

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Gilson Mariotto

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ELÉTRICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
APLICADA A UMA INSTALAÇÃO PÚBLICA HOSPITALAR**

Santa Maria, RS
2019

Gilson Mariotto

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ELÉTRICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A
UMA INSTALAÇÃO PÚBLICA HOSPITALAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Área de Concentração em Recursos Energéticos e Programa de Conservação da Energia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia Elétrica.**

ORIENTADOR: Prof. Geomar Machado Martins

Santa Maria, RS
2019

Mariotto, Gilson
Diagnóstico do Sistema Elétrico e Eficiência
Energética Aplicada a uma Instalação Pública Hospitalar /
Gilson Mariotto.- 2019.
70 p.; 30 cm

Orientador: Geomar Machado Martins
TCC (graduado) - Universidade Federal de Santa Maria,
Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Elétrica, RS, 2019

1. Eficiência energética 2. Diagnóstico 3. Hospital
público 4. Análise I. Machado Martins, Geomar II.
Diagnóstico do Sistema Elétrico e Eficiência Energética
Aplicada a uma Instalação Pública Hospitalar.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

©2019

Todos os direitos autorais reservados a Gilson Mariotto. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Avenida Bento Golsalves, n. 1685

Fone (0xx) 51 98401 0628; End. Eletr.: gilsonmariotto@hotmail.com

Gilson Mariotto

**DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ELÉTRICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A
UMA INSTALAÇÃO PÚBLICA HOSPITALAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Área de Concentração em Recursos Energéticos e Programa de Conservação da Energia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia Elétrica.**

Aprovado em 17 de junho de 2019:

Geomar Machado Martins, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Natanael Rodrigues Gomes, Dr. (UFSM)

Frank Gonzatti, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2019

DEDICATÓRIA

A minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela vida, saúde e por permitir que eu concluísse essa nova etapa.

Aos meus pais, Gilberto e Bernadete, por terem possibilitado que eu concluísse a graduação, estando sempre atentos e dedicados àquilo que era pedido, bem como pela confiança, paciência, carinho e incentivo. A minha irmã Patrícia, ao meu cunhado Alessandro e a minha sobrinha Giovana pelo apoio e companheirismo. A minha namorada Vitória pela compreensão, paciência e afeto.

Agradeço aos meus amigos da faculdade de engenharia e também aos meus amigos de infância, pela parceria nos churrascos e também ao Grêmio, por me proporcionar momentos inesquecíveis.

À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade e qualidade oferecida ao longo do curso.

Ao meu orientador Geomar Machado Martins, que sempre esteve disposto a me auxiliar no processo de construção deste trabalho. Aos professores Natanael Rodrigues Gomes e Frank Gonzatti pelo privilégio de tê-los na composição da banca examinadora.

*Estou convencido de que a única coisa
que me fez seguir adiante, foi amar o que
eu faço.*

(Steve Jobs)

RESUMO

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ELÉTRICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A UMA INSTALAÇÃO PÚBLICA HOSPITALAR

AUTOR: Gilson Mariotto

ORIENTADOR: Geomar Machado Martins

O referido trabalho apresenta um diagnóstico do sistema elétrico e propõe medidas que busquem eficiência energética, em uma unidade hospitalar pública de pequeno e médio porte. A fim de se alcançar o objetivo proposto, foi definido um algoritmo em quatro etapas: identificar, analisar, modificar e acompanhar o processo.

Tais etapas se complementam e fazem parte de um processo de auditoria energética; dessa forma, devem ser utilizadas para o procedimento realizado no hospital, garantindo-se - assim - uma maior confiabilidade no estudo.

Com medidas bem estratificadas e claras, cabe analisar qual a melhor relação custo X benefício e atacar fontes majoritárias para que seu efeito tenha o de maior impacto possível na fatura de energia e na qualidade de vida dos pacientes.

Como o foco do trabalho é a redução do consumo de energia elétrica - seja em diferentes áreas de consumo - mas priorizando as principais, a análise em separado do consumo e de sua potência instalada se faz necessária. Tudo isso analisado, tem-se um levantamento e um diagnóstico energético de suma importância para o presente e o futuro de instalações hospitalares de pequeno e médio porte.

Palavras-chave: eficiência energética, diagnóstico, unidade hospitalar, consumo, análise.

ABSTRACT

DIAGNOSIS OF THE ELECTRICAL SYSTEM AND ENERGY EFFICIENCY APPLIED TO A PUBLIC HOSPITAL INSTALLATION

AUTHOR: Gilson Mariotto

ADVISOR: Geomar Machado Martins

The specified work aims for a diagnosis of the electrical system and measures for energy efficiency coverage. To accomplish such, the four-stage algorithm must be followed: identify, analyze, modify and follow the process.

Such stages complement each other and are part of an energy audit; therefore, they should be used for the procedure performed at the hospital, thus guaranteeing a greater reliability in the study.

With clear, stratified measures, it is possible to analyze the best cost versus benefit and attack major sources so that its effect is maximized for the energy bills and patients' quality of life.

As this study's focus is electrical energy consumption – for any area of consumption – but prioritizing the main ones, the disintegration of consumption and its installed power is made necessary. With all these considered, important data and electrical diagnostic for the future of small and medium-sized hospital installations are obtained.

Keywords: energy efficiency, diagnosis, hospital unit, consumption, analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Tendência do consumo de energia em hospitais	14
Figura 2.1 – Qualidade na Reprodução de Cores	19
Figura 2.2 – Instrumento de medição relacionado a iluminação	21
Figura 2.3 – LED	22
Figura 2.4 – Vapor de Sódio	23
Figura 2.5 – Incandescente	24
Figura 2.6 – Lâmpada Fluorescente	25
Figura 2.7 – Termômetro Infravermelho	29
Figura 2.8 – Ilustração do MUG	31
Figura 3.1 – Potência Instalada	36
Figura 3.2 – Potência Demandada	38
Figura 4.1 – Níveis de Tensão	39
Figura 4.2 – Flutuação de Tensão	40
Figura 4.3 – Níveis extremos de Tensão	40
Figura 4.4 – Variação periódica da Corrente	41
Figura 4.5 – Flutuação dos Níveis de Corrente	41
Figura 4.6 – Extremos de Corrente	42
Figura 4.7 – Fator de Potência	42
Figura 4.8 – Temperatura	43
Figura 4.9 – Extremos de Temperatura	44
Figura 4.10 – Potência Aparente	44
Figura 4.11 – Potência Aparente do período	45
Figura 4.12 – Potência Aparente do momento de pico	45
Figura 4.13 – Grandezas Totais	46
Figura 5.1 – Energia Consumida	47
Figura 5.2 – Consumo Faturado	49
Figura 5.3 – Maiores Consumidores	51
Figura 6.1 – Modelos de lâmpadas existentes	52
Figura 6.2 – Comparativo segundo a norma	53
Figura 7.1 – Tipo Janela	55
Figura 7.2 – iluminação mal projetada	56
Figura 7.3 – Centrífuga	57
Figura 7.4 – Irradiação Solar	59
Figura 7.5 – Contribuição Para Consumo	59
Figura 7.6 – Crescimento no Consumo de Casca de Arroz	60
Figura 7.7 – Matriz Elétrica	61
Figura 9.1 – Instalação Elétrica	66
Figura 9.2 – Iluminação Por Andar	67
Figura 9.3 – Iluminação predominante	67
Figura 9.4 – Gerador Particular	68
Figura 10.1 – Nível de Tensão	69
Figura 10.2 – Previsão de Investimento	69
Figura 10.3 – Inflação na Energia	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Comparativos entre aquecimentos	27
Tabela 2.2 – Comparativo entre aparelhos de Ar Condicionado	30
Tabela 5.1 – Energia Segundo MUG	48
Tabela 5.2 – Crescimento do Consumo.....	49
Tabela 5.3 – Consumo desagregado	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>THD</i>	Total Harmonic Distortion
<i>MME</i>	Ministério de Minas e Energia
<i>PROCEL</i>	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
<i>EAS</i>	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde
<i>NBR</i>	Norma Brasileira de Regulamentação
<i>MUG</i>	Medidor Universal de Grandezas
<i>ABESCO</i>	Associação Brasileira das Empresas e Serviço de Conservação de Energia
<i>IRC</i>	Índice de Reprodução de Cores
<i>LED</i>	Light Emitting Diode
<i>LFCT</i>	Lâmpada Fluorescente Compacta e Tubular
<i>LFC</i>	Lâmpada Fluorescente Compacta
<i>VS</i>	Lâmpada Vapor de Sódio
<i>INC</i>	Lâmpada Incandescente
<i>TDH_i</i>	Distorção Harmônica da Corrente Absorvida Por Uma Carga Não Linear
<i>FP</i>	Fator de Potência
<i>ANEEL</i>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<i>SEP</i>	Sistema Elétrico de Potência
<i>SPOT</i>	Abertura em relação ao teto
<i>EUA</i>	Estados Unidos da América

LISTA DE SÍMBOLOS

lux	Medida de iluminação
S	Potência aparente
V	Símbolo de tensão
A	Símbolo de corrente
W	Símbolo de potência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	MOTIVAÇÃO	13
1.2	OBJETIVO	14
1.2.1	LEVANTAMENTO ENERGÉTICO	15
1.2.2	PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	16
2.2	ILUMINAÇÃO E SEUS PRINCIPAIS CONCEITOS	16
2.2.1	FLUXO LUMINOSO (ϕ_v)	17
2.2.2	ILUMINÂNCIA (E)	17
2.2.3	EFICIÊNCIA LUMINOSA	18
2.2.4	FATOR DE UNIFORMIDADE	18
2.2.5	OFUSCAMENTO	18
2.2.6	ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE CORES (IRC)	19
2.2.7	DISTORÇÃO HARMÔNICA	19
2.2.8	FATOR DE POTÊNCIA (FP)	20
2.2.9	LUXÍMETRO	20
2.2.10	PRINCIPAIS MODELOS DE LÂMPADAS	21
2.2.11	ILUMINAÇÃO EM ÂMBITO HOSPITALAR	26
2.3	AQUECIMENTO	27
2.3.1	CHUVEIRO E TORNEIRAS ELÉTRICAS	27
2.3.2	TERMÔMETRO INFRAVERMELHO	28
2.4	REFRIGERAÇÃO	29
2.5	MEDIDOR DE GRANDEZAS UNIVERSAL (MUG)	31
2.6	PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO	32
2.7	RIC	33
2.7.1	TRANSFORMADOR	33
2.7.2	CARGA INSTALADA (W)	33
2.7.3	CARGA DEMANDADA (kVA)	34
3	CÁLCULO DE DEMANDA	36
4	MEDIDOR DE GRANDEZAS UNIVERSAL (MUG)	39
4.1	ANÁLISE QUALITATIVA SOBRE O ESPECTRO DE TENSÃO	39
4.2	ANÁLISE SOBRE ESPECTRO DE CORRENTE	41
4.3	FATOR DE POTÊNCIA	42
4.4	TEMPERATURA	43
4.5	ANÁLISE SOBRE POTÊNCIA APARENTE	44
5	ANÁLISE SOBRE A ENERGIA TOTAL CONSUMIDA	47
5.1	AFERIMENTO PELO MUG	47
5.2	ANÁLISE PELA FATURA DA CONCESSIONÁRIA	48
5.3	CONSUMO ENERGÉTICO DESAGREGADO	50
6	ANÁLISE LUMINOTÉCNICA	52
7	MEDIDAS PARA MITIGAR O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	54
7.1	USO CONSCIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA	54
7.2	IMPLEMENTAÇÃO DE UNIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	58
7.2.1	GERAÇÃO ATRAVÉS DE PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO	58

7.2.2	GERAÇÃO ATRAVÉS DE BIOMASSA	60
8	CONCLUSÃO	62
8.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
8.2	TRABALHOS FUTUROS	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
9	APÊNDICE	66
10	ANEXOS	69

1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO

A demanda crescente por energia elétrica a nível global representa um crescimento no poderio econômico e também melhora na qualidade de vida da população. Em contrapartida, pode representar vários aspectos que deixam a desejar no quesito de eficiência energética, trazendo inúmeras situações que merecem atenção especial, uma vez que geram impacto ao meio ambiente. Uma delas entende-se como a produção da energia elétrica, que é provida, predominantemente, pelo sistema hidrelétrico, seguido por térmicas convencionais que usam material finito (óleo diesel e madeira, na grande maioria das vezes) e, por fim, a energia nuclear que, devido ao seu alto risco de contaminação, se torna pouco explorada.

Uma das técnicas mais modernas e utilizadas globalmente, preservando o crescimento da sociedade e também a qualidade, é o estímulo e o uso de maneiras racionais de consumo da energia elétrica. Pensando nisso, ainda no século XX, o Ministério de Minas e Energia (MME) criou um programa que abrange todo território brasileiro, o qual visa mitigar o consumo irracional de energia elétrica, inicialmente chamado de Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica).

Medidas impostas a distribuidoras de energia elétricas, como a alíquota de 0,25% de suas receitas, são destinadas a programas de eficiência energética. A exemplo disto, cita-se a distribuidora local, Nova Palma Energia, que deu início, no ano de 2017, a um projeto voltado à classe de baixa renda, com intuito de conscientizar a população com campanhas e, além disso, substituir lâmpadas e geladeiras ineficientes (de acordo com o Procel), atendendo em torno de 750 consumidores na região da Quarta Colônia, centro do estado do Rio Grande do Sul(RS).

Sobre a demanda energética de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), cita-se que sofreram e sofrem mudanças constantes em suas curvas de energia demandada, devido às transformações do século XX, como avanços provenientes de uma nova ciência médica, novas tecnologias em sistemas e equipamentos, mas também pelo crescimento vertiginoso da população (Grimm, 2012). Ainda que o principal contribuinte nessa parcela de energia consumida seja o seu funcionamento de 24h, integralmente durante o ano.

Estima-se que, até 2050, a população mundial acima dos 60 anos deva triplicar, chegando a quase 2 bilhões; conseqüentemente, ocorrendo mais enfermidades e atraindo um maior número de pacientes a Estabelecimentos de saúde (Schneider Electric, 2010). Planejamentos e eficiência energética se tornaram cada vez mais necessários em insta-

lações que irão abranger esse público. Hospitais e centros de saúde em geral, principalmente os mais antigos, tendem a apresentar uma defasagem em sua instalação e em sua tecnologia empregada, apresentando - assim - um maior potencial de implantação de medidas de eficiência energética.

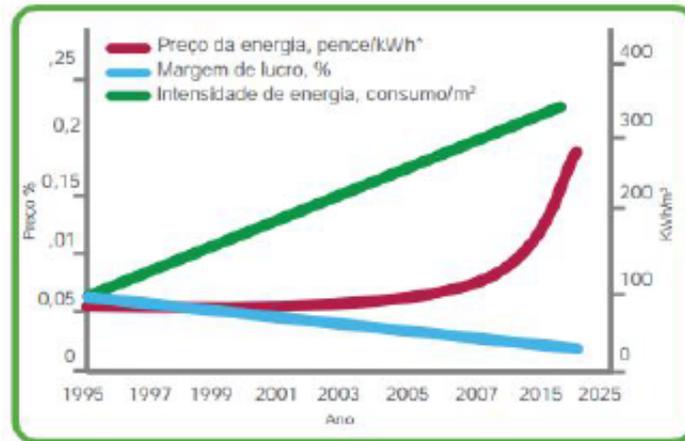


Figura 1.1 – Tendência do consumo de energia em hospitais

Fonte: (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010)

A tecnologia juntamente com a educação social será fundamental para o uso racional de energia em instalações hospitalares como se destaca na figura 1.1. Com energia cada vez mais impactando no custeio de uma instalação e seu consumo em uma crescente vertiginosa, as técnicas de eficiência energética vem ao encontro de uma saúde financeira e também de qualidade vida de todos aqueles que fazem parte do processo/gestão de unidades hospitalares como um todo.

