

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA
CONSIDERANDO INCERTEZAS**

HUGO FUKUMITSU OSHIRO YAMAGUCHI
TIAGO NEVES VANDERLEI

ORIENTADOR: MAURO MOURA SEVERINO

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA ELÉTRICA**

BRASÍLIA/DF: NOVEMBRO – 2012

Hugo Fukumitsu Oshiro Yamaguchi – 07/47696

Tiago Neves Vanderlei – 07/53122

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA CONSIDERANDO
INCERTEZAS**

Projeto de conclusão de curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília para obtenção do diploma de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Mauro Moura Severino.

Brasília/2012

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA CONSIDERANDO
INCERTEZAS**

Hugo Fukumitsu Oshiro Yamaguchi – 07/47696

Tiago Neves Vanderlei – 07/53122

Projeto de Conclusão de Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília para
obtenção do diploma de bacharel em Engenharia Elétrica.

APROVADO POR:

MAURO MOURA SEVERINO, Dr. ENE/UNB

(ORIENTADOR)

ANÉSIO DE LELES FERREIRA FILHO, Dr. ENE/UNB

(EXAMINADOR INTERNO)

IVAN MARQUES DE TOLEDO CAMARGO, Dr. ENE/UNB

(EXAMINADOR INTERNO)

Brasília, 16 de Novembro de 2012.

FICHA CATALOGRÁFICA

YAMAGUCHI, HUGO FUKUMITSU OSHIRO e VANDERLEI, TIAGO NEVES

Análise da Viabilidade Econômica da Implantação de Sistemas de Geração de Energia Considerando Incertezas [Distrito Federal] 2012.

xv, 102p., 210 x 297 mm (ENE/FT/UnB, Engenheiro, Engenharia Elétrica, 2012).

Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

1. Sistemas de Geração de Energia. 2. Grupo Motor-Gerador

3. Avaliação Econômica 4. Incertezas

I. ENE/FT/UnB

II. Engenheiro (2012)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

YAMAGUCHI, H. F. O. e VANDERLEI, T. N. (2012). Análise da Viabilidade Econômica da Implantação de Sistemas de Geração de Energia Considerando Incertezas. Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica, Publicação FT. Departamento de Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 102p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Hugo Fukumitsu Oshiro Yamaguchi e Tiago Neves Vanderlei

TÍTULO: Análise da Viabilidade Econômica da Implantação de Sistemas de Geração de Energia.

Grau: Engenheiro

ANO: 2012

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Trabalho de Conclusão de Curso e para emprestar tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desse Trabalho de Conclusão de Curso pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Hugo Fukumitsu Oshiro Yamaguchi
Cond. Jardins do Lago Q.2 CJ H CS 14 –
Jardim Botânico, 71680-376 – Brasília – DF –
Brasil. hugofoy@gmail.com

Tiago Neves Vanderlei
QNN 22 CJ A CS 41– Ceilândia, 72220-221
Brasília–DF–Brasil.
tiagovanderlei@hotmail.com

RESUMO

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA CONSIDERANDO INCERTEZAS

Tendo em vista a variação inconstante das tarifas das concessionárias de energia e a busca por fontes de energia de maior confiabilidade, consumidores estão procurando alternativas à tradicional forma de obtenção de energia através das concessionárias. Porém, devido ao grande número de alternativas, diversos fatores influenciam o custo benefício do empreendimento e assim surge a necessidade de se avaliar a real viabilidade dessa troca. Partindo dessa dúvida, realizou-se o presente trabalho para analisar, com foco na economia, a viabilidade de se implantar um sistema de geração de energia.

O desenvolvimento do trabalho foi feito a partir de um aplicativo em planilhas eletrônicas para a análise da implantação de sistemas de geração de energia, elaborado seguindo as principais normas relativas ao assunto. Assim, a finalidade do aplicativo é proporcionar o aumento na produtividade dos projetos de geração de energia e facilitar o entendimento e a aplicação adequada das normas, bem como mostrar a viabilidade econômica da implantação de sistemas de geração de energia baseados em grupos motor-gerador a partir de uma avaliação baseada em aleatoriedades e incertezas.

Dessa maneira, a partir das simulações realizadas verificou-se a adequação da metodologia utilizada e, observou-se a variação que a viabilidade econômica da implantação de sistemas de geração de energia pode apresentar, levando em consideração os diversos fatores que o compõem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Ciclo Diesel (figura adaptada)	7
Figura 2.2 – Funcionamento de uma máquina síncrona (figura adaptada).....	10
Figura 2.3 – Sistema de transferência simplificado.	12
Figura 2.4 – Modelo de chaves reversoras.....	13
Figura 2.5 – Modelo de By-pass.	13
Figura 2.6 – Configuração Simples de um sistema de geração.	15
Figura 2.7 – Configuração em paralelo de um sistema de geração.....	16
Figura 2.8 – Configuração de chaveamento de um sistema de geração.	16
Figura 2.9 – Configuração de múltiplos geradores e chaves de um sistema de geração.....	17
Figura 2.10 – Configuração em média ou alta tensão de um sistema de geração.....	18
Figura 2.11 – Configuração de geradores de baixa tensão em aplicação de média ou alta tensão.....	18
Figura 3.1 – Mapa de Funcionamento.	38
Figura 3.2 – Legenda do Mapa de Funcionamento.	39
Figura 4.1 – Apresentação.....	44
Figura 4.2 – Informações ao Usuário.	44
Figura 4.3 – Informações do usuário.	45
Figura 4.4 – Informações do SGE.....	45
Figura 4.5 – Indicação da potência.	46
Figura 4.6 – Escolha dos GMGs.....	46
Figura 4.7 – Custo dos acessórios.	47
Figura 4.8 – Custo da instalação.....	47
Figura 4.9 – Escolha da seção dos condutores.....	48
Figura 4.10 – Faixa do custo dos condutores.....	48
Figura 4.11 – Cálculo da vida útil.	49
Figura 4.12 – Custo da manutenção preventiva.	49
Figura 4.13 – Consumo com variação de carga de um GMG.	50
Figura 4.14 – Demandas Máxima e Mínima.	51
Figura 4.15 – Consumos Máximo e Mínimo.....	51
Figura 4.16 – Tarifas utilizadas no cálculo da fatura.....	52
Figura 4.17 – Exemplo do cálculo da economia.....	52
Figura 4.18 – Valores Máximos e Mínimos.....	53
Figura 4.19 – VPLs.	54
Figura 4.20 – Economia Máxima e Mínima.	54
Figura 4.21 – VPL da Economia.....	54
Figura 4.22 – Cálculo da variável R.	55
Figura 4.23 – Cálculo do Lucro Líquido.....	55
Figura 4.24 – Outros valores relativos.....	56
Figura 4.25 – Fluxo de Caixa.	56
Figura 4.26 – Gráfico do Fluxo de Caixa.....	57
Figura 4.27 – Gráfico do Fluxo de Caixa Acumulado.	57
Figura 4.28 – Tempo de Retorno do investimento.	57
Figura 4.29 – Dados tarifários do hipermercado.	59

Figura 4.30 – <i>Histórico de consumo do hipermercado.</i>	59
Figura 4.31 – <i>Potência do SGE.</i>	59
Figura 4.32 – <i>Funcionamento do SGE.</i>	60
Figura 4.33 – <i>Instalação.</i>	60
Figura 4.34 – <i>Acessórios.</i>	60
Figura 4.35 – <i>Atenuação.</i>	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 – VPL_R	62
Gráfico 4.2 – <i>Fluxo de Caixa</i>	62
Gráfico 4.3 – <i>Fluxo de Caixa Acumulado</i>	62
Gráfico 4.4 – <i>Percentual do Investimento</i>	64
Gráfico 4.5 – <i>Percentual da Operação & Manutenção</i>	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – <i>Sistemas de operação de um grupo motor-gerador.</i>	5
Tabela 4.1 – <i>Cargas do hipermercado.</i>	58
Tabela 4.2 – <i>Lucros.</i>	61
Tabela 4.3 – <i>VPLs.</i>	61
Tabela 4.4 – <i>Tempo de Retorno e Vida Útil.</i>	63
Tabela 4.5 – <i>Informações Adicionais.</i>	63
Tabela 4.6 – <i>Condutores.</i>	64
Tabela 4.7 – <i>Consumo Diesel.</i>	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

AT – Alta Tensão

BT – Baixa Tensão

CA – Corrente Alternada

CEB – Companhia Energética de Brasília

CELPA – Centrais Elétricas do Pará S.A.

fp – Fator de Potência

GMG – Grupo Motor-Gerador

IGP-M – Índice Geral de Preços do Mercado

IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo

MT – Média Tensão

NBR – Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas

NTD – Normas Técnicas de Distribuição

QTA – Quadro de Transferência Automático

R\$ – real

SGE – Sistema de Geração de Energia

UnB – Universidade de Brasília

VBA – *Visual Basic Advanced*

VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	MOTIVAÇÃO DO TRABALHO.....	1
1.2	OBJETIVO DO TRABALHO.....	1
1.3	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	2
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
2.2	REQUISITOS E CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS E DIMENSIONAMENTO	3
2.2.1	Requisitos para instalação de um sistema Grupo Motor-Gerador	3
2.2.2	Classificação dos Sistemas	4
2.2.2.1	Sistema <i>Stand-by</i>	4
2.2.2.2	Sistema <i>Prime</i>	4
2.2.2.3	Sistema Contínuo.....	4
2.2.3	Dimensionamento	5
2.3	MOTOR.....	6
2.3.1	Motor a <i>Diesel</i>	6
2.3.2	Noções acerca do funcionamento do motor a <i>diesel</i>	7
2.3.2.1	O Ciclo <i>Diesel</i>	7
2.3.3	O Combustível.....	8
2.3.3.1	Óleo <i>Diesel</i>	8
2.3.3.2	Biodiesel	9
2.4	GERADOR	9
2.4.1	O Gerador	9
2.4.2	Noções de Funcionamento dos geradores CA.....	9
2.4.3	Potência e Rendimento dos Geradores	10
2.5	COMPONENTES DE MANUTENÇÃO E CONTROLE	11
2.5.1	Pressostato do Óleo Lubrificante.....	11
2.5.2	Termostato de Refrigeração	11
2.5.3	Sensor do Nível de Líquido de Refrigeração	11
2.5.4	Sensor de Sobrevelocidade.....	11
2.5.5	Relé Taquimétrico	11
2.5.6	Sensor de Tensão e Frequência.....	12

2.5.7	Quadro de Comando	12
2.6	SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA	12
2.6.1	Chaves Reversoras	12
2.6.2	Chaves Dedicadas	13
2.6.3	Chaves Estáticas	14
2.6.4	Rampa de Carga	14
2.7	PROJETOS.....	14
2.7.1	Diferenciação de Projetos.....	14
2.7.2	Considerações sobre Projetos	14
2.7.3	Configuração dos Sistemas de Geração	15
2.7.3.1	Simples	15
2.7.3.2	Geradores em Paralelo.....	16
2.7.3.3	Chaveamento	16
2.7.3.4	Múltiplos Geradores e Chaves	17
2.7.3.5	Configuração em Média ou Alta tensão	17
2.7.3.6	Geradores de baixa tensão em aplicações de Média ou Alta tensão	18
2.8	LEGISLAÇÃO	19
2.8.1	Legislação Tarifária	19
2.8.1.1	Convencional	19
a)	Grupo B.....	19
b)	Convencional Grupo A	20
2.8.1.2	Horo-Sazonal	20
a)	Horo-Sazonal Azul	20
b)	Horo-Sazonal Verde	21
c)	Cobrança de Demanda Excedida	21
2.8.2	Legislação do <i>Diesel</i>	22
2.8.3	Normas Técnicas	22
2.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
3	MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	25
3.2	INFORMAÇÕES INICIAIS	25

3.3 MATERIAIS.....	25
3.4 METODOLOGIA.....	26
3.4.1 Cálculos Iniciais	26
3.4.1.1 Potência do Sistema	26
3.4.1.2 Vida útil do sistema.....	26
3.4.2 Cálculo do Investimento.....	27
3.4.2.1 Custo do Grupo Gerador.....	27
3.4.2.2 Custo dos Acessórios.....	28
3.4.2.3 Custo da Instalação.....	28
3.4.2.4 Custo dos Condutores.....	28
3.4.3 Cálculo do Custo da Manutenção	28
3.4.3.1 Manutenção Preventiva	29
3.4.3.2 Manutenção Corretiva	29
3.4.4 Cálculo do Custo da Operação	29
3.4.4.1 Custo do <i>Diesel</i>	29
3.4.4.2 Custo do Serviço de Abastecimento.....	30
3.4.5 Cálculo da Economia	30
3.4.6 Análise do Investimento	31
3.4.6.1 Custo Total da Manutenção	32
3.4.6.2 Custo Total da Operação	33
3.4.6.3 Investimento Inicial.....	34
3.4.6.4 Custo Total do Investimento.....	34
3.4.7 Cálculo do Valor Presente Líquido.....	35
3.4.7.1 VPL – Investimento	35
3.4.7.2 VPL – Economia	35
3.4.8 Análise Comparativa.....	36
3.4.9 Mapa de Funcionamento.....	37
3.4.9.1 Blocos de Entrada	39
3.4.9.2 Blocos de Cálculo Inicial.....	40
3.4.9.3 Blocos de Cálculo Intermediários	40
3.4.9.4 Blocos de Cálculos Totais	41
3.4.9.5 Blocos dos VPLs	41
3.4.9.6 Blocos dos Resultados	41
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42

4	SIMULAÇÕES E ANÁLISES	43
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	43
4.2	APRESENTAÇÃO	43
4.3	PLANILHA DE ENTRADA.....	44
4.3.1	Informações ao Usuário	44
4.3.2	Informações do Usuário	44
4.3.3	Informações do SGE	45
4.4	PLANILHAS DE CÁLCULO	46
4.4.1	Determinação da Potência do Grupo Gerador.....	46
4.4.2	Escolha do Grupo Motor-Gerador	46
4.4.3	Custo dos Acessórios	47
4.4.4	Custo da Instalação	47
4.4.5	Custo dos Condutores	48
4.4.6	Cálculo da Vida Útil	48
4.4.7	Cálculo do Custo da Manutenção	49
4.4.8	Cálculo do Custo de Operação.....	49
4.4.8.1	Custo do <i>Diesel</i>	50
4.4.8.2	Custo do serviço de abastecimento	50
4.4.9	Cálculo da Economia	50
4.5	PLANILHAS DE SIMULAÇÃO.....	53
4.5.1	VPL – Custo Total Investimento	53
4.5.2	VPL – Economia	54
4.6	SIMULAÇÃO E RESULTADOS.....	54
4.7	EXEMPLO DE APLICAÇÃO	57
4.7.1	Unidade Consumidora	58
4.7.2	Históricos de Consumo.....	58
4.7.3	Entradas no Aplicativo.....	58
4.7.4	Simulação	60
4.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	66
5.1	ASPECTOS GERAIS	66

5.2 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES	66
5.3 SUGESTÕES PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 MOTIVAÇÃO DO TRABALHO

Com o avanço tecnológico e os grandes estudos na área de geração de energia elétrica, percebe-se uma grande variedade de formas para geração da energia elétrica. Assim sendo, busca-se cada vez mais uma maneira mais prática, conveniente e econômica possível de adquiri-la.

Geralmente, a aquisição da energia elétrica é feita das concessionárias de energia elétrica, que, em alguns momentos, utilizam tarifas de serviços que desfavorecem o consumidor economicamente. Dessa forma, uma das alternativas encontradas para resolver esse problema é a geração de energia elétrica própria pelo consumidor, que vem sendo utilizada cada vez mais. Vale lembrar ainda que muitas vezes o serviço oferecido pelas concessionárias não é confiável de modo a fazer com que o consumidor não procure uma alternativa de emergência na ocorrência de falhas no serviço de distribuição.

Uma das formas de geração de energia elétrica mais utilizada atualmente é a geração pelo uso do grupo motor-gerador (GMG), sendo também um dos meios mais simples e viável economicamente se comparado à outras alternativas, como a geração fotovoltaica. Esse sistema é constituído por um conjunto formado por um motor a *diesel* ligado a um gerador de energia elétrica e, geralmente é utilizado em substituição ao fornecimento de energia elétrica pela concessionária em determinados horários do dia em que a tarifa de energia elétrica cobrada é mais cara; assim, essa substituição em alguns casos pode-se mostrar economicamente mais vantajosa e prática.

Dessa maneira, desenvolveu-se este trabalho para analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de geração de energia próprio (SGE) utilizando um ou mais GMGs em substituição ao fornecimento de energia elétrica pela concessionária, apresentando os pontos mais relevantes na geração própria de energia elétrica.

Para realizar essa análise, criou-se um aplicativo em planilha eletrônica de modo a facilitar todos os cálculos envolvidos e apresentar os resultados do estudo.

1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

O trabalho tem como objetivo apresentar a análise da viabilidade econômica comparando os custos referentes à implantação e operação do SGE com a economia gerada ao não se utilizar a energia disponibilizada pelas concessionárias de energia. O trabalho mostra até que ponto essa substituição pode ser vantajosa por meio de estudos probabilísticos que consideram incertezas.

1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho apresenta um escopo dividido em capítulos que abordarão, separadamente, as ideias mencionadas no objetivo.

Este primeiro capítulo mostra a motivação do trabalho, objetivos para seu desenvolvimento e sua estruturação.

O Capítulo 2 é responsável pela revisão bibliográfica do trabalho, em que se discute a fundamentação teórica relativa aos GMGs, como aspectos construtivos, modos de instalação e cálculos de dimensionamentos.

O Capítulo 3 apresenta os materiais e métodos utilizados para a criação do aplicativo, como as principais ideias utilizadas e modelos adotados na realização da análise.

O Capítulo 4 demonstra o funcionamento do aplicativo criado para a análise, em que podem ser visualizados os resultados obtidos e um exemplo de aplicação de forma a auxiliar um melhor entendimento do assunto e do objetivo do trabalho.

O Capítulo 5 constitui a conclusão do trabalho, que traz uma análise dos resultados obtidos no Capítulo 4 com base no estudo desenvolvido nos Capítulos 2, 3 e 4, e apresenta sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Serão apresentados neste capítulo informações referentes às definições, fundamentos e aplicações de um SGE a partir de um ou mais GMGs, à legislação em vigor e às normas técnicas relativas ao assunto.

O GMG é um sistema de geração de energia elétrica próprio bastante utilizado nos dias atuais. Funciona a partir de um motor a *diesel* e um gerador acoplados. Esses equipamentos podem fornecer energia elétrica de emergência em um momento de falha no fornecimento da concessionária ou podem até serem utilizados na redução de custos quando as tarifas e serviços da concessionária não são vantajosos para o consumidor.

Atualmente, muitos incentivos são feitos à esse tipo de sistema, que, por sua vez estão sempre sendo incluídos em construções e reformas de empreendimentos, visto a sua promessa de confiabilidade em um fornecimento de energia elétrica.

2.2 REQUISITOS E CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS E DIMENSIONAMENTO

2.2.1 Requisitos para instalação de um sistema Grupo Motor-Gerador

Em muitos lugares onde é inviável realizar o fornecimento de energia elétrica de forma convencional, a necessidade de sua geração no local se faz prontamente necessária. Mas o problema não é apenas um, em locais como um hospital por exemplo a interrupção do fornecimento de energia pode causar sérios problemas e por em risco a vida e a saúde das pessoas. Já em outros setores a geração de energia local se torna interessante na tentativa de se evitar o pagamento das altas tarifas cobradas pelas concessionárias de energia. No entanto, para cada uma das formas de utilização é necessário que se faça uma criteriosa avaliação, tanto de seus equipamentos como de sua instalação. Assim sendo, a exposição dos motivos para a instalação de um sistema como esse se torna o principal ponto de partida para a elaboração de um projeto de implantação de um GMG [1].

Todavia, a instalação de um sistema SGE pode trazer algumas dificuldades aos consumidores, como o elevado investimento inicial, o tempo de retorno desse investimento e uma preocupação técnica com o empreendimento, já que o foco principal do negócio muitas vezes não é a geração de energia elétrica mas sim a economia. Assim, é importante que o consumidor sempre procure um bom aparato técnico para que possa aproveitar ao máximo o que esse sistema pode oferecer.

2.2.2 Classificação dos Sistemas

Os sistemas de geração podem ser classificados de diversas formas conforme as necessidades de cada consumidor. Essa classificação pode ser mostrada em três sistemas distintos, o *stand-by*, o *prime* e o contínuo.

2.2.2.1 Sistema *Stand-by*

O sistema *stand-by* pode ser classificado em três categorias, a primeira refere-se aos sistemas de emergência que muitas vezes são os responsáveis pela manutenção de algumas atividades locais e críticas visando a segurança pública, como por exemplo, os sistemas de comunicação ininterruptos em *data centers* ou o suporte à vida e a equipamentos em hospitais . A segunda categoria aplica-se aos sistemas de *stand-by* legalmente exigidos, em que a legislação propõe o uso desses sistemas para que sejam evitados acidentes ou até facilitar demais atividades operantes. Existem também os sistemas *stand-by* classificados como opcionais que se enquadram na terceira categoria, onde a falta de energia não é um fator crítico, mas causa um certo desconforto e inconveniência para o usuário [1].

2.2.2.2 Sistema *Prime*

O sistema *prime* também pode ser classificado em três categorias. A primeira delas diz respeito a própria energia *prime*, no qual o usuário não está inserido nos locais de atendimento da concessionária e em compensação utiliza sistemas de geração local para atender sua demanda energética. A segunda categoria refere-se à utilização do sistema de corte de picos, mais conhecido como sistema de geração em horários de ponta. Esse sistema é explicado pela geração de energia por parte do usuário em determinados momentos onde o custo do consumo de energia pago à concessionária supera o próprio custo de geração local. Esse tipo de sistema é bastante utilizado sempre apoiando-se em uma finalidade econômica. Enquadrados na terceira categoria estão os sistemas de redução de custos, em que o usuário celebra contratos de fornecimento e preço da energia elétrica com a concessionária, de forma a obter preços mais atrativos e escalonar a utilização do seu sistema de geração local [1].

Vale lembrar ainda que os sistemas *prime* também podem ser utilizados para o suprimento de energia em faltas inesperadas, trabalhando assim também como um sistema de *stand-by*.

2.2.2.3 Sistema Contínuo

O sistema contínuo é dividido em duas categorias. O sistema de carga básica é a primeira, em que as instalações para fornecimento de energia elétrica, em geral as concessionárias, utilizam a geração local para fornecer energia constante e estão interconectados com a rede de distribuição. O outro sistema é o de co-geração, onde o usuário opta que parte de sua carga

seja atendida por sua geração local e outra parte atendida pelos serviços da concessionária de energia [1].

Portanto, os sistemas anteriormente apresentados podem ser sintetizados na **Tabela 2.1**.

Tabela 2.1 - *Sistemas de operação de um grupo motor-gerador [1].*

STAND-BY	PRIME	CONTÍNUO
Sistemas de emergência	Energia <i>Prime</i>	Carga básica
<i>Stand-by</i> legalmente exigido	Corte de Pico	Co-geração
<i>Stand-by</i> opcional	Redução de custos	-

2.2.3 Dimensionamento

Em todas as áreas da engenharia, o dimensionamento dos projetos é uma questão não trivial e bastante delicada, e para o dimensionamento GMGs não é diferente. Para que se possa fazer um correto dimensionamento dos sistemas, alguns aspectos devem ficar bastante claros e o levantamento de cargas deve estar o mais próximo possível da realidade a fim de se evitar fazer estimativas.

O dimensionamento de um sistema GMG pode ser realizado a partir de algumas perguntas [2], tais como:

- Qual tipo de carga? (*Iluminação, motores de indução, fornos, canteiros de obras, retificadores de corrente, equipamentos de telecomunicação?*)
- Qual o ambiente do serviço? (*Mar, terra, atmosfera explosiva?*)
- Quais as características do local? (*Temperatura ambiente dominante, altitude, nível de contaminação do ar por partículas sólidas?*)
- Qual o regime de operação? (*O grupo gerador é a única fonte de energia elétrica? É reserva da rede local ou de outro grupo gerador? Quantas horas de operação por dia?*)
- Quanto tempo os consumidores podem ficar desligados?
- Quais os riscos envolvidos no caso de uma interrupção do fornecimento de energia por defeito no equipamento?"

Respondidas essas perguntas, pode-se então determinar qual sistema de geração será utilizado (*stand-by*, *prime*, ou contínuo) e realizar todo o levantamento técnico para a adequada determinação da potência do GMG.

O levantamento de cargas pode ter um efeito vultoso no dimensionamento, visto que grandes motores, sistemas que exigem um alto índice de disponibilidade de energia, acionadores de frequência variável e outros equipamentos desses tipos merecem maior atenção [2].

O dimensionamento percorre várias etapas. Primeiramente é necessário que se saiba o somatório de todas as cargas lineares e não-lineares em quilowatts da instalação; logo em seguida, é preciso medir a distorção harmônica da carga, caso exista, e medir a corrente de partida do maior motor da instalação. Consequentemente é aconselhável que o gerador seja dimensionado para uma potência nominal de 10% acima das somas de cargas lineares e não-lineares¹. Também é aconselhável que a partida do motor não provoque no gerador um queda de tensão superior a 20%² [3].

A potência nominal do gerador pode assim ser definida pela equação (2.1) [3]:

(2.1)

$$P_{nm} = K \times \sum P_{cni} + 1,1 \times \sum P_{cli}$$

Em que:

P_{nm} = Potência nominal em kW;

P_{cni} = Potência das cargas não-lineares em kW;

P_{cli} = Potência das cargas lineares em kW;

$K = 1,0$, para distorções harmônicas inferiores a 5%; e

$K = 1,5$, para distorções harmônicas não conhecidas.

2.3 MOTOR

2.3.1 Motor a Diesel [2]

Para um entendimento mais adequado do GMG, é fundamental também que se conheçam alguns aspectos técnicos de seu funcionamento. Dentre esses aspectos destaca-se a figura do motor que alimenta todo o sistema de geração que, por sua vez, na maioria dos sistemas GMG existentes, é operado utilizando-se como combustível o *diesel*. Tal escolha pode ser explicada levando em consideração seu rendimento superior, maior economia e maior durabilidade se comparado a outros tipos de motores.

O motor a *diesel* foi desenvolvido na Alemanha no período de 1893 a 1898 , por um engenheiro nascido em Paris de nome Rudolf Diesel, que mais tarde viria a batizar esse sistema. A partir de seus estudos sobre máquinas a vapor, Rudolf desenvolveu um método que a combustão na câmara aconteceria em temperaturas elevadas, dando assim início ao estudo para máquinas desse gênero.

¹ Para valores inferiores a 20% da carga total e distorção harmônica menor ou igual a 5% [3].

² Considerar 20% a reatância subsíncrona do eixo do gerador quando não conhecer o valor real, para efeitos do cálculo de queda de tensão durante a partida do mesmo [3].

Os motores podem ser classificados em 4 tipos: industriais, veiculares, marítimos e estacionários. Os três primeiros destinam-se a situações de funcionamento diversos onde exigem características especiais para o seu acionamento. No entanto, o motor estacionário se torna prático e viável para o enquadramento em GMGs, visto que se destinam ao acionamento de máquinas estacionárias ou que operem em rotação constante.

2.3.2 Noções acerca do funcionamento do motor a *diesel*

O princípio básico do funcionamento do motor a *diesel* está na autoignição do combustível com o ar. Primeiramente os motores aspiram o ar, que logo será comprimido nos cilindros aumentando assim sua pressão e consequentemente a sua temperatura. Assim, o combustível é injetado no final da etapa de compressão do ar, desencadeando o processo de combustão [4].

2.3.2.1 O Ciclo *Diesel*

O funcionamento dos motores a *diesel* pode ser explicado pelo seu ciclo característico como mostrado na Figura 2.1.

O ciclo pode ser resumido por quatro transformações que ocorrem durante o processo. Primeiro, ocorre uma compressão isentrópica³ na transformação (a-b), em seguida ocorre uma transformação isobárica⁴ em (b-c) juntamente com a injeção de combustível e adição de calor. Após a combustão, o ar é expandido em (c-d) numa transformação isentrópica, fazendo o processo inverso de (a-b). Por fim, na transição dos estados (d-a), a máquina perde calor numa transformação isocórica⁵, cedendo calor e dando início a um novo ciclo [4] [5].

