW.

Em (CAMPOS, 2013) tem-se uma avaliação quantitativa de um PEE através da utilização de métodos passivos em seis blocos cirúrgicos hospitalares na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Foram levantados dados referentes à área física dos locais, equipamentos presentes nos blocos, iluminação natural, sistema de iluminação artificial e aparelhos de climatização.

A partir da análise e comparação dos mesmos, a autora definiu uma unidade para servir de modelo para se realizar simulações computacionais em *software*, onde o mesmo realiza diagnóstico dos parâmetros energéticos e térmicos dos blocos. Os resultados obtidos em (CAMPOS, 2013) demonstram a importância que a arquitetura do prédio pode ter sobre o PEE, mesmo que o uso de ar condicionado seja obrigatório, como ocorre nos blocos cirúrgicos.

Outro ponto importante demonstrado por (CAMPOS, 2013) é a vantagem das simulações antes das implementações práticas das técnicas, pois assim podem-se comparar algumas opções de projeto e se escolher a mais viável seguindo os requisitos de um PEE.

Ainda sobre (CAMPOS, 2013), os resultados de reduções sobre a carga de arrefecimento, mostram uma faixa de valores que podem variar entre 1,9% e 7,9%, dependendo da sala a ser analisada, como também a estação climática em que ocorreu o estudo. Tais resultados justificam o estudo e demonstram a importância do uso de medidas apresentada pela autora.

Em (MINISTÉRIO DE ENERGIA, 2010), apresenta-se um trabalho de auditoria energética aplicada num hospital (Chile). O projeto detalha as etapas de auditoria energética, descrevendo e diagnosticando as características físicas das instalações. Faz uma análise do faturamento e o diagnóstico das cargas do sistema elétrico, do sistema térmico, do sistema de climatização dentre outros. Finalmente, propõe medidas de melhoramento nas diversas áreas.

Além dessas referências, em diversos *workshops* são apresentados temas referentes à eficiência energética, tais como em (MELLO J.C, 2006), onde os temas tratados são conceitos, motivos que levaram a desenvolver estudos de eficiência energética num contexto nacional e mundial.

### **3 Estudo Tarifário**

O estudo e entendimento de como é montada a tarifação de energia elétrica, segundo (SANTOS et al., 2006), representa um importante requisito para um PEE.

A análise em um período de no mínimo 12 meses da conta de energia elétrica representa uma síntese de como o consumidor utilizou a mesma, com dados de curva de demanda, potência total, dentre outros parâmetros. Fornecendo assim uma ferramenta importante para o conhecimento do padrão de utilização de energia e tornando mais fácil a escolha de um enquadramento tarifário.

Com o resultado da análise, ainda é possível negociar com a empresa distribuidora um contrato que melhor atenda o consumidor, como também evitar demandas desnecessárias em horários de ponta, evitando assim gastos dispensáveis.

Ainda, segundo (SANTOS et al., 2006), o preço a ser pago pela energia elétrica é diretamente relacionado com a composição do sistema de tarifação. Tal preço varia de acordo com a classe de cada consumidor, que é determinada pelas normas e regras da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

#### **3.1 Tarifação da Energia Elétrica**

O preço pago pela energia consumida não é o mesmo para todo o país, variando de acordo com a localidade de acordo com as características regionais (CAPELLI, 2013).

Segundo (CEMIG, 2016 A), tem-se que:

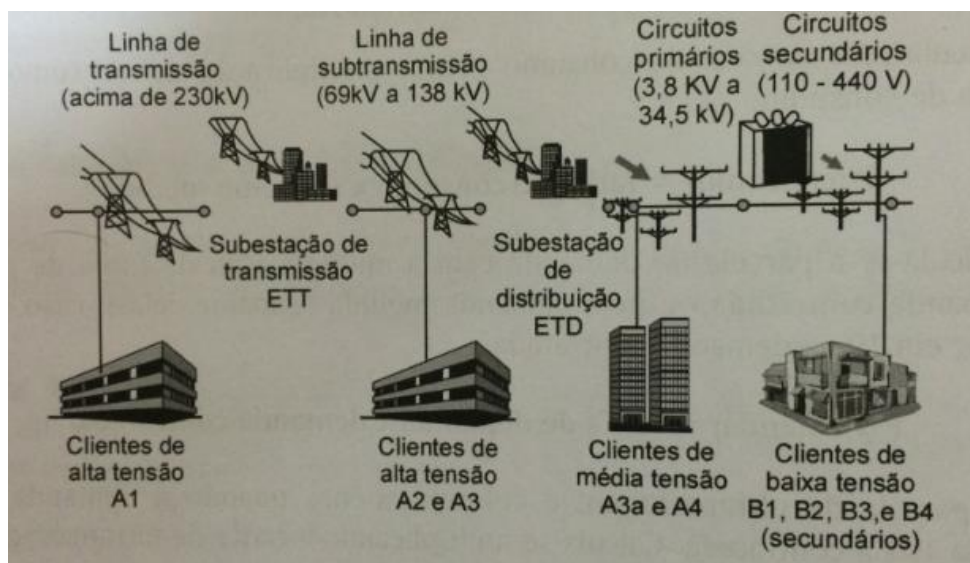
Entre as décadas de 70 e 90, havia uma única tarifa de energia elétrica em todo o Brasil. Os consumidores dos diversos estados pagavam o mesmo valor pela energia consumida. Esse valor garantia a remuneração das concessionárias, independentemente de sua eficiência, e as empresas não lucrativas eram mantidas por aquelas que davam lucro e pelo Governo Federal (CEMIG, 2016 A).

Esse modelo de cobrança não criava a necessidade de práticas eficientes que pudessem reduzir os custos de distribuição, já que todos os custos eram pagos pelos consumidores ou pelo governo. Porém, a remuneração mínima para as concessionárias de distribuição não era paga pelo governo, gerando uma situação de endividamento das mesmas com as geradoras. Assim, as distribuidoras não tinham dinheiro para investir em melhorias. Com o contexto tão adverso, surgiu a Lei nº 8.631/1993, que permitia às concessionárias a cobrança de tarifas específicas, representando assim de uma forma melhor a realidade de cada região, diminuindo os prejuízos das empresas (CEMIG, 2016 A).

Dadas as alternativas de enquadramento tarifário, como são analisados nesse capítulo do trabalho e disponíveis em (CEMIG, 2016), (CAPELLI, 2013), (SANTOS et al., 2006) e (VIANA et al., 2012), para alguns consumidores, o conhecimento da formação da conta e dos hábitos de consumo permite escolher a forma de tarifação mais adequada o que resulta em menor despesa com energia elétrica.

A figura 2 mostra a diferenciação entre os tipos de consumidores que uma concessionaria pode ter, de acordo com o valor de tensão de alimentação. São clientes de alta e média tensão (acima de 2,3 kV) que pertencem ao grupo A e clientes de baixa tensão pertencentes ao grupo B.

Figura 2-Illustração da divisão dos grupos consumidores de energia elétrica.

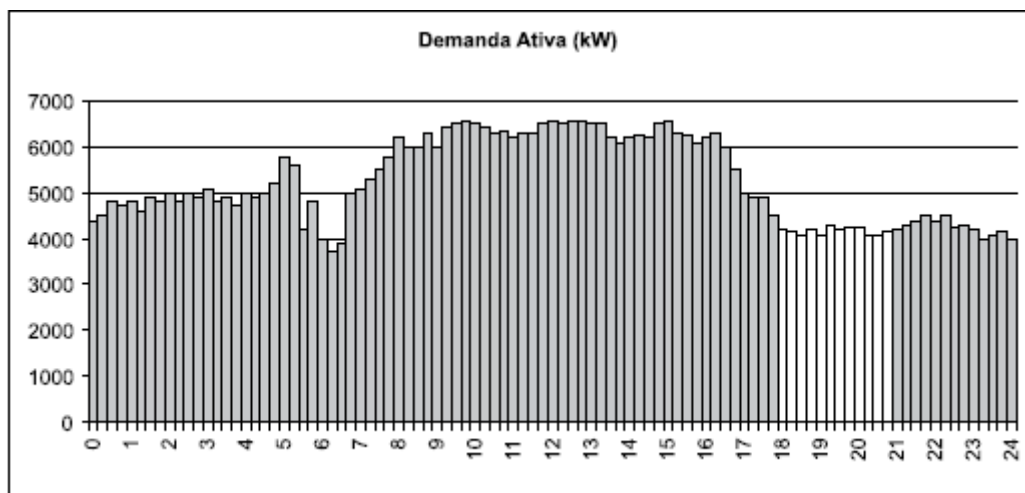


Fonte: (CAPELLI, 2013).

### 3.2 Definições e Conceitos Fundamentais

Para o desenvolvimento do trabalho, é necessário o conhecimento de alguns termos e para a definição dos mesmos, é analisada a figura 3, que mostra uma curva de demanda ativa (kW) medida em espaços de tempo de 15 em 15 minutos, durante um dia. Tais definições foram feitas com o estudo baseado em (SANTOS et al., 2006), (CAPELLI, 2013) e (VIANA et al., 2012).

Figura 3- Curva representativa da demanda diária do consumidor analisado.

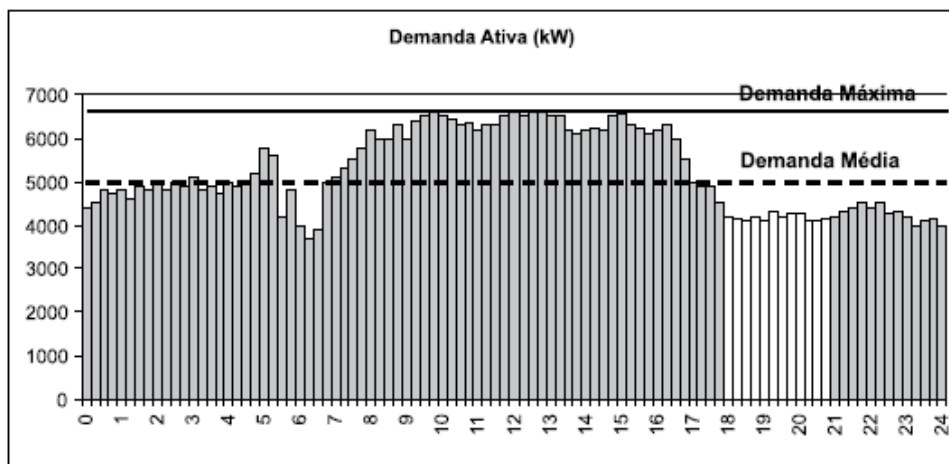


Fonte: (SANTOS et al., 2006).

- **Energia Elétrica Ativa:** a energia elétrica ativa é medida pelo produto da potência ativa utilizada pelo intervalo tempo de utilização, normalmente medida em quilowatts-hora (kWh);
- **Energia Elétrica Reativa:** essa denominação é dada à energia elétrica circulante sobre o efeito dos campos elétricos e magnéticos de um circuito percorrido por corrente alternada, não gerando trabalho. Sua unidade de medida geralmente é o quilo-volt-ampère-reactivo-hora (kvarh);
- **Consumidor:** consumidor é toda pessoa física ou jurídica que, possuindo representação legal, requerer o fornecimento junto à concessionária de energia elétrica, assumindo o encargo pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações exigidas pela ANEEL, firmando assim um contrato com a empresa distribuidora;

- Consumo: o consumo é dado pela energia gasta durante o tempo de uso. Sua equação é:  $\text{Consumo} = \text{Potência} \times \text{Tempo}$ . Assim temos que sua unidade de medida é o Wh [Watt-hora];
- Unidade Consumidora: uma unidade consumidora representa um conjunto de cargas elétricas que tem um só ponto para o recebimento de energia elétrica, possuindo assim uma medição própria;
- Demanda: a demanda de um consumidor é representada por um média das potências (ativa ou reativa) requeridas do sistema elétrico quando sua carga está em operação, dentro de um intervalo de tempo. Portanto para o cálculo da potência demandada basta dividir a energia elétrica consumida em um intervalo de tempo pelo mesmo. “Os medidores instalados no Brasil operam com intervalo de tempo de  $\Delta t = 15$  minutos (Decreto nº 62.724 de 17 de maio de 1968) ”;
- Demanda Máxima: dentro de um intervalo de tempo determinado, o valor de maior demanda percebida será a demanda máxima. A figura 4 mostra a demanda máxima de uma carga;
- Demanda Média: a demanda média é encontrada pela relação entre toda energia elétrica (kWh) utilizada em um intervalo de tempo e o número de horas desse mesmo período. A figura 4 mostra a demanda média de uma carga;

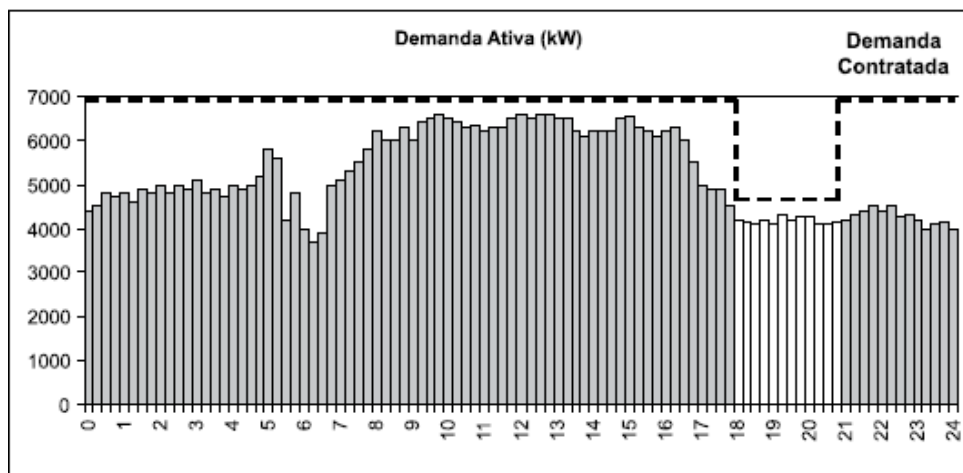
Figura 4-Curva de carga com sua demanda máxima e média



Fonte: (SANTOS et al., 2006).

- Demanda Medida: após a medição irá se encontrar a maior demanda por potência ativa requerida pelo consumidor, tal demanda é integralizada pelos intervalos de tempo das medições (15 minutos) durante o tempo de faturamento. Tal demanda é expressa em (kW);
- Demanda Contratada: a demanda contratada é a que está prevista no contrato entre a concessionária e o consumidor, medida em (kW). A mesma deve ser integralmente fornecida, obedecendo os termos do contrato. O consumidor deve pagar por essa demanda, utilizando-a ou não. A figura 5 mostra um exemplo de um valor de demanda contratada;

Figura 5-Curva demonstrativa da demanda contratada por um consumidor.



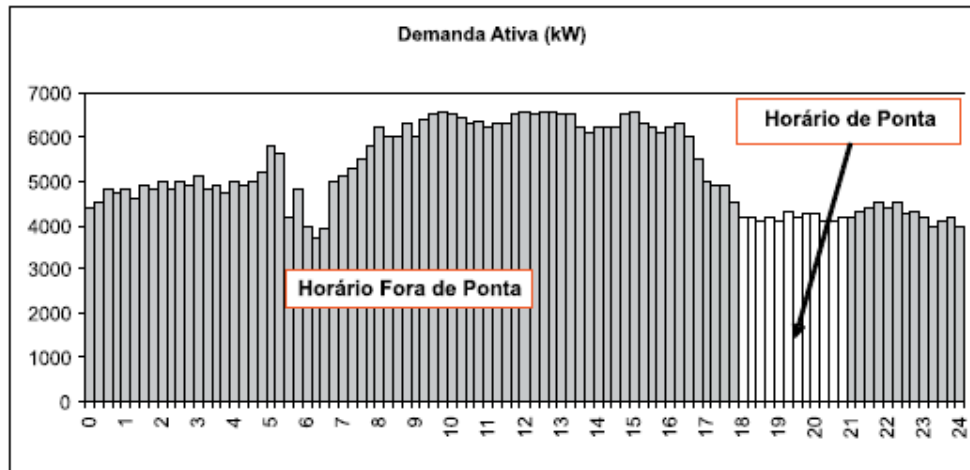
Fonte: (SANTOS et al., 2006).

- Demanda Faturável: essa demanda representa a potência ativa, faturada com base nos critérios estabelecidos e respeitada para fins de faturamento, com os critérios tarifários aplicados, expressa em quilowatts (kW);
- Tolerância da Demanda Medida: a tolerância da demanda medida determina um percentual sobre a demanda contratada, que caso o consumidor supere esse valor, será aplicada uma tarifa pela concessionária sobre os valores que ultrapassarem os valores contratados;
- Horário de Ponta (HP): o horário de ponta compreende um período de três horas seguidas, adotado entre as 17h e 22h, apenas nos dias úteis, que a concessionária define como crítico de acordo com as características das cargas alimentadas pela mesma. A figura 6 mostra a diferença entre o horário



fora de ponta e o horário de ponta, adotado como sendo das 18h às 21h, nesse caso específico;

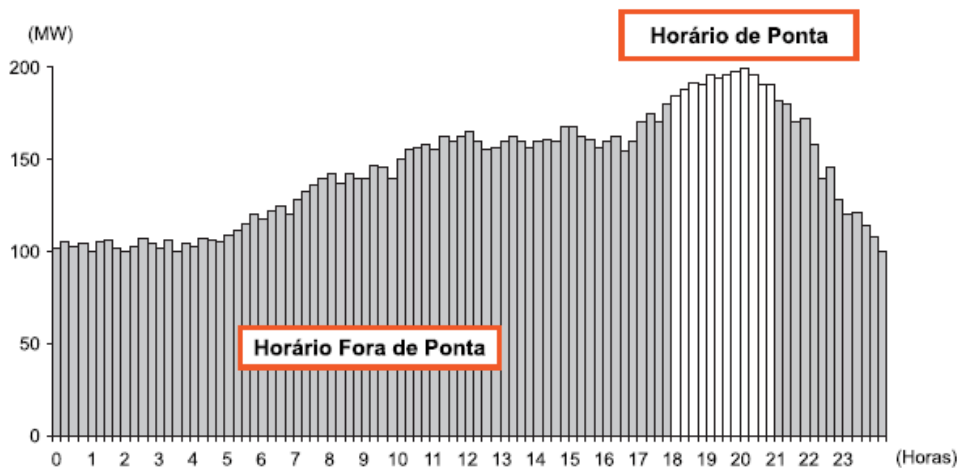
Figura 6-Diferença entre horário de ponta e fora de ponta



Fonte: (SANTOS et al., 2006).

A explicação para a adoção do horário de ponta deve-se ao fato da curva típica, mostrada na figura 7, mostrar uma maior demanda energética na faixa de horário de 18h às 21h. Cobrando um valor tarifário maior nesse horário, a concessionária pode uniformizar mais a demanda por energia elétrica, evitando grandes picos de energia requerida.

Figura 7-Curva característica de demanda de energia de uma concessionária.



Fonte: (VIANA et al., 2012).

- Horário fora de ponta (HFP): corresponde ao restante do dia;
- Período úmido: corresponde a um período de cinco meses consecutivos, onde ocorre o período de chuvas no Brasil, abrangendo os meses de

dezembro a abril. Teoricamente, nesses meses, os reservatórios estarão mais cheios, favorecendo assim a produção de energia por hidrelétricas;

- Período seco: corresponde aos sete meses restantes, que é um período de pouca chuva.

