



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA



Francisca de Paula Rodrigues da Silva

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
IMPLANTAÇÃO DO GERADOR À DIESEL EM HORÁRIO DE PONTA
NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA CIDADE DE DOURADOS**

DOURADOS/MS

2018

Francisca de Paula Rodrigues da Silva

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
IMPLANTAÇÃO DO GERADOR À DIESEL NO HORÁRIO DE PONTA
DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA CIDADE DE DOURADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à banca examinadora da
Faculdade de Engenharia da
Universidade Federal da Grande
Dourados para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Gerson Bessa Gibelli

DOURADOS/MS

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586a	<p>Silva, Francisca de Paula Rodrigues da Análise da viabilidade técnica e econômica da implantação do gerador à diesel em horário de ponta no hospital Universitário da cidade de Dourados. / Francisca de Paula Rodrigues da Silva. – Dourados, MS : UFGD, 2018. 83f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Gerson Bessa Gibelli. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Grupo moto-gerador (Energia). 2. Energia a Diesel. 3. Horário de ponta – Energia elétrica. I. Título.</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.


**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DO
GERADOR À DIESEL EM HORÁRIO DE PONTA NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
DA CIDADE DE DOURADOS**

Por


FRANCISCA DE PAULA RODRIGUES DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRA DE ENERGIA

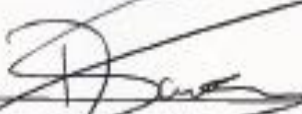
Aprovado em: 05/03/2018



Prof. Dr. Gerson Bessa Gibelli
Orientador – UFGD/FAEN



Prof. Dr. Etienne Biasotto – UFGD/FAEN



Prof. Dr. Regênio da Silva – UFGD/FAEN

A meus Pais Geraldo e Marlei, e meu irmão Geraldo pelo apoio e compreensão durante a realização desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por guiar meus passos durante toda essa caminhada, pois sem ele nada seria, o qual nos concede com o dom da sabedoria.

Ao meu pai Geraldo Mangela R. da Silva por me manter financeiramente e me incentivar a chegar onde em meus sonhos nem imaginaria, à minha mãe Marlei G. M. da Silva por ser a minha fortaleza em todos os momentos da minha vida, pois sempre esteve ao meu lado para me levantar e me incentivar a seguir em frente.

Ao meu companheiro Fabio Miranda Neto Maciel, por ter ficado ao meu lado durante toda essa caminhada, por sua dedicação, incentivo, carinho e paciência.

Ao Meu irmão Geraldo Augusto R. da Silva por cooperar e me incentivar a seguir com os meus objetivos, sempre se mantendo compreensivo diante das dificuldades das quais passamos para que esse sonho fosse realizado.

Ao professor Dr. Gerson Bessa Gibelli e orientador, pelos ensinamentos transmitidos, pela confiança depositada para que esse trabalho fosse concluído e pelo exemplo de pessoa, onde demonstrou ser mais que um mestre e sim um amigo para seus alunos.

A Universidade Federal da Grande Dourados por me proporcionar a oportunidade de me tornar Engenheira de Energia, sempre com ótimos profissionais e grandes oportunidades de desenvolvimento de projetos.

Ao Engenheiro Thiago Augusto Betiati, por ter me supervisionado durante o estágio o qual realizei dentro do Hospital Universitário, onde tive a oportunidade de levantar à presente análise de viabilidade sobre o Hospital Universitário como conteúdo desse projeto, me passando seus conhecimentos, onde pude apreender muito como profissional da área.

Aos meus colegas de estudo que me apoiaram e compartilharam momentos únicos ao meu lado, e todos aqueles que me acompanharam durante essa formação.

Obrigada!

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo reduzir o custo com Energia Elétrica (EE) no órgão público hospitalar, Hospital Universitário (HU), localizado no bairro altos do Indaiá na cidade de Dourados – MS. Uma vez que a EE fornecida para o hospital é proveniente da concessionária local Energisa, este estudo apresenta uma alternativa da geração própria de EE no Horário de Ponta (HP) por meio de um Grupo Moto-Gerador (GMG) movido a diesel, sendo apresentados estudos de viabilidade técnica e econômica da implantação do GMG que comprovam a viabilidade desse sistema, onde o investimento inicial se paga em apenas 2,5 anos. Os resultados apresentam uma redução significativa de 15 % em relação ao custo da fatura total da EE contratada, já que esse sistema de geração própria se destaca quando comparado com a fonte atual de energia em HP.

Palavras-chave: Grupo moto-gerador, Diesel, Horário de ponta.

ABSTRACT

The present study aims to reduce the cost of Electric Energy (EE) in the public hospital, University Hospital (HU), located in the upper district of Indaiá in the city of Dourados - MS. Since the EE supplied to the hospital comes from the local utility Energisa, this study will present an alternative of the own generation of EE at the End Rush Hour (RH) a diesel-powered Motor-Generator Set (MGS), being presented technical and economic feasibility studies of the implementation of GMG that prove the feasibility of this system, where the initial investment is paid in only 2.5 years. The results of a significant reduction of 15% in relation to the cost of the total EE contracted, since this system of generation of possession is compared with the current source of energy in RH.

Keywords: Motor-generator set, Diesel, Rush Hour.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-1: Representação das Bandeiras Tarifárias.	1
Figura 2-1: Demanda de uma Curva de Carga.	8
Figura 2-2: Demanda Contratada de uma determinada Curva de Carga.	9
Figura 3-1: Fotos da Subestação do Hospital Universitário.	18
Figura 3-2: Grupo Moto-Gerador principal.	19
Figura 3-3: Consumo Mensal das Cargas do HU - HP.	22
Figura 3-4: Consumo Mensal das Cargas do HU - FHP.	23
Figura 5-1: Painel do Quadro de Transferência Automática.	40
Figura 5-2: Retorno do Investimento pelo Tempo de Vida do Projeto.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1: Modalidade Tarifária Horária Verde.	14
Tabela 3-1: Serviços Assistenciais prestados no HU.	16
Tabela 3-2: Levantamento sobre o Setor de Infraestrutura.	17
Tabela 3-3: Distribuição de Leitos por Módulo Assistencial.	18
Tabela 3-4: Dados de Placa do Gerador.	19
Tabela 3-5: Consumo de Combustível do Gerador C185 D6.	20
Tabela 3-6: Dados Técnicos do Grupo Gerador.	20
Tabela 3-7: Levantamento de Energia Consumida pelo HU.	22
Tabela 4-1: Dados Técnicos do Gerador.	30
Tabela 4-2: Consumo de Combustível do Gerador C400 D6.	30
Tabela 4-3: Informações do Tanque de Combustível.	32
Tabela 4-4: Dimensões e peso do Grupo Moto-Gerador.	32
Tabela 4-5: Programação de Manutenção Periódica.	33
Tabela 5-1: Orçamento do Novo Sistema de Geração de Energia do HU.	41
Tabela 5-2: Custo com Manutenção Periódica no período de 7 meses.	43
Tabela 5-3: Componentes do Custo de Geração da EE.	44
Tabela 5-4: Custo de Geração de Energia por kWh.	44
Tabela 5-5: Fatura de Energia em HP do Hospital Universitário.	46
Tabela 5-6: Simulação do Custo do Novo Sistema para Energia em HP.	47
Tabela 5-7: Comparativo do Custo da Energia com e sem o Gerador em HP.	48
Tabela 5-8: Economia do Custo da Energia em HP com relação à Fatura Total.	49
Tabela 5-9: Opções de Investimento.	50
Tabela 5-10: Fluxo de Caixa para cada Ano.	52
Tabela 5-11: Avaliação do Valor Presente Líquido.	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
EE	Energia Elétrica
GEE	Geração de Energia Elétrica
GMG	Grupo Moto-Gerador
HFP	Horário Fora de Ponta
HP	Horário de Ponta
HU	Hospital Universitário
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
NBR	Norma Brasileira
NDU	Norma de Distribuição Unificada
NR	Norma Regulamentadora
PPT	Painel de Paralelismo e Transferência
QTA	Quadro de Transferência Automática
RI	Retorno do Investimento
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e Custódia
SOP	Sistema de Operação em Paralelo
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPb	Valor Presente do benefício
VPi	Valor Presente do investimento
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

Capítulo 1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	3
1.2 OBJETIVO.....	4
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	4
Capítulo 2. REVISÃO BIBLIOGRAFIA.....	7
2.1. ENERGIA ELÉTRICA.....	7
2.2. DEMANDA	7
2.2.1. Demanda Máxima	8
2.2.2. Demanda Média.....	8
2.3. HORÁRIO DE PONTA E HORÁRIO FORA DE PONTA.....	9
2.4. CLASSIFICAÇÃO DE ENERGIA EM MODO DE OPERAÇÃO.....	9
2.4.1 Modo de operação <i>Prime</i>	9
2.4.2 Modo de operação <i>Standby</i>	10
2.5. SISTEMA TARIFÁRIO UTILIZADO PELO HU.....	11
2.5.1 Classificação do consumidor	11
2.5.2 Classificação da Tarifa Horo-Sazonal contratada	12
2.6. GRUPO GERADOR EM HORÁRIO DE PONTA.....	14
Capítulo 3. METODOLOGIA.....	15
3.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS DO SISTEMA ELÉTRICO DO HU.....	15
3.1.1 Detalhamento da unidade hospitalar	15
3.1.2 Detalhamento da subestação do HU.....	18
3.1.3 Detalhamento do Grupo Moto-Gerador (GMG) atual do HU.....	19
3.1.4 Levantamento do consumo (kWh) e demanda (kW) de EE do HU	21
3.1.5 Levantamento do Custo da EE paga a concessionária no HP	23
Capítulo 4. ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DO PROJETO.....	27
4.1 DIMENSIONAMENTO DO GMG	27
4.2 DETALHAMENTO DO GMG DIMENSIONADO	28

4.3 CONSUMO DE ÓLEO DIESEL DO GERADOR ESCOLHIDO	33
4.4 DIMENSIONAMENTO DO TANQUE DE COMBUSTÍVEL	35
4.5 SISTEMA DE PARALELISMO E SINCRONISMO DO GERADOR COM A REDE DE ENERGIA.....	35
4.5.1 Descrição dos equipamentos para interligação do gerador com a rede de distribuição.....	37
Capítulo 5. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	39
5.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O NOVO SISTEMA DE GERAÇÃO DO HOSPITAL.....	39
5.1.1 Custo do gerador, equipamentos e instalação do novo sistema de Geração de Energia Elétrica	39
5.1.1.1 <i>Novo Grupo Moto-Gerador</i>	39
5.1.1.2 <i>Painel de Paralelismo e Transferência</i>	40
5.1.1.3 <i>Unidade de Proteção e Controle</i>	40
5.1.1.4 <i>Tanque de armazenamento do combustível</i>	41
5.1.2 Custo de Operação e Manutenção	42
5.1.2.1 <i>Custo com o diesel</i>	42
5.1.2.2 <i>Custo com manutenção periódica</i>	43
5.1.3 Componentes do custo de geração por kWh.....	44
5.1.4 Custo da energia proveniente da concessionária em HP	46
5.1.5 Comparativo do gasto anual com e sem gerador.....	47
5.1.6 Valor Presente Líquido	49
5.1.7 Taxa Interna de Retorno.....	53
5.1.8 PayBack	53
5.1.9 Retorno do investimento.....	54
CONCLUSÕES	55
6.1 TRABALHOS FUTUROS.....	55
REFERÊNCIAS.....	57

Capítulo 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a Energia Elétrica (EE) é de extrema importância para a humanidade, onde se tornou indispensável para o nosso cotidiano, sendo o combustível que movimenta essa nova era tecnológica acarretando conforto, segurança vital e material. A EE é necessária em todos os quesitos nessa era globalizada, principalmente quando se trata de órgãos ligados à área da saúde, onde muitas vezes o uso de aparelhos movidos à eletricidade é essencial para dar suporte à vida humana.

No Brasil a maior parte da Geração de Energia Elétrica (GEE) é proveniente das hidrelétricas, que representam aproximadamente 65 % da energia gerada segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), antes vista como uma das melhores formas de geração de energia, porém outras fontes foram se destacando ao decorrer dos anos (MME, 2017).

Considerando que a demanda de energia vem aumentando gradativamente ano a ano devido à ampla disponibilidade de tecnologias que consomem EE, o governo brasileiro na tentativa de fazer com que a população diminua os gastos exagerado com o consumo de energia, vem elevando o custo do quilowatt-hora (kWh), principalmente em épocas de seca, quando os níveis do reservatório de água das hidrelétricas estão abaixo do necessário, sendo preciso recorrer às termoelétricas (Energisa, 2013^a).

Desta forma, a tarifa de EE aumenta afetando diretamente as bandeiras tarifárias verde, amarela e vermelha para o consumidor (Energisa, 2013^a), conforme ilustrado na Figura 1-1.

Figura 1-1: Representação das Bandeiras Tarifárias.



Fonte: Adaptado de (Energisa, 2013^a).

Sabendo que a demanda de energia é maior no Horário de Ponta (HP) do que no Horário Fora de Ponta (HFP), faz com que o custo da energia no HP seja maior do que fora deste horário. Logo indiretamente esse fato obrigou os grandes consumidores de energia a poupar EE neste horário ou que a mesma gere sua própria energia, uma vez que a tarifação utilizada por esses grandes consumidores normalmente é a horo-sazonal verde, onde se tem essa diferença de custo por horário de utilização da energia.

Considerando que atualmente se vive uma crise econômica, onde todos os setores industriais são afetados incluindo a GEE e acrescentando os fatores da diferença de preço da energia de acordo com o horário, as bandeiras tarifárias que dependem de uma única variável, o clima tempo, se tornando muito incerta uma vez que se trabalha com essa variável, logo se tornou imensurável a importância de se avaliar outras formas de GEE, principalmente para o horário em que se tem o maior custo com a mesma.

O caso em estudo do Hospital Universitário (HU), que se deparou diante dessa nova realidade e necessidade de uma nova fonte de GEE, uma vez que a tarifa cobrada para o hospital é a horo-sazonal verde, como já mencionado é cobrado valores diferentes para os HP e HFP, logo será levado em conta o quesito econômico, visando economia energética que por fim gera uma economia financeira.