1.2 OBJETIVO

O estudo proposto, visa trazer um diagnóstico energético com uma análise sistemática do uso e no consumo de energia elétrica no Hospital Nossa Senhora da Saúde a fim de identificar, quantificar e relatar as oportunidades para um melhor desempenho energético trazendo medidas concretas que impactam diretamente na fatura de energia (NBR ISO 50001:2011; NBR ISO 50002:2014).

Objetivos específicos são:

1.2.1 LEVANTAMENTO ENERGÉTICO

- Entrevista: verificou-se, através de conversas com a diretoria e demais colaboradores, a necessidade de implementação de uma metodologia que visasse reduzir o gasto exagerado e irracional com energia elétrica.

- coleta de dados junto à instalação hospitalar: procedimento realizado de forma presencial, primeiramente com análise da planta da edificação, inspeção de todos cômodos retirando a potência instalada.

- Análise dos dados: prática realizada com o auxílio do software EXCEL e Simuladores.

- Entrevista dos colaboradores: para aferimento da energia consumida uma conversa com os colaboradores mais antigos e com maior carga horária de serviço, foi possível estimar um consumo mensal semelhante ao faturado e medido pelo MUG.

- Equipamentos complementares: medidor de grandeza universal (MUG), sensor de temperatura móvel, luxímetro.

1.2.2 PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

- Trabalho apresentando o diagnóstico energético completo da instalação.
- Processo de adequação da iluminação à norma ISO 8995-1.
- Adequação da classe consumidora segundo a norma e entrada de energia (RIC, NOVA PALMA ENERGIA).

- Emprego de painel fotovoltaico como alternativa de eficiência energética.
- Emprego de geração através de biomassa.
- Uso inteligente da energia elétrica.
- Troca de equipamentos.

Por fim, no trabalho é apresentado o desenvolvimento, as orientações e conclusões. Sendo assim, pode-se comparar a situação encontrada no hospital Nossa Senhora da Saúde através do estudo, com os potenciais de redução no consumo de energia empregando estratégias de eficiência energética principalmente em parcelas predominantes no consumo de energia elétrica como aquecimento, iluminação e refrigeração.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No presente capítulo, apresenta-se o tema de eficiência energética, bem como seus componentes utilizados na retirada, aferição e aquisição de dados na instalação elétrica do Hospital Nossa Senhora da Saúde, de maneira a ter suporte suficiente para o desenvolvimento do trabalho proposto.

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O uso responsável de energia também chamado comumente de eficiência energética, consiste em utilizar de modo mais eficaz a energia mantendo a qualidade de serviço e consumindo cada vez menos para se obter um determinado resultado (ABESCO, 2014).

2.2 ILUMINAÇÃO E SEUS PRINCIPAIS CONCEITOS

De acordo com (SANTOS, 2007), referindo-se ao tocante de iluminação, pode-se citar que a mesma é encarregada por boa parte da demanda de energia elétrica na sociedade contemporânea. Além disso, cita-se que a mesma pode ser subdividida em diferentes classes consumidoras. Dentre elas, destacam-se:

- Setor residencial: encarrega-se de aproximadamente 20% do consumo de energia elétrica segundo (CLAMPER, 2013).
- Setor comercial: a porcentagem é ainda mais significativa em comparação ao setor residencial, chegando a 44%.
- Setor público: já em ambientes públicos, pesquisas mostram que o consumo é menor, até pela jornada diurna de trabalho, chegando apenas a 4,5% de toda a energia consumida no Brasil.
- Setor industrial: Como a indústria brasileira é essencialmente antiga, encontra-se defasada no sentido de eficiência energética, contribuindo com 20% de toda energia consumida na iluminação em território nacional (GRUPO MB, 2018).
- setor hospitalar: No que diz respeito ao âmbito hospitalar, por ser um consumo constante durante praticamente as 24 horas, a contribuição a demanda de energia elétrica se mostra maior, chegando aos 17%.

Referindo-se, portanto, à parcela de iluminação, tem-se um consumo médio de 20% de toda energia demandada pela sociedade. Dessa forma, comprova-se o que fora dito, uma vez que grande parte dos trabalhos desenvolvidos na área de eficiência, aplicados à

iluminação, mostram que a mesma é ineficiente e comum ao longo do Brasil, aumentando o desperdício energético de forma significativa, principalmente em instalações antigas e subdimensionadas. Uma combinação de lâmpadas, reatores e refletores eficientes - associados a um uso coerente em sua utilização - podem ser aplicados para reduzir o consumo de energia elétrica.

Para um melhor entendimento dos fatores que compõem a iluminação, os mais relevantes tanto no âmbito hospitalar como visto pela rede serão elencados a seguir:

2.2.1 FLUXO LUMINOSO (ϕ_v)

Segundo (FERNANDO RODRIGUES, 2017), o conceito de fluxo luminoso está associado à energia irradiada nas mais diversas direções do ambiente. Medida em lúmens (lm), tem como um resultado final a luz que é emitida (ou observada) através da fonte de iluminação.

$$\phi_v = I_v \cdot 2\pi \left[1 - \cos \left(\frac{A}{2} \right) \right] \quad (2.1)$$

Sendo:

ϕ_v : Fluxo luminoso;

I_v : Intensidade luminosa;

A: Ângulo de irradiação da fonte;

2.2.2 ILUMINÂNCIA (E)

Limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, ou seja, a densidade do fluxo luminoso. Sua unidade de medida é o lm/m² (lux), conceito importante para nortear o lux em cada ambiente, como explica a norma NBR 5413, de 1992.

$$E = \frac{N \cdot \phi_v \cdot F_M \cdot F_U}{S} \quad (2.2)$$

Sendo:

ϕ_v : Fluxo luminoso;

F_M : Fator de manutenção;

F_U : Fator de utilização;

N: Número de lâmpadas;

S: Área;

2.2.3 EFICIÊNCIA LUMINOSA

É, basicamente, a relação entre fluxo luminoso total emitido por uma fonte de iluminação em lúmens (lm) e a potência consumida pela mesma em Watts (W). Entende-se, portanto, como uma descrição importante na escolha de uma lâmpada, uma vez que concilia a potência elétrica gasta para gerar uma determinada iluminação.

$$\eta = \frac{\phi_V}{P} \quad (2.3)$$

η : Rendimento;

ϕ_V : Fluxo luminoso;

P: Potência em Whatt;

2.2.4 FATOR DE UNIFORMIDADE

Em via de regra, compreende-se como a relação de iluminância mínima, exigida por norma, e a oferecida no ambiente, a qual é verificada através de medições. Assim, por meio de uma escala de zero a um, indica o quão uniforme a distribuição de luminosidade real se encontra.

$$U = \frac{E_{MIN}}{E_{MED}} \quad (2.4)$$

Tendo como:

U: Fator de uniformidade;

E_{MIN} : Iluminância mínima;

E_{MED} : Iluminância média;

2.2.5 OFUSCAMENTO

É tratado como fenômeno de desconforto visual ao observador, resultante de uma fonte luminosa mais forte que a iluminação geral. Efeito esse comum logo após o acendimento da iluminação pública, por exemplo, tratado como um problema - visto que - provoca confusão em motoristas.

2.2.6 ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE CORES (IRC)

Segundo (MOREIRA, 1999), o Índice de Reprodução de Cores (IRC) é a relação que corresponde à cor real de um objeto qualquer e sua respectiva aparência diante de uma fonte de luz analisada. Tal relação se refere a um número abstrato, variando na faixa de zero a cem, que indica - de maneira aproximada - como a iluminação artificial permite ao olho humano a capacidade de percepção das cores com maior, ou então menor, fidelidade. Lâmpadas com IRC próximo de cem reproduzem as cores com fidelidade e precisão.

Segundo (HODARI, 2018), o IRC varia de acordo com o modelo de lâmpada. A maioria das lâmpadas incandescentes, por exemplo, possuem um IRC próximo aos 100 e, por isso, sua qualidade na reprodução de cores é muito boa. Em contrapartida, as lâmpadas do tipo fluorescente e LED, geralmente, possuem valores de IRC na faixa de 80, apresentando pequenas diferenças na reprodução das cores, porém primam pela economia e emissão de lúmens.



Figura 2.1 – Qualidade na Reprodução de Cores
Fonte: (HODARI)

2.2.7 DISTORÇÃO HARMÔNICA

A Taxa de Distorção Harmônica global (*Total Harmonic Distortion – THD*), segundo (ANEEL, 2012), é a composição das distorções harmônicas individuais que expressa o nível (ou grau) de desvio da onda em relação ao padrão ideal, que normalmente se referencia em relação à harmônica fundamental.

A exemplo disso, cita (FERNANDO RODRIGUES, 2017), pela grande quantidade de lâmpadas que utilizam circuitos eletrônicos, estes mesmos tendem a lançar componentes TDH_i (distorção harmônica da corrente absorvida por uma carga não linear) no sistema elétrico; que - de tal sorte - distorcem o formato característico da onda de corrente no SEP. Provoca um redimensionamento nos condutores de fase e neutro, em circuitos com Taxa de Distorção Harmônica (THD_i) superiores a 33%.

Inúmeros malefícios são causados em equipamentos conectados à rede; tal efeito pode ser equacionado da seguinte maneira:

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=2}^n I_j^2}}{I_1} \rightarrow THD_i(\%) = 100 \cdot THD_i \quad (2.5)$$

I_j : Valor eficaz da componente harmônica da corrente absorvida pela carga;

I_1 : Componente fundamental da corrente, com frequência de 60Hz;

THD_i : Distorção Harmônica total da corrente, em percentual.

2.2.8 FATOR DE POTÊNCIA (FP)

O Fator de Potência, segundo (FERNANDO RODRIGUES, 2017), nada mais é que a razão entre potência ativa (P) e potência aparente (S). Seu resultado varia de zero a um e significa o quanto de energia está sendo aproveitada para a produção de trabalho.

O THD_i atua quando as tensões e correntes do sistema elétrico não são senóides puras (forma característica da potência no SEP). Devido à injeção de harmônicas na rede, o resultado do fator de potência passa a considerar essa contribuição para efeito de controle do sistema.

Para a injeção de THD_i ao SEP, a harmônica desta natureza considera apenas as distorções na forma de onda da corrente, excluindo da análise a tensão e outras componentes.

$$FP = \frac{\cos\phi}{\sqrt{1 + THD_i^2}} \quad (2.6)$$

Caso a corrente absorvida pela carga de iluminação seja uma senóide pura, ou seja, não aconteça emissão de harmônicos, logo o THD_i será nulo; portanto, o Fator de Potência se mantém através da função Cosseno do ângulo que relaciona defasamento entre tensão e corrente.

$$FP = \cos\phi \quad (2.7)$$

2.2.9 LUXÍMETRO

O luxímetro é um aparelho eletrônico criado e patenteado por Walter D'Arcy Ryan, no ano de 1909, e trata-se de um equipamento que mede a intensidade da luz que chega

a seu sensor. Com isso, pode-se determinar uma grandeza denominada iluminância de um determinado local, com o resultado sendo dado em lux. Isso se mostra de suma importância em instalações hospitalares, pois, pode assim determinar se os índices mínimos de iluminação segundo a NBR 8995, estão sendo atendidos.

De acordo com (BREVIGLIERO; POSSEBOM; SPINELLI, 2009), um luxímetro consiste em um mini amperímetro ligado a uma célula fotoelétrica. Quando a luz incide sobre ela, uma corrente é formada, carregando positivamente o semicondutor da célula, enquanto a parte metálica do sensor fica carregada negativamente; gerando, dessa forma, uma diferença de corrente. Esta corrente é lida pelo aparelho e convertida para o valor equivalente em lux (unidade de iluminância) nos luxímetros digitais, enquanto que nos analógicos o mesmo é indicado através de uma escala graduada.



Figura 2.2 – Instrumento de medição relacionado a iluminação
Fonte: (banggood)

2.2.10 PRINCIPAIS MODELOS DE LÂMPADAS

LED: do inglês *Light Emitting Diode*, é um componente eletrônico em alta no mercado, visto que o produto apresenta uma excelente relação entre custo e benefício. O seu funcionamento se baseia em um diodo emissor de luz, de componente do tipo bipolar, ou seja, possui um terminal chamado Anodo e outro conhecido como Catodo. Dependendo de como for polarizado (diretamente ou reversamente), permite ou não a passagem de corrente elétrica e, conseqüentemente, a geração ou não de luz, conforme (IAR.UNICAMP, 2014).



Figura 2.3 – LED

Fonte: (EXTRA)

Sobre suas diferenças em relação às demais lâmpadas no mercado, segundo (MUNDO DA ELETRICA, 2019; LEONARDO BARBOSA LOPES, 2014 ; VISÃO, 2013) as lâmpadas LED necessitam de uma menor quantidade de potência para gerar o mesmo fluxo luminoso de uma lâmpada incandescente. Além disso, não utiliza reator. Dessa forma, pode-se citar uma relação comparativa entre outras vantagens e desvantagens existentes nesse sentido:

- Luz visualmente confortável; aplicação própria para ambientes hospitalares.
- Baixa geração de calor, já que sua potência é convertida quase que integralmente em luminosidade.
- Não emite raios ultravioleta e infravermelho, prejudiciais à saúde.
- Economia de até 80% em comparação com as lâmpadas incandescentes, para o mesmo fluxo luminoso.
- Não possui mercúrio em sua composição.
- Maior durabilidade se comparada a outras lâmpadas, chegando a 50.000 horas, como destaca (FERNANDO RODRIGUES, 2017).
- Resistência alta aos ciclos de comutação.
- Faixa da temperatura de operação ampla.
- Alto impacto e resistência à vibração.
- Um custo ainda significativo em relação a outras tecnologias disponíveis no mercado.
- Disparidade de qualidade em modelos que utilizam a mesma tecnologia LED.
- Sobre projeção da iluminação, a lâmpada LED é bastante direcionada. O SPOT, medido em graus, é o parâmetro que indica sobre a abertura do feixe de luz. Quanto mais amplo for o SPOT, maior é a dispersão da luz no ambiente.

VAPOR DE SÓDIO: uma das primeiras lâmpadas a Sódio - que funciona com alta pressão - surgiu em meados do século XX, em torno de 1930, para ser mais preciso. Porém, só em 1962 é que seus autores, Kurt Schmidt e William Louden, considerados os pesquisadores responsáveis por desenvolverem tais lâmpadas, passaram a comercializar tal tipo de lâmpada, graças ao uso de um material especial de cerâmica, pouco utilizado até então, para o tubo que contém o arco, como explica (ANDERSON SOARES ANDRÉ, 2004). Além disso, foi bastante ressaltado em sua publicação que, para a época, a lâmpada de vapor de sódio de alta pressão era um modelo de alta eficiência luminosa e larga durabilidade.



Figura 2.4 – Vapor de Sódio

Fonte: (LAB LUZ)

Seu funcionamento é similar ao das lâmpadas de descarga de modo genérico, frisando-se apenas que necessita de tensões altas para a partida e, portanto, precisa do uso de um ignitor. Essas lâmpadas demoram cerca de 3 a 4 minutos para atingir seu brilho máximo. A vida mediana de uma lâmpada a vapor de sódio de alta pressão é superior a 24.000 horas com 25 % de depreciação do fluxo luminoso no período e sua eficiência luminosa é de 120 lm / W, menor que sua similar de baixa pressão (AUGUSTO; EDSON FÁBIO; JAMIL; LUIZ; OSVALDO; ROBERTO , 2012, p . 141).

