

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DAELT - DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FRANCISCO MOLINARI GONÇALVES FILHO  
LUIGI MARANI GARBELINI  
LUIS GUILHERME IZYCKI**

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO  
DE GRUPO MOTO-GERADOR NA  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CURITIBA**

**2014**

**FRANCISCO MOLINARI GONÇALVES FILHO**

**LUIGI MARANI GARBELINI**

**LUIS GUILHERME IZYCKI**

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO  
DE GRUPO MOTO-GERADOR NA  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Industrial Elétrica, com Ênfase em Eletrotécnica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial do título de bacharel.  
Orientador: Prof. Marcelo Barcik

**CURITIBA**

**2014**

Francisco Molinari Gonçalves Filho  
Luigi Marani Garbelini  
Luís Guilherme Izycki

## **ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE GRUPO MOTO-GERADOR NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 04 de setembro de 2014.

---

Prof. Emerson Rigoni, Dr.  
Coordenador de Curso  
Engenharia Elétrica

---

Profa. Annemarle Gehrke Castagna, Mestre  
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso  
de Engenharia Elétrica do DAELT

### **ORIENTAÇÃO**

---

Professor Eng. Marcelo Barcik  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

---

Professor Dr. Roberto Candido  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Co-Orientador

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Professor Eng. Marcelo Barcik  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Professor Dr. Roberto Candido  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Professor Msc. Marcio Aparecido Batista Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná

A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica

Sonhe alto,  
queira o melhor do melhor,  
queira coisas boas para a vida.  
pensamentos assim trazem para nós  
aquilo que desejamos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente aos nossos pais e entes que nos apoiaram, auxiliando-nos para que alcançássemos nossos objetivos de formação do curso de Engenharia Elétrica na UTFPR.

Agradecemos a todos os colaboradores que tornaram este trabalho possível.

Aos Professores da banca, Orientador Marcelo Barcik, Co-orientador Roberto Cândido e Marcio Batista pelos ensinamentos ao longo da nossa jornada de aprendizagem.

Aos profissionais das empresas, Esdras Rossoni da empresa Motormac, Eduardo Soares da empresa Mahle Filtroil, Marcelo Colleti da empresa Teoria Engenharia Acústica, Raimundo Minato da empresa Comtrafo e Cleuza da empresa Uni Combustíveis e Lubrificantes.

## RESUMO

GONÇALVES, Francisco; GARBELINI, Luigi; IZYCKI, Luis. **Estudo de caso para implantação de Grupo Moto-Gerador na Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Projeto de Pesquisa – Engenharia Elétrica, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O presente trabalho monográfico visa à redução de custos com energia elétrica para instituições de ensino público, abordando um estudo de caso para a Sede da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, localizada no centro de Curitiba. A atual política de tarifas da Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a fragilidade do Sistema Interligado Nacional (SIN) são os principais problemas enfrentados pelos consumidores. Com o objetivo de alcançar uma redução de custos com energia durante o horário de ponta, é proposto um sistema de geração próprio, sendo que este se mostra uma solução mais econômica que o atual sistema de fornecimento através concessionária. Para comprovação são apresentados estudos de viabilidade técnica e econômica relativos à implantação de um grupo Moto-Gerador movido a óleo diesel, que é um combustível de baixo custo largamente utilizado no solo brasileiro e é alvo de pesquisas para aprimorar sua qualidade e diminuir o impacto ambiental causado por suas emissões. Com intuito de apresentar resultados reais esta monografia apresenta custos levantados diretamente com fornecedores especializados em serviços, equipamentos e materiais necessários para instalação do Grupo Moto-Gerador.

### **Palavras chave:**

Eficiência energética; Grupo Moto-Geradores; Geração a óleo diesel

## **ABSTRACT**

GONÇALVES, Francisco; GARBELINI, Luigi; IZYCKI, Luis. **Study of Case for Implantation of Generation Motor Group in Universidade Tecnológica Federal do Paraná.** Research Project - Electrical Engineering, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

The present study aims to reduce electricity costs for public education institutions, presenting a case study for the headquarters of the Federal Technological University of Paraná, located in the center of Curitiba. The current pricing policy of the National Electric Energy Agency (ANEEL) and the fragility of the National Interconnected System (SIN) are the main problems faced by consumers. Aiming to achieve a reduction in energy costs during peak hours, it is proposed a system of own generation, which proves to be more economical than the current supply system through dealership solution. To prove that, technical and economic feasibility studies for the deployment of a Motor-generator group powered by diesel, which is a low cost fuel widely used in Brazilian territory and is the target of research to enhance quality and reduce environmental impact caused by their emissions. In order to provide real results this monograph presents costs raised directly with suppliers specialized in materials, services, and equipment necessary for the Motor-Generator installation.

### **Keywords:**

Energy efficiency; Group Motor Generation; Diesel generator

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Planta Baixa da Subestação MT da UTFPR .....	15
Figura 2 -- Grupos Geradores C400D6 .....	31
Figura 3 – Implantação dos GMG's Primeiro Pavimento.....	40
Figura 4 – Implantação do Trafo 1000 kVA e QTA Segunda Pavimento .....	40
Figura 5 – Exemplo de Sala de Gerador com Isolamento Acústico .....	44
Figura 6 – Implantação do Tanque de Combustível Aéreo .....	48
Figura 7 - Implantação do Tanque de Combustível Enterrado.....	49
Figura 8 – Implantação da Central e Controle e Medição de Vazão .....	50

## LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 – Operação em Paralelismo Momentâneo – CASO 4 .....	35
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Planilha de Medição de Consumo e Demanda da UTFPR.....	20
Tabela 2 – Valores em R\$/kW e R\$/kWh.....	20
Tabela 3 – Planilha de Medição de Consumo e Demanda da UTFPR.....	21
Tabela 4 – Classificação do GMG.....	26
Tabela 5 – Tabela de Demanda Máxima .....	28
Tabela 6 – Consumo médio de energia .....	29
Tabela 7 – Consumo de Combustível .....	37
Tabela 8 – Dimensões de GMG Carenados e Silenciosos .....	39
Tabela 9 – Níveis máximo de ruído permitido. ....	43
Tabela 10 – Critérios para classificação de líquidos inflamáveis.....	45
Tabela 11 – Distância de segurança de líquidos classe III-B .....	45
Tabela 12 – Série histórica de produção de petróleo .....	52
Tabela 13 – Projeção da produção de petróleo.....	53
Tabela 14 – Série histórica da importação de petróleo .....	54
Tabela 15 – Custos considerados para análise econômica. ....	58

Tabela 16 – Tabela de retorno do investimento .....	63
---	----

### **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Energia Prime Por Tempo Ilimitado .....	29
Gráfico 2 – Dimensionamento GMG's Conforme Níveis de Carga da UTFPR.....	30
Gráfico 3 – Análise de Potência do GMG a OD em Função da Carga da UTFPR ....	32
Gráfico 4 – Utilização de combustíveis. ....	51
Gráfico 5 – Gráfico de retorno do investimento .....	64
Gráfico 6 - Fluxo de Caixa.....	65

### **LISTA DE FOTOS**

Fotografia 1– Subestação da UTFPR .....	73
Fotografia 2 – Cubículo de proteção da UTFPR .....	73
Fotografia 3 - Cubículo do Transformador 1 da UTFPR.....	74
Fotografia 4 - Área a ser implantado o tanque de óleo diesel .....	74

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileiro de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
AsGa	arséniure de gallium
AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
C	Celsius
CA	Corrente Alternada
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CC	Corrente Contínua
COPEL	Companhia Paranaense de Eletricidade
CV	Cavalo Vapor
dB	Decibéis
EE	Energia Elétrica
FP	Fator de Potência
FO	Fator de Operação
GD	Geração Distribuída
GN	Gás Natural
GLP	Gás Liquefeito do Petróleo
GMG	Grupo Motor Gerador
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
h	Horas
Hz	Hertz
kV	Quilo Volt
kVA	Quilo Volt Ampere
kW	Quilo Watt
kWh	Quilo Watt hora
l	Litros
l/h	Litros por Hora

LED	Diodo Emissor de Luz
m	Metros
mm	Milímetro
MME	Ministério de Minas e Energia
MT	Média Tensão
mVA	Milivolt Ampère
NBR	Norma Brasileira
NFPA	Associação Nacional de Proteção Contra Incêndio
NR	Norma Regulamentadora
NTC	Norma Técnica da COPEL
OD	Óleo Diesel
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PD	Potência Demandada
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
Pgmg	Potência do Grupo Motor Gerador
PN	Potência Nominal
QTA	Quadro de Transformação Automática
RPM	Rotações por Minuto
SE	Subestação
SF6	Hexafluoreto de Enxofre
SIN	Sistema Interligado Nacional
TC	Transformador de Corrente
TCU	Tribunal de Contas da União
TP	Transformador de Potência
USD	Utilização do Sistema de Distribuição
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
V	Volts
VFP	Acionadores de Frequência Variável
W	Watts

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>5</b>
1.1 TEMA.....	5
1.1.1 Fontes de Energia.....	6
1.1.2 Delimitação do Tema.....	8
1.2 PROBLEMA E PREMISSAS.....	8
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 Objetivo Geral.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 JUSTIFICATIVA.....	11
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	11
1.6 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	12
<b>2. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>14</b>
2.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS DO SISTEMA ELÉTRICO DA UTFPR..	14
2.2 SISTEMA TARIFÁRIO ADOTADO PELA UTFPR.....	16
2.2.1 Classificação do Consumidor.....	16
2.2.2 Classificação da Tarifa Horossazonal.....	17
2.2.3 Modelos Tarifários.....	18
2.2.4 Estrutura da Tarifa de Energia Horossazonal Convencional.....	18
2.2.5 Medições de Consumo e Demanda da UTFPR.....	19
2.2.6 Análise de Custo da Tarifa Horossazonal Verde.....	20
<b>3. VIABILIDADE TÉCNICA</b> .....	<b>25</b>
3.1 PRÉ-PROJETO ELÉTRICO PARA IMPLANTAÇÃO DO GMG A OD.....	25
3.1.1 Classificação dos GMG's a OD.....	26
3.1.2 Seleção e Dimensionamento dos GMG's.....	26
3.1.3 Critérios de Ligação do GMG ao Barramento de MT da UTFPR.....	33
3.1.4 Sistema de Paralelismo e Sincronismo entre GMG's e a Rede 13,8 kV COPEL.....	36
3.1.5 Consumo de OD dos GMG's.....	37
3.1.6 Implantação dos Equipamentos Elétricos.....	38
3.1.7 Considerações sobre os GMG's a OD.....	41

3.2	PRÉ-PROJETO CIVIL.....	42
3.2.1	Isolamento Acústico Para Grupo Moto Gerador .....	42
3.3	PRÉ-PROJETO MECÂNICO .....	44
3.3.1	Estocagem de Líquidos Inflamáveis. ....	44
<b>4.</b>	<b>VIABILIDADE ECONÔMICA .....</b>	<b>51</b>
4.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE O ÓLEO DIESEL.....	51
4.1.1	Mercado de óleo diesel.....	52
4.2	Vantagens do Diesel na Geração de Energia Elétrica .....	54
4.3	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	55
4.3.1	Método de Análise Financeira.....	55
4.3.2	Componentes de Custo para Implementação do GMG a OD.....	56
4.3.3	Retorno Econômico da Nova Proposta.....	59
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>66</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>73</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 TEMA

O presente estudo de caso propõe a implantação de um sistema de geração a óleo diesel - OD, para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, instituição de ensino público, com sede localizada no centro de Curitiba-PR na Avenida Sete de Setembro, com a finalidade de reduzir custos com energia elétrica.

De acordo com dados obtidos do Operador Nacional do Sistema - ONS e Empresa de Pesquisa Energética - EPE o consumo de energia elétrica no Brasil no ano de 2012 cresceu a uma taxa aproximada de 4,2%, e há previsões de crescimento a uma taxa de 4,3% até o ano de 2023. (EBC, 2014)

As recentes crises energéticas brasileiras de 2013 e 2014 envolvendo o Sistema de Geração e o Sistema de Transmissão Nacional - SIN, geraram questões em discussão quanto à disponibilidade de recursos energéticos e a oferta de energia. Várias propostas foram debatidas e o governo adotou medidas emergenciais de investimento no setor elétrico para conter a falta de oferta em algumas regiões do Brasil. Para atingir as metas de racionamento sem prejudicar a sua produção, as indústrias recorreram aos grupos geradores para fugir do mercado spot (mercado de commodities). Um dos combustíveis utilizados é o óleo diesel, que é subsidiado pelo governo sendo que aproximadamente 15% do consumo nacional são importados. Conforme a PETROBRAS:

“O óleo Diesel, em suas diversas denominações, é o principal combustível comercializado no mercado brasileiro, utilizado no transporte de cargas e de passageiros, em embarcações, na indústria, na geração de energia, nas máquinas para construção civil, nas máquinas agrícolas e locomotivas, atendendo as necessidades dos consumidores e as mais avançadas tecnologias em motores e combustão.

O óleo diesel e as novas tecnologias utilizadas nos grupos motores/geradores têm motivado debates no cenário brasileiro, em função da importância do combustível para o desenvolvimento das áreas de geração de

energia, economia, transporte, saúde e meio ambiente. É de suma importância que os setores conheçam e participem ativamente das decisões governamentais relativas ao tema.

Apesar do óleo diesel possuir um custo benefício atraente e, por consequência, ser o combustível mais utilizado para geração no horário de pico, o combustível é poluente, característica esta que, mediante a conscientização global sobre o meio ambiente, pode vir a esbarrar com sua viabilidade do ponto de vista de conservação ambiental.

Em consequência deste fato, a Confederação Nacional do Transporte - CNT e o Serviço Social do Transporte - SEST e o Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte - SENAT vêm empreendendo esforços para que o diesel produzido no Brasil tenha cada vez mais qualidade. Trabalhando, igualmente, no sentido de transmitir informações e orientações aos transportadores, fabricantes e à sociedade sobre a necessidade de adotar e de aprimorar procedimentos de preservação do óleo diesel, a fim de contribuir para a construção de um modelo sustentável de desenvolvimento. Num mercado cada vez mais globalizado e competitivo, a responsabilidade socioambiental tornou-se instrumento fundamental para qualquer tipo de negócio.

#### 1.1.1 Fontes de Energia

Dentre as diversas fontes de energia renováveis existentes: hidráulica, eólica, solar, biomassa e as fontes de energia não renováveis: nuclear, carvão mineral, gás natural e derivados do petróleo. As mais utilizadas para consumidores de pequeno porte, que buscam independência da concessionária, são o gás natural e os derivados do petróleo em virtude do custo benefício. Embora estas duas fontes não sejam renováveis, e em geral sejam mais poluidoras, são fontes que possuem um elevado rendimento e retorno econômico.

Com respeito à energia solar, o rendimento de uma célula fotovoltaica é baixo, da ordem de 10% a 20%. Pesquisas recentes apontam rendimentos mais elevados com novos materiais (em laboratório foram alcançados rendimentos superiores a 25%, com o arsênio de gallium AsGa) ou com técnicas experimentais (tecnologia de multicamada), complexas e onerosas para sua implementação. (ROBINS, 2012)

Atualmente o material fotovoltaico mais utilizado é o silício, que representa uma solução econômica, para células deste material, o rendimento não ultrapassa os 15%. (ROBINS, 2012)

Por outro lado, em plantas eólicas comerciais de grande porte, o rendimento mecânico de aerogeradores aproxima-se de 35%. Tem-se como referência um modelo realizado na Universidade de Campinas - UNICAMP, onde a eficiência do sistema instalado aproximou-se de 25%.

Outra questão fundamental diz respeito ao custo envolvido devido a tecnologia empregada dos sistemas renováveis e viabilidade técnica dos mesmos. A energia eólica e solar apresentam preços elevados por Megawatt (MW) produzido. (SANTANA, 2010).

A grosso modo, a utilização de combustíveis fósseis, como gás natural e óleo diesel apresentam rendimento maior, se comparado a energia eólica e solar. (CUMMINS, 2014). Sendo assim, para escolha de um sistema de geração de energia prevalece a eficiência energética, onde o gás natural e óleo diesel são mais vantajosos.

O rendimento de geradores a óleo Diesel situa-se entre 36 e 41%, com poder calorífico típico de 10.500 Kcal/kg. Para geração de energia, o consumo específico fica em torno de 0,26 litro por kW.h gerado em regime de carga acima de 70% da capacidade nominal do motor. O motor acionador não deve ser utilizado com carga inferior a 30% da sua capacidade. Os custos de instalação de um GMG a OD variam de R\$ 650,00 a R\$ 800,00 por kW de potência instalada e os custos de energia gerada são da ordem de R\$ 0,50 kW.h. (J.C. PEREIRA, 2012)

Por outro lado um sistema de moto-geradores movido a gás natural possui rendimento entre 34 e 38%, para regime de carga de 80% da capacidade nominal, podendo se reduzir consideravelmente em função de cargas menores. Os valores são para poder calorífico médio de 9.400 Kcal/m<sup>3</sup>. O investimento inicial para implementar um GMG a gás natural é de R\$ 1.100,00 a R\$ 1.400,00 por kW de potência instalada e os custos de energia gerada variam conforme o consumidor, mas para um consumidor pequeno superam os R\$ 0,50 kW.h. (J.C. PEREIRA, 2012)

### 1.1.2 Delimitação do Tema

A presente monografia propõe um sistema de grupo moto-gerador a OD que visa a redução de custos com energia elétrica em horário de ponta para a instituição de ensino público, abordando um estudo de caso para a Sede da UTFPR, localizada em Curitiba.

A escolha do Óleo Diesel como combustível para o grupo moto gerador - GMG se deve ao fato de ele ser o combustível mais utilizado no país, tendo inúmeros postos de distribuição e um baixo custo, se considerado aos demais combustíveis mercado. O GMG movido a OD também se mostra mais eficiente que as demais fontes de energia e com um custo de megawatt por hora menor que o insumo concorrente, o gás natural. Logo o presente trabalho não tem por objetivo abordar outras fontes de energia que não sejam relativas ao óleo diesel.

Para este estudo serão utilizadas informações específicas da UTFPR, como: projetos elétricos, diagramas, faturas de energia elétrica entre outros. Os modelos de projeto elétrico, mecânico e civil serão analisados de forma objetiva, sem contemplar peculiaridades de infra-estrutura.

Com estas informações serão desenvolvidos pré-projetos de forma a permitir que fabricantes e fornecedores de materiais, equipamentos e possam avaliar os custos para implementação do sistema.

Por fim, será realizada uma simulação de retorno de investimento, contemplando os custos levantados e a economia mensal gerada pelo novo sistema de GMG a OD.

## 1.2 PROBLEMA E PREMISSAS

O alto custo e as constantes elevações dos preços da energia elétrica no Brasil são as razões principais para o desenvolvimento do presente estudo monográfico, dando enfoque ao horário de ponta, período este em que o sistema transmissão de energia elétrica encontra-se sobrecarregado. (ANEEL, 2010)

De acordo com o artigo referente ao 3º Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás:

“O elevado custo da energia no horário de ponta tem como intuito minimizar o consumo em tal horário e resguardar

o sistema de geração e transmissão de picos de potência. Cabe às concessionárias de força e luz definir o horário em que este intervalo de três horas é válido. O custo da energia no horário de ponta é tão elevado que justifica mesmo a autoprodução Diesel”.

Portanto é de extrema importância a busca por um sistema alternativo, que engloba o conceito de Geração Distribuída – GD, conforme INEE:

“Geração Distribuída (GD) é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do(s) consumidor(es) independente da potência, tecnologia e fonte de energia. As tecnologias de GD têm evoluído para incluir potências cada vez menores”. A GD inclui:

- Geradores de emergência;
- Geradores para operação no horário de ponta;

Também existe a possibilidade de utilização do sistema GMG como um sistema de emergência, que visa suprir eventual queda no sistema de fornecimento da concessionária de energia elétrica.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Tem por objetivo principal desenvolver um estudo de caso para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná com a finalidade de reduzir gastos com energia elétrica mediante a implantação de GMG's a OD.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Levantar informações “in loco”, referentes à: faturas de energia, instalação elétrica, espaço físico para instalação do GMG;
- Aplicar os conceitos das Normas Técnicas Brasileiras - NBR's, Normas Técnicas COPEL – NTC's e demais normas necessárias ao desenvolvimento do estudo;
- Dimensionar o GMG conforme a demanda da Universidade Tecnológica Federal do Paraná;
- Desenvolver um anteprojeto compatível com o sistema elétrico existente prevendo proteção, acionamento e controle do GMG;
- Buscar fabricantes e levantar custos para a implantação do novo sistema, como GMG, equipamentos elétricos, infraestrutura e mão de obra;
- Realizar estudo de viabilidade econômica;
- Estudar os fatores positivos e negativos da utilização do OD;
- Estudar questões de mercado do OD;

## 1.4 JUSTIFICATIVA

O cenário energético brasileiro atual favorece ao desenvolvimento do presente estudo. Que tem por objetivo a redução de custos com energia elétrica propondo um sistema alternativo para geração de energia através do óleo diesel, combustível de baixo valor e largamente utilizado no Brasil, visando substituir totalmente ou parcialmente o consumo de energia no horário de ponta em que as concessionárias possuem tarifas com valor elevado.

Para atender o suprimento do mercado nacional de derivados, com qualidade requerida e com custos competitivos, a Petrobras opera suas refinarias priorizando a produção de diesel. (PETROBRAS, 2010)

Logo a escolha do Óleo Diesel se dá em virtude de ser o combustível mais utilizado atualmente como fonte alternativa e por possuir o menor valor se comparado a outras fontes como: Gás Natural, Biocombustível, entre outros. (PEREIRA, 2005)

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

O presente estudo monográfico caracteriza-se como de natureza técnica e científica, tem como objetivo desenvolver um estudo de caso abordando a viabilidade técnica econômica para implantação de GMG's a para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, instituição federal de ensino público.

O presente estudo é composto em três análises de modo geral:

- Análise de viabilidade técnica;
- Análise de viabilidade econômica;
- Mercado do óleo diesel e suas características.

A análise de viabilidade técnica consiste no desenvolvimento de um modelo de projeto para implantação de GMG a OD, o qual é desenvolvido através do levantamento "in loco" para verificação de disponibilidade física e compatibilidade com sistema elétrico existente.

Em contrapartida, para a análise de viabilidade econômica são levantadas junto aos fabricantes e fornecedores, informações pertinentes à composição do novo

sistema, como: custos de equipamentos, mão de obra, infraestrutura e manutenção do novo sistema GMG's.

Para análise econômica será estudadas também questões indiretas ao projeto que avaliam as questões de mercado do petróleo e as relações de produção do OD.

## 1.6 REFERÊNCIAL TEÓRICO

O ponto de partida para desenvolvimento do estudo foi à coleta de informações junto a UTFPR, como: projetos elétricos, diagramas, fotos das instalações e a tarifa de energia elétrica. Para análise da tarifa de energia elétrica A4 Horo-sazonal Verde contratada pela ECT, utilizou-se os valores fixados pela COPEL (de nov. de 2012), a classificação de taxas e tarifas (de nov.de 2013) e a resolução 414 da ANEEL (de 2010) que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.

Para elaboração do pré-projeto foram estudadas a demanda, o consumo e as características do sistema elétrico da UTFPR, utilizados posteriormente para dimensionar o novo sistema de geração a óleo diesel. Visando compatibilizar o novo sistema projetado com o sistema elétrico existente, foram estudadas as normas específicas do assunto, primeiramente a norma técnica COPEL – NTC 903105 que estabelece as exigências e orientações para geração própria, como NBR 14039 – Instalações Elétricas de Média Tensão e posteriormente Manual de aplicações para Grupos Geradores arrefecidos a água do fabricante CUMMINS o qual estabelece os parâmetros de dimensionamento do GMG's a OD.

A empresa responsável pelo fornecimento de manuais e orçamento referentes às instalações elétricas dos grupos moto-geradores foi a Motormac representante local da empresa da fabricante CUMMINS.

Para referencial teórico pertinente as instalações mecânicas, foram utilizadas as normas NPT 025 – Segurança contra incêndio para líquidos, combustíveis e inflamáveis; NBR 15461 – Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis e NR 20 - Segurança e Saúde no Trabalho com inflamáveis e combustíveis. Bem como as empresas responsáveis pelo fornecimento de

materiais, instalação e orçamento da infraestrutura de transporte e armazenamento do OD foram às empresas Mahle e Nupi.

O referencial teórico pertinente às instalações do sistema de atenuação acústica estudado foi à norma NBR 10151 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.

Para dimensionamento estrutural e levantamento de custos pertinentes a sala de geradores (construção civil), foram informadas as características de peso e dimensões dos equipamentos elétricos como: GMG's a OD, transformador e painéis elétricos com a empresa LH engenharia.

Para análise de mercado e das características do OD, abordando os temas de meio ambiente, vantagens e desvantagens do combustível, relações de mercado nacional e internacional utilizaram-se as seguintes fontes: Petrobras, Ministério de Minas e Energias – MME, Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural – ANP e outros.

Para análise de viabilidade econômica foram levantados todos os custos pertinentes ao desenvolvimento do novo sistema de geração e realizado uma simulação comparando o sistema atual de fornecimento de energia elétrica da concessionária, com o sistema de geração a diesel proposto.

## 2. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

### 2.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS DO SISTEMA ELÉTRICO DA UTFPR

Neste capítulo será abordada a entrada de serviço da concessionária de energia elétrica COPEL, instalações e faturas de energia elétrica, bem como as demais características do sistema elétrico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

Uma subestação (SE) pode ser definida como um conjunto de equipamentos de manobra ou transformação de tensão. Outra característica da subestação é a sua capacidade de compensar reativos, com o objetivo de dirigir o fluxo de energia em sistemas de potência e melhorar a qualidade de energia. As SE's possuem dispositivos de proteção capazes de detectar diferentes tipos de falta no sistema e isolar os trechos onde ocorrem as faltas.