### **3.3 Bandeiras Tarifárias**

Segundo (CEMIG, 2016 A), essa forma de tarifar está vigente desde o dia 1º de janeiro de 2015. Anteriormente, os custos pela compra de energia feita pelas distribuidoras junto às geradoras eram inclusos nos cálculos tarifários, mas poderiam demorar até um ano para serem repassados aos consumidores, quando o reajuste era incorporado na tarifa.

As bandeiras servem como uma indicação mensal de que o custo da energia mudou decorrente das condições adversas enfrentadas pelas unidades geradoras, com o ajuste ocorrendo no mesmo mês da ocorrência da mudança do custo. As diferenças entre as bandeiras são mostradas na figura 8.

O sistema de bandeiras se dividi em três cores (CEMIG, 2016 B):

- Verde: a tarifa se mantém a mesma, pois a geração de energia apresenta condições favoráveis.
- Amarela: a tarifa é acrescida de R\$0,025 a cada kWh demandado (valor sem impostos), pois essa bandeira mostra condições menos favoráveis à geração.
- Vermelha: a tarifa será acrescida de R\$0,045 a cada kWh demandado (valor sem impostos), pois essa bandeira mostra condições mais adversas para a geração.

Figura 8-Bandeiras tarifárias e suas diferenças.



Fonte: (CEMIG,2016 B).

Como visto em (CEMIG, 2016 B), com a aplicação das bandeiras tarifárias, os projetos de eficiência energética tornam-se primordiais para evitar gastos desnecessários. Ou seja, obter os mesmos resultados com uma menor quantidade de recursos energéticos. Tais objetivos podem ser alcançados mais facilmente devido ao avanço tecnológico em aparelhos que precisam de uma quantidade menor de energia para realizar a mesma função.

### 3.4 Tipos de Tarifas

A tarifa pode ser classificada em monômnia ou binômnia. A seguir será detalhada cada uma delas (CAPELLI, 2013).

- **Tarifa Monômnia**

A tarifa monômnia é aplicada em baixa tensão ( $BT < 1 \text{ KV}$ ), sendo fruto apenas do consumo de energia medido (kWh).

Essa tarifa representa os consumidores do grupo chamado de B, o qual se divide em classes, sendo:

- Residencial (B1);
- Rural (B2);
- Demais classes (B3);

- Iluminação pública.

Esse grupo é caracterizado pelo fato de sua fatura depender somente do consumo de energia elétrica, independentemente da época do ano ou horário, variando, porém, com a cor das bandeiras tarifárias).

- **Tarifa Binômia**

Na tarifa binômia se fatura tanto o consumo (kWh) quanto a demanda (kW).

A resolução 456 da ANEEL discrimina as tarifas em convencional e horossazonal.

### **3.5 Tarifa Convencional**

Em (CAPELLI, 2013), tem-se que nesse tipo de tarifa, é contemplado apenas o valor total do consumo verificado em um período aproximado de 30 dias.

Essa tarifa estabelece um contrato específico, no qual se pactua com a concessionária apenas um valor de demanda previsto pelo consumidor, independentemente da hora do dia ou período do ano.

### **3.6 Tarifa Horossazonal (THS)**

Essa tarifa tem o objetivo de reduzir a conta de energia elétrica de grandes consumidores além de aliviar o carregamento da rede elétrica, pois os preços são diferenciados de acordo com os horários e épocas do ano. Assim, existe a possibilidade de se deslocar a carga para um horário com menor carregamento e o consumo para épocas do ano de maior disponibilidade energética. Portanto, o consumidor pode gerenciar seu gasto com energia graças à THS (CAPELLI, 2013).

A THS é aplicada ao grupo A, como mostra a tabela 1.

Tabela 1-Tensão dos subgrupos do grupo A.

<b>Subgrupos</b>	<b>Tensão de Fornecimento</b>
A1	≥230 kV
A2	88 kV a 138 kV
A3	69 kV
A3a	30 kV a 44 kV
A4	2,3 kV a 25 kV
AS	Subterrâneo

Fonte: (VIANA et al., 2012).

Segundo (VIANA et al., 2012), a diferenciação dos preços conforme o horário do dia e época do ano se deve ao fato da diferença entre os horários de ponta e fora de ponta e também dos períodos secos e úmidos.

### 3.7 Tarifa Horossazonal Azul

Em (SANTOS et al., 2006), tem-se que essa tarifa apresenta preços diferentes para demanda de potência e consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de ponta e fora de ponta e para os períodos secos e úmidos.

Na THA, utiliza-se a tabela 2 encontrada em (CAPELLI, 2013) como resumo do modelo tarifário:

Tabela 2-Resumo da tarifação azul.

<b>Horário do dia</b>	<b>Faturamento do período seco</b>	<b>Faturamento do período úmido</b>
Ponta- três horas	Consumo – ponta seca	Consumo – ponta úmida
	Demanda – ponta seca	Demanda – ponta úmida
Fora de ponta	Consumo fora de ponta seca	Consumo fora de ponta úmida
	Demanda fora de ponta seca	Demanda fora de ponta úmida

Fonte: (CAPELLI, 2013).

### 3.8 Tarifa Horossazonal Verde

Segundo (SANTOS et al., 2006), essa modalidade se caracteriza por cobrar diferentes valores de tarifa de consumo de energia elétrica com base nas horas de ponta e fora de ponta e para períodos úmidos e secos. Porém, habilita uma tarifa única pela demanda de potência.

O quadro resumo da tarifa verde pode ser visto na tabela 3, retirada de (CAPELLI, 2013).

Tabela 3-Resumo da tarifa horossazonal verde

<b>Do dia</b>	<b>Período seco</b>	<b>Período úmido</b>
Hora de ponta	Consumo Ponta seca	Consumo Ponta úmida
Hora fora de ponta	Consumo Fora de ponta seca	Consumo Fora de ponta úmida
Dia todo (24 horas)	Demanda única	Demanda única

Fonte: (CAPELLI, 2013).

### 3.9 Enquadramento Tarifário

Esse enquadramento apresentado por (CAPELLI, 2013) utiliza como base a legislação, carga instalada, tensão de fornecimento, classe de consumo da unidade e região onde se localiza.

De acordo com o subgrupo tarifário, os consumidores do grupo A podem fazer a opção tarifária, pois existe a possibilidade de enquadramento em mais de um sistema de faturamento. A tabela 4, apresentada em (CAPELLI, 2013), mostra as modalidades tarifárias que cada subgrupo pode escolher:

Tabela 4-Enquadramento tarifário possível.

Subgrupo tarifário	Modalidade tarifária		
	Convencional	THA	THV
A1	Impedido	Compulsório para qualquer valor de demanda contratada	Impedido
A2			
A3			
A3a	Disponível para contratos inferiores a 300 kW	Disponível para contratos a partir de 30 kW	Disponível para contratos a partir de 30 kW
A4			
AS			

Fonte: (CAPELLI, 2013).

### 3.10 Tarifação do Hospital Margarida

A partir do contrato estabelecido entre o Hospital e a concessionária de energia, percebe-se que o Hospital Margarida possui tensão de fornecimento de 13,8 kV, portanto pertence ao grupo A, subgrupo A4, com a modalidade THV. A tabela 5 mostra o valor de demanda contratada no ano de 2015, que é o valor atual.

Tabela 5-Demanda contratada pelo Hospital Margarida em 04/01/2015

Demandas contratadas- kW	
Período seco	Período úmido
250	250

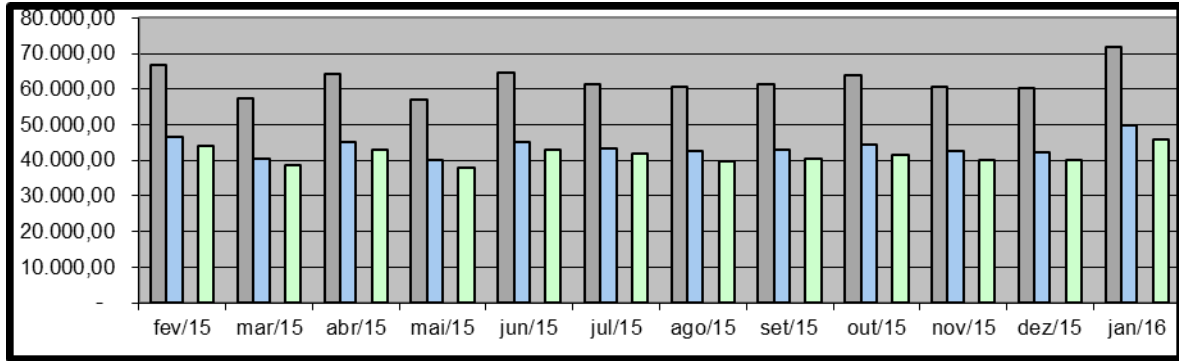
Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Tendo como base a tabela 4, o Hospital Margarida pode se enquadrar nas modalidades tarifárias Convencional, THA e THV. Então cabe ao PEE determinar qual a melhor modalidade a ser empregada. Com os valores fornecidos pela planilha disponibilizada pela CEMIG (ANEXO A), segue a figura 9, onde tem-se um comparativo das formas de tarifação Convencional (cinza), THA (azul) e THV (verde).

Com tais dados colhidos durante doze meses, pode-se concluir que a tarifação verde é a mais vantajosa para o Hospital, portanto não há necessidade de mudança. Além disso o Hospital Margarida receber um desconto especial de sua

concessionária para utilizar tal esse modelo de tarifa, tornando-a ainda mais vantajosa frente as outras.

Figura 9-Comparativo dos modelos de tarifação



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A diferença entre os valores da THA para a THV em reais é mostrada na tabela 6. Com os resultados obtidos, tem-se uma economia de quase trinta mil reais anuais com a Tarifa Verde em relação à Tarifa Azul, sem considerar o desconto dado pela concessionária.

Tabela 6-Diferença entre a tarifa azul e verde.

Período	Diferença entre T. Azul p/ T. Verde (R\$)
Fev/15	2.670,45
Mar/15	1.790,89
Abr/15	2.106,88
Mai/15	2.242,51
Jun/15	2.137,59
Jul/15	1.512,61
Ago/15	2.703,09
Set/15	2.507,98
Out/15	2.815,03
Nov/15	2.238,02
Dez/15	2.209,90
Jan/16	3.797,58
<b>Total economizado (R\$)</b>	<b>28.732,53</b>

Fonte: (Elaborado pelo Autor).



### 3.11 Análise das Faturas de Energia Elétrica do Hospital

A tabela 7 mostra um comparativo entre as demandas e os consumos do Hospital durante quinze meses consecutivos, com seus respectivos valores reais a serem pagos (considerando o desconto) (ANEXO B).

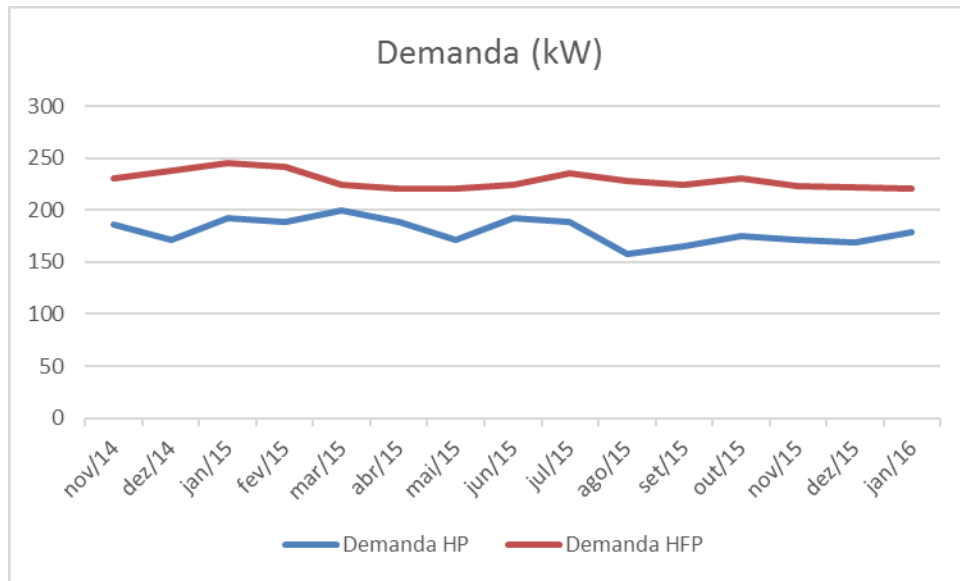
Tabela 7-Dados de demanda e consumo

Mês	(kW)		(kWh)		(R\$)
	Demanda HP	Demanda HFP	Consumo HP	Consumo HFP	Valor
Nov/14	186	231	7.350	79.800	24.796
Dez/14	172	238	8.050	80.150	25.817
Jan/15	193	245	7.700	88.200	29.833
Fev/15	189	242	8.050	83.300	30.016
Mar/15	200	224	7.700	70.700	33.436
Abr/15	189	221	8.400	79.450	39.524
Mai/15	172	221	7.000	70.700	35.213
Jun/15	193	224	8.400	79.800	41.757
Jul/15	189	235	8.750	75.250	40.138
Ago/15	158	228	7.000	75.950	38.785
Set/15	165	224	7.350	76.300	38.982
Out/15	175	231	7.350	79.800	40.269
Nov/15	171	223	7.599	75.054	39.767
Dez/15	169	222	7.575	74.557	38.900
Jan/16	179	221	7350	91.000	44.276

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A partir da tabela 7, foram gerados os gráficos que permitem perceber mais claramente as mudanças ocorridas.

Figura 10-Variação da demanda.

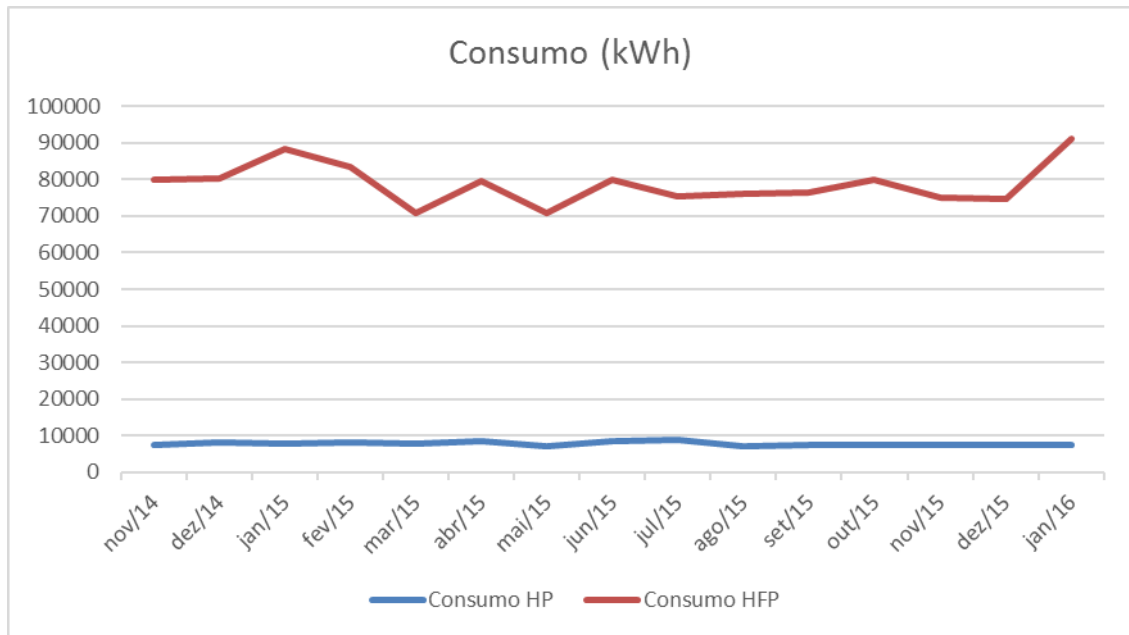


Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Pela figura 10, percebe-se que a demanda na hora fora de ponta sofre uma variação suave no decorrer dos quinze meses, chegando a alcançar o valor de 245 kW em janeiro de 2015, o que significa que a demanda requerida nesse mês foi perto da demanda contratada, sendo assim há o risco de ultrapassagem da mesma, resultando em uma tarifa de ultrapassagem. Já a demanda na hora de ponta apresenta uma oscilação maior entre maio e agosto. Porém, essas variações não resultam no aumento do valor a ser pago pelo Hospital Margarida, pois os valores atingidos são menores que os do HFP, e como explicado, o valor a ser cobrado pode variar entre o valor contratado (que é único para ambos os horários) ou o valor medido, o maior entre os dois (CAPELLI, 2013).

Já na figura 11, tem-se o consumo nos horários de ponta e fora de ponta. Vê-se que o consumo na hora fora de ponta é maior durante os meses de novembro a fevereiro, o que corresponde aos meses mais quentes do ano. Em função desse fato, pode-se concluir que a estação do ano influencia diretamente no consumo de energia elétrica, logo se deve tomar medidas para o controle desse aumento nesse período, que é o mais quente do ano (FEDRIGO; GONÇALVES; LUCAS, 2009) e (CEMIG, 2016 C).

Figura 11-Variação do consumo.

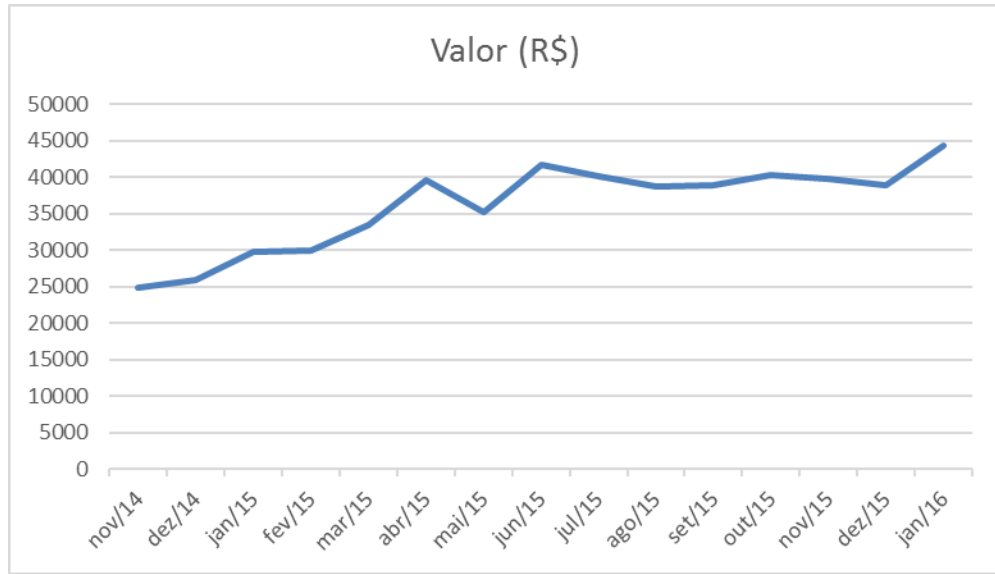


Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A figura 12 apresenta a variação do valor pago pelo Hospital. Pela análise da mesma, observa-se um aumento significativo do faturamento. Através de uma comparação com a figura 11, percebe-se que o aumento da fatura não ocorre apenas pelo aumento do consumo, pois na comparação entre os meses finais de 2014 e de 2015, percebe-se que houve uma redução no consumo nos meses de 2015 em relação aos de 2014, porém isso não se reflete no valor cobrado do Hospital.

Tal fato, como consta em (CEMIG, 2016 B), é atribuído ao aumento das tarifas ocorridos no ano de 2015, bem como à nova tarifação em função das bandeiras tarifárias. Aumentando, assim a necessidade de se realizar práticas que visem a economia de energia.