Segundo (VICTOR LUIZ MERLIN, 2018), por apresentar uma aparência peculiar, cor branco-dourada e com um custo atrativo, tornou-se uma das principais escolhas para grandes obras, tais como: iluminação de grandes avenidas, estradas, túneis, pontes, fachadas, monumentos, pátios e terminais de transporte, entre outras aplicações. Vale levar em conta o fato de que a mesma exige um fator para ignição, tornando a mesma - de certa forma - mais vulnerável. Outro ponto destacável é que, caso a lâmpada de vapor de sódio de alta pressão estiver queimada, o seu reator continua a funcionar, provocando inúmeras

interferências nos circuitos de comunicação atrelados à ela.

LÂMPADA INCANDESCENTE: seus princípios de testes é datado de meados do século XIX; porém, só com Thomas Edison é que se deu um modelo realmente funcional. Thomas Edison, que até hoje é considerado pela sociedade como um dos maiores cientistas do mundo, já teve sua contribuição em diferentes áreas acadêmicas e é, portanto, de suma importância até os dias atuais. Porém, a lâmpada incandescente é, provavelmente, sua maior “criação”. De forma mais anterior ainda, pelo menos outros 21 cientistas já haviam conseguido luz através do efeito Joule, ou seja, capazes de fornecer “luz” pelo aquecimento gerado. Dessa forma, a maior contribuição de Thomas Edison foi descobrir melhores ligas metálicas, as quais resistissem a altas temperaturas (atualmente usa-se o tungstênio), como destaca (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).



Figura 2.5 – Incandescente

Fonte: (LEROY MERLIN)

Ainda, segundo (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019 ; NEWTON C BRAGA, 1996), o fluxo de elétrons através de um material condutor gera o efeito Joule (dissipação de calor por movimento de elétrons), como referido anteriormente. Portanto, alguns materiais aquecem em tamanha quantidade que são capazes de emitir luz visível ao olho humano. Esse é efeito que dá “vida” à lâmpada incandescente.

Atualmente, o seu uso está em uma queda vertiginosa, visto que sua fabricação não existe mais, pois seu funcionamento não obedece a fatores mínimos de eficiência energética, segundo a norma, tais como: aquecimento, que pode chegar aos 2500°C; sua estética, com iluminação - de certa forma - desagradável; alta sensibilidade a ruídos e tempo de vida inferior. Todos esses fatores corroboram para uma não fabricação e utilização de tais modelos com princípio de funcionamento baseado em aquecimento e não luminosidade.

Além disso, de acordo com (FERNANDO RODRIGUES, 2017) tem-se nela uma média de 20 lm/W e uma vida útil de aproximadamente 1000 horas, sendo um tempo pequeno, se comparada a modelos de LED e fluorescentes compactas. Além disso, na verdade, ainda podem ser menor bastando estar de acordo com o regime de operação e o local que fora instalada (galpões e fábricas). Em usos específicos que optam pela qualidade na visualização de cores, tais como em vitrines de moda e padarias, assim como aplicações que requerem um aquecimento, como a criação de animais e também em uma aplicação a curto prazo podem ser solução pelo atrativo de seu custo.

LÂMPADA FLUORESCENTE: alto crescimento do uso o das lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) e (LFT) no mercado de iluminação gerou na sociedade preocupação quanto a vários aspectos decorrentes do uso em massa desse produto, principalmente em ambientes sensíveis a interferências. Um deles seria a distorção harmônica e o outro a compatibilidade com o sistemas elétricos de potência (SEP). Nota-se que o sistema elétrico interligado no Brasil opera na faixa de 60 Hertz (Hz) e com uma correção do fator de potencia já pré-estabelecida, uma vez que as LFC incorporam esse sistema, o mesmo tem que aplicar medidas corretivas em sua geração. Geralmente funcionando com um reator eletrônico, com a função de proporcionar para a lâmpada tensão elétrica em alta frequência, da ordem de dezenas de kHz para sua alimentação e para facilitar a ignição gerando um pico de corrente assim consumindo uma alta potência em sua partida, eliminando a necessidade de starter que é utilizado nas lâmpadas fluorescentes tradicionais.



Figura 2.6 – Lâmpada Fluorescente

Fonte: (LEROY MERLIN)

Seu princípio de funcionamento de acordo com (NOVA ELETRÔNICA, 2015), deve-se - basicamente - a um tubo de vidro revestido com Fósforo branco, dotado de vapor de Mercúrio e Argônio (em sua grande maioria), que - sob baixa pressão aplicada a filamentos e eletrodos - e submetido a uma dada tensão de rede provê luz visível ao olho humano.

Outro questionamento importante que surgiu no mesmo período refere-se à durabilidade do produto, cuja expectativa inicial era estimada na ordem de 10.000 horas de uso, em contraposição à expectativa de 1.000 horas de uso médio, atribuído às lâmpadas incandescentes e de até 50000 horas da lâmpada LED, como explica (CÍNTIA GONÇALVES MENDES DA SILVA, 2008). Porém, pode-se ressaltar pontos positivos também, como sua alta eficiência energética em detrimento da incandescente, assim como a não emissão de calor no seu funcionamento complementar (FERNANDO RODRIGUES, 2017).

2.2.11 ILUMINAÇÃO EM ÂMBITO HOSPITALAR

Pode-se destacar que o hospital Nossa Senhora da Saúde, localizado no município de Ivorá-RS, possui seu sistema de iluminação composto, em sua grande maioria, de lâmpadas fluorescentes, compactas (LFC) e Tubulares (LFT), totalizando - aproximadamente - 200 lâmpadas. Em contrapartida, as parcelas de LED, incandescentes e vapor de sódio são minoria na instituição. O fato de a lâmpada LFC ter parâmetros como custo menor e eficiência maior, em termos de consumo de energia, torna a sua utilização mais acessível.

Segundo estudos feitos em seis ambientes hospitalares em Chicago (EUA), realizados por profissionais da área de saúde e tecnologia, da Universidade de Michigan, e publicado no *The Journal of Architectural and Planning Research*. A LFC apresentou uma significativa ligação entre parâmetros como: bem-estar dos pacientes, iluminação artificial e visão da paisagem externa, como resultado prático, apresentaram insatisfação e certa irritação quando não tinham pleno controle sobre a iluminação, a abertura das cortinas, das persianas e das próprias janelas e todas aberturas restantes.

Um projeto de iluminação hospitalar precisa integrar o homem ao meio e aprimorar seu desempenho, trazendo conforto e qualidade na estadia do paciente na instalação. Para isso, é extremamente necessário aproveitar o espaço, os elementos funcionais e estéticos, tais como máquinas e afins. Além disso, a correta utilização de luz natural, integrada com a artificial (escolha correta do espectro de cores) visa atender os requisitos mínimos estipulados pela norma, segundo (AECWEB, 2019).

O projeto de eficiência energética aplicado à iluminação - projeto luminotécnico - em um hospital vem ao encontro de uma vasta demanda neste quesito, devido a sua grande parcela de consumo de energia, como apresentam as análises posteriores, retiradas do Hospital Nossa Senhora da Saúde.

2.3 AQUECIMENTO

O aquecimento no âmbito hospitalar - de pequeno e médio porte - está atrelado ao chuveiro elétrico e equipamentos que buscam a higiene e esterilização. Tendo-se isso em vista, uma análise contemplando todos os equipamentos e uma correta efficientização torna-se fundamental nesta parcela de consumo de energia.

2.3.1 CHUVEIRO E TORNEIRAS ELÉTRICAS

Antes de inferir sobre o aquecimento em ambientes hospitalares, cabe um comparativo entre as principais alternativas, de acordo com a tabela 2.1.

AQUECIMENTO ELÉTRICO	AQUECIMENTO SOLAR	AQUECIMENTO A GÁS
PRÓS Gasto menor de água.	PRÓS Fonte gratuita de energia.	PRÓS Banhos mais confortáveis.
Controle de temperatura facilmente.	Não "desperdício" de energia elétrica, o efeito de utilizar energia "nobre" para aquecer água é desprezado por muitos.	O chuveiro a gás pode ser mais econômico, porque o metro de gás é mais barato que kWh na conta de energia.
O banho acontece até o fim à mesma temperatura.	Investimento vantajoso a médio e longo prazo	Funciona bem como complemento do sistema solar.
Menor gasto com a compra do equipamento.	Corrobora com a saúde ambiental.	CONTRA Alto investimento na aquisição do sistema como um todo
CONTRA Perigo de descarga elétrica.	CONTRA Manutenção rotineira.	Risco de vazamento.
Representa em torno de 23% do consumo de uma instalação.	Não incidência solar.	Precisa também ter uma manutenção rotineira.

Tabela 2.1 – Comparativos entre aquecimentos

Fonte: (AUTOR)

Considerado um dos maiores vilões do consumo de energia elétrica, tanto no padrão residencial, quanto em casos mais específicos (como em hospitais de pequeno porte),

o chuveiro é alvo de diversas pesquisas por especialistas e entidades do setor elétrico. Assim, enquanto uns defendem o seu uso através do aquecimento por meio da energia solar, outros sustentam a tese de que o chuveiro elétrico é o mais correto a ser utilizado. Existe, ainda, outro meio de aquecimento - menos comum - que aposta no aquecimento a gás natural, como explica (CARLOS FARIA; ALEXANDRE MOANA; PABLO MATSUO; DÉLCIO RODRIGUES e CARLOS CELLA, 2009).

O setor de aquecimento - ou seja, chuveiros e torneiras elétricas - representa a maior contribuição na potência instalada do hospital Nossa Senhora da Saúde, tendo a maior porcentagem na potência instalada. Além disso, caracteriza-se como a, também, a maior potência demandada, conforme o RIC da distribuidora Nova Palma Energia. Dessa forma, pode-se deduzir tal consumo de energia, pela equação de perda Joule (2.8):

$$P = R \cdot i^2 \quad (2.8)$$

No hospital referido, conta-se, atualmente, com treze chuveiros e três torneiras elétricas, sendo - aparentemente - pouco representativo. Porém, sua potência consideravelmente alta e uma intensa utilização dos equipamentos, tornam os referidos equipamentos como “vilões” na fatura de energia elétrica.

Uma problemática importante surge no momento de substituição de fontes geradoras de aquecimento, como explica (CRISTIANO MAGALHÃES COSTA; THIAGO DOUGLAS RIBEIRO BATISTA, 2015): uma grande maioria das instalações antigas, que utilizam chuveiros elétricos, não possuem uma rede hidráulica adequada para a passagem de água quente. Instituições como esta possuem somente uma rede dimensionada para suportar água fria. Assim, para adequar a norma vigente e implementar um sistema central de água quente, é necessário implantar uma nova rede hidráulica para água quente junto aos pontos de consumo, como chuveiros e torneiras, gerando um alto custo. Ainda, tal sistema necessita de registros misturadores para o usuário “temperar” a água, adequando-se a necessidade, porém elevando ainda mais o custo.

2.3.2 TERMÔMETRO INFRAVERMELHO

O termômetro infravermelho, também conhecido como pirômetro ótico, conceitua-se como uma ferramenta utilizada para medir a temperatura de determinado objeto, sem a necessidade de tocar na matéria em que se pretende analisar o grau de sua temperatura. Nesse sentido, a medição óptica do equipamento é realizada por meio da radiação, sendo frequentemente utilizado para verificar temperaturas acima de 600 graus Celsius ou, também, em programas de eficiência energética, uma vez que detecta o desperdício de energia em detrimento da perda de calor. Além disso, como sugere (*Omega Spectrus*

Company), são utilizados frequentemente para análises de circuitos elétricos em diversos empreendimentos.

Em relação à estrutura do termômetro infravermelho, verifica-se que este é composto por um sistema óptico e um detector, os quais visam dar maior segurança, confiança e qualidade no uso do equipamento. Nessa perspectiva, a composição do sistema óptico do aludido aparelho é constituída por uma lente, podendo - também - apresentar uma outra secundária, que tem como objetivo delimitar a área a ser utilizada. Assim, o sistema óptico emite uma energia em um objeto que a conduzirá até o detector, sendo que este último possibilitará o comprimento específico da onda.



Figura 2.7 – Termômetro Infravermelho

Fonte: (LOJA TUDO)

2.4 REFRIGERAÇÃO

A parcela referente à refrigeração se retém, basicamente, aos aparelhos de ar condicionado. Atualmente, os aparelhos existentes são utilizados para controlar a temperatura de ambientes fechados, na maioria das vezes. Sua origem provém da criação de um engenheiro norte-americano chamado Willys Carrier, datando do ano de 1902. Seu funcionamento consiste em um processo mecânico para o condicionamento de ar. Essa tecnologia teve início a partir de um problema pelo qual uma empresa de papelaria dos Estados Unidos passava nos procedimentos de impressão.

O selo Procel se baseia na relação de capacidade de refrigeração e seu consumo de potência em Watts, como a equação 2.9 apresenta.

$$CEE = \frac{\text{Capacidade Total de Refrigeração}}{\text{Potência Elétrica}} \quad (2.9)$$

No mercado, existem dois tipos mais requeridos de aparelhos condicionadores de ar: trata-se do ar condicionado convencional, denominado SPLIT, e o mais tecnológico atualmente, conhecido como modelo INVERTER. Diferenciam-se, basicamente, pelo modo de operação, um sendo mais eficiente energeticamente em relação ao outro. Algumas características podem ser citadas, tais como mostra o comparativo exposto pela tabela 2.2:

Ar Condicionado Convencional	Ar Condicionado Inverter
Maior oscilação durante a operação de climatização, ou seja, liga e desliga.	Operação mais constante, já que o compressor funciona em rotação variável e contínua.
Necessita de um tempo um pouco maior de operação para atingir a temperatura desejada.	Tempo de operação menor, isto porque o fluido refrigerante (gás) circula com maior pressão no aparelho e resulta em melhor troca de calor.
Alto ruído.	Baixo ruído.
Gases prejudiciais em alguns equipamentos.	Gás ecológico.
Rotação fixa e intermitente.	Rotação variável e contínua.
Menor preço na aquisição do equipamento.	Maior preço.

Tabela 2.2 – Comparativo entre aparelhos de Ar Condicionado
Fonte: (AUTOR)

Os parâmetros básicos, como nível de ruído e filtragem, assim como requisitos mínimos de projeto para sistemas de ar condicionado em hospitais, são abrangidos pela norma (ABNT NBR 16401). A mesma é fundamental, uma vez que exige um sistema projetado adequadamente de filtragem para ar condicionado em hospitais, principalmente em áreas complexas, como a cirúrgica e UTIs dos mesmos. Com isso, o ar puro que circula nesses ambientes tem o mínimo de bactérias, reduzindo o risco de infecção hospitalar e, ainda, oferecendo segurança e conforto térmico. Tal medida beneficia tanto os pacientes, quanto médicos e demais colaboradores, segundo explica uma das empresas pioneiras no ramo, como a Clima Frio.

2.5 MEDIDOR DE GRANDEZAS UNIVERSAL (MUG)

Segundo (ELO Sistemas Eletrônicos S.A., 2009), o Medidor Universal de Grandezas (MUG) - ou comumente chamado de analisador de energia - é um medidor e registrador eletrônico programável de grandezas elétricas, em tempo real, cuja principal aplicação é a supervisão de redes de distribuição, tanto de baixa, quanto de média tensão. Além disso, recentemente também têm sido utilizados em grande escala na aferição das grandezas elétricas em diversos estabelecimentos, devido a sua grande versatilidade.

