

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

MATHEUS AUGUSTO FOLETTO

**PROJETO E ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE POSTO DE
COMBUSTIVEL**

CAXIAS DO SUL

2021

MATHEUS AUGUSTO FOLETTO

**PROJETO E ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE POSTO DE
COMBUSTIVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica à Universidade de
Caxias do Sul.

Orientadora: Prof.^a. Ma. Andréa
Cantarelli Morales.

CAXIAS DO SUL

2021

*Dedico este trabalho a minha filha,
a minha futura esposa, a meus pais e
minha irmã.*

AGRADECIMENTOS

A todos meus familiares, em especial a minha mãe Elside, meu pai Edson e minha irmã Emile pelo apoio incondicional em toda a graduação e a compreensão pela minha ausência quando me dedicava aos estudos, o que foi de fundamental importância para que chegasse até aqui.

A minha futura esposa Bruna, pelo amor, carinho, apoio e incentivo que exerceu em toda nossa trajetória juntos, e por ter concebido nossa filha Analu, razão do nosso viver.

A empresa Ramar Comércio de Combustíveis, na figura do Sr. Raul, por ter permitido o presente estudo nas suas dependências, por toda colaboração no levantamento de dados e disponibilidade de documentos necessários.

E a todo o corpo docente da Universidade de Caxias do Sul, em especial a professora Andréa Cantarelli Morales por ter aceitado acompanhar-me neste projeto com muita paciência e dedicação.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de eficiência energética, que trata do gerenciamento e melhor aproveitamento do consumo e gastos com energia elétrica, para um posto de combustível estabelecido em Caxias do Sul, que tem funcionamento 24 horas por dia e tem a utilização de um compressor de ar para abastecimento de GNV (Gás Natural Veicular). O estabelecimento tem como classificação a tarifa Verde - A4 Comercial Atacadista e demanda contratada única de 130kW. Tendo em vista o elevado consumo de energia elétrica do estabelecimento, foi analisado e avaliado a realização da caracterização do padrão de consumo mensal de cada equipamento ligado à rede, buscando encontrar meios de mitigação e conseqüentemente a economia de recursos gastos com energia elétrica através da troca dos motores IR2 atuais por IR3 *Premium*. Além, foi avaliada a instalação de gerações independentes como placas de energia solar e ainda a utilização de gerador a diesel ou GNV para os horários de pico, que proporcionalmente são os horários mais onerosos para o estabelecimento. Após análise financeira das ações avaliadas, foi considerado que todas seriam benéficas na economia gerada, e que trariam retorno financeiro após um período determinado.

Palavras-chave: Consumo de energia. Geração de energia. Eficiência energética. Análise Financeira.

ABSTRACT

This paper aims to present a study about energy efficiency in a 24/7 gas station established in Caxias do Sul which has the use of a compressor for CNG (Compressed Natural Gas) supply. The establishment is A4 Green rated and commercial wholesaler classed. It also has a single contracted demand of 130Kw. In this article, we deal with the management and better use of electricity. We evaluate and analyze all electricity consumption levels and, based in that, we carried out monthly characterizations of the patterns of each equipment connected to the network, seeking to find ways to mitigate losses and consequently save related resources by exchanging current IR2 engines for IR3 Premium. In addition, this study will evaluate the possibility of installing an independent generator, either with solar energy plates or using a diesel and CNG generator for rush hours, which proportionally are the most costly schedules for the establishment. After the financial analysis of the evaluated actions, it was considered that they would all be beneficial in the generated savings, and that they would bring a financial return after a determined period.

Keywords: Energy consumption. Energy costs. Energy efficiency. Power generation, Financial analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Economia de energia entre 2013 e 2017 - PROCEL.	10
Figura 2 - Selo PROCEL de Economia de Energia.	14
Figura 3 - Etiqueta de Eficiência Energética.	16
Figura 4 - Comparativo de valores vs. duração	22
Figura 5 - Etiqueta Lâmpada LED	23
Figura 6 - Custo de vida de motores elétricos	24
Figura 7 - Evolução do rendimento dos motores WEG	25
Figura 8 - Rendimento nominal para motores IR1, IR2 e IR3	26
Figura 9 - Unidade de geração a ciclo diesel	30
Figura 10 - Interior de um motor a ciclo diesel.	31
Figura 11 - Sistema fotovoltaico conectado a rede elétrica	33
Figura 12 - Esquema de geração em placas fotovoltaicas	34
Figura 13 - Fatura de energia elétrica do mês 02/2021	37
Figura 14 - Dados de consumo de motor de refrigeração informados pelo fabricante.	39
Figura 15 - Medição da corrente de motor de refrigeração	40
Figura 16 - Dados de vazão da bomba de combustível	42
Figura 17 - Dados de placa do motor para bomba de combustível	43
Figura 18 – Corrente de operação dos motores das bombas de combustível	43
Figura 19 - Compressor GNV	45
Figura 20 - Quadro de comando compressor	46
Figura 21 - Medições das tensões do compressor.	47
Figura 22 - Medição da corrente do compressor	48
Figura 23 - Curva de desempenho motor W22 IR2 1cv	56
Figura 24 - Curva de desempenho motor W22 IR3 Premium 0,5cv	57
Figura 25 - Curva de desempenho motor W22 Super Premium 1cv	48
Figura 26 - Relação entre irradiância (W/m^2) e HSP	71
Figura 27 - Irradiação anual e ângulo de inclinação	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados PEE entre 1998 e 2019.	17
Tabela 2 - Comparativo entre modelos de lâmpadas	20
Tabela 3 - Tempo de retorno do investimento (em anos) para	28
Tabela 4 - Histórico de consumo de 12 meses.	36
Tabela 5 - Caracterização do consumo de iluminação.	38
Tabela 6 - Caracterização do consumo dos equipamentos de refrigeração.	41
Tabela 7 - Caracterização do consumo dos equipamentos de padaria	41
Tabela 8 - Caracterização do consumo total.	49
Tabela 9 - Relação de rendimento e potência dos motores.	58
Tabela 10 - Custo das perdas dos motores.	49
Tabela 11 - Custo de aquisição e instalação dos motores IR3 <i>Premium</i> .	60
Tabela 12 - Payback Simples e Payback Descontado motores IR3 <i>Premium</i> .	61
Tabela 13 - Comparativo de cenários motores IR3 <i>Premium</i> .	61
Tabela 14 - Custo de aquisição e instalação gerador a diesel.	65
Tabela 15 - Payback Simples e Payback Descontado gerador a diesel.	66
Tabela 16 - Comparativo de cenários gerador a diesel.	66
Tabela 17 - Custo de aquisição e instalação gerador a GNV.	68
Tabela 18 - Payback Simples e Payback Descontado gerador a GNV.	69
Tabela 19 - Comparativo de cenários gerador a GNV.	69
Tabela 20 - Módulo LP182-M-78-MH.	74
Tabela 21 - Inversor Refusol 50k-T3.	76
Tabela 22 - Custo de aquisição e instalação da geração solar.	79
Tabela 23 - Payback Simples e Payback Descontado geração solar.	79
Tabela 24 - Comparativo de cenários geração solar.	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparativo VPL entre geradores a diesel e GNV.	81
Gráfico 2 - Comparativo VPL entre gerador a diesel e usina fotovoltaica	82
Gráfico 3 - Comparativo economia anual entre gerador a diesel e usina fotovoltaica.	82
Gráfico 4 - VPL da substituição dos motores por IR3 <i>Premium</i>	84
Gráfico 5 - Economia anual ocasionada pelo gerador a diesel e motores IR3.	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar
ABILUMI	Associação Brasileira de Fabricantes e Importadores de Produtos de Iluminação
AC	<i>Alternating Current</i> - Corrente Alternada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanço Energético Nacional
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio de S. Brito.
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCO	Empresas de Serviços de Conservação de Energia
GD	Geração Distribuída
GNV	Gás Natural Veicular
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcento
A	Ampère - Unidade de corrente elétrica
F.P.	Fator de Potência
kA	Mil unidades de corrente elétrica
kV	Mil unidades de tensão elétrica
kVA	Mil unidades de potência ativa
kVAr	Mil unidades de potência reativa
kW	Mil unidades de potência elétrica
kΩ	Mil unidades de resistência elétrica
L	Litros
V	Volt - Unidade de tensão elétrica
VA	Unidade de potência ativa
var	Unidade de potência reativa
W	Watt - Unidade de potência elétrica
Ω	Ohm - Unidade de resistência elétrica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL	11
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.3	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	11
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	12
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	13
2.2	PROCEL – PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	14
2.3	PBE – PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM	15
2.4	PEE – PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTOICA	16
3	GERENCIAMENTO ENERGÉTICO EM ILUMINAÇÃO	18
3.1	COMPARATIVO ENTRE LAMPADAS INCANDESCENTES, FLUORECENTES E LED	19
3.2	LÂMPADAS LED	21
3.2.1	PBE para lâmpadas LED	22
4	GERENCIAMENTO ENERGÉTICO EM MOTORES	24
4.1	MOTOR ELÉTRICO PREMIUM	25
5	GERADORES DE ENERGIA	29
5.1	CONJUNTO MOTOR GERADOR	29
5.1.1	Motor a ciclo diesel	30
5.1.2	Óleo diesel	31
5.1.3	Gás Natural Veicular (GNV)	32
5.2	ENERGIA SOLAR	32
5.2.1	Placas fotovoltaicas	33
5.2.2	Inversores	34
5.2.3	Medidores bidirecionais	35

6	METODOLOGIA LEVANTAMENTO DE DADOS	36
6.1	CARACTERIZAÇÃO DE CONSUMO	37
6.1.1	Iluminação	38
6.1.2	Ar condicionado	38
6.1.3	Motorização de refrigeradores	39
6.1.4	Fornos e expositores	41
6.1.5	Bombas de combustível	41
6.1.6	Compressor de GNV	44
6.2	CONSUMO TOTAL	48
6.3	PROPOSTA DE MELHORIAS	49
7	ANÁLISES FINANCEIRAS	51
7.1	TAXA MINIMA DE ATRATIVIDADE	51
7.2	VALOR PRESENTE LIQUIDO	51
7.3	TAXA INTERNA DE RETORNO	52
7.4	PAYBACK	53
8	ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE MELHORIAS	55
8.1	TROCA DOS MOTORES DAS BOMBAS DE COMBUSTÍVEL	55
8.1.1	Viabilidade econômica para troca por motores IR3 <i>Premium</i>	59
8.2	INSERSÃO DE GERADORES DE ENERGIA	62
8.2.1	Conjunto motor gerador a óleo diesel	62
8.2.1.1	Custo de geração do CMG	63
8.2.1.2	Custo de manutenção do CMG	63
8.2.1.3	Economia anual do custo de geração	64
8.2.1.4	Viabilidade econômica	65
8.2.2	Conjunto motor gerador a gás natural veicular (GNV)	66
8.2.2.1	Custo de geração do CMG	67
8.2.2.2	Custo de manutenção do CMG	67
8.2.2.3	Economia anual do custo de geração	68
8.2.2.4	Viabilidade econômica	69
8.2.3	Geração de energia solar	70
8.2.3.1	Potência irradiada	70
8.2.3.2	Dimensionamento	72

8.2.3.3	Local de instalação do sistema de geração solar	77
8.2.3.4	Economia anual com geração solar	78
8.2.3.5	Viabilidade econômica	78
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
	REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO	86
	ANEXO A – <i>DataSheet</i> Gerador a diesel	90
	ANEXO B – <i>DataSheet</i> Gerador a GNV	92

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos modernos, com o aumento de equipamentos eletrônicos e de potência, gerou em conjunto um aumento na demanda necessária de energia elétrica para suprir e atender as necessidades de uso. Equipamentos e produtos que geram conforto e praticidade no dia a dia da população estão em alta, sejam para uso doméstico ou até mesmo para pequenas e grandes empresas (ONS, 2021).

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi instituído em 1985 com o intuito de abordar estes conceitos de aumento da demanda de energia elétrica relacionado à utilização destes recursos de forma que não venha a prejudicar ou interferir os impactos ambientais. O programa que é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobrás, demonstra resultados satisfatórios, com números que chegam a 195,2 bilhões de kWh entre os anos de 1986 a 2020 (PROCEL, 2021) e os números mais recentes podem ser verificados na Figura 1.

Figura 1 - Economia de energia entre 2016 e 2021 - PROCEL.



Fonte: Site PROCEL (2021).

Outro ponto que começou a ser abordado é o aumento dos gastos com energia elétrica dos consumidores, ao passo que se adquire ou implementa novos equipamentos no seu consumo mensal, este item desperta a necessidade de estudos de eficiência energética, que é a utilização correta da energia para se ter o benefício dela. O estudo de meios de se aumentar a produção de bens e serviços adquiridos pela população com o mesmo gasto de energia, ou até manter a produção estável e diminuir o consumo neste caso é o objetivo da eficiência

energética, ainda a dissipação em processos intermediários e que deixa de constituir energia útil, como o calor, mostra ainda outras maneiras de se abranger a eficiência energética (INEE, 2019).

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e avaliar um projeto de eficiência energética em um posto de combustível 24 horas, visando a redução de custos mensais com a concessionária.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Medir e analisar o consumo de todos os equipamentos da U.C.;
- b. Analisar meios de mitigação do consumo a partir dos dados obtidos;
- c. Analisar a inserção de geradores de energia
 - i. Geração a Diesel
 - ii. Geração a GNV
 - iii. Geração Fotovoltaica

1.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este estudo limita-se a utilização de meios de análise de eficiência energética e a diminuição do consumo, além do projeto de implantação de um sistema de geração solar e/ou a diesel. Não tendo como objetivo a implantação de fato do estudo, que será deixado a cargo da gerência e direção do estabelecimento que será efetuado o estudo.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi elaborado de forma que a compreensão do mesmo se dá a continuidade da construção.

Sendo abordado inicialmente a concepção e compreensão da ideia de eficiência energética, seguido da abordagem física no local do estudo com as

medições e análises visuais necessárias, e após a apresentação dos resultados e sugestões de melhorias para o padrão de consumo encontrado.