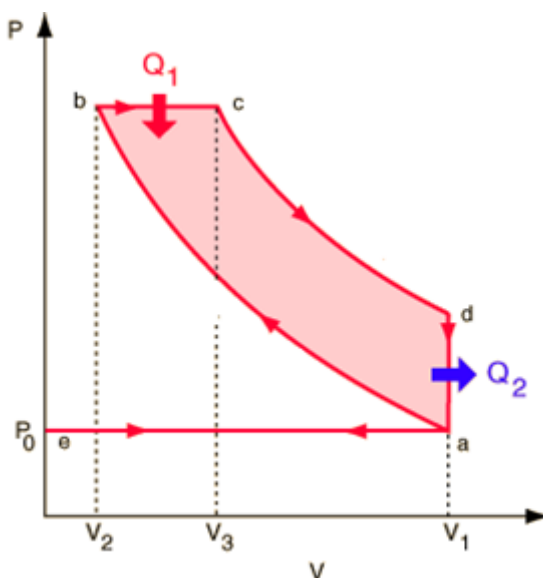


Figura 2.1 – *Ciclo Diesel* (figura adaptada) [4]

³ Transformação em que não ocorre variação da entalpia.

⁴ Transformação em que não ocorre variação da pressão.

⁵ Transformação em que não ocorre variação do volume.

A partir desse processo pode-se definir alguns parâmetros como rendimento e trabalho do motor em questão, que podem ser sintetizados nas transformações abaixo.

$a \rightarrow b$: *Compressão Isentrópica* $\rightarrow W_{ab}$

$b \rightarrow c$: *Fornecimento de calor isobárico* $\rightarrow Q_1$

$c \rightarrow d$: *Expansão Isentrópica* $\rightarrow W_{cd}$

$d \rightarrow a$: *Perda de calor isocórico* $\rightarrow Q_2$

Assim o trabalho e rendimento do ciclo podem ser definidos pelas equações (2.2) e (2.3) abaixo [5]:

(2.2)

$$W_{ciclo} = W_{ab} + W_{cd}$$

(2.3)

$$\eta = \frac{W_{ciclo}}{Q_1}$$

2.3.3 O Combustível

A primeira experiência de funcionamento de um motor a *diesel* veio da combustão de óleo vegetal, que logo em seguida foi substituído por um óleo mineral derivado do petróleo, pouco inflamável e também muito pouco volátil denominado óleo *diesel*. No entanto, a utilização desse tipo de combustível nos dias atuais vem sendo questionada por ambientalistas de todo o mundo pelo fato de se tratar de um combustível não renovável e bastante poluente. Dessa forma, estudos aceleram-se cada vez mais na busca de novas alternativas renováveis e menos agressivas ao meio ambiente, como o biodiesel [2].

2.3.3.1 Óleo Diesel

Derivado do petróleo, o óleo *diesel* se apresenta até hoje como uma ótima alternativa para alimentação de motores que compõem sistemas GMG. O fato de ser pouco volátil faz com que o óleo *diesel* possa ser armazenado por um período de até dois anos em aplicações *stand-by* [1], diferentemente da gasolina que é um derivado volátil e com prazo de validade curto, não se enquadrando, assim, para essas situações. Para armazenamentos de períodos longos, deve-se atentar também para a proliferação de microorganismos no óleo *diesel*, onde o tratamento dos mesmos é indispensável para um bom funcionamento do motor. Contudo, o óleo *diesel* apresenta alguns problemas, trata-se de um combustível não renovável e poluente e também pode apresentar falhas no funcionamento em climas muito frios, fazendo com que

se tenha de utilizar outros tipos de óleos mais aditivados⁶ e até sistemas de injeção mais sofisticados.

2.3.3.2 Biodiesel

O biodiesel surgiu com a finalidade de tentar amenizar alguns dos problemas que o óleo *diesel* apresentou ao longo do tempo. A utilização do biodiesel reduz a quantidade de emissão de CO_2 de 5% a 9% na atmosfera em relação ao *diesel* e é obtido através de fontes renováveis como óleos vegetais [7].

Todavia, ao se tratar de GMGs, alguns fabricantes indicam que a substituição do óleo *diesel* pelo biodiesel pode diminuir a emissão de fumaça pelo sistema, mas pode também gerar uma redução da potência e economia do mesmo [1]. O que se tem visto hoje é a utilização dos dois combustíveis em conjunto, sempre observando as faixas percentuais para a mistura. Estudos indicam que a utilização de um percentual de até 20% de biodiesel na mistura com o *diesel* pode proporcionar performances próximas ao *diesel* [8].

2.4 GERADOR

2.4.1 O Gerador

Em um grupo motor-gerador, além de conhecermos as características técnicas dos motores utilizados em sua montagem, é importante também conhecer um pouco sobre os geradores presentes nesse tipo de sistema. Basicamente os geradores são máquinas capazes de converter energia mecânica gerada pela rotação do motor em energia elétrica. Assim, após a determinação da carga e outros fatores, escolhem-se os parâmetros do gerador de corrente alternada, como tensão de saída, isolamento, classificação e rendimento.

2.4.2 Noções de Funcionamento dos geradores CA

Os geradores pertencem à categoria das máquinas síncronas. Seu conjunto elementar é composto por três enrolamentos no estator, defasados de 120 graus e um enrolamento no rotor alimentado em corrente contínua, como observado na Figura 2.2 [9]. Seu princípio de funcionamento segue o da lei de Lenz, que enuncia o seguinte:

"Havendo diminuição do fluxo magnético, a corrente criada gerará um campo magnético de mesmo sentido do fluxo magnético da fonte. Havendo aumento, a corrente criada gerará um campo magnético oposto ao sentido do fluxo magnético da fonte."

⁶ Difere do óleo *diesel* comum pela presença de aditivos com as diversas funcionalidades, como detergentes e anti-corrosivos [6].

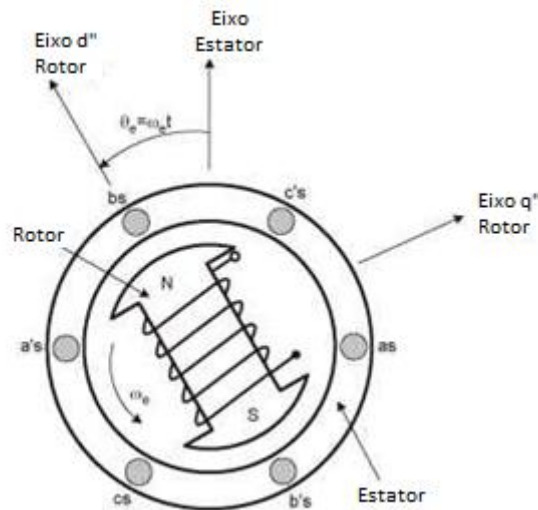


Figura 2.2 – Funcionamento de uma máquina síncrona (figura adaptada) [10].

No rotor existe um campo magnético alimentado por corrente contínua, denominado excitatriz. Com o movimento do rotor que está ligado ao eixo do motor, o campo magnético é transportado ao longo do gerador. Assim, as linhas de força do campo magnético passam perpendicularmente sobre os enrolamentos do estator, fazendo com que seja induzida uma tensão nesses enrolamentos [9].

Em seu aspecto mecânico, o gerador é formado por duas partes, uma fixa chamada de estator e outra móvel chamada de rotor. Em geral, para GMGs, o campo magnético está localizado no rotor da máquina (máquina de polos girantes), fazendo com que não exista a necessidade da utilização de escovas, retirando-se assim a energia elétrica diretamente dos terminais da bobina [2].

2.4.3 Potência e Rendimento dos Geradores

A potência dos geradores é sempre dada em kVA; assim ficam implícitos fatores como a potência ativa e o fator de potência da máquina, que devem ser conhecidos para a determinação do rendimento do sistema e identificação das características da carga a ser alimentada [2].

O rendimento dos geradores é visto como o percentual da potência elétrica fornecida pela potência mecânica do sistema de acionamento definida pela equação (2.4) abaixo:

(2.4)

$$\eta = \frac{kW_{(Elet.)}}{kW_{(Mec.)}}$$

Geralmente, geradores de menor porte apresentam rendimento inferior aos geradores de maior porte. Vale lembrar também que o rendimento do gerador não é constante e está intimamente ligado à carga que está sendo alimentada, sendo seu máximo rendimento é atingido entre 80 e 100% de sua potência nominal [2].

2.5 COMPONENTES DE MANUTENÇÃO E CONTROLE [2]

Os GMGs apresentam componentes que auxiliam no controle de seu funcionamento e manutenção. Tais componentes são importantes para o sistema pois realizam um monitoramento constante a fim de evitar falhas e informam ao operador sobre as condições do sistema.

2.5.1 Pressostato do Óleo Lubrificante

O pressostato do óleo lubrificante tem como função fazer a parada do motor quando este apresenta pressão do óleo fora de uma faixa pré-estabelecida.

2.5.2 Termostato de Refrigeração

O termostato de refrigeração tem uma função semelhante ao pressostato do óleo lubrificante, no entanto, este verifica a temperatura do sistema e interrompe o funcionamento quando seu valor fica fora da faixa pré-estabelecida.

2.5.3 Sensor do Nível de Líquido de Refrigeração

Este sensor é responsável por mostrar ao operador o nível do líquido de refrigeração, indicando se há ou não a necessidade de se completar o nível.

2.5.4 Sensor de Sobrevelocidade

É responsável por promover a parada do motor quando este alcança elevadas velocidades fora da faixa pré-estabelecida. Geralmente é associado a outros sensores, promovendo o corte de admissão de ar e injeção de combustível.

2.5.5 Relé Taquimétrico

Mede a rotação do motor, visando impedir que esta ultrapasse os valores pré-estabelecidos. Está associado ao sensor de velocidade, permitindo um controle maior em diferentes faixas de operação.

2.5.6 Sensor de Tensão e Frequência

Este sensor é responsável pelo monitoramento da tensão e frequência no alternador do sistema. Verifica se a tensão e frequência são compatíveis com a rede local, comandando assim a partida ou parada do sistema.

2.5.7 Quadro de Comando

Nele estão presentes os componentes elétricos de comando do sistema, como voltímetro, amperímetros, frequencímetros, chaves de transferência, disjuntores, regulador de velocidade, interface de comunicação, dentre outros.

2.6 SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA [2]

O sistema de transferência tem a finalidade de comutar entre duas fontes de alimentação de uma determinada carga de modo a controlar a melhor maneira de acionamento para suprimento das cargas. A comutação entre a rede da concessionária e um sistema GMG como uma fonte suplementar de energia elétrica é um bom exemplo de um sistema de transferência. Para que esse processo ocorra corretamente foram construídos mecanismos e chaves de transferência que executam essa tarefa de diversas maneiras. A Figura 2.3 ilustra esse processo de maneira simples.

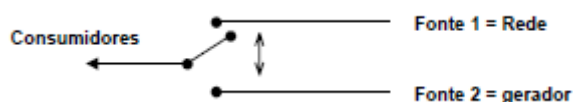


Figura 2.3 – Sistema de transferência simplificado [2].

2.6.1 Chaves Reversoras

As chaves reversoras são os sistemas de transferência baseados em relés e disjuntores motorizados. Para um acionamento automático, as funções de acionamento e desligamento são realizadas pelos contadores dos relés de controle, com um intertravamento mecânico impedindo que os dois contadores sejam fechados simultaneamente, ou pelo conjunto dos disjuntores motorizados, como exemplificado na Figura 2.4.

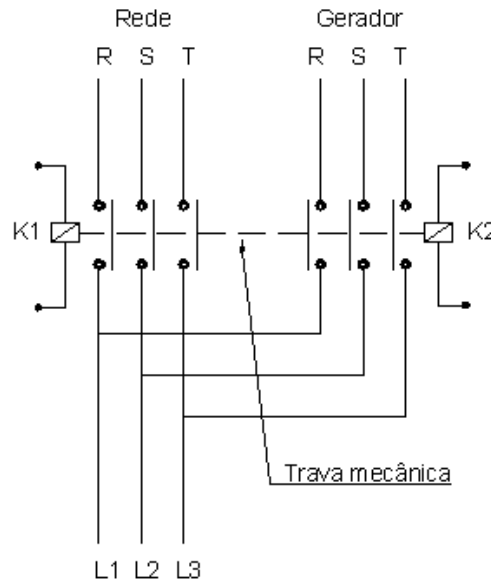


Figura 2.4 - Modelo de chaves reversoras [2].

Além disso, é essencial a presença de dispositivos que verifiquem e monitorem as características da rede e do gerador em um sistema automático. Em algumas aplicações, visando à manutenção e reparos do sistema, também se faz uso de uma chave *by-pass*, visto na Figura 2.5, por onde se desativa a alimentação tanto da rede quanto do gerador.

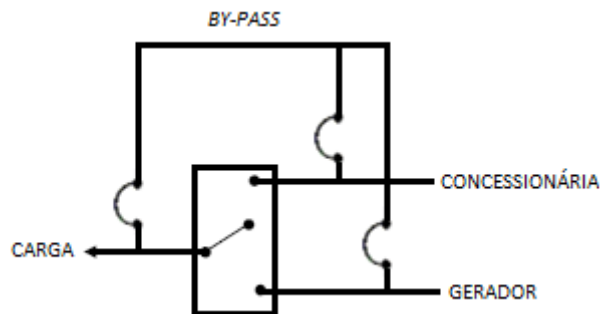


Figura 2.5 - Modelo de By-pass.

2.6.2 Chaves Dedicadas

Similares às chaves reversoras, essas chaves foram construídas especificamente para realizar a comutação entre duas fontes de energia. Utiliza-se a ação do campo magnético da chave para realizar o desligamento de uma fonte e o acionamento da outra sem a possibilidade de um paralelismo.

No entanto, nesses tipos de transferências (chaves reversoras e chaves dedicadas), o sistema pode apresentar alguns problemas, como um atraso de alguns segundos até assumir todas as cargas previstas, fator que pode causar desconforto com o desligamento dos circuitos ou até mesmo a interrupção de um motor que estava em funcionamento.

2.6.3 Chaves Estáticas

Com o desenvolvimento dos semicondutores criaram-se sistemas microprocessados capazes de controlar eletronicamente o sistema de comutação. Assim, a partir desses sistemas pode-se projetar uma chave comutadora capaz de determinar mais rapidamente quando uma fonte será desligada e outra será acionada.

2.6.4 Rampa de Carga

É um sistema de transferência ligado em paralelo com a rede. Seu funcionamento baseia-se na sincronização entre a rede e o gerador, onde a carga é transferida ao gerador gradativamente até a sua totalidade. Esse sistema evita o problema do corte de energia por alguns segundos, tentando manter a carga alimentada. No entanto, esse sistema de transferência exige um maior monitoramento e proteção definidos pela concessionária pelo fato de existir um paralelismo entre as fontes.

2.7 PROJETOS

2.7.1 Diferenciação de Projetos

Existe na engenharia uma vasta gama de escolha e alternativas para a solução de problemas. Na elaboração de projetos envolvendo SGEs isso também está presente, exigindo do engenheiro conhecimento acerca de alguns métodos e opções para a elaboração de projetos dessa espécie.

Alguns projetos incluem configurações de geradores em paralelo tanto com a rede pública como com um conjunto de outros geradores. Outros projetos apresentam a comutação entre a rede pública e o sistema de geração próprio. Assim, independentemente do caso é necessário que o engenheiro esteja sempre preocupado com a proteção e confiabilidade do sistema.

Outra diferenciação que pode ser apontada é quanto às necessidades do usuário do sistema ou das funções primárias do próprio sistema. Assim, é cabível a análise das cargas atendidas pelo sistema e a forma mais adequada para o seu funcionamento, como visto anteriormente.

2.7.2 Considerações sobre Projetos

Mesmo com a grande diferenciação entre projetos, existem alguns parâmetros gerais que devem ser seguidos na elaboração deles.

Dessa forma, é essencial que um projeto de um SGE atenda à todas as normas e recomendações de segurança. Assim, os dispositivos de segurança e proteção desses projetos devem não só buscar a minimização das falhas, como também apresentar recursos que

aumentem a coordenação seletiva dos equipamentos e aumentem a confiabilidade do sistema como um todo.

Sistemas desse tipo devem sempre possuir uma separação física entre redes de distribuição pública e o GMG a fim de evitar possíveis acidentes que comprometam os dois sistemas. É importante também que os sistemas possuam chaves do tipo *by-pass* para o sistema de transferência para que exista a possibilidade de reparos e manutenções. A divisão dos circuitos e a forma de acionamento das cargas também é fundamental para que não haja comprometimento da capacidade do GMG.

Deve-se levar em consideração também fatores econômicos, como a possibilidade de ser mais vantajoso realizar a instalação de múltiplos GMGs de potências menores em substituição à um GMG de potência muito elevada, dividindo-se assim os custos e consequentemente aumentando a redundância do sistema e sua confiabilidade.

2.7.3 Configuração dos Sistemas de Geração

2.7.3.1 Simples

São sistemas modelados a partir de um GMG com um disjuntor principal, onde a energia das cargas é distribuída através de um painel de distribuição, como indicado na Figura 2.6. Em geral, esse modelo também possui um sistema de proteção contra sobrecorrente a fim de auxiliar no funcionamento e proteção da instalação [1].

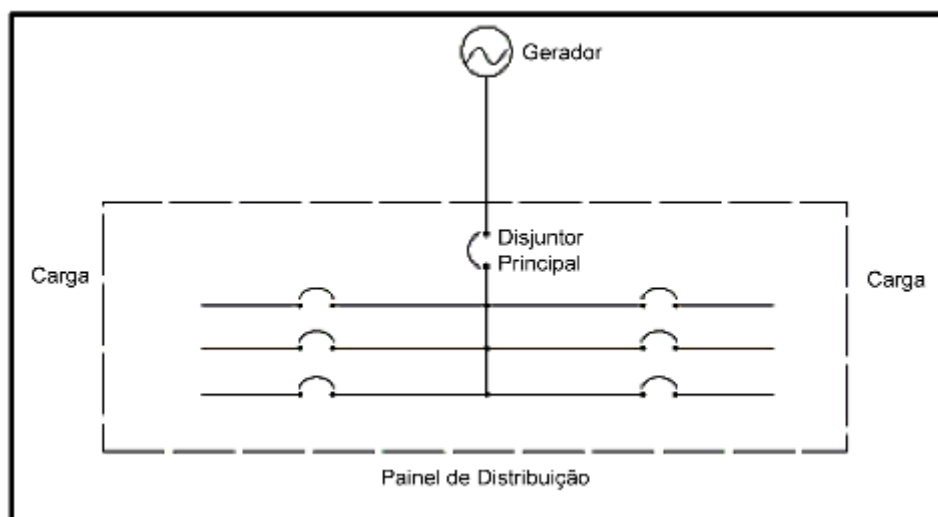


Figura 2.6 – Configuração Simples de um sistema de geração[1].

2.7.3.2 Geradores em Paralelo

Essa configuração é semelhante à configuração simples, no entanto apresenta um paralelismo entre os geradores do sistema como visto na Figura 2.7. Essa configuração apresenta algumas vantagens, como o aumento da confiabilidade do sistema, mas pode também trazer uma maior dificuldade de manuseio pelo usuário [1].

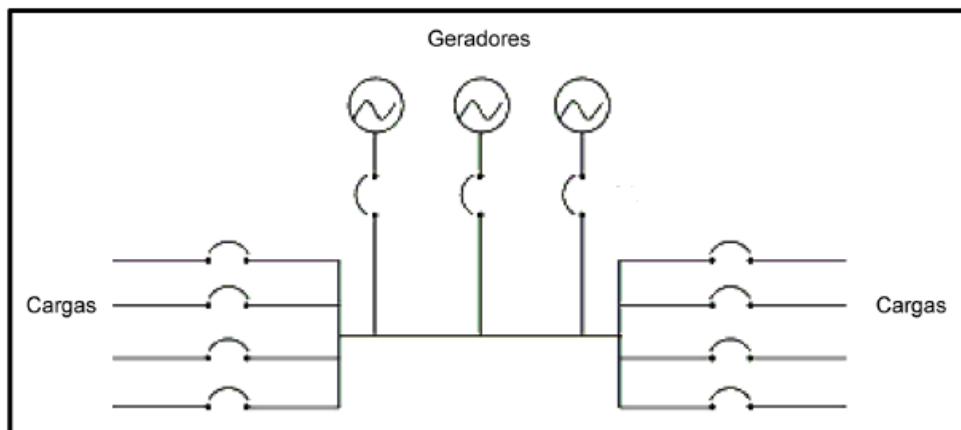


Figura 2.7 – Configuração em paralelo de um sistema de geração[1].

2.7.3.3 Chaveamento

Essa configuração mostra um sistema característico de transferência de energia elétrica entre duas fontes de energia. Através dos sistemas de transferência é possível comutar o fornecimento de energia. Em geral esse tipo de acionamento é realizado pelo Quadro de Transferência Automática (QTA), em que se encontra todo o aparato para a transferência do sistema. Essa tipo de configuração é apresentada na Figura 2.8 [1].

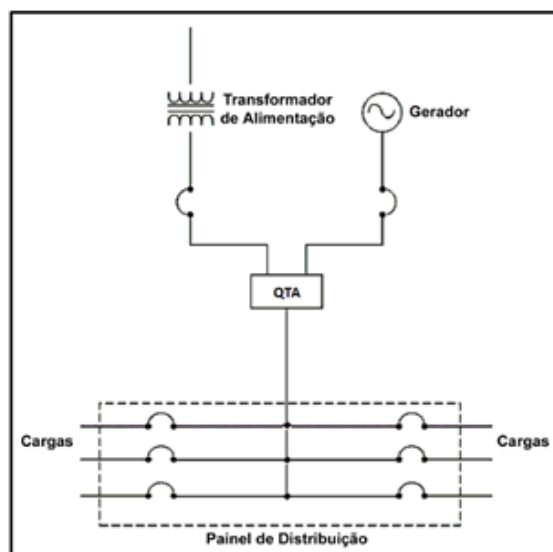


Figura 2.8 – Configuração de chaveamento de um sistema de geração[1].

2.7.3.4 Múltiplos Geradores e Chaves

Trata-se de uma configuração mais robusta para instalações de maior porte. Nessa configuração existe uma quantidade maior de geradores aliados a sistemas de transferência. Essa configuração permite uma montagem mais versátil que pode ser facilmente adaptada e modificada sem prejudicar o sistema em sua totalidade. Esse tipo de configuração é apresentado na Figura 2.9 [1].

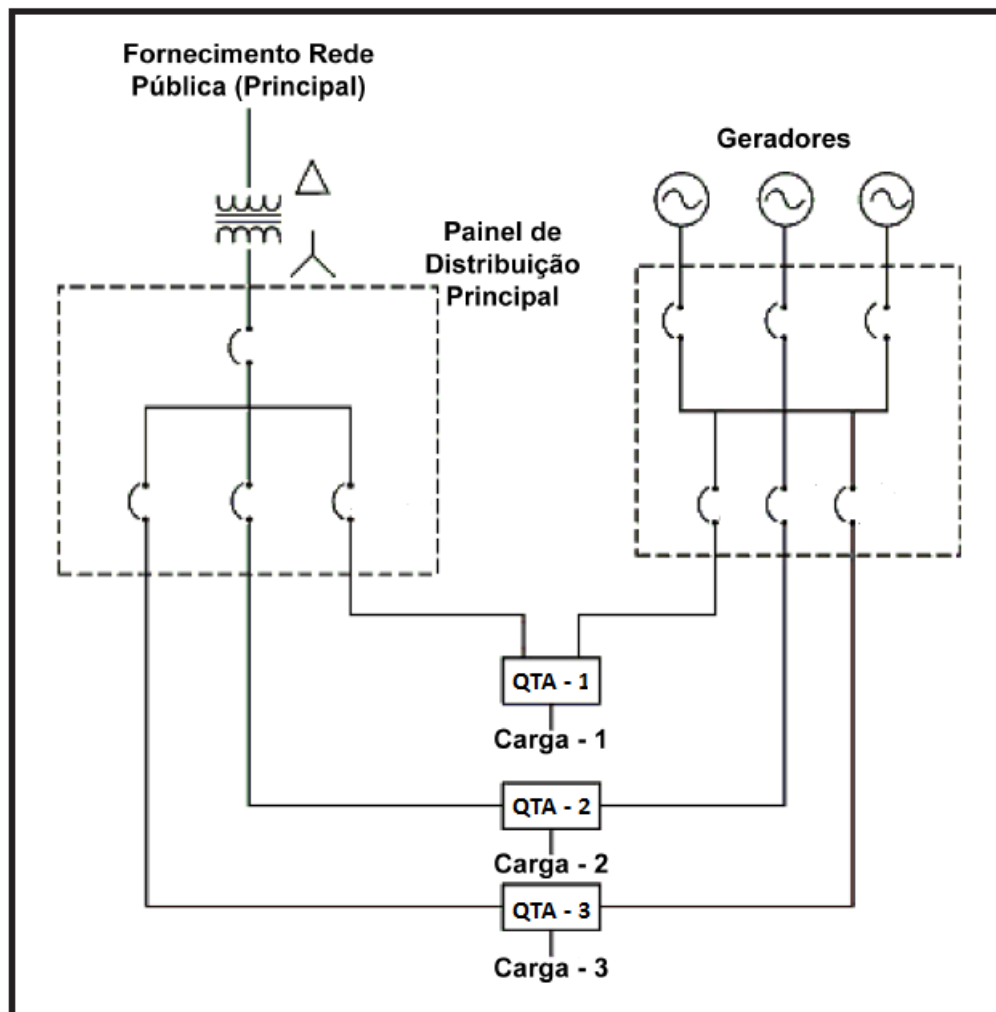


Figura 2.9 – Configuração de múltiplos geradores e chaves de um sistema de geração[1].

2.7.3.5 Configuração em Média ou Alta Tensão

Quando a geração de energia em baixa tensão não se torna viável, a escolha de uma configuração em alta tensão se torna mais adequada quando as cargas se situam a uma distância significativa do gerador. Esse tipo de configuração, no entanto, exige mais preparo e treinamento das pessoas que a manuseiam. Essa configuração é vista na Figura 2.10 [1].

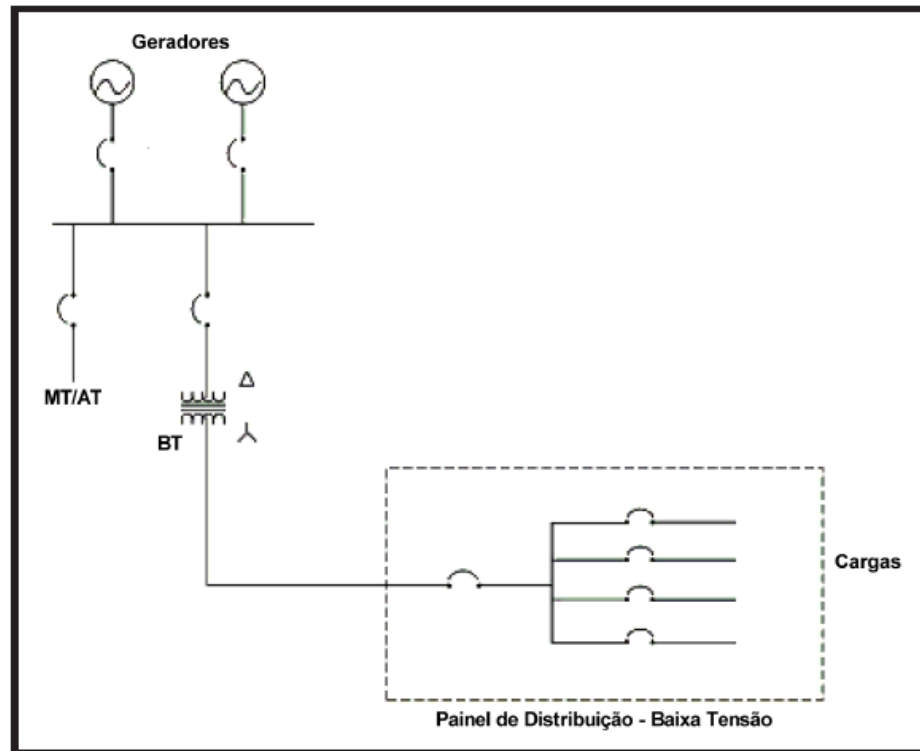


Figura 2.10 – Configuração em média ou alta tensão de um sistema de geração[1].

2.7.3.6 Geradores de baixa tensão em aplicações de Média ou Alta Tensão

Essa configuração permite que um gerador de baixa tensão possa ser utilizado em aplicações de Média ou Alta tensão, bastando apenas a existência de um transformador elevador de tensão na instalação. O modelo pode ser visto na Figura 2.11 [1].