A figura 2.8, exemplifica o aparelho utilizado na instituição:



Figura 2.8 – Ilustração do MUG

Fonte: (ISSO TECNOLOGIA)

O MUG executa a medição em nível alternado (CA) de inúmeros parâmetros, como: tensão, corrente, energia ativa e reativa, potência ativa, potência reativa, potência aparente, fator de potência, frequência, harmônicos, entre outras grandezas. Tais valores são analisados de forma individual e/ou contemplados como um todo, em tempo real.

As grandezas medidas são apresentadas em um mostrador de cristal líquido, sendo possível mudar as grandezas que estão sendo apresentadas através de um simples toque de teclado ou, simplesmente, *online*, através de um acesso pela internet, tornando o processo de análise mais incisivo.

Para estabelecer parâmetros de medição é necessário colocar intervalos de atualização de resultados. Assim, tal intervalo é definido e determinado pelo espaço disponível da memória do MUG. O hiato é definido com início e fim de registro, ou seja, intervalos com definição do horário de início e de final de registros. O intervalo máximo de armazenamento varia conforme três aspectos: o tamanho da memória disponível no MUG, a configuração do número de grandezas registradas e períodos de medição e registro.

Tais intervalos descritos servem como mais uma variável cabível de análise, pois - através do mesmo - pode-se determinar a interrupção de energia, onde o registro lineariza

os últimos pontos, não descrevendo valores reais. Ainda, pode-se modificar configurações iniciais, distorcendo valores.

Vale ressaltar que a instalação para aferição dos resultados deve estar na entrada de energia - preferencialmente pós-gerador - para não ocorrer problemas de reconfiguração; assim, respeitando perímetros e normas da concessionária responsável pela região, como explica (JOSÉ MARIA CESÁRIO JUNIOR, 2014).

2.6 PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO

Segundo (REGINA CÉLIA TORRES, 2012), a matriz energética mundial é composta por várias fontes primárias, dentre as quais os combustíveis fósseis, que dominam o consumo em detrimento de outras fontes de energia. No entanto, devido ao crescimento populacional e ao desenvolvimento tecnológico, industrial e econômico, haverá - consequentemente - um aumento na demanda de energia devido a fatores como: preocupação ambiental, economia e aproveitamento energético. Dentre essas, destaca-se a energia solar através de painéis fotovoltaicos, por possibilitar a geração de forma limpa e descentralizada. O Brasil tem a vantagem de estar localizado em uma zona geográfica favorável, ou seja, intertropical, registrando altos índices de irradiação solar durante todo o ano, em comparação com outros países do mundo que já fazem uso desta tecnologia.

Tal sistema se encaixa em uma geração distribuída (GD), que - de acordo com (Instituto Nacional de Eficiência Energética, 2011) - é uma expressão para designar a geração de energia elétrica junto, ou próxima, ao consumidor; indiferente de sua potência instalada e/ou fonte de energia primária.

Instalar um sistema de energia solar fotovoltaica é uma, dentre tantas ótimas opções, de fazer o certo para o meio ambiente e reduzir custos financeiros entre médio e longo prazo. Além disso, muitas instituições bancárias oferecem financiamento para projetos sustentáveis como, por exemplo, a instalação do sistema de energia solar. Também é possível receber créditos pelo excesso de energia gerado à rede. Grandes empresas do ramo de energia renovável prometem que um sistema bem projetado pode gerar uma economia de até 90% na fatura de energia, como afirma a GNW Engenharia.

O crescimento da implementação de tal sistema ascende de maneira muito grande; assim, revigorando a matriz energética e diversificando metodologias de eficiência energética em nossa sociedade, como as projeções da ANEEL indicam.

2.7 RIC

Nessa seção irá ser apresentado o regulamento vigente na área estudada. O mesmo tem por objetivo padronizar e estabelecer as condições gerais para novos projetos de instalações ou reformas de fornecimento de energia elétrica, em tensão secundária, através de rede de distribuição aérea. Tal norma abrange e coordena as unidades consumidoras na área de concessão da USINA HIDROELÉTRICA NOVA PALMA LTDA - NOVA PALMA ENERGIA.

2.7.1 TRANSFORMADOR

O transformador é um dispositivo elétrico capaz de transportar potência, conectando diferentes níveis de tensão em corrente alternada (CA). Em geral, depende da ação de um campo magnético para que ocorram mudanças no nível de tensão. No cotidiano da vida moderna, onde a energia é o coração da civilização, o transformador é uma peça fundamental, visto que as aplicações rotineiras dependem de um bom funcionamento do mesmo. Veja o caso do sistema interligado nacional de energia elétrica, o qual possui transformadores do início ao fim do processo de geração e consumo de energia, assim como carregadores e aparelhos eletrônicos.

Segundo o RIC, norma técnica responsável na região, tem-se por objetivo estabelecer as diretrizes técnicas para o fornecimento de energia elétrica, em média tensão, a edificações individuais ou compartilhadas (Hospital), urbanas ou rurais, residenciais, comerciais ou industriais, com carga instalada individual superior a 75 kW, a partir de redes de distribuição aéreas ou subterrâneas, com tensões nominais, em sua grande maioria, de 13,8 kV.

O hospital Nossa Senhora da Saúde conta com uma rede elétrica composta de um circuito trifásico, tendo consigo uma carga instalada de aproximadamente 131 kW. Dessa forma, uma vez que ultrapassou-se o valor máximo estipulado por norma (citada anteriormente: RIC Nova Palma Energia), tomar-se-ão medidas que visam trazer uma maior confiabilidade e segurança no quesito de alimentação para todo o hospital. Para tal procedimento, providências como transformador na entrada e correções no circuito interno da instituição, serão abrangidas e sugeridas no decorrer do presente trabalho.

2.7.2 CARGA INSTALADA (W)

Segundo (ANEEL, 2010), carga instalada é a soma da potência nominal de cada equipamento da unidade consumidora. Tal valor possui como unidade de medida o Watts

(W). Assim, torna-se uma medida necessária para o dimensionamento do projeto elétrico da instalação.

2.7.3 CARGA DEMANDADA (kVA)

De forma resumida, pode-se citar que o cálculo de previsão de demanda é de vital importância em um projeto elétrico, uma vez que é através do mesmo que se obtém parâmetros importantes, como dimensionamento das entradas (podendo ser monofásica, bifásica ou trifásica) e a potência do transformador particular que será utilizado no projeto, por exemplo. Outro aspecto importante do cálculo é a visualização, clara e objetiva, da diferença de valores entre potência instalada e potência demandada, podendo-se - dessa forma - compará-los.

Pela norma vigente, segundo a distribuidora NOVA PALMA ENERGIA, o consumidor necessita de um transformador de entrada (MT para BT).

Tendo esses conceitos em vista, pode-se determinar a demanda através da relação 2.10:

$$D(kVA) = (a + b + 1.2c + d + e + f) \quad (2.10)$$

- a: demanda de iluminação e tomadas.
- b: demanda dos aparelhos para aquecimento.
- c: demanda dos aparelhos de ar condicionado.
- d: demanda das unidades centrais de condicionamento de ar.
- e: demanda dos motores elétricos e máquinas de solda a motor.
- f: demanda das máquinas de solda a transformador, aparelhos de eletro galvanização e de raios-X.

- ILUMINAÇÃO E TOMADA DE USO GERAL (a):

Para demanda da iluminação, aplica-se a relação (2.11):

$$a'(\text{calculada}) = (20W/m^2) \cdot \text{Area}(m^2) \quad (2.11)$$

Também aplica-se a relação (2.12):

$$a''(\text{real}) = P_{ti}(W) \quad (2.12)$$

Assim, compara-se ambas as equações (2.11) e (2.12) e usa-se o de maior valor.

$$a = \frac{\text{maior valor} \cdot FD_{\text{tabela10}}}{FP} \quad (2.13)$$

Sendo:

FD: Fator de demanda, obtido na tabela 10 do RIC.

FP: Fator de potência.

- APARELHOS DE AQUECIMENTO (b):

$$b = \frac{P_{ti}(W) \cdot FD_{\text{tabela12}}}{FP} \quad (2.14)$$

Como se trata, basicamente, de resistências, tem-se FP=1.

- APARELHOS CONDICIONADORES DE AR (c):

$$c = \frac{P_{ti}(W) \cdot FD_{\text{tabela14}}}{FP} \quad (2.15)$$

Lembrando, ainda, que a equação (2.15) leva um um fator de multiplicação no valor de 1.2.

- MOTORES (e):

$$e = \frac{P_{ti}(W) \cdot FD_{\text{tabela15}}}{FP} \quad (2.16)$$

- APARELHOS DE RAIO-X (f)

$$f = \frac{P_{ti}(W) \cdot FD_{\text{tabela}}}{FP} \quad (2.17)$$

Tendo em vista que todas equações levam o fator de potência consigo, tabeladas ou dado de placa. Ainda, cita-se a contribuição de cada área, a qual gera a demanda total da instalação analisada, como expõe a equação (2.10).

3 CÁLCULO DE DEMANDA

A parte que se refere à demanda visa estabelecer a potência demandada, aplicando fatores de diversidade na potência instalada.

Pode-se, antes da apresentação da demanda, analisar a potência instalada, fracionada por carga instalada, como apresenta a figura 3.1, somando um total de aproximadamente 131 kW. Tais valores servirão para uma posterior comparação com a potência já devidamente demandada.

Apresenta-se uma carga que está, majoritariamente, atrelada a chuveiros e torneiras elétricas:

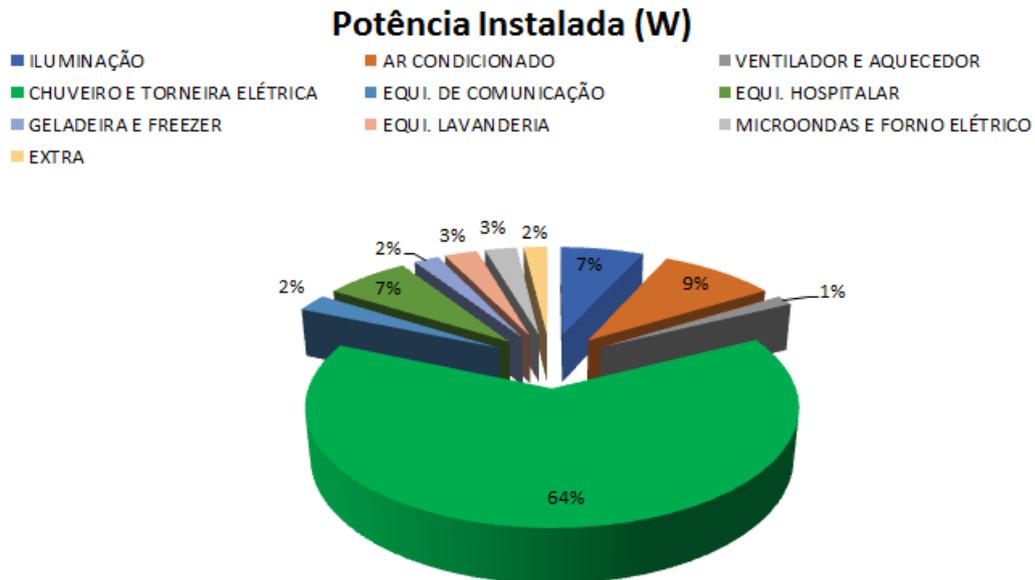


Figura 3.1 – Potência Instalada

Fonte: (AUTOR)

Pode-se então inferir a demanda do Hospital Nossa Senhora da Saúde, começando pela iluminação e tomadas em geral.

Pela relação (2.11), tem-se que:

$$a'(\text{calculada}) = (20\text{W}/\text{m}^2) \cdot 1548 (\text{m}^2) \rightarrow 30960\text{VA} \quad (3.1)$$

Também tem-se (2.12):

$$a''(\text{real}) = 8867\text{VA} \quad (3.2)$$

Nota-se, então, que a relação (2.11) é maior em comparação com a relação (2.12); tendo, dessa forma, seu valor na aplicação da relação (2.13):

$$a = \frac{30960W \cdot 0,4}{1} \rightarrow 12384VA \quad (3.3)$$

Agora, na relação de aparelhos para aquecimento, tem-se a relação (2.14):

$$b = \frac{86900W \cdot 0,35}{1} \rightarrow 30415VA \quad (3.4)$$

Também, na relação de aparelhos de ar condicionado, temos a seguinte relação (2.15):

$$c = 1,2(12300W \cdot 0,85) \rightarrow 12546VA \quad (3.5)$$

Pode-se aferir a potência demandada dos motores instalados no local em questão pela equação (2.16):

$$e = 14128W \cdot 0,7 \rightarrow 9888,2VA \quad (3.6)$$

Por fim, a relação (2.17) expõe a demanda dos demais equipamentos:

$$f = 8410VA \quad (3.7)$$

Portanto, para destacar-se a potência total demandada, faz-se uso da relação (2.10):

$$D(kVA) = (12384 + 30415 + 12546 + 9888,2 + 8410) \rightarrow 73643,2VA \quad (3.8)$$

O transformador que deverá ser implementado para adequação à norma, considerando - também - um fator de crescimento, é mostrado na relação (3.9), onde estipulou-se um valor comercial.

$$\text{Transformador} = 150kVA \quad (3.9)$$

Nota-se, portanto, a grande diferença entre a potência instalada e a potência demandada do hospital. Dessa forma, pode-se usar do cálculo de previsão de demanda para não sobre-dimensionar e verificar de qual classe consumidora a instituição se encaixa, enquadrando-se em uma melhor relação de custo x benefício para a entidade de forma geral

Através da figura 3.2, mostrado a seguir, pode-se quantificar (%) e visualizar a potência demandada em toda instalação hospitalar:

Potência Demandada (RIC)

■ ILUMINAÇÃO ■ AQUECIMENTO ■ AR CONDICIONADO ■ MOTORES ■ DEMAIS EQUIPAMENTOS

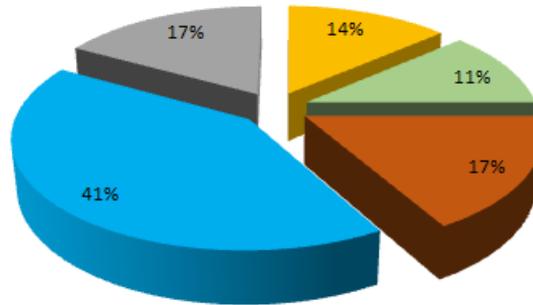


Figura 3.2 – Potência Demandada

Fonte: (AUTOR)

4 MEDIDOR DE GRANDEZAS UNIVERSAL (MUG)

No presente capítulo será contemplada uma análise completa dos resultados obtidos no hospital Nossa Senhora da Saúde.

Através do MUG, também comumente chamado de Analisador de Energia Elétrica, empregado na localidade, obtém-se uma vasta gama de resultados importantes na análise do desempenho energético da instituição. Tais parâmetros, por sua vez, expressam a qualidade e o consumo de energia elétrica do hospital, seja de ordem instantânea ou dentro de uma análise do período.

Na questão de aferimento, que obteve-se de 30 de março até 7 de abril, cabe uma ressalva antes da exposição dos dados: em dois dias de abril, por volta das 19 horas, aconteceu um desligamento não programado no equipamento e, após um período de 15 minutos, reestabeleceu-se a conectividade. A partir de tal fato, a configuração de uma das ponteiros do MUG inverteu sua polaridade, provocando uma inversão no fluxo de potência e, assim, invalidando alguns resultados. Tendo isto em vista, dados que foram afetados serão descartados.