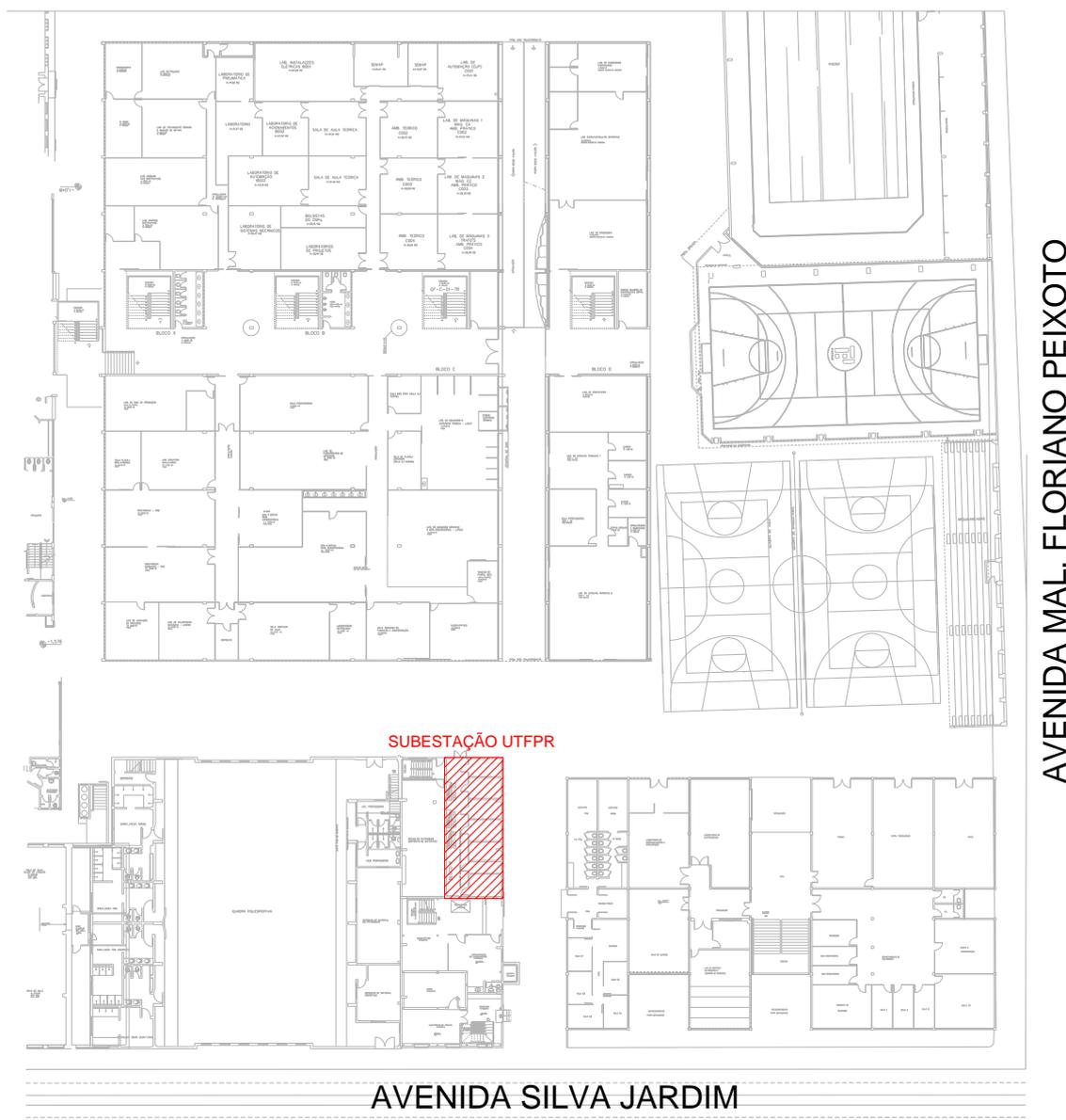
As SE's podem ser classificadas quanto sua função no sistema elétrico:

- Subestação Transformadora - é responsável por converter a tensão de suprimento em um nível maior ou menor de tensão. São designadas como SE Transformadora Elevadora, as SE's cuja função é de elevar o nível de tensão, e SE Transformadora Abaixadora têm a função de diminuir o nível de tensão.
- Subestação Seccionadora, de Manobra – Interliga circuitos de suprimento, ao qual são alimentados pelo mesmo nível de tensão. Estas SE's são capazes de manobrar e energizar circuitos.

O sistema elétrico de MT (13,8 kV) da UTFPR possui uma subestação conforme a descrição abaixo:

- A) Cubículo de Medição e Proteção da Copel, (Anexo 1, página 73);
- B) Cubículo de Proteção em MT da UTFPR, (Anexo 1, página 73);
- C) Cubículos de Transformação (Anexo 1, página 73).

A planta da figura 1 apresenta a localização da Subestações dentro da edificação da UTFPR, pode ser vista nas fotos do Anexo 4.



**Figura 1 – Planta Baixa da Subestação MT da UTFPR**  
**Fonte: UTFPR / Ano 2014**

Na subestação há quatro cubículos de transformação utilizando transformadores a óleo, Anexo 1, página 73.

- Transformador 1 – 13,8 kV/220 V – 127 V, 200 kVA;
- Transformador 2 – 13,8 kV/220 V – 127 V, 200 kVA;
- Transformador 3 – 13,8 kV/220 V – 127 V, 200 kVA;

- Transformador 4 – 13,8 kV/380 V – 220 V, 300 kVA;

## 2.2 SISTEMA TARIFÁRIO ADOTADO PELA UTFPR

O tipo de tarifação é de suma importância quando é avaliado os custos de consumo de energia elétrica, especialmente de um consumidor de grande porte, alimentado por um rede de MT, como é o caso da UTFPR.

### 2.2.1 Classificação do Consumidor

Há dois grupos tarifários distintos:

- Grupo de consumidores A:

Composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômia. (ANEEL, 2010)

Este grupo de consumidores é dividido em subgrupos, sendo eles:

- a) subgrupo A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- b) subgrupo A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- c) subgrupo A3 – tensão de fornecimento de 69 kV;
- d) subgrupo A3a – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- e) subgrupo A4 – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;
- f) subgrupo AS – tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de

sistema subterrâneo de distribuição.

- Grupo de consumidores B:

Grupo composto por unidades consumidoras com tensão fornecida inferior a 2,3 kV. (ANEEL, 2010).

Este grupo possui os seguintes subgrupos:

- a) Subgrupo B1 - residencial;
- b) Subgrupo B1 - residencial baixa renda;

- c) Subgrupo B2 - rural;
- d) Subgrupo B2 - cooperativa de eletrificação rural;
- e) Subgrupo B2 - serviço público de irrigação;
- f) Subgrupo B3 - demais classes;
- g) Subgrupo B4 - iluminação pública.

A UTFPR é atendida pela concessionária em 13,8 kV, estando enquadrado desta forma como consumidor do subgrupo A4.

Quanto à classificação da classe de consumidor, a UTFPR pertence à classe do poder público, a qual, de acordo com o artigo 5, §5º, da resolução normativa nº 414/2010, é composta por “unidade consumidora solicitado por pessoa jurídica de direito público”.

#### 2.2.2 Classificação da Tarifa Horossazonal

A tarifa horossazonal é um mecanismo de cobrança que utiliza como base a avaliação dos períodos do ano seco e úmido, e aos horários do dia classificados como horário de ponta ou fora de ponta. Com isso, busca-se um consumo de energia mais racional, especialmente durante os horários mais críticos e em épocas onde os reservatórios hidroelétricos encontram-se em baixos níveis. (ANEEL, 2000).

São duas as divisões em relação aos períodos diários (chamados postos tarifários): horário de ponta, que engloba um período de três horas, definidas pela concessionária os dias úteis durante. E fora de ponta, que consiste nas demais horas do dia (21h) que não correspondem ao horário de ponta, como 24 horas dos dias de sábados, domingos e feriados. (ANEEL, 2000.).

As tarifas do “horário de ponta” sempre se caracterizam por ser mais caras do que no “horário fora de ponta” (ANEEL, 2000).

O horário adotado pela COPEL é das 18h da tarde às 21h. Exceto no horário de verão em que o horário de ponta corresponde ao período das 19h às 22h (COPEL, 2008).

Na mesma resolução para os períodos do ano (Sazonal) são estabelecidos:

- Período seco: de maio a novembro, quando a incidência de chuvas é menor;

- Período úmido: quando o volume de chuvas é maior, ocorrendo nos meses de dezembro de um ano até abril do próximo.

Como o Brasil é um país com grande parte de sua geração feita por hidroelétricas, a tarifa no período seco é mais cara que a do período úmido em virtude dos baixos níveis de água dos reservatórios, considerando que nestas épocas a incidência de chuvas é menor (ANEEL, 2000).

### 2.2.3 Modelos Tarifários

As classificações quanto à estrutura dos sistemas de tarifação podem ser de dois tipos: (COPEL, 2008).

- Tarifa Monômnia – tarifa de fornecimento de energia elétrica constituída por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa (BT);
- Tarifa Binômnia – conjunto de tarifas de fornecimento constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável (AT).

A estrutura tarifária binômnia está dividida em Convencional e Horossazonal, no que diz respeito aos componentes de energia e demanda, bem como, à relatividade de preços nos diversos horários.

O modelo de tarifa contratada pela UTFPR da concessionária de energia elétrica do estado do Paraná – COPEL é a tarifa A4 Horossazonal Verde. Sendo um modelo opcional para consumidores de que operam em tensão inferior a 69 kV.

### 2.2.4 Estrutura da Tarifa de Energia Horossazonal Convencional

Este modelo tarifário é caracterizado pela soma das parcelas de consumo, demanda e ultrapassagem. Não há qualquer distinção no tocante a horários do dia ou períodos do ano (ANEEL, 2010).

Estrutura da Tarifa de Energia Horossazonal Azul

- Demanda de potência (kW):
  - Tarifa para horário de ponta em período úmido;
  - Tarifa para horário fora de ponta em período úmido;
  - Tarifa para horário de ponta em período seco;
  - Tarifa para horário fora de ponta em período seco;
  
- Consumo de energia (kWh):
  - Tarifa para horário de ponta em período úmido;
  - Tarifa para horário fora de ponta em período úmido;
  - Tarifa para horário de ponta em período seco;
  - Tarifa para horário fora de ponta em período seco;

#### Estrutura da Tarifa de Energia Horossazonal Verde:

- Demanda de potência (kW): tarifa única, qualquer que seja o dia ou o período do ano.
- Consumo de energia (kWh):
  - Tarifa para horário de ponta em período úmido;
  - Tarifa para horário fora de ponta em período úmido;
  - Tarifa para horário de ponta em período seco;
  - Tarifa para horário fora de ponta em período seco;

Nas estruturas tarifárias azul e verde, o valor da tarifa de consumo na ponta é significativamente maior que o valor da tarifa do horário fora da ponta, o que faz com que este modelo seja atrativo quando se controla o consumo neste horário (LIGHT, 2012).

#### 2.2.5 Medições de Consumo e Demanda da UTFPR

Foram utilizadas para análise de consumo e demanda da UTFPR, as medições dos meses de novembro de 2012 a novembro de 2013. Ressalta-se que a demanda contratada atual é 620 k e que a UTFPR é um consumidor da modalidade tarifária verde.

A tabela 1 mostra os valores de consumo e demanda de energia dos meses de novembro de 2012 a novembro de 2013:

Planilha de Carga						
Mês	Demanda (kW)				Consumo (kWh)	
	Medida	Normal	Ultrapassada	Isenta de ICMS	Fora de Ponta	Ponta
nov/12	688,60	620,00	68,60	-	166.142	18.712
dez/12	704,16	620,00	84,16	-	172.450	21.597
jan/13	546,91	546,91	-	73,09	122.486	9.788
fev/13	701,56	620,00	81,56	-	142.420	14.791
mar/13	697,24	620,00	77,24	-	200.262	29.605
abr/13	587,52	587,52	-	32,48	160.939	23.031
mai/13	590,11	590,11	-	29,89	173.251	25.889
jun/13	550,36	550,36	-	69,64	169.277	22.950
jul/13	559,87	559,87	-	60,13	151.337	20.631
ago/13	552,09	552,09	-	67,91	171.721	25.192
set/13	580,60	580,60	-	39,40	181.547	25.910
out/13	540,86	540,86	-	79,14	168.159	23.413
nov/13	616,03	616,03	-	3,97	175.982	21.296

**Tabela 1 – Planilha de Medição de Consumo e Demanda da UTFPR**  
**Fonte: Faturas UTFPR**

## 2.2.6 Análise de Custo da Tarifa Horossazonal Verde

Através da tabela 2 pode-se observar que o valor médio cobrado pela concessionária no horário de ponta, tanto para consumo quanto para demanda, chegam a custar mais que o dobro em relação ao horário fora de ponta.

Demanda (R\$/kW)			Consumo (R\$/kWh)			
Normal	Ultrapassada	Isenta de ICMS	TE - Tarifa de Energia		USD - Sistema de Distribuição	
			Fora de Ponta	Ponta	Fora de Ponta	Ponta
8,255613	18,043239	5,748877	0,199639	0,327819	0,026331	0,698106

**Tabela 2 – Valores em R\$/kW e R\$/kWh.**  
**Fonte: Faturas UTFPR.**

1,65 vezes maior

26,5 vezes maior.

A tabela 3 apresenta os custos em Reais de consumo (kWh) e demanda (kW) de energia da UTFPR nos horários fora de ponta e na ponta (informações retiradas de faturas de energia).

Com o custo unitário de demanda (kW/R\$) e consumo (kWh/R\$) pode-se calcular os custos médios conforme a tabela 3.

Planilha de Custos										
Mês	Demanda (R\$/kW)			Consumo (R\$/kWh)				TOTAL S/ RETENÇÃO (R\$)	RETENÇÃO DE TRIBUTOS (R\$)	TOTAL (R\$)
	Normal	Ultrapas- sada	Isenta de ICMS	TE - Tarifa de Energia		USD				
				Fora de Ponta	Ponta	Fora de Ponta	Ponta			
nov/12	7.042,00	1.403,08	-	33.274,75	6.218,45	9.132,16	17.299,60	74.370,04	4.008,54	70.361,50
dez/12	7.201,13	1.721,32	-	34.538,11	7.177,20	9.478,89	19.966,82	80.083,47	4.316,50	75.766,97
jan/13	5.540,52	-	512,14	24.301,22	3.222,28	6.669,36	8.964,28	49.209,80	2.405,91	46.803,89
fev/13	5.483,93	1.275,07	-	25.837,84	4.467,75	3.357,12	10.325,69	50.747,40	2.293,77	48.453,63
mar/13	5.450,17	1.207,52	-	36.331,53	8.942,52	4.720,58	20.667,47	77.319,78	3.494,89	73.824,89
abr/13	4.592,51	-	175,99	29.197,55	6.956,77	3.793,65	16.078,10	60.794,58	2.747,93	58.046,65
mai/13	4.612,76	-	161,95	31.431,20	7.820,06	4.083,87	18.075,70	66.185,54	2.991,48	63.194,06
jun/13	4.251,33	-	374,23	30.348,15	6.850,58	3.943,31	15.832,70	61.600,29	3.603,61	57.996,68
jul/13	4.622,07	-	345,68	30.212,77	6.763,23	3.984,85	13.969,52	59.898,12	3.504,05	56.394,07
ago/13	4.557,82	-	390,57	34.282,21	8.258,42	4.521,41	17.057,78	69.068,22	4.058,26	65.009,96
set/13	4.793,21	-	226,51	36.243,86	8.493,79	4.780,31	17.543,97	72.081,66	4.292,22	67.789,44
out/13	4.465,14	-	454,95	33.571,09	7.675,23	4.427,79	15.853,25	66.447,45	3.887,17	62.560,28
nov/13	5.085,71	-	22,84	35.132,87	6.981,23	4.633,78	14.419,80	66.276,23	4.768,61	61.507,62

**Tabela 3 – Planilha de Medição de Consumo e Demanda da UTFPR**  
Fonte: Faturas UTFPR

Abaixo será exemplificado os custos com demanda, consumo de energia e utilização do sistema de distribuição, extraindo os dados das faturas do período de novembro de 2012 a novembro de 2013.

- Cálculo da demanda média de energia:
  - PMD: Potência Média Demandada;
  - SD: Soma das demandas dos 13 meses analisados;
  - $PMD = SD / 13$ ;
  - $PMD = 608,92 \text{ kW}$

Para os cálculos de custos com demanda, é importante verificar a ultrapassagem dos valores contratados, em virtude da aplicação de multas por parte da concessionária para valores que excedam 10% do valor contratado. O valor da multa corresponde a 3 vezes o valor normal, portanto a fatura de demanda é constituída dos valores obtidos através dos medidores.

A demanda contratada pela UTFPR da concessionária regional COPEL é de 620 kW, portanto para medições que ultrapassem o limite de 10%, ou seja 682 kW, é aplicada a penalização com multa.

Utiliza-se como exemplo as leituras (kW) do mês de março de 2013:

Demanda Medida = 697,24 kW;

Demanda Ultrapassada = 77,24 kW;

Custo Médio = 18,043239 por kW.

Logo, é possível calcular o Custo com Demanda (CD):

$$CD = 620 \cdot 8,255613 + 77,24 \cdot 18,043239$$

$$CD = R\$ 6,511,89$$

A diferença entre o valor R\$ 6.511,89 e o valor da fatura de março na tabela 1 se deve ao fato de, neste exemplo, o cálculo ser realizado com a tarifa média da tabela 2 e não com os custos reais de cada mês.

- Cálculo de custo para utilização do sistema de distribuição

A taxa de utilização do sistema de distribuição (USD) é calculada com base no consumo de energia em kWh, é composto por duas tarifas, uma ponta e outra fora de ponta.

O valor médio da taxa para uso USD fora do horário de ponta é de R\$0,026331, valor cerca de 30 vezes menor que o cobrado fora de ponta R\$0,698106.

- Analisando o mês de março:

Consumo Fora de Ponta = 200.262 kWh

Consumo Ponta = 29.605 kWh

Calculando os valores com suas respectivas taxas, tem-se um valor de:

USD fora de ponta = R\$ 4.720,58

USD em horário de ponta = R\$ 20.667,47

Mesmo com o consumo no horário fora de ponta sendo quase dez vezes superior ao consumo do horário de ponta o gasto com a USD o horário de ponta é cerca de cinco vezes superior.

- Cálculo do consumo de energia médio mensal no horário de ponta:

Utiliza-se a média aritmética do consumo abordando os 13 meses.

PCE = Previsão do consumo de energia;

SME = Soma total do consumo de energia no horário de ponta

$PCE = SME/13$ , sendo que:

$$PCE \text{ (kWh)} = 282.805 \text{ kWh}/13 = 21.754,13 \text{ kWh}$$

Multiplicando este valor pelo custo do kWh no horário de ponta tem-se:

$$\text{- PCE (R\$)} = \text{R\$ } 7.131,42.$$

- Cálculo do consumo médio por hora na ponta

O consumo médio no horário de ponta dará uma dimensão de quantos kW/h são consumidos pelo sistema da rede COPEL. Sendo que total de horas de ponta em um mês é de 65 horas de ponta por mês.

- Consumo médio (CM) por hora de ponta em um mês será:

$$CM \text{ (kW)} = PCE \text{ (kWh)} / 65 = 334,68 \text{ kW}$$

Comparativo entre custos no horário de ponta e fora de ponta.

Para este cálculo será considerado o consumo médio entre todos os meses analisados no período fora de ponta e o consumo total no horário de ponta.

- O Percentual de Variação de Consumo (VPC) será dado pelo CHP dividido pelo CFP, através da tabela 2 tem-se que:

$$CMP = \text{Consumo Médio Ponta: } 21.754,23 \text{ kWh}$$

$$CMFP = \text{Consumo Médio Fora de Ponta: } 165.844,08 \text{ kWh}$$

$$VPC = CMP/CMFP \cdot 100\% = 13,12\%$$

Então a variação percentual de consumo entre o horário de ponta e o horário fora de ponta é de 13,12%.

- A Variação entre os gastos com consumo médio na ponta e fora de ponta será:

VPGC = Variação percentual de gastos com consumo;

GCHP = Gasto médio com consumo em horário de ponta;

GCFP = Gasto médio com consumo fora do horário de ponta.

$VPGC = GCHP/GCFP \cdot 100\%$ , onde;

Sendo assim tem-se:

GCHP = R\$ 6.909,81;

GCFP = R\$ 31.900,24;

VPGC = 21,66%

Portanto a variação percentual do gasto com consumo de energia é de 21,66%.

Analisando estes dois índices é possível perceber que a relação de consumo 12,12% representa um custo de 21,66% da fatura de energia.

Como o objetivo deste trabalho é propor um sistema de geração para ser aplicado em horário de ponta, não será necessário arcar com os altos custos e taxas da USD e do consumo durante este período.

### 3. VIABILIDADE TÉCNICA

#### 3.1 PRÉ-PROJETO ELÉTRICO PARA IMPLANTAÇÃO DO GMG A OD

Os conceitos a seguir são fundamentais para a compreensão do funcionamento do sistema de geração. É desejável algum conhecimento sobre os fundamentos de geradores de CA e dos sistemas de excitação dos geradores em relação à resposta a cargas transientes, interação do regulador de tensão com a carga e a resposta do sistema de excitação às falhas de saída do gerador.

Um gerador converte energia mecânica em energia elétrica. O gerador consiste essencialmente de um rotor e de um induzido. O rotor transporta o campo magnético do gerador, o qual é posto em rotação pelo motor mecânico. O campo magnético é alimentado por uma fonte de CC (corrente contínua) chamada de excitador, a qual é conectada aos terminais “+” e “-” dos enrolamentos do campo.

O gerador é construído de tal forma que as linhas de força do campo magnético cortam perpendicularmente os enrolamentos do induzido quando o motor gira o rotor, induzindo uma tensão nos elementos do enrolamento do induzido.

A tensão em quaisquer elementos do enrolamento é invertida toda vez que a polaridade é mudada (duas vezes a cada rotação em um gerador de quatro polos).

Um grupo gerador é uma fonte limitada de energia tanto em termos de potência do motor (kW) quanto em termos de potência do gerador (kVA). Por este motivo, mudanças na carga poderão causar oscilações transientes de tensão e de frequência. A magnitude e a duração destas oscilações são afetadas, principalmente, pelas características da carga e pelo tamanho do alternador, que é um equipamento que transforma energia mecânica em energia elétrica, em relação à carga. Um grupo gerador é uma fonte de impedância relativamente alta quando comparado com um transformador típico de uma empresa fornecedora de energia.

Desta forma, a carga transiente afeta o funcionamento do sistema de geração, acarretando, em um longo prazo, na diminuição da vida útil do gerador. Com o desgaste do equipamento o mesmo vem a consumir mais combustível e os custos de manutenção se tornam mais elevados.

### 3.1.1 Classificação dos GMG's a OD

Os sistemas de geração local de energia podem ser classificados conforme o tipo e classe do equipamento de geração. Um equipamento pode ser classificado como “Stand By”, “Prime” ou “Contínuo”, se utilizado para geração de energia “Stand By”, “prime” ou “contínua”, respectivamente. É muito importante compreender como são definidas as classificações para a aplicação do equipamento.

A diferença entre Stand By e Prime depende do modo de operação que será utilizado pelo Grupo Gerador. Se o equipamento for destinado a entregar energia de emergência (ou seja, durante cortes na Rede Comercial), o modo de Potência será o Stand By. Se o equipamento for destinado a operar de forma ininterrupta sem limite de horas anuais de operação (isto é, em lugar da Rede Comercial), será utilizado o modo de Potência Prime. Em ambos os casos se supõe que a carga aplicada ao Grupo Gerador é variável ao longo do tempo.

<b>Classificação do Grupo Gerador</b>			
<b>Tipo de Sistema</b>	<b>Standby</b>	<b>Prime</b>	<b>Contínua</b>
	Emergência	Energia Prime	Carga Básica
	Standby legalmente exigidos	Corte de Pico	Co-geração
	Standby Opcional	Redução de Custos	

**Tabela 4 – Classificação do GMG**  
**Fonte: CUMMINS (2014)**

Devido às características de funcionamento e operação dos geradores Prime Power, os quais são aplicados com finalidade de redução de custos durante o horário de ponta. O dimensionamento deve ser feito de forma que o sistema trabalhe de forma equilibrada, ou seja, opere com menor variação de carga possível. Desta forma, garante-se a integridade do equipamento além de sua longevidade.

### 3.1.2 Seleção e Dimensionamento dos GMG's

Com o propósito de orçar os custos do projeto, é essencial fazer um levantamento razoavelmente preciso de todas as cargas. Caso todas as informações

sobre os equipamentos (as cargas) não estiverem disponíveis desde o início do projeto, será preciso fazer estimativas e suposições para os cálculos do dimensionamento inicial.

Esses cálculos deverão ser refeitos à medida que sejam obtidas informações mais precisas. Grandes cargas, tais como, motores, sistemas de fornecimento ininterrupto de energia (UPS), acionadores de frequência variável (VFD), bombas de água para combate a incêndios e equipamentos de diagnóstico por imagem têm uma importância considerável no dimensionamento do grupo gerador e devem ser avaliadas com atenção.

O custo total e a facilidade da instalação do sistema de energia elétrica dependem do planejamento e da localização física de todos os elementos do sistema - grupo gerador, tanques de combustível, dutos e venezianas de ventilação, acessórios, etc. Considere os seguintes fatores tanto para a instalação interna quanto externa:

- Montagem do grupo gerador.
- Localização do quadro de distribuição e das chaves comutadoras de transferência.
- Ramificações dos circuitos para aquecedores de líquido de arrefecimento, carregador de bateria, etc.
- Segurança contra inundações, incêndios, formação de gelo e vandalismo.
- Contenção de derramamento acidental ou vazamento de combustível ou de líquido de arrefecimento.
- Possibilidade de danos simultâneos nos serviços da fonte normal e de emergência.
- Facilidade de acesso para manutenção e inspeções.
- Facilidade de acesso e espaço de trabalho para grandes reparos ou remoção/substituição de peças.
- Facilidade de acesso para teste de carga quando requerido para manutenção, dimensionamento apropriado ou código.

A classificação “Energia Prime” é usada para definir as situações nas quais o fornecimento de energia elétrica pelo grupo gerador substitui a energia adquirida da empresa distribuidora. O número de horas de operação permitido por ano é “ilimitado” para aplicações com “carga variável”, porém, é “limitado” para aplicações com “carga constante”, conforme descrito abaixo. (Equivalente da classificação

“Energia Prime” de acordo com a norma ISO8528 e da classificação “Energia de Sobrecarga” de acordo com as normas ISO3046, AS2789, DIN6271 e BS5514.)

O presente projeto se enquadra como carga variável e, portanto caracterizado por ter tempo de funcionamento ilimitado.

Esta classificação do tipo “Energia Prime” permite que o grupo gerador esteja disponível por um número “ilimitado” de horas de operação, ao ano, em aplicações com “carga variável”. Aplicações que exijam qualquer operação em paralelo com a fonte usual de energia, com carga constante, estão sujeitas a limitações de tempo de funcionamento. Em aplicações com carga variável, o fator de carga médio não deve exceder 70% da Classificação de “Energia Prime”. Uma capacidade de sobrecarga de 10% é admissível, por um período máximo de 1 hora para cada período de 12 horas de operação; porém, não deverá exceder 25 horas ao ano. O tempo total de operação na classificação “Energia Prime” não deve exceder 500 horas por ano.

O gráfico 1 demonstra o funcionamento do sistema Energia Prime Por Tempo Ilimitado. Será realizado uma comparação com os dados analisados da fatura.