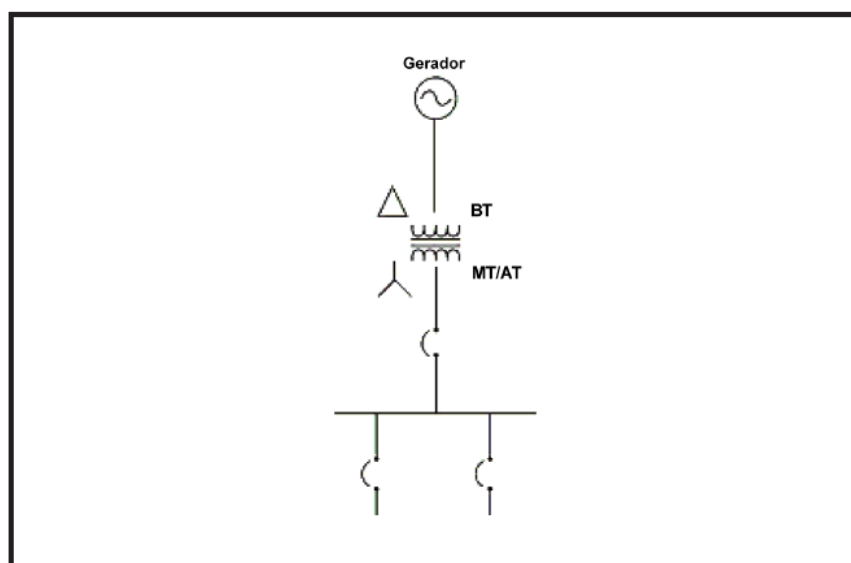


Figura 2.11 – Configuração de geradores de baixa tensão em aplicação de média ou alta tensão[1].

2.8 LEGISLAÇÃO

2.8.1 Legislação Tarifária [12]

Para a cobrança de consumo de energia elétrica, a Companhia Energética de Brasília (CEB) segue a Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 414/2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Segundo a resolução, definem-se dois grandes grupos, Convencional e Horo-Sazonal. Dentro desses grupos, são definidas também as classes de tensão A1, A2, A3, A3a, A4 e AS⁷.

2.8.1.1 Convencional

A estrutura tarifária convencional caracteriza-se pela cobrança referente apenas ao consumo de energia elétrica. Divide-se em outros dois grupos, Grupo B, referente aos consumidores em baixa tensão, e Grupo A, referente aos consumidores em alta tensão.

O cálculo da fatura para os dois grupos é o mesmo e é dado pela equação (2.5) a seguir:

(2.5)

$$F_{CONVENCIONAL} = CM \times TR_C$$

Em que:

$F_{CONVENCIONAL}$ = Valor correspondente à fatura da estrutura tarifária convencional em reais;

CM = Consumo medido em kWh; e

TR_C = valor de referência à tarifa de consumo de energia elétrica referente ao grupo convencional em R\$/kWh.

a) Grupo B

Além da tensão, os outros critérios que definem as tarifas do Grupo B são a categoria na qual o consumidor se enquadra (rural, serviço de saneamento, iluminação pública, etc.) e sua classe de consumo (até 50 kWh; de 51 a 200 kWh; e acima de 201 kWh).

⁷ A1 - 230 kV ou mais; A2 - 88 a 138 kV; A3 - 69 kV; A3a - 30 a 44 kV; A4 - 2,3 a 25 kV; e AS – subterrâneo e inferior a 2,3 kV [12].

b) Convencional Grupo A

Para o Grupo A, define-se também a categoria (rural, cooperativa, residencial, comercial, industrial, etc.), porém a classe de consumo varia de acordo com a categoria (até 200 kWh; de 201 a 300 kWh; acima de 501 kWh; acima de 1001 kWh; etc.).

2.8.1.2 Horo-Sazonal

Já a estrutura tarifária horo-sazonal, considera, além do consumo, a demanda do consumidor na fatura de energia elétrica e é dividida em duas categorias, a Tarifa Horo-Sazonal Azul e a Horo-Sazonal Verde. Nesse tipo de estrutura as tarifas tem valores diferenciados segundo os horários dos dias e períodos do ano. A divisão do dia compreende os horários de ponta e fora de ponta⁸ e a divisão do ano em período seco e úmido⁹.

a) Horo-Sazonal Azul

Para os consumidores enquadrados nessa categoria, a tarifa considera a categoria, a demanda medida na ponta e fora de ponta, e o consumo medido na ponta e fora de ponta, havendo distinção do valor da tarifa de consumo para os períodos seco e úmido.

O valor da fatura é calculado pela equação (2.6) a seguir:

(2.6)

$$F_{HS-AZUL} = CM_{PONTA} \times TR_{CPONTA} + CM_{FPONTA} \times TR_{CFPONTA} + DC_{PONTA} \times TR_{DPONTA} + DC_{FPONTA} \times TR_{DFPONTA}$$

Em que:

CM_{PONTA} = Consumo de energia elétrica medido na ponta em kWh;

TR_{CPONTA} = Valor de referência à tarifa de consumo de energia na ponta em R\$/kWh;

CM_{FPONTA} = Consumo de energia elétrica medido fora da ponta em kWh;

$TR_{CFPONTA}$ = Valor de referência à tarifa de consumo de energia fora da ponta em R\$/kWh;

DC_{PONTA} = Demanda de potência ativa contratada na ponta em kW;

TR_{DPONTA} = Valor de referência à tarifa de demanda de potência ativa na ponta em R\$/kW;

⁸ O horário de ponta corresponde ao período de três horas consecutivas compreendido entre 18h e 21h do dia e 19h e 22h durante o horário de verão; o horário fora de ponta corresponde às horas complementares ao horário de ponta.

⁹ O período seco compreende o meses de maio a novembro do ano; e o período úmido os meses de dezembro a abril do ano seguinte.

DC_{FPONTA} = Demanda de potência ativa contratada fora da ponta em kW; e

$TR_{DFPONTA}$ = Valor de referência à tarifa de demanda de potência ativa fora da ponta em R\$/kW.

b) Horo-Sazonal Verde

Para essa categoria, mantém-se a forma de cobrança para o consumo mas altera-se para a demanda, passando para apenas um valor de demanda sem fazer distinção entre ponta e fora de ponta.

O valor da fatura é calculado pela equação (2.7) a seguir:

(2.7)

$$F_{HS-AZUL} = CM_{PONTA} \times TR_{CPONTA} + CM_{FPONTA} \times TR_{CFPONTA} + DC \times TR$$

Em que:

CM_{PONTA} = consumo de energia elétrica medido na ponta em kWh;

TR_{PONTA} = valor de referência à tarifa de consumo de energia na ponta em R\$/kWh;

CM_{FPONTA} = consumo de energia elétrica medido fora da ponta em kWh;

$TR_{CFPONTA}$ = valor de referência à tarifa de consumo de energia fora da ponta em R\$/kWh;

DC = demanda de potência ativa contratada em kW;

TR = valor de referência à tarifa de demanda de potência ativa em R\$/kW.

c) Cobrança de Demanda Excedida

Para as categorias Horo-Sazonal Azul e Verde, deve-se atentar à ultrapassagem da demanda contratada pelo consumidor pela demanda registrada pela CEB e o valor da tarifa para essa ultrapassagem.

Atualmente os limites de ultrapassagem de demanda ativa contratada pelo consumidor e o critério de cobrança dessa ultrapassagem são regulamentados pela Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL.

Os limites anteriores de ultrapassagem, regulamentados pelo artigo 56 da Resolução Normativa nº 456/2000 da ANEEL, eram de 10% ao valor contratado para os grupos A3, A3a, A4 e AS e de 5% para os grupos A1 e A2. Ainda, a cobrança feita pela demanda

excedida era de três vezes a tarifa normal de fornecimento. Atualmente, pela Resolução Normativa nº 414, o limite de ultrapassagem é de 5% para todos os consumidores e a cobrança de duas vezes a tarifa normal [12] [13].

Assim, o cálculo da cobrança é dado pela equação (2.8) a seguir:

(2.8)

$$D_{ULTRAPASSAGEM} = [DM - DC] \times 2 \times VR$$

Em que:

$D_{ULTRAPASSAGEM}$ = Valor correspondente à ultrapassagem de demanda de potência ativa em reais;

DM = Demanda, de potência ativa medida em kW;

DC = Demanda, de potência ativa contratada em kW; e

VR = Valor de referência à tarifa de demanda de potência ativa aplicável aos subgrupos do grupo A, em R\$/kW.

2.8.2 Legislação do Diesel [14]

A uso do *diesel* como combustível para fins de geração de energia elétrica é autorizado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) na Resolução nº 65 (art. 14) que diz “Fica autorizado o uso de óleo *diesel* B para fins ferroviários, agropecuários, industriais e geração de energia elétrica até que se estabeleça especificação para essas aplicações (óleo *diesel* não rodoviário), respeitando-se por ora, as regras estabelecidas para a comercialização quanto ao tipo de óleo *diesel* B S50 e B S500, descritos nos ANEXOS I e II desta Resolução.”

Ainda pela mesma resolução, as nomenclaturas S50 e S500 referem-se ao teor máximo de enxofre de 50 mg/kg e 500 mg/kg, respectivamente.

2.8.3 Normas Técnicas

Dentre as normas técnicas da CEB, não há nenhuma específica que trate da instalação de GMG. Encontram-se apenas algumas citações referente ao assunto na Norma Técnica de Distribuição NTD 6.05 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição – 13,8 kV e na NTD 6.07 – Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição a Prédios de Múltiplas Unidades Consumidoras.

De acordo com a NTD 6.07, item 10.14 – Geração Própria, não é permitida a operação em paralelo com o sistema elétrico da CEB, ainda que momentaneamente, de geradores

particulares de unidades consumidoras com carga instalada de até 75 kW. Para cargas instaladas acima desse valor, o paralelismo fica condicionado a consulta prévia à CEB. Cita-se também a utilização de chave reversora, manual ou automática, porém com intertravamento elétrico e mecânico, para evitar o paralelismo. Ainda nesse item, a CEB se isenta da responsabilidade e a transfere ao consumidor por danos ocasionados por manobras inadequadas e/ou defeitos nos equipamentos de transferência. Por fim, exige-se a entrega à CEB de um termo de responsabilidade para uso de geração própria contendo informações do sistema como tipo de máquina, potência nominal e operativa, fator de potência, tensão máxima e mínima, etc [16].

Na NTD 6.05 seção 22 – Geração Própria, citam-se as condições gerais de instalação de um GMG com e sem o paralelismo com o sistema CEB. No caso de haver o paralelismo, deve-se atentar ao tempo de duração da transferência, que não deverá ser superior a 15 (quinze) segundos, e às funções de proteção mínima que deverão ser contempladas pelo relé e deverão constar no GMG, além de se não permitir o religamento automático de qualquer disjuntor ou equipamento de manobra da unidade consumidora que esteja no circuito e promova o paralelismo. Em outro tópico na mesma seção, a norma técnica cita os documentos que obrigatoriamente deverão constar, para análise e liberação, no projeto a ser apresentado à CEB. Ainda, como anexo da norma, são apresentados os modelos de termo de responsabilidade por uso de geração própria com/sem o paralelismo com o sistema elétrico da CEB [15].

Uma das normas mais completas encontradas para instalação de gerador refere-se à distribuidora do estado do Pará, as Centrais Elétricas do Pará S.A. (CELPA), a NTD-22 – Requisitos Mínimos para Instalação de Gerador por Particulares. De acordo com a NTD-22, é permitida a operação do GMG em paralelismo momentâneo e permanente com a rede da CELPA. Abaixo segue a estrutura resumida da norma e os assuntos abordados [17].

1. Objetivo
2. Definições
3. Disposições Gerais
 - 3.1 Instalação de Grupo Gerador
 - 3.2 Grupo Gerador com Operação Isolada (sem a possibilidade de operação em paralelo com a rede)
 - 3.3 Grupo Gerador com Operação Momentâneo
 - 3.4 Grupo Gerador com Operação de Paralelismo Permanente
4. Procedimentos
 - 4.1 Projeto (documentos, requisitos do sistema, informações do cliente, etc.)
 - 4.2 Instalação do Grupo Gerador
 - 4.3 Recomendações Técnicas
 - 4.4 Proteção
 - 4.5 Inspeção e Testes
5. Diagramas

- 5.1 Geradores com Operação Isolada
 - 5.1.1 Cliente com Potência Instalada Menor que 300 kVA
- 5.2 Geradores com Paralelismo Momentâneo
 - 5.2.1 Geração com Conexão na Média Tensão
 - 5.2.2 Geração com Conexão na Baixa Tensão com Disjuntores de Interligação
 - 5.2.3 Geração com Conexão na Baixa Tensão com Contactores de Interligação
 - 5.2.4 Geradores com Conexão na Baixa Tensão com Disjuntores de Interligação com Proteção Direta na Média Tensão
 - 5.2.5 Geração com Conexão na Baixa Tensão com Contactores de Interligação com Proteção Direta na Média Tensão
- 5.3 Geradores com Paralelismo Permanente
- 6. Anexos
- 7. Aprovação

Apesar de ser uma norma específica à concessionária do Pará, a NTD-22 pode servir como base àqueles que desejam ter conhecimento dos requisitos mínimos para instalação de geradores e adequá-los às normas da concessionária local, uma vez que a NTD-22 visa assegurar as condições técnicas de proteção, operação e segurança, tendo como base às resoluções da ANEEL.

2.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordou-se nesse capítulo a teoria envolvida na implantação de um sistema de geração utilizando um GMG.

Foram apresentados aspectos técnicos, como funcionamento dos equipamentos, requisitos e tipos de instalação, acessórios utilizados, etc; aspectos econômicos, como tarifas e formas de cobrança da concessionárias para cada tipo de estrutura tarifária e classe de consumo, etc; e aspectos legislativos, como resoluções da ANEEL, ANP, CEB e normas técnicas relativas ao assunto.

Assim, a partir dos fundamentos abordados, obteve-se uma base teórica para os materiais e métodos que serão apresentados no próximo capítulo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A análise pretendida pelo trabalho envolve diferentes tipos de informações que combinadas entre si resultam nos cálculos de custos e economia.

Como o estudo refere-se à implantação de um sistema cuja vida útil pode atingir 20 anos¹⁰, foi considerado não só o valor atual dos preços de equipamentos e serviços relacionados como também a variação desse valor ao longo dos anos.

Assim, o presente capítulo tem como objetivo apresentar os materiais (informações) e métodos (cálculos) necessários para que se possa realizar a análise da viabilidade econômica da implantação de um SGE em substituição ao serviço de fornecimento de energia das concessionárias no horário de ponta.

3.2 INFORMAÇÕES INICIAIS

A análise baseia-se no conhecimento de algumas informações que irão subsidiar a determinação das características do SGE e a realização dos cálculos de custos e economia que estão envolvidos na sua implantação.

Inicialmente deve-se conhecer características inerentes ao consumidor, como a estrutura tarifária na qual ele se encaixa e suas características de consumo, que podem ser obtidas a partir de um histórico de faturas de energia da concessionária. Deve-se conhecer também as informações relativas ao uso do sistema, como o número de dias por mês em que o GMG irá atuar no horário de ponta e a porcentagem de carga que será atendida relativa à sua potência.

Outras informações como o valor das tarifas em vigência da concessionária local, preço do combustível a ser utilizado no GMG, preço dos serviços mínimos necessários relacionados à implantação do SGE, também devem ser considerados nessa etapa do estudo.

3.3 MATERIAIS

Para elaboração do presente trabalho foram utilizadas ferramentas computacionais e coleta de dados. Foram utilizadas planilhas eletrônicas do *software* Microsoft Excel 2007 e compilação de códigos *Visual Basic Advanced* (VBA) presentes no próprio programa. Com auxílio de fornecedores de GMGs obtiveram-se dados técnicos de instalação do SGE, manutenção e formas de utilização, além de dados financeiros e de comercialização de GMGs.

¹⁰ A vida útil de um grupo motor-gerador informada por fornecedores é de aproximadamente 12.000 horas ou 20 anos, indendente da sua potência nominal.

Assim foi possível formar uma base de dados com informações referentes aos preços de GMGs, acessórios e serviços de instalação. A base de dados contém ainda informações relativas às normas aplicadas como tabelas para cálculo para o dimensionamento dos condutores, textos explicativos e formulações, além de tabelas de tarifas da CEB.

3.4 METODOLOGIA

3.4.1 Cálculos Iniciais

A partir das informações iniciais obtidas do consumidor, da carga a ser alimentada e outras relativas ao estudo, realizam-se os cálculos da potência e vida útil do sistema de geração.

3.4.1.1 Potência do Sistema

A potência mínima necessária para o correto funcionamento do sistema é a primeira informação a ser calculada. A partir do histórico de consumo da unidade consumidora, obtém-se o valor das demandas registradas nas últimas medições e assim pode-se escolher a de maior valor a fim de que o sistema não seja subdimensionado e possa atender à todas as situações de carga, inclusive as mais elevadas. No entanto, a potência de mercado de grupos geradores é apresentada em kVA, assim adota-se um fator de potência igual a 0,92 para que se possa obter o valor da potência aparente do sistema e assim determinar a potência do GMG, como na equação (3.1) abaixo.

(3.1)

$$S_{GMG} = \frac{D_{MÁX}}{fp}$$

Em que:

S_{GMG} = Potência, em kVA, do GMG;

$D_{MÁX}$ = Maior demanda, em kW, do histórico da unidade consumidora; e

fp = Fator de potência.

3.4.1.2 Vida útil do sistema

Segundo informações de fornecedores, a estimativa de vida útil de um GMG é de aproximadamente 12.000 horas ou 20 anos. Assim, considerando que o GMG atuará somente no horário de ponta e conhecendo o número de dias por mês que ele alimentará a carga nesse horário, obtém-se o tempo de funcionamento por mês do GMG, estimando-se dessa forma sua

vida útil. Caso, a partir desse cálculo, a estimativa encontrada seja maior que 20 anos, a vida útil considerada deverá ser de 20 anos.

As 12.000 horas informadas são relevantes apenas considerando que serão seguidas todas as recomendações de operação dos fornecedores, como manutenções periódicas e operação adequada do equipamento. Podendo assim realizar seus cálculos a partir das equações (3.2) e (3.3).

(3.2)

$$H_{FM} = D_{FM} \times H_{FD}$$

(3.3)

$$VDU = \frac{1000}{H_{FM}}$$

Em que:

H_{FM} = Número de horas de funcionamento por mês;

D_{FM} = Número de dias de funcionamento por mês;

H_{FD} = Número de horas de funcionamento por dia; e

VDU = Vida útil em anos do SGE.

3.4.2 Cálculo do Investimento

Para se implementar um SGE e analisar sua viabilidade econômica, deve-se ter uma estimativa dos custos iniciais mais significativos para o consumidor. Dividiu-se esse custo inicial nos seguintes fatores: Custo do GMG, Custo dos Acessórios, Custo da Instalação e Custo dos Condutores. Todos esses fatores podem ser calculados a partir de informações que podem ser obtidas através de fornecedores de GMGs.

3.4.2.1 Custo do GMG

Esse custo envolve apenas o equipamento de geração em si, que é o conjunto formado pelo motor e gerador. Atualmente, o mercado de GMGs oferece diversas opções de marcas, modelos e potências diferentes. Dessa forma, o consumidor pode encontrar uma grande diferença nos preços dos equipamentos que atendam sua necessidade e escolher aquela que apresenta a melhor relação custo x benefício.

3.4.2.2 Custo dos Acessórios

Após a definição do GMG, pode-se optar pela instalação de acessórios que complementam e auxiliam o seu funcionamento, sempre observando sua compatibilidade com o sistema. Semelhante à escolha do GMG, a escolha dos acessórios também apresenta uma faixa de preços no mercado, uma vez que são encontrados em uma vasta quantidade de funcionalidade, modelos e tipos, desde os essenciais para o funcionamento, como por exemplo, baterias, disjuntores, sistemas de proteção, dentre outros, até aos que apenas o auxiliam, como o sistema de atenuação e o sistema de transferência em rampa.

3.4.2.3 Custo da Instalação

Por se tratar de um equipamento complexo e de potências variadas, existe também um custo significativo para sua instalação. Assim, o custo da instalação de um GMG, cujo preço varia conforme a complexidade da instalação e potência do equipamento, é relacionado às diversas empresas especializadas na execução desse tipo de serviço, que envolve desde a preparação do local de instalação e montagem do equipamento até o primeiro funcionamento do SGE.

3.4.2.4 Custo dos Condutores

Para alguns casos de implantação de um GMG, o custo que envolve os condutores tanto pode ser significativo como pode ter um valor irrelevante se comparado aos outros custos iniciais. Os fatores que mais influenciam são a potência do GMG e a distância que este se encontra da carga que deve ser alimentada. Essas características determinarão o tamanho dos condutores (comprimento e diâmetro) e consequentemente, o seu valor de mercado.

Inicialmente deve-se fazer uma seleção dos critérios de instalação dos condutores, como métodos de instalação, tipos de isolamento, fatores de correção, temperatura ambiente, dentre outros. Assim, determinado o tipo de GMG a ser utilizado e dos critérios adotados, pode-se realizar o cálculo da determinação dos condutores. Geralmente pode-se adotar o critério do aquecimento para determinação seção do condutor, no entanto, também é preciso realizar simultaneamente um cálculo de determinação dos condutores pelo critério da queda de tensão, fazendo uma comparação entre esses dois métodos e escolhendo o condutor que apresenta maior seção, como é determinado pelas normas.

3.4.3 Cálculo do Custo da Manutenção

Todo equipamento de uso contínuo necessita de uma manutenção periódica a fim de evitar o desgaste excessivo de seus componentes e garantir o correto funcionamento ao longo de sua vida útil e para um GMG não é diferente. Esse tipo de manutenção é dita como preventiva, porém não garante a não ocorrência de eventuais falhas. Assim, existe a manutenção corretiva que atua de forma pontual quando da ocorrência dessas falhas.

Os custos relativos à manutenção, seja ela preventiva ou corretiva, são gastos que acontecerão durante toda a vida útil do GMG e sofrem influência não só pelo tipo de equipamento instalado e forma de operação e uso, como também de fatores externos e econômicos, como a inflação.

3.4.3.1 Manutenção Preventiva

O custo da manutenção preventiva de um GMG envolve os diversos itens que devem ser substituídos e/ou checados periodicamente conforme recomendações fornecidas pelos fabricantes e a mão de obra envolvida.

Os componentes que requerem maior atenção são os do motor, pelo fato de sempre estarem em movimento e desgaste contínuo. Dentre esses componentes podemos citar o óleo lubrificante, os filtros de óleo e combustível, correia e líquido de arrefecimento como os principais itens de verificação e troca.

Assim, para que se possa calcular o custo da manutenção preventiva, é necessário que se conheça a vida útil do GMG, a fim de se estimar o número de manutenções que serão realizadas durante esse período.

3.4.3.2 Manutenção Corretiva

Mesmo realizando de forma correta todas as manutenções corretivas, não é possível prever quando o GMG irá apresentar algum defeito ou falha.

Assim, a manutenção corretiva atua no sentido de corrigir tais ocorrências e seu custo relaciona-se aos serviços realizados na manutenção, como preço dos componentes trocados e/ou reparados e a mão de obra envolvida.

3.4.4 Cálculo do Custo da Operação

Outro aspecto tão importante quanto a manutenção é a própria operação do GMG. Nela estão envolvidos os custos do combustível e seu abastecimento. Os fatores determinantes no cálculo desse custo são o consumo de *diesel*, relacionado ao tamanho e à porcentagem de utilização do GMG, e o seu preço.

3.4.4.1 Custo do Diesel

Esse custo envolve basicamente o preço e consumo do *diesel* para operação do SGE. O consumo total é calculado levando em consideração a potência e consumo de cada modelo e a carga a ser alimentada, baseado em dados disponibilizados pelos fabricantes.

O preço atualmente praticado pelas distribuidoras desse combustível torna o custo da operação um dos mais significativos na implantação do SGE.

Dessa maneira, determinada a quantidade de horas de funcionamento do SGE e o preço do óleo *diesel*, determina-se o custo, como mostrado na equação (3.4).

(3.4)

$$C_{Diesel} = Consumo \times H_{FM} \times R\$_{Diesel}$$

Em que:

C_{Diesel} = Custo do *diesel* em um mês de funcionamento do SGE em reais;

$Consumo$ = Consumo, em litros, de *diesel* do SGE analisando a partir do modelo de GMG utilizado e a variação da carga;

H_{FM} = Números de horas de funcionamento por mês; e

$R\$_{Diesel}$ = Preço do *diesel* no mercado em R\$/L.

3.4.4.2 Custo do Serviço de Abastecimento

O preço praticado nas bombas de postos de combustível envolve diversos fatores como impostos sobre o produto e os custos de produção e transporte.

O custo do serviço abastecimento do *diesel* refere-se ao custo do transporte do combustível da distribuidora até o local de utilização e/ou armazenamento, cujo valor é relativo à parcela de abastecimento no preço do *diesel*. Atualmente, esse valor representa cerca de 8 a 9 % do preço final do combustível ao consumidor.

3.4.5 Cálculo da Economia

Ao implantar um sistema de geração alternativo à forma tradicional da compra de energia elétrica da concessionária, o consumidor deverá ter uma noção sobre a viabilidade econômica dessa troca.

Os principais custos relativos à implantação de um GMG já foram mencionados, tornando-se possível ter uma noção do investimento total baseado no custo fixo inicial de compra e instalação do equipamento e nos custos variáveis periódicos que se tem para operar e mantê-lo funcionando de forma adequada.

É imprescindível, então, que seja estimado o valor de quanto o consumidor deixará de pagar à concessionária durante o período de utilização do SGE para que se possa comparar esse valor com o investimento total.

O cálculo da economia envolve diretamente a estrutura tarifária do consumidor e seu histórico de consumo e, conforme mencionado no Capítulo Dois, existem diversas formas de cálculo para a cobrança da fatura de acordo com a categoria na qual o consumidor se enquadra. As tarifas vigentes atualmente (valores de Setembro/2012) na CEB podem tornar economicamente viável a utilização de SGEs no horário de ponta. Para a estrutura tarifária horo-sazonal azul, o valor da tarifa referente ao consumo na ponta é em média 50% maior que o valor da tarifa fora da ponta e o valor da tarifa referente à demanda na ponta é em média 374% maior que o valor fora da ponta. Já para a horo-sazonal verde, a tarifa na ponta é em média 382% maior que fora da ponta [11].

Durante a alimentação da carga pelo SGE no horário de ponta, o consumo de energia elétrica e a demanda registrada pela concessionária é zero. Assim, pode-se calcular a fatura de energia elétrica com o uso do SGE considerando consumo e demanda zero no horário de ponta. E calculando-se a fatura normalmente para o caso sem o uso do SGE, pode-se estimar o valor da economia calculando-se a diferença entre as situações.

É usual que a concessionária apresente na fatura o histórico dos dados de consumo e demanda medidos na ponta e fora da ponta dos últimos 12 meses. Dessa forma, tem-se, a partir do cálculo das faturas com e sem o uso do SGE, o maior e menor valor da economia mensal e o valor da economia total no período de um ano. A partir dessas informações e juntamente com a vida útil estimada, calcula-se a economia total gerada na utilização do SGE no horário de ponta.

3.4.6 Análise do Investimento

Muitas vezes entender a aplicação do capital no tempo se torna um excelente método de análise de um investimento. No entanto, alguns métodos de análise permitem que sejam feitas estimativas de como o capital será aproveitado no futuro, porém essa tarefa pode-se tornar complexa e até mesmo incerta. Dessa forma, surge a ideia de se analisar o capital em valores presentes sabendo todos os desembolsos futuros do empreendimento, sempre descontados a uma taxa de juros apropriada.

Adotar esse critério para a análise econômica da implantação de um SGE pode-se tornar um método bastante eficaz. Em um empreendimento como esse, é simples fazer estimativas a respeito de seu funcionamento e manutenção fazendo com que se conheçam os gastos e custos que podem apresentar ao longo do seu período de vida útil, como mostrado anteriormente. Assim, é simples determinar e trazer todo o capital investido para valores atuais e assim entender o conceito do valor do capital no tempo. A partir da equação (3.5) [18], pode-se observar a relação entre o valor presente e valor futuro.

(3.5)

$$P = F \frac{1}{(1+i)^n},$$

Em que:

P = Valor presente, em reais;

F = Valor futuro em reais;

i = Taxa de juros considerada, em %; e

n = período, em anos.

Assim como a determinação dos custos de manutenção e operação a partir de informações técnicas de fabricantes, o custo inicial do SGE também pode ser determinado identificando-se todos os dados para implantação. Assim, a soma desses itens pode ser compreendida como o custo total do investimento ao longo de sua vida útil. O cálculo, no entanto, deve ser feito utilizando-se taxas de juros adequadas.