Figura 12- Variação do valor pago.



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

## 4 Características das Instalações Elétricas do Hospital Margarida

Os hospitais fazem parte do setor de comércio e serviços que, apesar de não ser o setor de maior demanda energética na matriz brasileira, é o que apresenta a maior relação entre projeto arquitetônico e consumo de energia elétrica. Tal fato se deve à iluminação artificial e ao condicionamento de ar utilizado no setor, que totalizam em torno de 45 e 70% da demanda, podendo variar de acordo com o clima local, topologia arquitetônica e equipamentos usados, segundo (ROMÉRIO, REIS, 2012).

Para a elaboração do PEE, necessita-se da caracterização das cargas da instalação elétrica do Hospital a fim de se encontrar meios viáveis a serem aplicados no projeto. Portanto, um estudo dos sistemas que compõem o Hospital se torna fundamental. Para isso, utilizou-se um levantamento realizado pela Empresa AutoEnergia-LTDA e atualizado pelo trabalho de campo realizado (ANEXO C).

### 4.1 Cargas Instaladas no Hospital

Na tabela 8, a seguir, tem-se os setores do Hospital e suas potências instaladas.

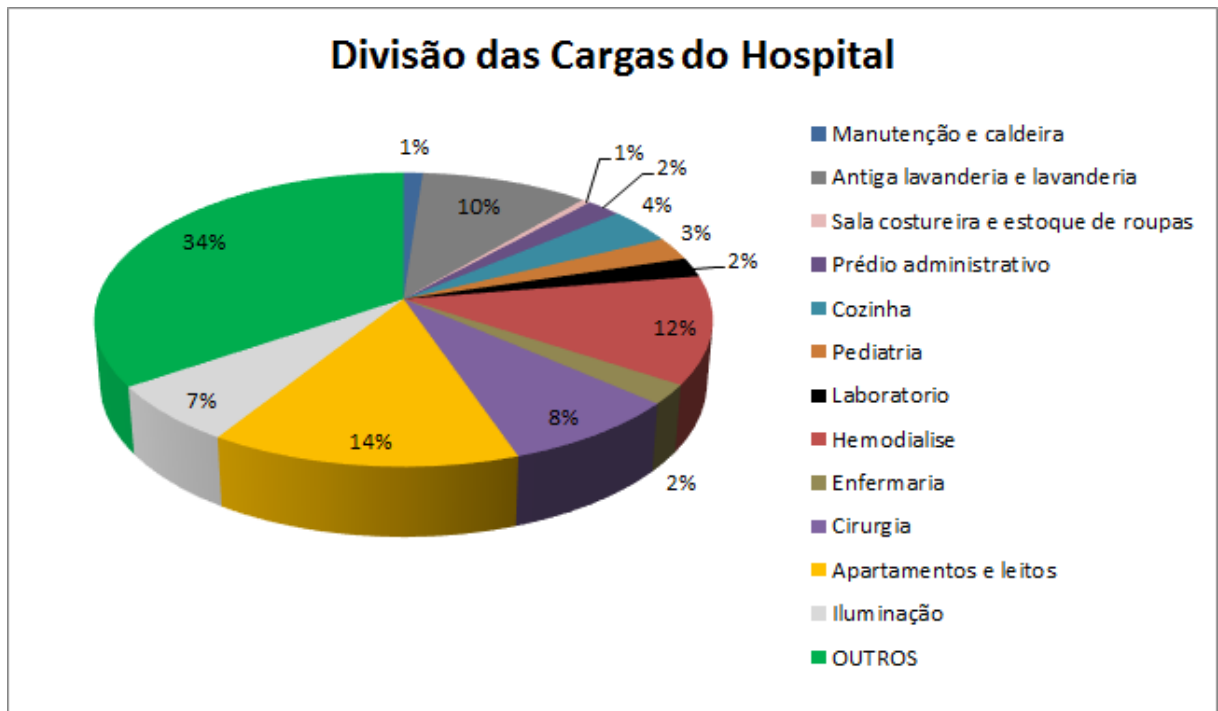
Tabela 8-Potência instalada por setor do Hospital

<b>Setor</b>	<b>Potência (W)</b>
Manutenção e caldeira	8.840
Antiga lavanderia e lavanderia	77.546
Sala de costura e estoque de roupas	3.933
Prédio administrativo	15.864
Cozinha	30.288
Pediatria	19.747
Laboratório	16.484
Hemodiálise	91.278
Enfermaria	16.766
Cirurgia	63.800
Apartamentos e leitos	109.660
Iluminação	50.200
Outros	265.786
<b>Potência total</b>	<b>770.192</b>

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Os valores das potências da tabela 8 foram calculados com base nas visitas feitas ao Hospital e com a ajuda de seus funcionários, que utilizaram medições já realizadas anteriormente, de acordo com o ANEXO C. A partir desses dados, pode-se identificar setores que apresentem um maior potencial de redução de energia, para proposição de medidas de eficiência energética.

Figura 13-Potência X Setor



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A figura 13 mostra o gráfico com os dados da tabela 8 de forma mais clara. Portanto, pela análise da figura 13 e pelo conhecimento das áreas do Hospital, pode-se determinar os setores da Antiga Lavanderia e Lavanderia, Hemodiálise e Apartamentos e Leitos como sendo as maiores potências instaladas. Porém essas não serão os únicos setores a serem analisados, pois, conforme dito antes as cargas de iluminação e condicionamento de ar apresentam grande importância para o PEE.

#### 4.1.1 Cargas Instaladas na Antiga Lavanderia e Lavanderia

As cargas instaladas nesse setor estão presentes na tabela 9. Na qual se encontram os equipamentos presentes, a quantidade, a potência e tempo de uso diário.

Tabela 9-Equipamentos da antiga lavanderia e lavanderia

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tempo com equipamento ligado (horas)</b>
Motor compressor 1	1	1.100	Não especificado
Motor compressor 2	1	2.794	Não especificado
Motor compressor 3	1	2.640	Não especificado
Máquina de solda	1	6.600	Não especificado
Máquina de cimento	1	1.472	Não especificado
Tomadas 1	9	Não especificado	Não especificado
Tomadas 2	2	Não especificado	Não especificado
Calandra 1	1	1.760	8
TV 5 polegadas	1	30	8
Secadora 1	1	50.000	8
Centrifuga 1	1	3.520	8
Bebedouro	1	70	24
Calandra 2	1	550	8
Centrifuga 2	1	3.080	8
Secadora 2	1	330	8
Balança	1	300	24
Lavadora 1	1	2.200	8
Lavadora 2	1	1.100	8

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Como informado pela administração do Hospital, a lavanderia funciona das 7 horas da manhã às 17 horas da tarde. Com as visitas técnicas realizadas, observou-se que seus principais equipamentos, como secadoras, lavadoras e calandras funcionam continuamente, sem que haja tempo determinado para uso. Percebe-se que isso proporciona um gasto desnecessário de energia elétrica.

#### 4.1.2 Cargas Instaladas na Hemodiálise

Apesar desse setor apresentar a segunda maior carga instalada, não será considerado na análise deste trabalho, pelo fato de ser um setor arrendado a terceiros pelo Hospital, tendo sua fatura de energia elétrica separada.

#### 4.1.3 Cargas Instaladas nos Apartamentos e Leitos

As cargas dos apartamentos e leitos estão na tabela 10, a seguir.

Tabela 10- Equipamentos do setor de apartamentos e leitos.

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tempo com equipamento ligado (horas)</b>
Tomadas 1	71	Não especificado	Não especificado
Tomadas 2	24	Não especificado	Não especificado
TV 14 polegadas	11	Não especificado	Não especificado
Frigobar 1	4	1.520	24
Chuveiro	17	93.500	0,583
TV 20 polegadas	2	130	Não especificado
Rádio	1	21	10
LF-2001	1	80	Não especificado
Frigobar 2	8	560	24
Bomba de fusão	27	405	Não especificado
Cama elétrica	5	250	Não especificado
Ar condicionado	1	1.450	10
Cama elétrica	10	3.000	Não especificado
Respirador	12	5.484	Não especificado
Monitor cardíaco	10	2.600	Não especificado

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Nota-se que a maior parte da carga instalada nesse setor corresponde aos chuveiros elétricos, que também estão presentes em outros setores. Por possuírem carga tão elevada pode-se dirigir o estudo aos mesmos.

Os demais equipamentos presentes na área dos apartamentos e leitos apresentam uma demanda variada, de acordo com a ocupação dos mesmos. De acordo com a direção do Hospital, pode-se determinar que praticamente 100% desses locais encontram-se utilizados diariamente. O tempo de uso diário, presente



na tabela 10 refere-se a cada equipamento, como exemplo pode-se citar que cada chuveiro permanece ligado tipicamente por um tempo médio de 35 minutos por dia, como consta em (COSTA; BATISTA, 2016). Para esse trabalho, se considera uma ocupação de 100% dos apartamentos e leitos, diariamente.

#### 4.1.4 Carga de Iluminação

No sistema de iluminação, verificou-se a utilização intensiva de iluminação artificial, mesmo quando havia iluminação natural no local. No trabalho de campo foram determinados uma quantidade aproximada de 1.505 lâmpadas instaladas, totalizando 50.200 W. Esta característica representa um grande potencial para redução de consumo, através da elaboração de um projeto de eficiência energética para o sistema em questão.

Um exemplo de redução seria, com inspiração em (ROMANINI et al, 2006), a substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W pelas lâmpadas mais eficientes de 32 W em luminárias que possibilitem uma reflexão maior da luz. Ou mesmo a troca por uma classe diferente de lâmpadas como as de LED.

Nas visitas realizadas constatou-se que pelo menos 70% das lâmpadas permaneciam ligadas durante todo o dia, seja em dias nublados ou dias claros. Pela tabela 11, tem-se uma perspectiva do consumo desse sistema no período de um dia.

Tabela 11- Utilização diária do sistema de iluminação

<b>Carga de iluminação (W)</b>	<b>Período</b>	<b>Quantidade utilizada</b>	<b>Tempo (h)</b>	<b>Energia consumida (kWh)</b>
50.200 W	Hora de Ponta (18h-21h)	80%	3	120,48
	Hora fora de ponta (manhã) (7h-18h)	70%	11	386,54
	Hora fora de ponta (noite) (21h-7h)	80%	10	401,6
<b>Total</b>	<b>Um dia</b>	<b>77%</b>	<b>24</b>	<b>908,62</b>

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A tabela 11 apresenta valores diários do consumo do sistema de iluminação. Para se ter uma análise mais clara sobre esse consumo no mês, constrói-se a tabela 12.

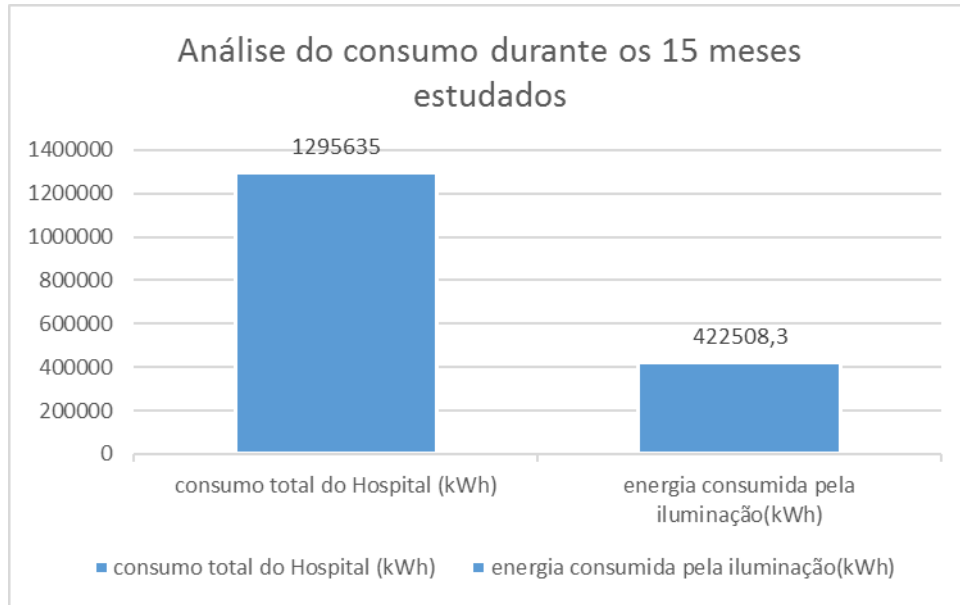
Tabela 12-Participação do consumo do sistema de iluminação no consumo total mensal.

<b>Período</b>	<b>Consumo total do Hospital (kWh)</b>	<b>Energia consumida pela iluminação (kWh)</b>	<b>Representação do sistema de iluminação em %</b>
Nov/14	87.150	28.167,22	32%
Dez/14	88.200	28.167,22	32%
Jan/15	95.900	28.167,22	29%
Fev/15	91.350	28.167,22	31%
Mar/15	78.400	28.167,22	36%
Abr/15	87.850	28.167,22	32%
Mai/15	77.700	28.167,22	36%
Jun/15	88.200	28.167,22	32%
Jul/15	84.000	28.167,22	34%
Ago/15	82.950	28.167,22	34%
Set/15	83.650	28.167,22	34%
Out/15	87.150	28.167,22	32%
Nov/15	82.653	28.167,22	34%
Dez/15	82.132	28.167,22	34%
Jan/16	98.350	28.167,22	29%

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A figura 14 mostra que praticamente 33% do consumo mensal do Hospital é proveniente do sistema de iluminação, considerando que o consumo não variou significativamente no decorrer dos meses como foi verificado nas visitas. Assim esse dado segue os preceitos expostos em (SANTOS et al., 2007), onde se prevê que a demanda energética nesse tipo de sistema pode alcançar até 44% do total.

Figura 14- Análise do consumo de energia elétrica pelo sistema de iluminação



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

#### 4.1.5 Cargas de Condicionamento de Ar

Após as visitas técnicas realizadas no Hospital Margarida, determinou-se que existe uma carga considerável formada pelo sistema de condicionamento de ar. Onde os principais aparelhos desse gênero se encontram em locais onde sua aplicabilidade é determinada por lei, como consta em (CAMPOS, 2013). Esses aparelhos encontram-se no centro cirúrgico, prédio administrativo e consultórios médicos. Porém, alguns desses setores são de acessos mais restritos, não foi possível realizar um diagnóstico preciso do respectivo consumo.

#### 4.1.6 Demais Cargas do Hospital

As demais cargas do Hospital, como os setores de manutenção e caldeira, sala de costura e estoque de roupas, prédio administrativo, cozinha, pediatria, laboratório e enfermaria, foram visitadas durante o trabalho de campo. Verificou-se a existência de vários equipamentos eletroeletrônicos, representando potencial relevante para exploração para fins de eficiência energética.

A tabela 13 mostra as cargas do setor de costura e estoque de roupas, como exemplo para os demais setores.

Tabela 13- Equipamentos presentes no setor de costura e estoque de roupas.

<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tempo com equipamento ligado (horas)</b>
Máquina de costura	2	1422	Não especificado
Overloque	1	711	Não especificado
Tomadas	2	-	Não especificado
Tomadas	2	-	Não especificado
Ferro de passar roupa	1	1100	Não especificado
Vaporizador	1	700	Não especificado

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Os setores como o de manutenção e caldeira, costura e estoque de roupas, prédio administrativo, cozinha e laboratório funcionam durante o horário administrativo, de 7 horas da manhã até as 17 horas da tarde. Onde suas cargas podem sofrer ajustes nos horários de funcionamento sem implicar em prejuízos para os pacientes e funcionários do Hospital.

Já os setores de pediatria e enfermaria funcionam 24 horas. Nestes locais as principais cargas são vaporizadores, desfibriladores e berços aquecidos. Funcionam de acordo com a demanda e são vitais para os pacientes que necessitam das mesmas. Já os demais equipamentos, como computadores, fogões elétricos, balanças, presentes nesses setores, podem também sofrer ajustes no horário de funcionamento sem acarretar prejuízos aos usuários.

O setor de cirurgia apresenta uma carga instalada prevista de 63.800 W, como determinado pelo trabalho de campo realizado, porém as visitas ao setor foram muito restritas. Portanto, esse trabalho não propôs medidas específicas de eficiência energética para esse local.

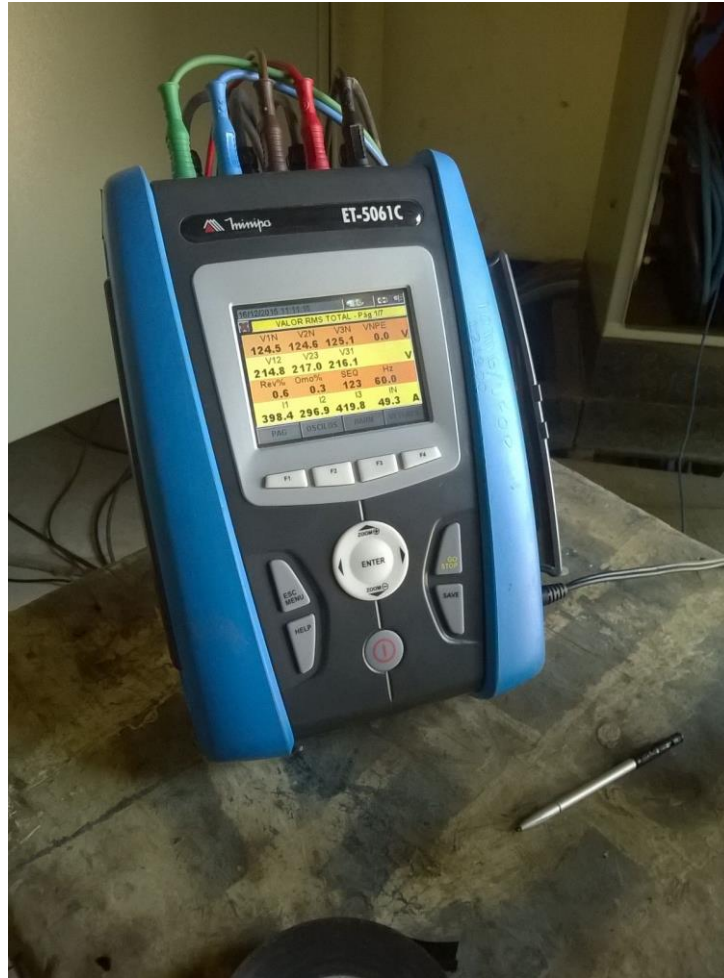
## **4.2 Curva de Demanda de Potência de um Dia Típico**

No decorrer do dia, o consumo de energia elétrica varia conforme as atividades são realizadas. Portanto, é importante se caracterizar essa curva com o objetivo de entender o consumo energético do Hospital, assim podendo estruturar um plano para distribuição horária da utilização de cargas, evitando horários de pico e o consumo desnecessário no horário de ponta, dentre outras medidas apropriadas previstas em um PEE (SANTOS et al., 2007).

### **4.2.1 Equipamento Utilizado para Medições**

O equipamento utilizado para as medições no Hospital Margarida foi o da marca MINIPA, modelo ET-5061C, pertencente à Universidade Federal de Ouro Preto, campus João Monlevade. O instrumento é um analisador de redes que apresenta as principais grandezas elétricas, se tornando uma ferramenta importante para a análise do consumo do Hospital (MINIPA, 2016). A figura 15 mostra o equipamento.