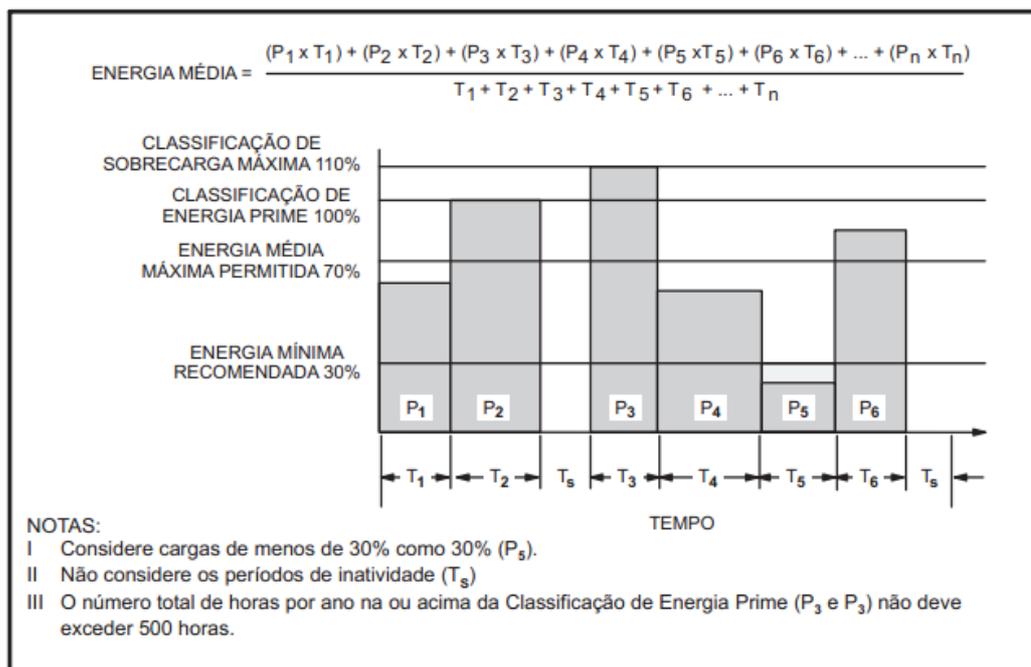
Levantou-se a demanda máxima, verificando a carga máxima que deverá ser atendida para a UTFPR, conforme a tabela 5 a seguir.

DEMANDA KW												
nov/12	dez/12	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13
688,60	704,16	546,91	701,56	697,24	587,52	590,11	550,36	559,87	552,09	580,60	540,86	616,03

<b>Demanda Máx</b>	704,16
--------------------	--------

**Tabela 5 – Tabela de Demanda Máxima**  
**Fonte: Faturas de Energia UTFPR**

Pode-se fazer um mesmo gráfico de demanda igual ao gráfico 1, o ideal seria utilizar valores de consumo conforme os períodos, no entanto seria necessário executar medições. Mas utilizando os valores extraídos das faturas consegue-se atender os critérios de dimensionamento solicitados.



**Gr\u00e1fico 1 – Energia Prime Por Tempo Ilimitado**  
**Fonte: CUMMINS (2014)**

Utilizou-se a demanda m\u00e1xima 704,16 kW visto na tabela 5 para estabelecer a classifica\u00e7\u00e3o de Energia Prime 100%, como se o sistema estivesse operando normalmente com os 100% de pot\u00eancia. Logo o sistema em sobrecarga 110% iria operar em aproximadamente 775 kW.

Para obter o n\u00edvel de energia m\u00e9dio ao inv\u00e9s de utilizar os dados de demanda, ser\u00e1 utilizado os valores de consumo, para chegar a um resultado mais coerente.

Conforme o item 2.2.5 foi visto que: a m\u00e9dia do consumo mensal de energia no hor\u00e1rio de ponta \u00e9 de 21.754,23 kWh.

Consumo no Hor\u00e1rio de Ponta												
nov/12	dez/12	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13
18.712,00	21.597,00	9.788,00	14.791,00	29.605,00	23.031,00	25.889,00	22.950,00	20.631,00	25.192,00	25.910,00	23.413,00	21.296,00

M\u00e9dia do Consumo no Hor\u00e1rio de Ponta kWh	21.754,23
--	-----------

**Tabela 6 – Consumo m\u00e9dio de energia**  
**Fonte: Faturas UTFPR**

Para obter a potência de energia média solicitada por hora divide-se o consumo médio de 21.754,23 kWh pela quantidade de horas total do horário de ponta (65 h) como visto anteriormente, obtendo-se o valor de 334,68 kW/h.

- Fator de Operação do GMG = FO
- Potência Demanda pela GMG = PD
- Potencia Nominal do GMG = PN

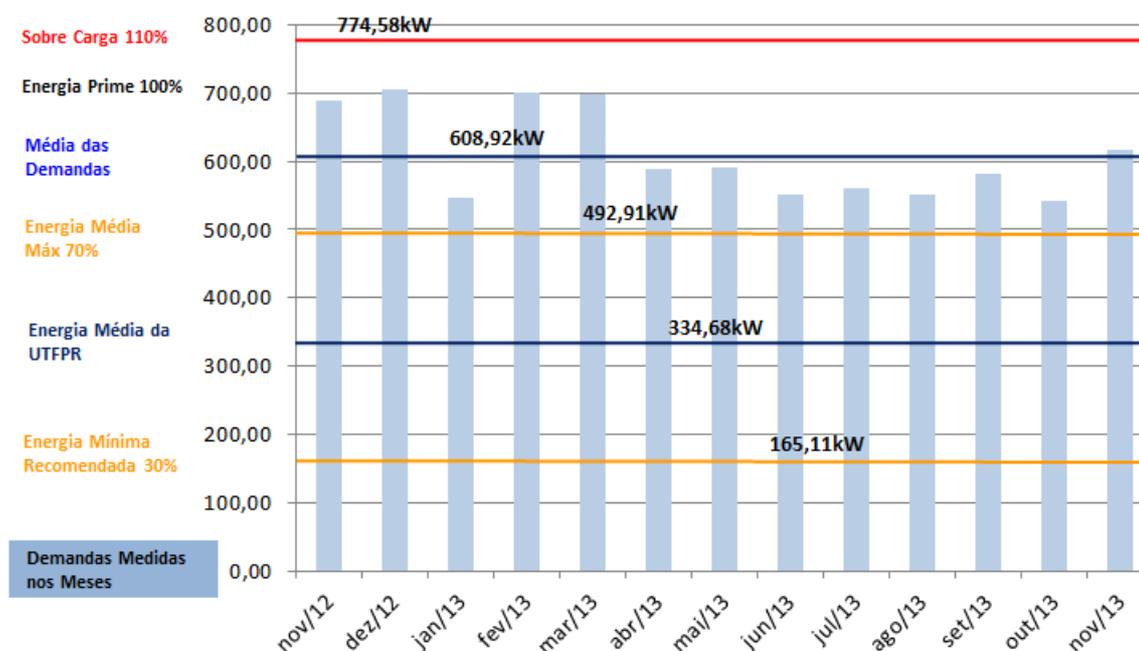
$$FO = PD / PN$$

$$FO = 334,68 / 704,16$$

$$FO = 0,4752$$

Concluindo assim que o sistema dos GMG's irão operar com média de carga de 334,68 kW/h, o que representa em relação a potência do sistema 47,52%. Valor este condizente ao critério de energia máxima permitida 70% e ao critério de energia mínima recomendada 30%.

Portanto, se utilizados os valores obtidos anteriormente ter-se-ia o seguinte gráfico:



**Gráfico 2 – Dimensionamento GMG's Conforme Níveis de Carga da UTFPR**  
Fonte: Autoria Própria

Para dimensionar os GMG's deve-se atender a carga de 704,16 kW, maior registro de demanda do sistema elétrico da UTFPR. Portanto o GMG selecionado deve ter potência nominal superior a esta.

Foi selecionado GMG's da empresa Cummins, pela parceria apresentada ao presente estudo e respaldo técnico. Considerando que as técnicas de dimensionamento de GMG's não são encontradas com facilidade em literaturas.

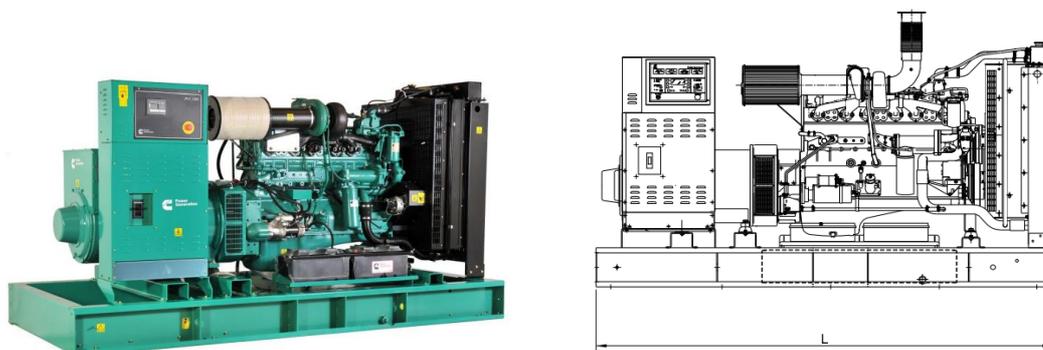
Deve-se levar em consideração que: os sistemas de energia "Energia Prime" utilizam a geração local de energia ao invés de utilizar a energia fornecida pela rede pública em áreas onde os serviços da empresa distribuidora de energia não estejam disponíveis. Um sistema simples de energia "prime" utiliza pelo menos dois grupos geradores e uma chave comutadora para transferir a energia para as cargas conectadas a eles. Um dos grupos geradores funciona continuamente, com uma carga variável, enquanto o outro serve como reserva para o caso de eventuais quedas de energia, bem como, para permitir o desligamento do primeiro grupo gerador para trabalhos de manutenção. É possível utilizar um relógio (temporizador) na chave comutadora para efetuar a alternância entre os grupos geradores em intervalos de tempo predeterminados.

No presente não há a necessidade de um gerador de emergência, no entanto serão utilizados dois geradores do modelo a seguir: (obs.: a razão pela utilização de dois geradores diz respeito ao funcionamento em paralelo dos GMG's e ao sistema de rampa com a concessionária, será explicado nos capítulos a seguir). O catálogo do GMG pode ser visto no Anexo 3, página 75.

Dois GMG's Cummins – Modelo C400 D6 - PRIME

Potência: 365 kW - 456 kVA – FP 0.8

Open Generator Set - 1800 rpm/60 Hz/480 Volts



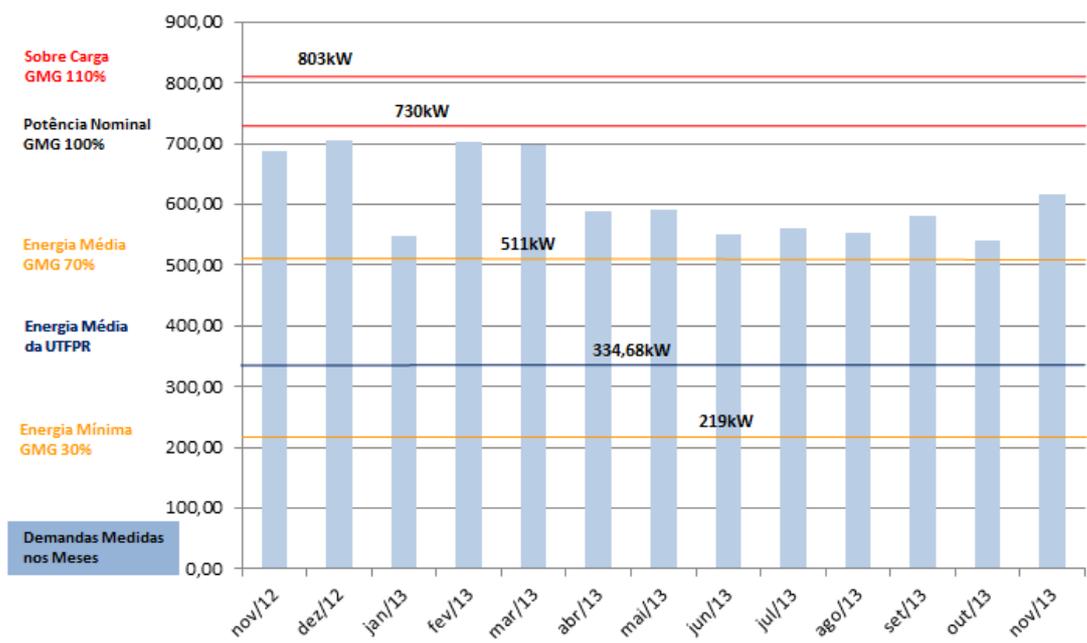
**Figura 2 -- Grupos Geradores C400D6**  
**FONTE: CUMMINS (2014)**

Em casos de manutenção, será necessário um controle de carga isto porque um gerador não consegue suprir a demanda máxima de 704,16 kW, mas consegue suprir o consumo médio de 334,68 kW. Todavia, para execução de manutenção deve se programar para períodos em que a Universidade não esteja em plena operação. Não há grandes problemas considerando que este modo de operação pode ser facilmente implantando através dos sistemas de controle.

Retomando o dimensionamento dos GMG's, foi visto que o sistema de geração deve atender a demanda máxima de 704,16 kW e, portanto, a seleção de 2 GMG's com potência nominal de 365 kW atendem perfeitamente a este critério, totalizando 730 kW.

Como o nível médio de operação do sistema é de 334,68 kW e a potência nominal do grupo é de 730 kW, pode-se obter o perfil de operação média do sistema dividindo os valores, sendo assim, o sistema irá operar na média com 45,84% da sua potência nominal.

Pode-se calcular também a potência de operação em sobrecarga a qual os GMG's suportam que corresponde a 110%, ou seja, 803 kW de potência operando em sobrecarga, lembrando que se devem respeitar os limites de tempo mencionados anteriormente neste capítulo. Sendo assim, visualiza-se no gráfico a seguir os critérios de dimensionamento do GMG em relação à carga da UTFPR.



**Gráfico 3 – Análise de Potência do GMG a OD em Função da Carga da UTFPR**  
**FONTE: Própria (2014)**

Além das cargas que deverão ser conectadas, vários outros fatores também influenciam o dimensionamento de um grupo gerador: as características de partida de algumas cargas como motores, as características de suas cargas mecânicas, o desbalanceamento de cargas monofásicas, cargas não lineares como equipamentos UPS, restrições à quedas de tensão, o uso de cargas cíclicas, etc.

Como o sistema da UTFPR em sua maioria é composto por iluminação, não será entrado em detalhes dos tipos de carga. Para obter informações a este respeito, pode-se consultar o Manual da Cummins Nº T030G\_PT (Rev. Dez/2011).

### 3.1.3 Critérios de Ligação do GMG ao Barramento de MT da UTFPR

Faz-se obrigatório, para transferência de cargas da rede COPEL para os GMG's, que ambos possuam mesma frequência, tensão de operação, sequência de fase e tensões em fase no momento do sincronismo para permitir o paralelismo momentâneo (NTC 903105, 2011).

O sistema de paralelismo momentâneo, normalmente chamado de paralelo momentâneo possui a característica de que em um determinado intervalo de tempo (até 15 s) toda a carga alimentada pela concessionária de energia elétrica, seja transferida para os GMG's, sendo posteriormente interrompido por completo o fornecimento de energia por parte da concessionária (COPEL, 2005).

Para que esta operação seja portadora de sucesso, é necessária à utilização de sistemas que façam a regulagem dos parâmetros da rede elétrica com os GMG's, obedecendo ao tempo limite para transferência de cargas, conforme as normas da concessionária local, neste caso a Norma Técnica COPEL (NTC 903105).

Conforme os dados da (CUMMINS, 2014) “um gerador conectado em paralelo com a rede pública de energia torna-se, efetivamente parte do sistema da rede pública”. Caso o projeto de instalação inclua uma conexão em paralelo com a rede pública de energia, deve ser providenciado um sistema de proteção adicional para esta conexão específica. Em geral, este sistema de proteção é especificado e aprovado pela empresa responsável pelos serviços de distribuição da rede pública de energia neste caso a COPEL. Os códigos e normas técnicas locais devem sempre ser consultados quando o projeto de instalação considerar o uso de uma conexão em paralelo com a rede pública de energia.

Para implantação deste, a empresa produtora independente tem a responsabilidade de assumir os riscos do sistema de geração, certificando-se de que em nenhuma hipótese o sistema de geração comprometa ou danifique a estrutura da rede de distribuição da concessionária ou mesmo exponha os funcionários que nela trabalham. (COPEL, 2005).

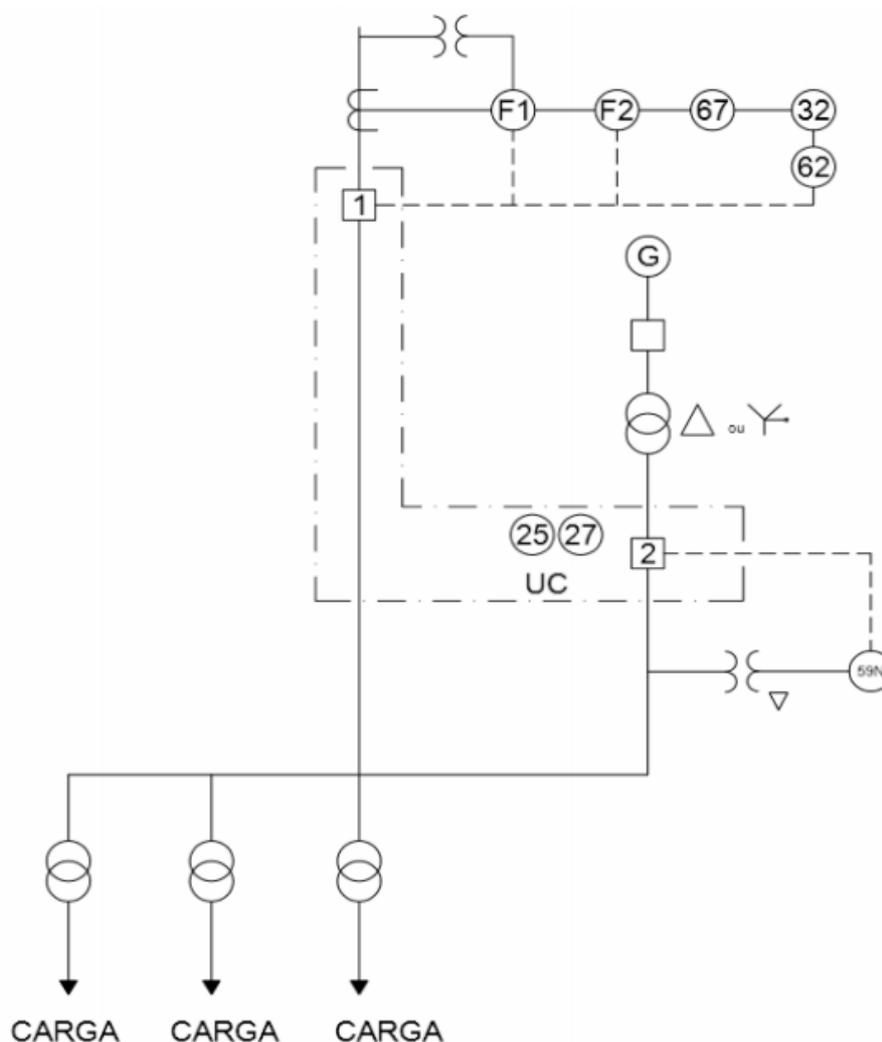
Para desenvolvimento dos diagramas unifilares do novo sistema contemplando transferência de cargas e paralelismo momentâneo com a rede COPEL, há possibilidade de aplicação de dois métodos. O primeiro desenvolvendo o sistema de proteção e transferência de cargas em BT e o segundo em MT.

Analisando o diagrama de interligação dos GMG com o sistema elétrico em BT, no que diz respeito à viabilidade técnica, dificulta a operação, necessitando também de maior número de equipamentos e tempo de instalação, resultando mais mão de obra, manutenção e conseqüentemente maior custo. Isto porque para a ligação do GMG na BT, faz-se necessário à interligação do ramal do GMG a saída de todos os ramos de BT após os quatro transformadores. Por outro lado para fazer o paralelismo do sistema em MT, basta utilizar um transformador elevador e conectar a sua saída ao ramal de 13,8 kV da subestação de transformação da UTFPR conforme o diagrama a seguir. (NTC 903105, 2011).

O esquema de ligação de geração interligada em MT necessita da instalação de um disjuntor geral de proteção para cada GMG e dois disjuntores de MT para paralelismo e transferência de cargas dos GMG's com o ramal de 13,8 kV da entrada de serviço da COPEL (NTC-903105, 2011).

Este requer os seguintes relés de proteção: Funções 50/51 e 50/51N no disjuntor geral de alta tensão; 27 (subtensão), 32 (direcional de potência), 62 (temporizador), 67 (direcional de sobrecorrente) e 78 (medição de ângulo de fase/proteção contra falta de sincronismo) no disjuntor de interligação no lado da fonte. (COPEL, 2005)

Para execução das funções de proteção e controle, adotaram-se os relés multifuncionais SEPAM S42 fabricados pela Schneider Eletrica, por conterem os relés funcionais mencionados.



**Diagrama 1 – Operação em Paralelismo Momentâneo – CASO 4**  
 Fonte: NTC-903105/2011

No sistema 13,8 kV, os transformadores de potência do consumidor pertinente ao sistema de geração própria deve ser ligado em delta no enrolamento primário (lado COPEL) e em estrela aterrado no enrolamento secundário (lado geradores), de forma a isolar os GMG's do sistema de distribuição COPEL (NT 6.009, 2010).

O transformador será a óleo, sendo instalado em cabine de alvenaria, com potência nominal de 1000 kVA para atender a demanda dos GMG's – 730 kW – 912 kVA, a tensão de transformação será de 440 V estrela aterrado pelo lado do sistema de geração e de 13,8 kV delta (triângulo) para o lado da interligação com o sistema da rede COPEL, frequência de 60 Hz e impedância  $Z=5\%$ .

### 3.1.4 Sistema de Paralelismo e Sincronismo entre GMG's e a Rede 13,8 kV COPEL

Atualmente, com a modernização das técnicas de controle e automação, é possível operar os sistemas de geração em níveis ótimos através do controle de carga.

Primeiramente, será analisado o funcionamento do sistema durante a partida. Num primeiro momento é realizado o paralelismo e sincronismo entre os geradores. Os GMG's são estartados e pré-determinados através da parametrização para atingir os níveis de tensão (440 V) e frequência (60 Hz), posteriormente o rele de check de sincronismo (25) avalia se as frequências, ângulos de fase e tensão estão iguais, permitindo o acionamento do disjuntor de interligação dos GMG's. Como os geradores estão a vazio, pois o disjuntor do quadro de transferência automático - QTA que faz o paralelismo com o disjuntor de AT do ramal de alimentação da concessionária COPEL está desligado, o sincronismo dos geradores é feito de forma muito rápida, em menos de 100 ms.

Posterior ao paralelismo dos GMG's é efetuado o check in de sincronismo dos mesmos parâmetros de tensão, frequência e ângulo de fase para o QTA, o qual é responsável pelo paralelismo e transferência de carga dos sistemas da rede COPEL com o de geração. Efetuado o sincronismo entre os sistemas de geração e rede COPEL, fecha-se o disjuntor de interligação de MT, iniciando-se o processo de transferência de carga (rampa) até os que os GMG's venham a assumir plena carga.

Será analisado agora o comportamento do sistema de Geração, visto sob a perspectiva do processo de rampa como de variação de carga. Este foi o motivo pelo qual foi adotada a utilização de dois GMG's ao invés de apenas um GMG. Pois, como visto no início do capítulo, as variações de carga geram transientes, provocando variação de tensão e frequência. O ponto que se pretende chegar é que o impacto das variações de cargas elétricas vistas pelos geradores é proporcional ao impacto mecânico nos rotores. Desta forma, utilizando dois GMG's o impacto é dividido, bem como o tempo de resposta para o balanceamento de carga com dois geradores, evidentemente é mais rápida, pois o peso dos rotores das máquinas de 365 kW é muito menor do que uma máquina de 730 kW.

### 3.1.5 Consumo de OD dos GMG's

Quando uma carga é conectada, ocorre imediatamente uma queda de tensão. O regulador de tensão detecta esta queda de tensão e reage aumentando a corrente de campo para fazer com que o gerador retorne à sua tensão nominal. O tempo de recuperação da tensão corresponde ao intervalo de tempo entre a aplicação da carga e o retorno da tensão à faixa de tensão regulada (mostrada como  $\pm 2\%$ ). Normalmente, a queda de tensão varia entre 15 a 45% da tensão nominal quando 100% da carga classificada do grupo gerador (com FP 0,8) é instantaneamente conectada. O retorno ao valor de tensão nominal ocorre entre 1 e 10 segundos, dependendo do tipo da carga e do projeto do grupo gerador (CUMMINS, 2014).

A diferença mais significativa entre a energia proveniente de um grupo gerador e a energia fornecida pela concessionária, é que, quando uma carga é conectada subitamente à rede elétrica da concessionária, em geral, não há variação de frequência. Quando uma carga é conectada a um grupo gerador, a velocidade de rotação do seu eixo sofre uma redução e, conseqüentemente, a frequência da máquina é reduzida. (CUMMINS, 2014)

O equipamento deve detectar esta mudança na velocidade de rotação e reajustar sua taxa de admissão de combustível para se ajustar ao seu novo nível de carga.

No catálogo do GMG, está mencionado o consumo de combustível em litros em relação à potência de operação em percentual do GMG, conforme tabela 7.

Potência Nominal	Standby				Prime			
	500 kVA		400 kW		456 kVA		365 kW	
Carga Aplicada	Full	3/4	1/2	1/4	Full	3/4	1/2	1/4
Consumo (Litros / Hora)	110	84	60	36	99	78	58	40

**Tabela 7 – Consumo de Combustível**  
**Fonte: CUMMINS (2014)**

Como visto anteriormente, o nível carga médio aplicado sobre os GMG's é de 45,84%. No intuito de não gerar discrepância dos resultados, considerando que o gráfico de consumo de combustível é não linear, faz-se uma aproximação utilizando interpolação linear utilizando o valor mais próximo, neste caso 50%.

- Para 50% da potência nominal o consumo é de 58 l/h, utilizando interpolação linear em relação ao valor médio de 45,84%, obtém-se um consumo de 55,00 l/h;

É preciso considerar que durante o processo de abastecimento há perdas na transmissão do OD, bem como, durante o processo de partida dos GMG's o consumo de combustível é maior, devido à ruptura da inércia dos eixos rotóricos. Desta forma, acrescenta-se um valor estimado de 7% a mais de consumo. (CUMMINS, 2014)

- Portanto o consumo por hora será de 58,85 l, aproximadamente 60 l/h.
- O consumo total de combustível por mês no horário de ponta. Considerando consumo 60 l/h e 65 h de ponta em um mês, tem-se o consumo mensal de 3.900 l de OD.

Vale ressaltar que, se tratando de uma unidade de baixo consumo de energia, as aproximações e ajustes de valores não são significativos ao resultado final do estudo.

### 3.1.6 Implantação dos Equipamentos Elétricos

O que é sugerido no presente estudo é que os GMG's sejam instalados em uma nova sala externa a subestação, onde atualmente encontram-se o container de lixo que é passível de relocação, em virtude de ser a melhor opção em relação à área disponível, visto que é inviável a instalação dos GMG's e de novos equipamentos elétricos dentro da subestação pela falta de espaço, ou mesmo dentro dos prédios existentes, os quais atualmente existem departamentos de trabalho alocados na instituição.