Analisando também o quesito da segurança vital, onde será implementado um sistema de ligamento sincronizado automático entre o Grupo Moto-Gerador (GMG) e a rede de EE, sendo assim a ligação desse novo sistema ocorrerá em milissegundos, dando mais seguridade para a vida dos pacientes, caso falte energia disponibilizada pela concessionária local, já que essa substituição de fonte de energia será imperceptível.

As futuras instalações elétricas do HU têm como objetivo se padronizar de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), seguindo à Norma Brasileira 13534 (NBR-13534) que discorre sobre “requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde”, onde são incluídos os estabelecimentos assistenciais à saúde, como ambulatórios, unidade sanitárias, clínicas médicas e odontológicas. A norma tem como objetivo garantir que todos esses locais tenham segurança contra riscos elétricos de pacientes e profissionais de saúde (ABNT, 2008).

O aspecto ambiental não entrará em discussão neste projeto, pois se trata de um GMG movido a diesel, onde o mesmo não é considerado um combustível limpo e renovável e emite uma grande quantidade de CO₂ na atmosfera.

Outro aspecto negativo ambientalmente é a poluição sonora que o GMG emite ao entrar em funcionamento, causando um grande ruído no recinto.

Porém foi escolhido por ser um combustível de fácil acesso, está presente em vários postos de distribuição do País e principalmente por apresentar uma economia financeira significativa quando se trata de gerar energia em HP através de um GMG. Ressalta que possui um baixo custo quando comparado com os demais combustíveis, sendo de fácil manuseio e estocagem, pois não é combustível volátil em temperaturas ambientes.

Portanto o presente estudo de análise da viabilidade técnica e econômica tem como principal objetivo a redução de custos do HU com a EE, tal estudo é possível por meio de métodos conhecidos como: o método do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno, *PayBack* e o Retorno do Investimento (RI).

1.1 JUSTIFICATIVA

Sabendo que o consumo de EE vem aumentando cada vez mais em todos os setores seja industrial, comercial e residencial, tanto em termos de refrigeração, aquecimento, iluminação e dispositivos eletrônicos em geral os quais se tornaram indispensáveis para a humanidade, principalmente quando se trata de equipamentos movidos à eletricidade e que dão suporte a vida humana.

Porém com essa ampla necessidade de se obter cada vez mais EE a demanda e a oferta muitas vezes não andam lado a lado e quando recorrido à fonte de energia hidrelétrica no Brasil essa diferença aumenta, tendo como os maiores atingidos os consumidores que possuem o contrato de demanda horo-sazonal verde. Pensando nessa realidade é de grande importância que o HU gere sua própria EE em HP, já que este sistema de geração própria vem se destacando na busca de uma economia financeira.

Por fim não serão considerados apenas os ganhos com a economia financeira, mas também com melhorias que o hospital terá com esse novo sistema, uma vez que o projeto irá proporcionar uma segurança para o estabelecimento,

onde a hipótese de se faltar energia mesmo que fosse por apenas alguns segundos, não existirá mais.

1.2 OBJETIVO

O presente trabalho apresenta um estudo de análise da viabilidade técnica e econômica, que atende toda a demanda de energia elétrica em HP da unidade hospitalar (HU), o qual é vinculado à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

O estudo viabiliza a implantação de um sistema centralizado de geração de energia em HP, sendo um GMG movido a óleo diesel, possuindo um sistema de sincronismo, paralelismo e ligamento automático com a rede em HP e durante a falta da EE da concessionária em qualquer horário.

Tem como objetivo obter uma redução de custo com a energia elétrica especificamente em HP, onde se tem um maior gasto com a energia, atendendo todas as cargas existentes no hospital.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido conforme a seguinte ordem:

No Capítulo 2 será apresentada a Revisão Bibliográfica, onde explicará temas que serão abordados ao decorrer do trabalho, como o significado da EE, da Demanda, em HP e FP, do modo de Operação Prime e Standby, e do Sistema Tarifário do HU, com o intuito de facilitar a compreensão do leitor.

No Capítulo 3, será apresentada a Metodologia do trabalho, sendo o levantamento de dados do HU contendo o detalhamento de toda a unidade, o seu consumo de energia e o custo dessa energia.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados da Análise e Viabilidade Técnica do Projeto, onde o conteúdo possibilita ao leitor dimensionar os parâmetros que serão necessários para execução do projeto.

No Capítulo 5 apresentam-se os resultados da Análise e Viabilidade Econômica, sendo eles os futuros custos que se terá com a execução do projeto, o comparativo entre a energia gerada e fornecida pela distribuidora e por fim a análise financeira do projeto.

E no Capítulo 6 contém as conclusões da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

Capítulo 2. REVISÃO BIBLIOGRAFIA

Este Capítulo apresenta alguns temas que serão abordados ao decorrer do trabalho, baseado na literatura encontrada com suas seguintes explicações e metodologia.

2.1. ENERGIA ELÉTRICA

A Energia Elétrica (EE) é definida por sua capacidade de realizar trabalho através de cargas elétricas, podendo ser originada a partir de outras fontes de energia, como energia mecânica, química, térmica, geotérmica etc. Um exemplo de energia mecânica seria a força das águas em uma hidrelétrica, transformando energia mecânica em elétrica, a partir de turbinas e geradores.

A EE também pode ser transformada em vários outros tipos de energia, como em energia mecânica, térmica, luminosa, química e demais, onde a eletricidade pode ser encontrada praticamente em todos os meios da vida humana atualmente, como no meio rural, urbano e centros industriais.

A EE é determinada pelas variáveis potência (W) e tempo (h), tanto a energia absorvida ou gerada, sendo então a unidade de medida mais utilizada é denominada quilowatt-hora (kWh), ou seja, a energia elétrica é a potência elétrica consumida dos equipamentos em um determinado período de tempo ou a potência que será gerada por equipamentos de geração elétrica em um período de tempo específico, sendo calculada conforme a equação 1 (Haddad, 2004).

$$Energia (kWh) = Potência (kW) \times Tempo (h) \quad (1)$$

2.2. DEMANDA

É a quantidade de potência ativa demandada por uma unidade consumidora, em um determinado período, podendo ser classificada em demanda máxima, média e contratada. A unidade de medida de ambas é expressa em quilowatts (kW), podendo chegar à esse resultado dividindo a energia elétrica, pelo tempo em que essa carga foi consumida, conforme apresentada na equação 2.

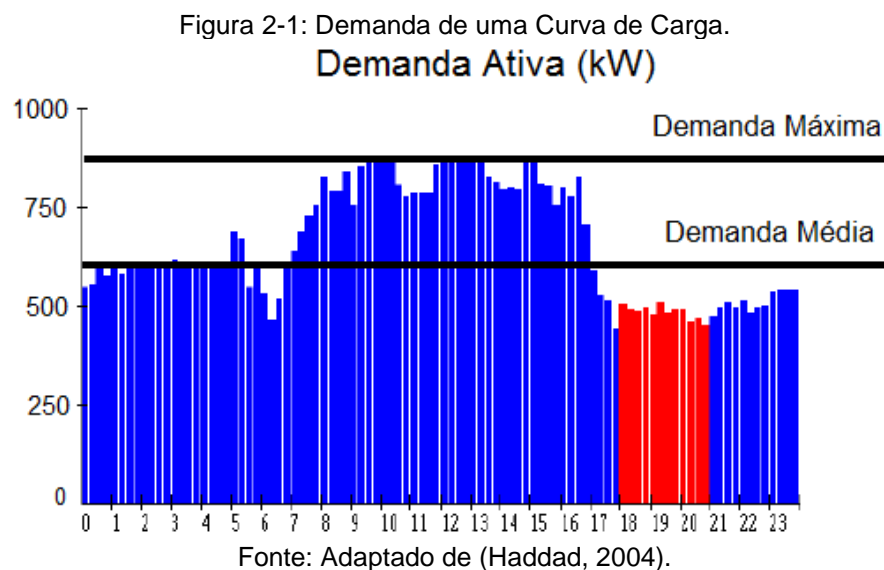
$$Demanda (kW) = \frac{Energia (kWh)}{Tempo (horas)} \quad (2)$$

2.2.1. Demanda Máxima

A demanda máxima é a maior demanda de potência registrada em certo período, seja: anual, semestral, mensal, semanal, enfim em um determinado período de análise.

2.2.2. Demanda Média

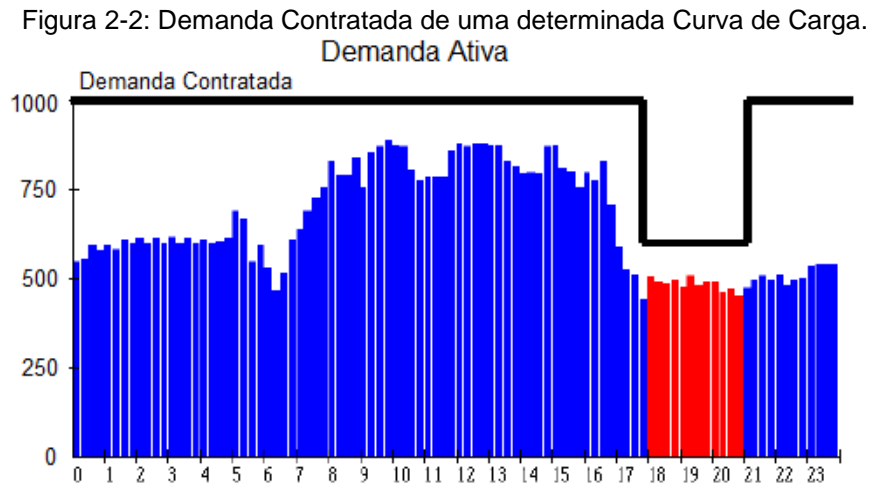
É a razão entre a energia (kWh) consumida ou fornecida por um determinado tempo, pelo número de horas em que foram registradas. A Figura 2-1 ilustra a curva de carga da Demanda Máxima e Média.



2.2.3. Demanda Contratada

É disponibilizada pela concessionária no ponto de entrega conforme valor e período especificados no contrato de fornecimento. A Figura 2-2 ilustra a curva de carga da demanda contratada, na qual deve ser paga integralmente pelo consumidor, utilizando ou não essa demanda, porém se a demanda registrada

ultrapassar 10 % da demanda contratada o consumidor pagará uma multa alta para concessionária.



2.3. HORÁRIO DE PONTA E HORÁRIO FORA DE PONTA

Segundo a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de acordo com a resolução normativa de nº 414 de 9 setembro de 2010 o Horário de Ponta (HP) é estabelecido por três horas diárias, sendo compreendidas no intervalo das 17:00 às 22:00hs, definidas pela concessionária de cada região, levando em conta a demanda de energia do local, com restrições apenas para os domingos, sábados e feriados e o Horário Fora de Ponta (HFP) é composto pelas horas que faltam para complementar o HP, ou seja, às 21 horas restantes do dia (ANEEL, 2010).

2.4. CLASSIFICAÇÃO DE ENERGIA EM MODO DE OPERAÇÃO

2.4.1 Modo de operação *Prime*

A classificação de energia em modo *Prime* significa que o GMG está gerando sua própria energia, tendo seu número de horas de operação por ano em ilimitado para carga variável e limitada para carga constante, com as devidas restrições que serão observadas logo abaixo, seguindo o manual de aplicações para grupos geradores arrefecidos a água da Cummins power generation (CUMMINS, 2011).

A energia *Prime* com horas ilimitadas de operação do gerador é válida para carga variável, porém se a carga for contínua em paralelo com fonte convencional (concessionária) o gerador está sujeito a horas limitadas. Quando a carga for variável o fator de carga médio não deve ultrapassar 70 % da potência classificada em energia *Prime*, admitindo somente uma sobrecarga de 10 %, com um limite de 1 hora para cada 12 horas de operação e no máximo 25 horas ao ano para sobrecarga, em um tempo total de operação nessa classificação de 500 horas por ano.

O fator de carga médio é denominado segundo a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de acordo com a resolução normativa de nº 414 de 9 setembro de 2010, sendo a razão entre a demanda média (kW) e a demanda máxima (kW) das cargas da unidade consumidora, logo o fator de carga é definido na equação 3 (ANEEL, 2010).

$$FC = \frac{\text{Demanda Média}}{\text{Demanda Máxima}} \quad (3)$$

A energia *Prime* com horas limitadas é válida para cargas constantes, no caso de energia interrompível, redução de carga, corte de pico e demais operações envolvendo paralelismo com a fonte convencional de energia, com carga constante o grupo gerador pode operar em até 750 horas por ano, não ultrapassando a classificação de potência em energia *Prime*.

Seguindo as recomendações de operação isso fará que aumente a vida útil do motor, evitando futuros problemas. Se por ventura for necessário que o gerador funcione por mais de 750 horas então é recomendado utilizar a classificação de energia de Carga Básica (Cummins, 2011).

2.4.2 Modo de operação *Standby*

A classificação de energia em *Standby* é utilizada para casos de emergências na falta da energia fornecida pela concessionária, em aplicações de cargas variáveis onde o fator de carga médio de consumo seja de 80 %, não havendo tolerância de sobrecarga, com no máximo 200 horas de operação por ano, se houver cargas

correspondente a 100 % da classificação, então o tempo máximo nessas condições será de 25 horas.

Se as recomendações acima forem ultrapassadas, então é recomendável que se utilize a classificação em modo *Prime*. Lembrando que essa classificação só é permitida para o caso do gerador ocupar uma função reserva da energia elétrica usual e nenhum momento de operação em paralelo com a fonte convencional (Cummins, 2011).

2.5. SISTEMA TARIFÁRIO UTILIZADO PELO HU

A escolha da tarifação a ser utilizada é de extrema importância para o consumidor, ainda mais quando se trata de grandes consumidores como no caso do HU, pois a partir dessa escolha pode se obter grande economia no custo com a EE.

2.5.1 Classificação do consumidor

De acordo com o Manual de Tarifação de Energia Elétrica da PROCEL (PROCEL, 2011) a classificação dos consumidores é definida em dois grupos tarifários, sendo: grupo A (tarifa binômia) e grupo B (tarifa monômia).

Segundo a ANEEL (2017^b), as tarifas binômias são aquelas caracterizadas por tarifas de consumo e demanda de EE, não levando em consideração o horário que essas cargas foram utilizadas, já a tarifa monômia também não considera o horário em que essas cargas foram aplicadas, porém é considerada somente a tarifa de consumo de EE, sem levar em consideração a demanda de EE.