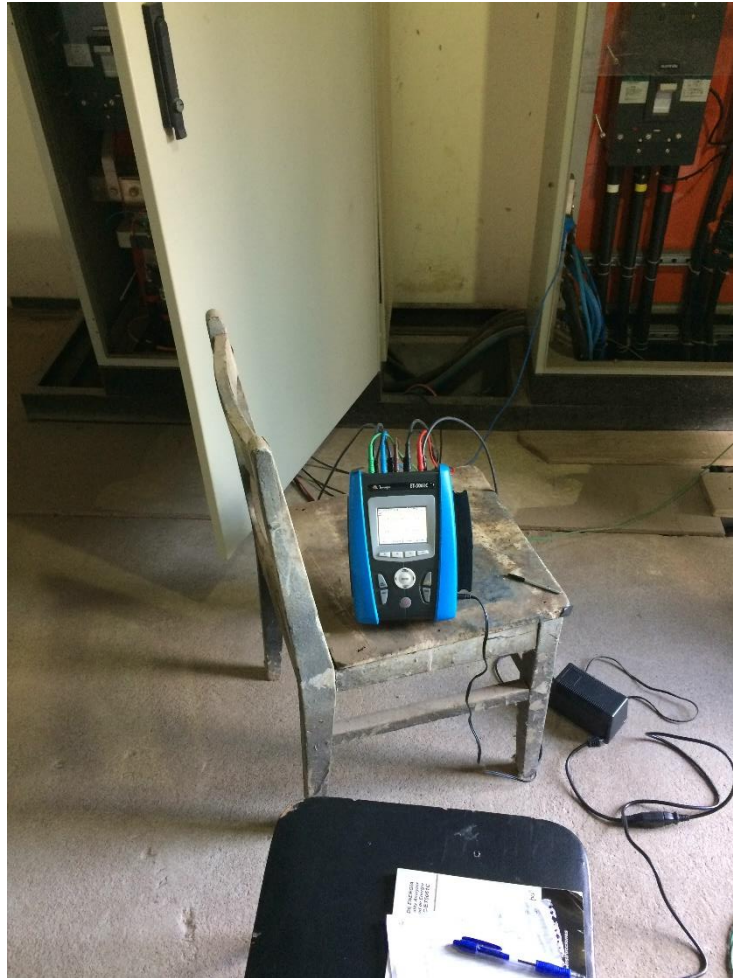
Figura 15-Equipamento MINIPA, modelo ET-5061C.



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

O equipamento fornece a possibilidade de uma exibição instantânea em seu display e também um armazenamento de dados através de sua memória interna ou dispositivos externos. O equipamento obedece às normas internacionais para a realização dos testes de qualidade de energia (MINIPA, 2016).

Figura 16-Equipamento instalado no Hospital para realizar as medições.



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

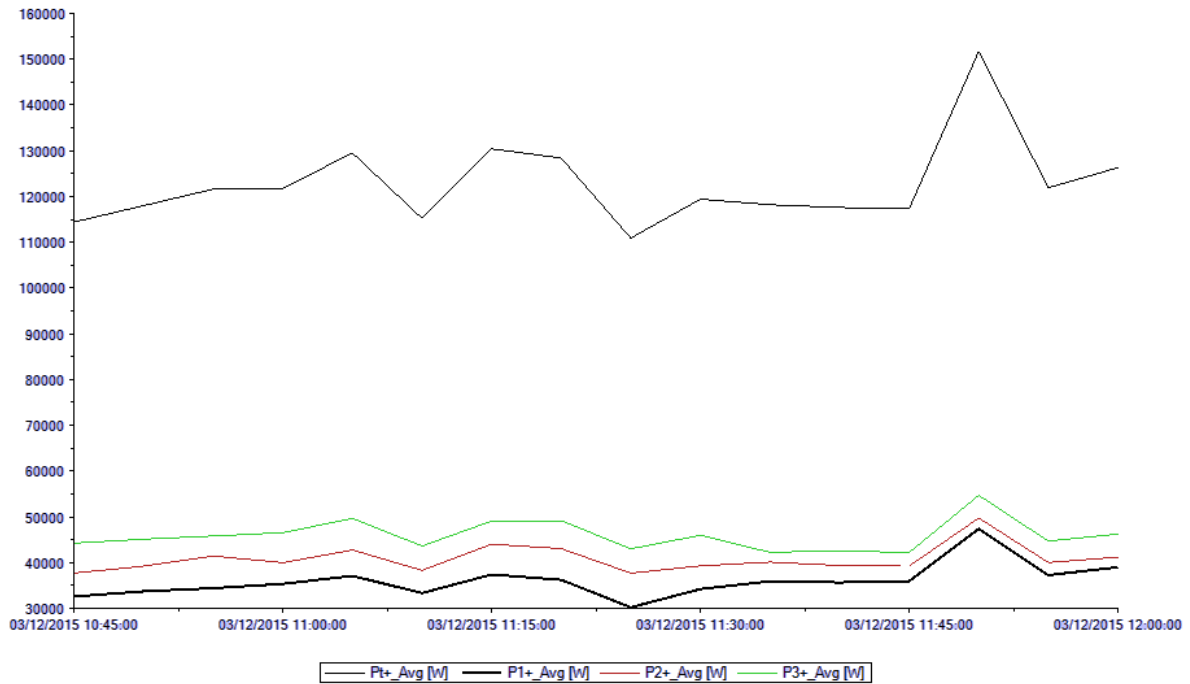
A figura 16 mostra o equipamento instalado para realizar as medições no Hospital. Com esse equipamento, foi possível realizar as medições e, portanto, o levantamento dos dados necessários para a realização do trabalho.

#### **4.2.2 Medições para Construção da Curva de Demanda**

A figura 17 representa a medição realizada no dia 03 de dezembro de 2015, no horário correspondente das 10 às 12 horas. Nesse intervalo de tempo, a curva apresentou um pico de potência no horário perto das 12 horas. Tais picos devem ser estudados para que se possa evitar ao máximo os mesmos. As fases, apesar de estarem com o comportamento semelhante, apresentam uma diferença de consumo,

o que também deve ser evitado. Pois, como analisado em (DEUS, 2007), o desequilíbrio entre as fases pode gerar um acréscimo nas perdas por efeito Joule e também influenciar na queda do fator de potência.

Figura 17-Curva de demanda de potência média antes da interrupção do dia 03/12/2015



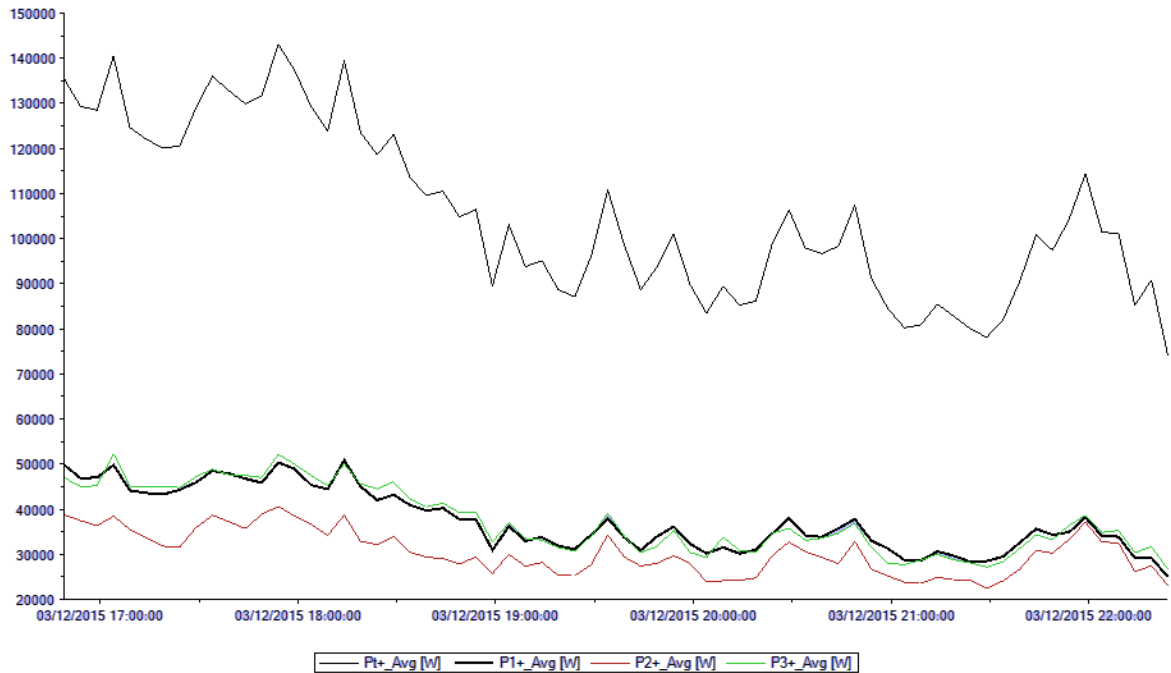
Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Registrou-se a ocorrência de um erro no equipamento na parte do carregamento da bateria, que por sua vez causou o desligamento do mesmo. Portanto houve uma interrupção nas medições que só foram resolvidas as 16 horas, quando ocorreu o retorno das medições. A figura 18 apresenta o retorno das medições nesse horário até as 22 horas.

Pelo estudo da figura 18, nota-se que o consumo de energia elétrica diminuiu com o fim do expediente administrativo, que se finaliza as 18 horas. A partir desse horário, setores como os consultórios médicos, sala de exames, bloco administrativo e lavanderia param de funcionar. Justificando, assim, o decréscimo no consumo.



Figura 18- Curva de demanda de potência média após a interrupção do dia 03/12/2015.



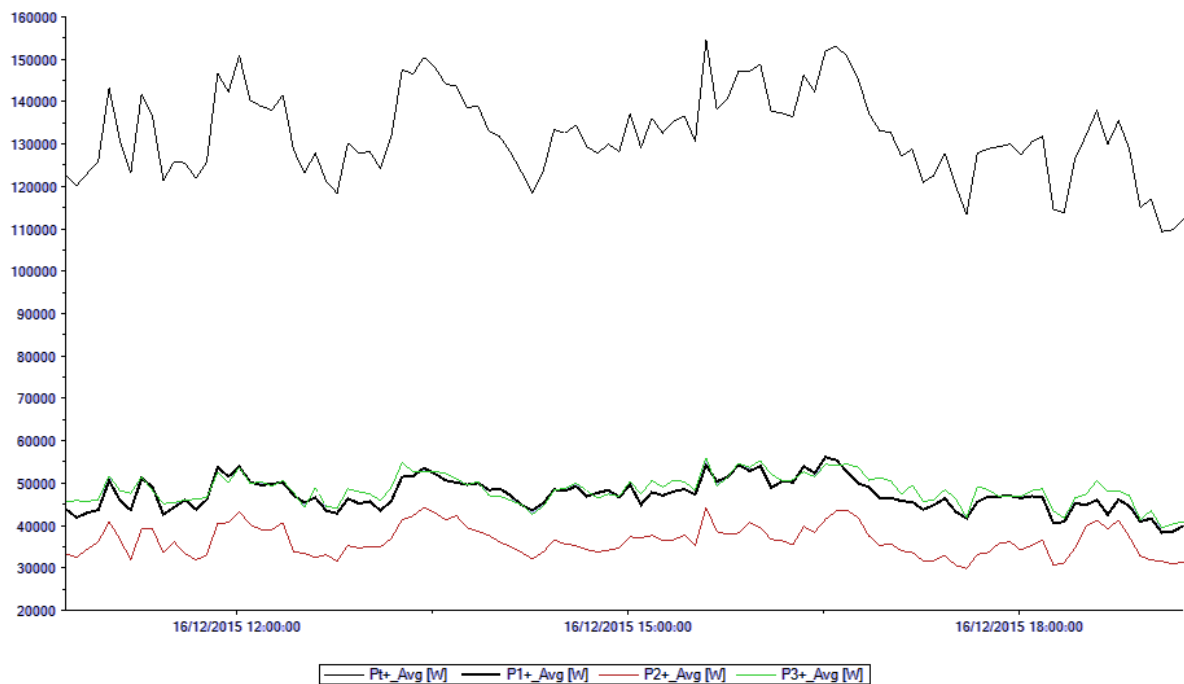
Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A figura 19 mostra os resultados da medição do dia 16 de dezembro de 2015 como forma de registrar os valores de demanda nos horários que faltaram na medição anterior, a fim de se encontrar o período de maior demanda. Portanto, escolheu-se dia da semana, no qual foram realizadas as mesmas atividades.

A curva em azul escuro representa a potência total média do consumo nesse dia. Pelo estudo da figura 19, percebe-se que o pico ocorre entre as 15 e 17 horas e entre as 12h e 14h. Esse fato é importante de ser notado, pois o mesmo deve sempre ocorrer fora do horário de ponta determinado pela concessionária, caso haja uma busca na redução dos gastos. Além disso, tem-se que a fase 2 possui uma demanda menor que as outras duas, provocando assim um desequilíbrio entre as fases.

Foi notado uma demanda maior entre as 15 e 17 horas, com outros picos altos, porém de menor duração, entre 12 e 13 horas. Com essas características levantadas, pode-se então começar o PEE, com o intuito de melhorar a eficiência do Hospital, e portanto, a redução nas faturas de energia elétrica.

Figura 19-Curva de demanda de potência média do dia 16/12/2015.



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Sabe-se, como estudado em (SANTOS et al., 2007) e (CAPELLI, 2013), que se deveria ter realizado um número maior de medições para que se pudesse criar um padrão mais confiável, porém por questões internas da própria Universidade, o uso do aparelho foi restringida, resultando assim no fato de terem sido realizadas apenas as duas medições. Para efeito desse trabalho, as medidas serão adotadas como padrão de dias típicos.

## **5 Análise de Eficiência Energética para o Hospital Margarida**

Nesse capítulo, é feita uma análise do perfil de utilização de energia elétrica do Hospital, a fim de apontar meios possíveis de economia que possam trazer benefícios para a unidade consumidora.

Já realizado o estudo tarifário, apresenta-se uma proposta para otimização da demanda de potência, para se determinar um valor de demanda real que atende as reais necessidades do local, evitando assim gastos desnecessários. Além disso são levantados pontos importantes como indicadores de eficiência energética e fator de potência (SANTOS et al., 2001).

Por fim, são formuladas propostas de economia de energia, tendo por base em trabalhos anteriores e estudos da análise econômica em conservação de energia presentes nas referências.

### **5.1 Otimização da Demanda de Potência**

Segundo (SANTOS et al., 2001), através de um PEE se pode reduzir a carga presente no Hospital e diminuir a energia consumida. Porém na proposta formulada nesse tópico, são considerados os parâmetros de consumo e carga já apresentados no trabalho.

Com a análise das demandas medida, faturada e contratada durante um período de tempo pré estabelecido, pode-se diminuir a ociosidade na demanda (SANTOS et al., 2001). Assim, o Hospital Margarida poderá pagar pela demanda de que realmente necessita.

Considerando os pontos de que será faturada a maior demanda entre a medida e a contratada e que é aplicado a tarifa de ultrapassagem caso a demanda medida seja superior em 10% a demanda contratada, esse trabalho utiliza o método pronto para determinação de demanda contratada apresentada em (PROCEL, 2001), esse trabalho não tem o intuito de descrever o método .

Após a aplicação desse método e utilizando a tarifa horossazonal verde, pelos motivos que a mesma foi escolhida para o Hospital no Capítulo 3, pode-se determinar um valor de demanda contratada que possa ser mais econômico.

A tabela 14 mostra os valores totais gastos com a demanda contratada durante o período entre novembro de 2014 à janeiro de 2016.

Tabela 14- Diferentes demandas contratadas e valores finais pagos.

<b>Demanda contratada (kW)</b>	<b>Total a ser pago (R\$)</b>
250	35.605,02
245	34.892,92
240	34.247,28
235	33.658,61
230	33.155,39
225	32.756,62
224	32.680,66
223	32.633,19
222	32.915,96
221	32.901,43
220	32.915,37

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Pela tabela 14 apresentada acima, pode-se perceber que o valor atual de 250 kW contratado pelo Hospital está acima do necessário, gerando gastos desnecessários. Pelo estudo feito em (PROCEL, 2001), tem-se que o valor de 221 kW atenderia melhor à unidade consumidora, que se assumida no período analisado geraria uma economia de 2.703,59 reais mensais ao Hospital.

Com as visitas realizadas, constata-se que esse montante poderia ser revertido em melhorias para o local, como em mais assentos para as salas de espera.

A previsão, após o levantamento realizado, é de que a demanda continue com valores aproximados, pois não ocorreu alterações de impacto nas cargas ou na utilização das mesmas. Confirma-se assim, que o valor de 221 kW deve ser adotado para a próxima negociação de contrato, desde que não ocorra alterações relevantes nas premissas.

Outro ponto segundo (SANTOS et al., 2001), é que se deve controlar os gastos energéticos para que se possa evitar uma elevação desnecessária de demanda. Em (CAPELLI, 2013), apresenta-se o controlador de demanda, que pode ser utilizado se a direção do Hospital julgar viável, o qual funciona verificando a necessidade de se retirar ou não uma carga de operação para que se mantenha durante o intervalo de medição os limites preestabelecidos. Para esse trabalho, tal equipamento não é primordial para se alcançar os resultados de demanda, já que, durante o período de análise, esse valor calculado se mostrou suficiente para atender o estabelecimento.

Caso seja definida uma redução de toda a carga instalada, com aumento da eficiência dos equipamentos, deve-se realizar uma nova análise da otimização de demanda de potência (SANTOS et al., 2001).

## **5.2 Fator de Potência do Hospital Margarida**

O fator de potência é determinado pela relação entre as potências ativa e reativa durante um determinado intervalo de tempo (SANTOS et al., 2001). A energia ativa é a que realmente realiza trabalho, fazendo os equipamentos funcionarem. Já a energia reativa é consumida por cargas indutivas, sendo os motores e a iluminação as principais cargas com esta natureza.

Segundo (SANTOS et al., 2001), ao ser realizado um estudo nos faturamentos de energia elétrica, tem-se um fator de potência médio nos HFP e HP.

Tais valores devem ser comparados com o valor de referência de 0,92 que é definido pela ANEEL. O motivo de se utilizar esse valor é porque um baixo fator de potência resulta numa quantidade maior de energia reativa circulante pelas linhas de distribuição, sendo assim, haverá prejuízos para a instalação e para as linhas a qual a mesma esta ligada.