4.1 ANÁLISE QUALITATIVA SOBRE O ESPECTRO DE TENSÃO

A ANEEL, através do PRODIST vigente (módulo oito-revisão dez, 2018), estabelece parâmetros mínimos referentes à energia elétrica, abordando a qualidade do produto e a qualidade do serviço prestado ao cliente em geral.

No quesito qualidade do produto, este módulo define características como: a terminologia e os indicadores, caracterização dos fenômenos, estabelecimento dos limites, a metodologia de medição, a gestão das reclamações relativas à conformidade de tensão em regime permanente e as distorções na forma de onda de tensão.

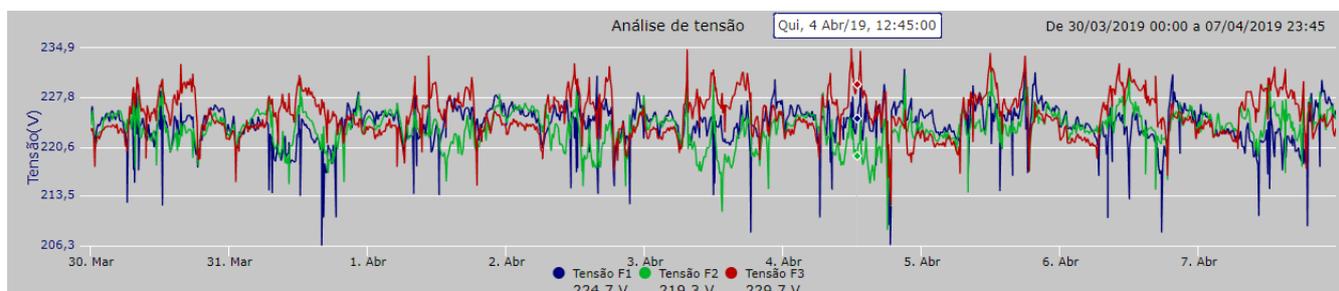


Figura 4.1 – Níveis de Tensão

Fonte: (AUTOR)

Na tabela cinco do PRODIST estabelece-se níveis de tensão adequados, precários

e críticos para a faixa de tensão 380V/220V.

Através da figura 4.1, não é nítido de forma visível uma falta de qualidade na entrega de energia, porém os dados coletados - que foram analisados e atualizados a cada cinco minutos - demonstram momentos extremos, como mostra a figura 4.3.

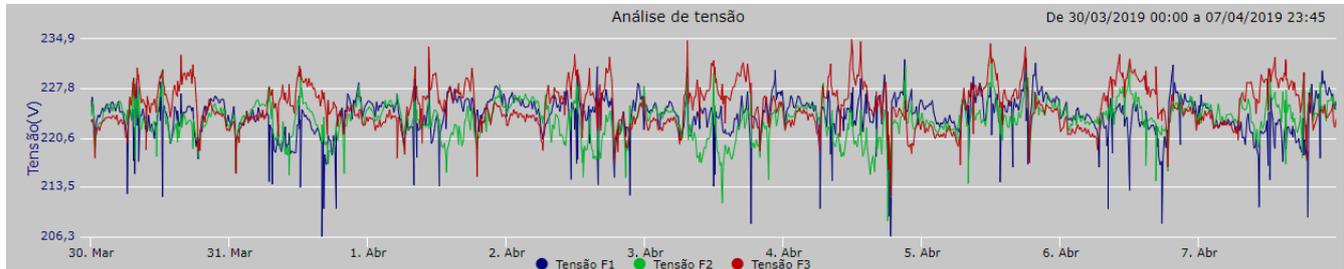


Figura 4.2 – Flutuação de Tensão

Fonte: (AUTOR)

Observa-se, a partir da figura 4.2, um ponto de observação no dia quatro de abril (04/04). Tal ponto será analisado em outras cadeias de dados, os quais serão apresentadas no decorrer do trabalho.

Perante a figura 4.3 e o cruzamento com o PRODIST, pode-se inferir que o nível de tensão entregue pela concessionária na fase três chega a ser crítica em determinado momento da análise.

Resumo de Gráfico - Análise de tensão

Resumo com base em medições entre os períodos de 30/03/2019 00:00 a 07/04/2019 23:45

Descrição	Maior	Menor	Média
Tensão F1 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	232,3 V 05/04/2019 17:53	206,3 V 31/03/2019 16:00	223,5 V
Tensão F2 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	232,2 V 05/04/2019 12:02	208,6 V 04/04/2019 18:03	223,1 V
Tensão F3 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	234,9 V 04/04/2019 11:46	212,2 V 04/04/2019 18:39	225,3 V

Figura 4.3 – Níveis extremos de Tensão

Fonte: (AUTOR)

Nível de tensão crítica, segundo o PRODIST, seria tensão acima de 233 Volts em regime permanente.

4.2 ANÁLISE SOBRE ESPECTRO DE CORRENTE

Em função da corrente, pode-se dizer que há um desequilíbrio entre fases, como ilustra a figura 4.4. A diferença de corrente drenada por fase deve-se a fatores como a composição de equipamentos cíclicos, atuando na fase dois, equipamentos maiores (tais como máquinas de lavar, em escala industrial) na fase um e demais equipamentos de iluminação, TUG´S e chuveiros na fase três.

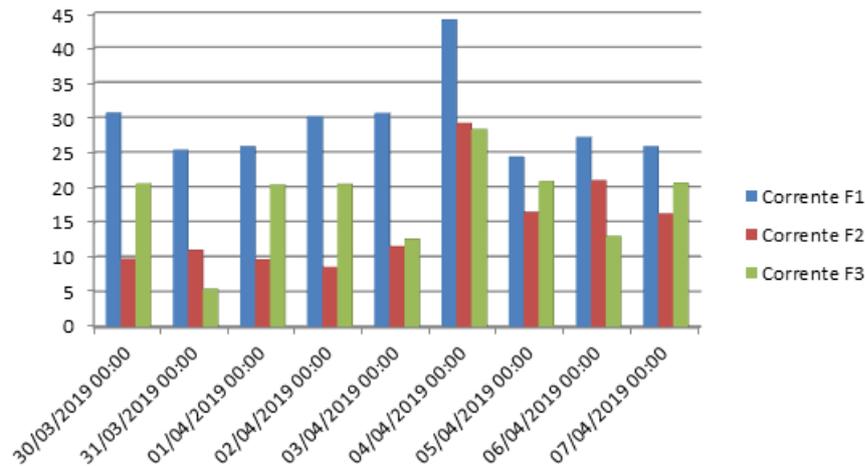


Figura 4.4 – Variação periódica da Corrente

Fonte: (AUTOR)

A medição da corrente elétrica, obtida através do analisador de energia (MUG), mostra que ainda existe disponibilidade para um aumento de carga na instituição hospitalar, remanejando esta carga para fases sub-utilizadas, visando-se buscar um equilíbrio interno na instalação elétrica. Tal análise só é possível pois existem gráficos, sendo que um deles apresenta a flutuação da corrente ponto a ponto, conforme a figura 4.5.

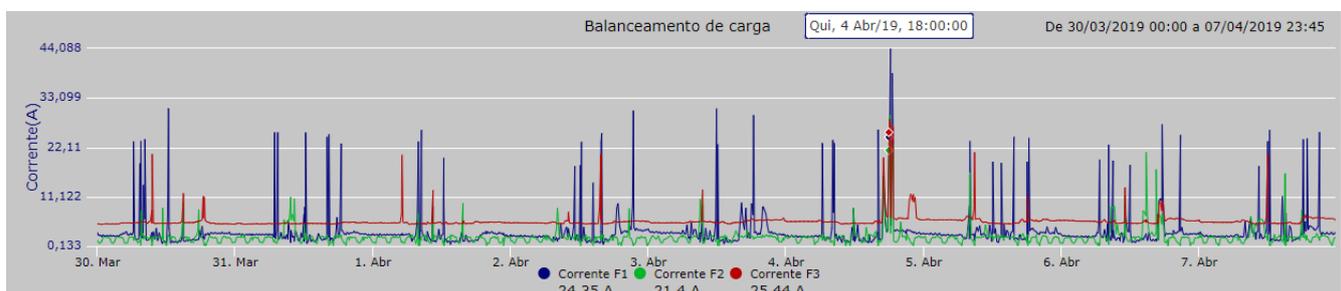


Figura 4.5 – Flutuação dos Níveis de Corrente

Fonte: (AUTOR)

Além disso, existe uma análise que determina seus extremos, de acordo a figura 4.6. Tal parâmetro é de suma importância no dimensionamento elétrico em geral na instituição em questão.

Resumo de Gráfico - Balanceamento de carga

Resumo com base em medições entre os períodos de **30/03/2019 00:00 a 07/04/2019 23:45**

Descrição	Maior	Menor	Média
Corrente F1 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	44,09 A 04/04/2019 18:12	0,5 A 01/04/2019 13:30	3,9 A
Corrente F2 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	29,22 A 04/04/2019 18:03	0,13 A 05/04/2019 16:23	2,4 A
Corrente F3 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	28,35 A 04/04/2019 18:02	4,91 A 01/04/2019 06:21	5,87 A

Figura 4.6 – Extremos de Corrente

Fonte: (AUTOR)

4.3 FATOR DE POTÊNCIA

Para corroborar com tal análise, o fator de potência apresenta-se como um elemento fundamental, podendo-se - através dele - aferir ou indicar qual equipamento está consumindo energia predominantemente. Tal fator se baseia na equação (2.7), a qual representa, em graus, a defasagem angular entre tensão e corrente.

Decorre que, na fase três, a partir da análise gráfica representada por 4.7, determina-se uma alocação de carga quase que puramente resistiva, ou seja, chuveiros e torneiras elétricas. Tais cargas, por sua vez, possuem um fator de potência unitário, onde a tensão e a corrente não possuem defasagem entre si. Nota-se, ainda, pontos de fator de potência indutivo, caracterizando pequenos motores em funcionamento.

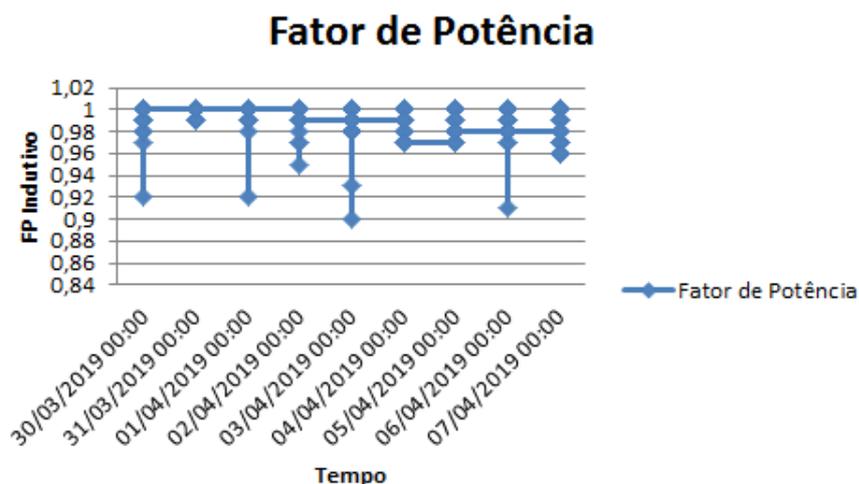


Figura 4.7 – Fator de Potência

Fonte: (AUTOR)

Chuveiros, iluminação e torneiras elétricas, assim como motores, destacam-se como potência dominante em ambientes como banheiros, quartos e cozinha. A segunda parcela predominante de equipamentos está alocado na lavanderia da instituição.

4.4 TEMPERATURA

A temperatura aferida se baseia em um sensor térmico, alocado na parte externa do hospital Nossa Senhora da Saúde. Trata-se de uma medição com poucos dias de avaliação, acarretando pouca amostragem, porém pode-se ter uma noção deste período sazonal. A referida avaliação deu-se em meados de abril, já em fase de transição de verão para outono, caracterizado - ainda - por altas temperaturas.

Na análise de temperatura, cabe uma atenção especial sobre equipamentos que funcionam na refrigeração do ambiente, assim como as doenças incidentes no período de verão. O mesmo, por sua vez, pode acarretar um maior consumo de energia elétrica devido à demanda maior de pacientes.

Por se tratar de um hospital de pequeno porte, onde a carga demandada é baixa, a refrigeração ocupa uma parcela grande no consumo total de energia elétrica, devido a sua alta densidade de ocupação.

A figura 4.8 apresenta a variação ao longo do período. O tempo de amostragem compreende-se por nove dias de medição.

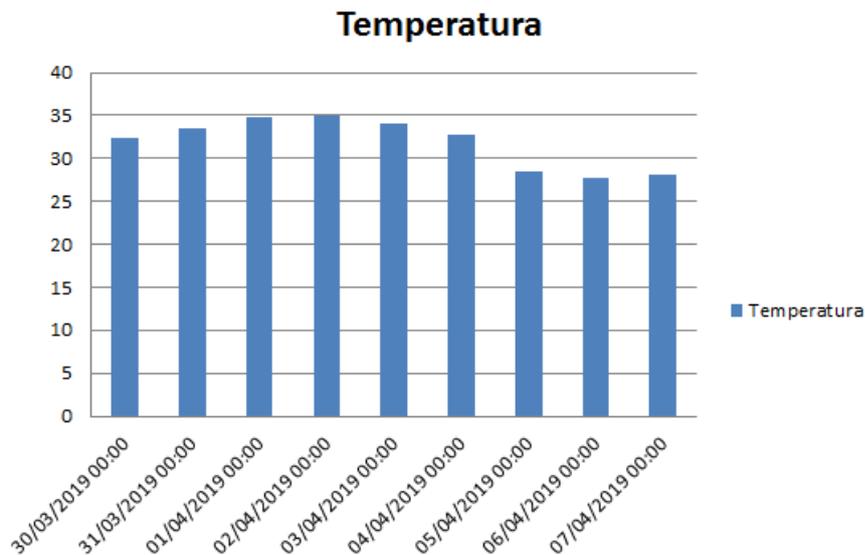


Figura 4.8 – Temperatura

Fonte: (AUTOR)

O Medidor de Grandeza Universal indica em seu resumo, apresentado na figura 4.9, uma variação com pouca amplitude térmica ao longo dos dias aferidos.

Conclui-se que em um hospital de pequeno porte, a temperatura não interfere de maneira significativa o consumo de energia elétrica.

Resumo de Gráfico - Temperatura

Resumo com base em medições entre os períodos de **30/03/2019 00:04** a **07/04/2019 23:44**

Descrição	Maior	Menor	Média
Temperatura (Climatização (DMI ID: 07418A3495620000))	35 °C 02/04/2019 17:05	23 °C 06/04/2019 06:41	28,23 °C

Figura 4.9 – Extremos de Temperatura

Fonte: (AUTOR)

4.5 ANÁLISE SOBRE POTÊNCIA APARENTE

A potência aparente é composta por uma parcela ativa e outra reativa. O consumo de energia elétrica no hospital Nossa Senhora da Saúde, avaliado pelo MUG, mostra uma configuração com maior consumo agregado na fase três. Visto isso, a análise, conforme a figura 4.10, mostra a potência ativa predominante em relação à potência reativa.