Os consumidores atendidos em 2,3 kV são considerados como baixa tensão e classificados no grupo B, que está dividido nos seguintes subgrupos:

- Subgrupo B1 – residencial e residencial baixa renda;
- Subgrupo B2 – rural e cooperativa de eletrificação rural;
- Subgrupo B3 – demais classes;
- Subgrupo B4 – iluminação pública.

E os consumidores atendidos acima de 2,3 kV, são classificados no grupo A, sendo de alta tensão:

- Subgrupo A1 para o nível de tensão de 230 kV ou mais;

- Subgrupo A2 para o nível de tensão de 88 a 138 kV;
- Subgrupo A3 para o nível de 69 kV;
- Subgrupo A3a para o nível de tensão de 30 a 44 kV;
- Subgrupo A4 para o nível de tensão de 2,3 a 25 kV;
- Subgrupo AS para o sistema subterrâneo.

Conforme a classificação dos subgrupos, o consumidor em estudo se enquadra no subgrupo A4 para nível de tensão de 2,3 a 25 kV, com uma tensão contratada de 13,8 kV, fornecida pela concessionária local.

2.5.2 Classificação da Tarifa Horo-Sazonal contratada

A estrutura tarifária é determinada como sendo um conjunto de tarifas, conhecidas por Tarifa Convencional, Tarifa Horo-Sazonal Verde e Tarifa Horo-Sazonal Azul, para o cálculo dessas tarifas são levados em conta, o consumo de EE e em alguns casos também é considerado a demanda de potência ativa, variando conforme a modalidade do fornecimento.

Como o caso em estudo se enquadra no Subgrupo A4, divide-se em três modalidades de fornecimento, sendo:

- Tarifa Convencional;
- Tarifa Horo-Sazonal Verde;
- Tarifa Horo-Sazonal Azul.

A tarifa contratada pelo consumidor em análise é a tarifa Horo-Sazonal Verde, a qual será utilizada como base de cálculos para o presente trabalho. Para essa modalidade tarifária é necessário que haja um contrato de demanda com a concessionária, onde essa demanda é válida tanto em HP como em HFP.

Porém é importante ressaltar que caso a demanda registrada ultrapasse 10 % da demanda contratada, o consumidor será multado, tendo que pagar a demanda de ultrapassagem, por isso é de extrema importância realizar uma estimativa de qual será a demanda máxima utilizada ao decorrer do ano, pelo recinto em questão, antes de se fazer o contrato de demanda.

O faturamento dessa modalidade é calculado com base nas parcelas de consumo em HP e FHP, de demanda máxima e consumo de ultrapassagem, conforme demonstrada na equação 4.

$$T.Verde (R\$) = V.C.Ponta + V.C.FP + V.D.Máx. + V.D.Ultra \quad (4)$$

Onde:

- T.Verde: Tarifa Verde (R\$);
- V.C.Ponta: Valor Consumo na Ponta (R\$.kWh);
- V.C.FP: Valor do Consumo Fora de Ponta (R\$.kWh);
- V.D.Máx.: Valor de Demanda Máxima (R\$.kW);
- V.D.Ultra.: Valor de Demanda de Ultrapassagem (R\$.kW).

Para obter o valor do consumo (R\$.kWh) seja em HP ou FP é levado em conta o valor da tarifa cobrado pelo consumo (R\$) em ambos os períodos, valores esses estabelecidos na Tabela 2-1 sobre modalidade tarifária horária verde, então para obter o valor do consumo na ponta basta multiplicar o consumo registrado (kWh) na ponta vezes o valor da tarifa no HP (R\$), o mesmo é feito para o consumo FHP, porém com o valor da tarifa FHP (R\$).

Para o cálculo de Demanda Máxima (R\$.kW), primeiro é importante verificar qual será a demanda máxima, analisando qual é a maior demanda entre a Demanda Contratada e a Registrada, se a maior for a contratada então não haverá demanda de ultrapassagem, onde será computado apenas o valor da demanda contratada (kW), vezes o valor da tarifa de demanda (R\$).

Porém se a demanda registrada ultrapassar em 10 % o limite da demanda contratada, então haverá demanda de ultrapassagem, onde essa ultrapassagem corresponde à diferença entre a demanda contratada e a registrada. Para o cálculo de demanda de ultrapassagem (R\$.kW) multiplica-se o valor da tarifa de ultrapassagem (R\$), que é equivalente duas vezes ao valor da tarifa de demanda, conforme mostra a Tabela 2-1, pela diferença da ultrapassagem (kW) (Energisa, 2013^b).

Tabela 2-1: Modalidade Tarifária Horária Verde.

MODALIDADE TARIFÁRIA HORÁRIA VERDE							
SUBGRUPO	CLASSES	TUSD+TE (R\$/kW)					
		DEMANDA		ULTRAPASSAGEM		CONSUMO	
		PONTA	FP	PONTA	FP	PONTA	FP
A4 (2,3 a 25 KV)	SERVIÇO PÚBLICO	-	12,48	-	29,36	1,25349	0,26037
	RURAL IRRIGAÇÃO	-	-	-	-	-	0,06126
	RURAL	-	13,21	-	29,36	1,32723	0,27569
	DEMAIS CLASSES	-	14,68	-	29,36	1,4747	0,30632

Fonte: (ENERGISA, 2013^a).

2.6. GRUPO GERADOR EM HORÁRIO DE PONTA

Nesta seção são apresentados trabalhos que utilizam geradores a diesel em HP para substituir a energia proveniente de distribuidoras, obtendo bons resultados com essa substituição em HP.

O trabalho apresentado por Gonçalves (2014) visa à redução de custo com EE em HP na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), situada em Curitiba, apresentando uma análise de viabilidade técnica e econômica para a substituição da fonte usual, no caso a distribuidora da região. Por meio desse investimento a universidade terá uma economia de 50 % na fatura de energia em HP, e retorno financeiro a partir de 4,3 anos de sua instalação.

Já o estudo de Nocera et al. (2015) relata sobre uma análise de implantação do GMG em HP para um Hospital em Curitiba, onde poderá gerar energia própria com um investimento viável tecnicamente e financeiramente comprovado a partir de métodos de análise financeira, alcançando fatores como eficiência, segurança e viabilidade com um retorno financeiro a partir de 4 anos.

Capítulo 3. METODOLOGIA

Na metodologia de projeto, efetuou-se a coleta e análise de dados do Hospital Universitário (HU), considerando o detalhamento da unidade hospitalar, da subestação, do Grupo Moto-Gerador (GMG), o consumo de energia e o custo, fazendo-se a análise de viabilidade técnica e econômica do presente estudo.

3.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS DO SISTEMA ELÉTRICO DO HU

3.1.1 Detalhamento da unidade hospitalar

O Hospital Universitário (HU) está localizado na cidade de Dourados, no estado de Mato Grosso do Sul, no bairro Altos do Indaiá, Rua Ivo Alves da Rocha, número 588, o HU é um hospital vinculado à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e ao Ministério da Saúde e da Educação, favorece uma ampla região com cerca de 33 municípios do estado, além desses municípios também são atendidos os moradores da fronteira do Paraguai que faz divisa com o estado e os moradores indígenas locais.

Sendo um órgão público que ocupa uma área de 60.000 m², com 14.256,90 m² de área construída, tendo os seguintes componentes: unidade hospitalar, bloco de psicologia e biblioteca. A assistência à saúde é vinculada ao ensino, pesquisa e extensão dos estudantes da universidade, com todos os quesitos necessários de acordo com as organizações do Sistema Único de Saúde (SUS), como por exemplo, qualidade no serviço prestado, humanização, higienização, adquirindo assim uma alta complexidade multidisciplinar em todos os termos necessários.

Considerado referência estadual em obstetrícia entre os hospitais da região, é renomado pelas atividades de assistência, ensino, pesquisa, extensão e profissionais especializados que compõe o corpo docente do HU (EBSERH, 2013).

A Tabela 3-1 apresenta às especialidades dos serviços assistenciais prestados a população por meio do HU.

Tabela 3-1: Serviços Assistenciais prestados no HU.

Serviços Ambulatoriais	Serviços Cirúrgicos
Alergologia	Cirurgia de Cabeça e Pescoço
Clínica médica	Cirurgia Geral
Cardiologia	Cirurgia Ginecológica
Endocrinologia	Cirurgia Pediátrica
Hematologia	Cirurgia Plástica Reparadora
Infectologia	Cirurgia Vascular
Mastologia	Neurocirurgia Pediátrica
Nefrologia	Ortopedia
Neurologia	Otorrinolaringologia
Oftalmologia	Urologia
Oncologia	Oftalmologia
Ortopedia	Gastroenterologia
Otorrinolaringologia	Pequenas Cirurgias
Pediatria	Mastologia
Pneumologia	
Psiquiatria	
Reumatologia	
Urologia	
Hematologia Pediátrica	
Pneumologia Pediátrica	
Endocrinologia Geral	
Pré – Natal de Baixo Risco	
Patologia do Trato Genital Inferior	
Oncologia Pélvica Ginecológica	

Dentro dos vários setores competentes que possui o HU ressalta-se a importância do setor de infraestrutura, onde são desenvolvidos projetos de melhoria que contemplam toda a estrutura do hospital, conforme apresentado na Tabela 3-2 algumas características da infraestrutura física e tecnológica do HU.

Tabela 3-2: Levantamento sobre o Setor de Infraestrutura.

Prioridades	Setor	Nº de Conformidades	Nº de Itens	Percentual de Conformidades
Acessibilidade	Acesso	3	14	21
Planejamento	Alvarás	0	3	-
	Fluxos	0	4	-
	Planejamento Arquitetônico	2	3	67
	Projetos de Instalações Físicas	0	4	-
Segurança	Prevenção e Combate a Incêndios	5	12	42
Assistência	Centro Cirúrgico	7	14	50
	Dialise/Hemodiálise	0	4	-
	Medicina Nuclear	0	6	-
	Emergência	1	2	50
	Pronto Atendimento	1	2	50
	Internação Adulto	2	12	17
	Internação Pediátrica	2	5	40
	UTI	1	7	14
Instalações	Instalações Físicas – Sistemas e Redes	9	22	41
Apoio	Centro de Material Esterilizado	2	11	18
	Farmácia	1	4	25
	Lavanderia	1	5	20
	Resíduos Sólidos	0	2	-
	Serviço de Limpeza e Higienização Hospitalar	0	4	-
	Serviço de Nutrição e Dietética	5	8	63
Docência	Docência	1	8	13

A distribuição dos leitos é definida de acordo com o regulamento da Central de Regulação do Estado e as ofertas ambulatoriais reguladas pelo Complexo Regulatório Municipal, tendo uma distribuição de 195 leitos no recinto de acordo com a EBSEH (2013), sendo detalhados na Tabela 3-3.

Tabela 3-3: Distribuição de Leitos por Módulo Assistencial.

Módulo Assistencial	Número de leitos atuais
Clínica Médica	48
Clínica Cirúrgica	23
Saúde Mental	6
Pediatria	30
Obstetrícia	25
Ginecologia	6
AIDS	7
UTI Adulto	15
UTI Pediátrica	10
UTI Neonatal	10
UCI Neonatal	15
Total	195

3.1.2 Detalhamento da subestação do HU

A subestação do HU possui capacidade de suportar a carga total necessária para o abastecimento do hospital, sendo alimentada por meio da concessionária local. A Figura 3-1 apresenta a subestação abrigada, em média tensão, composta de um transformador de potência abaixador com relações 13,8/0,22 kV e potência aparente de 500 kVA, um transformador de potência abaixador com relações 13,8/0,38 kV e potência aparente de 1 MVA, totalizando 1500 kVA ligados em paralelo ao sistema de medição da concessionária.

Figura 3-1: Fotos da Subestação do Hospital Universitário.



Fonte: Própria autora.

3.1.3 Detalhamento do Grupo Moto-Gerador (GMG) atual do HU

A Figura 3-2 apresenta o Grupo Moto-Gerador (GMG) principal existente no HU que atende somente as cargas de missão crítica, como: iluminação, equipamentos médicos hospitalares e algumas cargas de refrigeração.

Figura 3-2: Grupo Moto-Gerador principal.



Fonte: Própria autora.

Este GMG modelo C185 D6 com motor CUMMINS 6CTA8.3 - G2 foi instalado pelo fornecedor da STEMAC e as Tabelas 3-4, 3-5 e 3-6 apresentam os dados de placa, técnicos e consumo de combustível.

Tabela 3-4: Dados de Placa do Gerador.

Gerador STEMAC	
Grupo Gerador	N°ST: 02301067
Marca do gerador: WEG	GTA
Marca do motor: CUMMINS	Tipo: CTA G2
Potência	210 a 230 kVA
Tensão	220 V
Frequência	60 Hz
Corrente	553 A
Cos φ	0,6
Peso do equipamento	1570 Kg
Data de fabricação	06/00

Os dados da Tabela 3-5 e 3-6 foram fornecidos pelo catálogo do fabricante de grupo geradores CUMMINS datada em 2006.

Tabela 3-5: Consumo de Combustível do Gerador C185 D6.

Modo de Operação	Standby				Prime			
	Potência Nominal	231 kVA		185 kW		213 kVA		170 kW
Carga Aplicada	Full	3/4	1/2	1/4	Full	3/4	1/2	1/4
Consumo (Litros / Hora)	53	48	35	24	48	35	24	14

Tabela 3-6: Dados Técnicos do Grupo Gerador.