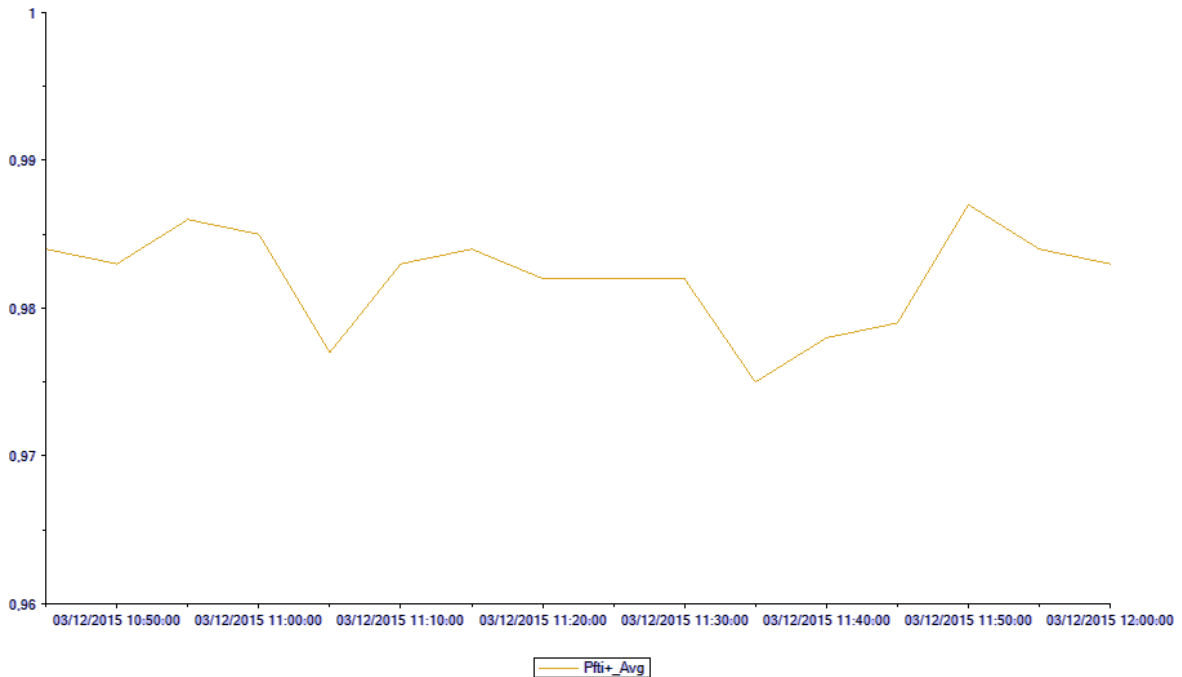
Os principais problemas encontrados com o baixo fator de potência são (CAPELLI, 2013):

- Limitação da capacidade de operação dos trafos;
- Flutuação da tensão;
- Redução da vida útil dos dispositivos de manobra;
- Perdas na linha por efeito Joule.

Como consta em (SANTOS et al., 2007), é preciso conhecer as curvas de demanda ativa e reativa para se saber o fator de potência. Para isso foi utilizado o equipamento ET-5061C para gerar direto o fator de potência a partir das curvas citadas acima.

As figuras 20, 21 e 22 a seguir, mostram o comportamento do fator de potência em um dia típico. Com sua variação no decorrer da primeira medição do dia 03 de dezembro de 2015.

Figura 20- Medição do fator de potência do dia 03 de dezembro de 2015 antes da interrupção.

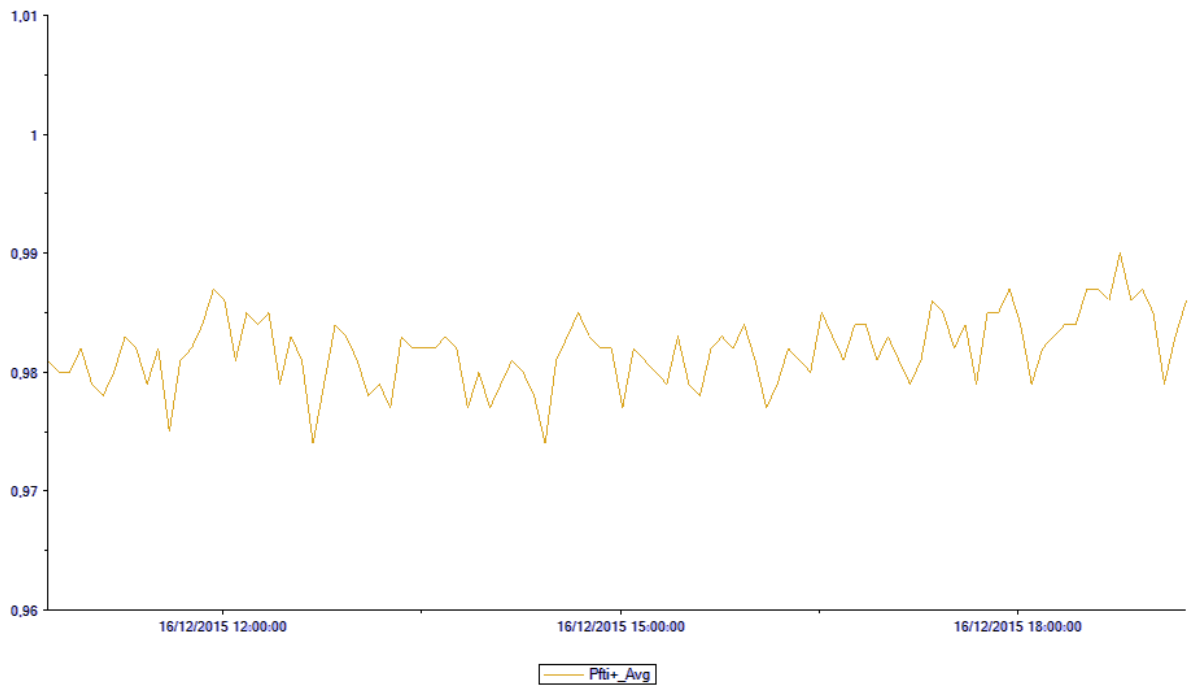


Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Segundo (SANTOS et al., 2007), a ANEEL determina um valor mínimo de fator de potência de 0,92 indutivo entre as 6 horas e 24 horas. Nas figuras 20, 21 e 22, pode-se constatar a variação ocorrida no fator de potência de caráter indutivo durante as medições. Seu valor permaneceu acima do determinado pela ANEEL durante todo o período, prevenindo assim o pagamento de multas junto à concessionária de energia. Esse fato se deve ao fato de que o local já apresenta bancos de capacitores automáticos, que são utilizados para a correção do fator de potência. Tais bancos foram instalados pela empresa AutoEnergia-LTDA no ano de 2011, já que alguns quadros de distribuição apresentavam valores menores que 0,92.

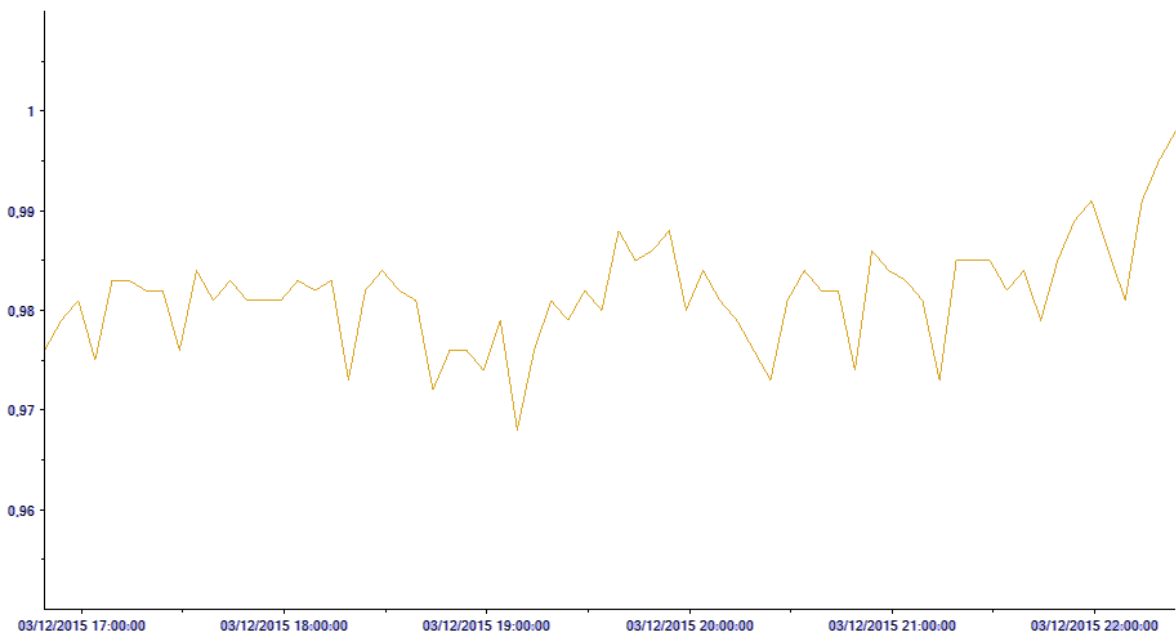
Ainda sobre as características dos bancos de capacitores automáticos, tem-se o controle do consumo de energia reativa para que não haja cobrança do excedente por parte da distribuidora, como se pode ver em (SANTOS et al., 2007). Como constatado nas faturas do Hospital (ANEXO B e D), não ocorre o pagamento por esse consumo. Portanto, não existe a necessidade de instalação de novos bancos de capacitores.

Figura 21- Medição do fator de potência do dia 16 de dezembro de 2015 equivalente ao tempo de interrupção do dia 03.



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Figura 22- Medição do fator de potência do dia 03 de dezembro de 2015 após a interrupção.



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Os bancos de capacitores foram instalados nos seguintes quadros:



- Prédio novo – andar térreo;
- Prédio novo- quarto andar;
- Prédio antigo- próximo à cozinha;
- Prédio administrativo- primeiro andar;
- Bloco cirúrgico- na sala de recuperação.

### **5.3 Indicadores de Eficiência Energética**

Com a importância de se quantificar o uso racional de energia elétrica, tem-se alguns indicadores, como os presentes em (SANTOS et al., 2001). Pode-se então determinar alguns indicadores, destacam-se os seguintes:

- Consumo específico de energia (CE);
- Fator de carga da instalação (FC);
- Custo médio de energia.

Nesse trabalho será destacado o fator de carga do Hospital, porque para a análise dos outros parâmetros seriam necessários dados que não foram levantados nesse trabalho.

#### **5.3.1 Fator de Carga da Instalação**

Segundo (SANTOS et al., 2001), este indicador é uma relação direta entre o consumo de energia e a demanda máxima de potência registrada em um mesmo período de tempo. É um indicador de eficiência, pois analisa, ao longo do tempo como a energia elétrica está sendo utilizada. Para seu cálculo, é preciso se separar

os períodos de HP e HFP. Quanto maior for o valor do indicador, menor será o custo do kWh utilizado.

Ainda segundo (SANTOS et al., 2001), tenta-se manter o fator de carga próximo ao valor mais alto obtido durante o tempo de análise, para assim se obter uma economia em cima do custo da conta mensal de energia. Sendo que o valor próximo a 1 indica o uso eficiente de energia elétrica e, ainda, um valor baixo indica que houve um consumo de energia em um horário concentrado durante curto espaço de tempo, levando assim a uma demanda elevada.

Verifica-se, após a análise da tabela 15 para HP, que o valor de janeiro de 2016 obteve um valor satisfatório de 0,72. Portanto, percebe-se que nesse mês a sistemática no modo de operação foi mais eficiente, como exposto em (SANTOS et al., 2006). Então, recomenda-se que se analise a viabilidade de se manter esse padrão para os outros meses, a fim de se manter constante ou melhorar o indicador. Se possível diminuindo o consumo de energia elétrica, pois nesse horário a tarifa é mais cara.

Já para o HFP, o maior fator de carga encontrado foi de 0,599, que é um valor baixo. Pois como dito antes, um uso racional de energia elétrica estaria próximo da unidade. Em (SANTOS et al., 2001) recomenda-se reduzir a demanda máxima (kW), mantendo o nível de consumo energético (kWh).

Por fim, após o estudo realizado no Capítulo 4, sabe-se que para o Hospital há a possibilidade de se otimizar a demanda de potência em certos períodos de tempo, evitando picos de consumo de energia elétrica em certos horários. Atitude essa que pode reduzir até o valor da demanda contratada, caso o Hospital Margarida estabeleça uma divisão de tarefas por hora, como é apresentado no capítulo seguinte. A fim de gerar economias na conta de energia elétrica.

Os dados da tabela 15 foram retirados do ANEXO B.

Tabela 15- Fator de carga em relação ao mês de análise.

<b>Fator de carga</b>		
<b>Mês</b>	<b>FC HFP</b>	<b>FC HP</b>
nov/14	0,514	0,641
dez/14	0,515	0,709
jan/15	0,526	0,665
fev/15	0,505	0,676
mar/15	0,516	0,642
abr/15	0,528	0,705
mai/15	0,483	0,714
jun/15	0,525	0,659
jul/15	0,49	0,701
ago/15	0,489	0,703
set/15	0,502	0,675
out/15	0,523	0,7
nov/15	0,501	0,7
dez/15	0,499	0,71
jan/16	0,599	0,72

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

## **6 Propostas de Eficiência Energética para o Hospital Margarida**

As propostas de eficiência energética são formuladas de acordo com os setores determinados como mais relevantes em relação ao consumo de energia, como também nos setores aonde é mais viável a aplicação dessas medidas. Segundo (DUARTE et al, 2008), o consumo de energia elétrica da unidade consumidora reflete como os usuários utilizam a mesma. Portanto, torna-se importante, antes de apresentar propostas com investimento financeiro (já que o Hospital carece de verbas para investimentos), mostrar alternativas de economia energética com a utilização de forma mais racional da energia.

### **6.1 Avaliação Geral do Uso de Energia Elétrica e Propostas de Conscientização**

Após as visitas realizadas ao Hospital e o estudo da forma de como é utilizada a energia elétrica no local, constatou-se um imensa janela de oportunidades para a aplicação de medidas simples, porém eficazes, como apresentadas em (ANEEL, 2016) e (VIANA et al., 2012). Assim, pode-se seguir o modelo proposto em (DUARTE et al, 2008) para melhor se aplicar essas medidas.

Para se aplicar esse modelo, torna-se importante apresentar aos gestores do Hospital o quanto a má utilização da energia pode ser prejudicial, gerando gastos desnecessários. Com essa visão, os mesmos podem passar aos funcionários esse modelo de pensamento eficiente, tornando mais fácil a aplicação das propostas.

Então, segundo (DUARTE et al, 2008), deve-se elaborar um plano para orientação sobre as tarefas internas que possam provocar melhorias na utilização da energia. Para isso, é proposta a formação de uma equipe interna que possa ser formada pelos funcionários da equipe técnica do Hospital, já que foi verificado que os mesmos entendem a necessidade da implementação dessas medidas.

Essa equipe deve ter como responsabilidade as seguintes funções (DUARTE et al, 2008):

- Fazer análise periódica das faturas de energia elétrica, para determinar a eficácia das propostas desse trabalho;
- Realizar procedimentos de inspeção nos equipamentos e na instalação elétrica do Hospital, de maneira a evitar desperdícios de energia;
- Palestras periódicas com o intuito de motivar e conscientizar os funcionários a utilizarem de forma racional a energia elétrica. Tais palestras são vistas como de extrema importância à medida que os resultados só são obtidos com o apoio de todos os que utilizam energia no Hospital.

Tais propostas são realizadas pelo fato de que como estudado em (ANEEL, 2016) e (VIANA et al., 2012), atitudes simples dos usuários podem gerar grandes economias. Sendo assim, temas importantes nas palestras devem versar sobre a utilização de:

- Chuveiros elétricos;
- Ar condicionados;
- Iluminação;
- Aparelhos em *stand-by*;
- Outros equipamentos, de acordo com os setores específicos.

Para a carga de iluminação, por exemplo, com um consumo diário de 908,62 kWh/dia, caso a conscientização atinja uma economia de 10% para essa carga, será obtida uma redução de 90,862 kWh por dia, com um total de 2.725,86 kWh ao mês, economizando assim 1.020,2 reais. Segundo (FEDRIGO et al., 2009), essa energia poderia suprir a energia de aproximadamente 18 residências brasileiras, em média.

## 6.2 Setor da Antiga Lavanderia e Lavanderia

Nesse setor destacam-se as cargas formadas por secadoras, calandras, centrífugas e lavadoras de roupa. Portanto a proposta para uso eficiente de energia está associada a esses equipamentos.

Considerando o elevado custo de troca dos equipamentos atuais por novos e mais eficientes e a atual situação financeira do Hospital, tal troca não é viável. Foi feito, então, um estudo sobre a forma de utilização dos equipamentos presentes, a fim de se determinar melhorias que possam otimizar seus usos e promover uma economia energética.

A figura 23 foi tirada durante as visitas e mostra o funcionamento de uma secadora presente no setor. Percebe-se que os principais equipamentos não são desligados mesmo quando não estão em uso e outro fato observado foi a utilização de forma ineficiente dos mesmos, já que eram utilizados mesmo perante pequena demanda. Como por exemplo, a secadora da figura 23 com capacidade de 50 quilogramas sendo utilizada para secar valores muito menores do que a sua capacidade por vez. Esse fato demonstra o potencial de economia presente nesse setor.

Figura 23-Secadora de roupas presente no setor.



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Na presença desse fato, junto com os funcionários da área em questão, conclui-se que a utilização dos equipamentos pode ser revista de forma a gerar um consumo menor de energia.

Com isso, gerou-se a tabela 16, apresentada a seguir, que mostra um potencial preliminar de economia de 171.120 Wh/dia, portanto uma economia de 5133,6 kWh/mês. Como se sabe que a lavanderia apenas funciona no HFP, pode-se afirmar que a economia monetária realizada pode chegar a 1921,3 reais por mês, apenas com a elaboração de um plano para melhor utilizar esses equipamentos ao longo do dia.

Tabela 16- Utilização dos equipamentos da lavanderia.

<b>Equipamen to</b>	<b>Potênci a (W)</b>	<b>Tempo de utilizaã o diária (horas)</b>	<b>Energia consumi da por dia (Wh)</b>	<b>Tempo de utilizaã o diária com a propost a</b>	<b>Energia consumi da (Wh)</b>	<b>Total economiza do (Wh)</b>
<b>Secadora 1</b>	50.000	6	300.000	3	150.000	<b>150.000</b>
<b>Centrifuga 1</b>	3.520	6	21.120	4	1.4080	<b>7.040</b>
<b>Centrifuga 2</b>	3.080	4	12.320	2	6.160	<b>6.160</b>
<b>Lavadora 1</b>	2.200	6	13.200	4	8.800	<b>4.400</b>
<b>Lavadora 2</b>	1.100	4	4.400	4	4.400	<b>0</b>
<b>Calandra</b>	1.760	6	10.560	4	7.040	<b>3.520</b>
<b>Secadora 2</b>	330	2	660	2	660	<b>0</b>
<b>Calandra 2</b>	550	2	1.100	2	1.100	<b>0</b>
<b>Total por dia</b>	-	-	-	-	-	<b>171.120</b>
<b>Total economiza do por mês (R\$)</b>	-	-	-	-	-	<b>1921,3</b>

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Ainda é sabido que a economia pode ser ainda maior caso haja total empenho dos funcionários. Também há de se saber que tais medidas não devem interferir no bom funcionamento da lavanderia, pois esse setor apresenta uma importância significativa para o Hospital. Por isso, vale ressaltar que todo levantamento de dados foi realizado com o auxílio dos funcionários locais a fim de não apresentar propostas inviáveis. Tais medidas de organização e planejamento de execução de tarefas para se alcançar economia de energia estão presentes nas



referências, como em (CAPELLI, 2013) e (ANEEL, 2016), que citam a importância de se atuar na mudança de hábitos e processos para se economizar.

### **6.3 Setor de Apartamentos e Leitos**

Nesse setor, as cargas dos chuveiros elétricos se sobrepõem, apresentando uma grande carga instalada, como mostrado no Capítulo 4. Portanto, além das propostas do item 6.1. é apresentada uma proposta para tornar esses equipamentos mais eficientes e assim minimizar o consumo energético. Para isso, foi analisada a proposta de aquecimento de água por energia solar, sendo feita uma análise econômica de acordo com o tempo de retorno de capital (SANTOS et al., 2001).

Para (SANTOS et al., 2001), nesse método tem-se a oportunidade de se determinar em quanto tempo os investimentos são superados pelos benefícios.

Projeto semelhantes, utilizando metodologia de aquecimento de água por meio da energia solar, já são vistos no estado de Minas Gerias com o apoio da CEMIG (CEMIG, 2016 D).