A seguir foi projetada a sala de geradores conforme as especificações de tamanho dos equipamentos. As dimensões dos gerados constam em catálogo. No entanto, devido ao sistema de atenuação acústica ser projetada para 60 dB, as dimensões tiveram que ser solicitadas diretamente com a Motormac, pois, conforme

a tabela 8, o modelo com carenagem – F118 condiz a uma atenuação acústica de 75 dB.

Grupo Gerador	Comprimento (mm) L	Largura (mm) W	Altura Máxima (mm) H	Grupo Gerador Seco (kg)	Grupo Gerador Úmido <sup>1</sup> (kg)
Aberto	3370	1500	2042	3463	3926
Carenagem - F187	5105	1550	2430	4605	5118
Carenagem - F188	5780	1500	2455	5551	6014

**Tabela 8 – Dimensões de GMG Carenados e Silenciosos**  
Fonte: Cummins (2014)

Vale ressaltar que o tamanho do gerador não muda: logo as dimensões do gerador são de C3,37m x L1,5m x A2,04m.

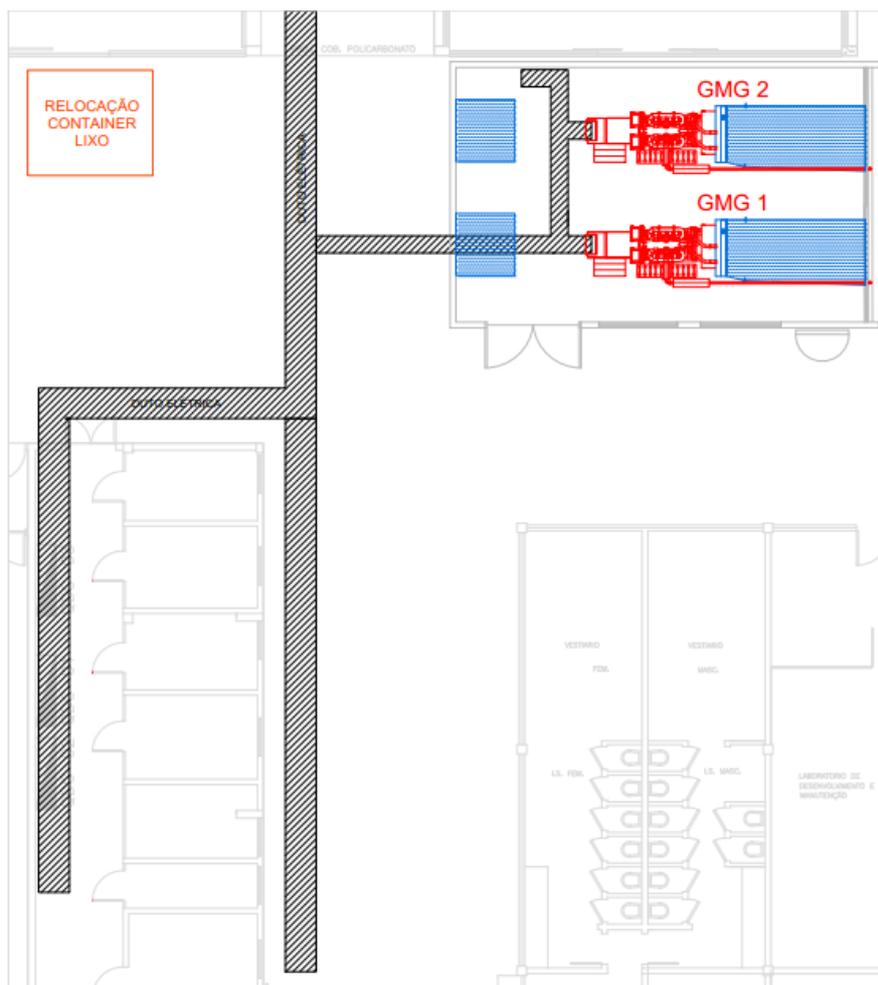
As dimensões de acordo com os levantamentos feitos pela Motormac do gerador Carenado com atenuador para 65 dB é de aproximadamente 7,35 m de comprimento, 1,5 m de largura e 2,04 m de altura.

Para comportar todos os equipamentos elétricos e acústicos, foi projetada uma sala com as seguintes dimensões: 11 m de comprimento, 6,6 m de largura e 3,5 m de altura.

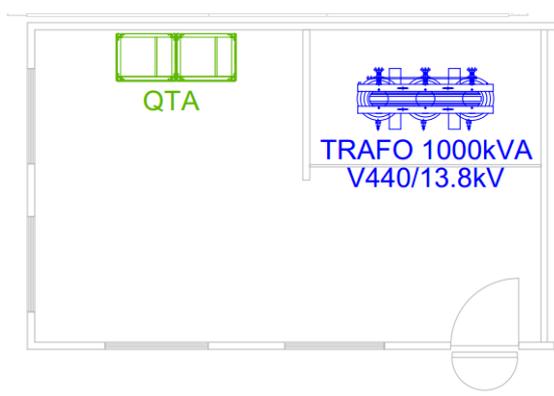
O espaçamento entre os geradores é de 1,5 m e das paredes de 1 m, espaço necessário para execução de manutenção.

O segundo piso, projetado para comportar o transformadores elevador de 1000 kVA, 440 V – 13,8 kV, com o quadro de transferência automática (QTA), possui as mesmas dimensões do primeiro pavimento, exceto altura que é de 3 m.

A seguir é apresentado o layout da sala de Geradores - primeiro pavimento e sala do transformador e QTA – segundo pavimento.



**Figura 3 – Implantação dos GMG's Primeiro Pavimento**  
**Fonte: Própria**



**Figura 4 – Implantação do Trafo 1000 kVA e QTA Segunda Pavimento**  
**Fonte: Própria**

### 3.1.7 Considerações sobre os GMG's a OD

Geradores a diesel são considerados a primeira opção mundialmente utilizada para geração alternativa em indústrias e comércios (CCEE, 2014), sendo utilizados em sistemas de emergência, períodos contínuos e geração na ponta conforme a necessidade.

Os GMG OD apresentam vantagens como:

- São mais rápidos, conseguem assumir a carga em menos de 10 segundos da partida;
- Os GMG's podem assumir a carga nominal rapidamente, com tempo de aumento gradativo de carga reduzido;
- São mais seguros, não há centelhamento ao contrário de motores a gás, diesel, pois não tem velas de ignição ou carburadores que precisam de revisão e ajuste;
- O diesel não é explosivo, como gasolina, propano e GLP, se tornando mais seguro para armazenar;
- Mais econômico, o GMG a OD geralmente queima a metade do combustível usado por um gerador a gás para realizar o mesmo trabalho;
- O óleo diesel é mais barato que gasolina ou propano devido ao processo mais curto de refinação;
- O custo de combustível por quilowatt (kW) produzido é de 30-50% menor do que os motores que queimam gás;
- O motor a diesel utiliza injeção não carburador. O carburador introduz o ar e o combustível já mistos dentro do motor e tem um controle grosseiro da mistura. O injetor pode ser controlado eletronicamente com extrema precisão, injetando o combustível na quantidade e no ponto da fase mais eficiente para as condições.
- Mais confiável: Os motores a diesel têm menos peças e nenhum sistema de ignição – a ignição ocorre devido a compressão.
- O gerador a diesel geralmente tem tecnologia “brushless” (sem escovas) de regulação de tensão de energia muito confiável.
- O motor a diesel é desenhado para funcionar continuamente para fornecer um opção de confiança, mesmo durante a falta de energia prolongada.

## 3.2 PRÉ-PROJETO CIVIL

Faz-se necessário o levantamento das dimensões dos equipamentos elétricos acústicos e etc. Pode parecer trivial mais o levantamento de disponibilidade de espaço para execução de obra é fundamental na parte de desenvolvimento de projeto, pois a indisponibilidade de espaço ou um levantamento equivocado de área podem vir a inviabilizar a realização do projeto.

Para equipamentos de grande porte como geradores e transformadores, são necessários as aplicações de reforços estruturais. Para solicitar ao fornecedor deve-se especificar as dimensões dos equipamentos e o peso.

O orçamento da edificação pode ser visto na tabela 15 página 58.

### 3.2.1 Isolamento Acústico Para Grupo Moto Gerador

Máquinas que utilizam combustíveis fósseis (diesel, gás natural, gasolina, etc.) como o caso de um GMG a OD emitem ruídos em seu funcionamento devido a queima do combustível e ao atrito mecânico entre seus componentes. Essa queima e atrito geram também calor excessivo, fazendo assim necessário um sistema de arrefecimento, como a aplicação de exaustores e ventiladores, estes últimos, por sua vez, contribuem com a poluição sonora.

O ruído é definido pelo Decreto Nº 33868 de 22/08/2012 como sendo qualquer som ou vibração que cause ou possa causar perturbações ao sossego público ou produza efeitos psicológicos ou fisiológicos negativos em seres humanos e animais.

Os níveis máximos de ruído, em decibéis, aceitáveis por área são definidos pela norma ABNT NBR10151/1999 e se encontram na tabela 9.

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

**Tabela 9 – Níveis máximo de ruído permitido.**  
**Fonte: ABNT NBR-10151/1999**

A UTFPR se enquadra no item de área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas. Tendo em mente que o horário de ponta se estende das 18:00h as 21:00h, o nível máximo permitido para este tipo de edifício é de 45 dB.

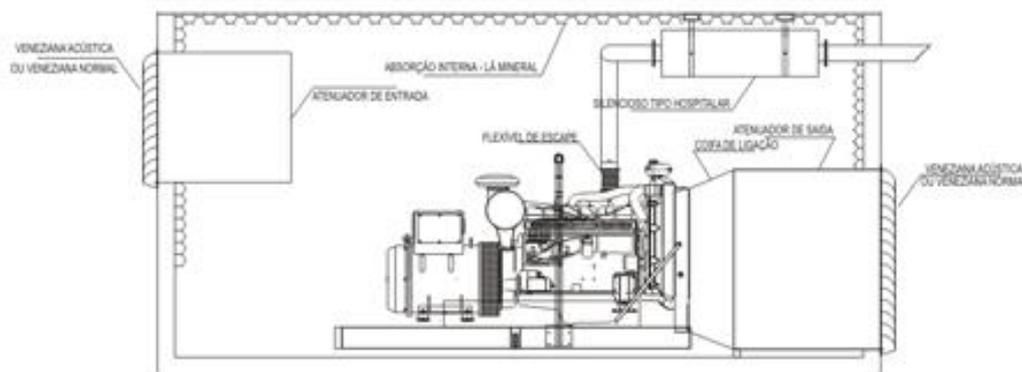
Com esta classificação, será necessário prever projeto civil para isolamento acústico, onde o nível máximo de ruído obtido externamente ao GMG seja de 45 dB.

Um gerador a diesel de 365 kW deflagra um ruído acima de 85 dB, selecionando um gerador carenado com atenuador acústico diminui-se o nível para 65 dB (CUMMINS, 2014).

Para evitar um nível acústico que viole a NBR 10151, o gerador deve possuir um sistema de amortização de som próprio, através de carenagem com atenuador. No entanto, ainda faz-se necessário instalar um sistema de atenuação na edificação civil para diminuir a o nível de 65 dB para 45 dB.

É adequando que em sistemas de geração que necessitem de baixos níveis de ruído, como o presente caso, se adote o sistema de isolamento acústico da edificação. Pois, como explicado anteriormente, à instalação de geradores carenados e silenciosos para níveis muito baixos de ruído, torna-se inviável diante do espaço ocupado pelo sistema de atenuação, como visto no capítulo anterior.

Por fim, será utilizada uma linha com várias opções de tratamento acústico para este tipo de equipamento. Tratamento acústico para Grupo Gerador com Carenagem, Isolamento acústico na sala de alvenaria onde estes são instalados os Geradores com uso de Atenuador de ruído, Venezianas acústicas, Porta Acústica e Tratamento Interno da Sala.



**Figura 5 – Exemplo de Sala de Gerador com Isolamento Acústico**  
**Fonte: Teoria Engenharia Acústica**

Os custos para implantação do sistema de atenuação acústico estão no Anexo 15 na página 58.

### 3.3 PRÉ-PROJETO MECÂNICO

#### 3.3.1 Estocagem de Líquidos Inflamáveis.

O óleo diesel é produzido de modo a atender aos diversos requisitos em sua utilização em motores e tem algumas características controladas para que os equipamentos tenham desempenho adequado, com emissões de acordo com as normas estabelecidas por órgãos regulamentadores.

Uma das várias características de líquidos combustíveis é o chamado ponto de fulgor. O ponto de fulgor é classificado como a temperatura mais baixa na qual o produto se vaporiza em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável com ar (PETROBRÁS, 2014). O diesel comum possui ponto de fulgor maior que 38°C (trinta e oito graus célsius) e é classificado como inflamável.

O diesel comum, chamado de S500, pode ser utilizado em qualquer tipo de motor e é considerado como líquido inflamável de categoria 3 segundo a Norma ABNT-NBR 14725-Parte 2:2009, conforme pode ser observado na tabela 10.

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>
1	Ponto de fulgor < 23 °C e ponto de ebulição ≤ 35 °C
2	Ponto de fulgor < 23 °C e ponto de ebulição > 35 °C
3	Ponto de fulgor ≥ 23 °C e ≤ 60 °C
4	Ponto de fulgor > 60 °C e ≤ 93 °C

**Tabela 10 – Critérios para classificação de líquidos inflamáveis.**  
**Fonte: ABNT NBR 14725-2/2009**

Para armazenagem deste tipo de líquido a PETROBRAS recomenda manter o produto em local fresco, seco e bem ventilado, distante de fontes de calor e ignição. Manter os recipientes bem fechados e devidamente identificados. O local de armazenamento deve ter piso impermeável e com dique de contenção para reter em caso de vazamento deve conter, também, bacia de contenção para reter o produto, em caso de vazamento.

Antes de ser utilizado para o fim desejado, o diesel deve ser acondicionado, de forma que esteja disponível para eventuais necessidades. Para isso, devem ser tomadas algumas providencias quanto ao armazenamento deste combustível para garantir a segurança das pessoas e do ambiente em que o líquido está presente. Os cuidados que devem ser tomados são descritos pelas normas regulamentadoras NR 20, NBR 15461 e NTP 025.

O posicionamento do tanque deve acatar ao disposto na tabela a seguir:

Capacidade do tanque (m³)	Distância mínima até o limite de propriedade, desde que na área adjacente haja ou possa haver construção, inclusive no lado oposto da via pública. (m)	Distância mínima ao lado mais próximo de qualquer via de circulação interna ou qualquer edificação importante na mesma propriedade. (m)
≤ 45,6	1,5	1,5
> 45,6 a 114	3,0	1,5
> 114 a 190	3,0	3,0
> 190 a 380	4,5	3,0
> 380	4,5	4,5

**Tabela 11 – Distância de segurança de líquidos classe III-B**  
**Fonte: NR 20/1978**

Em muitos locais, o projeto e a instalação de tanques de armazenamento de combustíveis são controlados por normas técnicas criadas, em geral, com dois objetivos: a proteção do meio ambiente e a proteção contra incêndios.

Na América do Norte, em geral, as normas técnicas de proteção contra incêndios adotam ou fazem referência a uma ou mais das normas da Associação Nacional de Proteção Contra Incêndios (NFPA). Essas normas estabelecem requisitos relativos ao combustível, tais como: capacidade de armazenamento interno, sistemas de tubulação, projeto e construção de tanques, localização, contenção e/ou recursos para drenagem de segurança. Consulte a Norma Nº 37 da NFPA, Instalação de Motores Estacionários. As autoridades locais (corpo de bombeiros) podem estabelecer regras mais rigorosas ou interpretar de modo mais rigoroso as normas ou padrões do governo federal. (CUMMINS, 2011)

Portanto, como medida preventiva, serão executados dois modelos de pré-projeto para o tanque de combustível, de forma que se aprovado a execução do projeto oficial, é necessária a aprovação do sistema de armazenamento do inflamável junto ao corpo de bombeiros. (CUMMINS, 2011)

Como visto no capítulo anterior o consumo de combustível mensal será de 3,900 l. Portanto, será necessário utilizar um tanque com capacidade superior. Foi adotado um tanque de 5000 l. Optou-se por um tanque de maior volume, visando diminuir a necessidade de reabastecimento mensal.

Há duas opções para instalação do tanque. É demonstrado a seguir ambas:

1. A primeira opção: tanque aéreo;
2. A segunda opção: tanque enterrado e jaquetado;

A opção com o tanque aéreo será adotada. Nesta situação é necessário que o tanque esteja a uma distância mínima de 1,5 m de qualquer área de passeio e de partes importantes das edificações. (NR 20, 1978)

A implementação no local indicado deve-se ao fato de ser uma região isolada por grades, impedindo o acesso público, como se pode observar na Fotografia 4 (Anexo 2, página 74). Sendo uma área de pouca movimentação de pessoas, evita-se gastos com isolamento do tanque de transeuntes. A região para a implementação obedecerá o espaçamento exigido por norma, além de ser uma parte ociosa da instituição.

O reservatório será de teto cônico, em aço-carbono, conforme referenciado pela norma N-270. A infraestrutura de tubulação será Tubo SMARTFLEX parede dupla com liner 50/32mm externa e dentro desta passará outra tubulação Tubo SMARTFLEX com liner de 32mm. Este sistema é referência em normas de postos de combustíveis e serve para caso haja vazamento do combustível, fique retido dentro da tubulação. Os bocais devem ser constituídos por uma luva de aço forjado rosqueada ou para solda de encaixe. As luvas devem ser de acordo com a norma ANSI B 16.11 e as roscas de acordo com a norma ANSI B 2.1.

O tanque de combustível e materiais de infraestrutura mecânica de alimentação dos GMG's será fornecido pela NUPI Brasil, cujo orçamento se encontra na tabela 15, página 58.

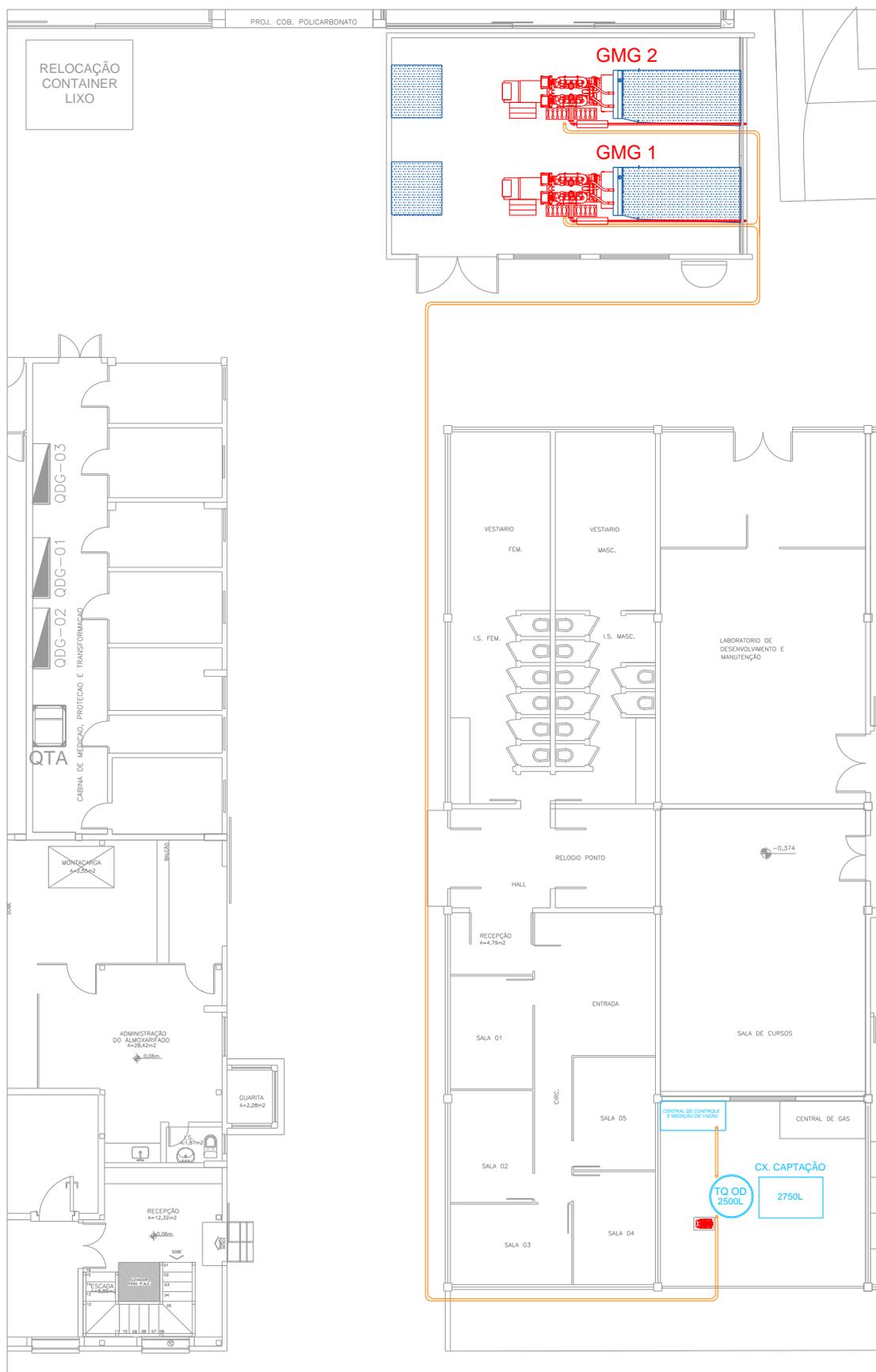
Haverá uma bomba para a transferência do líquido aos geradores. Com capacidade de vazão de 5 m<sup>3</sup>/h, modelo GAX, do fabricante WorTEC, o orçamento para instalação do tanque, bomba e o encaminhamento da tubulação foi realizado pela Empresa EMI Soluções em Engenharia. O orçamento pode ser visualizado na tabela 15, página 58.

O Sistema possui central de controle e de vazão em 3 pontos da instalação e uma sirene de emergência que pode ser instalada na guarita logo ao lado para indicar o vazamento de óleo.

Por norma, também é necessário que o sistema com tanque aéreo possua uma caixa de captação no caso de vazamento de óleo, com volume igual ou superior ao tanque.

Portanto, a composição final do sistema de Skid e módulo de abastecimento para Diesel, formado pelo conjunto tanque mais bacia de contenção, central de proteção e medição, e bomba de abastecimento interligado em uma estrutura móvel (módulo de abastecimento).

A seguir é apresentado o sistema de instalação do tanque aéreo. O local onde o tanque será instalado pode ser visto na fotografia 1, página 73.

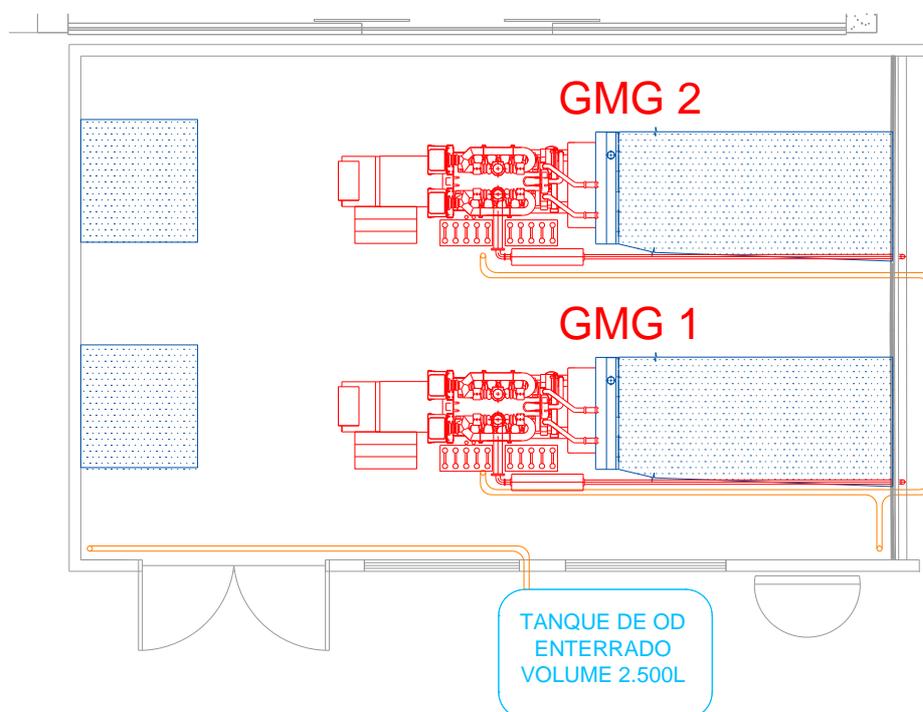


**Figura 6 – Implantação do Tanque de Combustível Aéreo**  
 Fonte: Própria

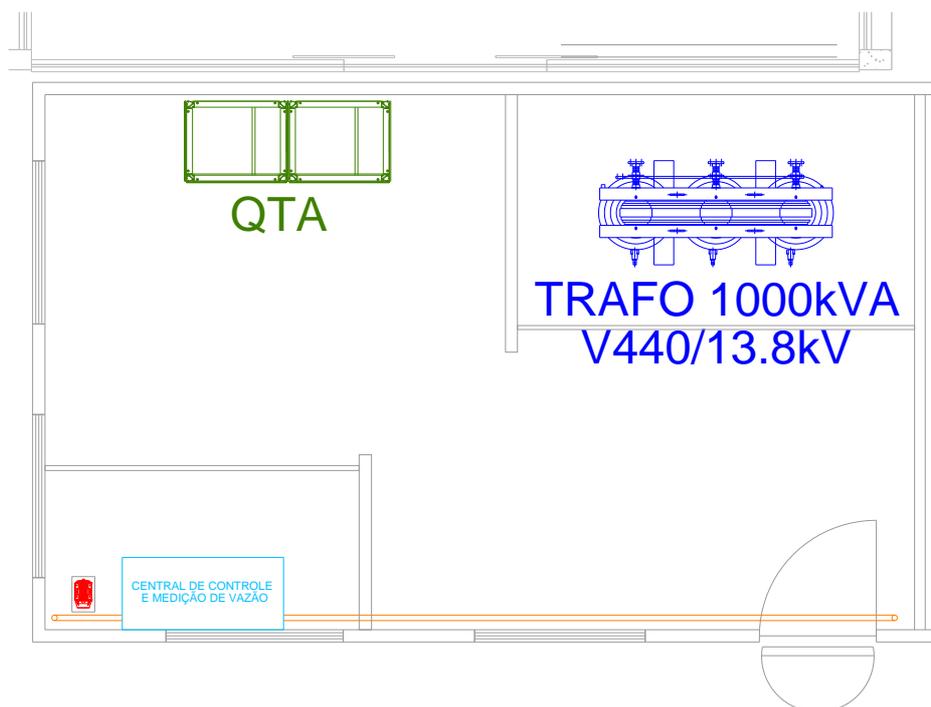
A segunda opção instalando um tanque jaquetado enterrado seria implantada o mais próximo possível da sala de geradores. Não se optou pelo tanque enterrado em virtude do processo de abastecimento, por se tratar de uma área de constante de transição de pessoas, tornando inviável a entrada de caminhão tanque no estabelecimento.