Dados Técnicos do Grupo Gerador CUMMINS C185 D6			
Modelo	C185D6	Alternador - Regulação de Voltagem	1,00 %
Potência em Standby	231 kVA / 185 kW	Alternador - Classe de Isolação	H
Potência em Prime	213 kVA / 170 kW	Grau de Proteção	IP 23
Fabricante do Motor	Cummins	Consumo de Combustível a 100 % de Carga (Standby)	53 L/h
Modelo do Motor	6 CTA 8.3 - G2	Consumo de Combustível a 100 % de Carga (Prime)	48 L/h
Cilindros	6 Cilindros	Capacidade de Óleo Lubrificante	23,8 Litros
Construção do Motor	Em Linha	Capacidade de Líquido de Arrefecimento (Motor)	12,3 Litros
Regulador de Velocidade/Classe	Mecânico	Capacidade de Líquido de Arrefecimento (Motor + Radiador)	35,6 Litros
Aspiração e pós - arrefecimento	Turbinado	Temperatura de Escape (Prime)	513° C
Diâmetro e Curso	114 mm x 135 mm	Vazão de Gases de Escape (Prime)	660 L/s
Taxa de Compressão	16,8:1	Contra Pressão Máxima de Escape	76 mmHg
Cilindrada	8,3 Litros	Vazão de Ar do Radiador	4,7 m³/s
Arranque / Min °C	Não Auxiliada/-12° C	Consumo de Ar para Combustão	255 L/s
Capacidade da Bateria	150 A/h	Mínima Abert. de Entrada ar na Sala	1,06 m²
Potência Bruta do Motor - Standby	207 kWm	Mínima Abert. de Saída de ar na Sala	0,71 m²
Potência Bruta do Motor - Prime	188 kWm	Calor Irrradiado pelo Motor (Prime)	29 kWm
Rotação	1800 rpm	Capacidade do Tanque da Base	360 Litros

O modo de operação *Standby* é utilizado quando a falta de energia pela concessionária seja no Horário de Ponta (HP) ou Horário Fora de Ponta (HFP). Já o modo de operação *Prime* substitui a energia fornecida pela rede pública seja permanente ou apenas em HP.

O GMG instalado possui um painel de transferência automática que é responsável por ativar ou desativar o gerador, sendo um sistema simples isolado, com acionamento automático, porém sem paralelismo e sincronismo com a rede.

O painel de transferência automática contém contatos de relés que executam o comando de partida ou parada do gerador, os relés são responsáveis por detectarem uma anomalia na rede de energia, então o gerador é acionado abrindo o relé da concessionária e fechando o relé do gerador. Após a energia se reestabelecer completamente, o relé da concessionária fecha e abre o relé do gerador.

3.1.4 Levantamento do consumo (kWh) e demanda (kW) de EE do HU

Atualmente a EE do HU é fornecida totalmente pela concessionária local Energisa, mas somente em casos de queda de energia o gerador atual entra em operação para suprir apenas as cargas de emergência, tais como iluminação e os aparelhos que dão suporte a vida.

O levantamento da energia consumida é feito por meio da análise do consumo em HP e HFP da fatura de energia do HU, dados esses disponibilizados pela concessionária na fatura.

A Tabela 3-7 apresenta a maior demanda registra de 623,61 kW e o consumo médio de 318,65 kW por hora, onde divide-se o valor médio de 21.031,50 kWh por 66, sendo este os 22 dias por mês multiplicados por 3 horas diárias cobrados no HP, então esses dados serão utilizados para dimensionar o futuro gerador do HU.

De acordo com a Tabela 2-1, sobre Modalidade Tarifária Horária Verde onde os dados foram fornecidos pelo site da Energisa, sabe-se que o valor do kWh cobrado no HP é equivalente a R\$ 1,25349/kWh e fora do horário de ponta é de R\$ 0,26037/kWh, ou seja, o valor cobrado no HP é quase 5 vezes maior do que o valor HFP.

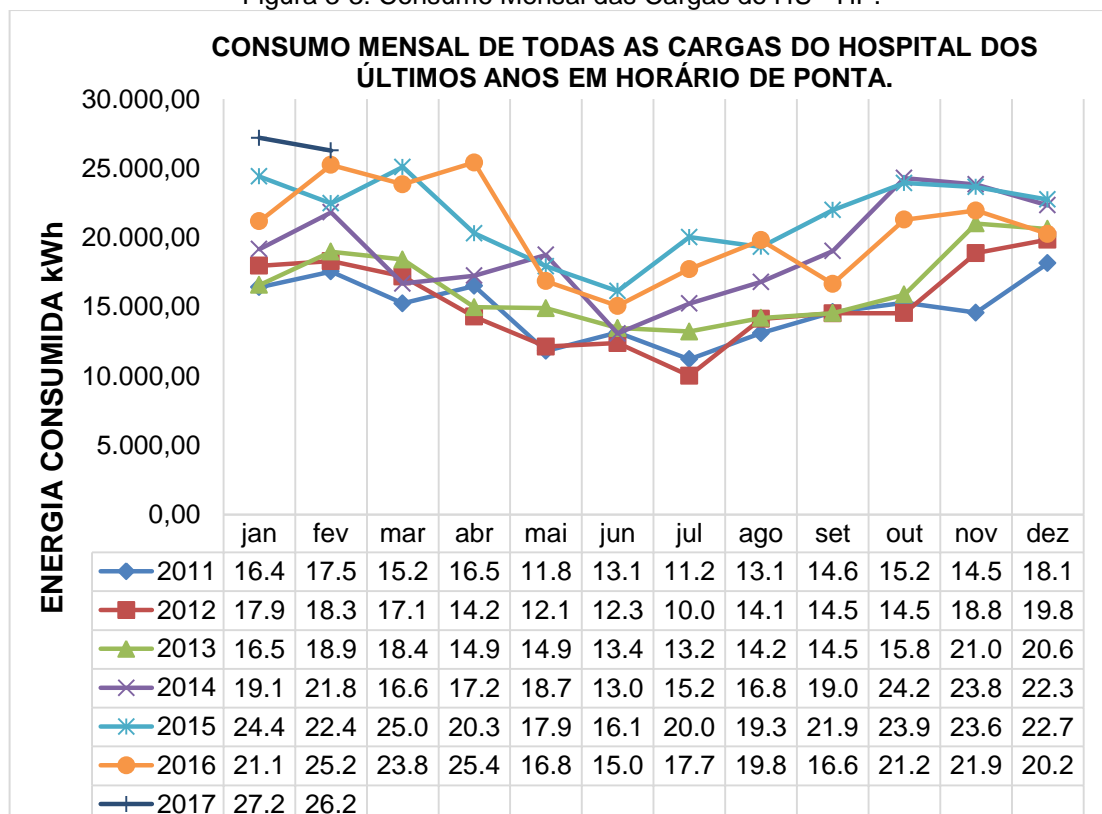
Sendo assim é um dado muito significativo para que seja realizado um estudo de geração própria de energia elétrica no HP.

Na Figura 3-3 é ilustrado o consumo de energia mensal dos últimos 6 anos, de 2011 à 2016, e dos dois primeiros meses de 2017 no HP.

Tabela 3-7: Levantamento de Energia Consumida pelo HU.

Mês	Consumo (kWh)			Demanda (kW)	
	Total	Ponta	Fora Ponta	Contratada	Registrada
mar/16	257.390,00	23.852,00	233.538,00	650	605,47
abr/16	296.394,00	25.424,00	270.970,00	650	590,68
mai/16	175.066,00	16.852,00	158.214,00	650	465,69
jun/16	164.114,00	15.059,00	149.055,00	650	477,01
jul/16	183.824,00	17.726,00	166.098,00	650	479,13
ago/16	198.473,00	19.810,00	178.663,00	650	479,13
set/16	196.682,00	16.660,00	180.022,00	650	479,13
out/16	229.410,00	21.292,00	208.118,00	650	616,22
nov/16	243.082,00	21.957,00	221.125,00	650	608,15
dez/16	233.938,00	20.261,00	213.677,00	650	600,76
jan/17	293.206,00	27.200,00	266.006,00	650	620,92
fev/17	283.862,00	26.285,00	257.577,00	650	623,61
Média	229.620,08	21.031,50	208.588,58	650	553,83

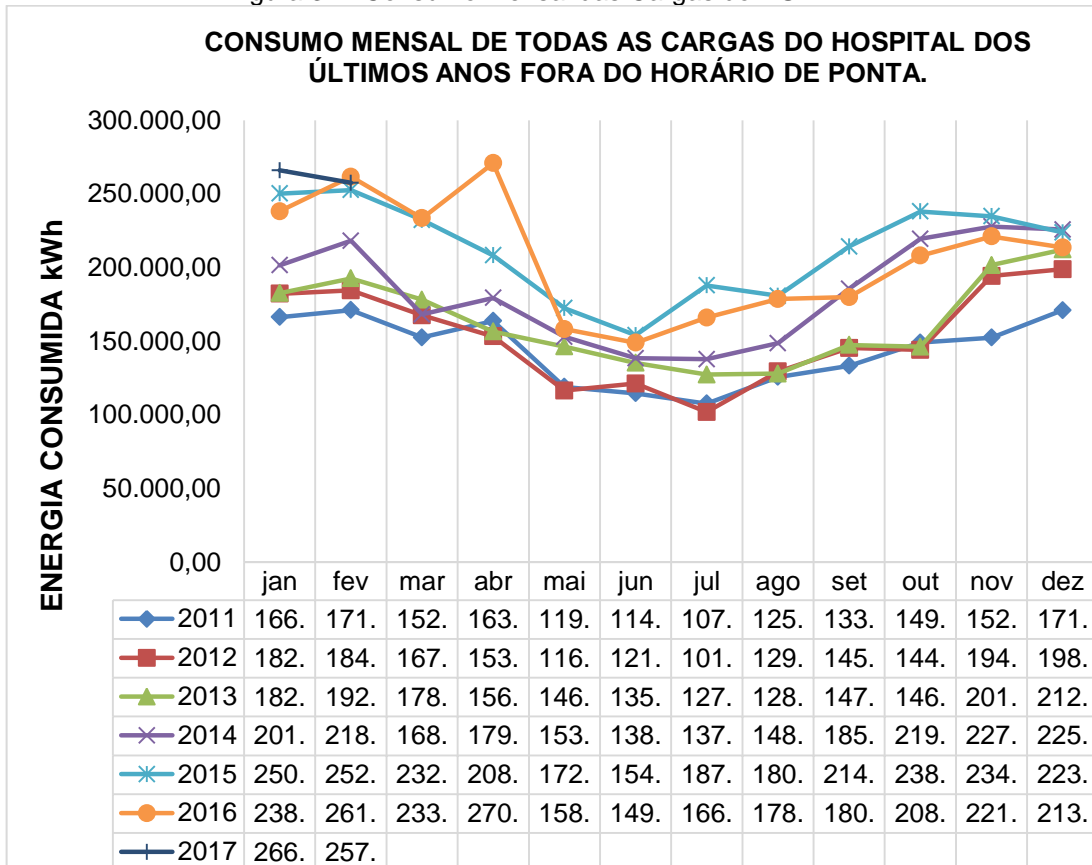
Figura 3-3: Consumo Mensal das Cargas do HU - HP.



Fonte: Própria autora.

A Figura 3-4 apresenta o consumo de energia FHP para o mesmo período, onde em ambos os gráficos observa-se um aumento do consumo a cada ano, devido à ampla disponibilidade e necessidade de aparelhos movidos à energia elétrica.

Figura 3-4: Consumo Mensal das Cargas do HU - FHP.



Fonte: Própria autora.

3.1.5 Levantamento do Custo da EE paga a concessionária no HP

Para obter o custo com a EE proveniente da concessionária local em HP, é necessário efetuar o levantamento da quantidade de energia (kWh) que a unidade consome, a partir desse dado será possível calcular o custo (R\$) da energia apenas em HP. Sendo esse o primeiro passo para realizar o comparativo entre a energia fornecida e a energia que será gerada a partir do novo GMG a ser implantado.

Tendo como base o sistema tarifário horo-sazonal Verde, já demonstrado no subitem 2.5.3.2, porém são incluídas as demais cobranças de uma fatura de

energia, como o consumo de energia reativo, impostos, adicional de bandeira tarifária quando houver e outros lançamentos como cobranças e serviços autorizados, compondo assim o real valor da tarifa em HP.

Sabe-se que na tarifa verde também é cobrado o valor da demanda, mas uma vez que esse valor é único para o HP e HFP, sendo que este valor já foi pago no HFP, logo não será cobrado novamente esse valor da demanda para o HP.

Neste trabalho é considerado para fins de cálculos o consumo registrado das contas de energia, de março de 2016 a fevereiro de 2017. Por meio da equação 5, é possível obter o valor da conta de energia em HP, considerando as demais cobranças de uma fatura.

$$Fat. HP = E. A + E. R + Ban. T + Trib. + O. L \quad (5)$$

Onde:

- Fatura Hora de Ponta (R\$) = Fat. HP;
- Consumo de Energia Ativa (R\$) = E.A;
- Consumo de Energia Reativa (R\$) = E.R;
- Bandeira Tarifária (R\$) = Ban.T;
- Tributos (R\$) = Trib.;
- Outros Lançamentos (R\$): O.L.

De acordo com o Procel (2011), o consumo de energia ativa é denominado como sendo o consumo de energia medido em kWh, sendo a energia útil que produz trabalho. E o consumo de energia reativa não produz trabalho, é utilizada na manutenção dos fluxos magnéticos dos aparelhos elétricos, medida em quilovar-hora (kvarh).

As bandeiras tarifárias surgiram em 2015 com a intenção de estabelecer um acréscimo na fatura de energia, quando necessária à operação de outras fontes da matriz energética além das hidrelétricas como, por exemplo, as usinas térmicas, sendo classificadas em Bandeira Verde, Bandeira Amarela e Bandeira Vermelha.

De acordo com a ANEEL (2017^b), a bandeira verde indica condições favoráveis na geração de EE, sem alteração na fatura de energia, com uma capacidade de geração térmica de até 211,28 R\$/MWh.

Já a bandeira amarela indica que há participação de outra fonte de energia, com uma geração de 211,28 R\$/MWh à 422,56 R\$/MWh, apresenta um acréscimo na conta de energia de R\$ 2,00 à cada 100 kWh.

A bandeira vermelha possui dois patamares, o primeiro patamar indica que quando da participação das usinas térmicas em alta demanda, com geração de 422,56 R\$/MWh até 610 R\$/MWh possui acréscimo de R\$ 3,00 à cada 100 kWh e o segundo patamar com geração maior ou igual a 610 R\$/MWh, com acréscimo na conta de R\$ 3,50 à cada 100kWh.

Segundo a ANEEL (2017^b), os tributos são pagamentos destinados ao poder público, com a finalidade do governo administrar esses pagamentos para melhorias a toda população, de acordo com determinação judiciária. Na conta de luz os tributos cobrados são os federais, estaduais e municipais.