Um dos projetos apresentados em (CEMIG, 2016 D) mostra o sistema de aquecimento instalado no Hospital Regional de Betim, onde o sistema promoveu uma redução de R\$ 260 mil nos gastos anuais com a fatura de energia elétrica, provando a eficácia do projeto. Outro projeto descrito em (COSTA; BATISTA, 2016) mostra uma economia de 1.180.234,13 de reais em um projeto para 10 hospitais, com investimento inicial de aproximadamente 8,5 milhões de reais. Demonstrando assim que o aquecimento solar para hospitais é viável.

O objetivo desse trabalho não é descrever o sistema de aquecimento solar e seu funcionamento, mas sim como o mesmo pode ajudar no PEE do Hospital Margarida.

Como apresentado anteriormente, a carga total instalada com chuveiros elétricos no Hospital é de 18% da carga total, sendo um total de 86 chuveiros instalados (elétricos e não elétricos), segundo a direção do Hospital. Há, ainda, a

existência de um sistema de aquecimento solar de água para 56 chuveiros, cedido pela CEMIG, como parte de uma campanha de economia de energia. Porém, ainda não em funcionamento por falta de uma equipe técnica para finalização da instalação. Sendo o setor de apartamentos e leitos responsável por 93.500 W instalados com chuveiros elétricos, pode-se estimar uma economia nesse setor com o funcionamento correto do sistema de aquecimento.

Pode-se afirmar, com base em constatações por meio das visitas realizadas, que 100% dos chuveiros desse setor são utilizados diariamente e que os usuários tomam pelo menos um banho por dia. Segundo (COSTA; BATISTA, 2016), como citado anteriormente, o tempo médio de uso do chuveiro é de 35 minutos por dia. Utilizando apenas a tarifa de HFP (caso haja conscientização dos usuários para evitarem o HP), seriam consumidos por mês 1.636,25 kWh com os 17 chuveiros elétricos do setor e uma economia de 612,4 reais será obtida.

Porém, com utilização total do potencial instalado de aquecimento solar, abastecendo os 56 chuveiros, onde todos chuveiros são de 5,5 kW, o Hospital estará deixando de consumir 5.390 kWh e economizando 2.017,2 reais por mês. A tabela 17 a seguir resume esses valores.

Tabela 17- Gastos com chuveiros elétricos.

<b>Chuveiros (quantidade)</b>	<b>Potência total (kW)</b>	<b>Tempo de uso por mês (horas)</b>	<b>Energia consumida (kWh/mês)</b>	<b>Economia por mês (R\$)</b>
17	93,5	17,5	1.636,25	612,3813
56	308	17,5	5.390	2017,256

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

O custo levantado pela direção para término da instalação do sistema de aquecimento solar é de 6.000 reais. Deste modo, por meio da análise de tempo de retorno de capital, constata-se que levaria cerca 3 meses para o retorno do investimento.

Sendo assim, a primeira proposta para esse setor é pôr em funcionamento um equipamento já presente no Hospital, mas que ainda não funciona por não se ter uma visão de seus objetivos.

Sugere-se que, após a conclusão dessa etapa, realize-se novamente medições para se determinar a economia alcançada é compatível com a prevista

nesse trabalho e, assim, determinar a instalação de outro sistema de aquecimento solar para atender as diversas atividades realizadas que possam ser supridas por esse aquecimento. Podendo assim se atingir níveis ainda maiores de economia.

#### **6.4 Cargas de Iluminação**

Sabe-se que para um projeto mais adequado de iluminação, deve-se realizar o projeto de luminotécnico. Mas, esse trabalho visa à redução no consumo de energia elétrica. Portanto, é tratado apenas o efeito do rendimento energético das tecnologias de lâmpadas (CAPELLI, 2013).

O conceito de iluminância torna-se importante para essa seção. Portanto, segundo (CAPELLI, 2013), esse conceito quantifica a luz que incide sobre uma área por segundo, sendo sua unidade de medida o lux.

As propostas para o PEE para as cargas de iluminação tomam como base conceitos apresentados em (SANTOS et al., 2001) e (CAPELLI, 2013), e como motivação resultados alcançados por (ROMÉRIO; REIS, 2012) e (ROMANINI et al, 2006).

A princípio, apresenta-se uma proposta simples, porém eficiente, para as cargas de iluminação de corredores do Hospital, pois nas visitas realizadas se percebeu a utilização de forma inadequada das mesmas em alguns pontos. A figura 24 mostra a utilização de iluminação artificial mesmo com a iluminação natural presente. Assim, como ocorre em outros pontos do Hospital. A seção 4.1.4. mostra que a utilização de lâmpadas durante um dia típico é de 70% no intervalo de tempo compreendido das 7 às 18 horas. Esse uso, em dias ensolarados, pode ser evitado (leva-se em consideração que maior parte das visitas ocorreu durante os meses entre setembro e dezembro de 2015, meses de tempo mais ensolarado).

Portanto, apenas uma mudança de hábitos na utilização dessa iluminação já acarretaria benefícios energéticos. Porém, essas propostas de adequar-se o hábito de consumo devem ser alcançadas pelas medidas previstas na seção 6.1.

Alguns pontos apresentados por (CAPELLI, 2013) podem ser aplicados ao Hospital, tais como:

- Análise da probabilidade da utilização de sensores de presença em *halls*, banheiros e outros locais apropriados;
- Controle da iluminação externa, com a possibilidade de se utilizar um temporizador, para evitar a ocorrência de iluminação natural e artificial ao mesmo tempo;
- Realização de um projeto luminotécnico para utilizar em cada local o nível de iluminância mais adequado e distribuição das luminárias de forma mais adequada;
- Limpeza das luminárias e lâmpadas;
- Limpeza das janelas;
- Utilização de reatores com alto fator de potência;
- Lâmpadas desligadas, na ausência de pessoas;
- Uso de cores claras nas paredes;
- Utilização de interruptores independentes.

Figura 24-Foto de um dos corredores do Hospital.



Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Assim, tendo por base (ROMÉRIO; REIS, 2012), visa-se à elaboração de uma proposta com o uso mais eficiente de energia no sistema de iluminação, com o intuito de reduzir o consumo de energia por esse sistema e também reduzir a demanda contratada do Hospital. Para isso, propõe-se a substituição das lâmpadas fluorescentes (grande maioria das presentes no Hospital) e das incandescentes por lâmpadas com tecnologia mais eficiente. Em (ROMÉRIO; REIS, 2012), propõe-se a troca dessas por lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, fluorescentes compactas e fluorescentes trifósforo. Já em (ROMANINI et al, 2006), propõe-se a troca pelo mesmo tipo de lâmpada, porém com potência menor, fator de potência do reator maior e luminárias com grau de reflexão maior. Ambos os trabalhos apresentam bons resultados em termos de obtenção de maior eficiência energética.

A medida proposta por esse trabalho é a troca das lâmpadas atuais por lâmpadas de LED, pois como apresentado em (ZANIN et al., 2015) e (BLEY, 2012), as mesmas apresentam benefícios como elevada eficiência energética e redução do

impacto ambiental, uma vez que as mesmas não possuem componentes tóxicos na sua estrutura, diferentemente de outras tecnologias.

Além disso, o LED apresenta excelentes índices luminotécnicos quando comparado com a demais lâmpadas. A durabilidade também é um fator importante, pois elas podem durar mais de 50 mil horas, (ZANIN et al., 2015). Entretanto a maior desvantagem do LED segundo (BLEY, 2012) é seu preço médio, requerendo assim um alto investimento inicial, portanto para o caso analisado do Hospital sugere-se a troca de forma gradual, e sempre antes que ocorra o investimento para troca seja realizada uma análise financeira de tempo de retorno de capital, para determina se a troca resulta na economia esperada. Porém, como visto ainda em (BLEY, 2012), o preço dessa tecnologia está decrescendo gradativamente no decorrer dos anos.

Outro ponto importante citado por esses artigos é o fato de que com o aumento da tarifa energética, como ocorreu no país nos últimos anos, o tempo de retorno de capital no investimento em LED diminuiu, pelo fato da mesma apresentar um nível de eficiência elevado e também devido à queda no preço dessa tecnologia. Portanto é importante observar o mercado de lâmpadas para se determinar o momento exato de realizar os investimentos.

Com base em (de SOUZA et al., 2015), tem-se na tabela 18 uma comparação do consumo de potência entre as lâmpadas de LED, incandescentes e fluorescentes. A comparação é feita considerando uma mesma luminosidade.

Tabela 18- Comparação entre diferentes tipos de lâmpadas.

<b>LED</b>	<b>Incandescente</b>	<b>Fluorescente</b>
2 W	25 W	-
5 W	40 W	11 W
7 W	60 W	15 W
9 W	75 W	18 W
11 W	100 W	24 W
16 W	150 W	30 W
20 W	250 W	42 W

Fonte: (de SOUZA et al., 2015).

Pela tabela 18, pode-se elaborar uma prévia de economia de energia que pode ocorrer no Hospital, caso algumas dessas lâmpadas sejam trocadas. A tabela 19 mostra o valor economizado por dia pela troca de lâmpadas fluorescentes de 42 W e 24 W (as mais presentes no Hospital) por lâmpadas de LED de 20 W e 11 W.

Valores que seguem o padrão de comparação da tabela 18 (procurando os valores mais próximos). E, levando em consideração que essas lâmpadas funcionem no HFP, durante 11 horas, conforme a tabela 11.

Tabela 19- Total economizado na troca de lâmpadas.

	<b>Quantidade de lâmpadas</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Tempo de utilização (horas/mês)</b>	<b>Energia gasta (kWh)</b>	<b>Custo HFP (R\$/mês)</b>
<b>Fluorescente</b>	50	40	330	660	247,0109
	50	25	330	412,5	154,3818
<b>LED</b>	50	20	330	330	123,5055
	50	11	330	181,5	67,92801
				<b>Total economizado (R\$)</b>	209,9593

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Sabe-se, como já citado nesse trabalho, que o número de lâmpadas no Hospital é maior que o apresentado na tabela 19 e que o número de horas de utilização também é superior ao citado. Porém, utilizou-se esses valores apenas como base para a comparação. Portanto, entende-se que a economia gerada seria ainda é maior à apresentada na tabela 19. Além disso, indica-se a troca das lâmpadas que são utilizadas com maior frequência para aumentar assim a economia.

Pelo valor calculado na tabela 19, tem-se que em um mês se economiza 561 kWh, ou seja, 209,9 reais. O tempo de retorno necessário para esse investimento é de aproximadamente 13 meses, resultado esse obtido com dados da tabela 20, analisando apenas o consumo de energia no HFP.

Tabela 20- Custo do investimento em LED.

<b>Potência (W)</b>	<b>Preço unitário do LED (R\$)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo (R\$)</b>
20	33,52	50	1.676
12	19,9	50	995
		<b>Total (R\$)</b>	<b>2.671</b>

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A tabela 20 apresenta o preço obtido para lâmpadas de LED de 20 W e 12 W, respectivamente presentes em (ENCONTRE LEDS, 2016) e (BRASIL ILUMINAÇÃO, 2016). O valor de 12 W foi adotado para substituir a de 11 W, pois a mesma não foi encontrada comercialmente.

Outro aspecto a favor das lâmpadas de LED é o fato de que para o Hospital não precisaria da contratação de mão de obra para a retirada das lâmpadas antigas e a instalação das novas, já que se considera que essa simples troca pode ser realizada pelos próprios funcionários.

## **6.5 Cargas de Condicionamento de Ar**

Apesar de não terem ocorrido visitas que pudessem gerar um estudo conclusivo sobre a forma de utilização dos equipamentos de condicionamento de ar, nem mesmo sobre suas eficiências, pode-se, no entanto, sugerir algumas medidas que permitem utilizá-los de forma mais econômica.

Segundo (CAPELLI, 2013), essas são algumas práticas para esses sistemas que podem resultar em bons resultados:

- Se possível, utilizar isolamento no teto e nas paredes;
- Em caso de reformas, aproveitar para mudar a cor dos telhados para cores claras, e assim minimizar a absorção de calor;
- Instalar películas nos vidros que diminuam os ganhos de calor, sejam essas de plástico ou reflexivas. Porém, deve-se alcançar um ponto de equilíbrio entre a economia com o condicionamento de ar e a iluminação, pois sabe-se que essas películas diminuem a iluminação natural;
- Manter vedações nas portas e janelas;
- Utilizar sensores de temperatura para que se possa controlar a temperatura de melhor forma, evitando assim utilizar os aparelhos quando não necessário;



- Realizar manutenções preventivas, com o intuito de evitar vazamentos, ruptura do sistema de isolamento ou qualquer outra situação que possa implicar em um funcionamento inadequado do aparelho;
- Cálculo de carga térmica;
- Troca de aparelhos antigos por aparelhos com selo de eficiência PROCEL.

Essas medidas não são as únicas. Porém podem gerar uma economia significativa de energia elétrica para esse setor, pois como já dito, o setor de condicionamento de ar representa elevado consumo de energia (SANTOS et al., 2001).

Como não houve acesso a todos os setores com a presença do sistema de condicionamento de ar, não se pode estimar o consumo total desse sistema. Porém, estima-se que com as práticas de eficiência adotadas, consiga-se atingir uma economia considerável no consumo (CAPELLI, 2013).

Para estimar-se essa economia, utiliza-se como base o estudo realizado por (JUNIOR, 2006), onde foi realizado um projeto de eficiência energética nos equipamentos de ar condicionado do tipo janela em hospitais de pequeno porte, como o Hospital Margarida, cuja proposta envolve um cálculo de carga térmica para determinar a necessidade de se aumentar ou reduzir a capacidade dos equipamentos. Com isso, obteve-se uma redução de 68,6 MWh/ano, com tempo de retorno do investimento de 3 meses. Caso atinja-se um resultado parecido, como esperado, para o Hospital analisado nesse trabalho, isso acarretaria em uma economia de aproximadamente 2.139,5 reais por mês. Sabendo que a maioria dos equipamentos desse tipo funcionam no HFP, em partes administrativas e em consultórios, dentre outros locais que funcionam em horário comercial.

## **6.6 Demais Setores do Hospital**

Nos demais setores do hospital, onde as visitas foram feitas, pode-se perceber uma utilização de forma inadequada da energia elétrica, sendo que

equipamentos como computadores, televisões, ventiladores e outros permaneciam em funcionamento mesmo quando não usados. Portanto, nesses setores, as aplicações das considerações feitas na seção 6.1. podem se refletir em considerável economia de energia. Sendo o setor administrativo um dos que mais podem ser beneficiados com essa prática.

Nesse setor, que funciona durante o horário administrativo, das 7 às 17 horas, percebeu-se a falta de conscientização para a utilização racional de energia, como por exemplo, equipamentos como computadores e ventiladores ligados em horário de almoço e ausência de usuários. Estão presentes 20 computadores, totalizando uma potência de 3000 W.

Pela tabela 21, pode-se estimar uma economia para essa carga apenas com o uso mais consciente.

Tabela 21- Economia gerada com a carga composta por computadores.

	<b>Potência total (W)</b>	<b>Tempo de uso no mês (horas)</b>	<b>Energia consumida (kWh)</b>	<b>Gasto (R\$)</b>
<b>Uso normal</b>	3000	300	900	336,8331
<b>Uso consciente</b>	3000	180	630	235,7832
<b>Economia</b>			<b>270</b>	<b>101,0499</b>

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Pela tabela 21, estima-se que com medidas de conscientização, reduzindo o tempo em que os equipamentos permanecem ligados mesmo sem utilização e com cronograma para utilização desses equipamentos, alterando assim de 10 horas para 7 horas, o seu uso, alcança-se uma economia monetária de 101,05 reais aproximadamente, por mês. Comprovando, assim, a eficácia das propostas.

## 6.7 Reavaliação da Demanda Contratada e Novo Estudo Tarifário

Com a adoção das medidas propostas espera-se que seja alcançado um valor significativo na redução do consumo e da demanda. Sendo assim, analisou-se três diferentes hipóteses na redução do valor da demanda para que se possa verificar a diferença entre as modalidades tarifárias. E considerou-se também uma redução no consumo para se verificar qual das reduções terá maior impacto na economia com a conta de energia.

Considerou-se a redução no consumo total de 27%, que foram os resultados médios obtidos em 16 hospitais presentes em (DUARTE et al, 2008) o que geraria uma redução aproximada no custo da conta de energia elétrica de 25,4% quando compara-se as tabelas 22 e 23, aplicando-se os dados do ANEXO A.

Tabela 22- Consumo antes da redução por meio da implementação das medidas de eficiência.

Período	Consumo kWh			
	HP (kWh)	HFP (kWh)	Total (kWh)	Total (R\$)
fev/15	8050	83300	91.350	43.910,06
mar/15	7700	70700	78.400	38.743,94
abr/15	8400	79450	87.850	42.919,63
mai/15	7000	70700	77.700	37.843,01
jun/15	8400	79800	88.200	43.050,62
jul/15	8750	75250	84.000	41.798,20
ago/15	7000	75950	82.950	39.807,87
set/15	7350	76300	83.650	40.389,32
out/15	7350	79800	87.150	41.699,23
nov/15	7700	78050	85.750	41.494,74
dez/15	7700	78050	85.750	41.494,74
jan/16	7350	91000	98.350	45.890,93
<b>Total</b>				499.042,30

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Tabela 23- Consumo com a redução por meio da implementação das medidas de eficiência.

Período	Consumo			
	Ponta (kWh)	Fora Ponta (kWh)	Total (kWh)	Total (R\$)
fev/15	5876,5	60809	66.686	32.695,24
mar/15	5621	51611	57.232	28.923,96
abr/15	6132	57998,5	64.131	31.972,22
mai/15	5110	51611	56.721	28.266,29
jun/15	6132	58254	64.386	32.067,84
jul/15	6387,5	54932,5	61.320	31.153,58
ago/15	5110	55443,5	60.554	29.700,64
set/15	5365,5	55699	61.065	30.125,10
out/15	5365,5	58254	63.620	31.081,33
nov/15	5621	56976,5	62.598	30.932,05
dez/15	5621	56976,5	62.598	30.932,05
jan/16	5365,5	66430	71.796	34.141,27
<b>Total</b>				371.991,56

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Os valores mostrados nas tabelas 22 e 23 são sem o desconto ofertado ao Hospital. Seguindo apenas os valores comerciais da THV fornecido pela distribuidora de energia.

Já para demanda foi considerado que possa ser alcançado valores de redução de 10%, 15% e 20%, para se determinar qual seria a tarifa mais adequada. Tais valores de redução encontram-se na tabela 24.

Tabela 24- Diferença entre os preços da tarifa azul e verde.