Ao final é avaliado a possibilidade e viabilidade de implantação de geradores de energia como solar e a combustão (diesel e GNV).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo tem como objetivo nortear os estudos apresentados no decorrer deste trabalho, bem como, todo o embasamento teórico e alcançar os objetivos propostos para o projeto, mantendo o estudo sempre alinhado com as principais pesquisas do tema em questão.

Entretanto, é de extrema necessidade a abordagem interpretativa do autor para com as análises e resultados obtidos, para que, em conjunto com a bibliografia utilizada se torne possível, viável e lúcida toda solução proposta.

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A eficiência energética é condição fundamental para a competitividade econômica e para o atendimento dos compromissos ambientais e sociais. Em vários países, os resultados alcançados recentemente têm sido relevantes, graças à mobilização dos mais diversos agentes. No entanto, poderiam já ser bem mais expressivos, inclusive no Brasil, na qual cerca de 2/3 da energia primária requerida são dissipados ao longo das diferentes cadeias energéticas, desde as fontes primárias até a obtenção da energia útil (INEE, 2019).

A utilização racional de energia, chamada simplesmente de eficiência energética, consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado. Por definição, a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização (ABESCO, 2020).

Existem ainda métodos de redução de consumo elétrico como de edificações que são concebidas com o intuito de otimizar os gastos utilizados no conforto das construções, como na utilização de iluminação e de transferência térmica. Corroborando Heyhood (2017) aborda o tema de forma que abrange as metodologias de construções eficientes no quesito de conforto térmico e luminotécnico.

2.2 PROCEL – PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O Selo PROCEL de Economia de Energia, ou simplesmente Selo PROCEL, tem como finalidade ser uma ferramenta simples e eficaz que permite ao consumidor conhecer, entre os equipamentos e eletrodomésticos à disposição no mercado, os mais eficientes e que consomem menos energia. Criado pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), programa do Governo Federal executado pela Eletrobrás, o Selo PROCEL foi instituído por Decreto Presidencial em 8 de dezembro de 1993. A partir de sua criação, foram firmadas parcerias junto ao Inmetro, a agentes como associações de fabricantes, pesquisadores de universidades e laboratórios, com o objetivo de estimular a disponibilidade, no mercado brasileiro, de equipamentos cada vez mais eficientes. Para isso, são estabelecidos índices de consumo e desempenho para cada categoria de equipamento. Cada equipamento candidato ao Selo deve ser submetido a ensaios em laboratórios indicados pela Eletrobrás. Apenas os produtos que atingem esses índices são contemplados com o Selo PROCEL que é apresentado na Figura 2 (PROCEL).

Figura 2 - Selo PROCEL de Economia de Energia.



Fonte: Site PROCEL (2006).

Segundo PROCEL, a indústria brasileira consome cerca de 40% da energia elétrica do país, e dois terços dessa energia são utilizadas por sistemas motrizes,

isso torna a força motriz o principal alvo de atuação dos sistemas de eficiência energética voltados para a indústria.

Já o comércio tem proporcionalmente um índice bem inferior ao da indústria, entretanto as ações de eficiência energética nesse ramo significam a redução de custos de produção, maiores margens de lucro e preços mais competitivos.

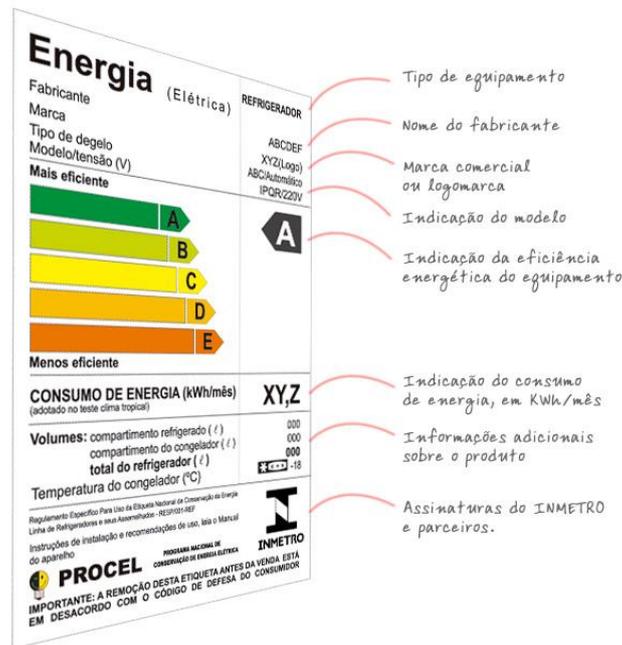
O PROCEL implantou 14 Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes (Lamotrizes) em universidades brasileiras, para ampliar os estudos de eficiência energética nesses sistemas de motores para atividades de ensino e também como suporte as indústrias.

2.3 PBE – PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo Inmetro, fornece informações sobre o desempenho dos produtos, considerando atributos como a eficiência energética, o ruído e outros critérios que podem influenciar a escolha dos consumidores que, assim, poderão tomar decisões de compra mais conscientes. Ele também estimula a competitividade da indústria, que deverá fabricar produtos cada vez mais eficientes (INMETRO, 2021).

De forma geral, o PBE funciona da seguinte forma: os produtos são ensaiados em laboratórios e recebem etiquetas com faixas coloridas que os diferenciam. No caso da eficiência energética, a classificação vai da mais eficiente (A) à menos eficiente (de C até G, dependendo do produto), na qual se entende que os mais eficientes utilizam melhor a energia, têm menor impacto ambiental e custam menos para funcionar, pesando menos no bolso, a etiqueta de eficiência energética é apresentado na Figura 3 (INMETRO, 2021).

Figura 3 - Etiqueta de Eficiência Energética.



Fonte: Site INMETRO (2021).

2.4 PEE – Programa de Eficiência Energética

O PEE é um programa gerido pela ANEEL e tem por objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Busca-se maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda evitada, promovendo a transformação do mercado de eficiência energética, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica (PEE, 2015).

A Tabela 1 contém os dados a nível nacional consolidados do Programa de Eficiência Energética relativo ao período de 1998 a 2019.

Tabela 1 - Resultados PEE entre 1998 e 2019.

Eficiência Energética em Números	Ref: Dez/2019
Projetos Concluídos	4.850
Energia Economizada (TWh)*	63
Demanda Retirada da Ponta (GW)**	2,8
Investimento Anual Médio (Milhões)	R\$ 550,00
Investimento Acumulado (Bilhões)	R\$ 5,90

* Equivale ao consumo de 32,4 milhões de residências no Brasil durante 1 ano.

** Equivale a 40% da carga da região Norte

Fonte: Site ANEEL (2020).

3 GERENCIAMENTO ENERGÉTICO EM ILUMINAÇÃO

A iluminação participa com uma parcela importante no consumo de energia elétrica nas empresas, principalmente nos setores comercial, de serviços e público. No setor industrial sua participação é pequena, mas medidas de eficiência nesse uso, são visíveis e demonstram o comprometimento e a intenção de realizar um programa para valer em todas as instalações e usos (ELETROBRAS, 2005).

Sistemas de iluminação vem sendo alvo de pesquisas ao longo dos anos para proporcionarem as características adequadas ao uso, com um impacto ambiental reduzido e ainda com um gerenciamento energético adequado. Segundo o Guia de Gestão Energética da Eletrobrás (2005) a seguir são apresentadas as características e unidades fotométricas usuais:

- a. Fluxo luminoso: É o fluxo de energia luminosa emitido em todas as direções por uma fonte luminosa no espaço, em lumens (lm);
- b. Eficiência luminosa: Relação entre a quantidade de lúmens produzidos por uma lâmpada e a potência da lâmpada;
- c. Iluminância: É o fluxo luminoso incidente por uma unidade de área de uma superfície iluminada, medida em lux;
- d. Refletância: É relação entre o fluxo luminoso refletivo e o fluxo luminoso incidente sobre uma superfície. É medida geralmente em porcentagem. Exemplo: a refletância do papel branco é da ordem de 70%;
- e. Temperatura de cor – Medida em Kelvin (K), em aspecto visual, admite-se que é bastante difícil a avaliação comparativa entre a sensação de tonalidade de cor de diversas lâmpadas. Para estipular um parâmetro, foi definido o critério temperatura de cor para classificar a luz. Assim como um corpo metálico, que, em seu aquecimento, passa desde o vermelho até o branco, quanto mais claro o branco, semelhante à luz diurna ao meio-dia, maior é a temperatura de cor, aproximadamente 6500 K. A luz amarelada, como a de uma lâmpada incandescente, está em torno de 2700 K;
- f. Índice de reprodução de cores (IRC ou Ra) – Objetos iluminados podem parecer diferentes mesmo se as fontes de luz tiverem idêntica tonalidade. As variações de cor dos objetos iluminados sob fontes de luz diferentes podem ser identificadas por meio de outro conceito – reprodução de

cores –, e de sua escala qualitativa: índice de reprodução de cores (Ra ou IRC).

O Guia de Gestão Energética (ELETROBRAS, 2005) cita a Norma Brasileira “Iluminância de Interiores” (NBR-5413) em qual se encontra a determinação de valores de iluminância seguindo cada tipo de atividade desenvolvida dentro do ambiente, atentando a três requisitos: idade visual do observador, velocidade e precisão requerida no trabalho.

3.1 COMPARATIVO ENTRE LÂMPADAS INCANDESCENTES, FLUORESCENTES E LED

Segundo a Associação Brasileira de Fabricantes e Importadores de Produtos de Iluminação (ABILUMI, 2017), a medida em que o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEE) tem avançado e com o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) tem como meta a redução de consumo de energia no país em até 10% até 2030.

Tem ações para reduzir a utilização de equipamentos de iluminação ineficiente, como por exemplo o prazo limite para importação e comercialização das lâmpadas incandescentes de todas as potências foi até 30 de junho de 2016.

O Plano é coordenado pelos ministérios de Minas e Energia; Ciência, Tecnologia e Inovação, e Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, em parceria com o INMETRO

O intuito é substituir essas lâmpadas por modelos mais eficientes como as fluorescentes compactas e lâmpadas de LED, podendo assim já ter uma redução significativa no consumo de cada residência que tenham feito a substituição e por consequência a redução do consumo nacional

Segundo Blum (2017), presidente da ABILUMINI, “Há pelo menos um critério básico que ajuda o consumidor a fazer essa comparação: a relação entre a vida útil da lâmpada e o preço”. George Blum ainda cita o cálculo que pode chegar à economia gerada pela substituição das lâmpadas:

O orçamento doméstico é impactado diretamente com a redução da fatura de energia elétrica, este gasto pode chegar a 20% da receita total de uma família, sendo que a simples troca de lâmpadas por LED pode alcançar uma economia de R\$100,00 mensais (ABILUMINI, 2017).

Breve comparativo apresentado na Tabela 02 entre três modelos de lâmpadas: as incandescentes, fluorescentes (tubulares ou compactas) e as lâmpadas LED.

Tabela 2 - Comparativo entre modelos de lâmpadas

Modelo	Funcionamento	Vida Útil
Incandescente	Uma corrente elétrica passa por um filamento de tungstênio, aquecendo os átomos que o compõem e gerando luz como consequência	Em média 750 horas, durabilidade considerada baixa por conta do rápido desgaste do filamento de tungstênio
Fluorescente	A corrente elétrica emite radiação ao passar por uma mistura de gases e vapor de mercúrio que fica dentro do tubo. Esse tubo é revestido por um fósforo que transforma a radiação em luz visível	Cerca de 8.000 horas. Apesar de custarem 5 vezes mais do que as incandescentes, duram mais e são mais eficientes
LED	É composta de um ou mais diodos emissores de luz, ou seja, semicondutores elétricos fabricados com arseneto de alumínio e gálio, entre outros que ao receberem energia elétrica convertem-na em luz	Uma lâmpada de LED chega durar até 50 vezes mais e é 80% mais econômica que uma incandescente

Fonte: Próprio autor (2021).

Tendo em vista as informações apresentadas sobre os modelos de lâmpadas utilizadas, é possível constatar que as lâmpadas LED têm vantagens a longo prazo em comparação as demais analisadas devido a sua maior durabilidade e menor consumo elétrico com mesmo rendimento.

O próximo sub capítulo abrange com maior detalhamento o funcionamento e as vantagens das lâmpadas LED.

3.2 LÂMPADAS LED

Segundo a cartilha “Lâmpada LED” publicada pelo INMETRO em 2020, no mercado de iluminação as lâmpadas residenciais até 2020 eram utilizadas predominantemente incandescentes.

Com o passar do tempo foram substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas ou lâmpadas eletrônicas que são até quatro vezes mais eficientes e até seis vezes mais duráveis do que as incandescentes convencionais, porém com um maior impacto ambiental. Então recentemente percebeu-se a popularização das lâmpadas LED.

Estas lâmpadas tem um grande diferencial na sua eficiência, durabilidade e ainda impacto ambiental. Lâmpadas LED tem certificado e regularização pelo INMETRO e tem foco no desempenho e segurança com eficiência energética.

Ainda sobre a cartilha do INMETRO, os *Light Emitting Diodes* (LED) são componentes eletrônicos que geram luz com baixo consumo de energia, isto pois sua eficiência energética é maior do que os outros modelos que estão no mercado gerando mais luz com menos energia.

As lâmpadas LED têm um tempo de garantia longo em que a capacidade luminosa de até 70% da nominal no tempo estipulado pelo fabricante em horas de funcionamento e que pode ser até vinte e cinco vezes maior que a incandescente e quatro vezes maior que as fluorescentes.

Além dos benefícios de eficiência energética, as lâmpadas LED ainda têm benefícios a saúde dos consumidores, por não ter mercúrio em sua composição e ainda ser mais confortáveis ao olho humano, por não emitirem radiação ultravioleta e infravermelha.

Entretanto o custo da lâmpada LED ainda é elevado comparado aos outros modelos disponíveis no mercado, contudo, considerando a maior durabilidade, em longo prazo tem-se um bom custo-benefício para este produto.

A Figura 4 apresenta o comparativo entre os modelos de lâmpada relacionando o custo da lâmpada e o tempo de vida útil de cada modelo.