Os tributos federais são os Programas de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), com uma alíquota de 1,65 % para o PIS e de 7,6 % para o COFINS.

Os tributos estaduais são os Impostos da Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), esse tributo é destinado aos governos estaduais, tendo sua alíquota definida de acordo com o código tributário de cada estado, a alíquota do estado de Mato Grosso do Sul é equivalente a 17 %.

A forma de cálculo para os tributos federais e estaduais, conhecidos como cobrança por dentro é determinado pelas leis federais, onde a concessionária recolhe esse valor e repassa para o governo.

Os valores das alíquotas dos tributos federais e estaduais são somados e substituídos no valor da Alíquota da equação 6, sendo gerado uma porcentagem equivalente à quantos por centos os tributos correspondem em cima do valor calculado da energia ativa, reativa e das bandeiras tarifárias, gerando então o valor dos impostos.

$$IMPOSTO = \left(\frac{1}{1 - \frac{Alíquota}{100}} \right) - 1 \quad (6)$$

Os tributos Municipais são as contribuições para Custeio de Serviço de Iluminação Pública (CIP), o qual é destinado ao poder público para que seja dado

todo o suporte necessário no serviço de iluminação pública, desde projeto, implantação, expansão, operação e manutenção.

Por fim os outros lançamentos, cobranças e serviços autorizados que também venham detalhados na conta de luz seria a cobrança do tributo municipal da CIP, juros ou multa por atraso de contas anteriores, correção monetária por atraso ou até mesmo restituições ao consumidor.

Capítulo 4. ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DO PROJETO

Neste capítulo apresenta-se a análise de viabilidade técnica tendo como objetivo identificar e dimensionar os parâmetros necessários para a execução do projeto, como o dimensionamento do novo GMG, consumo de óleo diesel, tanque de armazenamento desse combustível e por fim o sistema de paralelismo e sincronismo com a rede de acordo com a necessidade do Hospital.

4.1 DIMENSIONAMENTO DO GMG

O Grupo Moto-Gerador (GMG) de energia elétrica é um equipamento composto por gerador, motor e tanque de combustível. O combustível é responsável por alimentar o motor e o motor que por sua vez aciona o gerador, transformando energia mecânica em energia elétrica.

Na instalação do GMG é necessário um painel de transferência e um disjuntor na entrada do serviço, onde:

- ❖ O painel de transferência é responsável por monitorar o fornecimento de energia da rede elétrica. Caso houver alguma interrupção o gerador local é ativado, quando a energia da rede elétrica é restabelecida o gerador é desligado e as cargas alimentadas pela concessionária;
- ❖ O disjuntor da entrada de serviço é responsável por proteger o painel, disjuntores e circuitos internos contra possíveis panes elétricas e picos de tensão (CUMMINS, 2011).

O consumo médio das cargas do hospital no HP é 318,65 kW por hora e a demanda máxima registrada é 623,61 kW conforme demonstrado na Tabela 3-8, sendo assim dimensionado o GMG para atender toda a demanda local.

Desta forma, selecionou-se o GMG da empresa CUMMINS levando em conta a necessidade do hospital de que o gerador atue em paralelo e sincronizado com a rede usual, com cargas constantes. Seguindo a classificação de energia do manual de aplicações para grupos geradores arrefecidos a água, conclui que o melhor modo

de operação para esse sistema, será o modo *Prime* sendo este o mais indicado para esse tipo de ligação.

Para a demanda máxima registrada de 623,61 kW o modelo indicado para atender esta potência é o C750 D6 com potência de 680 kW/850 kVA em modo *Prime* conforme descrito no catálogo do fabricante CUMMINS (2015). Porém levando em consideração a elevada capacidade de geração, o alto custo de implantação e manutenção para utilizar em média 46 % da capacidade total do gerador escolhido e acima de 50 % somente em momentos de picos. Logo não é interessante obter uma máquina com uma capacidade de potência tão alta com as cargas variando entre 46 % (média) e 91 % (picos), com isso a máquina também teria um grande desgaste devido a essas variações de cargas.

Desta forma, neste projeto deverá ser implantado dois geradores acionados por motor a diesel da Cummins, modelo C400 D6 com potência nominal de 365 kW e de potência aparente 465 kVA em modo *Prime*, pois a potência nominal com os dois geradores chegará a 730 kW (CUMMINS, 2011).

Considerando que o consumo médio no HP é de 87 % das cargas do hospital, apenas um dos geradores será utilizado e somente em momentos de picos o outro gerador será automaticamente ligado para atender altas demandas, normalmente registrada em dias muito quentes, onde se tem um maior consumo de energia devido aos aparelhos de refrigeração, ocupando no total 85 % da capacidade dos dois geradores interligados.

Outras vantagens em possuir dois geradores é que se por ventura algum venha a falhar tem outro gerador reserva para atuar no lugar do primeiro, e quando for necessário fazer a manutenção do sistema, um dos geradores pode ser desligado. Mas, para a manutenção será necessário fazer o monitoramento dos períodos de alta demanda nas cargas, uma vez que apenas um gerador consegue atender somente o consumo médio de energia, mas não consegue atender uma alta demanda, como por exemplo, à máxima registrada de 623,61 kW.

4.2 DETALHAMENTO DO GMG DIMENSIONADO

A classificação do GMG se dá a partir do catálogo do fabricante, sendo detalhada as suas características, como as opções do grupo gerador, as conexões de tensão em 60 Hz, consumo de combustível, modo de operação, dados técnicos,

condições de armazenamento do líquido combustível, dimensões, peso e manutenção periódica.

Como já mencionado o grupo gerador será acionado por motor a diesel, denominado como C400 D6 4, do fornecedor *Cummins Power Generation*, trifásico, havendo as seguintes conexões de tensão 480/227 V, 440/254 V, 416/240 V, 380/220 V, 240/139 V, 220/127 V e 208/120 V.

O motor Diesel também é da *Cummins* modelo NTA855 G5, turbinado, com sistema de injeção direta, sistema de arrefecimento através do radiador com ventilador acoplado e tanque de expansão incorporado, com 6 cilindros em linha, desenvolvendo 451 kW de potência bruta à 1800 Rotação por Minuto (RPM) em *Standby*, com baixos índices de emissões de gases e máximo aproveitamento do combustível.

A Tabela 4-1 contém os dados técnicos do grupo gerador dimensionado (C400 D6), dados esses retirados do catálogo da *Cummins*.

Segundo a *Cummins* (2011), a potência nominal do GMG varia de acordo com o modo de operação sendo em *Standby* ou *Prime* e o consumo de combustível se dá a partir do modo de operação e da carga aplicada, com as seguintes aplicações detalhadas na Tabela 4-2.

Sabendo-se que para o HP o modo de operação indicado é o *Prime*, para o consumo médio a carga aplicada é *Full* (cheio) e $\frac{3}{4}$ de acordo com a Tabela 4-2 o consumo médio ocupa 87 % da capacidade total de um dos geradores. Já para demandas altas, conforme a máxima registrada, o indicado é 100 % da capacidade de um gerador e de 70,08 % do segundo gerador, uma vez que a máxima registrada representa 85 % da capacidade dos dois geradores.

Tabela 4-1: Dados Técnicos do Gerador.

Dados Técnicos do Grupo Geradores da CUMMINS C400 D6			
Modelo	C400 D6	Alternador - Regulação de Voltagem	1,00 %
Potência em Standby	500 kVA / 400 kW	Alternador - Classe de Isolação	H
Potência em Prime	456 kVA / 365 kW	Grau de Proteção	IP 23
Fabricante do Motor	Cummins	Consumo de Combustível a 100 % de carga (Standby)	110 L/h
Modelo do Motor	NTA 855-G5	Consumo de Combustível a 100 % de carga (Prime)	99 L/h
Cilindros	6 Cilindros	Capacidade de Óleo Lubrificante	38,6 Litros
Construção do Motor	Em Linha	Capacidade de Líquido de Arrefecimento (motor)	20,8 Litros
Regulador de Velocidade/Classe	Eletrônico	Capacidade de Líquido de Arrefecimento (motor + radiador)	58 Litros
Aspiração e Pós - Arrefecimento	Turbinado	Temperatura de Escape (Prime)	535° C
Diâmetro e Curso	140 mm x 152 mm	Vazão de Gases de Escape (Prime)	1785 L/s
Taxa de Compressão	14,0:1	Contra Pressão Máxima de Escape	76 mmHg
Cilindrada	14 Litros	Vazão de Ar do Radiador	9,5 m³/s
Arranque / Min °C	Não Auxiliada/-7° C	Consumo de Ar para Combustão	628 L/s
Capacidade da Bateria	150 A/h (2x)	Mínima Abert. de Entrada ar na Sala	2,10 m²
Potência Bruta do Motor – Standby	451 kWm	Mínima Abert. de Saída de ar na Sala	1,39 m²
Potência Bruta do Motor - Prime	408 kWm	Calor Irrradiado pelo Motor (Prime)	67 kWm
Rotação	1800 rpm	Capacidade do Tanque da Base	500 Litros

Tabela 4-2: Consumo de Combustível do Gerador C400 D6.

Modo de Operação	Standby				Prime			
	500 kVA		400 kW		456 kVA		365 kW	
Carga Aplicada	Full	¾	1/2	1/4	Full	¾	1/2	1/4
Consumo (Litros / Hora)	110	84	60	36	99	78	58	40

As condições de armazenamento dos grupos geradores segundo o catálogo do fabricante Cummins, segue as seguintes condições:

- Temperatura ambiente de 27° C;
- Altitude acima do nível do mar de 150 metros;
- Umidade relativa de 60 %.

E de acordo com a Norma Regulamentadora 20 – NR 20, que trata da segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis, onde os tanques de armazenamento de líquidos combustíveis devem ser de aço ou concreto, onde também é estabelecida a distância do tanque com a linha de divisa da propriedade adjacente de acordo com a capacidade do tanque, onde ainda será estabelecido no item 3.1.4 sobre consumo do óleo diesel (Guia Trabalhista, 2010).

A sala de armazenamento interno deverá possuir paredes, pisos e tetos de material resistente ao fogo, visando sempre há proteção contra incêndio e preservação ao meio ambiente, de forma que também colabore com a limpeza do recinto. As instalações elétricas devem estar de acordo com a Norma Regulamentadora – NR 10 que relata sobre, segurança em instalações e serviços em eletricidade, há prova de explosão; a área deverá ser ventilada, quando possível com ventilação natural havendo extintores apropriados contra o combate de incêndio, contendo ainda avisos de sinalização informando a proibição de fumar no local de armazenamento de líquidos inflamáveis (Ministério do Trabalho, 1978).

Segundo o guia trabalhista (2010), de acordo com a NR-20 também fala que todos os tanques de armazenamento de líquidos combustíveis de superfície, deverão seguir as recomendações de distância do tanque à linha de divisa da propriedade adjacente e de distância mínimas do tanque às vias públicas, de acordo com a capacidade do tanque, especificados na Tabela 4-3.

Tabela 4-3: Informações do Tanque de Combustível.

Capacidade do Tanque (Litros)			Distância do Tanque a linha de divisa da propriedade adjacente	Distância Mínima do Tanque as vias pública
Acima de	250 até	1.000	1,5 m	1,5 m
Acima de	1.001 até	2.800	3,0 m	1,5 m
Acima de	2.801 até	45.000	4,5 m	1,5 m
Acima de	45.001 até	110.000	6,0 m	1,5 m
Acima de	110.001 até	200.000	6,0 m	3,0 m
Acima de	200.001 até	400.000	15 m	4,5 m
Acima de	400.001 até	2.000.000	25 m	7,5 m
Acima de	2.000.001 até	4.000.000	30 m	10,5 m
Acima de	4.000.001 até	7.500.000	30 m	13,5 m
Acima de	7.500.001 até	10.000.000	50 m	16,5 m
Acima de	10.000.001 até		52,5 m	18 m

As informações sobre as dimensões e peso estão dispostas no catálogo do fabricante Cummins (2011), sendo observadas na Tabela 4-4.

Tabela 4-4: Dimensões e peso do Grupo Moto-Gerador.

Grupo Gerador	Comprimento (mm) L	Largura (mm) W	Altura Máxima (mm) H	Grupo Gerador Seco (kg)	Grupo Gerador Úmido (kg)
Aberto	3370	1500	2042	3463	3926
Carenagem - F187	5105	1500	2430	4605	5118
Carenagem - F188	5780	1500	2455	5551	6014

A manutenção periódica de acordo com o manual do operador da Cummins (2011) é indispensável para manter o melhor desempenho do GMG, contribuindo no prolongamento da vida útil do equipamento, a Tabela 4-5 trata sobre a programação de manutenção periódica do mesmo.

Tabela 4-5: Programação de Manutenção Periódica.

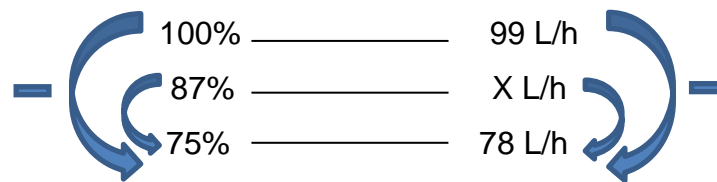
Tarefa de Manutenção	Frequência					
	Após as primeiras 20 horas	Todos os dias	A cada mês	A cada 250 horas	A cada 500 horas	A cada 1000 horas
Inspeção Geral		X				
Verificar o nível de óleo do motor e de água do radiador		X				
Verificar a bateria e as conexões da bateria			X			
Trocar o óleo do motor	X			X		
Limpar o retentor de centelhas				X		
Ajustar a folga das válvulas do motor				X		
Trocar o filtro de ar do motor					X	
Trocar o filtro de combustível					X	
Limpar o filtro de óleo						X
Verificar a pressão dos injetores de combustível						X

Lembrando também que em dias quentes e com muita poeira os procedimentos devem ser realizados com mais frequência, devendo ser feito por pessoas especializadas neste tipo de serviço.

4.3 CONSUMO DE ÓLEO DIESEL DO GERADOR ESCOLHIDO

O dimensionamento do consumo de combustível leva em consideração o modo de operação e a carga aplicada, sendo assim no HP com o gerador em modo *Prime*, sabe-se que o consumo médio da carga aplicada ficará entre *Full* (100 %) e $\frac{3}{4}$ (75 %), uma vez que essas cargas ocupam 87 % da capacidade total de um dos geradores.