	<b>Redução de 10%</b>	<b>Redução de 15%</b>	<b>Redução de 20%</b>
<b>Período</b>	<b>T.Azul p/ Verde.</b>	<b>T.Azul p/ Verde.</b>	<b>T.Azul p/ Verde.</b>
<b>Fev/15</b>	9.313,80	8.882,10	8.450,40
<b>Mar/15</b>	8.671,72	8.240,02	7.808,33
<b>Abr/15</b>	8.902,40	8.470,70	8.039,00
<b>Mai/15</b>	9.001,41	8.569,71	8.138,01
<b>Jun/15</b>	8.924,81	8.493,11	8.061,42
<b>Jul/15</b>	8.468,58	8.036,88	7.605,18
<b>Ago/15</b>	9.337,62	8.905,93	8.474,23
<b>Set/15</b>	9.195,20	8.763,50	8.331,80
<b>Out/15</b>	9.419,34	8.987,64	8.555,95
<b>Nov/15</b>	8.998,12	8.566,43	8.134,73
<b>Dez/15</b>	8.977,60	8.545,90	8.114,21
<b>Jan/16</b>	10.136,61	9.704,91	9.273,21
<b>Total</b>	<b>109.347,19</b>	<b>104.166,83</b>	<b>98.986,47</b>

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

A tabela 24, onde se vê a diferença entre os preços da tarifa azul para a verde, percebe-se que com as reduções na demanda, a tarifa verde continua sendo mais vantajosa do que a azul. Essa diferença é na realidade ainda maior devido ao desconto especial cedido ao Hospital por parte da concessionária que fornece energia elétrica. Para a redução na demanda de 20% e a redução no consumo total de 27%, é alcançada uma redução na conta de energia elétrica de 27% aproximadamente, com os dados do ANEXO A. Portanto, percebe-se que esse valor

é próximo ao valor encontrado com a redução apenas no consumo total analisado anteriormente de 25,4%, podendo afirmar assim que o PEE deve-se concentrar mais na redução do consumo.

## **6.8 Energia Solar**

Para a redução dos gastos com energia elétrica por parte do Hospital, ainda é proposta a utilização de uma fonte de energia renovável pela qual o Hospital não pagaria por ela e as despesas compreendem apenas a compra dos equipamentos, instalação e manutenção.

Para tanto, foi realizado um orçamento com uma empresa especializada no ramo de energia solar, para que se possa instalar o sistema de geração de energia. Com isso, pode-se determinar a viabilidade econômica para a instalação do mesmo.

O Hospital possui grande área com incidência dos raios solares, como verificado nas visitas realizadas, tais como telhados e estacionamento. Possibilitando assim a aplicação dessa tecnologia.

Com isso, a proposta é que o Hospital possa gerar parte da energia que consome, cerca de 10% da energia média consumida. Esse sistema apresenta muitas vantagens, como ser uma geração sem emissão de poluentes, diversificação da matriz brasileira de energia, incentivos governamentais, entre outros (ANEEL, 2014).

Foi verificado, com o estudo das contas de energia elétrica que o consumo médio é de 86.375,7 kWh. Portanto, caso se deseje produzir 10% desse consumo, seria preciso gerar 8.637,57 kWh. Utilizando os dados cedidos pela empresa Solar Energy do Brasil, gerou-se a tabela 25.

Tabela 25- Custo do sistema de geração de energia solar.

<b>Energia (kWh/mês)</b>	<b>Preço (R\$)</b>
875	19.550
8.637,6	192.988,7

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

Pelo ANEXO E, cedido pela empresa responsável, observa-se que para gerar 875 kWh/mês necessita-se de 23 Módulos Solar Fotovoltaico *Canadian* 260W. Portanto, para gerar o esperado para o Hospital seria necessário 227 desses módulos, com um custo total de 192.988,70 reais. Supondo que a mão de obra presente no Hospital possa ser responsável pela instalação, necessitando apenas de um projetista de matérias para a instalação. Pode-se estimar um aumento nas despesas pontuais em 30% como sugerido pela Solar Energy do Brasil. Assim, o custo total seria de 250.885,30 reais. O tempo de retorno de capital será analisado tendo por base a tarifa da HFP, pois sabe-se que a geração da energia se daria nesse horário.

O valor associado ao mesmo montante de energia adquirido da distribuidora seria de 3.232,7 reais mensais. Portanto, o retorno do investimento se dá após 77,6 meses aproximadamente, ou 6 anos e 6 meses. Sabendo-se que a energia fornecida pelo sol não se esgota nesse tempo e que a produção pode continuar pelo menos pelo tempo de garantia do produto que é de 25 anos, como afirmado pela Empresa Solar Energy do Brasil e o Hospital deve continuar a operar, como a direção alega, o investimento pode ser considerado proveitoso por quase duas décadas, gerando energia com seus investimentos já pagos.

## 7 Considerações Finais

O estudo de eficiência energética e a apresentação das propostas ao Hospital Margarida foram motivados por alguns fatores, como o aumento das tarifas energéticas, a crise hídrica enfrentada pelo país e a redução dos custos do Hospital. Além de bons resultados alcançados em outros trabalhos, com o mesmo intuito.

Com o estudo tarifário, pode-se perceber a importância crescente das práticas de eficiência energética pelo fato da criação das bandeiras tarifárias, que aumentam o valor a ser pago pelo consumidor de acordo com as condições de geração enfrentadas pelo país. Também se confirmou que a tarifa praticada pelo Hospital, a horossazonal verde, é realmente a mais vantajosa.

Durante as visitas, foi feita a caracterização da instalação, podendo assim separar as cargas por setores. Com isso determinou-se os setores com maiores cargas instaladas e equipamentos presentes, fato esse de extrema importância para se otimizar as propostas de uso eficiente da energia elétrica. Alguns dos setores que se sobressaíram foram os da antiga lavanderia e apartamentos e leitos, condicionamento de ar e iluminação. Assim, propostas para esses setores foram apresentadas.

Outro procedimento realizado foi o levantamento da curva de demanda do Hospital, que possibilitou encontrar o horário de maior demanda e assim serem feitas considerações importantes sobre isso. Uma consideração mostrada é que a maior demanda ocorre fora do HP, algo que é positivo. Com a análise feita, verificou-se que é possível evitar esses picos apenas com medidas simples como mudança nos horários de funcionamento de equipamentos não vitais do Hospital.

Para a demanda contratada, verificou-se que atenderia melhor as necessidades do local a sua redução para 221 kW, ao invés dos 250 kW contratados. Esse valor não otimizado gerou um prejuízo de 2.703,59 reais ao Hospital durante o período de 15 meses.

No estudo do fator de potência da unidade consumidora, viu-se que o mesmo apresenta um valor bom e que não é cobrado nenhum valor pelo consumo de



energia reativa, algo que pode ser justificado pela presença de bancos de capacitores na instalação. Outro indicador analisado foi o fator de carga, que como discutido apresenta um valor muito abaixo do ideal. Porém, espera-se que após a implantação de algumas medidas propostas, possa ser atingido um valor mais satisfatório.

Nas propostas realizadas, atingiu-se um valor base de economia por mês de 19.797,13 kWh, que equivale a 7.409,15 reais. Isso representa um valor, quando comparado com o consumo médio mensal no período de novembro de 2014 a janeiro de 2016, de 86.375,7 kWh/mês, uma redução de 22.9%. Esses valores são obtidos apenas com uma análise prévia de economia em alguns setores, mas pode-se obter resultados mais expressivos como o valor de 27%, por exemplo, presente em umas das referências. Percebe-se também que a redução no consumo apresenta uma redução mais significativa na conta de energia elétrica, quando comparado com a redução na demanda.

Outro fato encontrado, importante de se destacar, é a ocorrência de atraso nos pagamentos das faturas de energia elétrica pelo Hospital, que acarretam em multas, tornando maior o valor a ser pago. Um exemplo é o valor de 770,37 reais cobrados em forma de multa, que pode ser evitado no ANEXO D. Portanto, a direção do Hospital deve se planejar para o pagamento nas datas corretas, a fim de evitar essas cobranças.

Ainda nas propostas para um uso mais eficiente da energia, encaixa-se a utilização da energia solar, que pode ser implementada pelo Hospital pois apresenta bons resultados a longo prazo. Ficando para o Hospital a escolha de quando irá implementar. Nesse trabalho está presente apenas uma sugestão.

Além disso, sugere-se ao fim da implementação das propostas, a realização de novas medições para verificar a eficácia das propostas. Para a o setor de iluminação, é válido realizar uma pesquisa com os usuários para determinar se a iluminação ficou satisfatória e sem prejudicar as atividades. Também a possibilidade da automatização de alguns setores como lavanderia, iluminação, condicionamento de ar podem levar a economias ainda maiores.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. ANEEL aprova novos valores das bandeiras tarifárias. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=8415&id\\_area=90](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8415&id_area=90)>. Acesso em: 22 mar. 2016.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Brasília: [s.n.], 2014. 32 p.

BLEY, Francis Bergmann. LEDs versus Lâmpadas Convencionais Viabilizando a troca. Curitiba: Especialize, 2012.

BRASIL ILUMINAÇÃO. TUBO LED BASIC 20W. Disponível em: <<http://www.brasililuminacao.com.br/produto/tubo-led-basic-20w/>>. Acesso em: 24 maio 2016.

CAMPOS, Clarisse Cordeiro. Eficiência energética em edifícios hospitalares obtida por meio de estratégias passivas: Estudo de redução do consumo com climatização artificial para arrefecimento do ar em salas de cirurgia. 2013. 365 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - USP, São Paulo, 2006.

CAPELLI, Alexandre. Energia Elétrica: Qualidade e Eficiência para Aplicações Industriais. 1ª. ed. São Paulo: Érica, 2013. 272 p.

CEMIG. Valore de Tarifas e Serviços. Disponível em: <[https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores\\_de\\_tarifa\\_e\\_servicos.aspx](https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx)>. Acesso em: 12 fev. 2016 A.

CEMIG. Bandeiras Tarifárias. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/Bandeiras\\_tarif%C3%A1rias.aspx](http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/Bandeiras_tarif%C3%A1rias.aspx)>. Acesso em: 12 fev. 2016 B.

CEMIG. CEMIG Ressalta Medidas para Economia de Energia no Verão. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/Paginas/cemig-economia-de-energia-verao.aspx>>. Acesso em: 03 jan. 2016 C.

CEMIG. Projeto Solar Instala Sistema de Aquecimento no Hospital Regional de Betim. Disponível em: <[https://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/Paginas/projeto\\_solar.aspx](https://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/Paginas/projeto_solar.aspx)>. Acesso em: 30 maio 2016 D.

COSTA, Cristiano Magalhães ; BATISTA, Thiago Douglas Ribeiro . O Desafio dos Sistemas de Aquecimento Solar em Hospitais Públicos . Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/ptbr/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/sustentabilidade/nossos\\_programas/Eficiencia\\_Energetica/Documents/SOLARHOSPITAIS\\_Cristiano.pdf](http://www.cemig.com.br/ptbr/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Eficiencia_Energetica/Documents/SOLARHOSPITAIS_Cristiano.pdf)>. Acesso em: 30 maio 2016.

de Souza, C. C., Vilela, F. T. C. V., Oliveira, M. T., & dos Santos Vieira, R. Contabilidade Ambiental: Pequenas Atitudes Grandes Mudanças, 2015.

DEUS, R. B. Sistemas de Controle para Balanceamento de Fases Elétricas. 2007. 74 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - UFOP, Ouro Preto, 2007.

DUARTE P. P.F, PETRY B.M., KLAUCK M.H., MOREIRA D.R., “Proposição e Aplicação de Metodologia para o Uso Eficiente da Energia em Sistemas Hospitalares”, In IEEE, 7º encontro de Energía, Potencia, Instrumentación y Medidas. 16 y 17 de Octubre del 2008, Montevideo-URUGUAY.

ENCONTRE LEDS, LÂMPADA LED A60 12W BULBO 12W BIVOLT GOLDEN BRANCA | AMARELA. Disponível em: <<http://www.eleds.com.br/lampada-bulbo-led-a60-12w-bivolt-golden-branca-amarela.html>>. Acesso em: 24 maio 2016.

FEDRIGO, Nátalia Sens; GONÇALVES, Guilherme; LUCAS, Paulo Figueiredo. Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro. 2009. 104 p. Relatório (Relatório de Iniciação Científica) - USFC, Florianópolis, 2009.

GUELLER, H. S. Revolução Energética. Políticas para um futuro sustentável. Editora Relume Dumará. 2003.

HENRIQUES, Flávia. Provedor do Hospital Margarida nega fechamento da maternidade. Disponível em:<<http://www.defatoonline.com.br/noticias/ultimas/21-11-2011/provedor-do-hospital-margarida-nega-fechamento-da-maternidade>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

JÚNIOR, Raunilo Hypolito Vargas. Análise do Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Hospitais Públicos de Pequeno Porte no Brasil: Sistemas de Iluminação e Ar Condicionado do Tipo Janela: qualidade e eficiência para aplicações industriais. 206. 197 p. dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético.) - UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

LEITE, Fábio Correa. Modelamento da Eficiência Energética para o Gerenciamento Sustentável no Setor Industrial pela Medição e Verificação. 2010. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)- USP, São Paulo, 2010.

MATELLI, José Alexandre. Sistemas de Cogeração Baseados em Células-combustível Aplicados em Hospitais. 2001. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - UFSC, Florianópolis, 2001.

MELLO J.C., “O desafio da eficiência energética”, Workshop Internacional de energia Elétrica”, Patrocínio Andrade&Canellas, 2006 <[www.acenergia.com.br](http://www.acenergia.com.br)>. Acesso em: 24 maio 2016.

MINIPA. Proposta Técnica: Analisador de Energia Modelo: ET-5061C. Disponível em:<<http://www.minipa.com.br/Content/img/proposta/E2I2E9I7-ET-5061C-1302-BR.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2016.

MINISTÉRIO DE ENERGIA, “Informe de auditoria energética del hospital San Jose de Victoria”, informe técnico, Chile 2010.

NATURESA, Jim Silva. Eficiência Energética, Política Industrial e Inovação Tecnológica. 2011. 229 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - UNICAMP, Campinas- SP, 2011.

PROCEL. Manual de Tarifação da Energia Elétrica: Programa Nacional de Conservação de Energia. Maio de 2001, 44.

RIBEIRO, Alexandre dos Santos. Soluções para Microssistema Elétrico Eficiente abastecendo Centro Cirúrgico Móvel na Amazônia. 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - USP, São Paulo, 2010.

ROMANINI M.D.E, JANNUZZI G.M., RUPPERT F.P.E., SILVA J.H.X., “Projeto de Eficiência Energética no Hospital de Clínicas da UNICAMP”, In: Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, Belo Horizonte. XVII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, 2006.

ROMÉRIO, Marcelo de Andrade; REIS, Lineu Belico dos. Eficiência Energética em Edifícios. 1ª edição. ed. Barueri- SP:Manole, 2012. 195 p.

SANTOS, Afonso Henrique Moreira et al. Eficiência Energética: Teoria e Prática. 1ª. ed. Itajubá: Fupai, 2007. 224 p.

SANTOS, Afonso Henrique Moreira et al. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos. 1ª. ed. Itajubá: EFEI, 2001. 467 p.

SANTOS, Afonso Henrique Moreira et al. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos. 3ª. ed. Itajubá: EFEI, 2006. 621 p.

TIOZO, Carla. Métodos de Gestão de Projetos Aplicados aos Programas de Eficiência Energética da ANEEL. 2012. 208 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - UNICAMP, Campinas- SP, 2012.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho et al. Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações. 1ª edição. ed. Campinas- SP: [s.n.], 2012. 314 p.

ZANIN, A., BAGATINI, F.M., BARICHELLO, R., TIBOLA, A., Análise do Custo x Benefício na troca de Lâmpadas Convencionais por Lâmpadas LED: O Caso de uma Universidade Comunitária do Sul do Brasil. XXII Congresso Brasileiro de Custos – Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 11 a 13 de novembro de 2015.

## ANEXO A

Os valores da planilha da figura 25 estão em vigor desde abril de 2015, com valores atualizados em dezembro de 2015. Todos os cálculos referentes ao consumo e demanda foram realizados com base nesses valores. Consta as tarifas Convencional, THA e THV que se pode extrair no sistema interno de consulta da Cemig, com isto realizar a simulação, ainda que possua valores um pouco diferente do real devido aos impostos, é possível fazer um “simulado”. Tais dados foram cedidos pela Gerência das Centrais de Relacionamento com Clientes, Diretoria de Distribuição e Comercialização, da Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig, através de um *e-mail*.

Figura 25- Valores das tarifas de cada modalidade.

<b><u>PLANILHA PARA ATUALIZAÇÃO DOS VALORES</u></b>			
<b><u>DA TARIFA PARA A SIMULAÇÃO - COM ICMS</u></b>			
Dezembro/2015.	<b><u>CONVENCIONAL</u></b>	<b><u>Demanda:</u></b>	* Única R\$ 39,848939
			* Ultrapassagem R\$ 119,546817
		<b><u>Consumo-R\$ KWh</u></b>	* Único R\$ 0,476976
	<b><u>AZUL</u></b>	<b><u>Demanda:</u></b>	* Ponta R\$ 39,067587
			* Fora Ponta R\$ 9,494672
			* Ultrap.Ponta R\$ 78,135174
			* Ultrap.F.Ponta R\$ 23,440552
		<b><u>Consumo-R\$ KWh:</u></b>	* Ponta-P.Seco R\$ 0,641854
			* Ponta- P.Úmido R\$ 0,641854
			* F.Ponta- P.Seco R\$ 0,461987
			* F.Ponta-P.Úmido R\$ 0,461987
	<b><u>VERDE</u></b>	<b><u>Demanda:</u></b>	* Fora Ponta R\$ 9,494672
			* Ultrap.F.Ponta R\$ 23,440552
		<b><u>Consumo-R\$ KWh:</u></b>	* Ponta-P.Seco R\$ 1,287035
			* Ponta- P.Úmido R\$ 1,287035
	* F.Ponta-P.Seco R\$ 0,374259		
	* F.Ponta-P.Úmido R\$ 0,374259		
<b><u>BAIXA TENSÃO</u></b>	<b><u>CONSUMO</u></b>	* Único R\$ 0,731847	

## ANEXO B

Figura 26- Dados passados pela direção do Hospital Margarida referentes as contas de energia elétrica.

HISTÓRICO DE FATURAMENTO															
Identificação do Cliente Número: 7000054699 Nome/Razão Social: ASSOC															
Instalação: 3010542175 Endereço: RUA DOUTOR GERALDO SOARES DE SA 99999															
Histórico de Consumo - Confira abaixo todo o Histórico de															
Data do vencimento	Situação	Valor	C. F. HFP	C. F. HP	D. C. HFP	D. C. HP	D. F. HFP	D. F. HP	F. C. HFP	F. C. HP	Data do pagamento	Reaviso	D. U. HFP	D. U. HP	
05/02/16	Vencido	44276	91000	7350	250	0	250	0	0,599	0,72			0	0	
08/01/16	Vencido	38900	78050	7700	250	0	250	0	0	0		13/01/16	10/12/15	0	0
04/12/15	Pago	39767	78050	7700	250	0	250	0	0	0	13/01/16	10/12/15	0	0	
05/11/15	Pago	40269	79800	7350	250	0	250	0	0,523	0,7	16/11/15	10/11/15	0	0	
06/10/15	Pago	38982	76300	7350	250	0	250	0	0,502	0,675	16/10/15	09/10/15	0	0	
03/09/15	Pago	38785	75950	7000	250	0	250	0	0,489	0,703	11/09/15	09/09/15	0	0	
05/08/15	Pago	40138	75250	8750	250	0	250	0	0,49	0,701	12/08/15	10/08/15	0	0	
07/07/15	Pago	41757	79800	8400	250	0	250	0	0,525	0,659	07/07/15		0	0	
03/06/15	Pago	35213	70700	7000	250	0	250	0	0,483	0,714	17/06/15	09/06/15	0	0	
08/05/15	Pago	39524	79450	8400	250	0	250	0	0,528	0,705	08/05/15		0	0	
06/04/15	Pago	33436	70700	7700	250	0	250	0	0,516	0,642	07/04/15		0	0	
06/03/15	Pago	30016	83300	8050	250	0	250	0	0,505	0,676	09/03/15		0	0	
04/02/15	Pago	29833	88200	7700	250	0	250	0	0,526	0,665	18/02/15	09/02/15	0	0	
08/01/15	Pago	25817	80150	8050	250	0	250	0	0,515	0,709	08/01/15		0	0	
04/12/14	Pago	24796	79800	7350	250	0	250	0	0,514	0,641	04/12/14		0	0	

RAMENTO.														
al: ASSOCIACAO S VICENTE PAULO J MONLEVADE														
SA 99999 FD VILA TANQUE 35930-437 JOAO MONLEVADE, M														
Histórico de Consumo da Instalação														
D. U. HP	Con Irrig Notu	Ener Esp HFP	Ener Esp HP	N. Horas HFP	N. Horas	Con. Ref HFP	Con. Ref HP	Fat Parc	D. R. HFP	D. R. HP	D. Reg			
0	0	91000	7350	687	57	132,46	128,95		221	179	0			
0	0	78050	7700	654	66	119,34	116,67		0	0	0			
0	0	78050	7700	681	63	114,61	122,22		0	0	0			
0	0	79800	7350	660	60	120,91	122,5		231	175	0			
0	0	76300	7350	678	66	112,54	111,36		228	165	0			
0	0	75950	7000	681	63	111,53	111,11		228	161	0			
0	0	75250	8750	654	66	115,06	132,58		235	193	0			
0	0	79800	8400	678	66	117,7	127,27		224	193	0			
0	0	70700	7000	663	57	106,64	122,81		224	175	0			
0	0	79450	8400	681	63	116,67	133,33		224	189	0			
0	0	70700	7700	612	60	115,52	128,33		228	203	0			
0	0	83300	8050	681	63	122,32	127,78		242	189	0			
0	0	88200	7700	684	60	128,95	128,33		245	193	0			
0	0	80150	8050	654	66	122,55	121,97		242	172	0			
0	0	79800	7350	681	63	117,18	116,67		231	186	0			

Fonte: (Hospital Margarida).