É perceptível a vantagem das lâmpadas LED que mesmo com um custo elevado para compra, sua durabilidade sendo maior viabiliza a utilização da mesma.

Figura 4 - Comparativo de valores vs. duração



Fonte: Lâmpada LED (INMETRO, 2020).

3.2.1 PBE para lâmpadas LED

As lâmpadas LED têm que ostentar a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia para que os consumidores reconheçam os benefícios do produto. As etiquetas têm classificações que destacam os fornecedores com maior eficiência energética e que deixam os produtos com um maior interesse dos consumidores.

Além das características, as etiquetas informam ainda um comparativo entre os modelos de lâmpadas e que justificam a melhor eficiência da lâmpada LED, por exemplo, uma lâmpada incandescente de 60W é equivalente a uma fluorescente de 15W e ainda equivalente por uma LED de 9W, tendo em vista que a capacidade luminosa dos três modelos é a mesma, logo o consumo da LED será menor.

A Figura 5 apresenta uma etiqueta contendo as informações da lâmpada LED e o comparativo de potência com as lâmpadas convencionais.

Figura 5 - Etiqueta Lâmpada LED



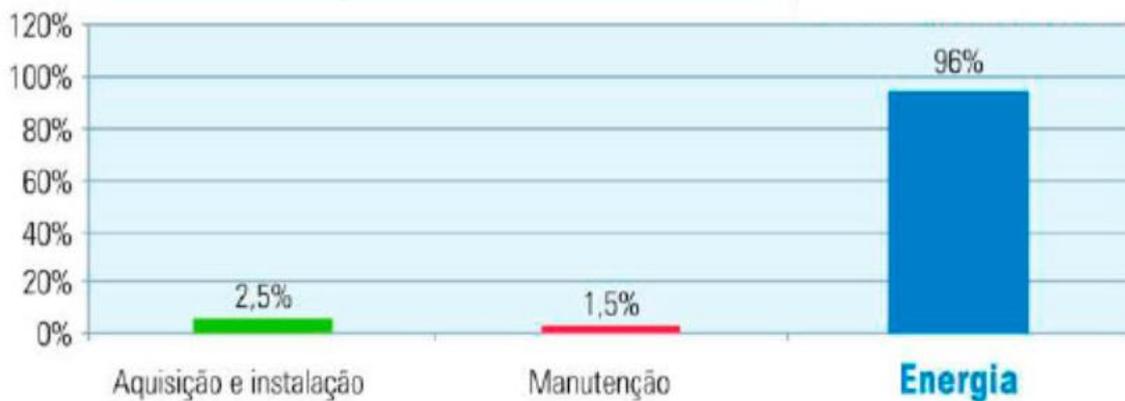
Fonte: Site INMETRO/PBE (2020).

4 GERENCIAMENTO ENERGÉTICO EM MOTORES

O motor elétrico é um componente que, a longo prazo, é responsável pelo maior custo sobre os bens de consumo a que ele compõe, pois o custo com a energia elétrica é muitas vezes bem maior que o próprio valor do equipamento. Para se ter uma ideia, na indústria, os motores elétricos são responsáveis por quase 70% de toda energia elétrica consumida dentro de seus processos (PROCEL, 2015).

Em estudo realizado Revista Eletricidade Moderna (2008), considerando o custo de um motor elétrico no período de 10 anos, chegou-se à conclusão de que 96% do custo final é com a energia elétrica. Os custos com a aquisição e manutenção de motores são de apenas 4%, como apresenta a Figura 6.

Figura 6 - Custo de vida de motores elétricos

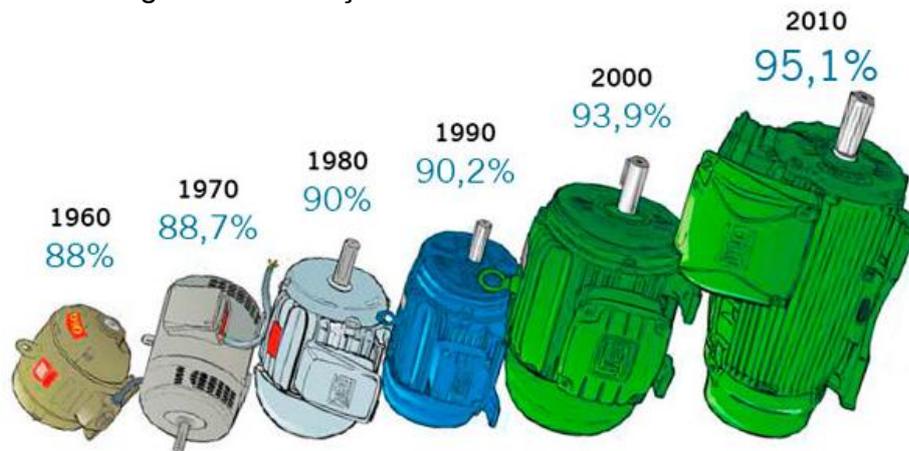


Fonte: Revista Eletricidade Moderna (2008).

A Figura 7 apresenta o aumento do rendimento dos motores a cada década.

Graças à evolução da tecnologia e o investimento constante da WEG (2015) em novas soluções sustentáveis, os motores elétricos atingiram uma eficiência de 95,1%. Isso representa um salto considerável quando levamos em conta que em 1960 os motores tinham eficiência de 88%. A longo prazo, a aplicação de um motor mais eficiente reflete em redução de consumo de energia, menor manutenção, menos tempo de ociosidade e menor periculosidade.

Figura 7 - Evolução do rendimento dos motores



Fonte: Site WEG (2015).

Para se ter uma ideia mais clara do impacto financeiro que a eficiência de apenas um motor pode causar em uma indústria, o IBGE (2008) fez um estudo considerando o custo de energia de um motor de 75kW no período de dez anos. O montante economizado durante o período alcança quase R\$ 70 mil.

4.1 MOTOR ELÉTRICO *PREMIUM*

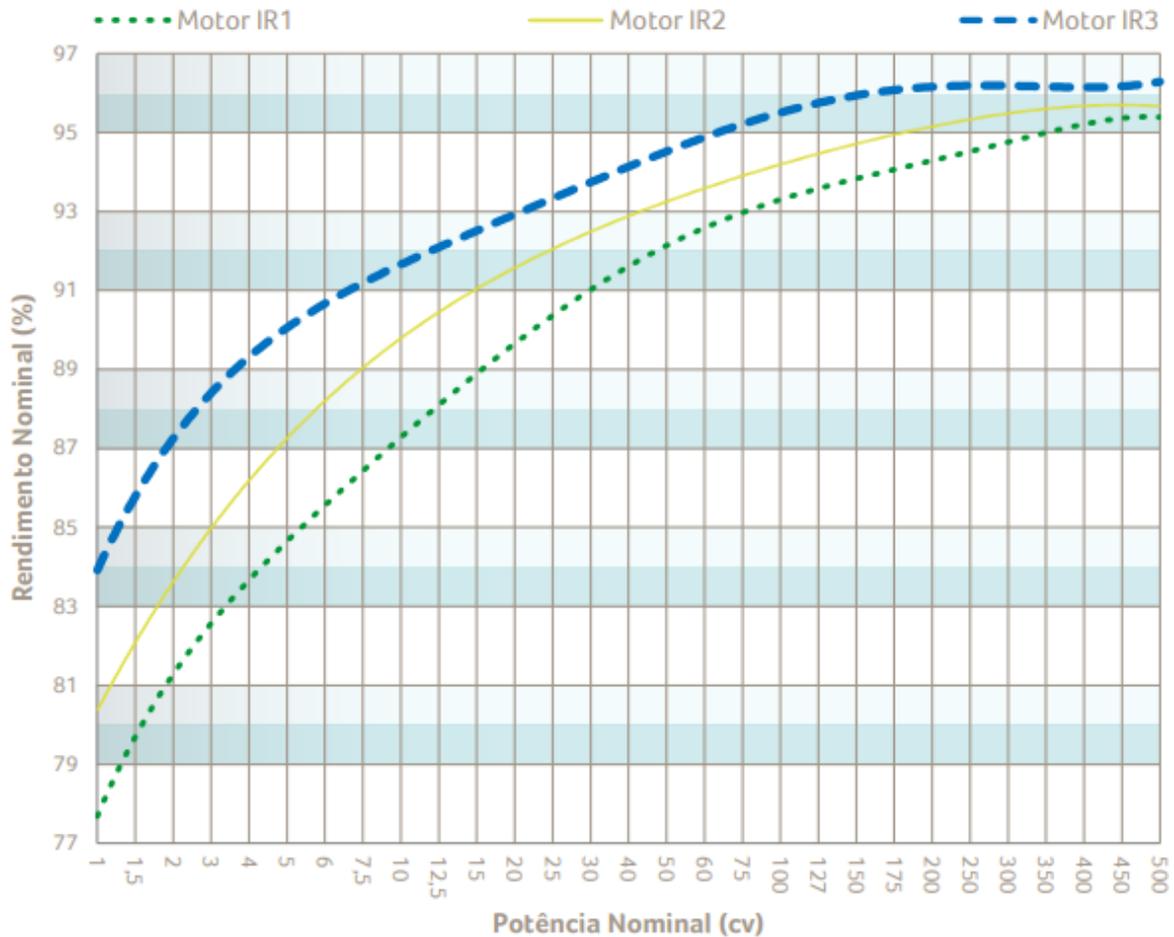
O Guia “Motor Elétrico *Premium*” elaborado pela Eletrobrás, foi iniciado em 1998 com o intuito de auxiliar e instruir os usuários dos motores de indução de alto rendimento (classe IR2) de suas aplicações, operação e a melhor forma de se utilizar os motores para maximizar sua eficiência energética, confiabilidade e vida útil. (ELETROBRAS, 2016).

Ainda em Eletrobrás (2016). Com o aumento dos rendimentos previstos na ABNT NBR 17094-1 de 2013, em que foi apresentado os motores *Premium* (classe IR3) pela primeira vez no texto, com o intuito de introduzir o aumento do patamar de eficiência energética dos motores brasileiros seguindo uma tendência internacional.

Na Figura 8 apresenta-se uma comparação entre os rendimentos nominais mínimos de motores padrão (classe IR1, de acordo com a norma ABNT NBR 17094-1:2008), motores de alto rendimento (IR2, de acordo com a norma ABNT NBR 17094-1:2013) e motores *Premium* (classe IR3, de acordo com a norma ABNT NBR 17094-1:2013). Por esta imagem fica clara a maior eficiência energética nominal do

motor *Premium*, comparando às classes padrão e alto rendimento para todas as potências.

Figura 8 - Rendimento nominal para motores IR1, IR2 e IR3



Fonte: Eletrobrás (2016).

Já pode-se contar com os motores como *Super Premium*, esta linha apresenta dois níveis de eficiência acima do exigido por lei, utilizando a tecnologia consagrada de motores elétricos de indução com rotor injetado em alumínio, sendo totalmente padronizada e intercambiável com os motores elétricos existentes atualmente. Isto permite redução nos custos operacionais significativos através da redução do consumo de energia e pegada de carbono. (WEG, 2020)

“O motor *Super Premium* é projetado de acordo com a norma ABNT NBR 17094-1:2013. Isto significa que um motor IR2 ou IR3 *Premium* pode ser substituído por um W22 IR4 *Super Premium* com total intercambiabilidade e confiabilidade” (WEG, 2020).

O Guia ainda cita as principais vantagens dos motores *Premium* IR3, quando comparados com os motores da linha alto rendimento (IR2):

- a. Reduzem o consumo e a demanda de energia elétrica (acarretando em redução de custos);
- b. Menores temperaturas de operação, acarretando em maior confiabilidade e vida útil, com menores custos com manutenção e postergação de investimentos nas trocas;
- c. Rendimentos permanecem superiores para baixas cargas;
- d. Minimizam os efeitos dos baixos rendimentos encontrados em motores superdimensionados (em situações que não se possa redimensioná-los).

Para justificar o aumento da eficiência, e com o intuito de introduzir as reduções em consumo de energia e ainda do índice de manutenção elevando a vida útil do motor, o guia traz as modificações na construção dos motores *Premium* IR3:

- a. Material de melhor qualidade;
- b. Maior volume de material condutor;
- c. Rotores tratados termicamente;
- d. Projeto das ranhuras otimizado para incrementar o rendimento;
- e. Fluxo de ar otimizado;
- f. Diversos dispositivos otimizados para melhor dissipação de calor;
- g. Sistema de ventilação mais eficiente;
- h. Projeto da carcaça com redução da dispersão do fluxo de ar, contribuindo para o aumento da troca térmica entre o motor e o ambiente.

Ainda em Eletrobrás (2016) apresenta o *payback* de motores *Premium* (IR3), pois o preço inicial de um motor IR3 é bem maior do que um equivalente IR2, porém o motor *Premium* consome menos energia elétrica por possuir um rendimento maior, isto sendo relacionado ao tempo de operação, vida útil, tarifa da operadora e potência solicitada pela carga, tem tempo de retorno do investimento inicial reduzido na comparação dos dois motores.

A Tabela 3 apresenta a o *payback* na aquisição de um motor *Premium*. Para a simulação do *payback* simples foi considerado tarifa elétrica de R\$0,550/kWh.

Tabela 3 - Tempo de retorno do investimento (em anos) para compra de um motor IR3

P (cv)	2000 h/ ano	4000 h/ ano	6000 h/ ano	8000 h/ ano
1,0	5,51	2,76	1,84	1,38
1,5	2,22	1,11	0,74	0,55
2,0	5,38	2,69	1,79	1,34
3,0	4,06	2,03	1,35	1,02
4,0	2,89	1,45	0,96	0,72
5,0	5,36	2,68	1,79	1,34
6,0	6,64	3,32	2,21	1,66
7,5	5,83	2,91	1,94	1,46
10,0	6,67	3,34	2,22	1,67
12,5	4,32	2,16	1,44	1,08
15,0	7,74	3,87	2,58	1,93
20,0	6,56	3,28	2,19	1,64
25,0	6,16	3,08	2,05	1,54
30,0	6,55	3,27	2,18	1,64
40,0	4,77	2,38	1,59	1,19
50,0	4,25	2,12	1,42	1,06

Fonte: Eletrobrás (2016).