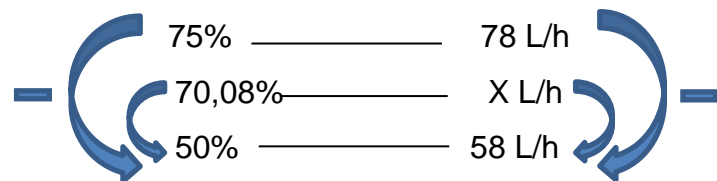
Por meio de uma interpolação linear entre os valores de carga aplicada e consumo de combustível é possível obter quanto de combustível será gasto com 87 % da carga aplicada na capacidade de um gerador conforme demonstrado na equação 7.



$$\frac{(100 - 75\%)}{(99 - 78 L)} = \frac{(87 - 75)}{(X - 78)} \Rightarrow X = 88,08 \text{ Litros/hora} \quad (7)$$

Obteve-se um consumo de 88,08 litros por hora de combustível ou 264,24 Litros por dia, chegando a um total de 5.813,28 Litros por mês para atender o HP.

Já para a demanda máxima registrada no HP, a carga aplicada para o consumo dessa demanda será de 100 % para um gerador e 70,08 % para o segundo gerador. Como não se sabe o quanto de combustível um dos geradores consome com 70,08 % da carga aplicada, será necessário interpolar os valores da Tabela 4-2, utilizando como base os valores de 75 % e 50 % de carga aplicada obtendo o resultado pela equação 8.



$$\frac{(75 - 50)}{(78 - 58)} = \frac{(70,8 - 50)}{(X - 58)} \Rightarrow X = 74,64 \text{ Litros/hora} \quad (8)$$

Conhecido a quantidade de combustível gasto com 70,08 % da carga aplicada para um dos geradores que é de 74,64 Litros por hora e 99 Litros por hora do segundo gerador com 100 % da carga aplicada. Somando-se a quantidade que cada gerador irá consumir para atender um pico de demanda, com base na maior demanda registrada, tem-se um total de consumo de combustível de 173,64 L/h. Logo por dia terá um consumo de 520,92 L/h e de 11.460,24 L/h por mês.

4.4 DIMENSIONAMENTO DO TANQUE DE COMBUSTÍVEL

Uma vez que no HP os hospitais e as grandes empresas adotam medidas preventivas para poupar energia, devido ao alto custo do kWh nesse período e sabendo que normalmente após as 18hs alguns servidores já terminaram o seu horário de trabalho, mesmo se tratando de um hospital, com isso muitos aparelhos eletrônicos, refrigeração, iluminação são desligados, logo não é registrado um consumo tão alto nesse horário, por isso o dimensionamento do tanque do combustível será feito somente para o registro de consumo médio de energia das cargas totais do HU e não para demanda máxima registrada.

Visto que com o consumo médio de energia das cargas do HU em HP consomem aproximadamente 89 Litros por hora, por semana um consumo de 1.335 Litros e mensalmente um consumo de 5.874 Litros para gerar à própria energia através do GMG. Portanto adotou-se um abastecimento semanal do óleo diesel, assim não será necessário fazer esse abastecimento diariamente, que seria algo que não há necessidade, diminuindo viagens diárias com esse abastecimento, descartando também o abastecimento mensal, que necessitaria de um tanque maior, onde ocuparia um grande espaço desnecessário.

Logo para armazenar combustível suficiente para abastecer o GMG semanalmente é necessário um tanque com capacidade mínima de 1.335 Litros, porém durante a partida do motor à um maior consumo de combustível, então será acrescentado 3 % de combustível para suprir esse consumo durante a partida do motor, logo será necessário um tanque com capacidade de 1.375,05 Litros, aproximando esse valor para 1.400 Litros.

De acordo com a Tabela 4-3 para um tanque com capacidade de 1.400 Litros a distância do tanque à linha de divida da propriedade adjacente será de 3 metros e entre às vias públicas de 1,5 metros.

4.5 SISTEMA DE PARALELISMO E SINCRONISMO DO GERADOR COM A REDE DE ENERGIA

O sistema de paralelismo e sincronismo dos geradores foi optado devido à confiabilidade, eficiência, desempenho e custo econômico fornecendo energia para as cargas por meio de um barramento comum.

Esse sistema pode dividir a potência alimentadora com várias fontes, dando confiabilidade ao mesmo, pois se a unidade tiver apenas um gerador, e por ventura ocorrer algum problema com o gerador na hora em que a concessionária não estiver alimentando a unidade, a unidade terá o seu fornecimento de energia interrompido.

O sistema de paralelismo com dois ou mais geradores conectados ao fornecimento de energia não será interrompido, caso um dos geradores falhe, pois o segundo gerador será responsável em manter o fornecimento de energia, sem que haja transtorno pela interrupção.

Em termos de eficiência o GMG tem um grande rendimento já que a máquina não trabalha com valores de carga constante, não terá uma grande variação, pois para o consumo médio apenas um gerador supri essa demanda e para a demanda máxima o segundo gerador entra em paralelo com o primeiro, ligando automaticamente apenas para suprir uma alta demanda.

Contribuindo também com a redução de custo uma vez que para a manutenção do sistema não precisa ser interrompido o fornecimento de energia, pois apenas um dos geradores consegue manter o consumo médio do hospital, possibilitando uma manutenção periódica, aumentando assim a vida útil desse sistema (Oliveira et al., 2010).

Na sincronização o objetivo principal é alcançar uma harmonia entre as propriedades do gerador e a rede de energia sendo: fase, frequência e tensão entrando em sincronia em um mesmo período de tempo, onde em primeiro momento nenhuma dessas propriedades estão em harmonia, depois começam a entrar em sincronia, até que finalmente se encontram com os mesmo valores de fase e frequência e estão totalmente sincronizados.

Segundo a Norma de Distribuição Unificada – NDU – 020 da Energisa (2010), sobre exigências mínimas para interligação do gerador de consumidor primário com a rede de distribuição da Energisa com paralelismo momentâneo, classificam a ligação em Paralelismo Momentâneo e Paralelismo Permanente.

- Paralelismo Momentâneo é utilizado quando a uma queda de tensão, onde dispõe de dispositivos que sincronizam e compatibilizam as grandezas elétricas do gerador com a rede de alimentação, permitindo a interligação entre o gerador e a rede de distribuição. O paralelismo dura somente no momento da queda da EE como o próprio nome já diz

momentâneo, então o gerador passa a alimentar a unidade consumidora até que a concessionária estabilize e volta a alimentar novamente esta unidade, sem que haja qualquer interrupção no fornecimento do mesmo, devido a esse sistema de paralelismo e sincronismo que os painéis de sincronismo oferecem.

- Paralelismo Permanente também dispõe de dispositivos que sincronizam e compatibilizam as grandezas elétricas do gerador com a rede, entretanto os disjuntores tanto da rede como os do gerador permanecem fechados durante um tempo determinado como em horários de ponta, por exemplo, assumindo a alimentação da unidade consumidora por um período determinado, até que seja mandado o comando para que o gerador para de alimentar a unidade e passe esse comando para a rede de distribuição então os disjuntores são abertos. Lembrando que o tempo máximo de paralelismo e sincronismo do gerador com a rede e vice-versa deve de ser apenas 15 segundos, seja permanente ou provisório.

4.5.1 Descrição dos equipamentos para interligação do gerador com a rede de distribuição

De acordo com a NDU – 020 os equipamentos necessários para fazer a interligação da concessionária local com o gerador e as exigências técnicas dos relés digitais multifunção com as seguintes funções de acordo com a numeração na *American National Standards Institute (ANSI)*, estão dispostos abaixo (Energisa, 2010):

- Relé de subtensão e inversão de fase - para abrir o primeiro disjuntor geral na entrada do sistema, quando houver um interrompido da EE, com temporizador para não abrir o mesmo [27/47];
- Relé de subtensão - na ausência de tensão vindo da concessionária, para abrir o segundo disjuntor [27];
- Relé de sobrecorrente direcional instantâneo e temporizador de fase - caso o gerador esteja contribuindo com a falta de energia com o

sistema já estiver em paralelo, então o segundo disjuntor será aberto [67];

- Relés de sobrecorrente instantâneos e temporizados de fase neutro - com a função de abrir o primeiro e o segundo disjuntor, quando houver falhas da distribuidora ao consumidor [50/51 – 50/51 Neutro (N)];
- Relé direcional de potência - quando houver uma maior potencia do que o estabelecido sendo mandado pra rede com o sistema também em paralelo, então o segundo disjuntor será aberto [32/62];
- Relé de sobretensão de fase e de neutro - com função de detectar tensões alteradas e desligar o primeiro disjuntor [59/59 N];
- Relé de medição do ângulo da fase entre as duas fontes gerador e rede - com a função de desligar o disjuntor de acoplamento de rede, quando o ângulo e a fase não estiverem de acordo com o estabelecido [78];
- Sistema de Operação em Paralelo (SOP) - com a função de controlar a abertura e fechamento dos disjuntores, fazendo esse paralelismo, possuindo os disjuntores supervisionados por relés de sincronismo [25].

Capítulo 5. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise de viabilidade econômica tem como objetivo fazer um levantamento de todos os custos envolvidos na execução do projeto, desde a instalação do grupo gerador, do Sistema de Operação em Paralelo (SOP), do processo de operação e manutenção, sendo possível fazer um comparativo entre a energia consumida da distribuidora e a energia gerada por meio do Grupo Moto-Gerador (GMG), ambas no Horário de Ponta (HP).

No presente estudo está sendo avaliada a proposta de instalar um novo sistema de Geração de Energia (GE) com capacidade de suprir toda a demanda do hospital no HP verificando sua viabilidade para o hospital ou não, de acordo com o orçamento feito pela Cummins em novembro de 2017.

5.1 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O NOVO SISTEMA DE GERAÇÃO DO HOSPITAL

5.1.1 Custo do gerador, equipamentos e instalação do novo sistema de Geração de Energia Elétrica

5.1.1.1 Novo Grupo Moto-Gerador

O GMG dimensionado para atender toda a demanda do HU será composto de dois geradores do modelo C400 D6 da *Cummins Power Generation* e a partir do orçamento feito com a empresa *Cummins* verificou-se a necessidade de acessórios padrões para cada grupo gerador, sendo:

- ❖ 02 Bateria de partida de 12 V com respectivos cabos e conectores;
- ❖ 01 Silencioso hospitalar;
- ❖ 01 Disjuntor de proteção tripolar fixo motorizado, dimensionado de acordo com a potência do grupo gerador;
- ❖ 01 Regulador Eletrônico de velocidade;
- ❖ 01 Jogo de manuais técnicos;
- ❖ 01 Carregador de Baterias;
- ❖ 01 Sistema de pré-aquecimento do motor;
- ❖ 01 Carenagem Silenciada de 85 decibéis (dB).

E dos seguintes equipamentos abaixo para ambos geradores:

- ❖ 01 Quadro de Transferência Automática 3200 A;
- ❖ 01 Unidade de Proteção e Controle – SEPAM 1000.

5.1.1.2 Painel de Paralelismo e Transferência

O Painel de Paralelismo e Transferência (PPT) é composto por um Quadro de Transferência Automática (QTA), por dois disjuntores tripolares de 3200 A e um sistema de barramentos e paralelismo para os dois geradores dimensionados de acordo com suas potências.

O QTA irá funcionar em regime de transferência fechada, sem interrupção, equipado com controle microprocessador, da marca *Cummins*, modelo MCM3320. Com a função de monitorar a rede, controlar a transferência e possibilitar a visualização de indicação de status da transferência, posição da transferência e indicações de parâmetros de monitoramento da rede. Na Figura 5-1 mostra o painel do QTA que será implantando junto ao sistema do GMG.

Figura 5-1: Painel do Quadro de Transferência Automática.



Fonte: (CUMMINS, 2017).

5.1.1.3 Unidade de Proteção e Controle

A unidade de proteção e controle SEPAM 1000 Plus é um relé de proteção que atende as seguintes normas técnicas da *International Electrotechnical Commission* (IEC), sendo:

- 60255-5: Suportabilidade às ondas de choque: 5 kV;
- 60255-22-1: Onda oscilatória amortecida 1 MHz: Classe III;
- 60255-22-4: Transientes rápidos: Classe IV;
- 61000-4-3: Irradiações eletromagnéticas: Classe III;
- 60529: Grau de proteção - IP 52 no painel frontal;
- 60255-21-1,2,3: Vibrações, choques, suportabilidade sísmica: classe II.

A unidade SEPAM 1000 *plus*, contém as devidas funções de proteção de acordo com a ANSI, citadas no item 3.1.6.

5.1.1.4 Tanque de armazenamento do combustível

Sabe-se que o tanque de combustível com capacidade para armazenar diesel por uma semana atendendo toda a demanda do hospital em HP é 1.400 Litros, conforme visto no item 3.1.5.

Através de orçamentos feitos com algumas empresas que vendem tanques de aço inox para armazenamento de diesel, chegou-se a um valor médio do tanque de R\$ 12.000,00.

A Tabela 5-1 apresenta o orçamento disponibilizado pela Cummins em novembro de 2017 com todos os equipamentos que serão necessários na implantação e execução do projeto.

Tabela 5-1: Orçamento do Novo Sistema de Geração de Energia do HU.

ORÇAMENTO		
Equipamentos	Qtde.	Valor (R\$)
Grupo Gerador C400 D6	2	R\$ 532.000,00
Painel PCC 3.3 com Display	2	
Bateria de Partida de 12 V c/ cabos e conectores	4	
Disjuntor de proteção tripolar fixo motorizado	2	
Regulador Eletrônico de Velocidade	2	
Jogo de manuais técnicos	2	
Carregador de Baterias	2	
Sistema de pré-aquecimento do motor	2	
Quadro de Transferência Automática e microprocessador MCM3320	1	
Unidade de Proteção e Controle – SEPAM 1000	1	
Tanque de Combustível	1	

O total previsto na compra dos equipamentos para o novo sistema de geração de energia será de R\$ 532.000,00.

5.1.2 Custo de Operação e Manutenção

Na operação do novo sistema de GEE, será previsto o custo com o diesel para que o sistema opere durante o HP e o custo com a manutenção periódica durante a vida útil do sistema a ser implementado.