De modo semelhante à ideia do custo total do investimento, pode-se também fazer uma análise do valor total de economia ao longo da vida útil que um SGE pode proporcionar, levando em consideração aspectos como o valor da tarifa da energia também ao longo do tempo.

Assim, comparar valores de custo de um investimento e a economia que este mesmo investimento pode proporcionar, mostra a possibilidade de se obter algum retorno com o empreendimento e sua real rentabilidade, caso o valor da economia calculado se apresente maior que o valor total do investimento.

Outra forma de se analisar o investimento pode ser feita através da criação de um fluxo de caixa. Nesse estudo realiza-se uma projeção dos valores a serem desembolsados em contrapartida a economia que será obtida, tornando-se possível estimar um provável tempo de retorno para este investimento.

Para que se possa calcular o valor presente dos custos e da economia referentes ao SGE e compará-los, deve-se primeiro estimar o valor total dos custos que um SGE apresenta.

3.4.6.1 Custo Total da Manutenção

Para se analisar o custo total da manutenção que um SGE irá apresentar, utiliza-se a ideia em que todos os valores correspondentes aos custos futuros são trazidos para valores presentes através de uma taxa de juros adequada.

Os índices que poderiam ter sido escolhidos para o embasamento das taxas de juros utilizadas no cálculo dos valores presentes eram o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) e o Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M), porém o IPCA tem por objetivo medir a inflação de um conjunto de produtos e serviços comercializados no varejo e limita-se ao consumo pessoal das famílias, como alimentação, transporte e comunicação, habitação, etc. O IGP-M, por sua vez, registra a inflação de preços desde matérias-primas agrícolas e industriais até bens e serviços finais, como os serviços e custos relacionados à implantação de um SGE e assim poder estimar a correção de valores como o da manutenção. Para o cálculo do IGP-M, utilizou-se a média dos índices dos últimos sete anos, de 5,19% ao ano [19].

Assim, o custo total da manutenção é o somatório da projeção do custo do primeiro ano para os anos seguintes (ao longo de sua vida útil) trazido para um valor presente utilizando-se uma taxa de juros com valor baseado nas taxas de inflação, como visto na equação (3.6).

(3.6)

$$CM_{Total} = \frac{CM_1 \times N}{(1 + i)}$$

Em que:

CM_{Total} = Custo total de manutenção do GMG, em reais;

CM_1 = Custo de Manutenção no primeiro ano de operação, em reais;

N = Representa o número de anos de vida útil do GMG; e

i = Taxa de juros, em %.

3.4.6.2 Custo Total da Operação

Semelhante ao cálculo do custo total da manutenção, o custo total da operação é feito através do cálculo do valor presente de todos os custos ao longo da vida útil. De modo a considerar a variação do preço do *diesel*, utilizou-se a mesma taxa de juros do cálculo da manutenção.

Dessa maneira, o custo total de operação de um SGE, é determinado pela equação (3.7).

(3.7)

$$CO_{Total} = \frac{CO_1 \times N}{(1 + i)}$$

Em que:

CO_{Total} = Custo total de operação do GMG, em reais;

CO_1 = Custo de Operação no primeiro ano de operação, em reais;

N = Representa o número de anos de vida útil do GMG;

i = Taxa de juros, em %.

3.4.6.3 Investimento Inicial

Diferentemente do cálculo dos custos de manutenção e operação, o cálculo do Investimento Inicial é realizado através da soma de todos os desembolsos necessários para a implantação do SGE, como visto na equação (3.8).

(3.8)

$$CI_{Total} = C_{GMG} + C_{Acessórios} + C_{Condutores} + C_{Instalação}$$

Em que:

CI_{Total} = Investimento inicial do SGE, em reais;

C_{GMG} = Custo da aquisição do GMG, em reais;

$C_{Acessórios}$ = Custo dos acessórios do GMG, em reais;

$C_{Condutores}$ = Custo dos condutores utilizados para alimentar o GMG, em reais; e

$C_{Instalação}$ = Custo de instalação do GMG, em reais.

3.4.6.4 Custo Total do Investimento

Após a realização dos cálculos dos custos totais, o próximo passo é a obtenção do custo total do investimento. Esse cálculo é feito pela soma de todos os custos totais calculados, como mostrado na equação (3.9).

(3.9)

$$CINV_{Total} = CI_{Total} + CO_{Total} + CM_{Total}$$

Em que:

$CINV_{Total}$ = Custo total do investimento, em reais;

CI_{Total} = Custo total inicial do SGE, em reais;

CO_{Total} = Custo total de operação do SGE, em reais; e

CM_{Total} = Custo total de manutenção do SGE, em reais;

3.4.7 Cálculo do Valor Presente Líquido

Depois de realizada a montagem da metodologia inicial, faz-se uma comparação dos valores calculados para posterior apresentação da análise econômica. Assim, calculou-se o Valor Presente Líquido (VPL) da economia e do custo total do investimento.

3.4.7.1 VPL – Investimento

Na seção 3.4.6.4, calculou-se o custo total do investimento. No entanto, a apresentação do VPL é feita de forma individualizada, onde existe o VPL referente à Operação e Manutenção e o VPL referente ao Investimento Inicial que somados representam o VPL do Custo Total do Investimento, como mostrado na equação (3.10).

(3.10)

$$VPL_{INV} = VPL_{INICIAL} + VPL_{O\&M}$$

Em que:

VPL_{INV} = Valor Presente Líquido do Custo Total do Investimento, em reais;

$VPL_{INICIAL}$ = Valor Presente Líquido do Custo Total Inicial, em reais; e

$VPL_{O\&M}$ = Valor presente Líquido do Custo de Operação e Manutenção, em reais.

3.4.7.2 VPL – Economia

Nessa etapa, a partir do cálculo da economia na seção 3.4.5, é calculado o VPL da economia gerada pelo SGE ao longo de sua vida útil. O cálculo do VPL é feito a partir da equação (3.11).

(3.11)

$$VPL_{ECO} = \frac{VF}{(1+i)^t}$$

Em que, para o caso do VPL da economia:

VPL_{ECO} = Valor Presente Líquido da economia, em reais;

VF = valor da economia gerada no primeiro ano de funcionamento do SGE, em reais;

i = taxa de juros, em %; e

t = tempo de vida útil do SGE, em anos.

O valor de 2,533 % utilizado para a taxa de juros no cálculo da economia foi calculado a partir da média dos reajustes tarifários disponibilizados pela CEB nos anos de 2004 a 2012 [11].

Apesar de refletir o comportamento do reajuste tarifário nos anos anteriores, esse valor não representa de maneira fiel a previsão de reajuste para os próximos anos, assim utilizou-se uma média nacional dos reajustes tarifários das principais concessionárias de energia, como AES Eletropaulo, Cemig Copel, resultando em uma taxa de juros igual a 4,03 %.

3.4.8 Análise Comparativa

Inicialmente, como os dados obtidos, calcula-se a diferença entre os VPLs resultando a variável R , como visto na equação (3.12).

(3.12)

$$R = VPL_{ECO} - VPL_{INV}$$

A variável R representa o resultado econômico da implantação do SGE, em que um R negativo indica que a economia gerada será inferior ao investimento proposto, significando a inviabilidade econômica da implantação.

Além de apresentar os VPLs e a variável R , pode-se estimar também um fluxo de caixa para cada ano de operação do SGE. O fluxo de caixa também consiste na diferença entre a economia gerada e o investimento realizado. No entanto, ao contrário do VPL, onde se calcula um valor total, no fluxo de caixa calcula-se valores de desembolsos e economia para cada ano, permitindo que se possa estimar também o tempo de retorno do investimento, caso exista.

O fluxo de caixa varia a cada ano, pois se leva em consideração a ideia do valor do capital no tempo. No caso dos custos, utilizou-se o IGP-M como base para a taxa de juros, como mencionado na seção 3.4.6, e para a economia, o reajuste tarifário da CEB. Os desembolsos e economias são calculados pelas equações (3.13) e (3.14) a seguir.

(3.13)

$$C_{(O\&M)n} = C_{(O\&M)n-1} \times (1 + i)$$

Em que:

$C_{(O\&M)n}$ = custo da operação e manutenção no ano n , em reais;

$C_{(O\&M)n-1}$ = custo da operação e manutenção no ano $n-1$, em reais; e

i = taxa de juros, em %.

E

(3.14)

$$ECO_n = ECO_{n-1} \times (1 + i)$$

Em que:

ECO_n = economia no ano n , em reais;

ECO_{n-1} = economia no ano $n-1$, em reais; e

i = taxa de reajuste, em %.

3.4.9 Mapa Conceitual

Para melhor entendimento da metodologia utilizada, apresenta-se na Figura 3.1 a seguir um mapa conceitual que abrange todas as etapas de análises e cálculos.

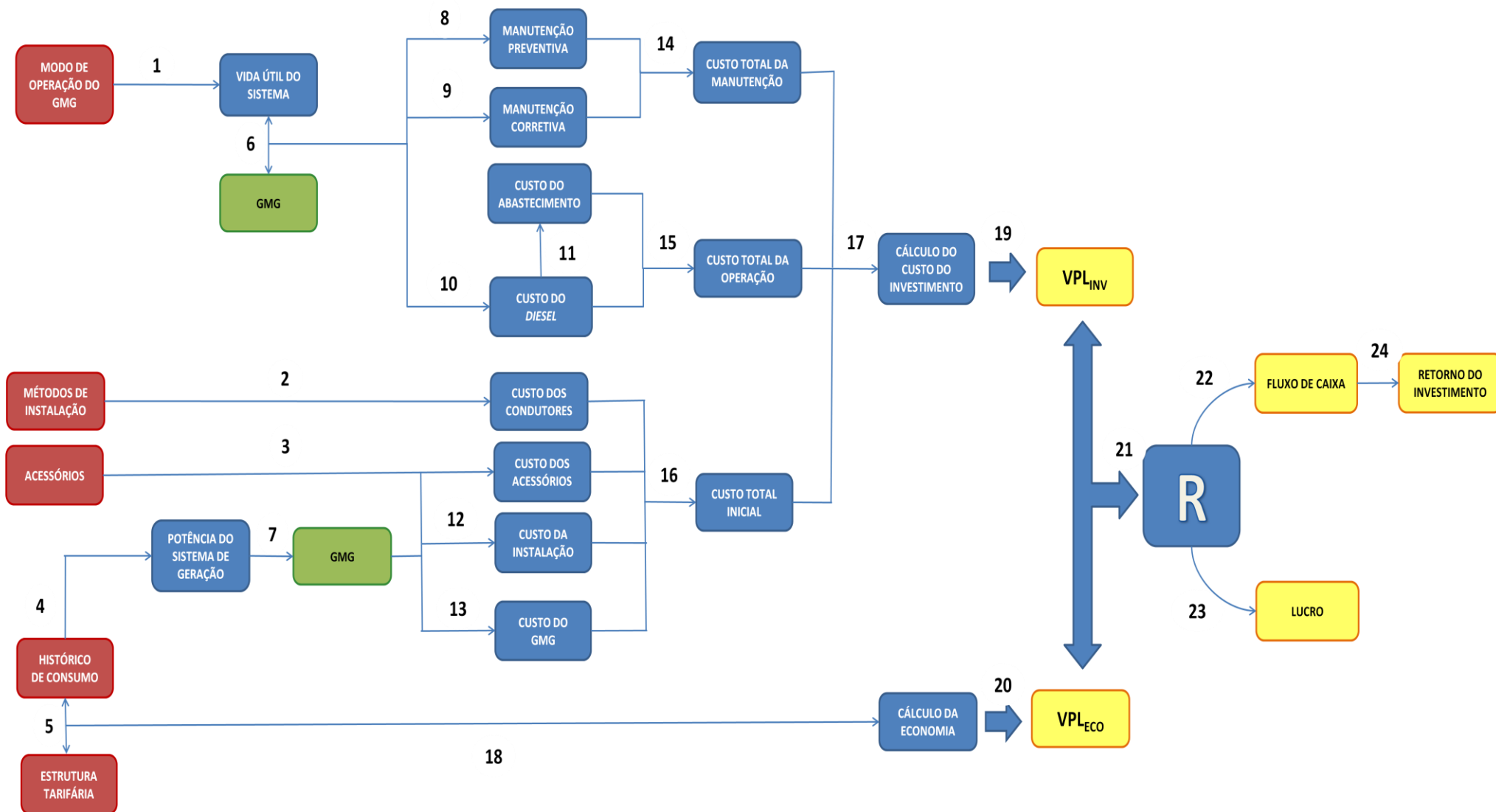


Figura 3.1 – Mapa de Conceitual.

A seguir é apresentada a legenda do mapa na Figura 3.2 e, nas seções adiante, uma explicação resumida de cada etapa da metodologia. Vale lembrar também que no mapa conceitual cada número indica a etapa percorrida entre os blocos.

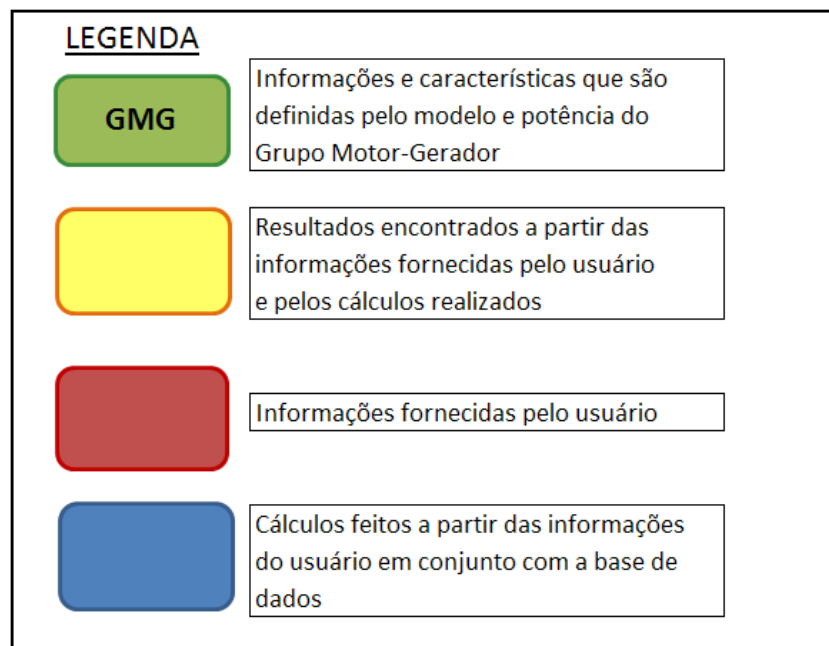


Figura 3.2 – *Legenda do Mapa Conceitual.*

3.4.9.1 Blocos de Entrada

(1) A partir dos dados de operação do sistema fornecidos pelo usuário, é feita uma estimativa de vida útil do SGE. Segundo fornecedores, um sistema de geração como o apresentado, pode apresentar vida útil de até 12.000 horas de funcionamento independente de sua potência, sempre com o correto acompanhamento de manutenções e orientações de operação.

(2) O usuário define os critérios de instalação dos condutores que farão parte do sistema, como o método de instalação, o tipo de isolamento, a distância do GMG até o quadro, a queda de tensão admissível e a temperatura e calcula-se o custo total de instalação dos condutores.

(3) O usuário faz a escolha dos acessórios que acompanharão o GMG para um melhor funcionamento ou uma maior comodidade de funcionamento. Assim, a partir da escolha é realizado um cálculo de custos dos acessórios escolhidos, sempre levando em consideração informações técnicas dos fornecedores e a adequação entre o SGE e o acessório escolhido.

(4) Com a informação do histórico de consumo e demanda, calcula-se a potência mínima necessária para que o SGE possa suprir a maior demanda informada considerando também o fator de potência do GMG.

(5) O usuário define a estrutura tarifária e classe de consumo na qual se encaixa pelos critérios da CEB e fornece o histórico de consumo e demanda (na ponta e fora de ponta) dos últimos 12 meses. A partir das informações dadas e das tarifas vigentes da CEB, calcula-se o valor da fatura a ser paga.

3.4.9.2 Blocos de Cálculo Inicial

(6) A vida útil do SGE é analisada junto à sua escolha. Para que se possam ser feitas as demais estimativas de correta manutenção e funcionamento.

(7) A partir da potência do SGE, define-se um modelo de GMG a se utilizar.

3.4.9.3 Blocos de Cálculo Intermediários

(8) A manutenção preventiva é definida a partir do cálculo da estimativa da vida útil do SGE realizada em (1), junto à escolha e o modo de operação definido a partir das informações fornecidas pelo usuário. Assim é realizada uma estimativa de todas as manutenções que o SGE apresentará ao longo de sua vida útil, sempre levando em considerações dados técnicos e manuais de operação dos fornecedores.

(9) Para o cálculo da manutenção corretiva, foi realizada uma previsão levando em consideração também a estimativa da vida útil do sistema realizada em (1), junto à escolha do sistema e o modo de operação definido a partir das informações fornecidas pelo usuário. Assim, como não se tem a certeza das correções que ocorrerão ao longo da vida útil, pode ser realizado um estudo e feitas estimativas em dados fornecidos por empresas e órgãos públicos que utilizam sistemas de geração semelhantes ao analisado.

(10) Tendo em vista os processos realizados em (1) e (6), define-se o custo do óleo *diesel* para o funcionamento do SGE. Com base em dados de consumo disponibilizados por fornecedores, é possível realizar o cálculo do consumo de combustível levando em consideração o consumo de cada modelo, a carga a ser alimentada e também o preço de mercado do combustível.

(11) O custo do serviço de abastecimento é definido pelo próprio custo do *diesel*, onde os distribuidores aplicam o preço levando em consideração uma porcentagem sobre o custo para o consumidor final.

(12) Uma estimativa para o custo de instalação é calculada a partir do valor de potência de GMGs que compõem o SGE que em geral são fornecidos por empresas especializadas no serviço e órgãos públicos que possuem sistemas semelhantes.

(13) Da mesma forma que em (12), calcula-se o valor do custo da aquisição do GMG.

3.4.9.4 Blocos de Cálculos Totais

(14) Com os cálculos realizados em (8) e (9), calcula-se agora o custo total de manutenção do SGE. Assim, sabendo valores de manutenções preventivas e corretivas, faz-se uma projeção ao longo de toda vida útil do custo total de manutenção que serão realizadas no sistema.

(15) Semelhante ao cálculo de custo total de manutenção visto em (14), o cálculo total de operação é feito com a projeção do consumo de óleo *diesel* para o funcionamento do SGE e de seus abastecimentos ao longo de sua vida útil.

(16) A partir dos custos calculados em (2), (3), (12) e (13), calcula-se o investimento inicial a ser desembolsado pelo usuário no momento da aquisição do SGE.

(17) Os custos calculados em (14), (15) e (16) são somados para obter-se o custo do investimento total que o usuário terá que pagar ao longo da vida útil do sistema.

(18) Com as informações fornecidas em (5), calcula-se o valor da economia gerada pela utilização do SGE no horário de ponta.

3.4.9.5 Blocos dos VPLs

(19) A partir do valor do custo total do investimento obtido em (17), calcula-se o VPL do custo de implantação e operação do SGE obtida em (1), denominado VPL_{INV} .

(20) Da mesma forma que em (19), calcula-se o VPL da economia gerada, denominado VPL_{ECO} .

(21) Calcula-se a nova variável Resultado (R) fazendo a diferença entre o VPL da economia e o VPL do investimento.

3.4.9.6 Blocos dos Resultados

(22) A partir de (R), estima-se um fluxo de caixa para cada ano de operação do SGE baseado no cálculo da economia em (18) e no cálculo do investimento em (17).

(23) Para os casos em que (R) é positivo, calcula-se uma estimativa de lucro que será obtida com a implantação do SGE.

(24) Com o fluxo de caixa obtido em (22), calcula-se o fluxo de caixa acumulado ao longo dos anos, através do qual se pode obter a provável data onde existirá retorno do investimento.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a união de todas as informações e realização dos cálculos apresentados nesse capítulo, torna-se possível determinar a viabilidade da substituição da forma tradicional de obtenção de energia por um sistema de geração próprio utilizando um GMG.

Dessa maneira, segue-se para o próximo capítulo a fim de apresentar como os materiais e métodos auxiliaram a criação do aplicativo que, a partir das informações fornecidas pelo consumidor e de uma base de dados própria, realiza os cálculos necessários através de simulações e informa ao consumidor a probabilidade da implantação ser viável e também estimativas econômicas de retorno.

4 SIMULAÇÕES E ANÁLISES

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Seguindo as ideias do Capítulo Três, criou-se um aplicativo que possibilita analisar a viabilidade econômica da implantação de um SGE observando os custos do empreendimento, a economia gerada, e as características técnicas dessa implantação.

O princípio fundamental para o funcionamento do aplicativo é a simulação de diversos casos baseados em valores aleatórios dentro de uma faixa calculada pelo próprio aplicativo. Esses cálculos são realizados simultaneamente durante a execução do aplicativo, porém, para maior compreensão, serão apresentados de forma separada.

De forma a facilitar a execução e entendimento, organizou-se a divisão do aplicativo da seguinte maneira:

- Planilha de Entrada
- Planilhas de Base de Dados;
- Planilhas de Cálculos;
- Planilhas de Simulações; e
- Relatório dos resultados.

Um índice das planilhas pode ser visto no Apêndice I.

Criou-se também um Guia de Utilização que encontra-se no Apêndice II.

4.2 APRESENTAÇÃO

O aplicativo inicia-se com uma tela de exibição (Figura 4.1) onde é feita a apresentação com as opções de escolha entre iniciar a execução do aplicativo ou visualizar o Guia de Utilização.

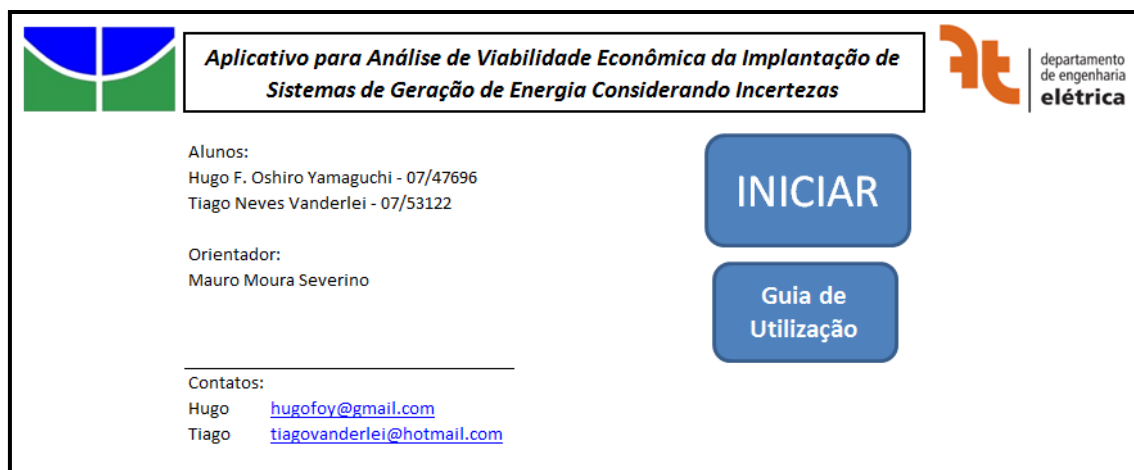


Figura 4.1 – Apresentação.

4.3 PLANILHA DE ENTRADA

É apresentado nessa planilha o botão para início da simulação, duas áreas de entrada de informações, referentes ao usuário e ao SGE, e uma área com informações ao usuário que deverão ser lidas antes da inserção dos dados.

4.3.1 Informações ao Usuário

O usuário deve, antes de inserir as informações necessárias, ler as recomendações informadas nessa área, ilustrada na Figura 4.2, para que não ocorra nenhum problema durante a execução do aplicativo.

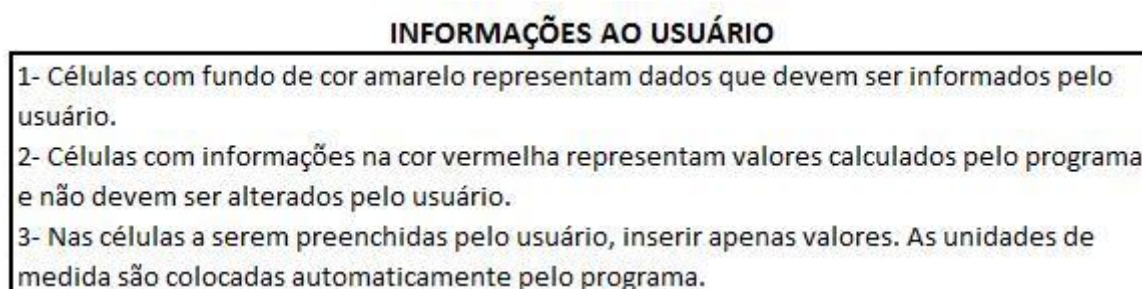


Figura 4.2 – Informações ao Usuário.

4.3.2 Informações do Usuário

Nessa área são inseridas as informações relativas ao histórico de consumo, em quilowatt-hora, e demanda, em quilowatt, e escolhidas a estrutura tarifária (Horo-Sazonal Azul, Horo-Sazonal Verde e Convencional Grupo A) e classe de consumo do usuário, como mostrado na Figura 4.3.

INFORMAÇÕES DO USUÁRIO				
Estrutura Tarifária		Classe de Consumo	Consumo	
Horo-Sazonal Verde		A4 - Comercial/Industrial		
HISTÓRICO				
Mês	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	Demanda na Ponta (kW)	Demanda Fora da Ponta (kW)
Jan	14.435	107.115	409	275
Fev	15.951	108.822	338	277
Mar	14.097	104.049	361	326
Abr	17.845	107.259	377	348
Mai	16.903	106.634	397	372
Jun	19.732	108.779	378	364
Jul	18.695	106.776	410	393
Ago	17.784	114.015	382	324
Set	20.181	121.517	427	377
Out	18.855	113.673	453	398
Nov	16.579	112.657	440	395
Dez	16.479	110.807	338	363
Max	20.181	121.517	453	398
Min	14.097	104.049	338	275

Figura 4.3 – Informações do usuário.

4.3.3 Informações do SGE

As informações a seguir referem-se ao SGE (Figura 4.4). O usuário deve:

- Selecionar os acessórios que irão complementar o GMG e a opção de atenuação de ruído;
- Informar o número de dias por mês que o SGE irá funcionar; e
- Selecionar os critérios para a instalação dos condutores.

INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE GERAÇÃO	
GRUPO MOTOR-GERADOR	
Tipo de Sistema	Prime
Potência Indicada	492 kVA
FUNCIONAMENTO	
Horas de funcionamento por dia:	3 hrs
Dias de funcionamento por mês:	20 dias
Horas/mês	60 h/mês
INSTALAÇÃO	
Método Instalação	B1
Isolação	EPR
Distância (GMG-Quadro)	100 m
Queda de tensão adm.	5%
Temperatura	37 °C
ACESSÓRIOS	
☒ DISJUNTOR ☒ QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA) ☒ SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR) ☒ CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA ☒ REGULADOR DE VELOCIDADE	
ATENUAÇÃO	
☐ Sem atenuação ☐ Kit atenuação - 85 dB ☒ Kit atenuação - 75 dB ☐ Carenagem - 85 dB ☐ Carenagem - 75 dB	

Figura 4.4 – Informações do SGE.

4.4 PLANILHAS DE CÁLCULO

Nessa etapa são realizados todos os cálculos do aplicativo para análise e apresentação do resultado final. Os cálculos envolvem desde dados do usuário e do GMG até os dados que serão utilizados posteriormente na simulação.

O aplicativo calcula todos os custos relacionados à implantação do SGE, no entanto esses valores são apresentados ao usuário somente no relatório final. Assim, será feita uma descrição de como os resultados são encontrados durante a execução do aplicativo antes de serem apresentados.

4.4.1 Determinação da Potência do GMG

A partir dos dados do consumo de energia elétrica fornecidos pelo usuário (Figura 4.3), o aplicativo faz um cálculo para a determinação da potência a ser escolhida. A potência é visualizada na planilha de entrada do aplicativo, conforme ilustra a Figura 4.5.

GRUPO MOTOR-GERADOR	
<i>Tipo de Sistema</i>	<i>Prime</i>
<i>Potência Indicada</i>	<i>761 kVA</i>

Figura 4.5 – Indicação da potência.

4.4.2 Escolha do Grupo Motor-Gerador

Devido à base de dados de fornecedores e fabricantes de GMGs que o aplicativo possui, é feita uma busca de todos os modelos de GMGs que irão atender a potência calculada no item anterior, como pode ser visualizado na Figura 4.6.