5 GERADORES DE ENERGIA

Desde 2012, quando entra em vigor a **Resolução Normativa ANEEL nº 42/2012**, todo consumidor brasileiro tem a opção de gerar sua própria energia através de fontes renováveis ou cogeração qualificada, visando reduções em gastos com energia elétrica (ANEEL, 2018).

Ainda em ANEEL (2018) os estímulos que os consumidores têm em utilizar geração distribuída se justificam ao ponto que se tem uma redução na sobrecarga das redes principalmente em horários de pico, na qual a energia elétrica já tem um acréscimo no valor para instigar a redução no consumo, além da minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

As soluções encontradas na geração distribuída apontam um contexto de instabilidade do fornecimento de energia, o que fez com que consumidores com cargas elevadas procurassem por alternativas para o provimento de geração. Assim os equipamentos que antes eram utilizados em sua maioria apenas em momentos de interrupção do fornecimento, começaram a ser utilizados para provimento de energia em período integral ou parcial focando nos horários de ponta. Reduzindo os gastos com energia elétrica e ainda contribuindo para a redução do congestionamento da matriz energética e o aumento da sua eficiência (MAMEDE FILHO, 2017).

5.1 CONJUNTO MOTOR GERADOR

Segundo a fabricante OnPower (2018) um grupo gerador é um equipamento que possui como utilidade substituir a eficiência calorífica em energia mecânica e, em seguida, em energia elétrica. De maneira sucinta, consiste num motor e num alternador que estão acoplados e inseridos numa base conjunta com mais generalidades.

Existem diferentes possibilidades de utilização de combustível para geração de energia, sendo utilizado em maior aplicação nas unidades de operação o óleo diesel, óleo combustível, carvão mineral, gás natural e biomassa (MAMEDE FILHO, 2017).

Para este estudo, será focado apenas na geração a óleo diesel e GNV, visando que o local de estudo é um posto de combustível que pode adquirir estes

combustíveis com maior facilidade e ainda com preço abaixo do mercado normal por ser utilizado em próprio consumo e adquirir diretamente com a distribuidora.

5.1.1 Motor a ciclo diesel

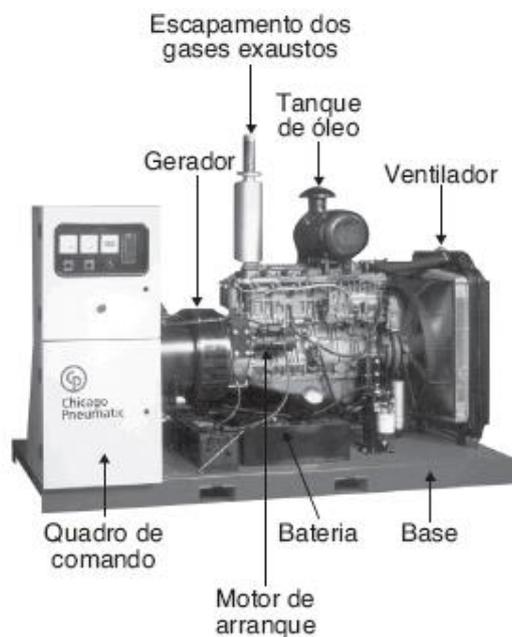
É um motor a combustão interna que utiliza elevadas taxas de compressão para assegurar a queima do combustível introduzido após a compressão do ar.

O funcionamento do ciclo diesel é explicado com inflamação do combustível quando há uma pressão do ar comprimido em uma determinada temperatura.

É necessária alta taxa de compressão do ar pois não a combustível durante o processo de compressão.

A Figura 9 mostra uma unidade de geração (motor primário + gerador + quadro de comando), normalmente denominado grupo gerador, e de larga utilização em diferentes atividades econômicas e sociais. (MAMEDE FILHO, 2017)

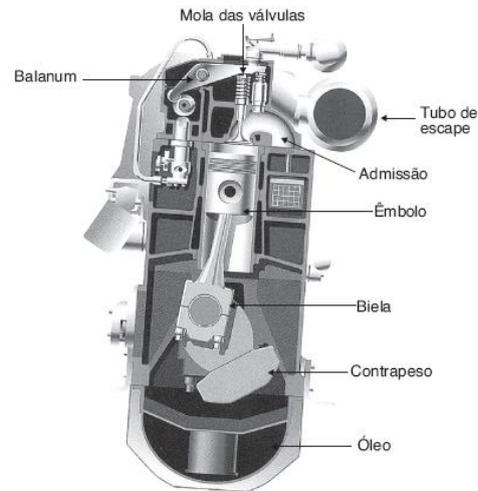
Figura 9 - Unidade de geração a ciclo diesel



Fonte: Adaptado de MAMEDE FILHO (2017)

Considerando Mamede (2017), a Figura 10 mostra o interior de um motor a ciclo diesel. Há muitos componentes idênticos utilizados também nos motores a gás natural.

Figura 10 - Interior de um motor a ciclo diesel.



Fonte: Adaptado de MAMEDE FILHO (2017)

5.1.2 Óleo Diesel

O óleo diesel é o combustível mais utilizado em máquinas primárias para geração de energia. É composto por uma diversa variedade de produtos vindo de processos com o petróleo bruto, tais como, gasóleos, diesel leve, diesel pesado e nafta pesada. (MAMEDE FILHO, 2017)

A formulação do óleo diesel é caracterizada especificamente segundo a legislação vigente da Agência Nacional do Petróleo (ANP) além de passar pelos métodos de análise e normativas a nível nacional pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e a nível internacional pela *American Society for Test and Materials* (ASTM).

A Resolução ANP nº 65 de 9 de dezembro de 2011, categoriza o óleo diesel e divide em dois grupos principais pela adição de biodiesel em sua composição sendo grupo A sem adição e biodiesel e grupo B com a adição. No ART 3º da resolução classifica o combustível pelo teor de enxofre em sua composição variando entre 10mg/kg até 1800mg/kg. Esta classificação visa a redução da utilização de alto teor de enxofre no Brasil (ANP, 2019).

5.1.3 Gás Natural Veicular (GNV)

O Gás Natural é uma substância que é composta por hidrocarbonetos em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, e é composta por metano (CH₄), sendo cerca de 70% da sua composição, o etano (C₂H₆) e propano (C₃H₈) em cerca de 2%. (ANP, 2020)

Segundo ANP (2020), o Gás Natural Veicular (GNV) é uma mistura proveniente do gás natural ou do biometano, sendo o principal componente o metano, e tem o mesmo controle de qualidade que o gás natural, sendo a resolução ANP nº16/2008 aonde destaca-se o controle do poder calorífico superior (PCS), o índice Wobbe, o número de metano e os pontos de orvalho de água (POA) e de hidrocarbonetos (POH).

Ainda é controlado os índices máximos e mínimos de metano e etano, sendo fundamental o controle de inertes no caso do nitrogênio (N₂) e gás carbônico (CO₂) além de comburente oxigênio (O₂) com limites máximos para inertes (N₂ + CO₂), dióxido de carbono e oxigênio. (ANP, 2020)

Segundo Petrobras (2020) do ponto de vista ambiental, o uso de GNV pode ser uma solução melhor para combustão de motores, devido à baixa emissão de gases que outros combustíveis como o diesel ou a gasolina.

5.2 ENERGIA SOLAR

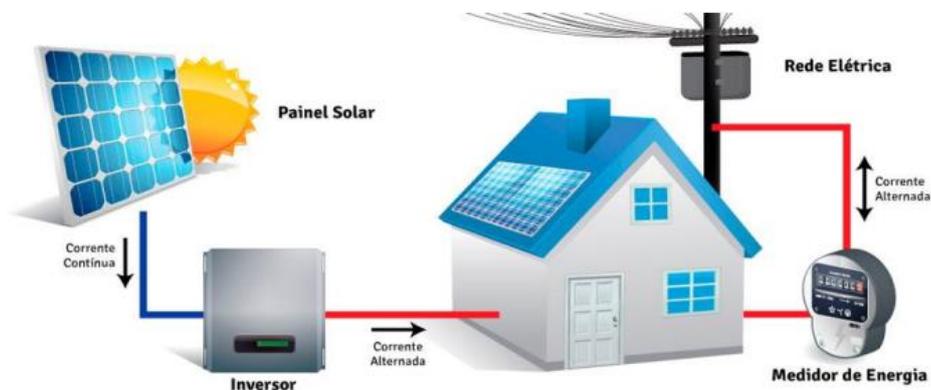
A energia solar pode ser convertida em eletricidade através do efeito fotoelétrico (também chamada conversão fotovoltaica). Consiste na transformação direta da energia radiante em eletricidade, sem a produção, no processo, de nenhuma forma intermediária de energia, com a principal vantagem de ser natural, ecológica, gratuita, inesgotável e sem agressão ao meio ambiente (IMHOFF, 2007).

Segundo o Sistema de Informações de Geração da ANEEL – SIGA, o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a geração hidráulica que responde por 56,92% da oferta interna. As fontes renováveis representam 82,84% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável (SIGA, 2021).

A radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Pode inclusive ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (ANEEL, 2014).

A Figura 11 representa um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica e seus componentes que serão tratados ao decorrer deste capítulo.

Figura 11 - Sistema fotovoltaico conectado a rede elétrica



Fonte: MPPT Solar (2015)

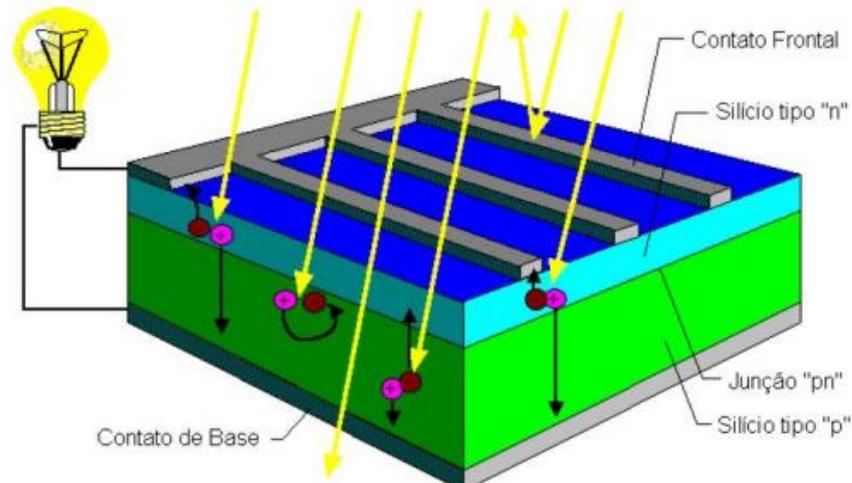
5.2.1 Módulos fotovoltaicos

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (Efeito Fotovoltaico). O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão (CRESESB, 2006).

As células fotovoltaicas trabalham no princípio de que os fótons incidentes, colidindo com os átomos dos materiais semicondutores, fazem com que os elétrons sejam deslocados. Se estes elétrons puderem ser capturados antes de retornarem a seus orbitais atômicos, podem ser aproveitados, livres, como corrente elétrica. (BRAGA, 2008).

A Figura 12 demonstra o esquema de geração em placas fotovoltaicas.

Figura 12 - Esquema de geração em placas fotovoltaicas



Fonte: Braga (2008)

Um módulo fotovoltaico é composto por células fotovoltaicas conectadas a arranjos para produzir tensão e correntes suficientes para a utilização prática da energia, ao mesmo tempo em que promove a proteção das células (PINHO; GALDINO, 2014).

Os módulos fotovoltaicos são projetados e fabricados para operar entre 25 e 30 anos, devendo acomodar as células e as respectivas ligações elétricas, proporcionar suporte e proteção contra danos mecânicos e agentes ambientais como sol, chuva e ventos (RUTHER, 2004).

A eficiência dos módulos fotovoltaicos é obtida por meio da relação entre a potência elétrica máxima gerada e a irradiância solar. Quando este número é determinado nas condições-padrão de ensaio, a irradiância $G = 1000 \text{ W/m}^2$ e a potência luminosa incidente no módulo pode ser calculada multiplicando-se este valor pela área do módulo (PINHO; GALDINO, 2014).

5.2.2 Inversores

Os módulos solares fotovoltaicos geram energia elétrica em corrente contínua e a rede elétrica pública está em corrente alternada. Devido a esse motivo, é necessário o uso de inversor, que conforme mencionado por Pinho e Galdino (2014) é um dispositivo eletrônico que fornece energia elétrica em corrente

alternada (CA) a partir de uma fonte de energia elétrica em corrente contínua (CC) (TORRES, 2012).

Para gerar corrente alternada, existe um dispositivo no inversor que se chama comutador e cujo papel é o de gerar deformações na onda, que são provocadas devido as comutações dos interruptores do inversor (BRAGA, 2008).

5.2.3 Medidores bidirecionais

O medidor bidirecional é um componente utilizado em sistemas de geração distribuída conectados à rede elétrica, na qual a função é registrar o fluxo de entrada e saída da energia elétrica.

O registro efetuado pelo medidor apresenta o fluxo líquido instantâneo, sendo a diferença entre o gerado e o consumido pela U.C. Entretanto, é possível solicitar a instalação de dois medidores simultâneos, em que um será contabilizado a geração e outro o consumo, e cabe a concessionária realizar o balanço energético, segundo a ANEEL, ambos métodos estão previstos na regulamentação vigente (PINHO; GALDINHO, 2014)

6 METODOLOGIA E LEVANTAMENTO DE DADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os dados de consumo do empreendimento em que o estudo é feito e com isso propor meios de mitigação em que a eficiência energética e a redução dos gastos com energia elétrica são o foco.

Devido ao consumo excessivo de energia elétrica, o posto de combustíveis analisado gasta em torno de R\$400.000,00 anuais, como será apresentado na Figura 13 em que o custo mensal é de R\$37.148,66 no mês 02/2021 que é a média para os demais meses, e que com o estudo que será apresentado pode-se reverter estes valores em investimentos visando uma economia a longo prazo.

A Tabela 4 apresenta o histórico de consumo com referência na fatura de fevereiro de 2021, com base nas leituras feitas pela concessionária ao longo dos últimos 12 meses.