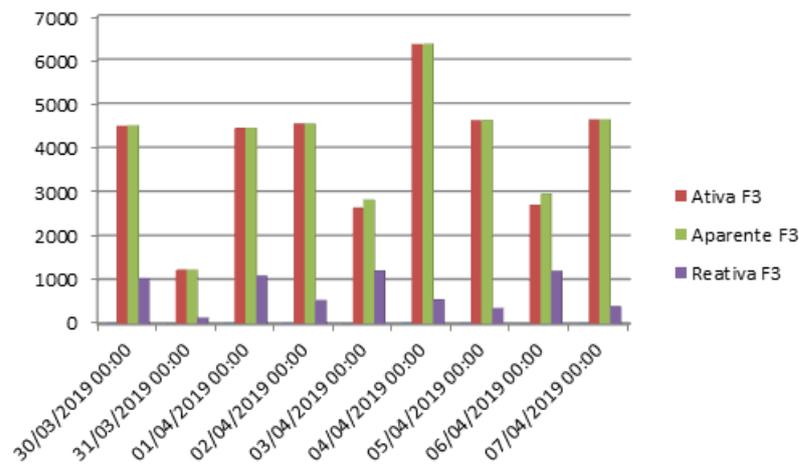


Figura 4.10 – Potência Aparente

Fonte: (AUTOR)

Através de uma verificação mais aprofundada, pode-se obter o comportamento da potência aparente, em escala menor de tempo, como apresenta a figura 4.11, retirada do analisador de energia. O fato de a potência ser maior no dia quatro mostra-se preocupante em relação ao comportamento total da potência ao longo dos dias. Além disso, demonstra que quem promove esse pico de corrente - e consequente consumo maior no período - é o circuito anexado à fase três.

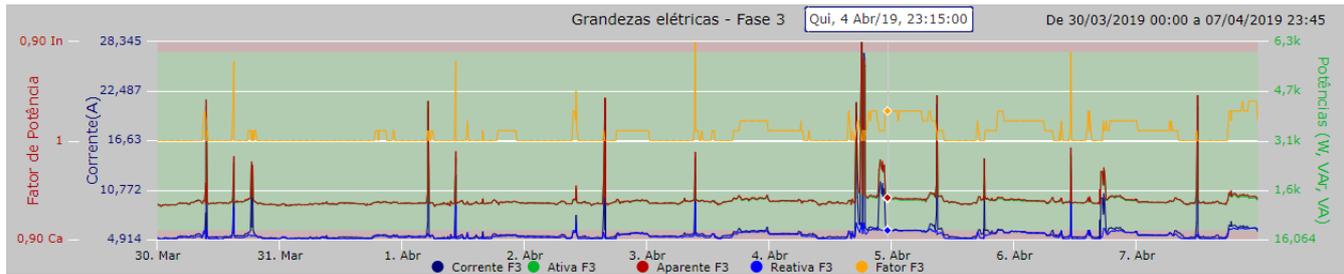


Figura 4.11 – Potência Aparente do período

Fonte: (AUTOR)

Pode-se destacar que esse consumo maior deve-se ao fato de que vários chuveiros foram ligados em um pequeno espaço de tempo, como demonstra a figura 4.12. Ainda, sabe-se que chuveiros são caracterizados pelo seu alto consumo energético e serem dotados de característica resistiva, ou seja, fator de potência unitário.

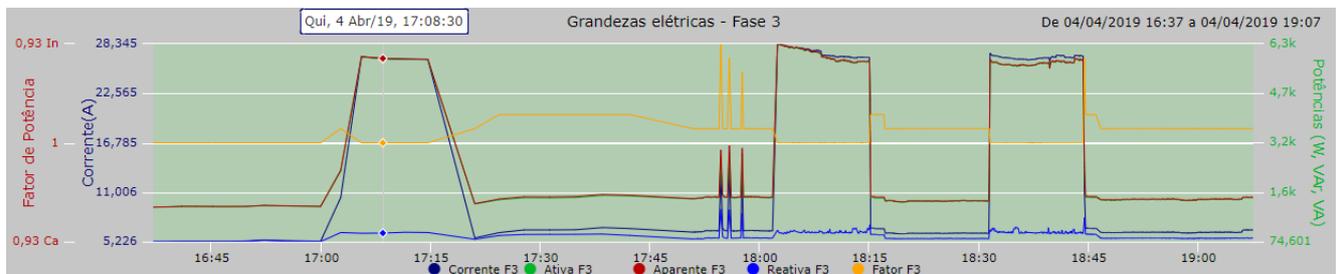


Figura 4.12 – Potência Aparente do momento de pico

Fonte: (AUTOR)

Antes de partir para a análise do consumo total de energia ao longo do período, vale ressaltar extremos das grandezas totais na fase de quem mais corrobora no consumo energético na instituição em questão. Sobre tais características, a figura 4.13 ajuda a exemplificar:

Resumo de Gráfico - Grandezas elétricas - Fase 3

Resumo com base em medições entre os períodos de **30/03/2019 00:00** a **07/04/2019 23:45**

Descrição	Maior	Menor	Média
Corrente F3 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	28,35 A 04/04/2019 18:02	4,91 A 01/04/2019 06:21	5,87 A
Ativa F3 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	6.349,6 W 04/04/2019 18:02	1.069,99 W 30/03/2019 00:41	1.309,83 W
Aparente F3 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	6.359,19 VA 04/04/2019 18:02	1.070,16 VA 30/03/2019 00:41	1.320,22 VA
Reativa F3 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	1.207,09 VAR 03/04/2019 09:26	16,06 VAR 30/03/2019 12:30	132,28 VAR
Fator F3 (Energia (DMI ID: 07418A34956200000))	1 30/03/2019 00:00	0,9 03/04/2019 09:26	0,99

Figura 4.13 – Grandezas Totais

Fonte: (AUTOR)

5 ANÁLISE SOBRE A ENERGIA TOTAL CONSUMIDA

Neste capítulo, cabe-se uma análise no consumo de energia mensal no hospital, dada através de três maneiras. Na primeira maneira obtida pelo analisador de energia, implementado na entrada de energia da instituição, na segunda análise chega-se a energia consumida em razão da fatura gerada pela concessionária e por fim, através de uma entrevista analisando períodos e utilização chegando-se a uma previsão de energia consumida.

5.1 AFERIMENTO PELO MUG

Tendo todos dados obtidos, tais como: corrente, tensão, fator de potência, temperatura e potência aparente, expressados em análises anteriores, consegue-se - então - expressar a energia (kWh) consumida em todos dias de medição e a total no período em questão.

o gráfico 5.1 corrobora com todas as análises anteriores, definindo energia consumida em períodos extremos, em detrimento de parâmetros como corrente alta e tensão baixa.

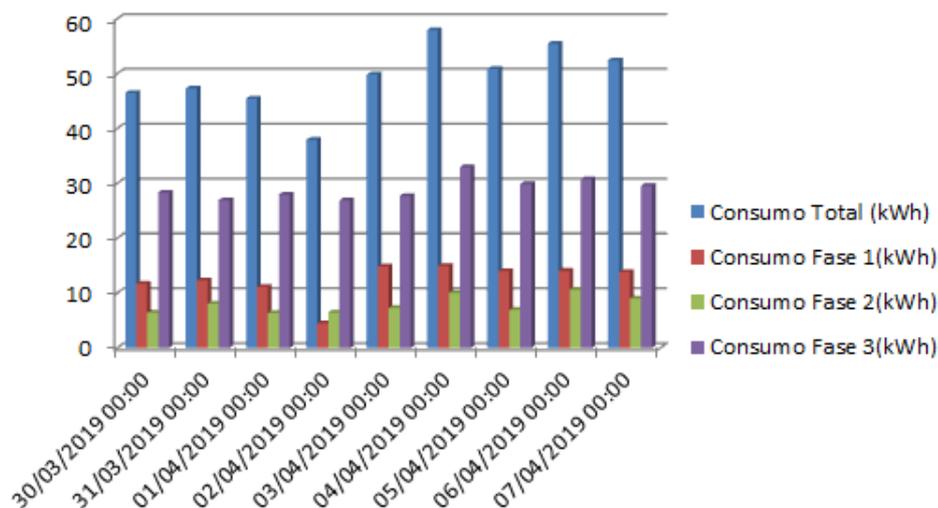


Figura 5.1 – Energia Consumida

Fonte: (AUTOR)

Pelas análises anteriores, é possível destacar três fatores principais no circuito elétrico da instituição:

- Desequilíbrio de carga entre as fases devido ao não dimensionamento correto.
- Consumo exarcebado no dia 04/04/19 devido ao ligamento de vários chuveiros no

mesmo período, como exemplificado na figura 4.12.

- Não existe uma relação direta com a temperatura 4.8; assim, aparelhos de refrigeração, em períodos de verão, não interferem de forma significativa no consumo total.

Para exemplificar o que foi consumido diariamente e também seu consumo de energia total, vejamos o quadro 5.1, apresentando de forma quantitativa a relação de energia elétrica consumida pelo Hospital Nossa Senhora da Saúde.

Data	Consumo Total (kWh)	Consumo Fase 1 (kWh)	Consumo Fase 2 (kWh)	Consumo Fase 3 (kWh)
30/03/2019	46,49	11,72	6,45	28,31
31/03/2019	47,29	12,33	8,04	26,93
01/04/2019	45,45	11,12	6,36	27,97
02/04/2019	37,93	4,54	6,49	26,9
03/04/2019	49,84	14,86	7,27	27,71
04/04/2019	57,95	14,93	10,05	32,97
05/04/2019	50,87	14,01	6,96	29,9
06/04/2019	55,46	14,06	10,63	30,77
07/04/2019	52,45	13,87	9,04	29,54
TOTAL (kWh)	443,73	111,44	71,29	261

Tabela 5.1 – Energia Segundo MUG

Fonte: (AUTOR)

A partir da tabela 5.1, pode-se expandir os nove dias amostrados em vinte e oito dias, período de extração da fatura de energia pela distribuidora Nova Palma Energia, referente ao mês de abril.

$$P_{abril} = \frac{28 \text{ dias}}{9 \text{ dias}} \times 443,73 \text{ kWh} \rightarrow 1380,493 \text{ kWh} \quad (5.1)$$

5.2 ANÁLISE PELA FATURA DA CONCESSIONÁRIA

A equação (5.1) mostra a energia consumida pelo hospital, com os dados extraídos e expandidos, de forma a equiparar a leitura da concessionária.

$$P_{abril} = 1439 \text{ kWh} \quad (5.2)$$

Verifica-se uma pequena discrepância entre o valor expandido aferido pelo MUG e o de leitura, algo dentro do esperado pelo fato de não se ter um comportamento igual ao

longo do mês em questão.

O crescimento exposto pela tabela 5.2 sugere a entrada de equipamentos de alto consumo energético ou então o aumento de pacientes, pois é impactante o crescimento de consumo no últimos 36 meses. Com os resultados, observou-se um crescimento de 64% no consumo de energia elétrica no hospital Nossa Senhora da Saúde.

Consumo De Energia Nos Últimos Três Anos (kWh)														
Tempo	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Cres (%) a.a
2019/2018	1617	1681	1881	1439	1143	1552	1794	2132	2525	1657	1770	1420	20611	4%
2018/2017	1468	1492	1440	892	1428	2063	1970	2185	2036	1482	1620	1831	19907	60%
2017/2016	926	681	796	1376	1326	1530	1086	1207	1075	620	1071	782	12476	
Cres (%) a.m	75%	147%	136%	5%	-14%	1%	65%	77%	135%	167%	65%	82%		

Tabela 5.2 – Crescimento do Consumo

Fonte: (AUTOR)

De forma nítida, nota-se uma expansão de consumo de energia, comparada a anos anteriores, provocada pelo ajuste tecnológico e uma crescente quantidade de pacientes aderidos ao hospital. Isso vem comprovando a análise de expansão de consumo de energia elétrica em instituições hospitalares, como apresentou anteriormente a figura 1.1.

Pode-se aferir de forma gráfica, de acordo com a figura 5.2, que - através de dados disponibilizados pela Nova Palma Energia - o crescimento de consumo de energia elétrica do hospital nos últimos três anos e, dessa forma, comparar com resultados oriundos do analisador de energia.

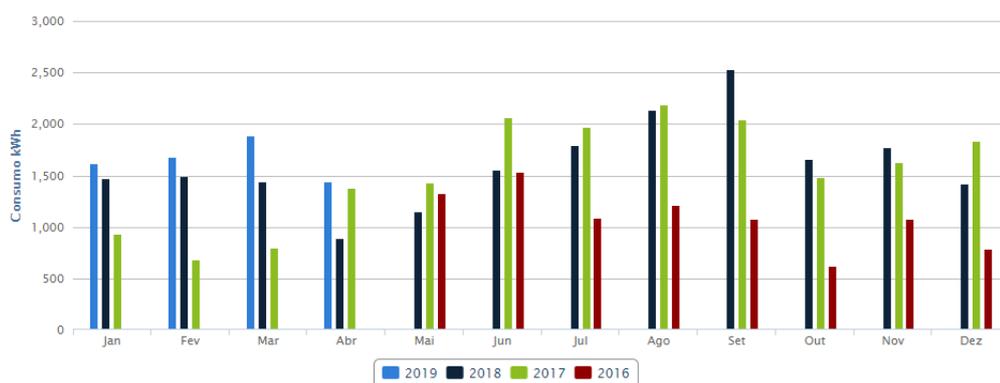


Figura 5.2 – Consumo Faturado

Fonte: (NOVA PALMA ENERGIA)

5.3 CONSUMO ENERGÉTICO DESAGREGADO

De maneira a corroborar com a análise do quadro elétrico da instituição, mensurada pelo analisador de energia, também adquirida pela leitura mensal da concessionária, uma entrevista com cerca de oito colaboradores visa expressar quantitativamente o consumo energético desagregado da instituição.

Sabe-se, portanto, parâmetros importantes como horário, tempo de uso e a potência nominal de cada equipamento. Dessa forma, consegue-se chegar, de forma aproximada, à energia consumida, obtida através da equação (5.3), expressada em kWh:

$$E = P.t \quad (5.3)$$

A tabela 5.3 apresenta o consumo de energia do hospital Nossa Senhora da Saúde de forma desagregada, no período de uma semana.

ENERGIA (Wh)	
Iluminação	115400
Chuveiros	97500
Refrigeradores	32000
Ar Condicionado	54000
Motores	39000
Computadores	52400
Total (Wh)	390300

Tabela 5.3 – Consumo desagregado

Fonte: (AUTOR)

Percebe-se a parcela referida à iluminação “puxando a frente” no consumo energético do hospital, algo - de certa forma - esperado por se tratar de uma instalação gigantesca, com poucos equipamentos e uma grande defasagem da iluminação, tanto em consumo energético, quanto em conforto e segurança visual.

Energia Desagregada (kWh)

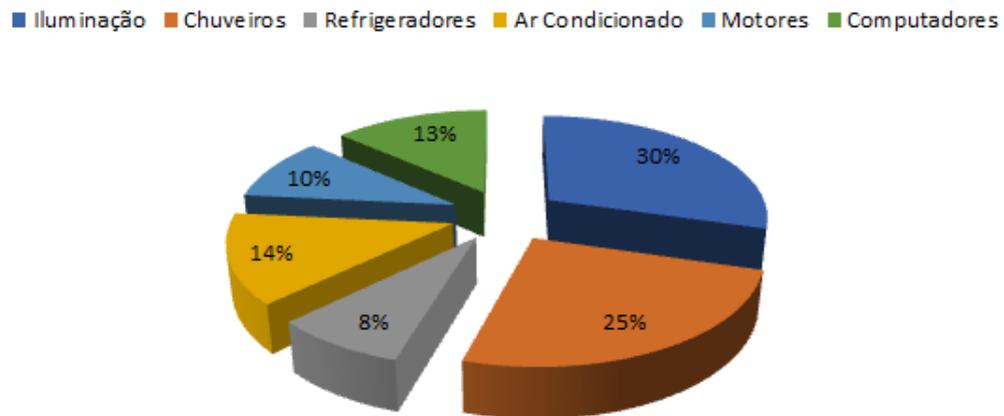


Figura 5.3 – Maiores Consumidores

Fonte: (AUTOR)

Chega-se, através da análise do consumo desagregado, a uma estimativa mensal, dada pela equação (5.4):

$$P = (4 \cdot 390300Wh) \rightarrow 1561,2kWh \quad (5.4)$$

Tem-se, agora, um comparativo de energia consumida mensal entre o analisador de energia, a leitura feita pela concessionária e a energia aferida pelo consumo desagregado - através de dados obtidos dos colaboradores. Dessa forma, inferiu-se que os valores obtidos pelas três análises estão semelhantes, trazendo mais confiabilidade ao estudo.