Modelo	Potência		Valor	Acessórios	Instalação	Subtotal
Modelo 1	569 kVA	455 kW	R\$ 187.596,00	R\$ 99.276,00	R\$ 66.964,29	R\$ 353.836,29
Modelo 2	206 kVA	165 kW	R\$ 76.514,00	R\$ 56.054,00	R\$ 22.714,29	R\$ 155.282,29
TOTAL	775 kVA	620 kW	R\$ 264.110,00	R\$ 155.330,00	R\$ 89.678,57	R\$ 509.118,57

Figura 4.6 – Escolha dos GMGs.

No entanto, o aplicativo não se restringe a apenas um modelo específico de GMG e apresenta também outros modelos equivalentes que também irão atender a potência

desejada e apresentam preços distintos. Dessa forma, o usuário obtém uma faixa com valores máximo e mínimo de preços que será utilizada na simulação, assim como os custos dos outros itens analisados.

4.4.3 Custo dos Acessórios

A escolha dos acessórios presentes no GMG é feita na planilha de entrada pelo próprio usuário, como visto na seção 4.3.3. A partir disso, o aplicativo faz uma comparação da compatibilidade entre os acessórios escolhidos e os modelos de GMGs já selecionados. O aplicativo então faz a escolha mais adequada para as características do acessório e assim apresenta o valor total dos acessórios para o usuário, como visto na Figura 4.7.

Modelo	Potência		Valor	Acessórios	Instalação	Subtotal
Modelo 1	569 kVA	455 kW	R\$ 187.596,00	R\$ 99.276,00	R\$ 66.964,29	R\$ 353.836,29
Modelo 2	206 kVA	165 kW	R\$ 76.514,00	R\$ 56.054,00	R\$ 22.714,29	R\$ 155.282,29
TOTAL	775 kVA	620 kW	R\$ 264.110,00	R\$ 155.330,00	R\$ 89.678,57	R\$ 509.118,57

Figura 4.7 – Custo dos acessórios.

4.4.4 Custo da Instalação

O valor do custo da instalação do GMG é calculado com base na determinação da potência do sistema. Assim, o aplicativo verifica a quantidade de acessórios utilizados, métodos de instalação escolhidos e o número de grupos geradores que irão compor o SGE, apresentando os valores referentes ao serviço de instalação, sempre proporcional à potência dos equipamentos. Os valores de referência se encontram em uma base de dados obtidos com empresas especializadas nesse tipo de serviço, cujo custo total é vista na Figura 4.8.

Modelo	Potência		Valor	Acessórios	Instalação	Subtotal
Modelo 1	569 kVA	455 kW	R\$ 187.596,00	R\$ 99.276,00	R\$ 66.964,29	R\$ 353.836,29
Modelo 2	206 kVA	165 kW	R\$ 76.514,00	R\$ 56.054,00	R\$ 22.714,29	R\$ 155.282,29
TOTAL	775 kVA	620 kW	R\$ 264.110,00	R\$ 155.330,00	R\$ 89.678,57	R\$ 509.118,57

Figura 4.8 – Custo da instalação.

4.4.5 Custo dos Condutores

Determinado o tipo de GM a ser utilizado, junto aos dados fornecidos pelo usuário, o aplicativo executa os cálculos para determinação dos condutores. Dentro do aplicativo existe uma base dados que contem informações de valores de mercado do custo de condutores elétricos. Na mesma base de dados existe tabelas referentes as normas de instalação desses condutores como métodos de instalação, fatores de correção e tipos de isolação.

A partir da seleção dos critérios de instalação dos condutores, visto na seção 3.4.3.4, o aplicativo executa o cálculo da determinação dos condutores como visto na Figura 4.9.

Comparativo															
Cond. p/ fase				Cond. p/ fase				Cond. p/ fase				Cond. p/ fase			
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
EPR				EPR				EPR				EPR			
B1				Queda de Tensão				B1				B1			
150,0 mm ²	50,0 mm ²	25,0 mm ²	16,0 mm ²	240,0 mm ²	95,0 mm ²	50,0 mm ²	35,0 mm ²	240,0 mm ²	95,0 mm ²	50,0 mm ²	35,0 mm ²	240,0 mm ²	95,0 mm ²	50,0 mm ²	35,0 mm ²
25,0 mm ²	10,0 mm ²	6,0 mm ²	4,0 mm ²	50,0 mm ²	25,0 mm ²	16,0 mm ²	16,0 mm ²	50,0 mm ²	25,0 mm ²	16,0 mm ²	16,0 mm ²	50,0 mm ²	25,0 mm ²	16,0 mm ²	16,0 mm ²

Figura 4.9 – Escolha da seção dos condutores.

Como a base de dados do aplicativo apresenta mais de um fornecedor de condutores, esse custo também apresenta uma faixa de valores para a implantação, como ilustrado na Figura 4.10.

	Marca 1	Marca 2	Marca 3	ESCOLHA
MÁX	R\$ 39.256,20	R\$ 35.576,70	R\$ 33.361,80	R\$ 39.256,20
MÍN	R\$ 20.426,40	R\$ 20.769,00	R\$ 23.214,60	R\$ 20.426,40

Figura 4.10 – Faixa do custo dos condutores.

4.4.6 Cálculo da Vida Útil

O aplicativo calcula o número de horas por mês de utilização do sistema e estima o número de anos em que ele poderá funcionar. Dessa forma é possível determinar uma estimativa de vida útil para o SGE. No entanto, caso a vida útil calculada baseado no número de horas de funcionamento seja superior a 20 anos, o aplicativo limitará a vida útil nesses mesmos 20 anos, com visto na Figura 4.11.

Manutenção	
<i>Horas de Funcionamento:</i>	3 horas
<i>Dias de funcionamento por mês:</i>	20 dias
<i>Total:</i>	60 h/mês
Para a configuração descrita, a vida útil do GMG é de:	16 anos

O limite máximo de vida útil do GMG é de 20 anos.

Figura 4.11 – Cálculo da vida útil.

4.4.7 Cálculo do Custo da Manutenção

A partir da determinação da vida útil pela equação 3.3, das informações técnicas obtidas junto aos fabricantes e pelo GMG escolhido, o aplicativo é capaz de estimar o custo da manutenção preventiva do GMG.

Esse cálculo envolve uma base de dados de preço dos itens que requerem maior atenção e a mão de obra do serviço, assim o aplicativo projeta o número de manutenções durante sua vida útil, calculando o valor anual da manutenção preventiva, como visto na Figura 4.12.

Modelo	Preventiva						Sub total
	Óleo	Filtro de óleo	Filtro de Combustível	Filtro de Ar	Correia	Mão de Obra	
Modelo 1	R\$ 1.616,48	R\$ 170,38	R\$ 36,51	R\$ 21,88	R\$ 16,82	R\$ 7.794,00	R\$ 9.656,06
Modelo 2	R\$ 463,52	R\$ 170,38	R\$ 36,51	R\$ 21,88	R\$ 16,82	R\$ 2.738,88	R\$ 3.447,99
							R\$ 13.104,05

Figura 4.12 – Custo da manutenção preventiva.

4.4.8 Cálculo do Custo de Operação

No aplicativo, o cálculo do custo de operação do GMG é realizado com a divisão dos custos, onde o custo total pode ser entendido a partir da soma do custo do *diesel* e o custo do abastecimento.

4.4.8.1 Custo do Diesel

No aplicativo, o custo do *diesel* utilizado para operação do SGE é calculado utilizando diversas variáveis. Inicialmente, após a determinação do GMG é realizado uma análise de consumo que cada modelo pode apresentar. Assim, através das informações fornecidas pelo usuário o aplicativo verifica a variação da carga do GMG, fator que pode modificar de forma significativa o cálculo de custos da operação, como visto na Figura 4.13.

Consumo (L/h)					
MODELO	Carga				
	110%	100%	75%	50%	25%
Modelo 1	114,1	105	83	61	39
TOTAL	114,1	105	83	61	39

Figura 4.13 – Consumo com variação de carga de um GMG.

4.4.8.2 Custo do Serviço de Abastecimento

A partir de dados coletados em empresas especializadas na distribuição e abastecimento de *diesel*, nota-se que o custo do serviço de abastecimento do *diesel* para um GMG é realizado a partir de uma porcentagem variável sobre o preço do *diesel*. Assim, o aplicativo adota esse método e também determina o custo do serviço de abastecimento estipulando como fonte o valor visto na seção 3.4.4.2.

4.4.9 Cálculo da Economia

Para o cálculo dos valores máximo e mínimo de economia gerada pela utilização do SGE, o aplicativo seleciona os valores de maior consumo e demanda nos horários de ponta e fora da ponta, e simula os casos onde, durante o período de doze meses, os valores de consumo e consumo serão os máximos e mínimos. A demanda contratada considerada foi 5%¹¹ maior que os valores de demanda selecionados, utilizando a margem de tolerância, mas sem acréscimo da cobrança pela ultrapassagem na fatura. A simulação desses dois casos é ilustrada nas Figuras 4.14 e 4.15.

¹¹ Conforme Resolução nº 414/2010 da ANEEL.

DEMANDAS (kW)				
Mês	Demanda na Ponta		Demanda Fora da Ponta	
	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN
Jan	453	338	398	275
Fev	453	338	398	275
Mar	453	338	398	275
Abr	453	338	398	275
<u>Mai</u>	453	338	398	275
<u>Jun</u>	453	338	398	275
<u>Jul</u>	453	338	398	275
<u>Ago</u>	453	338	398	275
<u>Set</u>	453	338	398	275
<u>Out</u>	453	338	398	275
<u>Nov</u>	453	338	398	275
Dez	453	338	398	275

Figura 4.14 – Demandas Máxima e Mínima.

Consumos (kWh)				
Mês	Ponta		Fora da Ponta	
	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN
Jan	20.181	14.097	121.517	104.049
Fev	20.181	14.097	121.517	104.049
Mar	20.181	14.097	121.517	104.049
Abr	20.181	14.097	121.517	104.049
<u>Mai</u>	20.181	14.097	121.517	104.049
<u>Jun</u>	20.181	14.097	121.517	104.049
<u>Jul</u>	20.181	14.097	121.517	104.049
<u>Ago</u>	20.181	14.097	121.517	104.049
<u>Set</u>	20.181	14.097	121.517	104.049
<u>Out</u>	20.181	14.097	121.517	104.049
<u>Nov</u>	20.181	14.097	121.517	104.049
Dez	20.181	14.097	121.517	104.049

Figura 4.15 – Consumos Máximo e Mínimo.

A partir da estrutura tarifária e classe de tensão, o aplicativo pesquisa em sua base de dados tarifária os valores correspondentes à escolha do usuário (Figura 4.16) e juntamente com os casos máximos e mínimos simulados, realiza o cálculo da fatura com e sem a utilização do SGE. Assim, a diferença entre as faturas é o valor da economia gerada pelo uso do SGE e que será utilizado posteriormente na simulação.

Tarifas			
DEMANDA (R\$/kw)	AZUL	Ponta	R\$ -
		Fora de Ponta	R\$ -
		Ultrapas. na ponta	R\$ -
		Ultrapas. f de ponta	R\$ -
	VERDE	Normal	R\$ 8,74
		Ultrapas.	R\$ 26,23
	GRUPO A	Até 200 kWh	R\$ -
		201 a 1000 kWh	R\$ -
		501 kWh acima	R\$ -
		1001 kWh acima	R\$ -
CONSUMO (R\$/kWh)	AZUL	Ponta seca	R\$ -
		Ponta úmida	R\$ -
		F. de ponta seca	R\$ -
		F. de ponta úmida	R\$ -
	VERDE	Ponta seca	R\$ 1,16
		Ponta úmida	R\$ 1,13
		F. de ponta seca	R\$ 0,22
		F. de ponta úmida	R\$ 0,20
	GRUPO A	Até 200 kWh	R\$ -
		201 a 1000 kWh	R\$ -
		501 kWh acima	R\$ -
		1001 kWh acima	R\$ -

Figura 4.16 – Tarifas utilizadas no cálculo da fatura.

A Figura 4.17 a seguir ilustra um exemplo de cálculo do valor da economia máxima obtida para o consumo para a estrutura tarifária horo-sazonal verde.

FATURA MÁX - Consumo					Economia	Economia
Mês	HS Azul	HS Verde	HS Verde com GMG	HS Azul com GMG	Verde - Consumo	Azul - Consumo
Jan	R\$ -	R\$ 47.422,30	R\$ 24.596,03	R\$ -	R\$ 22.826,28	R\$ -
Fev	R\$ -	R\$ 47.422,30	R\$ 24.596,03	R\$ -	R\$ 22.826,28	R\$ -
Mar	R\$ -	R\$ 47.422,30	R\$ 24.596,03	R\$ -	R\$ 22.826,28	R\$ -
Abr	R\$ -	R\$ 47.422,30	R\$ 24.596,03	R\$ -	R\$ 22.826,28	R\$ -
Mai	R\$ -	R\$ 50.399,97	R\$ 26.910,95	R\$ -	R\$ 23.489,02	R\$ -
Jun	R\$ -	R\$ 50.399,97	R\$ 26.910,95	R\$ -	R\$ 23.489,02	R\$ -
Jul	R\$ -	R\$ 50.399,97	R\$ 26.910,95	R\$ -	R\$ 23.489,02	R\$ -
Ago	R\$ -	R\$ 50.399,97	R\$ 26.910,95	R\$ -	R\$ 23.489,02	R\$ -
Set	R\$ -	R\$ 50.399,97	R\$ 26.910,95	R\$ -	R\$ 23.489,02	R\$ -
Out	R\$ -	R\$ 50.399,97	R\$ 26.910,95	R\$ -	R\$ 23.489,02	R\$ -
Nov	R\$ -	R\$ 50.399,97	R\$ 26.910,95	R\$ -	R\$ 23.489,02	R\$ -
Dez	R\$ -	R\$ 47.422,30	R\$ 24.596,03	R\$ -	R\$ 22.826,28	R\$ -
Total	R\$ -	R\$ 589.911,30	R\$ 311.356,76	R\$ -	R\$ 278.554,53	R\$ -
Economia Máx					R\$ 284.011,28	R\$ -

Figura 4.17 – Exemplo do cálculo da economia.

4.5 PLANILHAS DE SIMULAÇÃO

Depois de realizada a montagem das planilhas de cálculo, o aplicativo segue para a simulação dos valores para posterior apresentação dos resultados.

Inicialmente, dentro das faixas estabelecidas pelas planilhas de cálculo, o aplicativo gera de maneira aleatória 2000 valores que tem a finalidade de abordar grande parte dos casos de implantação de um SGE e mostrar ao usuário as diversas maneiras possíveis de se analisar a situação, desde o pior caso, onde pode ser inviável a implantação, até o caso de melhor viabilidade e maior lucro.

Cada seção a seguir exemplifica como o aplicativo utiliza os 2000 valores aleatórios para obter o resultado.

4.5.1 VPL – Custo Total Investimento

Na seção 3.4.6.4, calculou-se o custo total do investimento e na seção 3.4.7.1 calculou-se o VPL do investimento através da equação 3.10. Dessa maneira, o aplicativo criou 2000 amostras aleatórias dentro das faixas apresentadas nas seções anteriores.

Assim, todos os VPLs são montados aleatoriamente a partir das faixas de valores máximos e mínimos calculados pelo aplicativo, como visto na Figura 4.18.

		Máx	Mín
Inicial	GMG	R\$ 215.270,00	R\$ 173.000,00
	Acessórios	R\$ 67.219,00	R\$ 56.066,00
	Cabos	R\$ 24.405,30	R\$ 14.155,20
	Serviços de Instalação	R\$ 60.321,43	R\$ 57.857,14
Manutenção	Preventiva	R\$ 8.897,18	R\$ 8.430,72
	Corretiva	R\$ 25.614,50	R\$ 6.403,62
Operação	Diesel	R\$ 140.666,88	R\$ 132.615,55
	Abastecimento	R\$ 12.622,04	R\$ 11.899,59

Figura 4.18 – Valores Máximos e Mínimos¹².

Assim, através das faixas, o aplicativo cria 2000 amostras para cada VPL e simula para a obtenção dos resultados como visto na Figura 4.19.

¹² As faixas de Manutenção e Operação referem-se a valores anuais.

Amostra	VPL - Inicial	VPL - O&M	VPL - Investimento
1	R\$ 353.848,62	R\$ 2.511.886,99	R\$ 2.865.735,62
2	R\$ 334.197,22	R\$ 2.424.998,96	R\$ 2.759.196,19
3	R\$ 325.023,54	R\$ 2.504.567,39	R\$ 2.829.590,93
4	R\$ 330.040,59	R\$ 2.514.905,96	R\$ 2.844.946,55
5	R\$ 317.576,02	R\$ 2.519.357,64	R\$ 2.836.933,66
[...]	[...]	[...]	[...]
1998	R\$ 341.462,13	R\$ 2.442.362,34	R\$ 2.783.824,47
1999	R\$ 309.346,80	R\$ 2.519.244,94	R\$ 2.828.591,73
2000	R\$ 331.860,08	R\$ 2.568.311,24	R\$ 2.900.171,32

Figura 4.19 – VPLs.

4.5.2 VPL – Economia

O aplicativo calcula o VPL da economia a partir dos valores obtidos na seção 3.4.7.2 e através da equação 3.11.

A faixa de valores obtida pelo aplicativo para o cálculo do VPL da economia pode ser vista na Figura 4.20.

	Máx	Mín
Economia	R\$ 284.011,28	R\$ 200.874,48

Figura 4.20 – Economia Máxima e Mínima.

E assim, como o VPL do Investimento, pode-se apresentar também as 2000 amostras do VPL da economia na Figura 4.21.

Amostra	VPL - Economia
1	R\$ 3.207.644,47
2	R\$ 4.205.899,50
3	R\$ 3.472.148,96
4	R\$ 4.212.608,00
5	R\$ 4.163.574,63
[...]	[...]
1998	R\$ 3.516.685,42
1999	R\$ 3.699.988,12
2000	R\$ 3.453.878,66

Figura 4.21 – VPL da Economia.

4.6 SIMULAÇÃO E RESULTADOS

Com todos os dados de entrada reunidos e cálculos realizados, o aplicativo executa a simulação. Esse processo é realizado 10 vezes para que se possa comprovar o comportamento estável da simulação, através de dados estatísticos, como por exemplo, média e desvio padrão.

Para a realização da simulação de forma automática, utilizou-se a ferramenta ‘Macros’ no Excel com a criação de códigos na linguagem VBA. Os códigos podem ser vistos no Apêndice III.

Todos os resultados obtidos através da simulação e das informações fornecidas pelo usuário serão mostradas no relatório final, cujo modelo está presente no Apêndice IV.

A variável R, calculada na seção 3.4.8 pela equação 3.12, é apresentada no aplicativo na Figura 4.22.

Amostra	VPL - Economia	VPL - Investimento	R
1	R\$ 4.575.016,16	R\$ 2.851.771,23	R\$ 1.723.244,93
2	R\$ 4.206.924,07	R\$ 2.800.455,08	R\$ 1.406.468,99
3	R\$ 4.749.606,25	R\$ 2.894.307,97	R\$ 1.855.298,27
4	R\$ 4.240.620,53	R\$ 2.805.548,26	R\$ 1.435.072,27
5	R\$ 4.265.105,76	R\$ 2.777.295,02	R\$ 1.487.810,74
[...]	[...]	[...]	[...]
1998	R\$ 3.818.657,65	R\$ 2.770.614,16	R\$ 1.048.043,49
1999	R\$ 4.082.985,59	R\$ 2.917.332,88	R\$ 1.165.652,72
2000	R\$ 4.353.151,01	R\$ 2.830.957,14	R\$ 1.522.193,87

Figura 4.22 – Cálculo da variável R.

Em seguida o aplicativo ordena a variável R em ordem crescente e o VPL_{INV} em ordem decrescente para que se faça uma relação entre os extremos dessas duas variáveis e se possa obter uma faixa de lucro relativo. Assim, calcula-se o maior investimento em relação ao menor R. A Figura 4.23 a seguir ilustra o raciocínio descrito, onde a faixa de valores de lucro líquido para uma simulação foi entre 4,43% e 78,12% do investimento.

Amostra	Investimento ordenado	R ordenado	Lucro Líquido
1	R\$ 2.969.802,56	R\$ 131.647,59	4,43%
2	R\$ 2.968.858,18	R\$ 146.728,01	4,94%
3	R\$ 2.968.139,40	R\$ 197.704,78	6,66%
4	R\$ 2.967.574,03	R\$ 203.685,76	6,86%
5	R\$ 2.967.243,15	R\$ 209.483,88	7,06%
[...]	[...]	[...]	[...]
1998	R\$ 2.741.642,16	R\$ 2.080.562,43	75,89%
1999	R\$ 2.740.306,59	R\$ 2.124.755,84	77,54%
2000	R\$ 2.732.080,41	R\$ 2.134.362,00	78,12%

Figura 4.23 – Cálculo do Lucro Líquido.

Outro resultado que a simulação apresentará é o valor do lucro líquido para 95% das amostras. Esse resultado mostra que em 95% dos casos simulados o lucro líquido será de até o valor indicado, e será mostrado ao usuário no relatório final.

O aplicativo também informa ao usuário o lucro líquido a partir de outros valores relativos, apresentando os valores absolutos e a porcentagem de ocorrência dos casos. Essa apresentação é resumida na Figura 4.24 a seguir.

LUCRO	Valores Absolutos	Valores Relativos	
	> R\$ 142.749,2	5%	99,95% dos casos simulados
	> R\$ 285.498,5	10%	99,05% dos casos simulados
	> R\$ 713.746,2	25%	78,80% dos casos simulados
	> R\$ 1.427.492,38	50%	24,40% dos casos simulados
	> R\$ 2.141.238,57	75%	0,00% dos casos simulados

Figura 4.24 – Outros valores relativos.

A partir das equações 3.13 e 3.14, o aplicativo pode estimar um fluxo de caixa da operação do SGE, como exemplificado na seção 3.4.8.

Para o fluxo de caixa, o aplicativo também simula 2000 casos e apresenta como resultado apenas um valor que representa o melhor fluxo de caixa de 95% dos casos. Esse fluxo é ilustrado na Figura 4.25 a seguir.

Amostra / Ano	0	1	2	3	[...]	n-2	n-1	n
P95%	-R\$ 354.385,31	R\$ 45.793,33	R\$ 50.009,47	R\$ 53.384,66	[...]	R\$ 126.400,61	R\$ 137.632,01	R\$ 143.964,40

Figura 4.25 – Fluxo de Caixa.

Onde n na figura representa a vida útil do SGE. Nota-se um valor negativo no ano zero, pois nesse ano é feito o desembolso do custo da implantação do SGE e não há economia gerada.

No relatório gerado pelo aplicativo pode-se visualizar dois tipos de gráficos para o fluxo de caixa a fim de facilitar o entendimento. O primeiro mostra o fluxo de caixa anual e o segundo o fluxo de caixa acumulado ao longo dos anos, onde é possível obter o tempo de retorno do investimento. As figuras 4.26, 4.27 e 4.28 a seguir ilustram esses resultados.

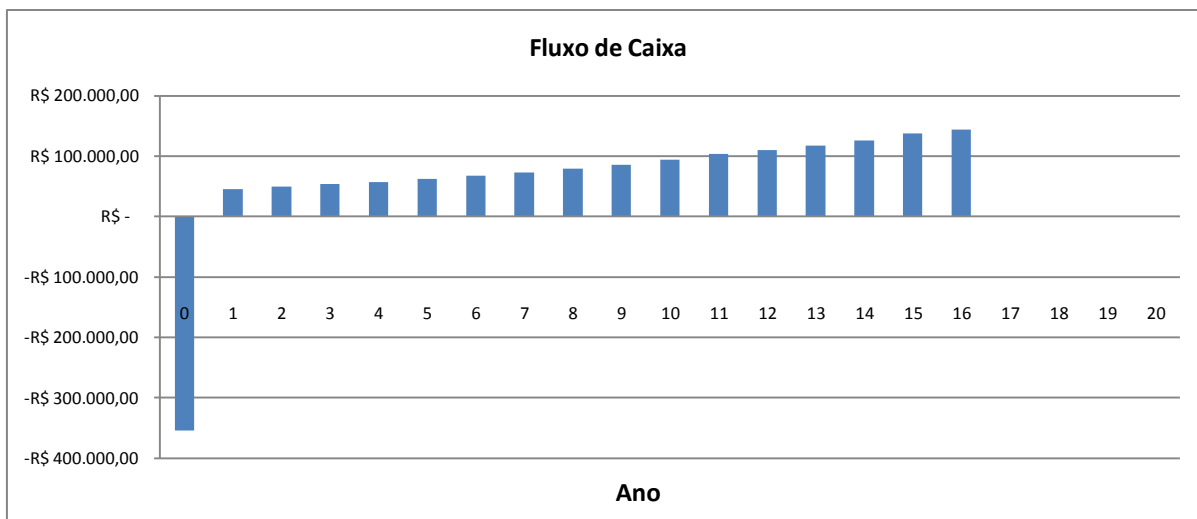


Figura 4.26 – Gráfico do Fluxo de Caixa.

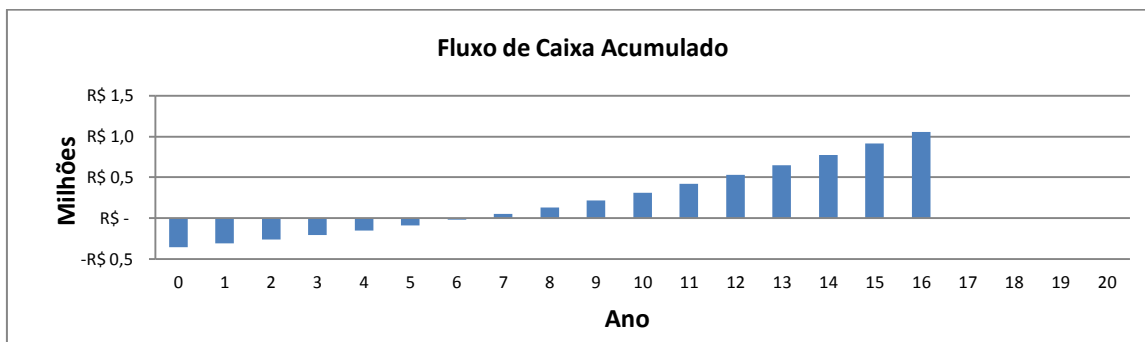


Figura 4.27 – Gráfico do Fluxo de Caixa Acumulado.

Tempo de retorno:	6 anos
	4 meses
Vida útil estimada:	16 anos

Figura 4.28 – Tempo de Retorno do investimento.

O relatório apresenta ainda informações adicionais aos resultados obtidos pela simulação, como as estimativas de desembolsos relativos à implantação do SGE, como o custo de instalação, acessórios e preço do GMG, dentre outros, (esses valores referem-se ao maior valor dos custos para 95% dos casos analisados). São mostrados também gráficos e uma breve análise técnica do SGE e informações sobre o mesmo.

4.7 EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Para entender melhor o funcionamento do aplicativo, foi realizado um exemplo de aplicação que o apresenta de uma maneira clara e objetiva.

4.7.1 Unidade Consumidora

Para a realização do exemplo utilizou-se como modelo um hipermercado fictício. Por se tratar de uma unidade consumidora que consome energia por um período de tempo contínuo (24h), esse tipo de estabelecimento pode se beneficiar com a implantação de um SGE que substitui o fornecimento da concessionária no horário de ponta.

4.7.2 Históricos de Consumo

O estabelecimento possui uma carga instalada de aproximadamente 800 kW divididos entre, cargas de iluminação, ar-condicionado, sistemas de refrigeração de alimentos, circuitos de segurança, escritório/administração e outras cargas menores, como visto na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Cargas do hipermercado.

Carga	Potência (kW)
Escritório e Administração	30
Iluminação	148,2
Sistema de refrigeração	50,10
Unidades condensadoras	560

A partir das características de carga da unidade consumidora, estimou-se o consumo e a demanda nos horários de ponta e fora de ponta, montando um histórico das faturas de energia e assim determinou-se a potência mínima necessária para o SGE.

Estimou-se o histórico de consumo a partir da carga instalada da unidade consumidora, onde a demanda pode ser vista como a carga instalada e o consumo como sendo o produto entre a carga e a quantidade de horas de funcionamento.

Considerou-se ainda que o valor da demanda na ponta e fora da ponta é a mesma, explicado pelo fato de se manter um padrão de consumo contínuo da unidade durante as 24 horas do dia.