Tabela 4 - Histórico de consumo de 12 meses.

Consumo Ponta		Consumo Fora de Ponta		Demanda	
Mês	kWh	Mês	kWh	Mês	kW
fev/21	5299	fev/21	36226	fev/21	128
jan/21	5545	jan/21	37863	jan/21	131
dez/20	5896	dez/20	37639	dez/20	137
nov/20	6749	nov/20	49342	nov/20	131
out/20	5432	out/20	36131	out/20	127
set/20	5023	set/20	35135	set/20	128
ago/20	5004	ago/20	31597	ago/20	130
jul/20	4793	jul/20	29004	jul/20	150
jun/20	5556	jun/20	35329	jun/20	149
mai/20	5240	mai/20	35767	mai/20	143
abr/20	2316	abr/20	21518	abr/20	139
mar/20	5443	mar/20	40971	mar/20	149

Fonte: Próprio autor (2021).

A Figura 13 apresenta o valor da fatura do mês de fevereiro de 2021 e é possível justificar em conjunto com o histórico da Tabela 4 o valor anual gasto com tarifas de energia da concessionária.

Figura 13 - Fatura de energia elétrica do mês 02/2021

DADOS DO SEU CÓDIGO														
[REDACTED]										Classificação: Tarifa Verde-A4 Comercial Atacadista / Varejista				
ATENDIMENTO		PN	SEU CÓDIGO		CONTA MÊS			VENCIMENTO		TOTAL A PAGAR				
0800 721 1701		[REDACTED]	[REDACTED]		FEV/2021			23/03/2021		37.148,66				
www.cpfempresas.com.br		[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]			[REDACTED]		[REDACTED]				
DISCRIMINAÇÃO DA OPERAÇÃO - RESERVADO AO FISCO														
Cod. 115	Descrição da Operação N° 900103394344	Mês Ref.	Quant. Registrada	Quant. Faturada	Unid. Med.	Tarifa com Tributos R\$	Valor Total Operação R\$	Base Cálculo ICMS R\$	Aliq. ICMS%	ICMS	Base Cálculo PIS/COFINS	PIS 1,05%	COFINS 4,86%	
0605	Consumo Ponta [KWh] - TUSD	FEV/21	5.299,668	5.299,668	kWh	1,41616225	7.505,19	7.505,19	30,00	2.251,56	7.505,19	78,80	364,75	
0605	Consumo Fora Ponta [KWh]-TUSD	FEV/21	36.226,960	36.226,960	kWh	0,13382741	4.848,16	4.848,16	30,00	1.454,45	4.848,16	50,91	235,62	
0601	Cons Ponta - TE	FEV/21	5.299,668	5.299,668	kWh	0,67965199	3.601,93	3.601,93	30,00	1.080,58	3.601,93	37,82	175,05	
0601	Cons FPonta TE	FEV/21	36.226,960	36.226,960	kWh	0,40561698	14.694,27	14.694,27	30,00	4.408,28	14.694,27	154,29	714,14	
0601	Adicional Band Amarela Ponta	FEV/21					111,06	111,06	30,00	33,32	111,06	1,17	5,40	
0601	Adicional Band Amarela FPonta	FEV/21					759,12	759,12	30,00	227,74	759,12	7,97	36,89	
0601	Consumo Reativo Exc Ponta	FEV/21	291,783	291,783	KVr	0,42843424	125,01	125,01	30,00	37,50	125,01	1,31	6,08	
0601	Consumo Reativo Exc Fora Ponta	FEV/21	1.976,610	1.976,610	KVr	0,42845575	846,89	846,89	30,00	254,07	846,89	8,89	41,16	
0602	Demanda [kW] - TUSD	FEV/21	128,412	130,000	KW	35,68423077	4.638,95	4.638,95	30,00	1.391,69	4.638,95	48,71	225,45	
Subtotal							37.130,58							
Total Distribuidora							37.130,58							
0807	Contrib. Custeio IP-CIP Municipal	FEV/21					18,08							
Total Devoluções/Ajustes							18,08							
Total a Pagar							37.148,66							

Fonte: Próprio Autor (2021).

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO

O conteúdo desta seção trará a caracterização do consumo do local em análise, levando em consideração medições e ensaios efetuados e ainda dados técnicos dos equipamentos estudados fornecidos pelos fabricantes em manuais e instruções dos mesmos. Todas as medições, análises, resultados e conclusões obtidos foram elaborados pelo autor.

Os equipamentos analisados e a forma com que foram feitas as análises serão listados a seguir e têm como objetivo identificar o consumo individualizado de cada área do estabelecimento para ser possível concluir quais pontos podem ser estudados para haver uma redução no consumo e ainda de que forma esta redução é viável técnica e financeiramente trazendo benefícios ao empreendimento em um médio/longo prazo com a redução do consumo mensal de energia.

6.1.1 Iluminação

O posto de combustíveis analisado funciona 24 horas por dia, entretanto a utilização da iluminação é diferenciada em cada setor do posto, visto que durante o dia a incidência de iluminação natural é suficiente na pista de abastecimento, porém na loja de conveniência e escritório é necessário ligar as luminárias para ter maior conforto luminotécnico, e durante a noite e madrugada a loja de conveniência e escritório permanecem fechados e a pista de abastecimento necessita de iluminação.

Visto que o posto funciona todos os dias ininterruptamente, incluindo finais de semana e feriados, os horários de funcionamento, quantidade de lâmpadas e potências são listadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Caracterização do consumo de iluminação.

Local	Modelo	Qtd	Pot Un. (W)	Horário	Qtd Hr Dia
Pista de Abastecimento	Luminária LED	18	100	18:00 às 08:00	12h
	Fluorescente Tubular	20	20		
Loja de Conveniência	Fluorescente Tubular	52	10	07:00 às 20:00	13h
	Spot LED	12	10		
Escritório	Lâmpada LED	5	12	08:00 às 18:00	12h
	Fluorescente Tubular	5	18		

Fonte: Próprio Autor (2021).

6.1.2 Ar condicionado

O estabelecimento conta com dois ar condicionados de 24.000 BTUs na loja de conveniência e dois ar condicionados de 12.000 nas áreas administrativas, estes não possuem um padrão estabelecido de utilização pois é considerado a temperatura ambiente para determinar o funcionamento.

Para a caracterização de consumo destes equipamentos foram considerados uma estimativa de utilização de 4 horas diárias visto que há dias em que todos estão em funcionamento, dias que são utilizados parcialmente e ainda dias que não são utilizados.

6.1.3 Motorização de refrigeradores

A loja de conveniência conta com diversos motores de refrigeração para os alimentos e bebidas comercializados, e que são divididos em refrigeradores e freezers em que o consumo e potência dos motores são diferentes.

Para o levantamento do consumo de cada equipamento, foi levado em consideração os dados informados pelo fabricante do equipamento e ainda medições feitas para ter a confirmação dos valores informados.

Nas Figura 14 e Figura 15 é possível identificar estas informações referente a um motor de refrigeração. Os valores podem sofrer alteração do valor nominal visto que os equipamentos não são novos e é levado em consideração o tempo de desgaste do sistema de isolamento que leva ao aumento do consumo.

Figura 14 - Dados de consumo de motor de refrigeração informados pelo fabricante.



Fonte: Próprio Autor (2021).

Figura 15 - Medição da corrente de motor de refrigeração



Fonte: Próprio Autor (2021).

A Figura 15 apresenta a corrente medida no freezer de 3,18A, sendo próxima a corrente nominal de 2,8A apresentado na Figura 14.

Os equipamentos de refrigeração, tanto refrigeradores como freezers contam com um sistema de controle que acionam o motor apenas quando a temperatura do interior ultrapassa um limite estabelecido para cada equipamento, dependendo do conteúdo do mesmo. Portanto mesmo que os equipamentos fiquem ligados 24h por dia, este sistema impede que o consumo seja desnecessário, acionando apenas quando a porta do equipamento fica aberta por um certo tempo em que a temperatura no interior ultrapasse o limite estabelecido ou em casos que o sistema de vedação não esteja íntegro, fazendo com que entre calor no refrigerador ou freezer e acione o motor causando desperdício de consumo.

Para cada equipamento, o tempo em que o motor fica em funcionamento é diferente, visto que o conteúdo de cada é diferente, e não é possível estipular com precisão a quantidade de horas em que cada motor está em funcionamento. Para este levantamento foi estipulado uma estimativa de horas em que o motor ficará ligado levando em conta a frequência com que cada refrigerador é utilizado ao longo de um dia de funcionamento apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Caracterização do consumo dos equipamentos de refrigeração.

Local	Modelo	Qtd	Pot Un. (W)	Qtd Hr Dia
Loja de Conveniência	Refrigerador	7	700	2h
	Freezer	3	1050	1h
Cozinha	Refrigerador	5	700	1h
	Freezer	3	1200	1h
Estoque	Refrigerador	1	700	0,5h
	Freezer	1	1050	0,5h

Fonte: Próprio Autor (2021).

6.1.4 Fornos e expositores

A loja de conveniência conta com uma padaria que contém fornos para o cozimento de alimentos e ainda expositores que mantêm o alimento na temperatura ideal, e ainda uma máquina de café de alta potência.

A Tabela 7 apresenta a relação das potências e horas por dia em que os equipamentos ficam ligados, que com exceção do expositor que fica ligado 24 horas por dia por conter alimentos que devem ficar refrigerados, os fornos funcionam apenas no início da manhã para assar os alimentos do dia e a máquina de café que é ligada por 30 segundos a cada café.

Tabela 7 - Caracterização do consumo dos equipamentos de padaria

Local	Modelo	Qtd	Pot Un. (W)	Qtd Hr Dia
Padaria	Forno	1	6300	2h
	Fermentadora	1	1200	2h
	Expositor	1	463	24h
	Freezer	1	1600	1h

Fonte: Próprio Autor (2021).

6.1.5 Bombas de combustível

As bombas de combustível líquido são compostas por um motor elétrico que é acionado quando a bomba é ligada para um abastecimento, o consumo para estes motores foi calculado através da medição de corrente do motor acionado, apresentado na Figura 18, e ainda levado em consideração a vazão da bomba em

litros/minuto para ter a estimativa de quanto tempo o motor ficará ligado em um dia de funcionamento.

Em posse da informação dos dados de placa do motor, vazão da bomba e quantidade de litros vendidos em um dia é possível estimar o tempo em que o motor fica ligado no dia. As informações do motor e da bomba são informadas na Figura 16 e 17.

Figura 16 - Dados de vazão da bomba de combustível



Fonte: Próprio Autor (2021).

Visto a ampla variação de vazão que a bomba proporciona apresentado na Figura 16, será levado em consideração ensaios efetuados em diversas abastecidas convencionais, em que o resultado obtido foi de 40L em 1 min na média, o que é um dado relevante e concreto pois fica dentro da informação do fabricante da bomba.

Os motores utilizados são da marca WEG e contam com a potência de 1cv, fator de potência 0,80 e rendimento 80%, conforme a Figura 17.

A pista de abastecimento conta com 3 ilhas de abastecimento de líquidos e cada ilha contém 3 combustíveis diferentes, cada combustível é necessário um conjunto de motor e bomba somando um total de 9 bombas e 9 motores para abastecimento de líquidos.

Figura 17 - Dados de placa do motor para bomba de combustível



Fonte: Próprio Autor (2021).

A Figura 18 apresenta a corrente de operação dos motores de 1,6A. A corrente de operação será necessária para posteriormente quando for analisado a relação entre potência fornecida e potência nominal e rendimento dos motores, sendo possível calcular os custos de perdas dos motores e a análise para troca por motores mais eficientes.

Figura 18 – Corrente de operação dos motores das bombas de combustível



Fonte: Próprio Autor (2021).

A média mensal é de 450.000 litros de líquidos abastecidos, e que contabilizado a partir da informação do ensaio de vazão da bomba de 40l/min, temos a informação que os motores ficam em funcionamento 11250 minutos, sendo 187:30 horas mensais.

6.1.6 Compressor de GNV

Este é o principal foco deste estudo, por ser a principal carga instalada no posto, o compressor GNV tem um papel fundamento no funcionamento do posto por ser o principal combustível vendido, mas também por gerar altos consumos de energia para mantê-lo em funcionamento.

A Figura 19 apresenta o compressor GNV utilizado.

Figura 19 - Compressor GNV

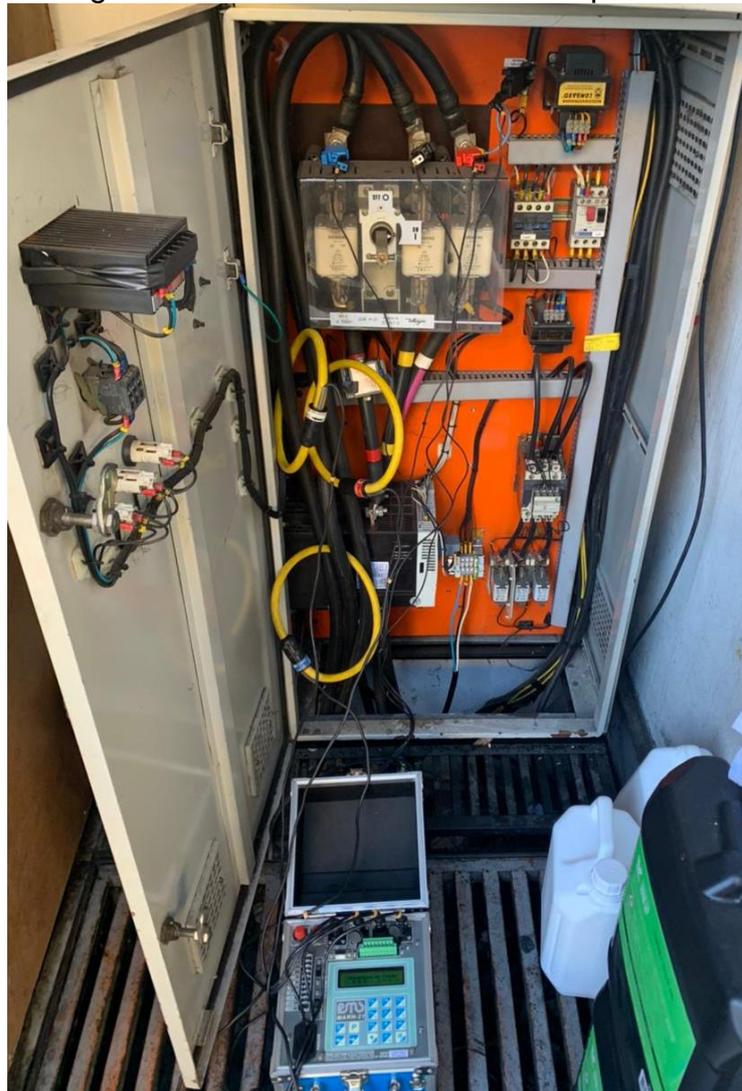


Fonte: Próprio Autor (2021).