6 ANÁLISE LUMINOTÉCNICA

Segundo prevê a Norma Brasileira de trabalho em ambientes internos - ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1; 2013 – deve existir um índice mínimo de incidência luminosa em diversos ambientes de trabalho. Dessa forma, cabe aqui uma análise em um âmbito hospitalar. Ressalta-se que, por ser a única instituição localizada no Município, o Hospital Nossa Senhora da Saúde necessita de uma instalação de excelência; portanto, a iluminação do mesmo precisa se adequar aos parâmetros mínimos normatizados, tais como: iluminância (LUX), índice de ofuscamento e, ainda, índice de reprodução de cores (IRC).

Na prática, analisaram-se mais de setenta cômodos hospitalares, das mais variadas funções, constatando-se uma grande defasagem com relação ao quesito de eficiência aplicada à iluminação em praticamente toda área física do hospital.

Na extração dos modelos de iluminação e suas respectivas potências, verificou-se a presença de aproximadamente duzentas lâmpadas de modelos variados. A quantidade de lâmpadas do tipo fluorescente compacta e tubular tem predomínio quase que completo na instituição referida. O gráfico 6.1 ajuda a exemplificar melhor:

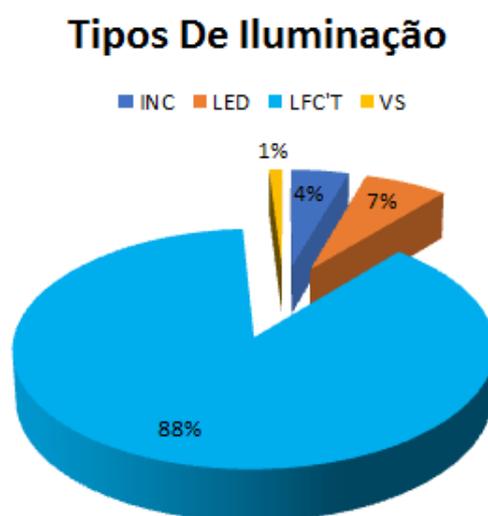


Figura 6.1 – Modelos de lâmpadas existentes

Fonte: (AUTOR)

A partir da figura 6.2, analisou-se que aproximadamente 70% dos cômodos não estão adequados à norma, totalizando um total de cinquenta ambientes. Tal fator torna-se preocupante, uma vez que esses dados elevam-se ainda mais em ambientes “delicados”, como - por exemplo - salas de operação, pós-operação, exames e tratamento, onde a aplicação de um projeto luminotécnico, que atenda aos índices mínimos da norma, torna-se ainda mais relevante.

Adequação à Norma

■ Fora da Norma aceitável ■ Compreende à norma ■ Área crítica

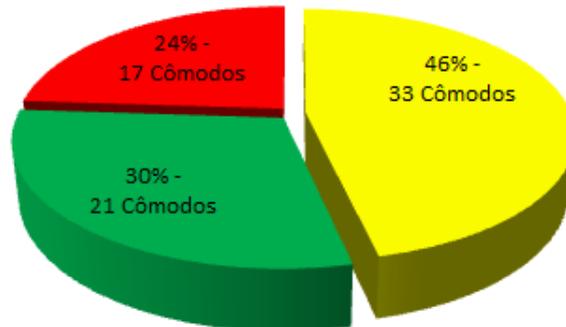


Figura 6.2 – Comparativo segundo a norma

Fonte: (AUTOR)

Nota-se que tal parcela no consumo energético é a mais representativa, ou seja, a que mais consome energia elétrica na instalação hospitalar. Através da imagem 4.5, retirada do analisador de energia, nota-se de forma mais clara.

7 MEDIDAS PARA MITIGAR O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O grande desafio de qualquer projeto de eficiência energética bem sucedido é obter um consumo de energia elétrica reduzido, aliado à presença de conforto e segurança no ambiente de estudo.

No presente trabalho aplicaram-se técnicas e análises em âmbitos distintos, a fim de proporcionar uma grande abrangência e também uma maior longevidade nas aplicações de eficiência energética. Acredita-se que a parte técnica, aliada a medidas educativas, seja o melhor caminho para mitigar o consumo de energia elétrica.

7.1 USO CONSCIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA

Quanto maior for o desperdício de energia elétrica, maior é o preço a ser pago pelo consumidor e também ao meio ambiente. Ao usar-se a energia elétrica de maneira eficiente, tem-se economia na fatura final e ainda ajuda-se o planeta a preservar suas reservas e recursos naturais, como explica (CPFL, 2017). Sobre a presente temática, existem maneiras eficientes para o uso da energia elétrica, tais como as descritas a seguir:

- Hábitos Inteligentes: manuseio correto no uso do equipamento, respeitando sua potência e regime de trabalho.

- Equipamentos Eficientes: trata-se de aquisição de equipamentos com indicação "A" de qualidade Procel.

- Projetos Inteligentes: Na reforma ou na construção de casa/ambiente, utilizar-se de maneiras criativas no uso posterior de energia, como, por exemplo, posicionamento de aberturas (para aproveitamento solar e correta ventilação), a fim de se obter uma redução no uso de iluminação e de equipamentos de ar condicionado.

Ainda, segundo dados do grupo CPFL e ANEEL, destacam-se alguns equipamentos que mais contribuem no consumo de energia elétrica, tais como:

- Chuveiros: chega a corresponder até 35% no uso residencial. No hospital em questão, chega-se a 25%, como apresenta a imagem 5.3, do consumo total de energia elétrica. Ao utilizar-se de momentos mais quentes do dia para o banho, reduz a temperatura necessária para o aquecimento da água, proporcionando - assim - uma redução no consumo oriunda deste equipamento.

Outra maneira de promover economia de energia elétrica, visando-se aquecimento de água, seria a utilização de coletores solares exclusivos para chuveiros e ambientes de cozinha. Assim, uma vez que o hospital possui uma área física direcionada ao norte e de tamanho suficiente, a aplicação de placa solar para aquecimento de água seria de extrema importância na eficiência energética desta parcela de consumo.

- Ar Condicionado: tem-se, na instalação em questão, um consumo de aproximadamente 14% da energia total consumida, como apresenta na figura 5.3. Para mitigar tal consumo, medidas como utilização do aparelho em ambientes fechados, instalação do mesmo em locais com alta circulação de vento e de qualidade “A” na escala Procel, de preferência modelo *Inverter* - seriam as medidas aconselháveis.



Figura 7.1 – Tipo Janela

Fonte: (AUTOR)

Na figura 7.1 apresenta-se um ar condicionado modelo Janela, encontrado no local em questão. Tal aparelho se caracteriza por consumir muito e proporcionar pouca refrigeração, ou seja, uma baixa eficiência.

Através da tabela 2.2, pode-se verificar a discrepância global entre o modelo utilizado na instituição (figura 7.1) e o sugerido (Inverter). Assim, obtém-se mediante à troca, uma ampliação na gama de medidas de eficiência energética no hospital.

- Iluminação: tratando-se do hospital Nossa Senhora da Saúde, tem-se o maior consumo de energia destinado à iluminação, cerca de 30%, como apresenta a imagem 5.3. Por se tratar de uma instalação de aproximadamente 1600 m², à iluminação presente também será de grande volume, chegando a mais de 200 unidades de lâmpadas. Dessa forma, medidas de maior aproveitamento da iluminação solar, aliado à troca de modelos Incandescentes, traria um menor consumo energético para a instituição. Como já citado, modelos de lâmpadas incandescentes e fluorescente correspondem com o maior percentual de utilização energética no hospital, como o gráfico 6.1 apresentou.

Uma medida de maior impacto seria a aplicação de sensores de presença associados à iluminação, podendo serem utilizados para garantir maior segurança e economia. Os mesmos atuam assim que detectam movimento e, apenas assim, acendem as lâmpadas, aumentando-se a atenção dos colaboradores e, além disso, evitando desperdícios

oriundos de utilização desnecessária.

A figura 7.2 apresenta a disposição de elementos de iluminação ao longo dos corredores do hospital. Pode-se notar claramente a quantidade de modelos defasados e mal distribuídos.

A iluminação de ambientes, como corredores e salas maiores, se dá através de um único interruptor - na grande maioria – gerando uma iluminação exacerbada e interferindo diretamente no consumo de energia da instituição.



Figura 7.2 – iluminação mal projetada

Fonte: (AUTOR)

- Refrigeradores: Na instituição em questão, conta-se com cinco refrigeradores: três deles situam-se na cozinha e copa, outro instalado junto ao ambiente administrativo e mais um para fins de medicamento e uso hospitalar, chegando a, aproximadamente, um consumo de 8% da energia total utilizada pelo hospital, como apresenta a figura 5.3. A operação em tempo integral dos equipamentos, de forma cíclica, como apresenta a fase dois da imagem 4.5, gera um consumo com picos de potência de menor intensidade; porém, de forma constante, propiciando um consumo energético final de grande impacto à instalação, segundo (CPFL, 2017).

Uma forma de mitigar o consumo desses equipamentos é a instalação dos refrigeradores em ambientes bem ventilados, longe de móveis e paredes, ou de elementos que gerem aquecimento. Medidas como o degelo periódico, não utilização das grades externas para secar roupas, manter as borrachas de vedação em dia também ajudam na eficiência

do equipamento, como explica (CPFL, 2017).

- Computadores: O *Digital Power Group* alerta que o sistema que engloba informação, comunicação e tecnologia é responsável por consumir, aproximadamente, 10% de toda a energia elétrica gerada no planeta. Ou seja, precisa-se fazer algo para abrandar esse consumo desenfreado – ou pelo menos ter ciência do impacto que computadores causam ao meio ambiente e o quanto impactam em sua fatura de energia.

Na instituição em questão, computadores correspondem a aproximadamente 13% do consumo total de energia. Tal percentual se deve ao uso dos colaboradores da parte administrativa, assim como médicos e afins.

Pode-se mitigar o seu consumo através da utilização consciente do equipamento, como: desligar quando não utilizado e adquirindo equipamento com selo Procel de qualidade “A”.

- Motores: no hospital, tem-se uma gama de motores que correspondem a um consumo percentual de aproximadamente 10% no consumo total de energia, como se nota na figura 5.3. A aplicação dos equipamentos deve-se ao fato de máquinas robustas operando no ambiente de lavanderia.

Em uma lavanderia de âmbito hospitalar de pequeno e médio porte, tem-se máquinas de lavar, máquinas de secar e máquinas de passar de magnitude industrial, como se nota na figura 7.3.



Figura 7.3 – Centrífuga

Fonte: (AUTOR)

Para mitigar o consumo de energia elétrica de equipamentos dessa magnitude, cabe - como uma das soluções ao médio e longo prazo - a troca desses equipamentos por equipamentos mais eficientes, como existentes no mercado.

No mercado de equipamentos hospitalares, encontra-se modelos certificados pela

Anvisa com um custo muitas vezes menor do que a manutenção do equipamento instalado.

7.2 IMPLEMENTAÇÃO DE UNIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Verificou-se, ao longo do estudo, uma oportunidade de inserção de geração alternativa de energia elétrica junto ao hospital. Analisou-se, ao menos, a implantação de dois modelos de geração - exemplificados posteriormente - onde que fatores locais e oportunidades junto à concessionária propiciam um aproveitamento energético e uma economia em médio prazo.

A biomassa, assim como a energia proveniente do sol, vem ao encontro da diversificação da matriz energética brasileira, alavancando o sistema elétrico nacional. Diretrizes tarifárias implicam na fatura de energia elétrica, quando há escassez de geração, onde não se consegue atender a demanda com segurança.

A viabilidade econômica dos projetos de painel solar fotovoltaico e geração através de biomassa fundamentam-se na legislação (Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000), que prevê a aplicação do percentual de 0,5% da Receita Operacional Líquida das distribuidoras de energia elétrica em ações de Pesquisas e Desenvolvimento e Programas de Eficiência Energética. A concessionária Nova Palma Energia, responsável pela distribuição local, alocou - no ano de 2017 - valores suficientes para a implementação de três sistemas fotovoltaicos iguais ao projeto do hospital em questão.

7.2.1 GERAÇÃO ATRAVÉS DE PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO

Na aplicação de uma unidade de geração de energia, através de painel solar, devem-se observar alguns aspectos para validação ou não de um projeto de eficiência energética. A localização geográfica do estabelecimento, assim como sua orientação solar, são fatores imprescindíveis para um rendimento adequado ao investimento alocado. Apesar de a região sul do Brasil não ser a mais adequada, a posição do telhado do hospital Nossa Senhora da Saúde (norte geográfico) proporciona, a este tipo de sistema, validação para um projeto de eficiência energética, atendendo a capacidade de consumo de energia do hospital e, assim, promovendo economia e responsabilidade ambiental, como explica (NEOSOLAR, 2017).

Nos próximos tópicos, destacar-se-á dados de uma simulação para implementação do sistema.

Na região de Ivorá-RS tem-se a irradiação solar dada pela figura 7.4. Com a análise da figura 7.4, pode-se chegar à conclusão que acontece uma variação elevada da irradiação solar ao longo do ano. Tal fator ocorre graças às estações do ano bem definidas no

referido local

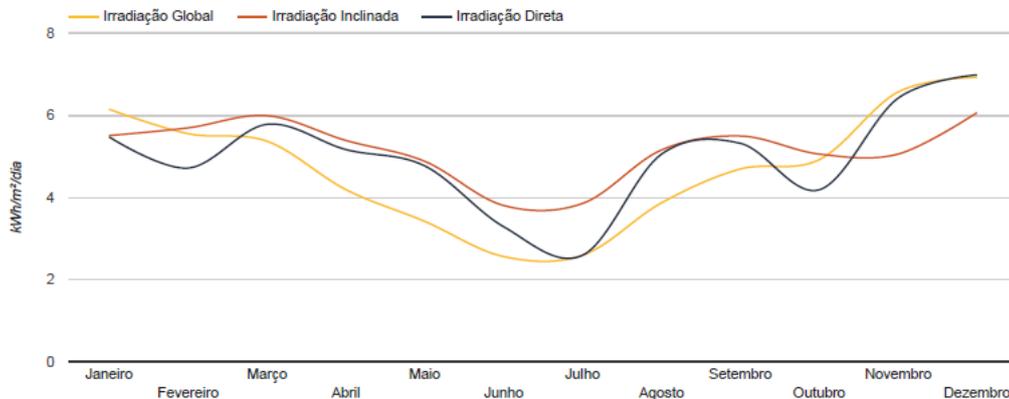


Figura 7.4 – Irradiação Solar

Fonte: (INPE/SWERA, 2019)

Assim, pode-se verificar que a energia elétrica gerada varia conforme a irradiação solar, de acordo com o que apresenta a figura 7.5. Tem-se, então, alguns meses com menor disponibilidade do sistema de geração solar, precisando de auxílio maior por parte da concessionária, como exemplifica exemplifica a figura 7.5 .