Ambas as situações tem seus prós e contras. No entanto, o quesito determinante na execução do projeto seria a aprovação junto ao corpo de bombeiros.

Este sistema contempla o tanque enterrado jaquetado, sistema de controle e medição de vazão e bomba de combustível. Uma vantagem do tanque enterrado é que não necessita de bacia de contenção. Entretanto, necessita de um sistema auxiliar de proteção através de sensor de vazamento, de forma que, ocorrendo um vazamento, o sensor envia um sinal à bomba que envia o combustível a um piloto. O sistema do piloto de proteção queima o combustível aliviando a pressão interna do sistema. O processo de queima pode perdurar durante horas; portanto, o ideal é que o sistema seja instalado em um ambiente aerado. (MOTORMAC, 2014).



**Figura 7 - Implantação do Tanque de Combustível Enterrado**  
Fonte: Própria



**Figura 8 – Implantação da Central e Controle e Medição de Vazão  
Fonte – Própria**

As propostas para implantação do tanque aéreo e componentes do sistema de OD foram feitas pela empresa Mahle Filtroil e Nupi. Como informativo também se apresenta um orçamento do sistema com tanque enterrado, ambos podem ser vistos conforme a tabela 15.

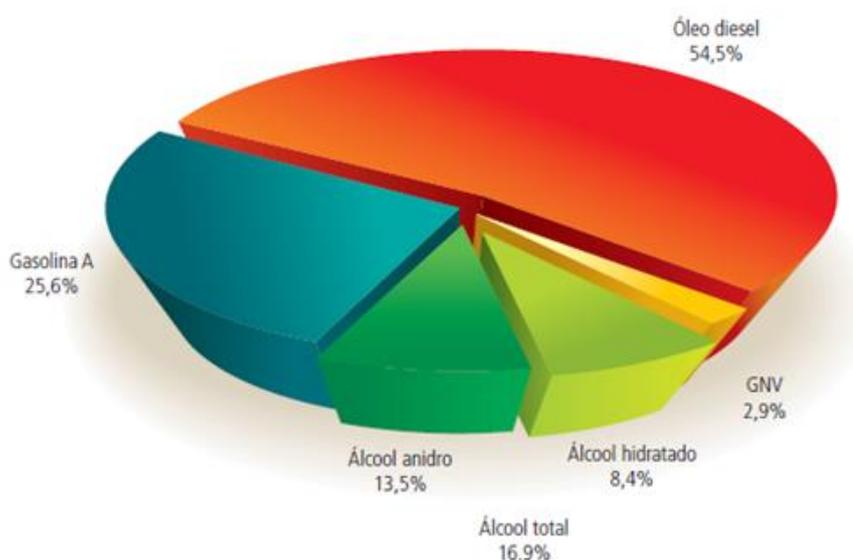
A mão de obra e bomba para óleo é pertinentes ao escopo de serviço da empresa EMI Engenharia, vide tabela 15.

## 4. VIABILIDADE ECONÔMICA

### 4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ÓLEO DIESEL

O óleo diesel é um combustível de larga utilização, sendo as principais delas no transporte terrestre de mercadorias, pessoas e na geração de energia elétrica. É caracterizado como sendo um combustível derivado do petróleo, de compostos formados principalmente por átomos de carbono, hidrogênio e em baixas concentrações por enxofre, nitrogênio e oxigênio, selecionados de acordo com as características de ignição e de escoamento adequadas ao funcionamento dos motores diesel. É um produto inflamável, medianamente tóxico, volátil, límpido, isento de material em suspensão e com odor forte e característico. (PETROBRAS, 2014)

Devido à larga utilização no transporte terrestre de mercadorias e de pessoas, o diesel é o combustível mais utilizado no Brasil. Possui aplicações também no transporte marítimo e na geração de energia elétrica através de geradores e termoelétricas. Pode-se observar no gráfico 4 a proporção da utilização deste combustível comparativamente a outros:



**Gráfico 4 – Utilização de combustíveis.**  
Fonte: MME (2010)

Há quatro tipos de óleo diesel especificados pela ANP, sendo eles:

Tipo A: utilizado em motores de ciclo diesel. Está presente em todas as regiões do Brasil e possui um teor de enxofre de, no máximo, 1%.

Tipo B: Conhecido como “metropolitano” por estar disponível nas regiões metropolitanas de diversas capitais. Possui um teor de enxofre de no máximo 0,5%.

Tipo C: Possui no máximo 0,3% de enxofre e sua temperatura necessária para destilação de 360°C contra 370°C dos demais tipos. Está disponível apenas em algumas regiões metropolitanas do Brasil.

Tipo D: Trata-se do óleo diesel marítimo. Utilizado em embarcações marítimas, possui seu ponto de fulgor em, no máximo, 60°C. (PINHEIRO, 2004).

Por se tratar de um produto derivado do petróleo, o diesel é uma fonte de energia poluente, tendo o enxofre como o principal responsável, podendo formar SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub>, gerando danos ao meio ambiente, à saúde humana e ao motor pela corrosão das partes metálicas (CARVALHO, 2012).

#### 4.1.1 Mercado de óleo diesel

Por se tratar de um derivado do petróleo, o preço do diesel é relacionado com o preço do mesmo, ou seja, qualquer análise ou previsão a respeito desse combustível deve ser feita em paralelo com o petróleo.

A atual produção de petróleo no Brasil vem crescendo na última década, com exceção dos últimos dois anos que houve uma pequena queda, conforme a série histórica da produção da ANP:

Dados	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Janeiro	54.180.336	55.717.569	56.990.738	60.621.655	64.074.914	68.104.102	71.578.717	65.899.940
Fevereiro	49.050.314	50.962.640	53.188.354	55.301.750	58.450.133	59.770.395	66.195.329	58.470.673
Março	54.419.323	56.770.662	56.154.134	62.356.911	65.360.053	66.812.856	66.982.461	59.451.669
Abril	53.950.736	54.005.952	55.820.290	60.268.488	64.507.031	63.721.721	62.778.582	59.712.864
Mai	56.097.065	55.383.454	58.256.102	62.743.544	66.593.530	66.478.487	65.712.966	63.965.499
Junho	50.633.053	55.393.281	56.826.651	59.550.855	63.706.597	66.364.440	63.128.418	65.244.883
Julho	55.361.436	56.922.644	58.558.470	61.570.285	65.967.243	66.647.401	64.926.154	63.360.295
Agosto	54.647.384	56.428.079	59.074.910	62.905.996	66.688.128	65.850.477	64.311.244	64.533.354
Setembro	53.817.255	53.614.668	57.673.524	61.886.567	62.037.413	65.190.897	59.739.818	65.027.544
Outubro	56.540.126	54.143.377	58.810.805	63.875.344	64.106.260	67.541.464	64.541.115	66.707.594
Novembro	54.857.419	53.146.774	56.124.488	61.686.315	64.874.724	67.962.646	63.500.603	64.628.854
Dezembro	57.353.618	57.964.181	59.119.979	64.147.402	69.958.746	71.047.974	67.540.816	67.687.086
<b>Total do ano</b>	<b>650.908.064</b>	<b>660.453.279</b>	<b>686.598.446</b>	<b>736.915.109</b>	<b>776.324.772</b>	<b>795.492.861</b>	<b>780.936.223</b>	<b>764.690.256</b>

**Tabela 12 – Série histórica de produção de petróleo**  
**Fonte: ANP, 2013**

No caso brasileiro, a tendência é de aumento da produção em consequência das descobertas na camada pré sal. A tabela 13 mostra que a produção do pré sal será muito pequena em 2013, mas crescerá significativamente a partir de então. Portanto, o grosso da produção no curto e no médio prazo advém da camada pré sal.

<b>Projeção da produção total em mil barris de petróleo por dia.</b>		
<b>Ano</b>	<b>Volume Total</b>	<b>Volume pré sal</b>
2006	2298	0
2009	2757	0
2012	3494	0
2013	3655	219
2015	4153	582
2020	5729	1815

**Tabela 13 – Projeção da produção de petróleo.**  
**Fonte: BNDES, 2006**

Com o aumento da produção de petróleo pela Petrobras no Brasil, tem-se uma perspectiva de manutenção da competitividade, no mercado nacional, de seus derivados.

O volume de importações de petróleo vem diminuindo gradualmente no decorrer dos últimos anos, mostrando assim a diminuição da dependência dessa commodities perante a produção estrangeira, como se analisa na tabela abaixo com os dados de importação entre os anos de 2003 e 2012:

Meses	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Janeiro	7.295.794	14.057.336	9.868.718	10.794.611	7.991.987	6.436.554	9.451.622	10.681.060
Fevereiro	10.022.426	10.523.713	11.201.365	12.059.795	11.129.992	11.707.811	6.053.356	9.562.814
Março	14.015.306	15.736.217	11.403.223	10.996.750	11.134.698	11.748.781	8.615.162	10.671.558
Abril	10.778.205	11.135.984	10.297.307	11.140.811	11.980.744	13.616.415	12.709.160	11.501.267
Mai	12.509.383	12.391.814	15.522.749	13.585.068	9.937.681	11.500.349	9.760.269	14.975.077
Junho	10.503.616	10.232.132	16.932.371	12.718.374	11.462.059	10.589.444	14.247.654	8.765.787
Julho	9.335.086	16.949.702	14.574.065	13.225.803	14.852.250	6.453.578	11.759.157	28.317.365
Agosto	16.503.796	10.929.431	14.889.887	8.988.223	6.757.802	8.911.900	4.276.558	6.242.997
Setembro	8.611.669	13.549.240	10.907.510	15.390.576	11.123.903	9.065.276	9.042.617	7.595.188
Outubro	11.306.644	17.682.419	13.319.456	11.961.399	8.172.393	12.148.081	3.567.839	19.247.027
Novembro	15.130.291	14.012.827	7.559.157	10.529.671	10.268.299	11.165.844	13.796.647	8.641.972
Dezembro	5.496.145	12.432.759	12.732.174	12.122.284	8.836.829	7.928.899	10.667.803	11.636.560
<b>Total do Ano</b>	<b>131.508.359</b>	<b>159.633.574</b>	<b>149.207.982</b>	<b>143.513.364</b>	<b>123.648.637</b>	<b>121.272.932</b>	<b>113.947.844</b>	<b>147.838.672</b>

**Tabela 14 – Série histórica da importação de petróleo**

Fonte: ANP

#### 4.2 Vantagens do Diesel na Geração de Energia Elétrica

Os grupos geradores a diesel apresentam como vantagens:

- Baixo custo de aquisição quando comparados com outros tipos de fonte de energia como eólica e fotovoltaica;
- Facilidade em encontrar peças de reposição;
- Existem máquinas de diversas potências encontradas comercialmente;
- Apresentam robustez;
- Podem ser alimentados com biodiesel e já existem alguns motores que podem ser alimentados diretamente com óleos vegetais in natura, em lugar do óleo diesel, contribuindo assim para a diminuição da emissão de gases poluentes para o meio ambiente.

Como desvantagens, os grupos geradores apresentam:

- Alto custo de manutenção, devido ao fato de ser necessária manutenção constante no motor, e alto custo operacional acarretado pela compra, transporte e distribuição do óleo diesel;
- Poluição do meio ambiente através de emissão de gases de efeito estufa e descarte do óleo lubrificante;

- Poluição sonora, caso o grupo gerador não esteja dentro de uma cabine própria para atenuar o ruído. (BARRETO, 2008)

### 4.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

#### 4.3.1 Método de Análise Financeira

Todas as pesquisas realizadas nos capítulos anteriores permite ter uma previsão de quais serão os equipamentos, serviços e obras a serem considerados num orçamento, que servirá para uma futura comparação econômica. Vale salientar que, para obras públicas, o bem a ser contratado será por meios licitatórios.

Segundo o Tribunal de Contas da União (TCU): obra pública é considerada toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. Ela pode ser realizada de forma direta, quando a obra é feita pelo próprio órgão ou entidade da Administração, por seus próprios meios, ou de forma indireta, quando a obra é contratada com terceiros por meio de licitação. Neste caso, são autorizados diversos regimes de contratação:

- Empreitada por preço global: quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo e total;
- Empreitada por preço unitário: quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas;
- Tarefa: quando se ajusta mão-de-obra para pequenos trabalhos por preço certo, com ou sem fornecimento de materiais;
- Empreitada integral: quando se contrata um empreendimento em sua integralidade.

Para o presente, estudo foram levantadas as necessidades da instituição, segundo o TCU, o órgão deve levantar suas principais necessidades, definindo o universo de ações e empreendimentos que deverão ser relacionados para estudos de viabilidade, como o GMG em si e os demais itens necessários, como obras civis, mecânicas e demais equipamentos necessários para a correta implementação do GMG. Também foram estimados custos diretos para tais obras com empresas especializadas, tendo assim um valor global total que será utilizado como investimento inicial para análise de viabilidade econômica.

Os custos de equipamentos são específicos de cada fabricante, onde a composição final é gerada pela estrutura de análises internas, utilizando bancos de dados gerados por diversas aplicações no mesmo segmento.

Cada obra não convencional deve gerar o seu banco de dados próprio, dando origem a processos de consolidação de informações, dentro de um mesmo segmento.

Como este estudo considera apenas o anteprojeto das obras elétricas, civis e mecânicas, estão excluídos custos das condições para a execução da obra, das contingências, de canteiros, das sujeições imprevistas (fatores internos à obra) e das eventuais superveniências (fatores externos à obra). Transferindo a análise de custos indiretos e de equipamentos para fornecedores.

Os mais diversos custos envolvidos na instalação de grupo moto geradores são muito peculiares e de conhecimento de empresas e profissionais especializados, que possuem conhecimento e experiência suficiente para poder elaborar propostas mais próximas da realidade. Assim, para que este estudo fique de acordo com as normas vigentes e com preços atuais de mercado, todos os custos com equipamentos e serviços necessários foram consultados com os respectivos fornecedores.

#### 4.3.2 Componentes de Custo para Implementação do GMG a OD

Neste capítulo serão abordados todos os custos pertinentes à execução do projeto, os quais foram distribuídos da seguinte forma:

- Dois GMG's Cummins Power Generation, modelo C400-D6, desenvolvendo a potência nominal de 400 kW (500 kVA) em regime "Stand By" ou 356 kW (456 kVA) em regime "Prime Power", totalizando um fornecimento total de 800 kW (1.000 kVA) em regime "Stand By", ambos conectados na tensão de 480/277 Vac composto de:

- Motor Diesel CUMMINS modelo NTA855-G5, refrigerado por radiador, turboalimentado, seis cilindros em LINHA, desenvolvendo 614 CV de potência bruta a 1800 rpm, construção específica para acionamento de alternadores elétricos, sistema de injeção do combustível com gerenciador eletrônico de rotação do motor, com baixos índices de emissões e máximo de aproveitamento do combustível;

- Alternador Cummins Power Generation, construção horizontal “single bearing”, isolamento classe H conforme NEMA MG1-1.65, trifásico 220 V ou 380 V, fator de potência 0,8 fechamento em estrela com neutro acessível, 4P-60 Hz, 1800 rpm, elevação de temperatura até 105/125°C, arrefecimento por ventilador montado no próprio eixo, sistema de excitação brushless, tipo ímã permanente, com regulador de tensão controlado por microprocessador;

- Painel de comando e controle PowerCommand modelo PCC3.3, montagem compacta individual para cada grupo motor-gerador, à prova de vibrações, com todas as funções para supervisão de partida, funcionamento e parada do grupo gerador.

- O sistema de elevação visa elevar a tensão gerada dos grupos geradores em 0,48 kV para tensão de distribuição da UTFPR 13,8 kV, composto de um transformador de 1.000 kVA isolamento óleo mineral, classe 15 kV;
- Sistema de Proteção: Fornecimento do sistema de proteção e instalação conforme exigência da Copel estando incluso de um relé multi-função, este capaz de efetuar as seguintes proteções ANSI: 67, 32, 50/51, 50/51N, 81, 81H, 27;
- Sistema de Transferência: composto de dois disjuntores de 630 A classe 15 kV motorizado-tipo SF6;
- Componentes montagens da S.E.:
  - Seis TP's classe 15 kV;
  - Seis TC's classe 15 kV;
  - Duas chaves seccionadoras tripolar com punho;
- Instalação elétrica e comissionamento dos sistemas de paralelismo e proteção de BT e MT;
- Construção Civil: Composto pela construção e reforço estrutural para a sala dos GMG's, transformador, painéis, como para o tanque de óleo diesel instalado externamente a edificação e mão de obra.
- Isolamento acústico: adicional instalado nas paredes, portas e saídas de ventilação da casa dos geradores, para atenuação acústica de 65 dB para 45 db e a mão de obra.

- Construção Mecânica: Composto pelo tanque de OD em aço-carbono capacidade para 5000 l, central, bomba de óleo diesel, infraestrutura de tubulação para abastecimento dos geradores e mão de obra.

A seguir estão relacionados os custos de todos os equipamentos e mão de obra, pertinentes a execução da proposta.

ITEM	QTD	DESCRIÇÃO	FORNECEDOR	CUSTO (R\$)
1	2	GMG Cummins, modelo C400 D6, operação prime, potência de 365 kW – 456 kVA, tensão 440 V, frequência 60 Hz, carenado e silenciado 65 dB.	MOTORMAC	252.000,00
2	1	Transformador de potência à óleo de 1000 kVA, 13,8 kV/440 V, frequência 60 Hz.	COMTRAFO	39.424,00
3	2	Painel de Proteção Modelo PCC3.3 para proteção e sincronismo em BT e sistema de paralelismo	MOTORMAC	50.000,00
4	1	Painel de Transferência Automática (QTA), Proteção com disjuntor de MT e relé SEPAM 42 para controle de rampa, TC's e TP's	MOTORMAC	140.000,00
5	-	Todos materiais e mão-de-obra inerentes as instalações de BT e MT (elétrica/mecânica) e assentamento dos grupos geradores dentro da sala.	MOTORMAC	120.000,00
6	-	Construção civil, alvenaria, reforço estrutural e mão de obra.	LH Engenharia	8.500,00
7	-	Isolamento acústico em filtro de paredes e porta, materiais adicionais e mão de obra.	TE ENGENHARIA ACUSTICA	20.670,00
8	1	Tanque de OD Aéreo em aço carbono de volume 5.000 l, caixa de captação 5000 l, central de controle e materiais de infraestrutura mecânica.	Mahle e NUPI	28.985,80
9	-	Bomba de óleo diesel, mão de obra para instalação de infraestrutura mecânica.	EMI	14.027,68
		<b>TOTAL</b>		<b>673.607,48</b>

**Tabela 15 – Custos considerados para análise econômica.**  
**Fonte: PRÓPRIA**

#### 4.3.3 Retorno Econômico da Nova Proposta

Para análise de retorno econômico, ambos os sistemas serão comparados. Os custos com a concessionária, levantados a partir da tarifa de energia elétrica da UTFPR, e os custos de geração através de GMG, calculados através do consumo de OD e manutenção.

Para a análise de retorno do investimento serão considerados os seguintes custos de cada sistema:

- Sistema atual: custos com energia e utilização do sistema durante a ponta, que estão descritos na tabela 3;
- Sistema proposto: Equipamentos, Óleo Diesel, Instalação e Manutenção, mostradas na tabela 11.

Ainda para a análise do comparativo econômico, consideram-se os reajustes médios anuais, tanto para a tarifa de energia por parte da concessionária, que é definido por resoluções da ANEEL, e também considerado o reajuste médio anual no preço do óleo diesel, que é definido pela PETROBRÁS.

O reajuste anual permitido pela ANEEL para a COPEL foi de 9,55%, enquanto que o reajuste do óleo diesel em 2013 foi de 20%, segundo dados da PETROBRÁS.

Estes dois percentuais serão aplicados mês a mês, tanto para o consumo de energia quanto para o consumo mensal de óleo diesel. No item 3.1.4 é possível verificar o consumo de óleo diesel necessário para que o GMG supra toda a energia da UTFPR durante o horário de ponta.

Para facilitar a comparação direta entre o consumo de energia existente e o consumo do sistema proposto será calculado o custo em kWh do gerador.

De posse da potência ativa do gerador,  $P_{gmg} = 365$  kW, e do seu consumo de combustível, é calculado o valor da tarifa de energia do GMG pela seguinte formulação matemática:

$CE_{gmg} = (CD \cdot C_{gmg} + M_{gmg}) / P_{gmg}$ , onde:

$CE_{gmg}$ : Custo da energia elétrica do GMG (kWh);

CD: Custo do Óleo Diesel (R\$/l);

Cgmg: Consumo de Diesel do GMG (l/h);

Mgmg: Custo de Manutenção do GMG, fornecido pela Cummins (R\$/h);

Pgmg: Potência ativa do GMG (kW).

$$CEgmg = (2,298 \cdot 107 + 67,44) / 365 = 0,537 \text{ R\$/kWh}$$

Assim, é possível comparar este valor com os valores da tarifa horossazonal verde A4 onde a soma das tarifas de consumo de energia e utilização do sistema da tabela 2 é de 1,025925 R\$/kWh, que é quase duas vezes maior que os custos de energia do GMG. A diferença entre esses dois valores já é o primeiro indício de que a instalação de um sistema GMG é viável.

Com base nos dados analisados, foi possível compor a tabela de retorno do investimento. Os valores adotados na planilha são mensais, permitindo visualizar claramente o retorno mensal e o retorno acumulado ao longo do tempo.

O retorno mensal foi elaborado através da seguinte formulação matemática:

$$EM = CEM \cdot RE - (Cgmg \cdot RO + MAN), \text{ onde;}$$

EM: Economia mensal gerada;

CEM: Custo médio com energia elétrica;

RE: Reajuste médio mensal de energia elétrica;

Cgmg: Custo médio mensal com consumo de óleo diesel;

RO: Reajuste médio mensal do óleo diesel;

MAN: Custos mensais com manutenção.

Já o retorno do investimento inicial pode ser obtido através da relação:

$$RI = IVI - EM, \text{ onde;}$$

RI: Retorno do investimento;

IVI: Investimento inicial em reais (R\$ 673.607,48);

EM: Economia mensal gerada.

O ponto equilíbrio ocorrerá no mês em que o valor do investimento deixará de ser negativo. Neste ponto a instituição terá recuperado seu investimento inicial através da economia gerada pelo sistema proposto. Ainda foi considerado que a

obra se estenderá por quatro meses, sendo assim o mês inicial para se considerar o início da análise do comparativo seria o quinto mês.

A tabela 16 exibe os dados projetados e realiza a comparação numérica entre os dois sistemas, enquanto que o gráfico 2 exibe de forma mais simplificada a curva de custos de cada sistema por mês, ficando visual a interpretação do ponto de equilíbrio.

MÊS	SISTEMA ATUAL		SISTEMA PROPOSTO			COMPARATIVO ECONÔMICO	
	Gastos com Energia (R\$)	Custo Total Acumulado (R\$)	Consumo de Óleo Diesel (R\$)	Manutenção Mensal (R\$)	Custo Total Acumulado (R\$)	Economia Mensal (R\$)	Fluxo de Caixa (R\$)
mai/14	26.666,12	26.666,12	-	-	673.607,48	-	- 673.607,48
jun/14	26.667,12	53.333,24	-	-	673.607,48	-	- 673.607,48
jul/14	26.668,12	80.001,36	-	-	673.607,48	-	- 673.607,48
ago/14	26.669,12	106.670,48	-	-	673.607,48	-	- 673.607,48
set/14	26.670,12	133.340,60	8.962,20	4.451,04	687.020,72	13.256,88	- 660.350,60
out/14	26.882,37	160.222,97	9.111,57	4.451,04	700.583,33	13.319,76	- 647.030,84
nov/14	27.096,31	187.319,28	9.263,43	4.451,04	714.297,80	13.381,84	- 633.649,00
dez/14	27.311,95	214.631,23	9.417,82	4.451,04	728.166,66	13.443,09	- 620.205,91
jan/15	27.529,31	242.160,54	9.574,78	4.451,04	742.192,48	13.503,48	- 606.702,43
fev/15	27.748,40	269.908,93	9.734,36	4.451,04	756.377,89	13.562,99	- 593.139,44
mar/15	27.969,23	297.878,16	9.896,60	4.451,04	770.725,53	13.621,58	- 579.517,85
abr/15	28.191,81	326.069,97	10.061,55	4.451,04	785.238,12	13.679,23	- 565.838,62
mai/15	28.416,17	354.486,15	10.229,24	4.451,04	799.918,39	13.735,90	- 552.102,73
jun/15	28.642,32	383.128,47	10.399,73	4.451,04	814.769,16	13.791,55	- 538.311,17
jul/15	28.870,26	411.998,73	10.573,05	4.451,04	829.793,25	13.846,17	- 524.465,00
ago/15	29.100,02	441.098,75	10.749,27	4.451,04	844.993,57	13.899,71	- 510.565,29
set/15	29.331,61	470.430,37	10.928,43	4.451,04	860.373,03	13.952,14	- 496.613,15
out/15	29.565,04	499.995,41	11.110,57	4.451,04	875.934,64	14.003,44	- 482.609,71
nov/15	29.800,33	529.795,74	11.295,74	4.451,04	891.681,42	14.053,55	- 468.556,17
dez/15	30.037,49	559.833,23	11.484,01	4.451,04	907.616,47	14.102,45	- 454.453,72
jan/16	30.276,54	590.109,77	11.675,41	4.451,04	923.742,92	14.150,09	- 440.303,62
fev/16	30.517,49	620.627,26	11.870,00	4.451,04	940.063,95	14.196,46	- 426.107,17
mar/16	30.760,36	651.387,62	12.067,83	4.451,04	956.582,82	14.241,49	- 411.865,68
abr/16	31.005,16	682.392,78	12.268,96	4.451,04	973.302,82	14.285,16	- 397.580,52
mai/16	31.251,91	713.644,69	12.473,44	4.451,04	990.227,30	14.327,43	- 383.253,09
jun/16	31.500,62	745.145,32	12.681,33	4.451,04	1.007.359,68	14.368,25	- 368.884,84
jul/16	31.751,32	776.896,63	12.892,69	4.451,04	1.024.703,40	14.407,59	- 354.477,25
ago/16	32.004,00	808.900,63	13.107,57	4.451,04	1.042.262,01	14.445,40	- 340.031,86
set/16	32.258,70	841.159,34	13.326,03	4.451,04	1.060.039,08	14.481,64	- 325.550,22
out/16	32.515,43	873.674,76	13.548,13	4.451,04	1.078.038,24	14.516,26	- 311.033,96
nov/16	32.774,20	906.448,96	13.773,93	4.451,04	1.096.263,21	14.549,23	- 296.484,73
dez/16	33.035,02	939.483,98	14.003,49	4.451,04	1.114.717,75	14.580,49	- 281.904,24
jan/17	33.297,93	972.781,91	14.236,89	4.451,04	1.133.405,67	14.610,00	- 267.294,24
fev/17	33.562,92	1.006.344,83	14.474,17	4.451,04	1.152.330,88	14.637,72	- 252.656,53
mar/17	33.830,03	1.040.174,86	14.715,40	4.451,04	1.171.497,32	14.663,59	- 237.992,94
abr/17	34.099,26	1.074.274,12	14.960,66	4.451,04	1.190.909,02	14.687,56	- 223.305,38
mai/17	34.370,63	1.108.644,75	15.210,00	4.452,04	1.210.571,07	14.708,59	- 208.596,80
jun/17	34.644,17	1.143.288,92	15.463,50	4.453,04	1.230.487,61	14.727,62	- 193.869,17
jul/17	34.919,88	1.178.208,79	15.721,23	4.454,04	1.250.662,88	14.744,61	- 179.124,57
ago/17	35.197,78	1.213.406,57	15.983,25	4.455,04	1.271.101,17	14.759,49	- 164.365,08
set/17	35.477,89	1.248.884,47	16.249,64	4.456,04	1.291.806,85	14.772,22	- 149.592,86
out/17	35.760,24	1.284.644,71	16.520,46	4.457,04	1.312.784,35	14.782,73	- 134.810,13
nov/17	36.044,83	1.320.689,54	16.795,81	4.458,04	1.334.038,20	14.790,99	- 120.019,14
dez/17	36.331,69	1.357.021,23	17.075,74	4.459,04	1.355.572,98	14.796,91	- 105.222,23
jan/18	36.620,83	1.393.642,05	17.360,33	4.460,04	1.377.393,35	14.800,46	- 90.421,77
fev/18	36.912,27	1.430.554,32	17.649,67	4.461,04	1.399.504,06	14.801,56	- 75.620,21
mar/18	37.206,03	1.467.760,35	17.943,83	4.462,04	1.421.909,93	14.800,16	- 60.820,06
abr/18	37.502,13	1.505.262,48	18.242,90	4.463,04	1.444.615,87	14.796,19	- 46.023,87
mai/18	37.800,58	1.543.063,06	18.546,94	4.464,04	1.467.626,85	14.789,60	- 31.234,27
jun/18	38.101,41	1.581.164,47	18.856,06	4.465,04	1.490.947,95	14.780,31	- 16.453,96
jul/18	38.404,63	1.619.569,11	19.170,33	4.466,04	1.514.584,32	14.768,27	- 1.685,69
ago/18	38.710,27	1.658.279,38	19.489,83	4.467,04	1.538.541,19	14.753,40	- 13.067,71
set/18	39.018,34	1.697.297,72	19.814,66	4.468,04	1.562.823,89	14.735,64	- 27.803,35
out/18	39.328,86	1.736.626,58	20.144,91	4.469,04	1.587.437,84	14.714,91	- 42.518,26
nov/18	39.641,85	1.776.268,43	20.480,66	4.470,04	1.612.388,54	14.691,16	- 57.209,42
dez/18	39.957,34	1.816.225,77	20.822,00	4.471,04	1.637.681,58	14.664,30	- 71.873,72