O GNV chega da distribuidora por tubulação subterrânea, e o compressor tem como objetivo armazenar o gás e ter o produto para o abastecimento dos veículos.

O acionamento do compressor é feito por um quadro de comando apresentado na Figura 20 em que o gás é liberado para dentro do compressor quando este contém um limite mínimo necessário, assim o compressor é abastecido completamente e desliga o acionamento, ligando novamente quando este 'estoque' chega ao mínimo tolerável.

Figura 20 - Quadro de comando compressor

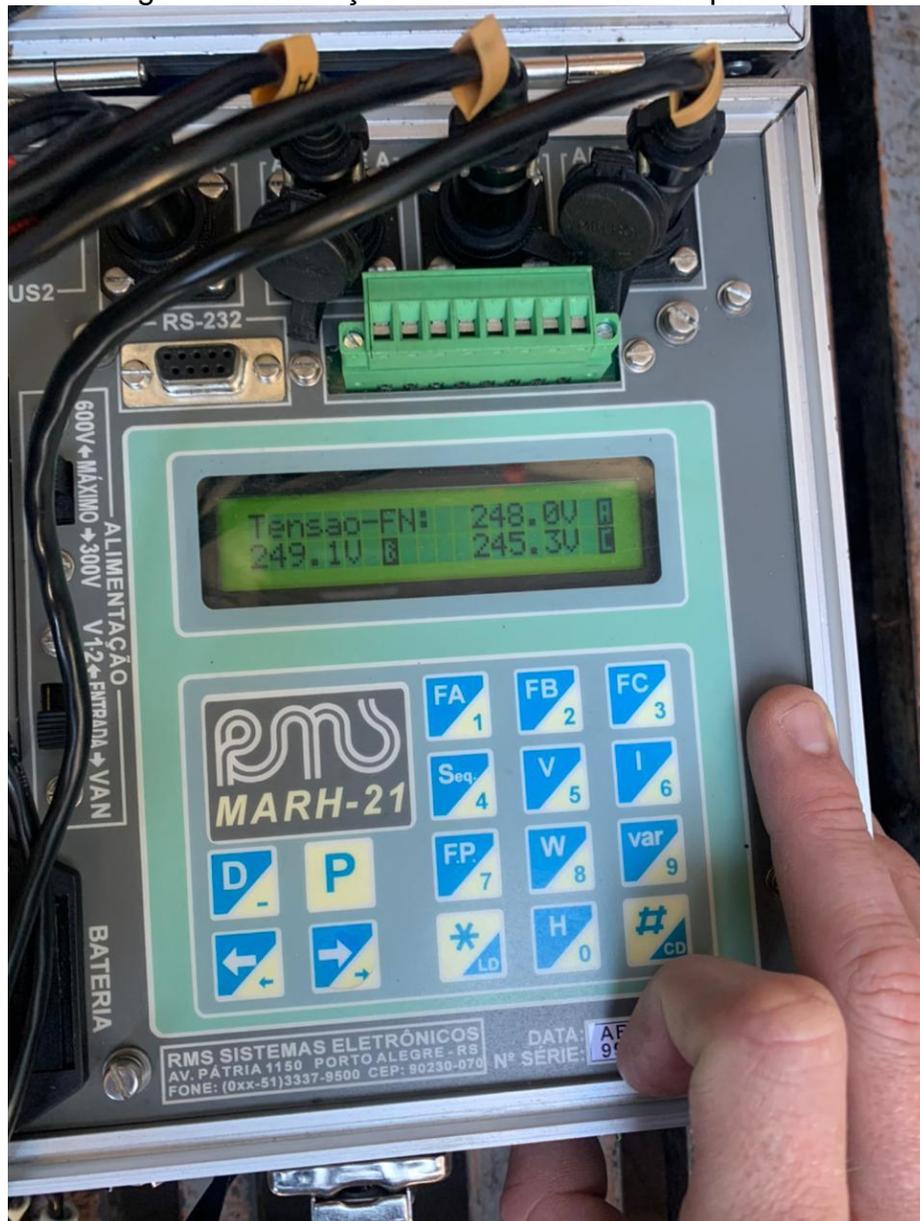


Fonte: Próprio Autor (2021).

O quadro de comando do compressor conta com um soft-starter, fusíveis e ainda contadores para o acionamento. Até o momento não foi possível obter informações precisas e contínuas para ser possível analisar o funcionamento do compressor em um período de tempo confiável para conclusões, entretanto as medições foram feitas utilizando um alicate amperímetro para obtenção de dados com maior precisão.

A Figura 21 apresenta as medições de tensão da entrada de energia do quadro de comando do compressor GNV.

Figura 21 - Medições das tensões do compressor.



Fonte: Próprio Autor (2021).

As medições de corrente foram feitas com um amperímetro alicate, em que foi possível obter a corrente que trafega pelos condutores de fase do compressor enquanto ligado, este procedimento foi repetido nas três fases com valores semelhantes, conforme apresenta a Figura 22.

Figura 22 - Medição da corrente (170,2A) do compressor



Fonte: Próprio Autor (2021).

Para obter o tempo de funcionamento do compressor, foi cronometrado em um horário de alto fluxo em que o compressor é ligado mais vezes e em outro momento com fluxo moderado, a partir dessas medições foi feita uma média estimada para um dia inteiro de funcionamento.

No acompanhamento de uma hora de alto fluxo (das 18h às 19h) o compressor ficou ligado por 20 minutos e em momentos de baixo movimento (das 14h às 15h) também acompanhado por uma hora, o compressor acionou por 10 minutos.

Com estas medições e estimativas, é possível considerar a potência consumida pelo compressor e assim finalizar a caracterização de consumo do posto por completo, levando ainda em consideração computadores e demais dispositivos elétricos que eventualmente são utilizados.

6.2 CONSUMO TOTAL

A Tabela 8 reúne os dados fornecidos nesse capítulo para identificarmos a potência total consumida mensalmente no estabelecimento estudado. Lembrando que devido à falta de equipamentos adequados para as análises, dados como o tempo de funcionamento de cada item, e as medições feitas respeitam o mesmo consumo de demais horas do funcionamento, mas isso sempre como uma estimativa.

Tabela 8 - Caracterização do consumo total.

Local	Pot Tot. (kW)	Fat. de Pot.	Pot Ap. (kVA)	Pot. Re (kvar)
Iluminação	50,70	0,98	51,73	10,30
Ar Condicionado	588,00	0,98	600,00	119,40
Motores de Refrigeração	156,75	0,90	174,17	75,92
Fornos	831,36	0,90	923,73	402,65
Motores de Combustíveis	140,62	0,80	175,78	105,47
Compressor de GNV	40.698,00	0,80	50.872,50	30.523,50
TOTAL	42.465,43	0,80	53.081,79	31.849,07

Fonte: Próprio Autor (2021).

6.3 SUGESTOES DE MELHORIAS

As análises e constatações deste documento serão associadas a um estudo de eficiência energética, apresentando assim, propostas de ações que tem como objetivo reduzir gastos com energia elétrica do empreendimento.

Para a iluminação, geladeiras e refrigeradores, o levantamento dos dados foi feito apenas para uma caracterização do consumo geral do estabelecimento.

Para os motores das bombas de combustíveis, um estudo da troca dos motores atuais por motores classe IR3 *Premium* ou *Super Premium* que consomem menos energia e entregam o mesmo resultado dos motores antigos, além de ter um custo de manutenção consideravelmente inferior e por consequência maior durabilidade.

No caso das geladeiras e refrigeradores, uma manutenção feita no sistema de vedação dos equipamentos para manter a temperatura interna quando não for aberto, assim os motores de refrigeração atuariam por menos tempo e apenas quando necessário. Entretanto, este procedimento não é possível mensurar qual seria a melhora e redução do consumo, devido ao exposto, não será analisado a eficiência desta manutenção.

A inserção de geradores de energia pode ser um dos principais meios de economia, serão apresentados na forma de gerador a diesel e GNV para os horários de ponta, considerando que é um dos principais gastos do empreendimento o

consumo entre as 18h e 21h em que o valor da tarifa é maior, além de o empreendimento ser um posto de combustível e ter o subsidio da distribuidora para comprar o diesel do gerador com um preço inferior ao trabalhado no mercado normal por ser de uso próprio.

Por fim, um estudo para implementação de energia fotovoltaica é o principal meio de geração de energia, podendo reduzir os gastos mensais com faturas de energia e transferindo estes valores para o investimento inicial da instalação da GD.

7 ANÁLISES FINANCEIRAS

As análises financeiras são de suma importância para avaliar a viabilidade da implantação de um projeto ou de um investimento, para que seja previsto a lucratividade de cada operação ou ainda rejeitar algum investimento que cause prejuízo antes mesmo de iniciar as transações. O presente capítulo apresentará os índices e meios de análise com o intuito de viabilizar os projetos propostos neste estudo.

7.1 TAXA MINIMA DE ATRATIVIDADE

Taxa Mínima de Atratividade (TMA) se refere a uma taxa mínima de juros que um investimento se torna atrativo ao investidor, portanto a TMA tem como objetivo balizar o investimento com o intuito de remunerar o retorno esperado. Portanto se em uma análise de investimento for concluído que o retorno será inferior a TMA, este investimento deverá ser rejeitado. (ASSAF NETO 2017)

7.2 VALOR PRESENTE LIQUIDO

O Valor Presente Líquido (em inglês, *Net Present Value* – NPV) é obtido ao se subtrair o valor do investimento do valor presente de suas entradas de caixa. O VPL mostra o resultado econômico do investimento atualizados. (GITMAN, 2010)

A Equação 1 apresenta o cálculo do VPL.

$$VPL = \sum_{t=1}^x \frac{FC}{(1+i)^t} - I_0 \quad (1)$$

Onde:

VPL: Valor Presente Líquido;

FC: Fluxo de Caixa (Receitas – Despesas);

i: Taxa de juros (ou TMA);

t(1;*x*): Período do projeto;

*I*₀: Investimento inicial;

Segundo Assaf Neto (2016) partir do cálculo do VPL temos critérios de avaliação para definir se o projeto deve ser aceito ou rejeitado, são três segmentos:

- a) Se o VPL for maior que zero, significa que o investimento irá trazer retorno econômico, informando que as entradas de caixa no valor presente são maiores que a saída de caixa do investimento.
- b) Se o VPL for menor que zero, significa que o investimento gerará prejuízos, pois as entradas de caixa no valor presente são menores que o investimento aplicado.
- c) Se o VPL for igual a zero, indica que o investimento não trouxe prejuízo e nem lucratividade, ou seja, as entradas de caixa são iguais a saída do caixa com o investimento.

7.3 TAXA INTERNA DE RETORNO

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é um índice de cálculo financeiro que iguala o VPL a zero apresentando o retorno do projeto. O cálculo dessa taxa indica a lucratividade de um projeto, retornando um índice que subsidia a análise do empreendedor. (GITMAN, 2010)

Quando a análise da TIR resulta em uma taxa superior à taxa mínima de atratividade que representa o valor mínimo desejado de retorno por parte dos empreendedores, trata-se de um negócio viável, que apresenta vantagem, segundo Damodaran (2002).

A Equação 2 apresenta o cálculo da TIR.

$$\sum_{t=1}^x \frac{FC}{(1+i)^t} - I0 = 0 \quad (2)$$

VPL: Valor Presente Líquido;

FC: Fluxo de Caixa (Receitas – Despesas);

i: Taxa Interna de Retorno;

t(1;x): Período do projeto;

I0: Investimento inicial;

Para Samanez (2007), a TIR apresenta uma série de vantagens e desvantagens, uma das vantagens é apresentar o resultado por meio de uma taxa, diferente do VPL que apresenta em valor presente. Algumas vantagens da TIR para Samanez (2007) é elencado a seguir:

- a) Considera o valor do dinheiro no tempo;
- b) Os resultados extraídos do cálculo são simples de interpretar;
- c) É prática de ser utilizada tanto em planilhas eletrônicas quanto em calculadoras financeiras

Também para Samanez (2007) as desvantagens da TIR são apresentadas a seguir:

- a) Parte do princípio de que todo o dinheiro projetado nos fluxos de caixa é reinvestido no próprio projeto, o que nem sempre é possível;
- b) Não deve ser utilizada em fluxos de caixa não convencionais;
- c) Revela apenas os retornos esperados, e não as possíveis perdas relacionadas ao investimento;
- d) Não leva em consideração os custos do investimento, ou seja, não leva em conta as saídas de caixa após a geração do fluxo;
- e) Há uma necessidade de encontrar de forma exata a estimativa inicial de um projeto.

Mesmo com uma série de desvantagens, a utilização da TIR como indicador de viabilidade de negócios é um recurso indispensável para empreendedores.

7.4 PAYBACK

O período de retorno do investimento, ou *payback*, é um método para mensurar o tempo em que o investimento será recuperado em sua totalidade calculado em torno de suas entradas de caixa (GITMAN, 2010).

O *payback* é o método mais utilizado para análise de investimentos, nas avaliações de longo prazo, funciona como um controle de risco buscando reduzir ao máximo o período máximo de retorno do investimento (LEMES JUNIOR, 2010).