5.1.2.1 Custo com o diesel

Foi obtido o valor médio do Litro do diesel por meio de uma pesquisa em 10 postos de combustíveis na cidade de dourados-MS, sendo em média R\$ 3,12 por Litro. Para o HP com o gerador em modo *Prime*, atendendo o consumo médio à carga aplicada de 87 % da capacidade total de um gerador, consumindo em torno de 88,08 Litros por hora, por meio da equação 9 obtém o custo do diesel por hora.

$$CD = PMD * CDG \text{ (R\$/h)} \quad (9)$$

Onde:

- CD: Custo do diesel (R\$/h);
- PMD: Preço médio do Diesel (R\$/L);
- CDG: Consumo do Diesel pelo gerador (L/h);

$$CD = 3,12 * 88,08 = \mathbf{274,809 \text{ (R\$/h)}}$$

Se o custo do diesel é R\$ 274,80 por hora para suprir o HP, para um dia o custo é de R\$ 824,42, um mês terá o custo de R\$ 18.137,43 e um ano o custo do diesel será de R\$ 217.649,20 para suprir o consumo médio do hospital.

Já para a demanda máxima registrada no modo *Prime*, no HP com a carga aplicada de 100 % de um gerador e 70,08 % do outro gerador terá um consumo total de 173,64 Litros por hora.

Utilizando a equação 10, onde multiplicando o preço médio do diesel pelo consumo de diesel do gerador por hora, totaliza-se um custo de R\$ 541,75 por hora,

R\$ 1.625,27 por dia, R\$ 35.755,94 por mês e um custo de R\$ 429.071,38 por ano para a demanda máxima com o diesel.

5.1.2.2 Custo com manutenção periódica

Devido à importância da manutenção periódica para melhorar o desempenho do sistema e contribuir por prolongar a vida útil do equipamento, seguindo a Tabela 4-14 os cuidados a cada 250, 500 e 1000 horas, conclui-se que em 7 meses aproximadamente o gerador já tenha trabalhado 500 horas.

Então será necessário trocar os filtros de ar, motor e combustível após esse período de 7 meses e a cada 3 meses que seja feita a troca do óleo do motor, uma vez que nesse período estima-se que o gerador já tenha trabalhado 250 horas.

A partir de uma pesquisa levantada em alguns pontos de revenda dos itens: filtro de óleo, filtro de ar, filtro de combustível e a troca do óleo do motor, chegou-se ao custo demonstrado na Tabela 5-2.

Tabela 5-2: Custo com Manutenção Periódica no período de 7 meses.

Manutenção Periódica	
Descrição	Valor (R\$)
Filtro de Ar	R\$ 400,00
Filtro de Óleo	R\$ 110,00
Filtro do Combustível	R\$ 155,00
Troca de Óleo do Motor	R\$ 792,00
Total	R\$ 1.457,00

Considerando que a troca de óleo do motor é necessária a cada 3 meses, mas a manutenção periódica é feita a cada 7 meses, logo durante esse período a troca de óleo acontecerá 2 vezes. Desta forma, considerando a capacidade de óleo lubrificante do gerador de 40 Litros optou-se pela compra de dois barris de 20 Litros.

O custo de cada barril é R\$ 198,00, ou seja, o custo de dois barris com a troca de óleo duas vezes neste período obtendo o custo final de R\$ 792,00.

5.1.3 Componentes do custo de geração por kWh

Para compor o custo do novo sistema de geração de energia do HU, levam-se em conta os custos de gerador, instalação, diesel, manutenção periódica, vida útil, quantidade de horas trabalhadas na ponta e potência ativa do gerador, sendo apresentados na Tabela 5-3 os componentes do custo de geração da EE.

Tabela 5-3: Componentes do Custo de Geração da EE.

Componentes de geração	
Potência Média do Gerador (kW)	318,65
Consumo Combustível (L/h)	88,08
Preço do Litro do Combustível (R\$/L)	3,12
Custo do Sistema Geração de Energia (R\$)	532.000,00
Vida útil do Gerador (h)	15000
Custo com a Manut. Periódica em 7 meses (R\$)	1.457,00
Quant. de Horas trab. no HP em 7 meses (h)	462

Na Tabela 5-4 é apresentado o custo de geração de EE por kWh.

Tabela 5-4: Custo de Geração de Energia por kWh.

Custo de geração do kWh (R\$/kWh)	
Custo do Diesel	0,8624
Custo da Depreciação do Gerador	0,1113
Custo da Manutenção	0,0098
Custo Total	0,9835

O custo do diesel é composto pelo consumo do combustível, valor do combustível por Litro e a potência média que o gerador irá trabalhar. Já para o custo de depreciação do novo GMG foi considerado o custo total dos geradores, demais equipamentos, custo de instalação, vida útil do gerador e a potência média de trabalho.

O custo com a manutenção foi considerado: manutenção periódica a cada 7 meses, quantidade de horas trabalhadas em HP nesse período e potência média de trabalho.

Os cálculos são demonstrados nas equações 10 até 12.

➤ Para o Custo do Diesel por kWh:

$$CD = \frac{CC \left(\frac{l}{h}\right) * VC \left(\frac{R\$}{l}\right)}{PM (kW)} = \frac{(88.08 * 3,12)}{318,65} = 0,8624 \left(\frac{R\$}{kWh}\right) \quad (10)$$

Onde:

- CD: Custo do Diesel (R\$/kWh);
- CC.: Consumo do Combustível (L/h);
- VC: Valor do Combustível (R\$/L);
- PM: Potência Média de Trabalho (kW).

➤ Para o Custo com a Depreciação do Gerador por kWh:

$$CDG = \frac{\frac{CTG (R\$)}{VUG (h)}}{PM (kW)} = \frac{\frac{532.000,00}{15000}}{318,65} = 0,1113 \left(\frac{R\$}{kWh}\right) \quad (11)$$

Onde:

- CDG: Custo com a Depreciação do Gerador (R\$/kWh);
- CTG: Custo Total do GMG (R\$);
- VUG: Vida Útil do Gerador (h);
- PM: Potência Média de Trabalho (kW).

➤ Para o Custo da Manutenção por kWh:

$$CM = \frac{\frac{CMP(R\$)}{QHT(h)}}{PM(kW)} = \frac{\frac{1.457,00}{462}}{318,65} = 0,0098 \frac{R\$}{kWh} \quad (12)$$

Onde:

- CM: Custo da Manutenção (R\$/kWh);
- CMP: Custo da Manutenção Periódica (R\$);
- QHT: Quantidade de Horas Trabalhadas (h);
- PM: Potência Média (kW).

Assim obteve-se o custo total de 0,9835 R\$/kWh para gerar energia com o novo sistema de geração de EE do HU (NOCERA et al., 2015).

5.1.4 Custo da energia proveniente da concessionária em HP

A partir do item 3.1.5 obteve-se o custo com a EE proveniente da concessionária local em HP, sendo apresentado na Tabela 5-5 o valor da fatura de energia detalhada mensalmente com todas as cobranças especificadas no montante final dos 12 meses em análise.

Tabela 5-5: Fatura de Energia em HP do Hospital Universitário.

Fatura de Energia em Horário de Ponta (R\$)							
Mês	Energia Ativa	Energia Reativa Excedente	Bandeira vermelha	Bandeira amarela	Imposto	Outros lançamentos	Fatura final
mar/16	32.715,64	151,01	87,76	313,90	10.370,50	7.766,87	51.405,68
abr/16	36.478,20	95,55	-	60,93	10.595,53	- 2.859,26	44.370,94
mai/16	24.851,64	35,54	-	-	6.519,65	- 1.923,37	29.483,46
jun/16	22.207,50	8,88	-	-	6.596,70	- 1.767,97	27.045,11
jul/16	26.140,53	40,58	-	-	8.401,68	- 2.109,81	32.472,98
ago/16	29.213,80	76,84	-	-	7.481,28	2.296,95	39.068,87
set/16	24.568,50	86,21	-	-	6.793,23	8.663,40	40.111,34
out/16	31.399,31	127,51	-	-	8.189,46	16.745,75	56.462,03
nov/16	32.379,98	166,41	-	276,24	8.956,00	- 2.527,11	39.251,52
dez/16	29.878,89	112,14	-	-	9.578,57	- 4.255,95	35.313,65
jan/17	40.111,84	26,41	-	-	12.960,99	- 3.194,23	49.905,01
fev/17	38.762,48	24,01	-	-	11.133,44	3.762,27	53.682,21
							498.572,80

Conforme apresentado na Tabela 5-5, no período de um ano foi pago ao distribuidor local o valor de R\$ 498.572,80 com EE no HP.

5.1.5 Comparativo do gasto anual com e sem gerador

Baseado no custo total de 0,9835 R\$/kWh, é possível fazer o levantamento do custo do novo sistema de geração de EE no período de Março de 2016 até Fevereiro de 2017, conforme apresentado na Tabela 5-6.

Tabela 5-6: Simulação do Custo do Novo Sistema para Energia em HP.

Custo com o Novo Sistema de EE em HP		
Mês	kWh/mês	R\$/mês
mar/16	23.852,00	R\$ 23.458,44
abr/16	25.424,00	R\$ 25.004,50
mai/16	16.852,00	R\$ 16.573,94
jun/16	15.059,00	R\$ 14.810,53
jul/16	17.726,00	R\$ 17.433,52
ago/16	19.810,00	R\$ 19.483,14
set/16	16.660,00	R\$ 16.385,11
out/16	21.292,00	R\$ 20.940,68
nov/16	21.957,00	R\$ 21.594,71
dez/16	20.261,00	R\$ 19.926,69
jan/17	27.200,00	R\$ 26.751,20
fev/17	26.285,00	R\$ 25.851,30
		R\$ 248.213,76

A Tabela 5-6 demonstra que se o sistema de geração de energia estivesse em operação para atender em HP, o custo seria de R\$ 248.213,76 com a EE após um ano.

Logo é possível observar que o custo com a concessionária local é maior que o custo do novo sistema de geração de energia para atender essa mesma demanda.

A Tabela 5-7 apresenta o comparativo entre a energia da concessionária e a projeção da energia gerada pelos geradores a diesel e a economia em cada mês com esse novo sistema.

Tabela 5-7: Comparativo do Custo da Energia com e sem o Gerador em HP.

Comparativo do Custo da Energia com e sem Gerador em HP (R\$)			
Mês	Custo da energia sem o gerador	Custo da energia com gerador	Economia
mar/16	R\$ 51.405,68	R\$ 23.458,44	R\$ 27.947,24
abr/16	R\$ 44.370,94	R\$ 25.004,50	R\$ 19.366,44
mai/16	R\$ 29.483,46	R\$ 16.573,94	R\$ 12.909,52
jun/16	R\$ 27.045,11	R\$ 14.810,53	R\$ 12.234,58
jul/16	R\$ 32.472,98	R\$ 17.433,52	R\$ 15.039,46
ago/16	R\$ 39.068,87	R\$ 19.483,14	R\$ 19.585,74
set/16	R\$ 40.111,34	R\$ 16.385,11	R\$ 23.726,23
out/16	R\$ 56.462,03	R\$ 20.940,68	R\$ 35.521,34
nov/16	R\$ 39.251,52	R\$ 21.594,71	R\$ 17.656,81
dez/16	R\$ 35.313,65	R\$ 19.926,69	R\$ 15.386,96
jan/17	R\$ 49.905,01	R\$ 26.751,20	R\$ 23.153,81
fev/17	R\$ 53.682,21	R\$ 25.851,30	R\$ 27.830,91
	R\$ 498.572,80	R\$ 248.213,76	R\$ 250.359,04

Logo em um ano será possível ter uma economia de R\$ 250.359,04 com a energia gerada a partir do GMG para suprir em HP.

Na Tabela 5-8 é possível verificar uma economia de 15 % com relação ao custo da fatura total em HP.

Tabela 5-8: Economia do Custo da Energia em HP com relação à Fatura Total.

Economia com a Redução do Custo em HP com relação à Fatura Total (R\$)

Mês	Custo Total (sem gerador)	Custo no HP (com gerador)	Economia (fatura total)
mar/16	R\$ 174.941,43	R\$ 23.458,44	R\$ 151.482,99
abr/16	R\$ 154.953,85	R\$ 25.004,50	R\$ 129.949,35
mai/16	R\$ 98.509,64	R\$ 16.573,94	R\$ 81.935,70
jun/16	R\$ 94.382,88	R\$ 14.810,53	R\$ 79.572,35
jul/16	R\$ 107.682,61	R\$ 17.433,52	R\$ 90.249,09
ago/16	R\$ 125.298,37	R\$ 19.483,14	R\$ 105.815,24
set/16	R\$ 146.406,65	R\$ 16.385,11	R\$ 130.021,54
out/16	R\$ 189.008,84	R\$ 20.940,68	R\$ 168.068,16
nov/16	R\$ 135.894,56	R\$ 21.594,71	R\$ 114.299,85
dez/16	R\$ 124.809,66	R\$ 19.926,69	R\$ 104.882,97
jan/17	R\$ 163.215,00	R\$ 26.751,20	R\$ 136.463,80
fev/17	R\$ 176.181,56	R\$ 25.851,30	R\$ 150.330,26
	R\$ 1.691.285,05	R\$ 248.213,76	R\$ 1.443.071,29

Os tópicos seguintes apresentará a análise financeira executada a partir dos indicadores financeiros Valor Presente líquido (VPL), *PayBack*, Taxa Interna de Retorno (TIR) e Retorno do Investimento (RI) para verificar a viabilidade financeira do novo sistema de geração de energia do HU.

5.1.6 Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido (VPL) é um método de análise financeira conhecida por método do valor atual, sendo uma fórmula matemática recorrida para verificação de viabilidade do projeto que se pretende instalar. De acordo com a Eletrobrás (2005), o método determina no instante considerado as variações de caixa, recebimento, decrescido do desembolso, esses descontados à uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Portanto um valor positivo do VPL representa uma alternativa viável economicamente, agora se esse valor for negativo mostra que o investimento não é economicamente interessante, pois o capital não será ao menos recuperado no final do período desejado. Há também a possibilidade do VPL ser nulo, ou seja, o investimento será pago, mas não retornará lucro para à empresa (Eletrobrás, 2005).