4.7.3 Entradas no Aplicativo

Após o levantamento de dados da unidade consumidora, inseriu-se então os dados solicitados nos campos destinados a inicialização da simulação pelo aplicativo.

Primeiramente escolheu-se a estrutura tarifária e a classe de consumo da unidade consumidora. Em geral, unidades consumidoras com esta característica de carga optam

pela estrutura tarifária Horo-Sazonal Verde e integram a classe A4 – Comercial/Industrial, como visto na Figura 4.29.

Estrutura Tarifária	Classe de Consumo	Consumo
<i>Horo-Sazonal Verde</i>	<i>A4 - Comercial/Industrial</i>	

Figura 4.29 – Dados tarifários do hipermercado.

O histórico de consumo e demanda também é fornecido e pode ser visto na Figura 4.30.

HISTÓRICO				
Mês	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	Demanda na Ponta (kW)	Demanda Fora da Ponta (kW)
Jan	65.661	381.600	753	759
Fev	69.739	399.443	781	761
Mar	70.784	385.980	786	779
Abr	70.003	384.909	752	773
Mai	66.958	397.625	753	768
Jun	67.131	392.473	778	758
Jul	66.532	390.837	765	777
Ago	65.097	396.821	761	757
Set	68.412	380.754	780	768
Out	69.303	385.702	790	773
Nov	66.059	397.692	772	783
Dez	69.273	394.549	783	764
Max	70.784	399.443	790	783
Min	65.097	380.754	752	757

Figura 4.30 – Histórico de consumo do hipermercado.

Dessa maneira, o aplicativo calculou a potência mínima do SGE que atenderá a carga em questão, como visto na Figura 4.31.

GRUPO MOTOR-GERADOR	
Tipo de Sistema	<i>Prime</i>
Potência Indicada	<i>988 kVA</i>

Figura 4.31 – Potência do SGE.

Por se tratar de um local que funciona ininterruptamente (24 horas por dia e sete dias por semana), utilizou-se para o SGE o máximo de dias de funcionamento por mês. Assim, o aplicativo foi capaz de calcular a quantidade de horas de funcionamento e posteriormente determinar a vida útil do sistema, visto na Figura 4.32.

FUNCIONAMENTO

Horas de funcionamento por dia:	3 hrs
Dias de funcionamento por mês:	30 dias
Horas/mês	90 h/mês

Figura 4.32 – Funcionamento do SGE.

As outras opções de entrada e escolha do sistema, como instalação, acessórios e atenuação de ruídos são escolhidas e mostrados nas Figuras 4.33, 4.34 e 4.35.

INSTALAÇÃO

Método Instalação	B1
Isolação	EPR
Distância (GMG-Quadro)	15 m
Queda de tensão adm.	5%
Temperatura	30 °C

Figura 4.33 – Instalação.

ACESSÓRIOS

☒ DISJUNTOR
☒ QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)
☒ SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)
☒ CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA
☒ REGULADOR DE VELOCIDADE

Figura 4.34 – Acessórios.

ATENUAÇÃO

☐ Sem atenuação
☐ Kit atenuação - 85 dB
☐ Kit atenuação - 75 dB
☐ Carenagem - 85 dB
☒ Carenagem - 75 dB

Figura 4.35 – Atenuação.

4.7.4 Simulação

Após a entrada de dados o aplicativo realizou a simulação e apresentou alguns resultados.

Inicialmente, o aplicativo mostra que em 95% das amostras o valor desembolsado para implantação do sistema esteve entre R\$ 705.829,03 e R\$ 784.654,98, e ainda que para todas amostras existe algum tipo de retorno financeiro para o investidor.

No entanto, a estimativa de retorno (lucro) em 95% das amostras simuladas esteve em pelo menos 92,61% do valor total investido. Este valor total pode ser representado pelo total de gastos, desembolsos e investimentos realizados no sistema ao longo de sua vida útil.

Essa estimativa de lucro pode ser melhor entendida através da Tabela 4.2 – *Lucros*, onde os valores relativos referem-se a um percentual do lucro em relação ao investimento total.

Tabela 4.2 – *Lucros*.

LUCRO	Valores Absolutos	Valores Relativos	
	> R\$ 300.906,9	5%	100,00% dos casos simulados
	> R\$ 601.813,7	10%	100,00% dos casos simulados
	> R\$ 1.504.534,3	25%	100,00% dos casos simulados
	> R\$ 3.009.068,54	50%	100,00% dos casos simulados
	> R\$ 4.513.602,80	75%	49,00% dos casos simulados

Para a efetivação dos cálculos, o aplicativo também apresentou a faixa de valores utilizadas como visto na Tabela 4.3, onde o VPL_{INV} representa o valor presente da soma de todos os gastos, custos e investimentos realizados na operação do SGE, o VPL_{ECO} representa o valor presente da soma de toda a economia que o SGE pode apresentar e o VPL_R representa o valor presente da relação entre o VPL_{ECO} e o VPL_{INV} mostrando o resultado estimado através dos dois parâmetros, em que seu máximo corresponde à um caso particular e não a diferença entre a maior economia e o menor investimento, e o mesmo raciocínio aplica-se ao valor mínimo.

Tabela 4.3 – *VPLs*.

VPL_{INV}	Investimento	Máximo	R\$ 6.230.236,10
		Mínimo	R\$ 5.794.374,12
VPL_{ECO}	Economia	Máximo	R\$ 11.787.946,99
		Mínimo	R\$ 9.370.173,39
VPL_R	Resultado	Máximo	R\$ 5.880.651,01
		Mínimo	R\$ 3.235.201,41

E assim, também apresentou-se um gráfico com a distribuição do VPL_R sobre as amostras, visto no Gráfico 4.1.

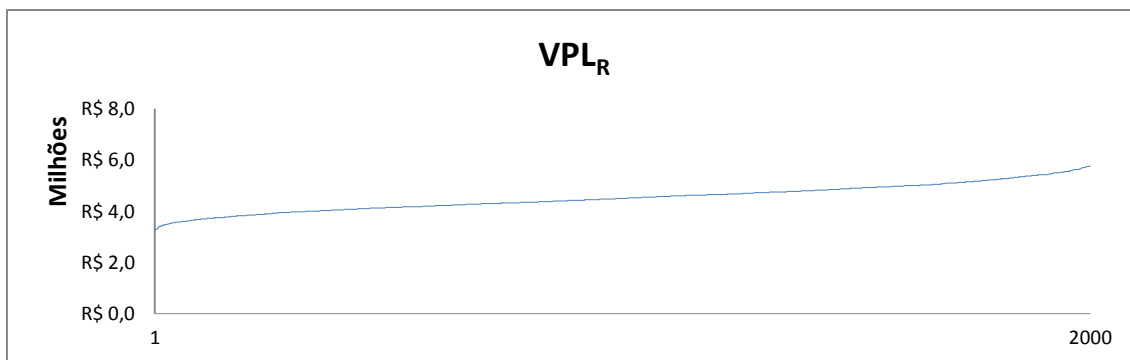


Gráfico 4.1 – VPL_R .

A simulação também apresentou uma análise de fluxo de caixa e estimativa de tempo de retorno do investimento. No Gráfico 4.2 a simulação mostra uma estimativa de fluxo de caixa baseada em 95% das amostras. Isso significa que 95% das amostras apresentarão um fluxo de caixa igual ou superior ao apresentado.

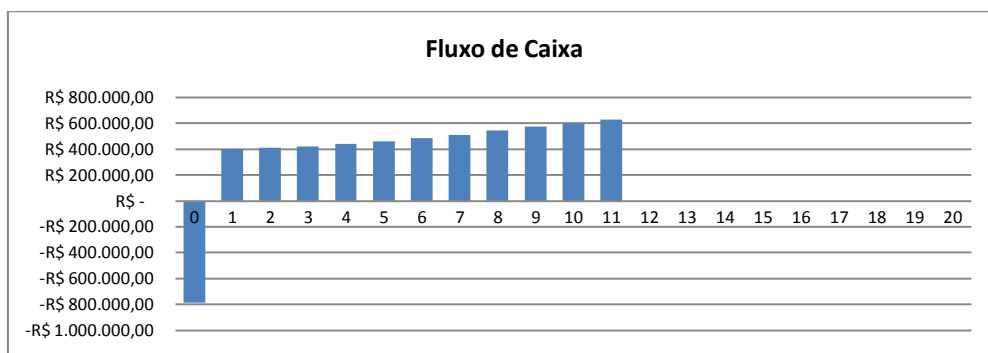


Gráfico 4.2 – *Fluxo de Caixa*.

De forma semelhante, o aplicativo apresentou um fluxo de caixa acumulado para o cálculo do tempo de retorno do investimento como visto no Gráfico 4.3.

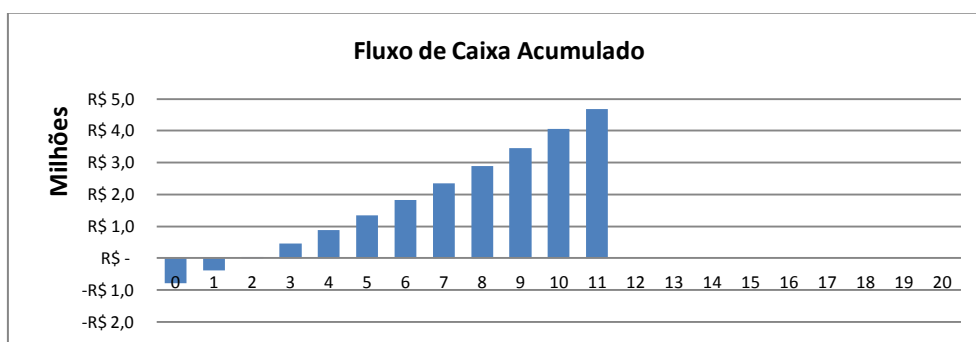


Gráfico 4.3 – *Fluxo de Caixa Acumulado*.

E assim, calculou o tempo de retorno e a vida útil estimada do GMG na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – *Tempo de Retorno e Vida Útil.*

Tempo de Retorno:	2 anos
	0 meses
Vida útil estimada:	11 anos

Além disso o aplicativo ainda apresentou algumas informações adicionais referentes ao sistema como visto na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – *Informações Adicionais*

Grupo Motor-Gerador		Manutenção Preventiva	
Máximo	R\$ 400.810,00	Máximo	R\$ 25.246,14
Mínimo	R\$ 339.347,00	Mínimo	R\$ 23.948,63
95%	R\$ 397.859,05	95%	R\$ 25.187,02
Acessórios		Manutenção Corretiva	
Máximo	R\$ 278.982,00	Máximo	R\$ 25.614,50
Mínimo	R\$ 254.160,00	Mínimo	R\$ 6.403,62
95%	R\$ 277.621,53	95%	R\$ 24.567,82
Condutores		Diesel	
Máximo	R\$ 5.114,07	Máximo	R\$ 445.599,36
Mínimo	R\$ 1.368,36	Mínimo	R\$ 418.113,79
95%	R\$ 4.925,63	95%	R\$ 444.383,87
Serviços de Instalação		Abastecimento	
Máximo	R\$ 120.535,71	Máximo	R\$ 39.983,63
Mínimo	R\$ 107.500,00	Mínimo	R\$ 37.517,35
95%	R\$ 119.894,01	95%	R\$ 39.859,02

Os valores referentes às linhas de “95%” representam o valor máximo a ser desembolsado dentro do intervalo de máximos e mínimos estabelecido para 95% dos casos analisados.

Assim, pode-se ter uma noção do valor desembolsado e o seu percentual em relação ao valor total na aquisição de um SGE, como mostrado nos Gráficos 4.4 e 4.5.

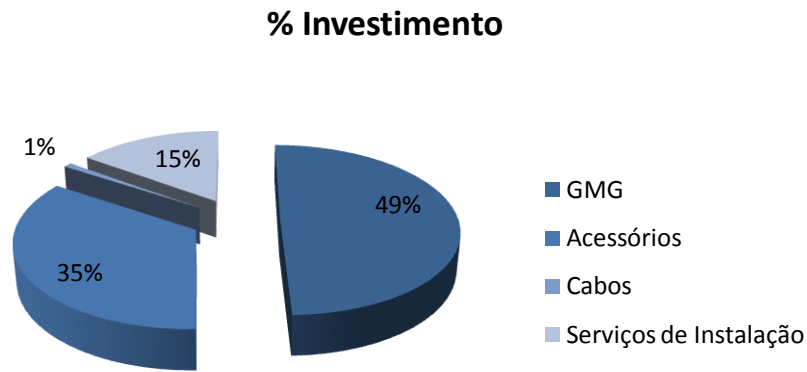


Gráfico 4.4 – *Percentual do Investimento.*

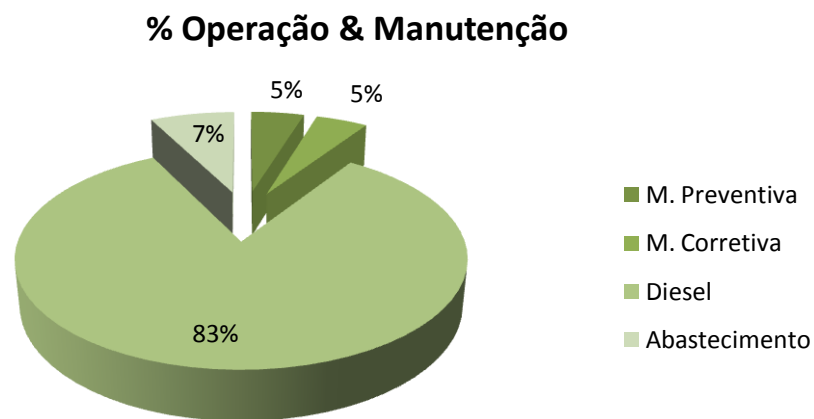


Gráfico 4.5 – *Percentual da Operação & Manutenção.*

No entanto, o aplicativo apresenta também algumas informações técnicas sobre o sistema, como os tipos de condutores a serem utilizados e o consumo de *diesel*, como visto nas Tabelas 4.6 e 4.7.

Tabela 4.6 – *Condutores.*

Condutores		Isolação
Cond. por Fase	Seção (mm ²)	EPR
1	150	
2	50	
3	25	
4	16	

Tabela 4.7 – *Consumo Diesel.*

Carga de Operação	Meses ao ano	Consumo de <i>diesel</i>
100%	12	206,97 L/hora
75%	0	160,97 L/hora
50%	0	116,12 L/hora
25%	0	76,37 L/hora

4.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme já mencionado, o objetivo final deste trabalho é avaliar economicamente a implantação de um SGE no horário de ponta. Para isso criou-se o aplicativo utilizando a metodologia apresentada no capítulo anterior para realizar análise. Assim, este capítulo descreveu o funcionamento do aplicativo criado e apresentou um exemplo de aplicação a fim de facilitar o entendimento análise da viabilidade pelo aplicativo.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 ASPECTOS GERAIS

Este trabalho apresenta uma avaliação econômica da implantação de um SGE baseado na utilização de um ou mais GMGs no horário de ponta, analisando-se o custo de funcionamento e a economia gerada pela não utilização dos serviços da concessionária. O objetivo, a motivação e a estrutura utilizada neste trabalho foram apresentados no Capítulo 1.

O Capítulo 2 referiu-se aos fundamentos teóricos acerca do tema. Foram abordados aspectos teóricos, técnicos e econômicos envolvendo o funcionamento de um GMG e sua utilização para fins econômicos. Ainda neste capítulo apresentou-se também as referências legislativas como resoluções e normas técnicas.

No Capítulo 3, foram apresentados as idéias para a criação do projeto, como as principais análises e cálculos que foram utilizados no aplicativo. Também, o Capítulo 3 apresentou os materiais e a metodologia utilizados para a aquisição dos resultados pretendidos, com ênfase nos aspectos econômicos.

O Capítulo 4 apresentou de forma mais detalhada o aplicativo desenvolvido, os cálculos realizados envolvendo os custos de implantação e operação, assim como a economia prevista na utilização do SGE. Assim, através dos resultados obtidos realizou-se uma análise com a apresentação das principais questões da viabilidade econômica da implantação do sistema. De forma a facilitar a compreensão do funcionamento do aplicativo e sua forma de análise, foi feito um exemplo de aplicação da utilização do SGE no horário de ponta por uma unidade consumidora de carga significativa.

Este capítulo traz as principais conclusões e contribuições do trabalho e sugestões de desenvolvimento futuro.

5.2 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES

As diversas simulações criadas a partir de valores aleatórios abordaram grande parte dos possíveis casos de implantação do sistema e permitiram concluir que a metodologia utilizada no aplicativo foi adequada ao objetivo do trabalho. E assim abordaram-se os principais aspectos econômicos na avaliação do resultado.

As análises permitiram as seguintes conclusões principais: (a) a forma de operação do SGE pode influenciar de maneira significativa na análise do sistema, uma vez que o custo de operação está diretamente relacionado ao consumo de *diesel* que o GMG apresenta; (b) a variação no preço do *diesel* também atua de forma expressiva no custo

de operação, visto que esse valor junto à forma de operação determinam esse custo; (c) a comparação entre as diversos métodos de atenuação do GMG mostrou que, do ponto de vista econômico, a solução mais vantajosa é a utilização do kit atenuação (85 dB ou 75 dB), onde seu custo pode ser até 80% menor em relação à outros métodos, no entanto, em alguns casos é necessário a utilização de um sistema de atenuação por carenagem, mostrando que o fator técnico pode se sobrepor ao econômico; e (d) a viabilidade econômica da implantação do sistema é dependente da variação das tarifas da concessionária, haja visto que uma diminuição significativa da tarifa pode tornar a utilização dos serviços da concessionária mais econômica e assim, inviabilizar a utilização do SGE no horário de ponta.

As principais contribuições deste trabalho são: (a) permitir entender os aspectos econômicos da implantação de um SGE; (b) utilização da aleatoriedade dos fatores na simulação dos casos com o intuito de abranger grande parte dos casos considerando as incertezas; (c) desmitificar a certeza da viabilidade econômica da implantação de um SGE, mostrando que a substituição do serviço de fornecimento da concessionária pela utilização de um SGE nem sempre é vantajosa.

5.3 SUGESTÕES PARA DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Muitos estudos importantes ainda podem ser feitos com a finalidade de se complementar este trabalho. A avaliação econômica pode ser modificada tendo em vista as variações das taxas de juros, tarifas e preços relacionados, assim como alterações nas legislações vigentes.

Dessa forma apresentam-se sugestões para o aprofundamento das análises feitas e para trabalhos futuros.

- (1) Aumentar a confiabilidade do levantamento dos custos buscando informações de outros fornecedores;
- (2) Aplicar a análise feita à outras possíveis formas de geração de energia elétrica, com ênfase nas fontes renováveis de energia;
- (3) Acrescentar outras formas de análise do resultado alternativas ao Valor Presente Líquido dos custos e economia.
- (4) Realizar análise do custo-benefício da utilização de mais geradores de potências menores em substituição à um gerador de potência maior.

REFERÊNCIAS

- [1] CUMMINS. *Engenharia de aplicações para Grupos Geradores arrefecidos a água*. São Paulo, Cummins Power Generation, 2011.
- [2] PEREIRA, José Cláudio. *Motores e Geradores*. São Paulo, 2007. Disponível em: <www.joseclaudio.eng.br>
- [3] FILHO, João Mamede. *Instalações Elétricas Industriais*. 6. ed. LTC, Rio de Janeiro, 2002
- [4] HYPERPHYSICS. *The Diesel Engine*. Disponível em: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/thermo/diesel.html>>.
- [5] GONTIJO, Rafael Glaber. Notas de aula da disciplina Fenômenos de Transporte, ministrada em 2010. Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- [6] PETROBRÁS DISTRIBUIDORA – Petrobrás. Disponível em <www.br.com.br>. Acesso em: 16 de setembro de 2012.
- [7] KNAPP, Mateus Borges. *Análise de emissões de gases em motor diesel comparando diesel com biodiesel*. 2010. 25 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- [8] BAITELO, Ricardo. *Comparação da Produção de Energia com Diesel e Biodiesel analisando todos os custos envolvidos*. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. São Paulo.
- [9] CAMARGO, Ivan Marques de Toledo. [Sem título], apostila da disciplina Conversão de Energia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília. 2011.
- [10]. *Synchronous Machine*. Disponível em: < <http://what-when-how.com/electronics-and-motor-drives/cross-section-of-three-phase-synchronous-machine-electronics-and-motor-drives/>> Acessado em : 29 de Agosto de 2012.
- [11] CEB – Companhia Energética de Brasília. Disponível em <www.ceb.com.br>. Acesso em: 14 de maio 2012.

[12] ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa n.º 414, de 9 de setembro de 2010. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em: <www.aneel.gov.br>.

[13] _____. Resolução Normativa n.º 456, de 29 de novembro de 2000. Estabelece, de forma atualizada e consolidada as condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Disponível em: <www.aneel.gov.br>.

[14] ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural Biocombustíveis . Resolução n.º 65 de 9 de dezembro de 2011. Regulamenta as especificações dos óleos *diesel* de uso rodoviário e obrigações de qualidade dos agentes que comercializam o produto. Disponível em <www.anp.gov.br>.

[15] CEB - Companhia Energética de Brasília. NTD – 6.05, Agosto de 2012. Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição. Disponível em: <www.ceb.com.br/CebNovo/Ceb/arquivos/Pdf/NTD_6_05.pdf>.

[16] _____.NTD – 6.07, Julho de 2011. Fornecimento em Tensão Secundária de Distribuição a Prédios de Múltiplas Unidades Consumidoras. Disponível em: <www.ceb.com.br/CebNovo/Ceb/arquivos/Pdf/NTD%206.07.pdf>.

[17] CELPA – Centrais Elétricas do Pará S.A.. Disponível em <www.redenergia.com/celpe>. Acesso em: 14 de maio 2012.

[18] CAMARGO, Ivan Marques de Toledo. *Noções Básicas de Engenharia Econômica: aplicações ao setor elétrico*. Brasília: FINATEC, 1998.

[19] HCINVESTIMENTOS. *IPCA E IGP-M: Inflação histórica no Brasil*. Disponível em: <<http://hcinvestimentos.com/2011/02/21/ipca-igpm-inflacao-historica/>> Acessado em : 15 de Agosto de 2012.

[20] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 18 de maio 2012.

[21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: 2004.

[22] MACINTYRE, Julio Niskier A.J.. *Instalações Elétricas*. 5. ed. 2008.

[23] SEVERINO, Mauro Moura. *Avaliação Técnico-Econômica de um Sistema Híbrido de Geração Distribuída para Atendimento a Comunidades Isoladas na Amazônia*. 2008.

335 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

[24] IWAND, Frederico Agrizzi. *Estudo técnico-econômico de implantação de grupo gerador de emergência em fábrica de refrigerantes*. 2007. 50 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2007.

[25] OLIVEIRA, Lilian Silva de. *Gestão de consumo de energia elétrica no campus da UnB*. 2006. 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília. Brasília, 2008.

[26] DCCO – Distribuidora Cummins Centro-Oeste. Disponível em <www.dcco.com.br>.

[27] GENFORCE – Distribuidor FG Wilson. Disponível em <www.genforce.com.br>.

[28] STEMAC – Grupos Geradores e Soluções em Energia. Disponível em <www.stemac.com.br>.

[29] GOOGLE. Pesquisa Google – define: grupo motor-gerador. Disponível em <www.google.com.br>.

APÊNDICE I

LISTA DE PLANILHAS

6 planilhas de simulação (simulação final, custos, economia, investimentos, operação e fluxo de caixa)

- i. Simulação
- ii. RESULTADO
- iii. FLUXO
- iv. Sim_Economia
- v. Sim_Custos
- vi. Sim_Operação
- vii. RELATÓRIO
- viii. Faixas

- a) **APRESENTAÇÃO:** apresentação do aplicativo;
- b) **ENTRADA:** entrada de dados do aplicativo;
- c) **Acessórios:** base de dados dos preços dos acessórios por marca GMG;
- d) **Base de Dados:** base de dados das listas e nomes utilizados no programa;
- e) **Normas_Cabos:** base de dados dos cabos, tabelas das normas e preços dos cabos;
- f) **Manutenção:** base de dados dos custos de manutenção por marca GMG;
- g) **Tarifas:** tabelas de tarifas CEB;
- h) **MARCA 1:** preço do GMG e consumo de *diesel* por modelo de GMG;
- i) **MARCA 2:** preço do GMG e consumo de *diesel* por modelo de GMG;
- j) **MARCA 3:** preço do GMG e consumo de *diesel* por modelo de GMG;
- k) **Custo_Instalação:** preço de instalação dos GMG's por modelo e marca;
- l) **GMG:** calcula preço dos GMG's que serão utilizados, custos dos Acessórios e da Instalação (vinculado às planilhas MARCA 1, MARCA 2, MARCA 3 e Instalação_custos);
- m) **Custo_Operação:** custo operacional em função da carga e horas de funcionamento (vinculado às planilhas MARCA 1, MARCA 2, MARCA 3 e Carga);
- n) **Calc_Economia:** calcula fatura por classe tarifária e economia com uso do GMG (vinculado à planilha Tarifas_Tabelas);
- o) **Calc_Manutenção:** calcula custo de manutenção (vinculado à planilha Manutenção);
- p) **Calc_Carga:** calcula % da carga utilizada pelo GMG para cálculo da Operação (vinculado à planilha Operação);
- q) **Calc_Cabos:** calcula diâmetro dos condutores e faz o comparativo entre as marcas GMG (vinculado às planilhas GMG, Normas_Cabos e Custo_cabos);
- r) **Custo_Acessórios:** calcula custo dos acessórios (vinculado à planilha Acessórios);
- s) **Custo_Cabos:** preços da instalação dos condutores por marca GMG;

APÊNDICE II

GUIA DE UTILIZAÇÃO

1. Apresentação

A tela Inicial da planilha apresenta informações da criação da planilha bem como os botões de "Iniciar" e "Tutorial".

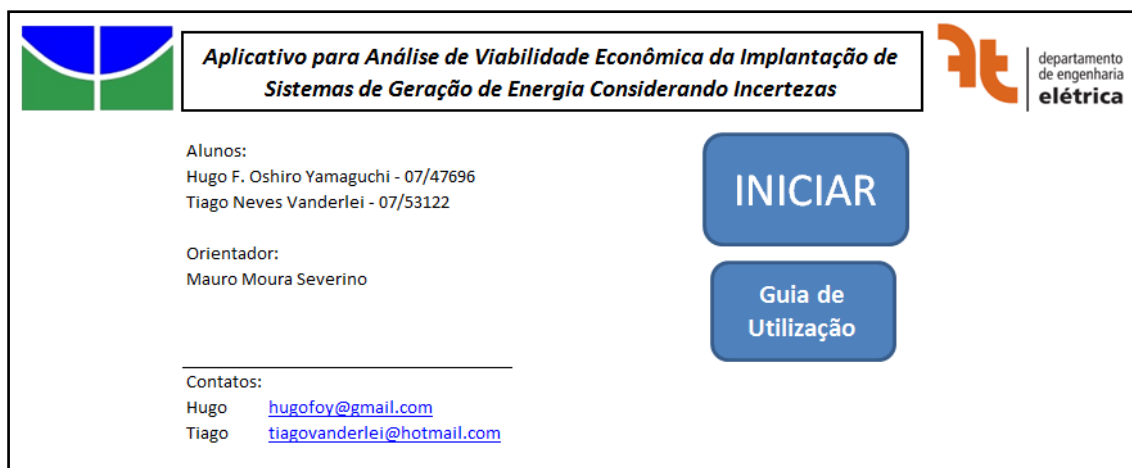


Figura 36 - Tela apresentação da planilha.

Passo 1: Inicialmente clica-se no botão "Iniciar". O comando irá iniciar a planilha onde o usuário deverá inserir os dados solicitados.