jan/19	40.275,33	1.856.501,10	21.169,03	4.472,04	1.663.322,65	14.634,26	86.507,97
fev/19	40.595,86	1.897.096,96	21.521,85	4.473,04	1.689.317,54	14.600,96	101.108,94
mar/19	40.918,93	1.938.015,89	21.880,55	4.474,04	1.715.672,13	14.564,34	115.673,28
abr/19	41.244,58	1.979.260,47	22.245,22	4.475,04	1.742.392,39	14.524,31	130.197,59
mai/19	41.572,82	2.020.833,28	22.615,98	4.476,04	1.769.484,41	14.480,80	144.678,39
jun/19	41.903,67	2.062.736,95	22.992,91	4.477,04	1.796.954,36	14.433,71	159.112,11
jul/19	42.237,15	2.104.974,10	23.376,13	4.478,04	1.824.808,53	14.382,98	173.495,09
ago/19	42.573,29	2.147.547,38	23.765,73	4.479,04	1.853.053,29	14.328,52	187.823,61
set/19	42.912,10	2.190.459,48	24.161,82	4.480,04	1.881.695,16	14.270,24	202.093,84
out/19	43.253,61	2.233.713,09	24.564,52	4.481,04	1.910.740,72	14.208,05	216.301,89
nov/19	43.597,83	2.277.310,92	24.973,93	4.482,04	1.940.196,69	14.141,86	230.443,75
dez/19	43.944,80	2.321.255,72	25.390,16	4.483,04	1.970.069,89	14.071,60	244.515,35
jan/20	44.294,53	2.365.550,25	25.813,33	4.484,04	2.000.367,26	13.997,16	258.512,51
fev/20	44.647,04	2.410.197,29	26.243,55	4.485,04	2.031.095,85	13.918,45	272.430,95
mar/20	45.002,35	2.455.199,64	26.680,95	4.486,04	2.062.262,84	13.835,37	286.266,32
abr/20	45.360,50	2.500.560,14	27.125,63	4.487,04	2.093.875,51	13.747,83	300.014,15

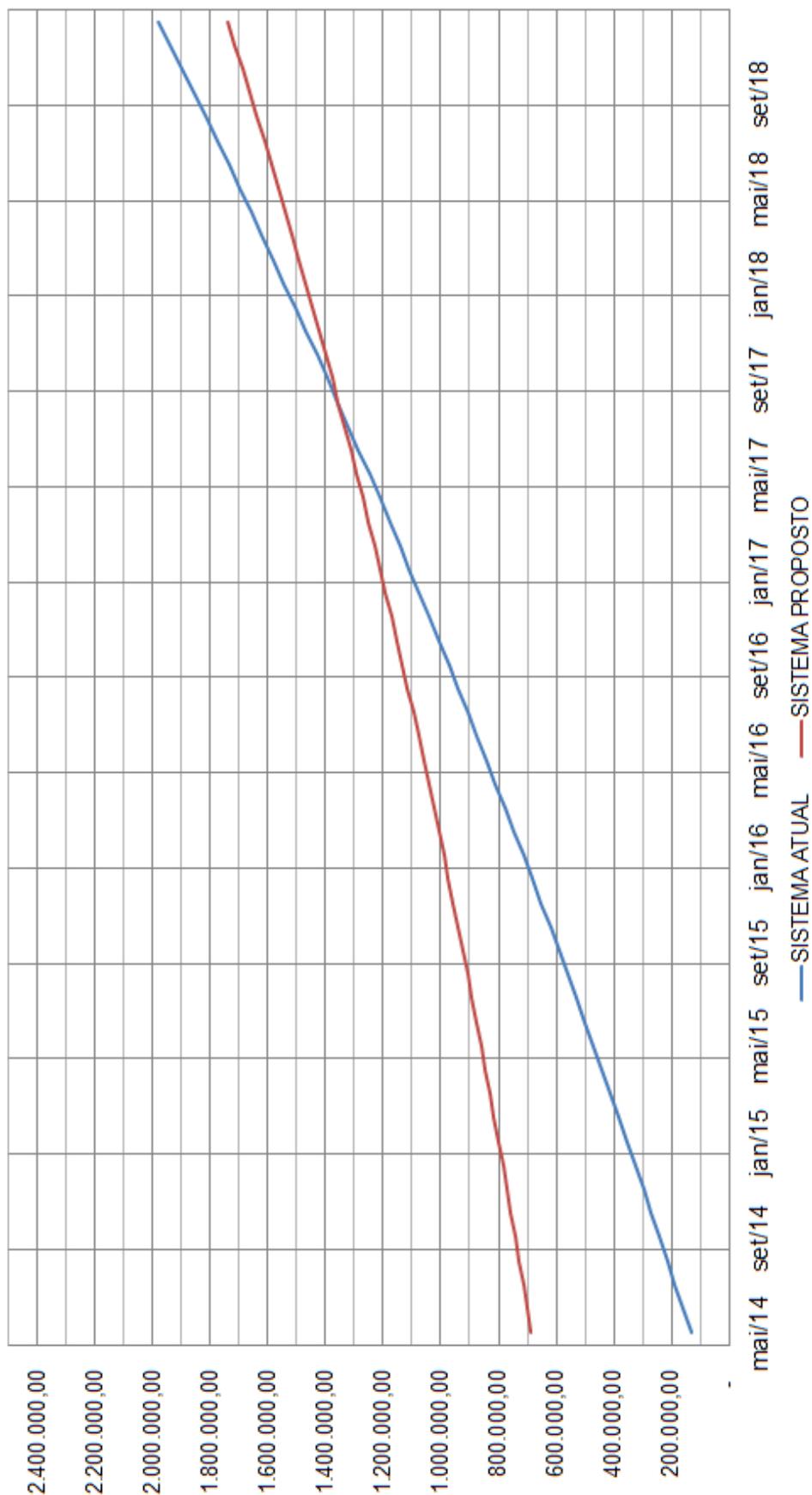
**Tabela 16 – Tabela de retorno do investimento**  
**Fonte Própria**

Na tabela 16 foram planilhados lado a lado os custos mensais de cada sistema. Para melhor entendimento será realizado um resumo do investimento inicial.

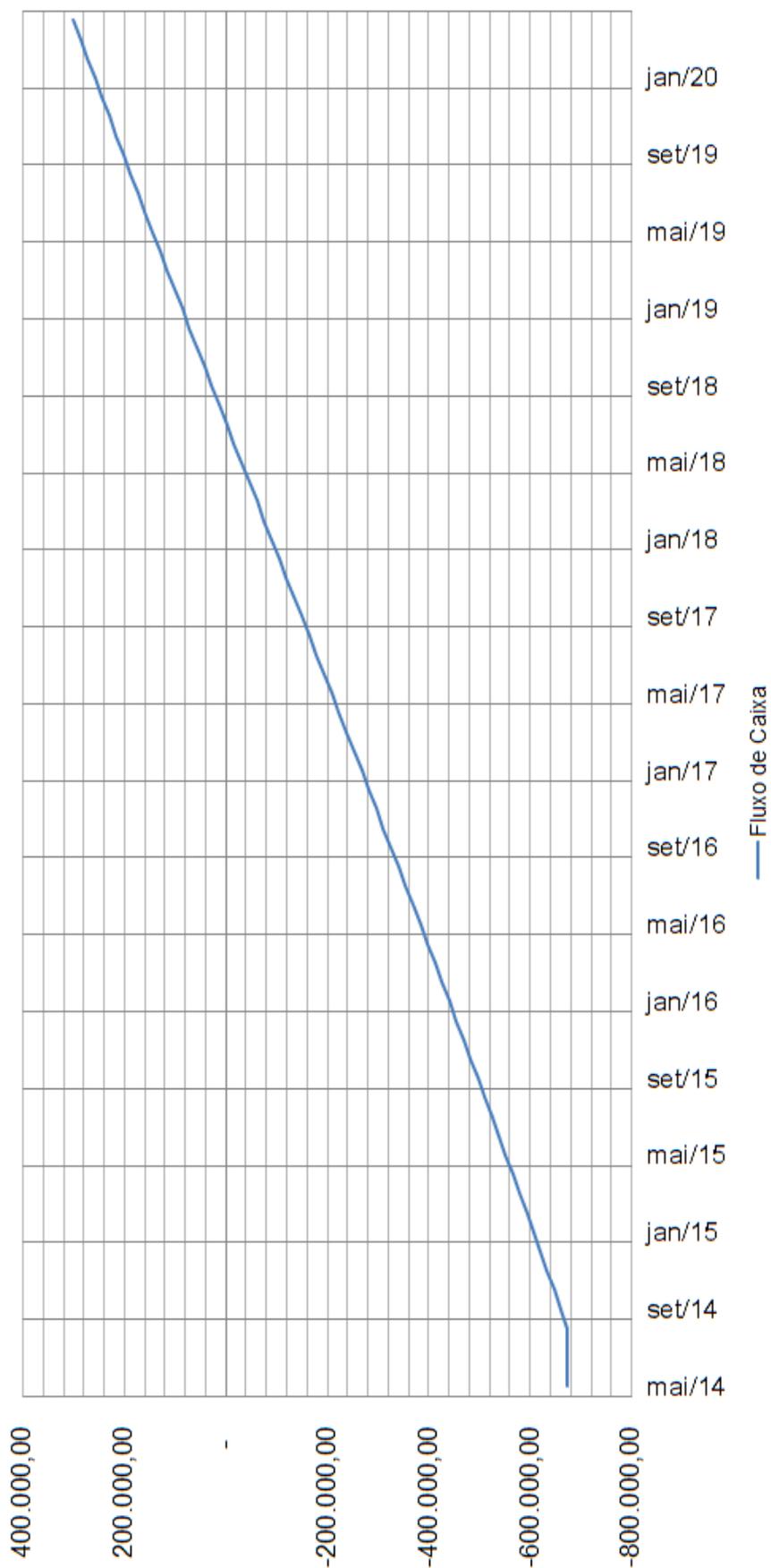
- Após o primeiro ano o saldo de caixa é negativo, no valor de –R\$552 mil;
- Após o segundo ano o saldo de caixa é negativo, no valor de –R\$383 mil;
- Após o terceiro ano o saldo de caixa é negativo, no valor de –R\$208 mil;
- Após o quarto ano o saldo de caixa é negativo, no valor de –R\$32 mil;
- No quinto ano (agosto de 2018) o saldo de caixa atinge o ponto de equilíbrio e deixa de ser negativo;
- Após o quinto ano o saldo de caixa é **positivo**, no valor de R\$144 mil;
- Após sete anos o saldo de caixa é positivo, no valor de R\$300 mil.

Através do gráfico 5 fica evidente que o retorno do investimento se dá antes do quinto ano após o investimento, que é um resultado bastante positivo, ficando a critério da instituição realizar processo licitatório para aquisição de GMG.

O presente estudo confirma que a instalação do sistema de geração própria é viável e eficaz, reduzindo praticamente pela metade os custos com energia elétrica durante o horário de ponta.



**Gráfico 5 – Gráfico de retorno do investimento**  
 Fonte: Própria



**Gráfico 6 - Fluxo de Caixa**  
Fonte: Própria

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou uma alternativa à diminuição de gastos com energia elétrica na UTFPR, campus Curitiba-PR. Para isso foi realizado uma análise de temas que abordam o óleo diesel como alternativa para geração de energia elétrica: análise de mercado do combustível, operação de equipamentos elétricos, estruturas e espaço físico necessário, custos envolvidos e outros temas necessários para implantação de um novo sistema de GMG movido a OD, visando à substituição do sistema de distribuição da concessionária no horário de ponta.

Conforme visto, o valor da tarifa, tanto do consumo (R\$/kWh) quanto da utilização do sistema de distribuição (R\$/kW), varia em determinados períodos do dia, esses períodos são chamados de horário de ponta e horário fora de ponta. Estes valores variam de acordo com a modalidade de tarifa em que o consumidor está enquadrado. A tarifa horossazonal verde, aplicada a UTFPR, apresenta discrepância de valores entre o horário de ponta e o horário fora de ponta, no horário de ponta os valores cobrados são cerca de 27 vezes maior para o uso de sistema de distribuição e de, aproximadamente, 2 vezes para o consumo de energia elétrica, fator determinante a realização do presente trabalho.

Por ser uma alternativa menos dispendiosa, propôs-se, para diminuir as despesas no horário de ponta, a instalação de GMG's nas dependências da UTFPR. O GMG seria utilizado apenas nos horários de ponta, sendo este utilizado no horário de ponta, de forma a suprir toda a energia necessária, substituindo o papel da concessionária no fornecimento de energia.

Analisou-se a situação atual e futura das conjunções econômicas e políticas e entendeu-se que a melhor opção de combustível para o GMG é o óleo diesel. Mesmo se tratando de uma fonte de energia não renovável, possui vantagens inegáveis, frente a outros combustíveis como o gás natural, em relação ao preço, a quantidade de fornecedores e a relativa estabilidade perante o mercado internacional, pois, boa parte de sua produção é nacional; as perspectivas futuras positivas referentes ao aumento da produção de petróleo brasileira através do pré sal. Apesar dos prós a favor do OD, pode-se citar seu impacto ambiental elevado como um ponto negativo em sua utilização em comparação a outros combustíveis utilizados em geradores. Há diversos benefícios comparando-se o GMG a OD em

relação aos demais, como o fato desses serem mais rápidos em assumir a carga, mais seguros por não propiciar centelhamento e mais barato.

Optou-se pela instalação de dois geradores modelo C400 D6 – Prime, de potência 365 kW, 456 kVA. Fez-se esta escolha com base na demanda média da UTFPR, no horário de ponta, que é de 334,68 kW. São utilizados dois geradores devido ao funcionamento em paralelo dos GMG's e ao sistema de rampa da concessionária. Como trata-se de um gerador com objetivo de reduzir custos no horário de ponta, decidiu-se pela utilização de um gerador do tipo Prime Power, que é o mais indicado para esta necessidade.

Um pré-projeto civil foi desenvolvido levando-se em consideração questões essenciais como a logística e estocagem do óleo diesel, a indisponibilidade de espaço no interior da universidade e o fato da UTFPR ser uma instituição de ensino e, por essa razão, deve-se evitar ruídos intensos. Disponibilizou-se duas opções de tanques para armazenamento do óleo diesel, uma enterrada e outra aérea. Para o isolamento acústico, por fim, fez-se um projeto de uma sala, contemplando os GMG's, capaz de reduzir consideravelmente o ruído em decibéis em seu exterior.

Os custos de aquisição dos GMG's e da instalação de toda a estrutura necessária ao gerador e ao tanque de óleo diesel são os valores iniciais do investimento para implantação do GMG's. De posse de todos os custos pertinentes a energia elétrica consumida, foi realizada um comparativo da tarifa horossazonal verde, que é o modelo tarifário utilizado pela UTFPR, com os custos provenientes do sistema do GMG no horário de ponta.

Como visto a economia mensal com o uso do GMG é a diferença entre os custos atuais com a tarifa horossazonal verde da concessionária e o custo da energia que será proveniente da utilização do GMG em horário de ponta. Após as comparações a redução de custos com energia foi de aproximadamente 50%, podendo este percentual variar de acordo o consumo na ponta. De posse dos valores das receitas mensais, estimando-se que a energia consumida no horário de ponta já está sendo suprida pelo GMG, pode-se analisar financeiramente o tempo de retorno dos investimentos feitos para aquisição e instalação do GMG.

A aquisição e instalação do Grupo Motor-Gerador a óleo diesel mostra-se economicamente viável e atrativo, já que o retorno do investimento se dará aproximadamente no 52º mês. A partir desta data, a instituição evitará desperdícios consideráveis com custos de energia elétrica. Com esta economia em energia, a

instituição poderá investir na ampliação e melhoria do espaço físico já existente, aquisição de materiais e equipamentos didáticos pra laboratórios, salas de aula e demais departamentos.

Outro fator relevante condiz com a questão dos investimentos públicos. Que contribuem para o desenvolvimento tecnológico e social, de forma que este modelo de projeto pode ser utilizado em outras instituições de ensino, ou mesmo para empresas de desenvolvimentos das áreas afins do petróleo. De modo que este estudo sirva como incentivo ao desenvolvimento de novos projetos de fontes alternativas.

Esta iniciativa é composta pelos gastos mensais e pelo investimento inicial que são basicamente a aquisição do GMG, construções das instalações necessárias ao GMG, como a sala com atenuação acústica, e as instalações relativas ao óleo diesel, como o volume utilizado para estoque deste e tubulação que abastece o GMG. Os gastos mensais são oriundos da manutenção do GMG e de eventuais manutenções as estruturas relativas ao óleo diesel e dos gastos na aquisição de óleo diesel que serão de 3900 l por mês. A economia mensal gerada por essa processo será o total gasto de energia elétrica no horário de ponta, que é de mais de R\$26.000,00 menos o montante gasto para aquisição da quantidade mensal de óleo diesel. Analisando-se o fluxo de caixa da economia mensal gerada e levando-se em conta o investimento inicial, chega-se à conclusão que o projeto proporcionará retorno financeiro positivo a partir do 52º mês de sua implantação.

Conclui-se que os objetivos buscados através desse estudo de caso foram alcançados. Os resultados, em termos financeiros, que podem ser alcançados por parte da UTFPR, caso adotado este estudo de caso, são inegavelmente positivos a médio prazo, possibilitando com isso uma relocação de gastos para estrutura, equipamentos e atividades acadêmicas que possam a engrandecer a instituição e seus estudantes e futuros profissionais.

Como sugestão futura, a possibilidade, se implementado o sistema, de se abrir ao Mercado Livre para compra e venda de excedente de energia.

## 6. REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução nº456**: Estabelece de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica, de 29 de novembro de 2000.

ANP. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Importações e exportações de petróleo**. Disponível em <<http://dados.gov.br/dataset/petroleo-importacoes-exportacoes/resource/c1d2e21c-1113-4bbf-bc29-fa9da9a8797f>>.

Acesso em 14 de janeiro de 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14725-2**: Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15461**: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Construção e instalação de tanque aéreo de aço-carbono. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 1997.

BARRETO, Eduardo J. F.; PINHO, João T. **Sistemas Híbridos – Soluções Energéticas para a Amazônia**. Disponível em: <[http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Solucoes\\_Energeticas\\_para\\_a\\_Amazonia\\_Hibrido.pdf](http://luzparatodos.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Solucoes_Energeticas_para_a_Amazonia_Hibrido.pdf)>.

Acesso em 14 de janeiro de 2014.

BNDES. **Perspectivas do investimento 2012-2013**. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv\\_perspectivas/02\\_Perspectivas do Investimento 2010 13 PETROLEO E GAS.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/02_Perspectivas_do_Investimento_2010_13_PETROLEO_E_GAS.pdf)>. Acesso em 2 de fevereiro de 2014

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978- NR 20. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Fontes – Tipos e Fontes de Energia – Geração de Energia Elétrica**. Disponível em <[http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/fontes?\\_afLoop=165122296308906#%40%3F\\_afLoop%3D165122296308906%26\\_adf.ctrl-state%3D1bwmkncgku\\_4](http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_afLoop=165122296308906#%40%3F_afLoop%3D165122296308906%26_adf.ctrl-state%3D1bwmkncgku_4)>. Acesso em 31 de julho de 2014.

CARVALHO, Carlos H. R. **Emissões Relativas de Poluente do Transporte Motorizado de Passageiros nos Grandes Centros Urbanos Brasileiros**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1578/1/td\\_1606.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1578/1/td_1606.pdf)>. Acesso em 16 de janeiro de 2014.

COPEL. **NTC 903105: Geração Própria com Paralelismo Momentâneo**. Curitiba, 2011.

CUMMINS POWER GENERATOR. **Catálogo Institucional**. Disponível em <[http://www.cumminspower.com.br/bib\\_catalogo.asp](http://www.cumminspower.com.br/bib_catalogo.asp)>. Acesso em 10 de fevereiro de 2014.

CUMMINS POWER GENERATOR. **Manual de Aplicações para Grupos Geradores Arrefecidos a Água**. Manual de Aplicação Disponível em <<http://www.cumminspower.com>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2014.

INEE. Instituto Nacional de Eficiência Energética. **O que é 'Geração Distribuída'?**. Disponível em: < [http://www.inee.org.br/forum\\_ger\\_distrib.asp](http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp)>. Acesso em 26 de julho de 2013.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Mais eficiente e econômica, iluminação LED será certificada.** Disponível em: < [http://www.inmetro.gov.br/noticias/verNoticia.asp?seq\\_noticia=3524](http://www.inmetro.gov.br/noticias/verNoticia.asp?seq_noticia=3524)>. Acesso em 23 de fevereiro de 2013.

LACERDA, Ricardo B.; EDGAR, Miguel M. **Avaliação da Geração de Energia Elétrica com Óleo Diesel Através dos Custos.** Disponível em: <[http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/CLAGTEE2003\\_RicardoBaitelo.pdf](http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/CLAGTEE2003_RicardoBaitelo.pdf)>. Acesso em 26 de julho de 2013.

LIGHT. **Tipos de tarifa.** Disponível em: <<https://agenciavirtual.light.com.br/gcav/tiposDeTarifas.do>>. Acesso em 15 de janeiro de 2014.

PETROBRAS. **N-270:** Projeto de Tanque Atmosférico. Rio de Janeiro, 1997.

PETROBRÁS. **Óleo Diesel.** Disponível em: <[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermeletricas/oleodiesel!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N\\_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQwsLQ\\_2CbEdFAHrtAYU!/>. Acesso em 25 de janeiro de 2014.](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermeletricas/oleodiesel!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQwsLQ_2CbEdFAHrtAYU!/)

PETROBRAS. **Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico.** Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/f69c2f0043a796c4b3f4bfec2d0136c/fispq-oleodiesel-S-500.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em 26 de fevereiro de 2014.

PINHEIRO, P. C. C.; **O que é óleo diesel.** Disponível em: <http://www.demec.ufmg.br/disciplinas/ema003/liquidos/diesel/especifi.htm> Acesso em 15 fev. 2014.

PEREIRA, Ricardo H.; BRAGA, Sergio L.; BRAGA, Carlos V. M. **Geração Distribuída de Energia Elétrica – Aplicação de Motores Bicomustível Diesel/Gás Natural.** 3º Congresso de Petróleo e Gás. Disponível em: <[http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0433\\_05.pdf](http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0433_05.pdf)>. Acesso em 26 de julho de 2013.

PEREIRA, José Pereira. **Diesel ou gás natural?** Disponível em: <[http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/Diesel\\_versus\\_gas.html](http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/Diesel_versus_gas.html)>. Acesso em 26 de julho de 2013.

ROBINS, Benoit. **A célula fotovoltaica.** Disponível em: < [http://e-lee.ist.utl.pt/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/PanneauxPhotovoltaiques/Cellule/Analogie\\_diode.htm](http://e-lee.ist.utl.pt/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereSolaire/PanneauxPhotovoltaiques/Cellule/Analogie_diode.htm)>. Acesso em 26 de julho de 2013.

Tribunal de Contas da União. **Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas.** Disponível em: <<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2545893.PDF>>. Acesso em 26 de fevereiro de 2014.