A TMA determinará a taxa de juros do investimento para ser calculado o VPL, sendo considerada a média dos principais investimentos do mercado, como a taxa de Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC), Poupança, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Certificado de Depósito Bancário (CDB) e mais a inflação esperada para o ano, conforme demonstrada na Tabela 5-9.

Tabela 5-9: Opções de Investimento.

ITEM	TAXA DE JUROS AO ANO (%)
SELIC	7,400
POUPANÇA	5,127
BNDES	16,20
CDB	9,000
MÉDIA	9,432
INFLAÇÃO	2,700
MÉDIA+INFLAÇÃO	12,132

De acordo com a Tabela 5-9 a taxa de juros ao ano chegou a uma média de 12,13 %, já incluso a inflação atual, mas para fins de cálculos será adotado o valor de 13 % ao ano. Os valores das taxas de juros foram consultados no mês de novembro de 2017.

A equação 13 demonstra o cálculo do Valor Presente do Investimento (VPi) (Matos, 2013).

$$VPi = \sum_{t=1}^x \frac{VFR}{(1+i)^t} - I_0 \quad (13)$$

Onde:

- VPi: Valor Presente Investimento (R\$);
- VFR: Valor do resgate (R\$);
- i: Taxa de juros (%);
- t: tempo de vida do projeto (anos);
- I₀ = Investimento Inicial (R\$).

Sendo o valor do resgate 70 % do valor do custo total do investimento, a equação 14 apresenta o cálculo do Valor Presente do benefício (VPb) (Matos, 2013).

$$VPb: (Economia) * \frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \quad (14)$$

Onde:

- VPb: Valor Presente do Benefício (R\$);
- Economia: entrada – saída (R\$);
- i: taxa de juros (%);
- n: tempo de vida do projeto (anos).

A equação 15 apresenta o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) (Matos, 2013).

$$VPL = VPb - VPi \quad (15)$$

Onde:

- VPL: Valor Presente Líquido (R\$);
- VPb: Valor Presente do Benefício (R\$);
- VPi: Valor Presente Investimento (R\$).

Para essa análise não serão considerados as possíveis oscilações no preço do combustível, da tarifa de energia, da manutenção periódica e afim.

Os cálculos referente ao fluxo de caixa do VPb e do VPL para cada ano foram feitos no Microsoft Office Excel, onde são demonstrados nas Tabelas 5-10 e 5-11.

Tabela 5-10: Fluxo de Caixa para cada Ano.

Anos	Capitais	VPb	VPL Acumulado
0	(R\$ 495.480,97)		(R\$ 495.480,97)
1	R\$ 250.359,04	R\$ 221.556,67	(R\$ 273.924,30)
2	R\$ 250.359,04	R\$ 196.067,85	(R\$ 77.856,45)
3	R\$ 250.359,04	R\$ 173.511,37	R\$ 95.654,92
4	R\$ 250.359,04	R\$ 153.549,89	R\$ 249.204,81
5	R\$ 250.359,04	R\$ 135.884,85	R\$ 385.089,66
6	R\$ 250.359,04	R\$ 120.252,08	R\$ 505.341,75
7	R\$ 250.359,04	R\$ 106.417,77	R\$ 611.759,52
8	R\$ 250.359,04	R\$ 94.175,02	R\$ 705.934,54
9	R\$ 250.359,04	R\$ 83.340,73	R\$ 789.275,27
10	R\$ 250.359,04	R\$ 73.752,86	R\$ 863.028,12
11	R\$ 250.359,04	R\$ 65.268,01	R\$ 928.296,14
12	R\$ 250.359,04	R\$ 57.759,30	R\$ 986.055,44
13	R\$ 250.359,04	R\$ 51.114,43	R\$ 1.037.169,87
14	R\$ 250.359,04	R\$ 45.234,01	R\$ 1.082.403,88
15	R\$ 250.359,04	R\$ 40.030,09	R\$ 1.122.433,97
16	R\$ 250.359,04	R\$ 35.424,86	R\$ 1.157.858,83
17	R\$ 250.359,04	R\$ 31.349,44	R\$ 1.189.208,27
18	R\$ 250.359,04	R\$ 27.742,86	R\$ 1.216.951,13
19	R\$ 250.359,04	R\$ 24.551,21	R\$ 1.241.502,34

Conforme apresentado na Tabela 5-11, o VPL final é maior que zero, sendo 43 % maior que o investimento inicial. Isso mostra que o projeto é viável e após os dois primeiros anos o investimento já se pagou.

Tabela 5-11: Avaliação do Valor Presente Líquido.

Avaliação do VPL	
Valor Presente da compra - VPi1:	R\$ 532.000,00
Valor Presente do Investimento - VPi:	R\$ 495.480,97
Valor Presente dos benefícios - VPb:	R\$ 1.736.983,31
Valor Presente Líquido - VPL:	R\$ 1.241.502,34

5.1.7 Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é baseada na variável taxa, sendo a taxa de juros para um investimento, já o *payback* está baseado na variável tempo e o VPL está baseado em fluxo de caixas em um determinado período.

A TIR tem como objetivo calcular a taxa de juros que torna o VPL igual à zero, essa taxa é obtida através do método de aproximação e tentativas até obter um valor de TMA que torna o VPL nulo. Após obter o valor da TIR, faz-se as seguintes atribuições, se:

TIR > TMA: O projeto é viável;

TIR = TMA: O projeto não trará lucro para a empresa;

TIR < TMA: O projeto é inviável.

Para calcular o valor da TIR, também foi recorrida a Microsoft Office Excel, através do comando TIR e selecionando o fluxo de caixa dos capitais mostrados na Tabela 5-10, onde foi encontrado uma taxa de 50,51 %, como a TIR encontrada é maior que a TMA, então o projeto é viável. Ou seja, mais uma vez, através do método de análise da TIR mostra que o investimento é viável (NOCERA et al., 2015).

5.1.8 PayBack

Como mencionado anteriormente o *Payback* trabalha com base na variável tempo, onde mostra o tempo necessário para que o investimento inicial seja recuperado, ou seja, o período em que o fluxo de caixa acumulado será maior que zero.

Então analisando o VPL acumulado na Tabela 5-10 é possível observar que em apenas 2,5 anos o investimento inicial seria pago e após o terceiro ano a empresa já obteria lucro com o investimento, conclui-se que através do método de análise financeira *payback* o investimento também é considerado viável, conforme apresentado na Figura 5-2.

Figura 5-2: Retorno do Investimento pelo Tempo de Vida do Projeto.



Fonte: Própria autora.

5.1.9 Retorno do investimento

O retorno do investimento (RI), conforme apresentado na equação 16, calcula qual a porcentagem de lucro em relação ao investimento inicial, sendo a divisão do VPL pelo VPi.

$$RI = \left(\frac{VPL}{VPi} \right) * 100 = \left(\frac{1.241.502,34}{495.480,97} \right) * 100 = 251 \% \quad (16)$$

Onde:

- RI: Retorno do Investimento (R\$);
- VPL: Valor Presente Líquido (R\$);
- VPi: Valor Presente do Investimento (R\$).

O investimento é viável, pois o valor obtido do RI é de 251 %.

CONCLUSÕES

Uma vez que o presente estudo levou em consideração todos os possíveis custos com a implantação desse projeto, seguindo as devidas normas, atendendo as especificações da concessionária local Energisa, tendo em conta os benefícios que esse projeto trará para o hospital e para as pessoas que ali trafegam, sejam como pacientes, familiares e servidores, sem contar a importância de se trabalhar em um hospital onde a possibilidade de que se falte energia elétrica seria praticamente nula, já que a falta de energia elétrica poderia colocar vidas humanas em risco.

Benefícios esses como, uma maior seguridade, eficiência que se terá com a instalação do Grupo Moto-Gerador (GMG), o qual foi dimensionado de acordo com a necessidade do hospital. Sendo de extrema importância esse estudo, por se tratar de um estudo de caso real de um HU público, onde é referência estadual em atendimento as gestantes, sendo muito importante para o estado.

Mediante as análises de viabilidade técnica e econômica realizada, através dos quatro métodos de análise financeira sendo eles, o VPL, a TIR, o *PayBack* e o RI, visto que o método do VPL é maior que zero, a TIR é equivalente a 50,51 % ou seja maior que a TMA de 13 %, o *PayBack* mostrando que o investimento terá lucro em apenas 2,5 anos e por fim o RI com 251 % de retorno em relação ao valor inicial investido, logo esses dados confirmam a execução do projeto.

Por fim conclui-se que o investimento é extremamente viável, o qual esse investimento inicial não trará prejuízo econômico para o Hospital Universitário (HU), a finalização desse projeto também mostra a vantagem de se fazer uma análise financeira, antes de por em prática qualquer investimento, sendo de grande valia tal análise.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Seria interessante que fosse feito um estudo sobre as futuras instalações do HU, o qual se pretende ampliar, com a criação da Unidade da Mãe e da Criança (UMC), logo será necessário um GMG com capacidade para atender a demanda das futuras instalações do local, para funcionar em horário de ponta e com falta de energia em qualquer horário, evitando um possível gasto com a energia proveniente da concessionária neste horário.

Porém seria necessário que as futuras cargas da UMC fossem todas dimensionadas, de acordo com o projeto, uma vez que essas instalações não tem como serem medidas, já que ainda não foram instaladas, incluindo as cargas de climatização, de iluminação, aparelhos médicos, eletrônicos e as cargas de aquecimento.

Outra medida interessante é avaliar a possibilidade de utilizar um combustível menos nocivo ao meio ambiente, um combustível limpo como, por exemplo, o biodiesel, afinal seria 1.335 Litros por semana para suprir a necessidade de EE em HP para o HU, uma quantidade bem significativa de combustível não renovável sendo utilizado por semana, uma vez que cada 1 Litro de diesel queimado corresponde a 2,57 kg de CO₂, ou seja, 3.430,95 kg de CO₂ lançados por semana na atmosfera.

Pode também realizar um levantamento para deslocar as cargas do HP para o HFP, verificando o quanto de economia o HU teria apenas com essa medida, após esse resultado avaliar se ainda seria vantajoso instalar um novo GMG no HU.

Projetos esses que também serão extremamente importantes, uma vez que como já dito se trata de um estudo de caso real, o qual as melhoras citadas poderão ser executadas para melhor atender as pessoas que ali frequentaram, sendo esse o papel de um engenheiro, propor medidas que trarão conforto, economia, segurança e facilidade para a vida humana.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13534**: Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução nº 414. 9 de setembro de 2010**. (2010). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?Version=1.0>>. Acesso em: 20 Mai. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Bandeira Vermelha**. (2017^a) Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/abril-tem-bandeira-vermelha-em-seu-menor-patamar/656877>. Acesso em: 10 Set. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifas Consumidores**. (2017^b) Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 24 Jun. 2017.

CUMMINS POWER GENERATOR. **Grupo geradores acionados por motor Diesel C185 D6 4**. Disponível em: <http://www.cumminspower.com.br/pdf/Motor%20C/C185_D6_4.port.pdf>. Acesso em: 15 Mar. 2017.

CUMMINS POWER GENERATOR. **Manual de Aplicações para Grupos Geradores Arrefecidos a Água**. (2011) Disponível em <<http://www.cumminspower.com>>. Acesso em: 13 Ago. 2017.

CUMMINS POWER GENERATOR. **Grupo geradores Diesel**. (2015) Disponível em <http://www.cumminspower.com.br/pdf/CPG_008_Lamina_baixa.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2017.

EBSERH, Hospitais Universitários Federais. **PLANO DE REESTRUTURAÇÃO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**. (2013) Disponível em: <<http://www.ebserh.gov.br>>. Acesso em 27 Fev. 2017.

ELETROBRÁS. **Guia Técnico de Gestão Energética**. (2005) Disponível em: <<https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/uploads/arquivos/GuiaGestaoEnergetica.pdf>>. Acesso em: 04 Jul. 2017.

ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada – NDU 020.** (2010) Disponível em <<https://www.energisa.com.br/Normas%20Tcnicas/ndu020.pdf>>. Acesso em: 04 Jul. 2017.

ENERGISA. **Tarifa de Ultrapassagem.** (2013^a) Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/empresa/Paginas/grandes-empresas/espaco-grandes-clientes/tarfias-ultrapassagem.aspx>>. Acesso em: 01 Ago. 2017.

ENERGISA. **Tipos de tarifas.** (2013^b) Disponível em: <<http://www.energisa.com.br/empresa/Paginas/pequenas-e-medias-empresas/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx>>. Acesso em: 18 Mar. 2017.

GONÇALVES, F. M. F.; GARBELINI, L. M.; IZYCKI, L. G. **Estudo de caso para implantação de grupo moto-gerador na Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2014.

GUIA TRABALHISTA. **Norma de Distribuição Unificada – NR 20.** (2010) Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr20.htm>>. Acesso em: 10 Abr. 2017.

HADDAD, J. **PROCEL INDÚSTRIAL: Eficiência Energética Industrial - Energia elétrica: conceitos, qualidade e tarifação,** Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA, L. M.; JUNIOR, M. C.; SILVA, P. M.; DAHER, R.; SILVA, S. L.; Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Engenharia Industrial Elétrica Ênfase em Eletrotécnica: **PARALELISMO E SINCRONISMO,** Curitiba, 2010.

MATOS, Marcel. Instituto de Economia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná: **Introdução à Microeconomia,** Rio de Janeiro, 2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Capacidade instalada de geração de energia.** (2017) Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents>>. Acesso em: 02 Mar. 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **Norma Regulamentadora – NR 10.** (1978) Disponível em: <<http://trabalho.gov.br>>. Acesso em: 24 Jun. 2017.

NOCERA, A.D.; GOMES, G.; PEREIRA, V.C. **Análise da Viabilidade Técnica e Financeira da Implantação do Gerador a Diesel no Horário de Ponta em um Hospital de Curitiba.** (Monografia). Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

PROCEL. **Manual de Tarifação de Energia Elétrica.** (2011) Disponível em:
<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20EI%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf>. Acesso em: 03 Out. 2017.

TECNOGERA. **O que são geradores.** (2015) Disponível em:
<<http://www.tecnogera.com>>. Acesso em: 28 Jun. 2017.

SB.LOK. **Funcionamento de um Gerador.** (2016) Disponível em:
<<http://www.sblok.com.br>>. Acesso em: 30 Nov. 2017.