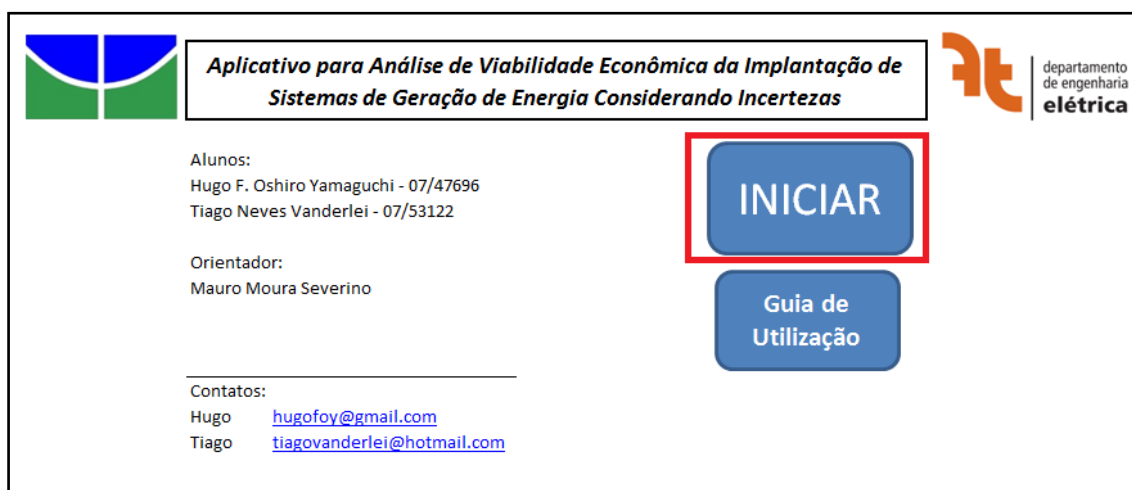


Figura 37 - Passo 1.

2. Inicialização

Ao iniciar a planilha o usuário irá encontrar a área para inserção de dados na planilha, como mostrado.

INFORMAÇÕES DO USUÁRIO					INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE GERAÇÃO																																																																																									
<table border="1"><thead><tr><th>Estrutura Tarifária</th><th>Classe de Consumo</th><th>Consumo</th></tr></thead><tbody><tr><td>Horo-Sazonal Verde</td><td>A4 - Comercial/Industrial</td><td></td></tr></tbody></table>					Estrutura Tarifária	Classe de Consumo	Consumo	Horo-Sazonal Verde	A4 - Comercial/Industrial		<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">GRUPO MOTOR-GERADOR</th></tr></thead><tbody><tr><td>Tipo de Sistema</td><td>Prime</td></tr><tr><td>Potência Indicada</td><td>492 kVA</td></tr></tbody></table>		GRUPO MOTOR-GERADOR		Tipo de Sistema	Prime	Potência Indicada	492 kVA																																																																												
Estrutura Tarifária	Classe de Consumo	Consumo																																																																																												
Horo-Sazonal Verde	A4 - Comercial/Industrial																																																																																													
GRUPO MOTOR-GERADOR																																																																																														
Tipo de Sistema	Prime																																																																																													
Potência Indicada	492 kVA																																																																																													
<table border="1"><thead><tr><th colspan="5">HISTÓRICO</th></tr><tr><th>Mês</th><th>Consumo na Ponta (kWh)</th><th>Consumo Fora da Ponta (kWh)</th><th>Demanda na Ponta (kW)</th><th>Demanda Fora da Ponta (kW)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Jan</td><td>14.435</td><td>107.115</td><td>409</td><td>275</td></tr><tr><td>Fev</td><td>15.951</td><td>108.822</td><td>338</td><td>277</td></tr><tr><td>Mar</td><td>14.097</td><td>104.049</td><td>361</td><td>326</td></tr><tr><td>Abr</td><td>17.845</td><td>107.259</td><td>377</td><td>348</td></tr><tr><td>Mai</td><td>16.903</td><td>106.634</td><td>397</td><td>372</td></tr><tr><td>Jun</td><td>19.712</td><td>108.779</td><td>378</td><td>364</td></tr><tr><td>Jul</td><td>18.695</td><td>106.776</td><td>410</td><td>393</td></tr><tr><td>Ago</td><td>17.794</td><td>114.015</td><td>382</td><td>324</td></tr><tr><td>Set</td><td>20.181</td><td>121.517</td><td>427</td><td>377</td></tr><tr><td>Out</td><td>18.855</td><td>113.673</td><td>453</td><td>398</td></tr><tr><td>Nov</td><td>16.579</td><td>112.657</td><td>440</td><td>395</td></tr><tr><td>Dez</td><td>16.479</td><td>110.807</td><td>338</td><td>363</td></tr><tr><td>Max</td><td>20.181</td><td>121.517</td><td>453</td><td>398</td></tr><tr><td>Min</td><td>14.097</td><td>104.049</td><td>338</td><td>275</td></tr></tbody></table>					HISTÓRICO					Mês	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	Demanda na Ponta (kW)	Demanda Fora da Ponta (kW)	Jan	14.435	107.115	409	275	Fev	15.951	108.822	338	277	Mar	14.097	104.049	361	326	Abr	17.845	107.259	377	348	Mai	16.903	106.634	397	372	Jun	19.712	108.779	378	364	Jul	18.695	106.776	410	393	Ago	17.794	114.015	382	324	Set	20.181	121.517	427	377	Out	18.855	113.673	453	398	Nov	16.579	112.657	440	395	Dez	16.479	110.807	338	363	Max	20.181	121.517	453	398	Min	14.097	104.049	338	275	<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">FUNÇÃOAMENTO</th></tr></thead><tbody><tr><td>Horas de funcionamento por dia:</td><td>3 hrs</td></tr><tr><td>Dias de funcionamento por mês:</td><td>18 dias</td></tr><tr><td>Horas/mês</td><td>54 h/mês</td></tr></tbody></table>		FUNÇÃOAMENTO		Horas de funcionamento por dia:	3 hrs	Dias de funcionamento por mês:	18 dias	Horas/mês	54 h/mês
HISTÓRICO																																																																																														
Mês	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	Demanda na Ponta (kW)	Demanda Fora da Ponta (kW)																																																																																										
Jan	14.435	107.115	409	275																																																																																										
Fev	15.951	108.822	338	277																																																																																										
Mar	14.097	104.049	361	326																																																																																										
Abr	17.845	107.259	377	348																																																																																										
Mai	16.903	106.634	397	372																																																																																										
Jun	19.712	108.779	378	364																																																																																										
Jul	18.695	106.776	410	393																																																																																										
Ago	17.794	114.015	382	324																																																																																										
Set	20.181	121.517	427	377																																																																																										
Out	18.855	113.673	453	398																																																																																										
Nov	16.579	112.657	440	395																																																																																										
Dez	16.479	110.807	338	363																																																																																										
Max	20.181	121.517	453	398																																																																																										
Min	14.097	104.049	338	275																																																																																										
FUNÇÃOAMENTO																																																																																														
Horas de funcionamento por dia:	3 hrs																																																																																													
Dias de funcionamento por mês:	18 dias																																																																																													
Horas/mês	54 h/mês																																																																																													
Simular					<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">ACESSÓRIOS</th></tr></thead><tbody><tr><td>☒</td><td>DISJUNTOR</td></tr><tr><td>☒</td><td>QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)</td></tr><tr><td>☒</td><td>SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)</td></tr><tr><td>☒</td><td>CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA</td></tr><tr><td>☒</td><td>REGULADOR DE VELOCIDADE</td></tr></tbody></table>		ACESSÓRIOS		☒	DISJUNTOR	☒	QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)	☒	SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)	☒	CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA	☒	REGULADOR DE VELOCIDADE																																																																												
ACESSÓRIOS																																																																																														
☒	DISJUNTOR																																																																																													
☒	QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)																																																																																													
☒	SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)																																																																																													
☒	CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA																																																																																													
☒	REGULADOR DE VELOCIDADE																																																																																													
INFORMAÇÕES AO USUÁRIO 1- Células de com fundo de cor amarelo representam informações que devem ser cedidas pelo usuário. 2- Células com informações na cor vermelha representam valores claculados pelo programa. 3- Nas células a serem preenchidas pelo usuário, inserir apenas valores. As unidades de medida são colocadas automaticamente pelo programa.					<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">INSTALAÇÃO</th></tr></thead><tbody><tr><td>Método instalação</td><td>B1</td></tr><tr><td>Isolação</td><td>EPR</td></tr><tr><td>Distância (OMG-Quadro)</td><td>100 m</td></tr><tr><td>Queda de tensão adm.</td><td>5%</td></tr><tr><td>Temperatura</td><td>37 °C</td></tr></tbody></table>		INSTALAÇÃO		Método instalação	B1	Isolação	EPR	Distância (OMG-Quadro)	100 m	Queda de tensão adm.	5%	Temperatura	37 °C																																																																												
INSTALAÇÃO																																																																																														
Método instalação	B1																																																																																													
Isolação	EPR																																																																																													
Distância (OMG-Quadro)	100 m																																																																																													
Queda de tensão adm.	5%																																																																																													
Temperatura	37 °C																																																																																													
					<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">ATENUAÇÃO</th></tr></thead><tbody><tr><td>☐</td><td>Sem atenuação</td></tr><tr><td>☒</td><td>R1 atenuação - 85 dB</td></tr><tr><td>☐</td><td>R2 atenuação - 75 dB</td></tr><tr><td>☐</td><td>Carenagem - 85 dB</td></tr><tr><td>☐</td><td>Carenagem - 75 dB</td></tr></tbody></table>		ATENUAÇÃO		☐	Sem atenuação	☒	R1 atenuação - 85 dB	☐	R2 atenuação - 75 dB	☐	Carenagem - 85 dB	☐	Carenagem - 75 dB																																																																												
ATENUAÇÃO																																																																																														
☐	Sem atenuação																																																																																													
☒	R1 atenuação - 85 dB																																																																																													
☐	R2 atenuação - 75 dB																																																																																													
☐	Carenagem - 85 dB																																																																																													
☐	Carenagem - 75 dB																																																																																													

Figura 38 - Entrada de dados Planilha.

Passo 1: Deve-se ler atentamente o campo "Informações ao Usuário" para o início do manuseio do aplicativo.

INFORMAÇÕES AO USUÁRIO
1- Células de com fundo de cor amarelo representam informações que devem ser cedidas pelo usuário.
2- Células com informações na cor vermelha representam valores claculados pelo programa.
3- Nas células a serem preenchidas pelo usuário, inserir apenas valores. As unidades de medida são colocadas automaticamente pelo programa.

Figura 39 - Campo "Informações ao Usuário".

3. Informações do Usuário

Existem no Campo "Informações do Usuário" dois sub campos numerados.

INFORMAÇÕES DO USUÁRIO				
Estrutura Tarifária		Classe de Consumo	Consumo	
Horo-Sazonal Verde		A4 - Comercial/Industrial		

HISTÓRICO

Mês	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	Demanda na Ponta (kW)	Demanda Fora da Ponta (kW)
Jan	14.435	107.115	409	275
Fev	15.951	108.822	338	277
Mar	14.097	104.049	361	326
Abr	17.845	107.259	377	348
Mai	16.903	106.634	397	372
Jun	19.732	108.779	378	364
Jul	18.695	106.776	410	393
Ago	17.784	114.015	382	324
Set	20.181	121.517	427	377
Out	18.855	113.673	453	398
Nov	16.579	112.657	440	395
Dez	16.479	110.807	338	363
Max	20.181	121.517	453	398
Min	14.097	104.049	338	275

Figura 53 - Campo "Informações do Usuário".

- (1) Representa as informações sobre a tarifa que o usuário deve informar, como a Estrutura Tarifária, Classe de Consumo e Consumo em que ele se enquadra.
- (2) Representa o levantamento anual das informações presentes na fatura de energia elétrica, referente ao histórico de consumo em kWh na Ponta e Fora de Ponta, Demanda na Ponta e Fora da ponta em kW.

3.1 Estrutura Tarifária, Classe de Consumo e Consumo

Passo 1: Escolher a Estrutura Tarifária em que o usuário se enquadra. As escolhas estão entre "Convencional Grupo A", "Horo-Sazonal Azul" ou "Horo-Sazonal- Verde"

Obs.: Para cada escolha de estrutura tarifária existe uma escolha de Classe de Consumo diferente.

Estrutura Tarifária		
Horo-Sazonal Verde		A4 - Co
Convencional Grupo A		
Horo-Sazonal Azul		
Horo-Sazonal Verde		
ês	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo
n	14.435	
v	15.951	

Figura 41 - Escolha Estrutura Tarifária

Passo 2.1: Para o caso de Escolha da "Estrutura Tarifária" como "Convencional Grupo A", no campo "Classe de Consumo" existem duas opções de escolha, onde o usuário deve escolher a que se enquadra em sua classe de consumo.

Estrutura Tarifária	Classe de Consumo	
Convencional Grupo A	A4 - Comercial/Industrial	
	A4 - Comercial/Indust./P. Público	
	AS - Comercial/Indust./P. Público	
Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	De
14.435	107.115	
15.951	108.822	

Figura 42 - Escolha Classe de Consumo para Estrutura Tarifária "Convencional Grupo A".

Passo 2.2: Para o caso de Escolha da "Estrutura Tarifária" como "Horo-Sazonal Azul", no campo "Classe de Consumo" existem sete opções de escolha, onde o usuário deve escolher a que se enquadra em sua classe de consumo.

Estrutura Tarifária	Classe de Consumo	
Horo-Sazonal Azul	A4 - Comercial/Industrial	
	A2 - Comercial/Industrial	
	A2 - Poder Público	
	A3a - Comercial/Industrial	
	A4 - Comercial/Industrial	
	A4 - Poder Público	
	AS - Comercial/Industrial	
	AS - Poder Público	
Consumo na Ponta (kWh)		
14.435		
15.951	108.822	
14.097	104.049	

Figura 43 - Escolha de Classe de Consumo para Estrutura Tarifária "Horo-Sazonal Azul"

Passo 2.3: Para o caso de Escolha da "Estrutura Tarifária" como "Horo-Sazonal Verde", no campo "Classe de Consumo" existem cinco opções de escolha, onde o usuário deve escolher a que se enquadra em sua classe de consumo.

Estrutura Tarifária	Classe de Consumo
Horo-Sazonal Verde	A4 - Comercial/Industrial
	A3a - (30 a 44 kV)
	A4 - Comercial/Industrial
	A4 - Poder Público
	AS - Comercial/Industrial
	AS - Poder Público
Consumo na Ponta (kWh)	
14.435	107.115

Figura 44 - Escolha de Classe de Consumo para Estrutura Tarifária "Horo-Sazonal Verde"

Passo 3: Apenas para o caso de Escolha da "Estrutura Tarifária" como "Convencional Grupo A", independente da escolha do campo "Classe de Consumo" existem quatro opções de escolha no campo "Consumo" onde o usuário deve escolher a faixa a que se enquadra seu consumo.

Obs.: Caso seja escolhido as estruturas tarifárias "Horo-Sazonal Azul" ou "Horo-Sazonal Verde", o campo "Consumo" será desconsiderado.

Estrutura Tarifária	Classe de Consumo	Consumo
Convencional Grupo A	A4 - Comercial/Indust./P. Pública	
		HISTÓRICO
		Até 200 kWh
		201 a 1000 kWh
		501 kWh acima
		1001 kWh acima
Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	
14.435	107.115	

Figura 45 - Escolha do Consumo para Estrutura Tarifária "Convencional Grupo A".

3.2 Histórico

Passo 1: O usuário deve preencher o Histórico com as informações anteriormente colhidas. O usuário deve preencher os campos: "Consumo na Ponta (kWh)", "Consumo Fora da Ponta (kWh)", "Demanda na Ponta (kW)" e "Demanda Fora da Ponta (kW)".

HISTÓRICO				
Mês	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	Demanda na Ponta (kW)	Demanda Fora da Ponta (kW)
Jan	14.435	107.115	409	275
Fev	15.951	108.822	338	277
Mar	14.097	104.049	361	326
Abr	17.845	107.259	377	348
Mai	16.903	106.634	397	372
Jun	19.732	108.779	378	364
Jul	18.695	106.776	410	393
Ago	17.784	114.015	382	324
Set	20.181	121.517	427	377
Out	18.855	113.673	453	398
Nov	16.579	112.657	440	395
Dez	16.479	110.807	338	363
Max	20.181	121.517	453	398
Min	14.097	104.049	338	275

Figura 46 - Histórico de Consumo.

4. Informações do SGE

Existem no Campo "Informações do Sistema de Geração" cinco sub campos numerados na figura 12.

INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE GERAÇÃO												
GRUPO MOTOR-GERADOR <table> <tr> <td>Tipo de Sistema</td> <td>Prime</td> </tr> <tr> <td>Potência Indicada</td> <td>492 kVA</td> </tr> </table> ACESSÓRIOS <table> <tr><td>☒ DISJUNTOR</td></tr> <tr><td>☒ QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)</td></tr> <tr><td>☒ SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)</td></tr> <tr><td>☒ CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA</td></tr> <tr><td>☒ REGULADOR DE VELOCIDADE</td></tr> </table>		Tipo de Sistema	Prime	Potência Indicada	492 kVA	☒ DISJUNTOR	☒ QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)	☒ SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)	☒ CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA	☒ REGULADOR DE VELOCIDADE		
Tipo de Sistema	Prime											
Potência Indicada	492 kVA											
☒ DISJUNTOR												
☒ QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)												
☒ SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)												
☒ CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA												
☒ REGULADOR DE VELOCIDADE												
FUNCIONAMENTO <table> <tr> <td>Horas de funcionamento por dia:</td> <td>3 hrs</td> </tr> <tr> <td>Dias de funcionamento por mês:</td> <td>18 dias</td> </tr> <tr> <td>Horas/mês</td> <td>54 h/mês</td> </tr> </table> ATENUAÇÃO <table> <tr><td>☐ Sem atenuação</td></tr> <tr><td>☒ Kit atenuação - 85 dB</td></tr> <tr><td>☐ Kit atenuação - 75 dB</td></tr> <tr><td>☐ Carenagem - 85 dB</td></tr> <tr><td>☐ Carenagem - 75 dB</td></tr> </table>		Horas de funcionamento por dia:	3 hrs	Dias de funcionamento por mês:	18 dias	Horas/mês	54 h/mês	☐ Sem atenuação	☒ Kit atenuação - 85 dB	☐ Kit atenuação - 75 dB	☐ Carenagem - 85 dB	☐ Carenagem - 75 dB
Horas de funcionamento por dia:	3 hrs											
Dias de funcionamento por mês:	18 dias											
Horas/mês	54 h/mês											
☐ Sem atenuação												
☒ Kit atenuação - 85 dB												
☐ Kit atenuação - 75 dB												
☐ Carenagem - 85 dB												
☐ Carenagem - 75 dB												
INSTALAÇÃO <table> <tr> <td>Método Instalação</td> <td>B1</td> </tr> <tr> <td>Isolação</td> <td>EPR</td> </tr> <tr> <td>Distância (GMG-Quadro)</td> <td>100 m</td> </tr> <tr> <td>Queda de tensão adm.</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>37 °C</td> </tr> </table>		Método Instalação	B1	Isolação	EPR	Distância (GMG-Quadro)	100 m	Queda de tensão adm.	5%	Temperatura	37 °C	
Método Instalação	B1											
Isolação	EPR											
Distância (GMG-Quadro)	100 m											
Queda de tensão adm.	5%											
Temperatura	37 °C											

Figura 47 - Campo Informações do Sistema de Geração.

- 1- Mostra as informações sobre o SGE a ser implementado.
- 2- Mostra as informações sobre o funcionamento do SGE,
- 3- Solicita as informações sobre os métodos de instalação de condutores para o SGE.
- 4- Solicita as informações sobre os acessórios para o SGE.
- 5- Solicita as informações sobre atenuação de ruído para o SGE.

4.1 Grupo Motor-Gerador

Mostra as informações sobre o sistema de geração a ser implementado com o tipo de sistema e a potência indicada a ser instalada. Esse sub campo é apenas para visualização do usuário, e não deve ser alterado.

GRUPO MOTOR-GERADOR	
Tipo de Sistema	<i>Prime</i>
Potência Indicada	<i>492 kVA</i>

Figura 48 - Campo Grupo Motor-Gerador.

4.2 Funcionamento

Mostra as informações sobre o funcionamento do SGE onde cabe ao usuário apenas a escolha da quantidade de dias de funcionamento do sistema no período de um mês. As horas de funcionamento são calculadas pela planilha e mostradas ao usuário e não devem ser modificados pelo usuário.

Passo 1: O Usuário deve escolher a quantidade de dias por mês que o SGE irá funcionar, no campo "Dias de funcionamento por mês".

FUNCIONAMENTO	
Horas de funcionamento por dia:	<i>3 hrs</i>
Dias de funcionamento por mês:	<i>18 dias</i>
Horas/mês	<i>54 h/mês</i>

Figura 49 - Campo Funcionamento.

4.3 Instalação

Passo 1: Escolher entre dois métodos de instalação dos condutores do SGE.

INSTALAÇÃO	
Método Instalação	B1
Isolação	B1
	F
Distância (GMG-Quadro)	100 m

Figura 50 - Método de Instalação.

Passo 2: Escolher entre dois tipos de isolação dos condutores do SGE.

Método Instalação	B1
Isolação	EPR
	PVC
	EPR
Distância (GMG-Quadro)	
Queda de tensão adm.	5%

Figura 51 – Isolação.

Passo 3: Inserir a distância do GMG ao Quadro.

Isolação	EPR
Distância (GMG-Quadro)	100 m
Queda de tensão adm.	5%

Figura 52 - Distância GMG-Quadro.

Passo 4: Inserir a queda de tensão admitida.

Queda de tensão adm.	5%
Temperatura	37 °C

Figura 53 - Queda de Tensão Admitida.

Passo 5: Inserir a temperatura.

Temperatura	30 °C
-------------	-------

Figura 54 – Temperatura.

4.4 Acessórios

Passo 1: Escolher quais acessórios o usuário deseja que o SGE possua.

ACESSÓRIOS

☒ DISJUNTOR
☒ QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)
☒ SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)
☒ CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA
☒ REGULADOR DE VELOCIDADE

Figura 55 – Acessórios.

4.5 Atenuação

Passo 1: Escolher qual sistema de atenuação de ruído o usuário deseja que o SGE possua.

ATENUAÇÃO

☐ Sem atenuação
☒ Kit atenuação - 85 dB
☐ Kit atenuação - 75 dB
☐ Carenagem - 85 dB
☐ Carenagem - 75 dB

Figura 56 - Atenuação

5. Simular

Passo1: Logo após fazer todos os ajustes, deve-se clicar no botão Simular e aguardar o relatório que será gerado para que se possa ser feitas as demais análises.

INFORMAÇÕES DO USUÁRIO

Estrutura Tarifária	Classe de Consumo	Consumo
Convencional Grupo A	K4 - Comercial/Indust./P. Público	

HISTÓRICO

Mês	Consumo na Ponta (kWh)	Consumo Fora da Ponta (kWh)	Demanda na Ponta (kW)	Demanda Fora da Ponta (kW)
Jan	14.435	107.115	409	275
Fev	15.951	108.822	338	277
Mar	14.097	104.049	361	326
Abr	17.845	107.259	377	348
Mai	16.903	106.634	397	372
Jun	19.732	108.779	378	364
Jul	18.695	106.776	410	393
Ago	17.784	114.015	382	324
Set	20.181	121.517	427	377
Out	18.855	113.673	453	398
Nov	16.579	112.657	440	395
Dez	16.479	110.807	338	363
Max	20.181	121.517	453	398
Min	14.097	104.049	338	275

Simular

INFORMAÇÕES AO USUÁRIO
1- Células de com fundo de cor amarelo representam informações que devem ser cedidas pelo usuário.
2- Células com informações na cor vermelha representam valores calculados pelo programa.
3- Nas células a serem preenchidas pelo usuário, inserir apenas valores. As unidades de medida são colocadas automaticamente pelo programa.

INFORMAÇÕES DO SISTEMA DE GERAÇÃO

GRUPO MOTOR-GERADOR

Tipo de Sistema	Prime
Potência Indicada	492 kVA

FUNCIONAMENTO

Horas de funcionamento por dia:	3 hrs
Dias de funcionamento por mês:	18 dias
Horas/mês	54 h/mês

INSTALAÇÃO

Método instalação	B1
Isolação	EPR
Distância (GMG-Quadro)	100 m
Queda de tensão adm.	5%
Temperatura	30 °C

ACESSÓRIOS

☒ DISJUNTOR
☒ QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)
☒ SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA (STR)
☒ CHAVE DE TRANSFERÊNCIA EM RAMPA
☒ REGULADOR DE VELOCIDADE

ATENUAÇÃO

☐ Sem atenuação
☒ Kit atenuação - 85 dB
☐ Kit atenuação - 75 dB
☐ Carenagem - 85 dB
☐ Carenagem - 75 dB

Figura 57 – Simular.

APÊNDICE III

Códigos VBA

Lista de Macros utilizadas no aplicativo.

- 1 Macro17
 - 1.1 Unhide
 - 1.2 VPL
 - 1.3 Macro16
 - 1.4 AJUSTE
 - 1.5 Macro10
 - 1.6 Faixas
 - 1.7 hide
- 2 sem_aten
- 3 kit_85
- 4 kit_75
- 5 carena85
- 6 carena75

1 Macro17

[illegible]

```
Run "VPL"
Run "Macro16"
Run "AJUSTE"
Run "Macro10"
Sheets("faixas").Select
Range("A1").Select
Run "faixas"
Run "Macro12"
Sheets("ENTRADA").Select
Range("A1").Select
Run "hide"
End Sub
```

1.1 Unhide

```
Sub unhide()  
unhide Macro  
Sheets("ENTRADA").Select  
Sheets("Simulação").Visible = True  
Sheets("Simulação").Select  
Sheets("Fluxo").Visible = True  
Sheets("Fluxo").Select  
Sheets("RESULTADO").Visible = True  
Sheets("Fluxo").Select  
Sheets("RELATÓRIO").Visible = True  
Sheets("Fluxo").Select  
Sheets("faixas").Visible = True  
Sheets("Fluxo").Select  
Range("C4").Select  
Sheets("ENTRADA").Select  
End Sub
```

1.2 VPL

```
Sub VPL()  
VPL Macro  
    Selection.ClearContents  
    Range("K4:L4").Select  
    Range(Selection,  
Selection.End(xlDown)).Select  
    Selection.Copy  
    ActiveWindow.ScrollRow = 1957  
    ActiveWindow.ScrollRow = 1  
    Range("M4").Select  
    Selection.PasteSpecial  
Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,  
SkipBlanks _  
    :=False, Transpose:=False  
Application.CutCopyMode = False
```

```

Range("M4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Simulação")
.Sort.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Simulação")
.Sort.SortFields.Add Key:=Range("M4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
    With
ActiveWorkbook.Worksheets("Simulação")
.Sort
        .SetRange Range("M4:M2003")
        .Header = xlGuess
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
Range("N4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Simulação")
.Sort.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Simulação")
.Sort.SortFields.Add Key:=Range("N4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
    With
ActiveWorkbook.Worksheets("Simulação")
.Sort
        .SetRange Range("N4:N2003")
        .Header = xlGuess
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
Range("H3:H24").Select
Selection.Copy
Range("G3").Select

```

```

Selection.PasteSpecial
Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Range("G28").Select
Application.CutCopyMode = False
Range("F27").Select
End Sub

```

1.3 Macro16

```

Sub Macro16()
Macro16 Macro
Range("G3:G24").Select
Selection.Copy
Sheets("RESULTADO").Select
Range("B2").Select
Selection.Insert Shift:=xlToRight
Range("D5").Select
Sheets("Simulação").Select
Application.CutCopyMode = False
Range("E26").Select
End Sub

```

1.4 AJUSTE

```

Sub AJUSTE()
AJUSTE Macro
    Sheets("RESULTADO").Select
    Columns("L:DC").Select
    Selection.Delete Shift:=xlToLeft
    Range("O17").Select
    ActiveWindow.ScrollColumn = 1
    Range("B26").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MAX(R[-
24]C:R[-24]C[9])"
    Range("C26").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MIN(R[-
24]C[-1]:R[-24]C[8])"
    Range("D26").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=AVERAGE(R[-24]C[-2]:R[-24]C[7])"
    Range("E26").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=STDEV(R[-24]C[-3]:R[-24]C[6])"
    Range("E27").Select
    ActiveWindow.ScrollColumn = 2
    ActiveWindow.ScrollColumn = 1
    Range("B26:E26").Select
    Selection.Copy