## 7. ANEXOS

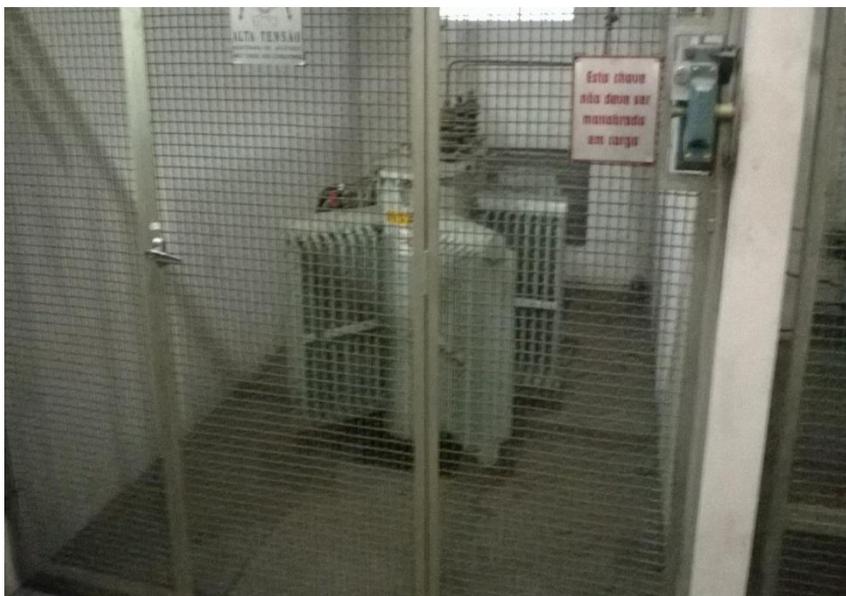
### ANEXO 1 – FOTOGRAFIAS DA SUBESTAÇÃO DA UTFPR



Fotografia 1– Subestação da UTFPR  
Fonte: Própria



Fotografia 2 – Cubículo de proteção da UTFPR  
Fonte: Própria



Fotografia 3 - Cubículo do Transformador 1 da UTFPR  
Fonte: Própria

## ANEXO 2 – FOTOGRAFIA DA ÁREA A SER INSTALADO O TANQUE



Fotografia 4 - Área a ser implantado o tanque de óleo diesel  
Fonte: Própria

**ANEXO 3 – DATA SHEET GMG C400D6**

# Grupos Geradores acionados por Motor Diesel



## C400D6

Nossa energia trabalhando por você.™



### Características do Grupo Gerador

Motor Diesel Cummins arrefecido a água.  
Filtro de óleo e de combustível separador de água e válvula de dreno do óleo lubrificante incorporados.  
Motor de partida elétrico e alternador em 24 Vcc.  
Governador eletrônico.  
Filtro de ar para trabalhos normais.  
Alternador com enrolamento único.  
Bateria montada na base do grupo gerador.  
Motor, Alternador, Chassis e Painel de Comando na cor: Verde Munsell Jade.  
Radiador e Proteção na cor: Preto.  
Embalagem em filme plástico retrátil.  
Manual de Operação e Manutenção.  
Etiqueta Padrão.  
Tanque incorporado na base do grupo gerador.  
Alternador com enrolamento único.  
Bateria montada na base do grupo gerador.  
Motor, Alternador, Chassis e Painel de Comando na cor: Verde Munsell Jade.  
Radiador e Proteção na cor: Preto.  
Embalagem em filme plástico retrátil.  
Manual de Operação e Manutenção.  
Etiqueta Padrão.  
Tanque incorporado na base do grupo gerador.

### PMG (Gerador Ímã Permanente)

Fornecer energia ao regulador eletrônico de tensão independente da tensão de saída do alternador. Permite com isso melhor desempenho na partida de motores e melhor efeito de harmônicas induzidas por cargas não lineares

### Garantia Standard

Garantia de 2 anos (Standby) ou 1 ano (Prime)

### Escapamento

Silencioso - Industrial 9 dB(A)  
Silencioso - Hospitalar 29 dB(A)

### Garantia

Garantia estendida de 5 anos (Standby).  
Garantia estendida de 2 anos ou 6000 horas (Prime)

### Performance do Grupo Gerador

#### Regulação de Tensão

Tensão de saída com variação de  $\pm 1,0\%$  será mantida nas seguintes condições:

1. Fator de potência entre 0,8 e 1,0.
2. Com qualquer nível de carga entre vazio e plena carga.
3. Com queda de rotação de até 4,5%.

#### Regulagem de Frequência

Isócrona sob cargas variáveis entre vazio e plena carga

#### Variação Aleatória de Frequência

Não deve exceder a  $\pm 0,25\%$  de seu valor nominal para cargas constantes entre vazio e plena carga.

#### Regulagem de Frequência

Isócrona sob cargas variáveis entre vazio e plena carga

#### Variação Aleatória de Frequência

Não deve exceder a  $\pm 0,25\%$  de seu valor nominal para cargas constantes entre vazio e plena carga.

### Conforme Normas

To BS4999/5000 pt 99,  
VDE 0530, UTE5100,  
NEMA MG1-22, CEMA,  
IEC 34, CSA A22.2,  
AS1359, BSS 5514,  
ISO 3046 e ISO 8528

### Opções do Grupo Gerador

#### Opcionais

Pré-Aquecimento.  
Carregador de Baterias.  
Chave de Transferência - GTEC.  
Carenagem Silenciada.  
Carenagem Super Silenciada.  
Tanque externo.

### Especificações do Alternador

#### Tipo

Rolamento único, sem escovas, campo rotativo, 4 pólos, tela de proteção a prova de gotejamento.  
Classe de Isolação H, Grau de Proteção IP 23  
Impregnação a vácuo.  
Sistema de Arrefecimento IC 01.  
Enrolamento de amortecimento totalmente interconectado.  
Excitatriz de CA e unidade retificadora rotativa.  
Enrolamento do estator com revestimento Epoxy.  
Rotor e excitatriz impregnados com resina de poliéster adequada ao clima tropical, resistente a óleo e ácidos.  
Rotor balanceado dinamicamente BS 5625 grau 2,5.  
Rotor enrolado em camadas e com cunha mecânica.  
Rolamento blindado, com lubrificante permanente.

Enrolamento de amortecimento totalmente interconectado.  
Excitatriz de CA e unidade retificadora rotativa.  
Enrolamento do estator com revestimento Epoxy.  
Rotor e excitatriz impregnados com resina de poliéster adequada ao clima tropical, resistente a óleo e ácidos.  
Rotor balanceado dinamicamente BS 5625 grau 2,5.  
Rotor enrolado em camadas e com cunha mecânica.  
Rolamento blindado, com lubrificante permanente.

#### Excitatriz

Submersão tripla em verniz de poliéster resistente a óleo e revestido com verniz anti-rasteio.

#### Enrolamento

Enrolamento principal com passo de 2/3 para minimizar os harmônicos e melhorar a capacidade de paralelismo.  
Acoplamento do motor/alternador garante alinhamento perfeito.

#### Conexões de Tensão - 60Hz

480/277 V 380/220 V 220/127 V  
440/254 V 240/139 V 208/120 V  
416/240 V

### Consumo de Combustível

Potência Nominal	Standby				Prime			
	500 kVA		400 kW		456 kVA		365 kW	
Carga Aplicada	Full	3/4	1/2	1/4	Full	3/4	1/2	1/4
Consumo (Litros / Hora)	110	84	60	36	99	78	58	40

#### Observação:

O motor acima foi testado de acordo com a ISO-3046 nas seguintes condições abaixo:

Pressão Barométrica = 100 kPa (29.53 in Hg)

Altitude acima do nível do mar = 110 m (316 ft)

Temperatura ambiente = 25° C (77° F)

Umidade relativa = 30%

### Dados Técnicos

Modelo	C400D6	Alternador - Regulação de voltagem	± 1,0%
Potência em Standby	500 kVA / 400 kW	Alternador - Classe de isolamento	H
Potencia 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	NTA855-G5	Consumo de Combustível a 100% de carga (Prime)	99 l/h
Cilindros	6 cilindros	Capacidade de óleo lubrificante	38,6 l
Construção do motor	em linha	Capacidade de líquido de arrefecimento (somente o 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 (Standby)	535°C
Diâmetro e Curso	140 mm x 152 mm	Vazão de gases de escape (Standby)	1785 l/s
Taxa de Compressão	14,0 : 1	Contra pressão máxima de escape	76 mm Hg
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 irradiado pelo motor (Standby)	67 kWm
Rotação	1800 rpm	Capacidade do tanque da base	500 litros

#### STANDBY POWER

Potência de emergência (standby) é a potência máxima que um grupo gerador é capaz de fornecer, para cargas variáveis, durante o período de interrupção do fornecimento de energia da concessionária, por um período de até 200 h por ano, conforme ISO8528.

#### PRIME POWER

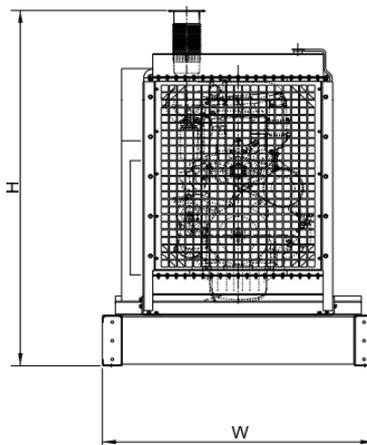
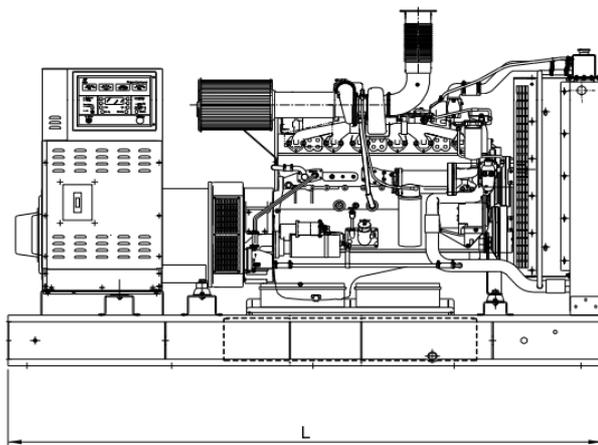
Prime power está disponível para um número ilimitado de horas anuais sob condições de carga variável, de acordo com ISO8528-1. É permitida uma capacidade de sobrecarga de 10% 1 hora a cada 12 horas de operação, de acordo com ISO 8528.

Todas as potências dos Grupos Geradores são baseadas nas seguintes condições de referência:

- Temperatura ambiente: 27°C

- Altitude acima do nível do mar: 150 metros

- Umidade relativa: 60%



Desenho meramente ilustrativo. Não utilizar para lay-out de sala.

#### Dimensões e Pesos

Grupo Gerador	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura Máxima (mm)	Grupo Gerador Seco (kg)	Grupo Gerador Úmido <sup>1</sup> (kg)
	L	W	H		
Aberto	3370	1500	2042	3463	3926
Carenagem - F187	5105	1550	2430	4605	5118
Carenagem - F188	5780	1500	2455	5551	6014

<sup>1</sup> Peso úmido inclui o peso total do conjunto com óleo, líquido de arrefecimento e combustível.



Cummins Brasil Ltda.  
Rua Jati, 310 - Cumbica  
Guarulhos - SP - Brasil  
CEP: 07180-900  
Telefone: 0800-701-4701  
www.cumminspower.com.br

the  
Power  
of One

Consulte seu distribuidor para maiores informações



## **ANEXO 4 – CUSTOS DAS OBRAS ELÉTRICAS**



Curitiba, 27 de Fevereiro de 2014.

À  
**RAIKEN ELETROTECHNICAL**  
ATT.: Sr. Francisco Molinari  
Fone.: (41) 3024-4264  
Curitiba – PR

Proposta nº: PR276/2014

## **PROPOSTA DE FORNECIMENTO**

**Distribuidora Meridional de Motores Cummins S.A.**, distribuidor autorizado exclusivo dos produtos Cummins, vem apresentar conforme especificações técnicas recebidas, proposta de fornecimento de grupo motor gerador diesel marca Cummins Power Generation conforme descrição a seguir:

### ***ESCOPO BASICO***

***Dois Grupos Geradores Cummins Power Generation, modelo C400 D6, desenvolvendo a potência nominal de 400 kW (500 kVA) em regime "Standby" ou 356 kW (456 kVA) em regime "Prime Power", totalizando um fornecimento total de 800 kW (1.000 kVA) em regime "Standby", ambos conectados na tensão de 480/277 Vac composto de:***

### ***MOTOR DIESEL***

Motor Diesel CUMMINS modelo NTA855-G5, refrigerado por radiador, turbo-alimentado, seis cilindros em LINHA, desenvolvendo **614 CV** de potência bruta a 1800 RPM, construção específica para acionamento de alternadores elétricos, sistema de injeção do combustível com gerenciador eletrônico de rotação do motor, com baixos índices de emissões e máximo de aproveitamento do combustível.

**ALTERNADOR**

O grupo motor gerador ofertado é dotado de alternador Cummins Power Generation, construção horizontal "single bearing", isolamento classe H conforme NEMA MG1-1.65, trifásico 220 ou 380 Volts, fator de potência 0,8 fechamento em estrela com neutro acessível, 4 pólos, 60 Hz 1800 RPM, elevação de temperatura até 105/125°C, arrefecimento por ventilador montado no próprio eixo, sistema de excitação brushless, tipo imã permanente, com regulador de tensão controlado por microprocessador, que assegura máximas precisão e velocidade de correção quando das variações de carga. O sistema de excitação oferece ainda, proteção contra sobrecargas, com capacidade de anular a alimentação do campo em casos de sobre-corrente nas bobinas do estator. Acoplamento monobloco por meio de disco de aço flexível.

## Características elétricas principais

Regulação de tensão entre vazio e plena carga	+ 0,5%
Regulação de frequência	Isócrono
Varição randômica de frequência	+ 0,25%
Fator de influência telefônica (TIF)	< 50 (NEMA MG1-22.43)
Fator telefônico harmônico (THF)	< 3

## Distribuidora Meridional de Motores Cummins S/A

**Rio Grande do Sul** | Porto Alegre  
 Av. Assis Brasil, 9 000 | Bairro Sarandi  
 CEP 91140 000 | Fone 51 3349 3200  
 motormac@motormac.com.br

**Santa Catarina** | São José  
 Rod. BR 101, km 212 | Distrito Industrial  
 CEP 88104 800 | Fone 48 3271 0100  
 motormac@motormac-sc.com.br

**Paraná** | Colombo  
 Av. Abel Scussiato, 3 020 | Atuba  
 CEP 83408 280 | Fone 41 3675 4500  
 motormac@motormac-pr.com.br

FOVG 003 Rev.00



Para todos os grupos motores geradores CUMMINS, a potência considerada é disponível até a altitude de 1920 m e temperatura ambiente de 40°C. Para altitudes acima destes limites, há uma redução de 4,6% para cada 305 m e de 2,0% para cada 11°C de elevação.

## **PMG**

---

PMG (Gerador Imã Permanente) fornece energia ao regulador eletrônico de tensão independente da tensão de saída do alternador. Permite com isso melhor desempenho na partida de motores e melhor efeito de harmônicas induzidas por cargas não lineares.

Painel de comando e controle PowerCommand modelo PCC3.3, montagem compacta individual para cada grupo motor-gerador, à prova de vibrações, com todas as funções para supervisão de partida, funcionamento e parada do grupo gerador. O sistema de controle PowerCommand ofertado é um controle com configurações para operação paraleling, provendo funções de governo de RPM do grupo gerador, regulação de tensão e monitoramento em nível superior aos parâmetros estabelecidos pela norma NFPA 110 nível 1. Seu padrão de construção excede as especificações técnicas IEC Standards 801.2, 801.3, 801.4, 801.5 e Mil-Std 461, Parte 9. Pode operar em ambientes com temperaturas variando entre -40°C a +70°C. Inclui medidores analógicos de tensão, frequência, percentual de carga, percentual de corrente. O controle inclui ainda um display digital para os dados de operação do grupo gerador, onde se encontram indicações de:

- Pressão de óleo lubrificante;
- Temperatura do óleo lubrificante;
- Temperatura do líquido de arrefecimento do motor;
- Tensão da bateria;
- Rotação do motor (RPM);
- Frequência (Hz)
- Tensão de linha e tensão de fase para as três fases;
- Corrente de linha nas três fases (Amperes);
- kW (potência ativa);
- kVA (potência aparente);
- Fator de Potência ( $\cos\phi$ );
- Energia gerada acumulada (Kilowatts-hora);
- Horas de operação (horímetro);
- Contador do número de partidas;

O controle Power Command inclui os seguintes **avisos de alarme** (sem parada do motor):

- Pré-baixa pressão do óleo lubrificante;
- Pré-alta temperatura do motor;
- Temperatura baixa do motor;
- Alta e Baixa tensão de baterias;

Distribuidora Meridional de Motores Cummins S/A

**Rio Grande do Sul** | Porto Alegre  
Av. Assis Brasil, 9 000 | Bairro Sarandi  
CEP 91140 000 | Fone 51 3349 3200  
motormac@motormac.com.br

**Santa Catarina** | São José  
Rod. BR 101, km 212 | Distrito Industrial  
CEP 88104 800 | Fone 48 3271 0100  
motormac@motormac-sc.com.br

**Paraná** | Colombo  
Av. Abel Scussiato, 3 020 | Atuba  
CEP 83408 280 | Fone 41 3675 4500  
motormac@motormac-pr.com.br

FOVG 003 Rev.00



- Falha nos sensores de pressão de óleo, temperatura de água e temperatura do óleo;

O sistema avisa no display e comanda a parada automática do grupo gerador nos casos em que um dos defeitos abaixo ocorra:

- Baixa pressão do óleo lubrificante;
- Alta temperatura do líquido de arrefecimento;
- Sobre-velocidade do motor;
- Baixo nível do líquido de arrefecimento;
- Falha durante a partida (após as tentativas programadas);
- Sobre-tensão;
- Sub-tensão;
- Sub-freqüência
- Sobre-freqüência;
- Sobre-corrente no alternador;
- Defeito no pick-up magnético;
- Parada de emergência, por botão de soco.
- Potência reversa do grupo gerador;
- Sobrecarga (potência ativa elevada).
- Curto circuito.

Características adicionais do sistema são:

- ✓ 3 – 5 ciclos de partida – (selecionável);
- ✓ Sistema de medidas: métrico ou Inglês;
- ✓ Possibilidade de operação do grupo gerador em marcha lenta;
- ✓ Aumento da rotação em “ramping”, evitando a emissão de fumaça;
- ✓ Funções de ajustes de velocidade, tensão e tempos de partida e parada;
- ✓ Controle de sincronismo entre grupos geradores;
- ✓ Controle de divisão de cargas ativas (kW) e reativas (kVAr);
- ✓ Controle ativo na entrada e saída de cargas no grupo gerador;
- ✓ Sistema de monitoramento e controle de equalização da tensão do grupo gerador em relação à concessionária no momento da rede;
- ✓ Cada grupo gerador estará equipado com um módulo PCC3.3 sobre base;

Distribuidora Meridional de Motores Cummins S/A

**Rio Grande do Sul** | Porto Alegre  
Av. Assis Brasil, 9 000 | Bairro Sarandi  
CEP 91140 000 | Fone 51 3349 3200  
motormac@motormac.com.br

**Santa Catarina** | São José  
Rod. BR 101, km 212 | Distrito Industrial  
CEP 88104 800 | Fone 48 3271 0100  
motormac@motormac-sc.com.br

**Paraná** | Colombo  
Av. Abel Scussiato, 3 020 | Atuba  
CEP 83408 280 | Fone 41 3675 4500  
motormac@motormac-pr.com.br  
FOVG 003 Rev.00



### ***TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA ININTERRUPTA (RAMPA) – Sistema de Média Tensão***

O sistema MICRO-PROCESSADO de transferência ININTERRUPTA SUAVIZADA de cargas suavizada entre as fontes (rede/grupo ou grupo/rede) visa aprimorar o uso do grupo gerador de tal forma que os consumidores não sofram nenhum tipo de interrupção no momento da transferência em partidas programadas como no horário de ponta, ou no retorno e normalização da energia da concessionária quando da falta.

- **Sistema de conexão de baixa tensão:** composto por **dois disjuntores motorizados de 800 A tipo caixa aberto – Merlin Gerin** responsável pela proteção de curto circuito e conexão do grupo gerador ao sistema de elevação **um transformador de 1.000 kVA**.



### ***SISTEMA DE ELEVAÇÃO 0,48 kV – 13,8 kV***

O sistema de elevação visa elevar a tensão gerada dos grupos geradores em 0,48 kV para tensão de distribuição do RAIKEN 13,8 kV, sendo capaz de atender todas as cargas interligadas as S.E.'s instaladas em um único momento.

Segue abaixo a descrição dos componentes para construção COMPLETA do sistema de elevação e instalação elétrica e mecânica de DOIS grupos geradores de 500 kVA:

- **Transformador Elevador:** composto de um transformador de 1.000 kVA isolamento óleo mineral, classe 15 kV – com capacidade de transformação para 0,44 kV – 13,8 kV;

Distribuidora Meridional de Motores Cummins S/A

**Rio Grande do Sul** | Porto Alegre  
Av. Assis Brasil, 9 000 | Bairro Sarandi  
CEP 91140 000 | Fone 51 3349 3200  
motormac@motormac.com.br

**Santa Catarina** | São José  
Rod. BR 101, km 212 | Distrito Industrial  
CEP 88104 800 | Fone 48 3271 0100  
motormac@motormac-sc.com.br

**Paraná** | Colombo  
Av. Abel Scussiato, 3 020 | Atuba  
CEP 83408 280 | Fone 41 3675 4500  
motormac@motormac-pr.com.br

FOVG 003 Rev.00



- **Sistema de Proteção:** Fornecimento do sistema de proteção e instalação conforme exigência da Copel estando incluso de um relé multi-função, este capaz de efetuar as seguintes proteções ANSI: 67, 32, 50/51, 50/51N, 81, 81H, 27;
- **Sistema de Transferência:** composto de dois disjuntores de 630 A classe 15 kV motorizado-tipo SF6.;
- **Componentes montagem da S.E.:**
  1. seis TP's classe 15 kV;
  2. seis TC's classe 15 kV;
  3. duas chaves seccionadoras tripolar com punho;

### ACESSÓRIOS

Fazem parte da proposta os seguintes acessórios:

- Quatro baterias 150 A/h;
  - Tanque sub-base de 500 litros;
  - Segmento elástico em inox;
  - Silencioso tipo HOSPITALAR;
  - **Um sistema de atenuação** de ruído, composto de dois atenuadores de aspiração, dois de exaustão e uma porta acústica medindo 1600 x 2100 mm – ambos para dimensionados para 65 dB a três metros de distância;
  - Um conjunto de manuais técnicos;
- 
- **NOTA 1:** Para a perfeita execução da entrega técnica enviaremos uma relação de itens (check-list) que devem ser observados quanto a instalação / preparação dos equipamentos.
  - **NOTA 2:** Potência definida pelo cliente.

### CONDIÇÕES TÉCNICAS:

**UTILIZAÇÃO:** Este equipamento irá trabalhar em regime de emergência e ponta.

- **INSTALAÇÃO:** Está incluso nesta proposta.
- **OBRA CIVIL:** Não está incluso nesta proposta.
- **ENTREGA TÉCNICA:** Está incluso nesta proposta.
- **PROJETO:** Não está incluso aprovação junto à concessionária local.
- **GARANTIA:** 12 meses, a contar da data da entrega técnica, sem ônus para o cliente.
- **ASSISTÊNCIA TÉCNICA:** manteremos a disposição uma equipe técnica e peças sobressalentes localizadas em Colombo-PR, assegurando pronto atendimento 24 horas e absoluta confiabilidade.
- **Obras civis, Projeto e aprovação** junto a concessionária, corpo de bombeiro e meio ambiente, por conta do cliente.
- **Área estimada necessária:** A=3.200mm, L= 6.800 mm, C= 20.000,00 mm.
- **custo operacional do gerador incluso combustível, e manutenções é de R\$ 0,65 por KWh.**

Distribuidora Meridional de Motores Cummins S/A

**Rio Grande do Sul** | Porto Alegre  
Av. Assis Brasil, 9 000 | Bairro Sarandi  
CEP 91140 000 | Fone 51 3349 3200  
motormac@motormac.com.br

**Santa Catarina** | São José  
Rod. BR 101, km 212 | Distrito Industrial  
CEP 88104 800 | Fone 48 3271 0100  
motormac@motormac-sc.com.br

**Paraná** | Colombo  
Av. Abel Scussiato, 3 020 | Atuba  
CEP 83408 280 | Fone 41 3675 4500  
motormac@motormac-pr.com.br  
FOVG 003 Rev.00


**CONDIÇÕES COMERCIAIS**

<b>PREÇOS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>PREÇO (R\$)</b>
Grupo Gerador <b>C400 D6</b> Automático	Composto de dois grupos geradores modelo C400 D6, de potência 500/456 kVA, base, voltagem de 480/277 Vac, alternador com raio de ação ilimitado, gerenciador eletrônico do motor, pré-aquecimento, sistema de resfriamento adequado ao uso à temperatura ambiente e acessórios (quatro baterias 150 A/h, três flexíveis inox e manuais).	<b>252.000,00</b>
Painel de Controle e Sincronismo <b>PCC3.3</b>	Composto por um sistema de controle micro-processado para cada grupo gerador, este que é responsável pelo sistema de proteção e sincronismo do grupo gerador.	<b>30.000,00</b>
Sistema de Paralelismo	Inclui de paralelismo composto por dois disjuntores motorizados de conexão à barra de paralelismo montados na base do grupo gerador de 800 A.	<b>20.000,00</b>
Sistema de Proteção	Composto de um relé multi-função, capaz de atender todas exigências e funções ANSI da concessionária.	
Quadro Controle <b>RAMPA – MCM</b>	Composto por UM quadro de controle eletrônico micro-processado responsável pela supervisão de rede e execução da transferência automática (RAMPA).	<b>140.000,00</b>
Disjuntor de M.T.	Composto de dois disjuntores classe 15 kV, ambos motorizados de 630 A tipo SF-6 – Merlin Gerin, responsáveis pela execução da transferência na alta tensão.	
TC's e TP's	Composto de seis TP's e seis TC's ambos classe 15 kV.	
Seccionadora	Composto de duas chaves seccionadoras classe 15 kV.	
Sistema ATENUAÇÃO	Incluso de UM sistema de atenuação composto de dois silenciosos tipo HOSPITALAR, dois atenuadores de aspiração, dois atenuadores de exaustão e uma porta acústica, ambos dimensionados para 65 dB a três metros.	<b>50.000,00</b>
Torneira bóia	Inclui duas torneiras bóia.	<b>INCLUSO</b>
Sensor nível da água	Inclui sensor de nível da água.	<b>INCLUSO</b>
Tanque sub-base	Inclui tanque de combustível sub-base de 500L.	<b>INCLUSO</b>
Garantia	Inclui Garantia de 12 meses sem ônus.	<b>INCLUSO</b>
REV	Inclui de Regulador Eletrônico de Velocidade.	<b>INCLUSO</b>
<b>TOTAL</b>	Quatrocentos e noventa e dois mil reais.	<b>492.000,00</b>

Preço incluso de todos impostos, considerando ICMS de 12% e IPI isento.