Existem duas maneiras de se calcular o *payback* de um investimento, o *payback* simples e o *payback* descontado. O primeiro é considerado falho pois apenas leva em consideração o valor gasto e o tempo de retorno tornando sucessível a riscos ao valor do dinheiro no tempo, e será apresentado na Equação 3 (ROSS, 2013).

$$n = \frac{I}{A} \quad (3)$$

Onde:

n: Tempo de retorno simples;

I: Investimento realizado;

A: Economia proporcionada;

Já o *payback* descontado leva ainda em consideração a taxa de juros que deve ser considerada para reduzir os riscos do cálculo, e será apresentado na Equação 4 (ROSS, 2013)

$$n = \frac{\ln(1 - (I \cdot \frac{i}{A}))}{\ln(1 - i)} \quad (4)$$

Onde:

n: Tempo de retorno simples;

I: Investimento realizado;

A: Economia proporcionada;

i: Taxa de juros;

Ross (2013) afirma que o *payback* é considerado o equilíbrio contábil, por ser o momento em que os gastos se igualam ao investimento inicial. Por ser simples, é importante para analisar decisões de investimento.

8 ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE MELHORIAS

Este capítulo tem por objetivo apresentar um estudo de propostas para mitigar os gastos com energia elétrica efetuando a substituição de equipamentos e/ou a inserção de geradores de energia.

Um dos principais meios de economia de energia é a utilização de equipamentos com maior eficiência, que possibilitam a realização de um mesmo trabalho ou oferecem o mesmo resultado utilizando menor energia elétrica.

No setor de iluminação, a parcela de consumo é muito inferior as demais, sendo pouco significativo a redução do consumo frente ao total conforme apresentado na Tabela 8, por este motivo, não será apresentado uma proposta para substituição das lâmpadas por LED.

Para os refrigeradores e fornos, conforme apresentado na Figura 15, por exemplo, seu consumo é próximo ao nominal dos equipamentos, e portanto não justifica uma manutenção nas vedações para melhorar seu rendimento. Além de que não é possível mensurar uma melhora neste quesito e a análise ser muito subjetiva sem valores e resultados concretos.

No caso dos motores para as bombas de combustível, será apresentado neste capítulo a análise financeira para a troca dos motores, analisando a utilização de duas classes de motores, a IR3 *Premium* e o *Super Premium*.

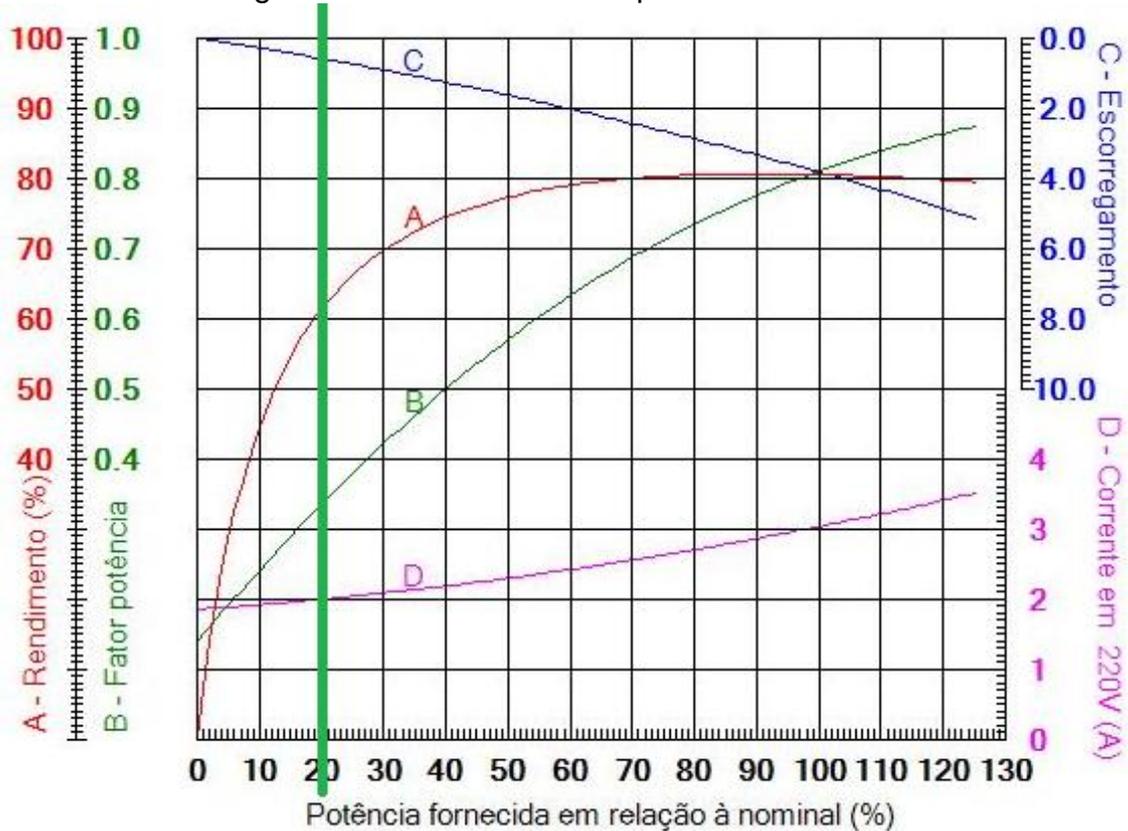
Ainda a análise econômica da inserção de geradores a diesel e GNV para funcionamento em horários de ponta, e a instalação de uma usina solar para geração integral do consumo.

8.1 TROCA DOS MOTORES DAS BOMBAS DE COMBUSTÍVEL.

A utilização de motores IR3 *Premium* ou *Super Premium* é avaliada em relação ao seu rendimento que reduz as perdas em relação as potências de entrada e saída do motor.

A Figura 23, Figura 24 e Figura 25 apresentam as curvas de desempenho dos motores IR2, IR3 *Premium* e *Super Premium*, com a marcação indicando a corrente de 1,6A conforme Figura 18, para ser conhecido o rendimento e a potência fornecida em relação a nominal.

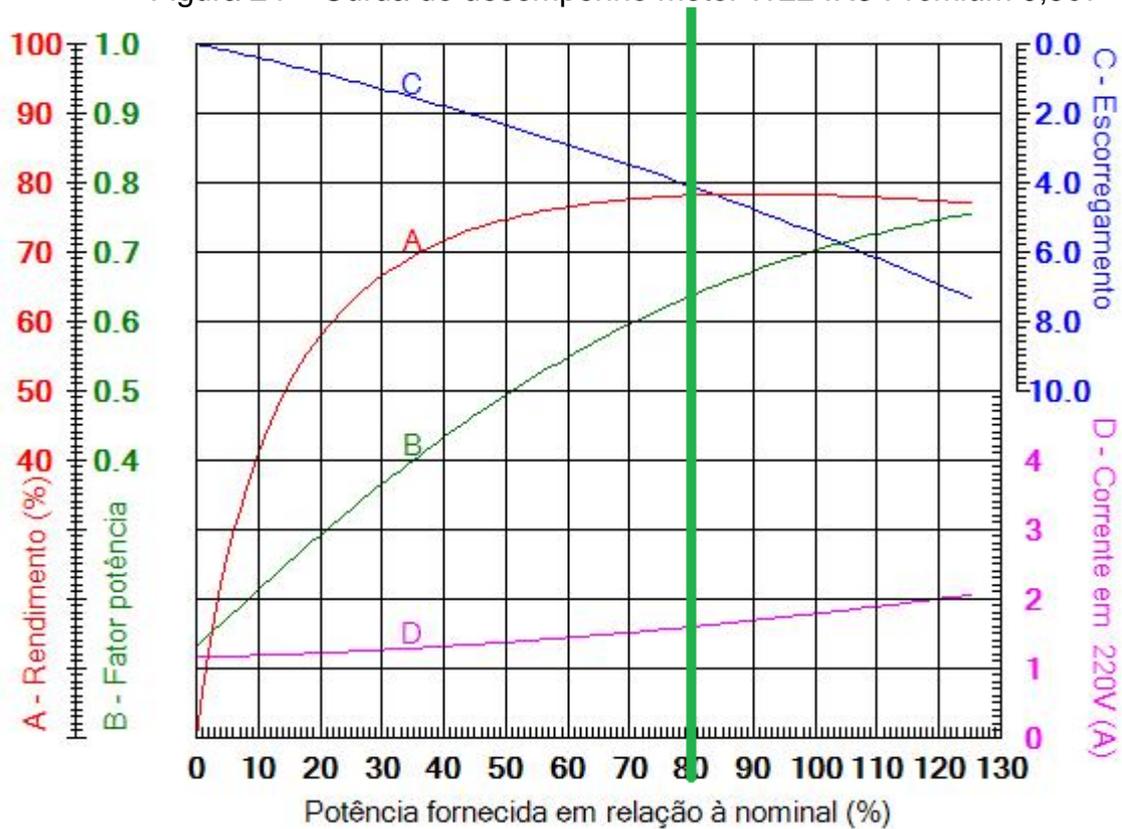
Figura 23 – Curva de desempenho motor W22 IR2 1cv



Fonte: Site WEG (2021).

Pode-se observar a partir da Figura 23 que o motor de 1cv que está em operação está superdimensionado para a esta utilização, pois o rendimento do motor é de 60%, portanto para a análise do motor IR3 *Premium* será analisado o motor de 0,5cv apresentado na Figura 24

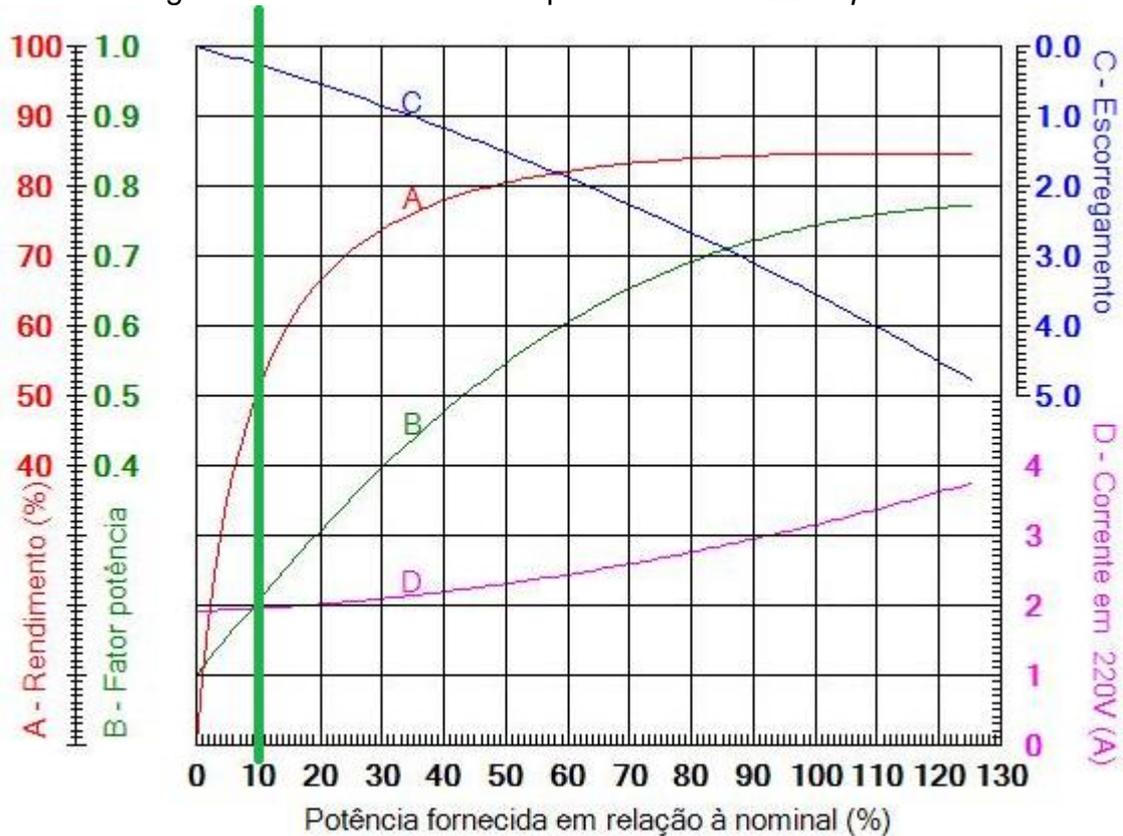
Figura 24 – Curva de desempenho motor W22 IR3 *Premium* 0,5cv



Fonte: Site WEG (2021).

A partir da Figura 24, com a utilização do motor de 0,5cv, o rendimento do motor fica em torno de 79%, o que já apresenta um rendimento melhor para esta operação.

Dentro da linha de motores *Super Premium* a menor potência disponível é de 1cv (WEG, 2021) devido a isso, será analisado o motor de 1cv na Figura 25.

Figura 25 – Curva de desempenho motor W22 *Super Premium* 1cv

Fonte: Site WEG (2021).

Com a Figura 25, pode-se observar que o rendimento do motor é de 50% o que torna também o motor *Super Premium* superdimensionado, e não será considerado a substituição pelo rendimento ser inferior ao motor atual.

A partir da Figura 23, Figura 24 e Figura 25 tendo as relações de rendimento e potência fornecida, a Tabela 9 apresenta as perdas de potência dos motores analisados.

Tabela 9 – Relação de rendimento e potências dos motores

Motor	Pot (cv)	Pot (kW)	Rendi. (%)	Pot Saída (kW)	Perdas (kW)
IR2	1	0,74	60%	0,44	0,29
IR3 Prem.	0,5	0,37	79%	0,29	0,08
S. Prem.	1	0,74	50%	0,37	0,37

Fonte: Próprio Autor (2021).

A partir da Tabela 9, é possível verificar que as perdas do motor *Super Premium* são maiores que o motor IR2 atual, o que justifica este motor não ser considerado para troca.

Levando em consideração que cada motor é utilizado por 187,5 horas mensais conforme detalhado no item 6.1.5 deste estudo, sendo 9 motores totalizando 20250 horas por ano, e ainda os custos de tarifa de consumo informado na Figura 13, a economia de gastos anuais serão apresentados na Tabela 10, conforme Equação 5.