```

```

ActiveWindow.SmallScroll Down:=12
Range("B27").Select
ActiveSheet.Paste
Range("B27:E27,B30").Select
Range("B30").Activate
ActiveSheet.Paste
Range("B27:E27,B30:E30,B31").Select
Range("B31").Activate
ActiveSheet.Paste

Range("B27:E27,B30:E30,B31:E31,B34").
Select
    Range("B34").Activate
    ActiveSheet.Paste

Range("B27:E27,B30:E30,B31:E31,B34:E
34,B35").Select
    Range("B35").Activate
    ActiveSheet.Paste

Range("B27:E27,B30:E30,B31:E31,B34:E
34,B35:E35,B37").Select
    Range("B37").Activate
    ActiveSheet.Paste

Range("B27:E27,B30:E30,B31:E31,B34:E
34,B35:E35,B37:E37,B38").Select
    Range("B38").Activate
    ActiveSheet.Paste

Range("B27:E27,B30:E30,B31:E31,B34:E
34,B35:E35,B37:E37,B38:E38,B39").Selec
t
    Range("B39").Activate
    ActiveSheet.Paste

Range("B27:E27,B30:E30,B31:E31,B34:E
34,B35:E35,B37:E37,B38:E38,B39:E39,B4
1"). _
    Select
    Range("B41").Activate
    ActiveSheet.Paste
    ActiveWindow.Zoom = 70
    ActiveWindow.Zoom = 55
    ActiveWindow.Zoom = 70
    ActiveWindow.Zoom = 85
    ActiveWindow.ScrollColumn = 3
    ActiveWindow.ScrollColumn = 1

```

```

ActiveWindow.SmallScroll Down:=6
Range("B42").Select
ActiveSheet.Paste
Range("B43").Select
ActiveSheet.Paste
Range("B44").Select
ActiveSheet.Paste
Range("B45").Select
ActiveSheet.Paste
Range("B47").Select
ActiveSheet.Paste
Range("G34").Select
Application.CutCopyMode = False
Range("B37:D39").Select
Selection.Style = "Percent"
Selection.NumberFormat = "0.0%"
Selection.NumberFormat = "0.00%"
Range("B41:D45").Select
Selection.Style = "Percent"
Selection.NumberFormat = "0.0%"
Selection.NumberFormat = "0.00%"
Range("B47:D47").Select
Selection.Style = "Percent"
Selection.NumberFormat = "0.0%"
Selection.NumberFormat = "0.00%"
Range("B41").Select
ActiveWindow.ScrollRow = 17
ActiveWindow.ScrollRow = 12
Range("C34").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MIN(R[-
24]C[-1]:R[-24]C[8])"
Range("D47").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-27
Sheets("Simulação").Select
End Sub

```

1.5 Macro10

```

Sub Macro10()
Macro10 Macro
    Range("R4").Select
    Range(Selection,
Selection.End(xlToRight)).Select
    Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.Copy
    Sheets("Fluxo").Select
    Range("C4").Select

```

```

Selection.PasteSpecial
Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Range("C4").Select
Sheets("Simulação").Select
Application.CutCopyMode = False
Range("R4").Select
Sheets("Fluxo").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("C4"), _
SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SetRange Range("C4:C2003")
.Header = xlNo
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
Range("D4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("D4"), _
SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SetRange Range("D4:D2003")
.Header = xlNo
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin

```

```

.Apply
End With
Range("E4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("E4"), _
SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SetRange Range("E4:E2003")
.Header = xlNo
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
Range("F4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("F4"), _
SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SetRange Range("F4:F2003")
.Header = xlNo
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
Range("G4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("G4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("G4:G2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("H4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("H4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("H4:H2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("I4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("I4"), _
```

```
SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("I4:I2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("J4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("J4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("J4:J2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("K4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("K4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("K4:K2003")
```

```

.Header = xlNo
.MatchCase = False
.Orientation = xlTopToBottom
.SortMethod = xlPinYin
.Apply
End With
Range("L4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("L4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("L4:L2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("M4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("M4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("M4:M2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With

```

```

Range("N4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("N4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("N4:N2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("O4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("O4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("O4:O2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("P4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("P4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("P4:P2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("Q4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("Q4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("Q4:Q2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("R4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("R4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal

```

```

With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("R4:R2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("S4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("S4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("S4:S2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("T4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("T4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("T4:T2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom

```

```

        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
    Range("U4").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("U4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("U4:U2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("V4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("V4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("V4:V2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("W4").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Clear

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("W4"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("Fluxo").Sort
    .SetRange Range("W4:W2003")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("C4").Select
Sheets("Simulação").Select
Range("A1:B1").Select
End Sub

```

1.6 Faixas

```

Sub faixas()
faixas Macro
    Range("E20").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
    Range("R1").Select
    Selection.ClearContents
    Range("B6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.Copy
        ActiveWindow.ScrollRow = 1956
        ActiveWindow.ScrollRow = 1
    Range("C6").Select
    Selection.PasteSpecial
Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
    Application.CutCopyMode = False
    Range("D6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.Copy
        ActiveWindow.ScrollRow = 1963

```

```

    ActiveWindow.ScrollRow = 1
    Range("E6").Select
    Selection.PasteSpecial
    Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
    SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("G8").Select
    Application.CutCopyMode = False
    Range("F6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.Copy
    ActiveWindow.ScrollRow = 1953
    ActiveWindow.ScrollRow = 47
    ActiveWindow.ScrollRow = 1
    Range("G6").Select
    Selection.PasteSpecial
    Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
    SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Application.CutCopyMode = False
    Range("H6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select
    Selection.Copy
    ActiveWindow.ScrollRow = 1963
    ActiveWindow.ScrollRow = 1
    Range("I6").Select
    Selection.PasteSpecial
    Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
    SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("J6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    ActiveWindow.ScrollRow = 1963
    ActiveWindow.ScrollRow = 4
    ActiveWindow.ScrollRow = 1
    Range("K6").Select
    Selection.PasteSpecial
    Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
    SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("L6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select

```

```

    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    ActiveWindow.ScrollRow = 1963
    ActiveWindow.ScrollRow = 1
    Range("M6").Select
    Selection.PasteSpecial
    Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
    SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("N6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    ActiveWindow.ScrollRow = 1963
    ActiveWindow.ScrollRow = 1
    Range("O6").Select
    Selection.PasteSpecial
    Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
    SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("P6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    ActiveWindow.ScrollRow = 1963
    ActiveWindow.ScrollRow = 1
    Range("Q6").Select
    Selection.PasteSpecial
    Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
    SkipBlanks _
        :=False, Transpose:=False
    Range("R16").Select
    Application.CutCopyMode = False
    Range("C6").Select
    Range(Selection,
    Selection.End(xlDown)).Select

    ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SortFields.Clear

    ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SortFields.Add Key:=Range("C6"), _
        SortOn:=xlSortOnValues,
    Order:=xlAscending,
    DataOption:=xlSortNormal

```

```

With
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SetRange Range("C6:C2005")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("E6").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("E6"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SetRange Range("E6:E2005")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("G6").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("G6"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SetRange Range("G6:G2005")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom

```

```

        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
    Range("I6").Select
    Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("I6"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SetRange Range("I6:I2005")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
    End With
    Range("K6").Select
    Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("K6"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SetRange Range("K6:K2005")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
    End With
    Range("M6").Select
    Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select

```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Clear
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("M6"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SetRange Range("M6:M2005")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("O6").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Clear
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("O6"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SetRange Range("O6:O2005")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("Q6").Select
Range(Selection,
Selection.End(xlDown)).Select
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Clear
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
.SortFields.Add Key:=Range("Q6"), _
```

```
SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With
ActiveWorkbook.Worksheets("faixas").Sort
    .SetRange Range("Q6:Q2005")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("R6").Select
End Sub
```

1.7 Macro12

```
Sub Macro12()
Macro12 Macro
    Sheets("RELATÓRIO").Select
    ActiveWindow.ScrollRow = 45
    ActiveWindow.ScrollRow = 1
    ActiveSheet.ExportAsFixedFormat
Type:=xlTypePDF, Filename:= _
"C:\Users\Henrique\Desktop\GMG_v8.1.pdf", Quality:=xlQualityStandard, _
    IncludeDocProperties:=True,
IgnorePrintAreas:=False,
OpenAfterPublish:= _
    True
    Sheets("Simulação").Select
    Range("D20").Select
End Sub
```

1.8 Macro12

```
Sub hide()
hide Macro
    Sheets(Array("Simulação",
"RESULTADO", "Fluxo", "RELATÓRIO",
"faixas")).Select
    Sheets("RELATÓRIO").Activate
    ActiveWindow.SelectedSheets.Visible =
False
    Range("E24").Select
End Sub
```

2 sem_aten

```

Sub sem_aten()
sem_aten Macro
    Range("S17").Select
    Selection.Copy
    Range("S11").Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveSheet.Paste
    Application.CutCopyMode = False
    Range("S10").Select
    Selection.ClearContents
    Range("S11").Select
    ActiveWindow.ScrollColumn = 7
    ActiveWindow.ScrollColumn = 6
    ActiveWindow.ScrollColumn = 5
    Range("I1").Select
End Sub

```

3 kit_85

```

Sub kit_85()
kit_85 Macro
    Range("S19").Select
    Selection.Copy
    Range("S11").Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveSheet.Paste
    Application.CutCopyMode = False
    Range("S14").Select
    Selection.Copy
    Range("S10").Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveSheet.Paste
    Application.CutCopyMode = False
    ActiveWindow.ScrollColumn = 7
    ActiveWindow.ScrollColumn = 6
    ActiveWindow.ScrollColumn = 5
    Range("I1").Select
End Sub

```

4 kit_75

```

Sub kit_75()
kit_75 Macro
    Range("S19").Select
    Selection.Copy
    Range("S11").Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveSheet.Paste
    Application.CutCopyMode = False

```

```

    Range("S15").Select
    Selection.Copy
    Range("S10").Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveSheet.Paste
    Application.CutCopyMode = False
    ActiveWindow.ScrollColumn = 7
    ActiveWindow.ScrollColumn = 6
    ActiveWindow.ScrollColumn = 5
    Range("I1").Select
End Sub

```

5 carena85

```

Sub carena85()
carena85 Macro
    ActiveWindow.ScrollColumn = 7
    ActiveWindow.ScrollColumn = 8
    Range("S18").Select
    Selection.Copy
    Range("S11").Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveSheet.Paste
    Application.CutCopyMode = False
    Range("S19").Select
    Selection.Copy
    Range("S18").Select
    Application.CutCopyMode = False
    Range("S14").Select
    Selection.Copy
    Range("S10").Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveSheet.Paste
    Application.CutCopyMode = False
    ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=-3
    Range("I1").Select
End Sub

```

6 carena75

```

Sub carena75()
carena75 Macro
    Range("S18").Select
    Selection.Copy
    Range("S11").Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveSheet.Paste
    Application.CutCopyMode = False
    Range("S15").Select

```

```
Selection.Copy
Range("S10").Select
ActiveSheet.Paste
ActiveSheet.Paste
Application.CutCopyMode = False
Range("Q10").Select
ActiveWindow.ScrollColumn = 7
ActiveWindow.ScrollColumn = 5
Range("I1").Select
End Sub
```

APÊNDICE IV



RELATÓRIO

Data: 13/11/2012

1 Análise Simulação

A partir dos dados fornecidos pelo usuário, o aplicativo realizou uma simulação de 2000 casos que calcula e analisa a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de geração de energia elétrica próprio baseado em um motor à *diesel*. Nesta simulação é apresentado ao usuário, resultados como probabilidade de retorno do investimento, percentual de lucro líquido relativo ao investimento, as estimativas de lucro relativos e absolutos dos 2000 casos simulados, os VPLs (Valor Presente Líquido) do investimento realizado e da economia prevista, retorna também a estimativa de fluxo de caixa e o possível retorno do investimento.

I. Em 95% dos casos simulados, o valor inicial a ser desembolsado está na faixa entre **R\$ 394.229,21** e **R\$ 347.634,60**

II. É de **100,00%** a probabilidade da aplicação apresentar algum retorno positivo para o investidor.

III. Em 95% dos casos simulados, a estimativa de lucro líquido é de até **63,54%** do investimento total.*

*Esse valor refere-se à soma de todo valor a ser desembolsado ao longo da vida útil do sistema.

IV. A estimativa de lucro dos casos simulados pode ser visto na tabela abaixo:

	Valores Absolutos	Valores Relativos*	
LUCRO	> R\$ 144.744,39	5%	99,90% dos casos simulados
	> R\$ 289.488,78	10%	97,80% dos casos simulados
	> R\$ 723.721,96	25%	74,40% dos casos simulados
	> R\$ 1.447.443,91	50%	21,05% dos casos simulados
	> R\$ 2.171.165,87	75%	0,00% dos casos simulados

* Esse valor refere-se ao valor em percentual do lucro em relação ao investimento total.

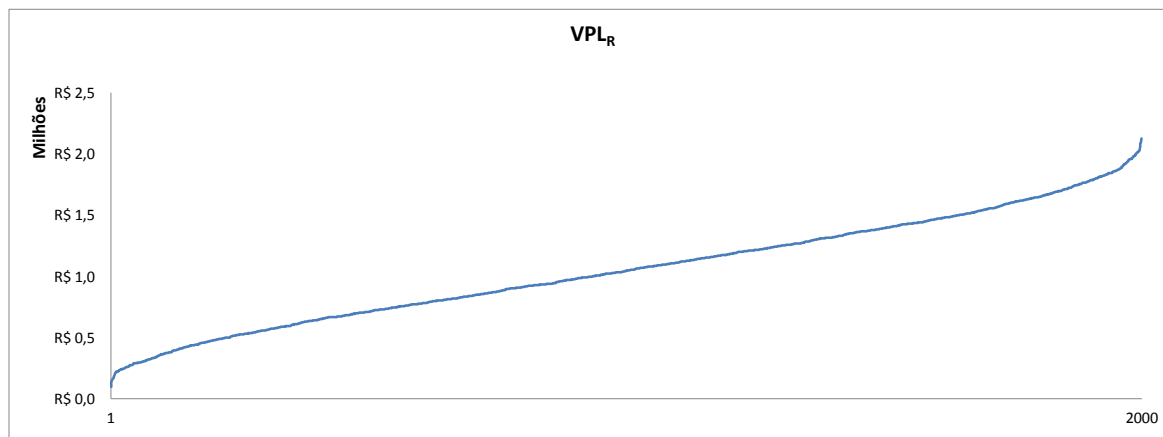
V. Para a simulação realizada, a faixa de valores das variáveis de análise pode ser vista abaixo.

VPL _{GMG} ¹	Investimento	Máximo	R\$ 3.013.742,04
		Mínimo	R\$ 2.772.871,34
VPL _{ECO} ²	Economia	Máximo	R\$ 4.949.292,76
		Mínimo	R\$ 3.073.765,43

Para a apresentação dos resultados utilizou-se o estudo do VPL que pode ser visto abaixo.

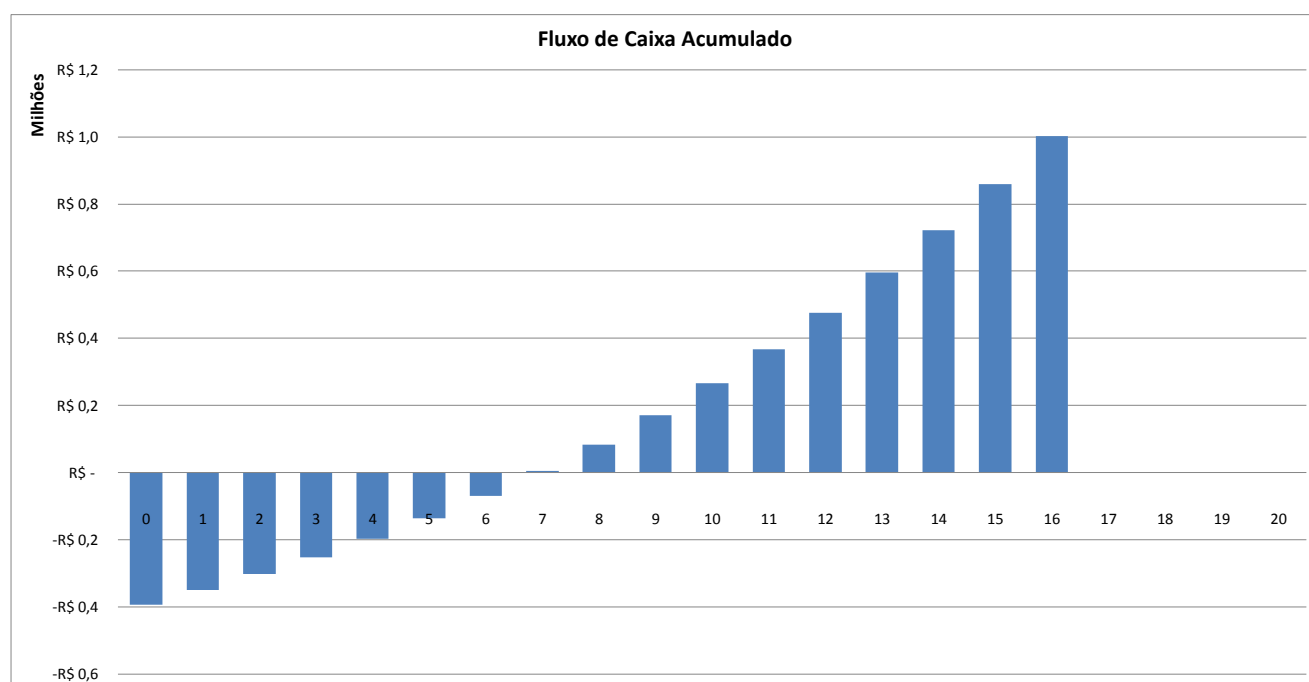
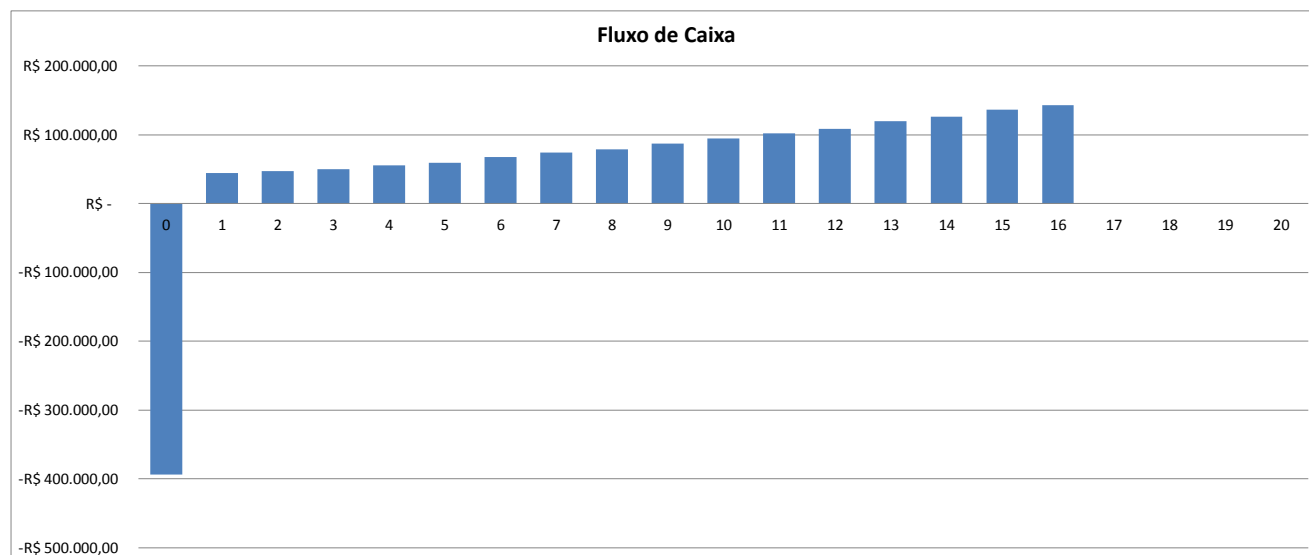
$$VPL = VPL_{INV} - VPL_{GMG}$$

VPL _R ³	Resultado	Máximo	R\$ 2.135.330,29
		Mínimo	R\$ 122.840,13



1- VPLGMG: Representa o valor presente da soma de todos os gastos, custos e investimentos realizados ao longo da vida útil do sistema de geração de energia.
 2- VPLECO: Representa o valor presente da soma de toda economia que o sistema de geração de energia pode apresentar ao longo de sua vida útil.
 3- VPLR: Representa o valor presente da relação entre o VPLECO e o VPLGMG mostrando o resultado estimado através dos dois parâmetros.

VI. Foi feito também um fluxo de caixa e uma estimativa no tempo de retorno da aplicação.⁴



Para o caso simulado, a estimativa do tempo de retorno é dada na tabela abaixo:

Tempo de retorno ⁵ :	6 anos
	12 meses
Vida útil estimada:	16 anos

4 - Em 95% dos casos simulados o fluxo de caixa poderá ser igual ou maior que o apresentado.

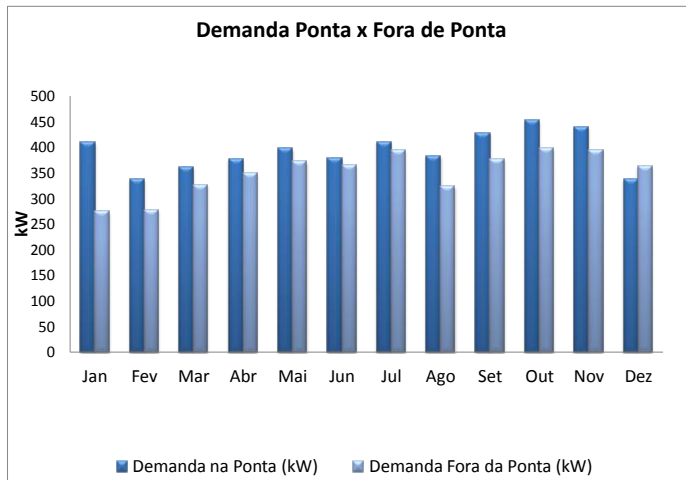
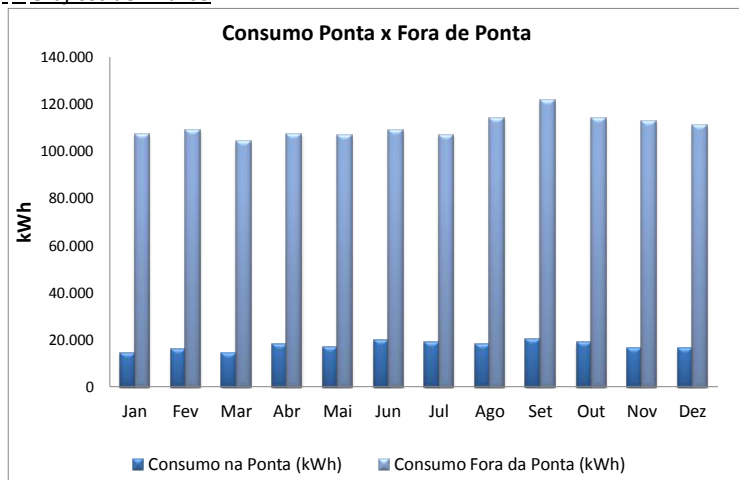
5- Em 95% dos casos simulados o retorno do investimento será igual ou inferior ao apresentado.

Informações do Usuário

Estrutura Tarifária: *Horo-Sazonal Verde*
 Classe de Consumo: A4 - Comercial/Industrial
 Consumo: -

Demanda Contratada: Máx 432 kW Mín 322 kW

° Gráficos de Análise



Potência do gerador recomendada: 492,4 kVA

Tipo de Sistema: *Prime*

Para a situação descrita, foi realizado uma análise para a perfeita adequação da potência recomendada com os valores nominais de potências comerciais de Grupos Geradores.

° Relação de Acessórios utilizados

- Disjuntor
- Quadro de Transferência Automática
- Sistema de Transferência em Rampa
- Chave de Transferência
- Regulador de Velocidade

Atenuação de Ruído: Kit atenuação
dB: 75dB

Na relação preliminar dos acessórios também estão presente itens como: Módulos de Controle de Rede, Relés de Proteção de Rede, Sistema de Controle de Reativos da Rede, do gerador, Sistema de Comunicação padrão *Ethernet*.

° Funcionamento

Horas de Funcionamento por dia: 3 horas

Dias de Funcionamento por mês: 20 dias

Horas/Mês: 60 h/mês

° Tipo de Instalação

Método de Instalação: B1

Isolação: EPR

Distância ao Quadro: 100 metros

Temperatura: 37 °C

Queda de Tensão admitida: 5%

Informações do Sistema

° Operacional

Preço Óleo *diesel*: 1,93 R\$/litro

Considera-se o preço do óleo *diesel* em sua data atual, além da escolha da forma de pagamento e outras taxas utilizadas para os cálculos da viabilidade do Sistema de Geração.

° Financeira

Forma de Pagamento: À vista

Investimento

° Grupo Motor Gerador

Valor máximo: R\$ 215.270,00
Valor mínimo: R\$ 173.000,00

Para a configuração descrita, o valor do Grupo Motor-Gerador se encontra na faixa apresentada.

Em 95% dos casos simulados o valor pago está abaixo de: **R\$ 213.204,06**

° Acessórios

Valor máximo: R\$ 104.560,00
Valor mínimo: R\$ 99.276,00

Para a configuração descrita, o valor dos Acessórios do Grupo Motor-Gerador se encontra na faixa apresentada.

Em 95% dos casos simulados o valor pago está abaixo de: **R\$ 104.258,04**

° Cabos

Valor máximo: R\$ 24.405,30
Valor mínimo: R\$ 14.155,20

Para a configuração descrita, o valor dos cabos da instalação do Grupo Motor-Gerador se encontra na faixa apresentada.

Em 95% dos casos simulados o valor pago está abaixo de: **R\$ 23.868,92**

° Serviços de Instalação

Valor máximo: R\$ 60.321,43
Valor mínimo: R\$ 57.857,14

Para a configuração descrita, o valor dos serviços de instalação se encontra na faixa apresentada.

Em 95% dos casos simulados o valor pago está abaixo de: **R\$ 60.218,36**

Manutenção

° Manutenção Preventiva (valores anuais)

Valor máximo: R\$ 8.897,18
Valor mínimo: R\$ 8.430,72

Para a configuração descrita, o valor da Manutenção Preventiva do Sistema se encontra na faixa apresentada.

Em 95% dos casos simulados o valor pago está abaixo de: **R\$ 8.874,63**

° Manutenção Corretiva (valores anuais)

Valor máximo: R\$ 25.614,50
Valor mínimo: R\$ 6.403,62

Para a configuração descrita, o valor da Manutenção Preventiva do Sistema se encontra na faixa apresentada.

Em 95% dos casos simulados o valor pago está abaixo de: **R\$ 24.603,55**

Operação

° Diesel (valores anuais)

Valor máximo: R\$ 140.666,88
Valor mínimo: R\$ 132.615,55

Para a configuração descrita, o valor do custo do Óleo Diesel do Sistema se encontra na faixa apresentada.

Em 95% dos casos simulados o valor pago está abaixo de: **R\$ 140.284,65**

° Abastecimento (valores anuais)

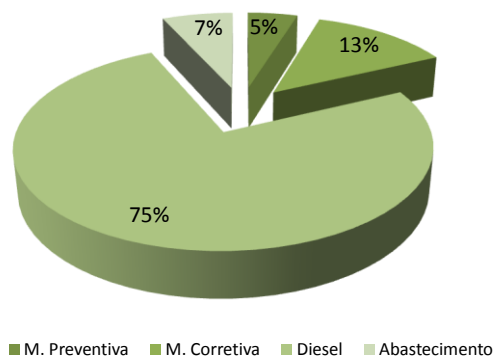
Valor máximo: R\$ 12.622,04
Valor mínimo: R\$ 11.899,59

Para a configuração descrita, o valor do custo do Óleo Diesel do Sistema se encontra na faixa apresentada.

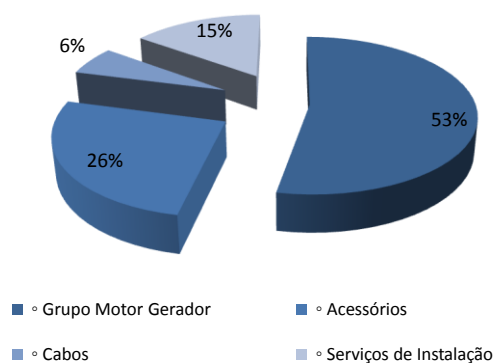
Em 95% dos casos simulados o valor pago está abaixo de: **R\$ 12.580,53**

Comparativo Percentual

% Operação & Manutenção



% Investimento



Informações Técnicas do Sistema

Condutores*		Isolação
Cond. por Fase	Secção (mm ²)	EPR
1	185	
2	70	
3	50	
4	35	

* Prováveis condutores utilizados para a configuração descrita

A partir das informações dadas, calculou-se que o sistema de geração irá funcionar seguindo-se a tabela abaixo.

Carga de Operação*	Meses ao ano	Consumo do diesel
100%	10	101,87 L/hora
75%	2	78,24 L/hora
50%	0	57,00 L/hora
25%	0	38,10 L/hora

Itens relacionados para troca durante a manutenção

- Óleo Lubrificante
- Filtro de Óleo
- Filtro de Combustível
- Correia
- Filtro de Ar
- Mão de Obra