## ANEXO C

Os dados encontrados na tabela 26 foram obtidos através das informações presentes no estudo realizado pela empresa AutoEnergia LTDA em 2011, quando prestou um serviço de consultoria ao Hospital Margarida. Tal estudo está documentado e encontra em posse da direção do Hospital. Porém, por se tratar de um documento mais antigo, foi realizado uma atualização pelo autor do trabalho, com auxílio dos funcionários do Hospital. O resultado desse estudo está presente na tabela 26, mostrando carga instalada com seus equipamentos e respectivas potências por setor. A potência total instalada determinada pelo trabalho da empresa foi de 770,192 kW, que é o valor utilizado nesse trabalho.

Tabela 26- Dados levantados sobre equipamentos presentes no Hospital.

Local	Equipamento	Quant.	Potência (W)	Local	Equipamento	Quant.	Potência (W)
Manutenção e Caldeira	Esmeril	1	635	Clínica Pediátrica e Pediatria	Negatoscopio	3	180
	Policorte	1	1380		Tomadas	48	
	Furadeira	1	1320		Tomadas	4	
	Tomadas	11			Desfribilador	1	70
	Tomadas	1			Ebulidor	1	2000
	Telefone	1	5		Eletro	1	200
	Chuveiro	1	5500		Fototerapia	3	180
	Motor	1	1100		Foto terapia	1	190
Antiga Lavanderia e Lavanderia	Motor compressor 1	1	1100		Tv 14 polegadas	2	60
	Motor compressor 2	1	2794		Bebedouro	1	70
	Motor compressor 3	1	2640	Ecafix	1	254	
	Maquina de solda	1	6600	Chuveiro	1	5500	

	Maquina de cimento	1	1472		Chuveiro	1	6800
	Tomadas	9			Geladeira	2	762
	Tomadas	2			Balança	1	127
	Calandra	1	1760		Balança	2	15
	Tv 5 polegadas	1	30		Bicitron	1	80
	Secadora	1	50000		Bilisport	2	80
	Centrifuga	1	3520		LF 2001	2	127
	Bebedouro	1	70		Oxímetro de pulso	2	190
	Calandra	1	550		Oxímetro	1	254
	Centrifuga	1	3080		Berço aquecido	1	381
	Seladora	1	330		Berço aquecido	4	655
	Balança	1	300		Liquidificador	1	300
	Lavadora 1	1	2200		Respirador	1	35
	Lavadora 2	1	1100		Misty	3	304
					Aspirador	1	200
Sala Costureira e Estoque de Roupas	Maquina de costura	2	1422		Fogão elétrico	1	60
	Overloque	1	711		Banho Maria	1	673
	Tomadas	2			Computador	4	600
	Tomadas	2		Laboratório	Impressora	3	1866
	Ferro de passar roupa	1	1100		Fax	1	10
	Vaporizador	1	700		Negatoscopio	1	90
Setor Administrativo	Tomadas	66			Camera raio laser	1	1320
	Tomadas	12			Tomografo	1	2200
	Ventilador	2	110				

	<b>Computador</b>	<b>20</b>	<b>3000</b>		<b>Ar condicionado</b>	<b>4</b>	<b>5400</b>
	<b>Impressora</b>	<b>2</b>	<b>1016</b>		<b>Tomadas</b>	<b>17</b>	
	<b>Impressora</b>	<b>3</b>	<b>1866</b>		<b>Tomadas</b>	<b>3</b>	
	<b>Impressora Fax</b>	<b>1</b>	<b>635</b>		<b>Geladeira</b>	<b>3</b>	<b>381</b>
	<b>Impressora</b>	<b>1</b>	<b>1143</b>		<b>Termostato</b>	<b>1</b>	<b>127</b>
	<b>Bebedouro</b>	<b>1</b>	<b>70</b>		<b>Estufa</b>	<b>1</b>	<b>150</b>
	<b>Radio</b>	<b>1</b>	<b>21</b>		<b>Centrifuga</b>	<b>2</b>	<b>635</b>
	<b>Arandela</b>	<b>17</b>	<b>680</b>		<b>Banho Maria</b>	<b>1</b>	<b>200</b>
	<b>Retroprojektor</b>	<b>1</b>	<b>283</b>		<b>Radiometer</b>	<b>1</b>	<b>508</b>
	<b>Mesa de som</b>	<b>1</b>	<b>7040</b>		<b>Coulte-T-890</b>	<b>1</b>	<b>793</b>
<b>Cozinha</b>	<b>Banho Maria</b>	<b>1</b>	<b>1816</b>		<b>Snappak</b>	<b>1</b>	<b>40</b>
	<b>Catraca</b>	<b>1</b>	<b>10</b>		<b>Expresso plus</b>	<b>1</b>	<b>793</b>
	<b>Tomadas</b>	<b>14</b>			<b>Cobas</b>	<b>1</b>	<b>762</b>
	<b>Liquidificador</b>	<b>1</b>	<b>300</b>		<b>Macroscopio</b>	<b>1</b>	<b>101</b>
	<b>Freezer</b>	<b>1</b>	<b>483</b>		<b>Contador</b>	<b>1</b>	<b>127</b>
	<b>Cafeteira</b>	<b>1</b>	<b>6000</b>		<b>Geladeira</b>	<b>1</b>	<b>381</b>
	<b>Lavadora</b>	<b>1</b>	<b>1200</b>	<b>Hemodiálise</b>	<b>Tv 14 polegadas</b>	<b>5</b>	<b>300</b>
	<b>Geladeira</b>	<b>1</b>	<b>381</b>		<b>Tv 20 polegadas</b>	<b>3</b>	<b>270</b>
	<b>Freezer</b>	<b>2</b>	<b>558</b>		<b>Camera vigilância</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
	<b>Enceradeira</b>	<b>1</b>	<b>368</b>		<b>Balança</b>	<b>1</b>	<b>150</b>
	<b>Bebedouro</b>	<b>1</b>	<b>70</b>		<b>Fresenius</b>	<b>13</b>	<b>40040</b>
	<b>Balança</b>	<b>2</b>	<b>100</b>		<b>Fresenius</b>	<b>21</b>	<b>41580</b>
	<b>Descascador</b>	<b>1</b>	<b>812</b>		<b>Ar condicionado</b>	<b>5</b>	<b>6750</b>

	Raladeira	1	1320		Ventilador	3	360
	Camera fria	2	16720		Balança	2	600
	Computador	1	150		Camera vigilância	2	20
Enfermaria	Rádio	1	21		Tomadas	19	
	Tomadas	38			Tomadas	7	
	Tomadas	2			Geladeira	1	381
	Vaporizador	1	800		Computador	1	150
	Luz emergência	1	60		Ventilador	2	120
	LF - 2001	2	80		Renatron	2	400
	Motor aspirador	1	368		Saubem	2	40
	Chuveiro	1	5500		Exaustor	2	110
	Chuveiro	1	5500	Cirurgia	Shead extra	1	15
	DVD	1	12		Storz	1	1100
	Arandela	2	80		Tomadas	74	
	Computador	2	300		Tomadas	12	
	Ebulidor	1	2000		Foco	3	13200
	Desfribilador	2	635		Ar condicionado	5	6750
	Negatoscopio	1	60		Dixtal 2021	4	1016
	Ar condicionado	1	1350		Calgmed 2000	3	951
					X-ray	2	3080
			Arco cirúrgico		2	5000	
Apartamentos e leitos	Tomadas	71		Mesa cirúrgica	2	600	
	Tomadas	24		Mesa cirúrgica	1	330	
	Tv 14 polegadas	11	660				
	Frigobar	4	1520				


	<b>Chuveiro</b>	<b>8</b>	<b>44000</b>		<b>Foco cirúrgico</b>	<b>2</b>	<b>5500</b>
	<b>Tv 14 polegadas</b>	<b>2</b>	<b>130</b>		<b>Bisturibp-400</b>	<b>1</b>	<b>880</b>
	<b>Rádio</b>	<b>1</b>	<b>21</b>		<b>Negatoscopio</b>	<b>1</b>	<b>60</b>
	<b>LF - 2001</b>	<b>1</b>	<b>80</b>		<b>Oxicimetro</b>	<b>1</b>	<b>152</b>
	<b>Frigobar</b>	<b>8</b>	<b>560</b>		<b>Carrinho de anestesia</b>	<b>1</b>	<b>250</b>
	<b>Chuveiro</b>	<b>9</b>	<b>49500</b>		<b>Computador</b>	<b>2</b>	<b>300</b>
	<b>Cama elétrica</b>	<b>5</b>	<b>250</b>		<b>Impressora fax</b>	<b>1</b>	<b>622</b>
	<b>Ar condicionado</b>	<b>1</b>	<b>1450</b>		<b>Foco</b>	<b>1</b>	<b>15</b>
	<b>Cama elétrica</b>	<b>10</b>	<b>3000</b>		<b>Aspirador</b>	<b>2</b>	<b>532</b>
	<b>Respirador</b>	<b>12</b>	<b>5484</b>		<b>Vs - 8000</b>	<b>1</b>	<b>100</b>
	<b>Monitor cardíaco</b>	<b>10</b>	<b>2600</b>		<b>Trinitron</b>	<b>1</b>	<b>80</b>
	<b>Bomba de fusão</b>	<b>27</b>	<b>405</b>		<b>Video printer</b>	<b>1</b>	<b>190</b>
					<b>Storz</b>	<b>1</b>	<b>381</b>
					<b>Balança</b>	<b>1</b>	<b>15</b>
					<b>MFC 5000</b>	<b>1</b>	<b>800</b>
					<b>DX 2022</b>	<b>1</b>	<b>240</b>
					<b>Sonicaid</b>	<b>1</b>	<b>300</b>
					<b>Berço aquecido</b>	<b>2</b>	<b>1310</b>
					<b>B 1600 MD</b>	<b>1</b>	<b>1016</b>
					<b>Chuveiro</b>	<b>3</b>	<b>16500</b>
					<b>Frigobar</b>	<b>2</b>	<b>140</b>
					<b>Microondas</b>	<b>1</b>	<b>1300</b>
					<b>Sanduicheira</b>	<b>1</b>	<b>685</b>

					<b>Ecafix</b>	<b>1</b>	<b>160</b>
					<b>Negatoscopio</b>	<b>1</b>	<b>70</b>
					<b>Bebedouro</b>	<b>1</b>	<b>70</b>
					<b>Tv 20 polegadas</b>	<b>1</b>	<b>90</b>

Fonte: (Elaborado pelo Autor).

### ANEXO D

Figura 27- Conta de energia elétrica do Hospital referente a dezembro de 2015.



**www.cemig.com.br/atendimento**  
Emergências: 0800 727 7520

Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.981.180/0001-16 / Insc. Estadual 062.322126.0087  
Av. Barbacena, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

ASSOC S VICENTE DE PAULO DE J MONLEVADE  
RUA DOUTOR GERALDO SOARES DE SA 99999 FD  
VILA TANQUE  
35930-437 JOAO MONLEVADE, MG  
CNPJ 21.142.203/0002-73

Referente a **DEZ/2015**  
Código de Débito Automático: **008003228569**

Nº DO CLIENTE **7000054699**

---

**NOTA FISCAL - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE U - Nº003457375 - PTA Nº16.000114527.70**

Classe Comercial	Subclasse Outros Serviços e Outras Ativ	Datas de Leitura			Datas da Nota Fiscal		Nº DA INSTALAÇÃO
		ANTERIOR 25/11	ATUAL 25/12	PRÓXIMA 25/01	EMISSÃO 29/12	APRESENTAÇÃO 31/12	<b>3010542175</b>

Modalidade Tarifária: T.S. Venda A4

---

**Informações Gerais**

Tarifa vigente conforme Res Anel nº 1.872, de 7/4/2015  
Conforme DECRETO Nº 48.213, DE 11 DE ABRIL DE 2013, não será exigido o recolhimento do ICMS sobre a parcela de Demanda de Potência não utilizada  
AGENTE DE RELACIONAMENTO: DASO M. PERFEITO  
E-MAIL: daso@cemig.com.br  
Faturado por média.

**Valores Faturados**

Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)
Demanda Ativa kW HFP a/ ICMS	250	9,49467243	2.373,86
Energia Ativa kWh HFP/Único	78.050	0,37425689	29.210,89
Energia Ativa kWh HP	7.700	1,28703450	9.910,15

**Encargos / Cobrança**

Donativo Concedido			3.413,91-
Contrib. Custeio Ilum. Pública			48,80
Multa ZI conta de 11/2015 sobre R\$ 38.518,73			770,37
<b>Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar</b>			
Bandeira Vermelha			4.070,83

---

**Indicadores de Qualidade de Fornecimento**

João Monlevade 3  
Mês: 10/2015

Apurado Mensal	Mensal	Trimestral	Anual
DIC	0,00	3,68	7,36
FIC	0,00	2,29	4,58
DMIC	0,00	2,57	-
DICRJ	0,00	9,77	-

Tensão: Nominal = 13,8 kV Min = 12,9 kV Máx = 14,5 kV  
Valor Encargo Uso Sist. Distribuição: R\$14.747,45

---

**Informações de Faturamento**

**VENCIMENTO**  
**08/01/2016**

**VALOR A PAGAR**  
**R\$ 38.899,96**

Reservado ao Fisco  
**88CD.E151.362A.4EF4.6FB5.97C1.7E94.C916**

Base de cálculo(R\$)	ICMS Alíquota(%)	Valor(R\$)	PASEP (R\$)	COFINS (R\$)
			385,89	1.775,96

---

**Histórico do Consumo**

Mês/Ano	DEMANDA (kW)		ENERGIA (kWh)		HR
	HP	HFP	HP	HFP	
OV/15	0	0	7.700	78.050	0
JT/15	175	231	7.350	79.800	0
OT/15	166	224	7.350	76.300	0
OL/15	158	228	7.000	75.950	0
AL/15	189	235	8.750	75.250	0
VL/15	193	224	8.400	79.800	0
SL/15	172	221	7.000	70.700	0
DL/15	189	221	8.400	79.450	0
FL/15	200	224	7.700	70.700	0
AL/15	189	242	8.050	83.300	0
ML/15	193	245	7.700	88.200	0
DL/14	172	238	8.050	80.150	0


---

Revisão de Conta(s) Vencida(s) / Débito(s) Anterior(es)

Mês / Ano	Valor(R\$)
NOV/2015	39.766,96

---

Informação CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - Telefone: 167 - Ligação Gratuita de telefones fixos e móveis.



Distribuição S.A.

Unidade de Leitura  
**58030679**


Conta Contrato  
**008003228569**

Vencimento  
**08/01/2016**

Total a Pagar  
**R\$ 38.899,96**

Dezembro/2015

83600000388-6 99960138000-2 22802093311-2 08003228569-6



Fonte: (Hospital Margarida).

## ANEXO E

Figura 28- Preços dos sistemas de geração solar de energia cedido pela empresa SOLAR BRASIL.



**SOLAR BRASIL Tecnologia & Energia Fotovoltaica Ltda.**

**DISTRIBUIDOR MÁSTER DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**  
Desde 1985 ajudando você a transformar a energia do SOL em eletricidade.

### SISTEMAS CONECTADOS À REDE

#### MÓDULO SOLAR GERADOR FOTOVOLTAICO 260W PARA CONEXÃO À REDE

→ PARA GERAR em locais com muita insolação diária. Para os estados do Sul (PR/SC/RG) redução de +- 25% da produção de energia. ←

Sistema de	(Gera aproximadamente)	Vlr por módulo	Vlr Total
06	Módulo Solar Fotovoltaico Canadian 260W	R\$ 850,00	R\$ 5.100,00
<b>Sistema de 2,08 kWp (Gera aproximadamente 312 kWh/mês)</b>			
08	Módulo Solar Fotovoltaico Canadian 260W	R\$ 850,00	R\$ 6.800,00
<b>Sistema de 3,12 kWp (Gera aproximadamente 468 kWh/mês)</b>			
12	Módulo Solar Fotovoltaico Canadian 260W	R\$ 850,00	R\$ 10.200,00
<b>Sistema de 4,16 kWp (Gera aproximadamente 624 kWh/mês)</b>			
16	Módulo Solar Fotovoltaico Canadian 260W	R\$ 850,00	R\$ 13.600,00
<b>Sistema de 5,2 kWp (Gera aproximadamente 780 kWh/mês)</b>			
20	Módulo Solar Fotovoltaico Canadian 260W	R\$ 850,00	R\$ 17.000,00
<b>Sistema de 6,0 kWp (Gera aproximadamente 875 kWh/mês)</b>			
23	Módulo Solar Fotovoltaico Canadian 260W	R\$ 850,00	R\$ 19.550,00

**NÃO FORNECEMOS PROJETO, SUPORTE, CABEAMENTO, PERIFÉRICOS E NÃO FAZEMOS A INSTALAÇÃO – SÓ FORNECEMOS MÓDULOS SOLARES.**

**EM CASO DE DÚVIDAS, SOLICITAMOS ENVIAR EMAIL – [solar@solarbrasil.com.br](mailto:solar@solarbrasil.com.br)**

**SÓ FORNECEMOS OS MÓDULOS 260W  
NÃO TEMOS INVERSORES E PERIFÉRICOS PARA  
SISTEMAS CONECTADOS A REDE**

Rua Bragança Paulista, 102- Jd. Cruzeiro São Paulo/SP - CEP: 04727-000  
Fones: (11) 5041-7666 / 5641 4615/ 2305-2305 Fax: (11) 5641 0839  
SITE: [www.solarbrasil.com.br](http://www.solarbrasil.com.br) E-mail: [solar@solarbrasil.com.br](mailto:solar@solarbrasil.com.br)  
CNPJ.: 54.893.334/0001-60 - Inscrição Estadual: 111.273.919.111

Fonte: (SOLAR BRASIL).