Distribuidora Meridional de Motores Cummins S/A

**Rio Grande do Sul** | Porto Alegre  
Av. Assis Brasil, 9 000 | Bairro Sarandi  
CEP 91140 000 | Fone 51 3349 3200  
motormac@motormac.com.br

**Santa Catarina** | São José  
Rod. BR 101, km 212 | Distrito Industrial  
CEP 88104 800 | Fone 48 3271 0100  
motormac@motormac-sc.com.br

**Paraná** | Colombo  
Av. Abel Scuissati, 3 020 | Atuba  
CEP 83408 280 | Fone 41 3675 4500  
motormac@motormac-pr.com.br

FOVG 003 Rev.00



<b>Materiais e mão-de-obra de Instalação (BT e MT)</b>	Todos materiais e mão-de-obra inerentes as instalações de BT e MT (elétrica/mecânica) e assentamento dos grupos geradores dentro da sala.	<b>120.000,00</b>
<b>Transformador Elevador</b>	Composto de um transformador de 1.000 kVA, de isolação a óleo e relação de transformação 0,48 kV – 0,38 kV.	<b>58.000,00</b>
<b>Tanque Avulso</b>	Inclui de um tanque de combustível subterrâneo, jaquetado.	<b>60.000,00</b>
<b>Sistema de Bombeamento</b>	Inclui de um Sistema de bombeamento de combustível.	<b>35.000,00</b>

#### **DIFERENCIAIS CUMMINS**

- Sensor de nível de água de arrefecimento (standard).
- SISTEMA DE PROTEÇÃO E MEDIÇÕES DE GRANDEZAS ELÉTRICAS E MECÂNCAS EQUIPADO JUNTO AO GRUPO GERADOR – MODELO PCC 3.3.
- Maior vida útil do motor do mercado – 10.000 horas trabalhadas.
- Melhor infra-estrutura na distribuição de peças, equipamentos e assistência técnica.
- Segurança plena no dimensionamento da potência mecânica x elétrica.
- Produtos certificados pela NFPA que garante o desempenho do grupo gerador.
- FABRICANTE TOTAL DO EQUIPAMENTO, INDEPENDENTE DE TECNOLOGIA DE FÁBRICA TERCEIRAS, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E FORNECIMENTO DE PEÇAS.

#### **FORMA DE PAGAMENTO**

A combinar.

#### **LOCAL DE ENTREGA**

Posto em Curitiba – PR (Entrega do grupo gerador sobre a plataforma do caminhão).

#### **PRAZO DE ENTREGA**

A combinar conforme planejamento entre cliente/Cummins.

#### **OBSERVAÇÕES**

A validade da proposta é de 15 dias.

- Para o devido funcionamento deste Grupo Gerador, sugerimos a instalação de um dispositivo auxiliar de partida para todos os motores acima de 7,5 CV instalados nas cargas do cliente. A não inclusão deste dispositivo isenta a MOTORMAC e a CUMMINS

Distribuidora Meridional de Motores Cummins S/A

**Rio Grande do Sul** | Porto Alegre  
Av. Assis Brasil, 9 000 | Bairro Sarandi  
CEP 91140 000 | Fone 51 3349 3200  
motormac@motormac.com.br

**Santa Catarina** | São José  
Rod. BR 101, km 212 | Distrito Industrial  
CEP 88104 800 | Fone 48 3271 0100  
motormac@motormac-sc.com.br

**Paraná** | Colombo  
Av. Abel Scussiato, 3 020 | Atuba  
CEP 83408 280 | Fone 41 3675 4500  
motormac@motormac-pr.com.br

FOVG 003 Rev.00



do funcionamento e dimensionamento do Grupo Gerador. Para os que já possuem, desconsiderar a observação.

Nosso escopo não prevê a atualização da subestação no sistema de MÉDIA TENSÃO.

**Visite os nossos sites:**

- [www.motormac.com.br](http://www.motormac.com.br)
- [www.cumminspower.com.br](http://www.cumminspower.com.br)

Sem mais para o momento e a disposição para qualquer dúvida, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

**Romeu Barros**  
Consultor de Vendas  
(41) 8814-6072



Cornélio Procópio, 11 de Março de 2014.

Proposta de Fornecimento nº 0910/14-AR

**A**  
**RAIKEN ELECTROTECHNICAL**  
**Curitiba - PR**  
**A/C: Francisco Molinari Filho**  
**Fone / Fax: (41) 3024-4264/(41) 8441-2020**  
**E-mail: fmg\_francisco@hotmail.com**

Contato Comercial:

**Raimundo Minato**  
 Diretoria Comercial



Tel.: 55 (43) 3520 5000 - Cornélio Procópio - Pr  
 r.minato@eletrotrafo.com.br  
 www.eletrotrafo.com.br www.comtrafo.com.br

**Ref: Transformadores Trifásicos a Óleo**

Prezados Senhores,

Apresentamos nossa proposta de fornecimento para os equipamentos em referência como segue:

**1. ESCOPO DE FORNECIMENTO:**

**1.1 – Descrição Técnica dos Transformadores:**

ITEM	QTD.	UN.	DESCRIÇÃO
01	01	Pç	Transformador trifásico em óleo mineral isolante, tipo <b>COMPACTO / ENCHIMENTO INTEGRAL</b> Classe 15 kV, marca COMTRAFO, com as seguintes características: - Potência nominal: 1000 kVA; - Tensão primária: 440/254 V; - Ligação primária: estrela com neutro; - Tensão secundária: 13,8/13,2/12,6/12,0/11,4 kV; - Ligação secundária: triângulo; - Grupo de Ligação: Dyn1; - Frequência: 60 Hz; - NBI: 95 kV; - Impedância: <b>5,0%</b> ; - Fator de Compensação Harmônica: k=1; - Material isolante: Óleo mineral; - Elevação de temperatura (média) óleo/enrolamento: <b>65/65°C</b> ;



		<p>- Instalação em ambiente agressivo: não;</p> <p>- <b>Pintura de base acrílica, não agressiva ao meio ambiente, na cor Cinza Claro Munsell N6,5 conforme norma ABNT NBR 5356;</b></p> <p>- Acessórios inclusos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador de nível de óleo tipo visor;</li> <li>• Válvula de alívio de pressão;</li> <li>• Válvula de drenagem de óleo;</li> <li>• Dispositivo para retirada de amostra de óleo;</li> <li>• Dispositivo para ligação de filtro prensa;</li> <li>• Meios para suspensão da parte ativa do transformador completamente montado;</li> <li>• Comutador externo de derivação sem tensão;</li> <li>• Flange na AT e BT (tipo túnel);</li> <li>• Rodas bidirecionais.</li> </ul> <p><b>⇒ Equipamento padrão COPEL para uso particular.</b></p>
--	--	--

#### 1.2 – Esclarecimentos Técnicos:

- 1) **Incluso no fornecimento a realização dos Ensaios de Rotina conforme NBR 5356.**
- 2) **Os ensaios de Tipo / Especiais ou ensaios de Recebimento que contemplem tais ensaios, conforme considerados pela ABNT, não fazem parte do escopo de fornecimento, podendo ser fornecido cópia ensaios realizados em outros equipamentos.**
- 3) **Havendo necessidade da aprovação de desenhos, o prazo de entrega será iniciado a partir da data de aprovação dos desenhos, sendo o envio dos desenhos para aprovação em até 45 dias do recebimento da ordem de compra.**

## 2. PREÇOS:

### 2.1 – Preços Unitários Transformadores:

ITEM	QTD.	DESCRIÇÃO RESUMIDA	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
01	01	Transformador 3F, 1000 kVA em óleo mineral, 440/254 V – 15 kV, Comtrafo.	37.024,00	37.024,00
<b>Valor Total da Proposta (R\$)</b>				<b>37.024,00</b>

*Obs: Caso seja aplicada substituição tributária/diferencial de alíquota a mesma será de inteira responsabilidade do cliente.*



**2.2 – Preços Unitários dos Acessórios Opcionais por Equipamento (não incluso no custo do transformador):**

ITEM	QTD.	DESCRIÇÃO RESUMIDA	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
01	01	RIS (Relé Integrado de Segurança) - Indicador de nível tipo visor; - Termômetro do óleo com contatos; - Pressostato com contatos; - Câmara de acúmulo de gás;	2.400,00	2.400,00
<b>Valor Total da Proposta (R\$)</b>				<b>2.400,00</b>

**3. CONDIÇÕES COMERCIAIS:**

3.1 – Impostos: ICMS 12% incluso – IPI isento – PIS / COFINS inclusos

Substituição Tributária de ICMS: A INCLUIR, conforme legislação aplicável:

- a) Para os Estados com os quais o PR tenha Protocolo de ICMS firmado, o ICMS/ST ou DIFERENCIAL DE ALÍQUOTA será adicionado ao valor da NF ficando a COMTRAFO responsável pelo recolhimento junto ao fisco de destino, e cujo valor adicionado deverá ser ressarcido a COMTRAFO pelo Comprador.
- b) Nos demais Estados, quando o produto estiver sujeito à SUBSTITUIÇÃO TRIBUTÁRIA ou DIFERENCIAL DE ALÍQUOTA, o recolhimento será de inteira responsabilidade do COMPRADOR. Qualquer despesa ou penalidade oriunda do não recolhimento do referido valor será suportada pelo COMPRADOR.

***Obs: A ST deverá ser paga no ato do faturamento.***

3.2 – O diferencial de alíquota do ICMS quando devido é de exclusiva responsabilidade do cliente

3.3 – Classificação Fiscal: 8504.22.00

3.4 – Condição de pagamento: 28 dias

3.5 – Prazo de entrega: 45/60 (pronto em fábrica) dias após recebimento da ordem de compra técnica e comercialmente esclarecida, mais tempo para transporte

3.6 – Local de entrega: CIF / Curitiba – PR (sem descarga), sendo que a data depende da nossa programação de carga

3.7 – Garantia do equipamento: 24 meses a partir da data de emissão da Nota Fiscal ou 18 meses da entrada em operação, conforme termo de garantia parte integrante desta proposta.

3.8 – Validade da proposta: 10 dias



Sem mais, permanecemos a sua disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Atenciosamente,



Arthur Ribeiro de Oliveira  
Depto. Comercial



Raphael F. Minato  
Gerente Comercial

COMTRAFO INDÚSTRIA DE TRANSFORMADORES ELÉTRICOS S/A  
CGC 00.138.806/0001-40 I.E. 534.03408-35

**ANEXO 5 – CUSTOS DE OBRAS CIVIS**



Proposta nº 141027 - folha 1 de 5

À

## **Raiken Electrotechnical**

**A/C: Sr. Francisco Molinari Gonçalves Filho**

(41) 3024-4264 / (41) 8441-2020

[fing\\_francisco@hotmail.com](mailto:fing_francisco@hotmail.com)

A Teoria Engenharia Acústica vem por meio desta fazer sua apresentação institucional e apresentar sua proposta comercial.

A Teoria é uma empresa capacitada a atuar em todas as etapas do tratamento e isolamento acústico. Desenvolve desde o projeto até a execução final da obra sempre utilizando bases teóricas sólidas, equipamentos de análise de última geração e materiais de ótima qualidade.

Coloca-se desde já a disposição de entregar documentação comprovando a capacidade técnica de seus engenheiros.



Proposta nº 141027 - folha 2 de 5

## 1. OBJETIVO:

-Tratamento Acústica para Sala de Grupo Gerador, para atenuação prevista de 22 <sup>#2</sup>, conforme projetos fornecidos pelo Cliente.

## 2. MATERIAIS UTILIZADOS.

### 2.1. Atenuador - Entrada / Saída de Ar.

Modelo: Retangular,

Estrutura: Perfis em Aço Carbono;

Passagem do ar: Atenuador de passagem – Tipo Célula;

Célula Estrutura: Aço Carbono Galvanizado;

Célula Acabamento: Absorvedor acústico incombustível – Lã de vidro com véu negro na face aparente marca ISOSOUND– fabricante **Isover**.

Sistema de Fixação: Parabout ou parafuso com bucha para alvenaria;

Acabamento: Galvanizado Natural.

Veneziana: Pintura na cor preta.

### 2.2. Porta Acústica – modelo Máquina.

**STC: 37 dB(A)**

Material: Aço carbono;

Porta: Folha dupla;

Preenchimento: Lã mineral – Fabricante Isover;

Caixilho: Perfil dobrado com acabamento em pintura epóxi;

Batente Central: Perfil dobrado Removível com acabamento em pintura epóxi;

Vedação Perimetral: Borrachas compressíveis;

Dobradiça: Soldadas - Tipo Gonzo;

Sistema de Fechamento: Duplo Trinco de Pressão;

Acabamento da Porta: Pintura epóxi, na cor do Cliente.



Proposta nº 141027 - folha 3 de 5

**2.3. Revestimento.**

Absorvedor acústico: Lã mineral;

Painéis: Lã de Vidro revestido na face aparente por véu de vidro.

Marca ISOSOUND – Fabricante Isover - Santa Marina.

Densidade: 40 kg/m<sup>3</sup>

Espessura: 50 mm

Estrutura: Perfis dobrados tipo "T" - Típico em Aço Carbono Galvanizado;

Sistema de Fixação: Parabout ou parafuso com bucha para alvenaria;

Acabamento dos Perfis: Galvanizado Natural.

Tela de Proteção: Chapa Expandida Galvanizada – Modelo Exp 12.

**6. ORÇAMENTO.**

- Fornecimento de Materiais.
- Orientação Técnica para Instalação dos Atenuadores e Portas.
- Instalação do Revestimento Acústico.

**6.1. Atenuador de Saída.**Dados do Gerador:

Gerador Carenado para 65 dB(A)

Motor: NTA 855-G5 – 365 KVA

Vazão: 34.200 m<sup>3</sup>/hDados do Atenuador

Dimensões solicitadas: 1400 x 2000 x 1200 mm (L x H x C)

Quantidade: 02 unidades.

Peso/und: 190 Kg

Custo unitário Atenuador.....R\$ 4.680,00

Custo unitário Venezina.....R\$ 1.350,00

Custo unitário.....R\$ 6.030,00

Total.....R\$ 12.060,00



Proposta nº 141027 - folha 4 de 5

**6.2. Atenuador Entrada.**Dados do Gerador:

Gerador Carenado para 65 dB(A)

Motor: NTA 855-G5 – 365 KVA

Vazão: 34.200 m<sup>3</sup>/hDados do Atenuador

Dimensões solicitadas: 1400 x 2000 x 1000 mm (L x H x C)

Quantidade: 02 unidades.

Peso/und: 170 Kg

Custo unitário Atenuador.....R\$ 4.640,00

Custo unitário Venezina.....R\$ 1.350,00

Custo unitário.....R\$ 5.990,00

Total.....R\$ 11.980,00

**6.4. Revestimento Paredes.**Dimensões da Sala.

6600x11000x3500 mm ( LxCxH)

Local de Instalação: Curitiba e Região Metropolitana.

Material e Instalação, com tela ate altura de 2000 mmQuantidade: 70.40 m<sup>2</sup>

Total.....R\$ 16.190,00

**6.5. Revestimento Paredes e Teto**Dimensões da Sala.

6600x11000x3500 mm ( LxCxH)

Local de Instalação: Curitiba e Região Metropolitana.

Material e Instalação, sem tela.Quantidade: 125.40 m<sup>2</sup>

Total.....R\$ 20.060,00



#### 7. ITENS FORA DO ESCOPO DE FORNECIMENTO.

- Instalação dos Atenuadores e Portas.
- Descarga e transporte dos materiais;
- Sistema de ventilação forçada;
- Coifas de lona e outros não citados.

#### 8. DADOS COMERCIAIS.

Orçamento valido: 30 dias;

Prazo de entrega: 30 dias da confirmação do pedido;

Cond. de pagamento: faturado 28 dias da emissão da Nota de Transporte;

Impostos: Inclusos – Empresa Optante pelo Simples;

Frete: **Por conta do Cliente.**

Colombo, 10 de março de 2014.

Atenciosamente,

Eng. Marcelo Coletti  
CREA PR 57800/D

**ANEXO 6 – CUSTOS DE OBRAS MECÂNICAS**

		<b>EDUARDO RIMOLI SOARES</b> TEL.: (41) 21129367 CEL: (41) 99346386 Email: markequip@hotmail.com			
<b>ORÇAMENTO</b>					
<b>Ref. N°:</b>	065/2014	<b>Data:</b>	12/03/2014		
<b>Cliente:</b>	Raiken Eletrotechnical	<b>Tel:</b>	(41) 3024 4264 - 8441 2020		
<b>End.:</b>	Av. Silva jardim, 314	<b>Contato:</b>	Francisco		
<b>Município:</b>	Curitiba - PR	<b>CEP:</b>			
<b>Email:</b>	fmg_francisco@hotmail.com	<b>Bairro:</b>			
<b>CNPJ:</b>	15.140.770/0001-07	<b>Insc. Est.:</b>			
NUPI	Quant.	Descrição Da NF	Unid	Preço	Total
T SMA100032	1,00	Tubo SMARTFLEX com liner de 32mm - 100m	PC	753,84	753,84
T SMAD50032050	2,00	Tubo SMARTFLEX parede dupla com liner 50/32mm - 50m	PC	698,86	1.397,72
LUEFSM032	5,00	Luva eletrofusão SMARTFLEX de 32mm	PC	20,53	102,65
COEF90SM063	2,00	Cotovelo 90° eletrofusão SMARTFLEX de 63mm	PC	36,34	72,68
TEEFM032	1,00	TEE 90° eletrofusão SMARTFLEX de 32mm	PC	84,68	84,68
TL S MBM032100	5,00	Transição reta macho parede simples PE x Latão 32 x 1" BSP	PC	47,47	237,35
BOOT032	7,00	Boot ou Flange de Vedação 32mm	PC	47,08	329,56
BOOT050	4,00	Boot ou Flange de Vedação 50mm	PC	50,62	202,48
BOOT050	4,00	Boot ou Flange de Vedação 50mm	PC	50,62	202,48
SUMPFP	3,00	Sump para Filtro Prensa	PC	1.077,28	3.231,84
FIL-22 FL FUC 22A	1,00	Filtro Alumínio, Manovacuó, Visor e Coalescedor de 05 micra	PC	1.077,28	1.616,65
TOPEI5000	1,00	Tanque Aéreo para Óleo Diesel 5000L em aço carbono - Modelo Intermediário	PC	6.685,00	6.685,00
<b>VALOR TOTAL</b>					<b>14.916,93</b>
<b>Pagamento a prazo: Entrada/30/45/60</b>					
<b>Pagamento A Vista/BNDES</b>					

**Condições Gerais:**

- 1) **Forma de pagto:** ENTRADA - 30 / 45/ 60 dias (MEDIANTE ANÁLISE CADASTRAL)
- 2) **Prazo de entrega:** 15 dias da confirmação do pedido
- 3) **Validade da proposta:** 10 dias
- 4) **Eventuais Diferenças de ICMS cobradas pela UF de destino são por conta do comprador.**
- 5) Os preços são FOB em nossa fábrica Barueri - SP. **Frete por conta do comprador.**

Sendo o que se apresenta para o momento, colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos necessários, e firmamo-nos,

Atenciosamente,

	<b>DF AUTOMAÇÃO</b> DE OLHO NO FUTURO! RUA HEITOR GRAÇA VILA INDUSTRIAL - PRESIDENTE PRUDENTE (18)3222-9861 (18)3222-1324	<b>ORÇAMENTO/PEDIDO: 5780</b>
		<b>STATUS: ABERTO</b>
		<b>EMISSÃO: 11/03/2014</b>
		<b>VENDEDOR:: MADALENA FONSECA</b>
<b>A/C: eduardo</b>		<b>APROVADO EM: / / POR:</b>

## Dados do Cliente:

<b>NOME/FANTASIA:</b>	RAIKEN ELECTROTECHINICAL	<b>CÓDIGO:</b>	5017
<b>ENDEREÇO:</b>	00 0	<b>FONES:</b>	(41)2112-9367
<b>BAIRRO:</b>	0		
<b>CIDADE:</b>	CURITIBA PR 0 -	<b>CPF/CNPJ:</b>	00.0 . / -

A CENTRAL DE MONITORAMENTO STATUS-ES atende a resolução do CONAMA, as normas da ABNT e certificação do INMETRO. O SENSOR SLD-001/L detecta Presença de Líquidos no interior de sumps de Bombas, Filtros, Tanques e Interstícios de Tanques. Visite nosso site: [www.dfautomacao.com.br](http://www.dfautomacao.com.br)

## Outras Informações:

<b>FORMA PAGTO::</b>	<b>VALIDADE:: 30 DIAS</b>
<b>PRAZO ENTREGA:: 15 DIAS</b>	

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	R\$ UNIT	SUBTOTAL:
01-PR-MNT1	CTRAL DE MONIT. STATUS-ES -PR	UN	1,00	4521,00	4.521,00
05-PR-SEN4	SEN SLD-001/L(I.T.Q.)-PR	UN	1,00	590,00	590,00
02-PR-MED2	CTRAL DE MED. STATUS-MP - PR	UN	1,00	4300,00	4.300,00
06-PR-SND1	SONDA DE MEDIÇÃO - MP - PR	UN	3,00	1620,00	4.860,00

## Observações:

<b>***** INSTALAÇÃO INCLUSA</b> <b>**** GARANTIA DE 1 ANO / FRETE FOB</b> <b>LINHAS DE CRÉDITO: BNDES-FINAME-PROGER</b> <b>CADA PONTO DE SENSOR E SONDA RECEBERÁ 30 MTS DE CABO E TUBO, O EXCEDENTE SERÁ COBRADO À PARTE.</b>	<b>R\$ SUBTOTAL: 14.271,00</b> <b>R\$ DESCONTO: 0,00</b>
	<b>R\$ TOTAL: 14.271,00</b>

## CONDIÇÕES OBRIGATÓRIA PARA INSTALAÇÃO

- Para Instalação dos sensores é obrigatório ter disponível tubulação elétrica com arame guia dos sumps de bombas, filtros, tanques e interstícios de tanques até o local de instalação do console. É necessário ter tomada com energia 220V com pino de aterramento de acordo com as normas da ABNT, e local com abrigo protegido de exposição direta a luz solar, chuva e umidade excessiva.
  - Está incluso Kit para instalação (30m de cabo por sensor luva de redução de 1" x 1/2" e preña-cabo). Necessitando de maior quantidade de cabo, deverá informar ao vendedor e solicitar orçamento do exedente.
  - Não está incluso nenhum tipo de obra civil, elétrica ou hidráulica.
  - Para instalação do sistema de medição é obrigatório ter disponível: Tubulação elétrica com arame guia para os sumps de tanques e uma das entradas (4" no centro ou 2" na geratriz horizontal dos tanques, com seus respectivos plugs pré-removidos, pelo empreiteiro ou mantenedor do posto antes da chegada da equipe de instalação dos equipamentos, estes plugs costumam serem selados com li-targirio o que frequentemente impossibilita a remoção por meio de ferramentas tradicionais.
  - Será cobrado taxa de deslocamento e horas técnicas caso haja retorno de viagem para instalação dos equipamentos, na falta de quaisquer itens acima mencionados.
  - Frete FOB (por conta do cliente).
  - Diferença de ICMS (por conta do cliente).
- Colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.
- Para efetivar a compra, favor enviar e-mail com declaração de aceite ou orçamento com o contrato assinado por fax ou digitalizado.

Admin. Financeiro

Vendedor

Assinatura do Cliente

 <b>CUSTO DE INSTALAÇÃO</b>	
<b>CLIENTE:</b>	<b>CEFET</b>
<b>DESCRIÇÃO:</b>	<i>Instalação de Sistema de Alimentação de Óleo Diesel para 2 x Gerador Cummins 500 kVa - 365 kW</i>
<b>FORNECEDOR:</b>	
ATIVIDADE	
<input checked="" type="checkbox"/> COMERCIAL	<input type="checkbox"/> MEDICINAL
<b>DATA:</b>	08/03/2014
<b>NÚMERO DO PROJETO:</b>	NA
TIPO	
<input checked="" type="checkbox"/> NOVO PROJETO	<input type="checkbox"/> AMPLIAÇÃO <input type="checkbox"/> DESENHO <input type="checkbox"/> REFORMA
<b>PREVISÃO:</b>	
<b>Nº DE PROFISSIONAIS:</b>	
OBSERVAÇÕES	
OBSERVAÇÕES	
CUSTOS DO PROJETO	
Custo Mão - de - obra	R\$ 4.456,00
Custo Transporte ( Material / Equipamentos )	R\$ 250,00
Custo Materiais, infraestrutura, abertura de canaletas e etc	R\$ 3.301,68
Instalação de tanque de Óleo Diesel, 5000L	R\$ 900,00
Bomba de engrenagens wortec GAX 5m3/h	R\$ 3.200,00
Adicionais	R\$ 160,00
Itens (Desenhos, Documentos e etc.)	R\$ 160,00
Elevação de cargas	R\$ 0,00
<b>Total do Custo do Projeto</b>	<b>R\$ 12.427,68</b>
EQUIPAMENTOS EM LOCAÇÃO	
<b>Total do custo equipamentos</b>	<b>R\$ 1.600,00</b>
<b>CONTATOS:</b>	
<b>TOTAL GERAL DO INVESTIMENTO</b>	<b>R\$ 14.027,68</b>

**ANEXO 7 – CUSTOS DO ÓLEO DIESEL**



Pinhais, 11 março de 2014.

**Eletrica DW**  
**At. Luigi**

**ASSUNTO:- FORNECIMENTO DE ÓLEO DIESEL**  
**INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS**

Prezados Senhores,

Servimo-nos da presente para encaminhar à V.Sas., proposta para fornecimento de combustíveis, conforme destacado em referência.

Ao efetuamos a venda de nossos produtos, os mesmos são transportados em **Frota Própria**, com motoristas da nossa Empresa, através de notas fiscais com todos os impostos recolhidos, lacres numerados e análises laboratoriais, emitidas através de Certificado de Ensaio de **LABORATÓRIO DE ANÁLISES INTERNO UNI**, que destaca informações como:- Aspecto, Cor, Densidade, Ponto de Fulgor, Destilação, o que cumpre orientações da **ANP**.

Havendo interesse de Vossa parte em firmarmos uma parceria, abaixo informamos nossas condições de preços e prazos:-

ÓLEO DIESEL S/500:- R\$ 2,2980 por lts. 21 dias

OBS:- Preços praticados até novos reajustes efetuados pelo Governo Federal.

**INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS – CONTRATO DE COMODATO**

Instalação de Tanque

Instalação de Bomba Industrial

Tubulações conectando o Tanque à Bomba

Prazo para Instalação: 15 dias a contar da autorização

Custos para Vossa Empresa:- **ZERO**

**CONSUMO MINIMO DE 7.000 LTS MÊS .**

Tanque com bacia acoplada , se houver necessidade de material de construção custo da Vossa Empresa e mão-de-obra com custos pela Uni Combustíveis.

**Alguns Benefícios a serem considerados:**

Produtos entregues com Certificado de Ensaio – Análises em Laboratório Próprio da UNI

Notas Fiscais com todos os impostos recolhidos e destacados na própria Nota Fiscal

Elasticidade nos horários de entrega:- De 2ª à 6ª Feira das 08:00 às 17:30 h – Sábados das 08:00 às 12:00 hr.

Controle da quantidade no abastecimento da frota

Entrega com Frota Própria UNI (Aferidos pelo INMETRO) e lacres numerados em todas as bocas dos caminhões tanques

Frota UNI com mais de 25 Carros-Tanque com capacidades de entrega de 2.000 à 44.000 litros

Capacidade de nossa tancagem com mais de 800.000 litros (Exigência da ANP).

Atenciosamente

Cleuza - (41) 3675-4602 / 8506-0563



**Uni Combustíveis Ltda.**  
Estrada da Graciosa, 2700 - Vila Carolina  
Pinhais - Paraná - CEP 83.326-730  
[cleuza@unicombustiveis.com.br](mailto:cleuza@unicombustiveis.com.br) - (41) 3675.4602