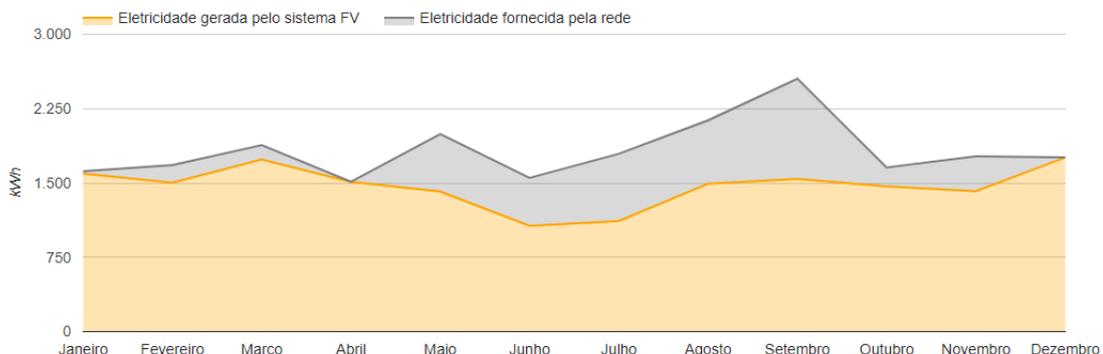


Figura 7.5 – Contribuição Para Consumo

Fonte: (AMÉRICA DO SOL, 2019)

A figura 7.5 está baseada em uma instalação com inclinação de 30°, posicionado ao norte geográfico, desconsiderando árvores e vizinhança. Tem-se no equipamento uma potência de 13,8 kWp, ocupando uma área de aproximadamente 100m² no telhado da unidade hospitalar.

O estudo, neste caso, prevê uma economia anual de aproximadamente 82%. O grande empecilho na aplicação de sistemas como este é o alto investimento inicial; porém, tem-se um *Pay-Back* de aproximadamente cinco anos.

Ainda, na utilização de geração de energia através de painel solar fotovoltaico, gera-se - ao meio ambiente - uma economia de 380 toneladas de gás carbônico. Além disso, evita-se o corte de 3000 árvores, aproximadamente (NEOSOLAR, 2019).

7.2.2 GERAÇÃO ATRAVÉS DE BIOMASSA

A região da quarta colônia caracteriza-se pela economia baseada, principalmente, na agropecuária. Pode-se, então, inferir que seu excedente seja uma alternativa na geração de energia.

Pelas culturas praticadas na região, torna-se inviável a aplicação de outro tipo de biomassa para geração de energia, muito ocasionado pela falta do produto e também pelo alto custo no transporte do mesmo.

O consumo de casca de arroz como matéria prima na produção de energia destaca-se pela crescente de seu uso nos últimos anos no Rio Grande do Sul, como apresenta a figura 7.6.

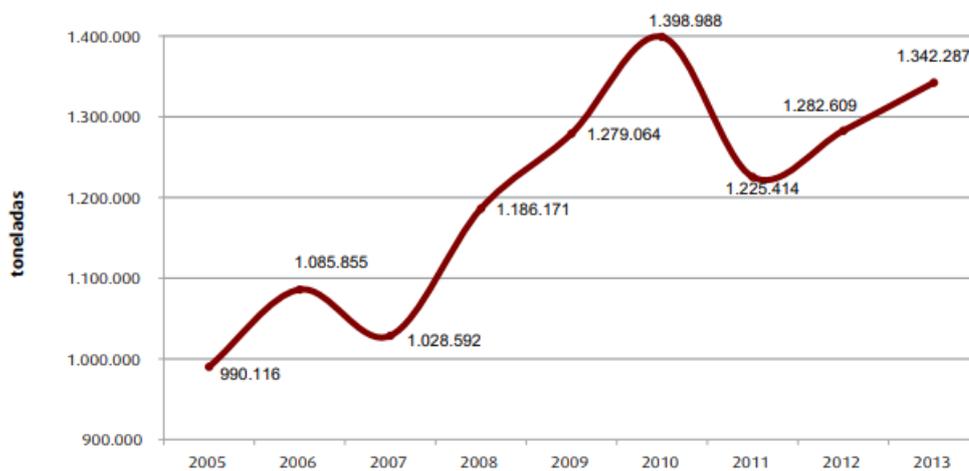


Figura 7.6 – Crescimento no Consumo de Casca de Arroz

Fonte: (CEEE, 2014)

A exemplo de como é possível diversificar a matriz elétrica através do aproveitamento da casca de arroz, pode-se citar São Sepé que - na região central do estado - destaca-se pela utilização da tecnologia, implementando uma geração de energia elétrica pela queima do excedente do arroz, no ano de 2018. Tem-se empregado no projeto um potencial de geração de oito megawatts e atendimento de, aproximadamente, 120 mil pessoas, segundo o Governo do Estado.

Através de, principalmente, casca de arroz e casos específicos de madeira, oriunda de cooperativas e madeireiras, pode-se aplicar, na região, um sistema de geração através do aproveitamento por inteiro do material. A composição da biomassa como fonte de energia primária é consideravelmente pequena segundo ANEEL, mostrada na figura 7.7.

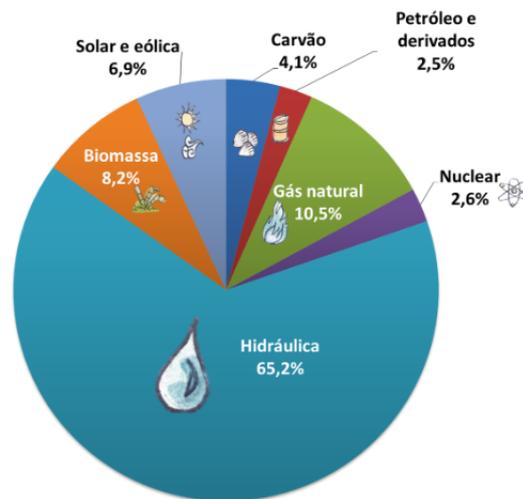


Figura 7.7 – Matriz Elétrica

Fonte: (ANEEL/BEN, 2018)

Entretanto, surge como empecilho o alto investimento inicial para introdução de tal sistema, assim como uma cultura que não se baseia na utilização de material renovável na produção de energia elétrica.

O alto custo da implementação de tal sistema, aliado a seu complexo projeto de elaboração e validação, dependem de um estudo mais detalhado junto às empresas capacitadas e órgãos do governo.

8 CONCLUSÃO

8.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O referido trabalho apresentou uma análise, tanto quantitativamente como qualitativamente, sobre o consumo de energia elétrica do hospital Nossa Senhora da Saúde, assim como apresentou algumas soluções viáveis para implementação de sistemas e medidas para mitigar o consumo de energia elétrica da instituição, adequando-se a padrões e normas brasileiras.

A utilização de equipamentos, como analisador de energia e luxímetro, validam resultados como a qualidade da energia entregue pela concessionária que - em pontos de tensão - não apresentou resultados satisfatórios, assim como aferimento da qualidade de iluminação nos ambientes hospitalares, tendo-se, dessa forma, pontos possíveis de adequação à norma.

O trabalho em questão pode ser empregado como modelo para conceitos e diagnósticos de unidade hospitalar de pequeno e médio porte no território brasileiro. Tal constatação se deve ao fato do pouco estudo referente à área e também seu vasto potencial a ser explorado. Por fim, através da regulamentação vigente, tem-se fundamentação para que - junto a concessionárias - empregue-se aplicação de recursos a serem utilizados no programa de geração de energia elétrica. Ainda, têm-se apresentadas características únicas nas grandezas elétricas aferidas, tornando padrão para análise em instituições semelhantes.

8.2 TRABALHOS FUTUROS

- Estudo para viabilização da mudança tarifária;
- Utilização de análise econômica para viabilizar a troca de equipamentos com defasagem tecnológica;
- Emprego de sensores térmicos e novos simuladores para complementação do trabalho;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RODRIGUES, F. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**. 35p. Tese (Monografia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2017.
- [2] EPTA - ENVIROMENAL ENGENIEERS CONSULTATS. **GUIDELINES for ENERGY EFFICIENCY in HOSPITALS**. Atenas, Grécia. 2007.
- [3] GRIMM, A. M. A. **Análise de sistemas híbridos em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) visando o conforto térmico e redução de consumo energético**. São Paulo. 2012.
- [4] SCHNEIDER ELECTRIC. **Como a Eficiência Energética Assegura a Saúde Financeira dos Hospitais, 2010**. Disponível em: <www.schneider-electric.com.br>.
- [5] PROCEL. **RELATÓRIO SETORIAL: HOSPITAIS / CLÍNICAS**. [S.l.]. 2006.
- [6] SILVEIRA, J. L. et al. **Ecological efficiency and thermoeconomic analysis of a cogeneration system at a hospital**, p. pp.2894-2906, 2012.
- [7] CAMPOS, C. C. de. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS HOSPITALARES OTIDA POR MEIO DE ESTRATÉGIAS PASSIVAS**. 46.p. Dissertação(TCC) - Universidade de São Paulo.
- [8] FREO, C. M. **ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO HOSPITALAR: FLUORESCENTE TUBULAR (T5) VERSUS LED**. 32p. Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
- [9] BRYANT, F. **ICP grant helps Memphis Hospital's 724K retrofit. (Institutional Conservation Program's grant makes possible Methodist Hospital's installation of energy efficient lighting)**, p. Vol.16(7), p.9(2), 1991.
- [10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**. Iluminação Pública – Procedimento. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2012. 43 p.
- [11] . **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>.

Acesso em: 10 fev. 2019.

[12] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro. 2016.**

[13] SANTOS, P. P. **Eficiência Energética na Iluminação Pública. IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2013.**

[14] NOVA PALMA ENERGIA. **REGULAMENTO DE INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS DE BAIXA TENSÃO (RIC) . 67p. 2016.**

[15] ANEEL, **MÓDULO 8, QUALIDADE DA ENERGIA ENTREGUE AOS CONSUMIDORES. 49p. Acesso 2019.**

[16] GUEDES, J. C. d. S.; AGUIAR, J. C. R. Electricity Tariff Manual. p. 56, 2011.

[17] MONTEIRO, P. R. D. **Projeto de eficiência energética nas instalações de uma universidade.** Eletricidade Moderna, n.379, p.68-83, Out. 2005.

[18] PIANTINI, A.; KANASHIRO, A.; TATIZAWA, H. **Perturbações em redes elétricas.** Apostila de aula ENE 5728. Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Set. 2005.

[19] LEONELLI, P.; MONTEIRO, R.; ARAÚJO, L.; POLIS, H.; GELLER, H. **Evolução do mercado para produtos eficientes de iluminação.** Eletricidade Moderna, n.281, p.60-76, Ago. 1997.

[20] ANEEL. **Resolução nº 492 de 03 de setembro.** Critérios para publicação de recursos em Programas de Eficiência Energética. 2002.

[21] MORAES, JR., G. M.; SANTOS, E. B.; ALVES, A. C. B. **As ações de eficiência e qualidade de energia elétrica.** Eletricidade Moderna, n.373, p.164-115-171, Abr. 2005.

[22] ALVAREZ, A. L. M. **Uso racional e eficiente de energia elétrica: Metodologia para a determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares.** Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

[23] **IEEE Task Force on the Effects of Harmonics on Equipment, Effects of**

Harmonics on Equipment, IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 8 n° 2. New York. USA. Apr. 1993.

9 APÊNDICE

Tal apêndice abrange um modelo de análises empregado no trabalho, ilustrando tabelas e imagens obtidas no decorrer do presente estudo.

Na figura 9.1 apresenta-se um ponto crítico da instalação elétrica:



Figura 9.1 – Instalação Elétrica

Fonte: (AUTOR)

Sabe-se que, através do estudo apresentado, a maior parte consumidora de energia da instituição se encontra no segundo andar. Tem-se, na imagem 9.2, uma ilustração de quanto é o consumo por andar no hospital, referindo-se à iluminação, parcela predominante no consumo:

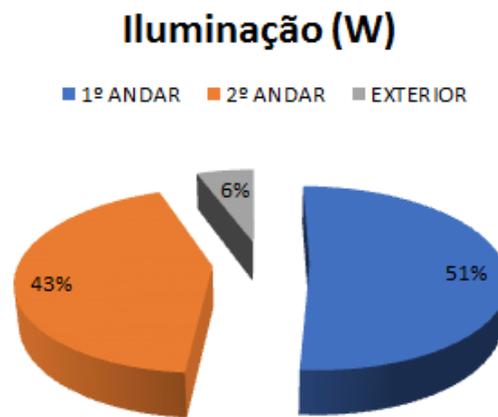


Figura 9.2 – Iluminação Por Andar

Fonte: (AUTOR)

Na grande parte da instalação, tem-se prodomínio do modelo exemplificado na imagem 9.3:



Figura 9.3 – Iluminação predominante

Fonte: (AUTOR)

Encontra-se, na instituição, um gerador particular, a combustível diesel, para suprir a demanda de energia em eventuais interrupções no fornecimento. Na imagem 9.4 nota-se, ainda, uma tela no gerador, onde encontra-se uma análise dos níveis de tensão.



Figura 9.4 – Gerador Particular

Fonte: (AUTOR)

10 ANEXOS

Neste capítulo, cabe-se a exposição de imagens, tabelas e dados relevantes no trabalho, oriundos de normas usadas no decorrer do estudo.

Na resolução da ANEEL, tem-se níveis de tensões a serem fornecida pela concessionária ao cliente, conforme a imagem 10.1:

Tabela 5 – Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (380/220)

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)
Adequada	$(350 \leq TL \leq 399) / (202 \leq TL \leq 231)$
Precária	$(331 \leq TL < 350 \text{ ou } 399 < TL \leq 403) / (191 \leq TL < 202 \text{ ou } 231 < TL \leq 233)$
Crítica	$(TL < 331 \text{ ou } TL > 403) / (TL < 191 \text{ ou } TL > 233)$

Figura 10.1 – Nível de Tensão

Fonte: (ANEEL)

No tocante ao investimento em energia solar, tem-se - na imagem 10.2 - uma previsão de investimento, comparado à aplicação em outras áreas:



Figura 10.2 – Previsão de Investimento

Fonte: (BLUESOL)

De forma análoga, tem-se na inflação do custo uma análise significativa, novamente mostrando a vantagem no uso da energia solar:

INFLAÇÃO ENERGÉTICA

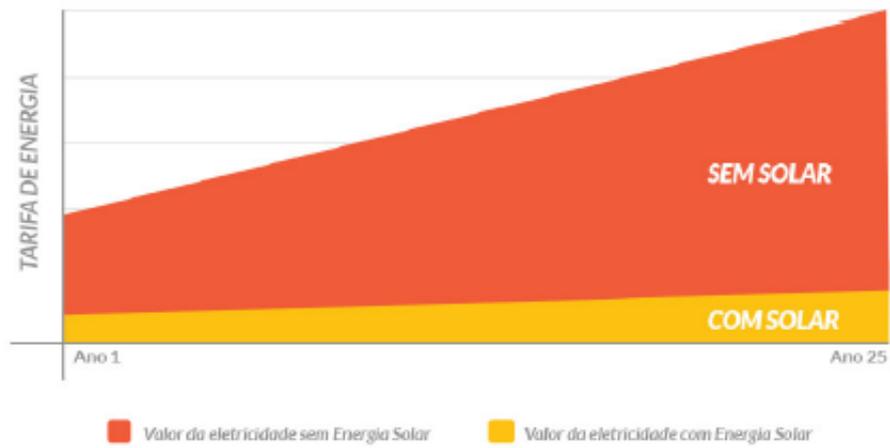


Figura 10.3 – Inflação na Energia

Fonte: (BLUESOL)