Será considerado 70% do valor das tarifas de consumo fora de ponta e 30% das tarifas de ponta, devido não ser possível a exatidão da quantidade de horas em funcionamento dos motores em cada faixa horaria, e o fluxo de movimento não ser consistente em todos os dias.

$$C = hrs * P * (0,3 * ponta + 0,7 * foraponta) \quad (5)$$

Onde:

C: Custo anual das perdas;

ponta: Custo total do consumo na ponta (TUSD+TE) em R\$/kW;

foraponta: Custo total do consumo fora ponta (TUSD+TE) em R\$/kW;

P: Perdas dos motores em kW

hrs: Horas de funcionamento do motor em 1 ano;

Conforme a Figura 13, a TUSD na ponta 1,41 R\$/kWh e fora ponta 0,13 R\$/kWh e a TE na ponta 0,67 R\$/kWh e fora ponta 0,4 R\$/kWh e as perdas para cada motor informado na Tabela 9.

Tabela 10 – Custos das perdas dos motores

Motor	Hr/Ano	R\$/kW	Perdas (kW)	Custo Perdas
IR2	20250	0,995	0,29	R\$ 5.843,14
IR3 <i>Prem.</i>	20250	0,995	0,08	R\$ 1.611,90
<i>S. Prem.</i>	20250	0,995	0,37	R\$ 7.455,04

Fonte: Próprio Autor (2021).

Após o cálculo das perdas anuais pelos motores apresentado na Tabela 10, o custo com os motores IR3 *Premium* é de R\$1.611,90 gerando uma economia anual comparada aos motores IR2 de R\$4.231,24.

Para o motor IR3 *Super Premium* um custo com perdas ainda maior, de R\$7.455,04 anuais.

8.1.1 Viabilidade econômica para troca por motores IR3 *Premium*

A viabilidade econômica troca dos motores das bombas de combustível por motores IR3 *Premium* foi elaborada a partir dos valores de aquisição e instalação do equipamento, conforme Tabela 11 a seguir em conjunto com os conceitos de análise de investimentos apresentados no capítulo 7 deste estudo.

Tabela 11 – Custo de aquisição e instalação dos motores IR3 *Premium*.

Descrição	Quantidade	Valor Total	
Motor 1 CV WEG IR3 <i>Premium</i>	9	R\$	8.502,12
Instalação	9	R\$	900,00
VALOR TOTAL		R\$	9.402,12

Fonte: Próprio Autor (2021).

Combinando o custo total de implementação conforme a Tabela 11 e com a economia anual apresentada no item 8.1, assumindo uma TMA de 10% que se justifica ao comparar este investimento para redução de tarifa com energia elétrica á outros investimentos de pouco risco como poupança e CDB, e também com outros investimentos que trazem maior risco ao investimento porem que rendem um retorno maior como investimentos na bolsa e moedas virtuais.

A Tabela 12 apresenta o *payback* simples conforme Equação 3 e o *payback* descontado conforme Equação 4.

Tabela 12 – Payback Simples e Payback Descontado motores IR3 *Premium*.

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo Descontado	Payback Descontado
0	-R\$ 9.402,12	-R\$ 9.402,12	-R\$ 9.402,12
1	R\$ 4.231,24	R\$ 3.846,58	-R\$ 5.555,54
2	R\$ 4.231,24	R\$ 3.496,89	-R\$ 2.058,65
3	R\$ 4.231,24	R\$ 3.178,99	R\$ 1.120,35
4	R\$ 4.231,24	R\$ 2.889,99	R\$ 4.010,34
5	R\$ 4.231,24	R\$ 2.627,27	R\$ 6.637,61
6	R\$ 4.231,24	R\$ 2.388,42	R\$ 9.026,03
7	R\$ 4.231,24	R\$ 2.171,30	R\$ 11.197,33
8	R\$ 4.231,24	R\$ 1.973,90	R\$ 13.171,23
9	R\$ 4.231,24	R\$ 1.794,46	R\$ 14.965,69
10	R\$ 4.231,24	R\$ 1.631,33	R\$ 16.597,02
11	R\$ 4.231,24	R\$ 1.483,02	R\$ 18.080,04
12	R\$ 4.231,24	R\$ 1.348,20	R\$ 19.428,25
13	R\$ 4.231,24	R\$ 1.225,64	R\$ 20.653,88
14	R\$ 4.231,24	R\$ 1.114,22	R\$ 21.768,10
15	R\$ 4.231,24	R\$ 1.012,93	R\$ 22.781,03

Fonte: Próprio Autor (2021).

Pode-se observar pela Tabela 12 que pelo baixo investimento, comparado a economia anual que a substituição dos motores ocasionaria, apresenta um resultado positivo a partir do terceiro ano após a substituição, e que trará uma economia significativa para o estabelecimento.

Conforme Equação 1 e Equação 2 para cálculo da VPL e TIR respectivamente, foi analisado o cenário de 5, 10 e 15 anos para efeito de comparação da viabilidade econômica apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 – Comparativo de cenários motores IR3 *Premium*.

Índice	5 anos	10 anos	15 anos
VPL	R\$ 6.637,61	R\$ 16.597,02	R\$ 22.781,03
TIR	35%	44%	45%
<i>Payback Simples</i>	Positivo	Positivo	Positivo
<i>Payback Descontado</i>	Positivo	Positivo	Positivo

Fonte: Próprio Autor (2021).

Tendo todos os valores positivos já no 5º ano do investimento, esta manobra é eficiente e garante uma redução no consumo de energia elétrica devido a diminuição das perdas consideradas do motor IR2 de 1cv que está superdimensionado para esta utilização. Sendo o motor IR3 *Premium* de 0,5cv uma escolha assertiva após a análise financeira apresentada na Tabela 12 e Tabela 13.

8.2 INSERSÃO DE GERADORES DE ENERGIA

Conforme mencionado anteriormente, o presente estudo irá avaliar a viabilidade técnica e financeira da inserção de geradores de energia elétrica no local e assim apresentar possíveis benefícios financeiros ao empreendimento com economia de gastos com energia elétrica.

Inicialmente os geradores analisados seriam um CMG a diesel para a geração nos horários de ponta e painéis solares para geração contínua de energia, entretanto ao consultar empresas fornecedoras do CMG a diesel, também foi proposto uma terceira opção de geração nos horários de ponta sendo um CMG a GNV, devido ao posto de combustível que está sendo feito o estudo possuir este produto viabilizando tecnicamente a instalação deste equipamento.

8.2.1 Conjunto motor gerador a óleo diesel

O CMG é um dos principais focos neste presente estudo, sabendo que o empreendimento analisado é um posto de combustível em que os horários de ponta (das 18:00 às 21:00), onde o valor do kWh é elevado na concessionária além de ser o horário com maior movimentação de clientes do posto, gerando um maior consumo de energia elétrica, o CMG utilizado nos horários de ponta pode ser um aliado na redução de custos com energia elétrica, devido ao posto ter um valor reduzido do óleo diesel comparado ao restante do mercado devido a comprar diretamente da distribuidora e ser para utilização própria.

As especificações do gerador serão apresentadas no *DataSheet* do equipamento no Anexo A.

Como pode-se verificar na Figura 13, a demanda única mensal é de 130kW, levando em consideração o CMG no modo de operação *PRIME*, que se refere a utilização em regime horários programados, a potência gerada é de 192kW (Anexo A) podendo definir que o CMG irá operar em 67% da sua capacidade nominal, que permite uma expansão na demanda utilizada no empreendimento.

O consumo do CMG é de 53,2 l/h para sua potência nominal de 192kW (MWM, 2021) e considerando a demanda necessária para utilização de 130kW (Figura 13) o consumo será de 36 l/h e ao final do mês utilizando a geração nos

horários de ponta, considerando apenas os dias úteis totalizam 66 horas mensais serão consumidos 2.376 litros de diesel.

8.2.1.1 Custo de geração do CMG

O custo de operação para geração de energia para o gerador a diesel, se dá especificamente ao valor do diesel que no caso do estabelecimento em estudo ser um posto de combustível, a compra do óleo diesel é facilitada por ter um subsídio da distribuidora por utilizar o combustível para uso próprio, tornando-o mais barato do que a compra para revenda.

O cálculo para o custo do consumo em R\$/kWh apresentado na Equação 6 (NOCERA, Alisson D. 2015).

$$C_o = \frac{C_c * C_d}{D_m} \quad (6)$$

Onde:

C_o : Custo de operação em R\$/kWh;

C_c : Consumo de combustível em litros por hora;

C_d : Custo do diesel em reais por litro;

D_m : Demanda média mensal em kW;

$$1,13 = \frac{36 * 4,10}{130} \quad (6)$$

O preço do diesel S10 consultado em agosto/2021 é de R\$4,10 (Ipiranga, 2021) com a demanda de 130kW e consumo de 36 l/h, o custo para geração será de 1,135 R\$/kWh.

8.2.1.2 Custo de manutenção do CMG

O custo de manutenção preventiva e corretiva do CMG, apresentada pela empresa fornecedora do equipamento, para manter o correto funcionamento e os níveis de geração ideais é de R\$1.000,00 e está incluindo eventuais peças e lubrificantes que sejam necessários para substituição.

O custo de manutenção em R\$/kWh é apresentado na Equação 7 (NOCERA, Alisson D. 2015)

$$C_m = \frac{M_m}{h * d} \quad (7)$$

Onde:

C_m : Custo de manutenção em R\$/kWh;

M_m : Custo de manutenção mensal em R\$;

h : Horas de operação diária;

d : Quantidade de dias em operação mensal;

D_m : Demanda média mensal em kW;

$$0,116 = \frac{1000}{\frac{3 * 22}{130}} \quad (7)$$

O custo da manutenção obtido foi de 0,116 R\$/kWh. Somado ao custo da geração, temos um custo total de 1,251 R\$/kWh.

8.2.1.3 Economia anual do custo de geração

A economia anual leva em consideração o valor gasto com a tarifa de ponta da concessionária e o custo total de geração do CMG e ainda o consumo anual total nos horários de ponta. A Equação 8 apresenta o cálculo.

$$E = (TPte + TPtusd - Cg) * Cp \quad (8)$$

Onde:

E : Economia anual em reais;

$TPte$: TE consumo ponta Horo-sazonal Verde em R\$/kWh;

$TPtusd$: TUSD consumo ponta Horo-sazonal Verde em R\$/kWh;

Cg : Custo de geração do CMG em R\$/kWh;

Cp : Consumo anual na ponta em kWh;

$$58.076,06 = (0,6754 + 1,5078 - 1,251) * 62300 \quad (8)$$

O custo da TPte e da TPtUSD é de R\$0,6754 R\$/kWh e 1,5078 R\$/kWh respectivamente (RGE, 2021) e o consumo anual utilizando como média os valores em horário de ponta da Figura 13 e multiplicando por 12 meses é aproximadamente 62.300kWh associado ao custo de geração de 1,251 R\$/kWh somando as equações 1 e 2, temos uma economia anual de R\$58.076,06.

8.2.1.4 Viabilidade econômica

A viabilidade econômica da implementação do gerador a diesel foi elaborada a partir dos valores de aquisição e instalação do equipamento, conforme Tabela 14 em conjunto com os conceitos de análise de investimentos apresentados no capítulo 7 deste estudo.

Tabela 14 – Custo de aquisição e instalação gerador a diesel.

Descrição	Quantidade	Valor Total	
Grupo Gerador MWM - MGD200.60	1	R\$	146.650,00
Controlador para operação em Rampa	1		
Regulador eletrônico de velocidade	1		
Painel de Transferencia Automatica Tripolar	1		
Instalação	1	R\$	30.000,00
VALOR TOTAL		R\$	176.650,00

Fonte: Próprio Autor (2021).

Combinando o custo total de implementação conforme a Tabela 14 e com a economia anual obtida no item 8.2.1.3, assumindo uma TMA de 10% que se justifica ao comparar este investimento para redução de tarifa com energia elétrica á outros investimentos de pouco risco como poupança e CDB, e também com outros investimentos que trazem maior risco ao investimento porem que rendem um retorno maior como investimentos na bolsa e moedas virtuais.

A Tabela 15 apresenta o *payback* simples conforme Equação 3 e o *payback* descontado conforme Equação 4.

Tabela 15 – Payback Simples e Payback Descontado gerador a diesel.

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo Descontado	Payback Descontado
0	-R\$ 176.650,00	-R\$ 176.650,00	-R\$ 176.650,00
1	R\$ 58.076,06	R\$ 52.796,42	-R\$ 123.853,58
2	R\$ 58.076,06	R\$ 47.996,74	-R\$ 75.856,84
3	R\$ 58.076,06	R\$ 43.633,40	-R\$ 32.223,43
4	R\$ 58.076,06	R\$ 39.666,73	R\$ 7.443,30
5	R\$ 58.076,06	R\$ 36.060,66	R\$ 43.503,96
6	R\$ 58.076,06	R\$ 32.782,42	R\$ 76.286,38
7	R\$ 58.076,06	R\$ 29.802,20	R\$ 106.088,58
8	R\$ 58.076,06	R\$ 27.092,91	R\$ 133.181,49
9	R\$ 58.076,06	R\$ 24.629,92	R\$ 157.811,41
10	R\$ 58.076,06	R\$ 22.390,84	R\$ 180.202,25
11	R\$ 58.076,06	R\$ 20.355,30	R\$ 200.557,55
12	R\$ 58.076,06	R\$ 18.504,82	R\$ 219.062,38
13	R\$ 58.076,06	R\$ 16.822,57	R\$ 235.884,94
14	R\$ 58.076,06	R\$ 15.293,24	R\$ 251.178,18
15	R\$ 58.076,06	R\$ 13.902,95	R\$ 265.081,13

Fonte: Próprio Autor (2021).

Pode-se observar pela Tabela 15 que o investimento sendo analisado pelo *payback* simples teria um retorno em 8 anos, e pelo *payback* descontado, o retorno seria de 14 anos.

Conforme Equação 1 e Equação 2 para cálculo da VPL e TIR respectivamente, foi analisado o cenário de 5 e 10 anos para efeito de comparação da viabilidade econômica apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Comparativo de cenários gerador a diesel.

Índice	5 anos	10 anos
VPL	R\$ 43.503,96	R\$ 180.202,25
TIR	19%	31%
<i>Payback</i> Simples	Positivo	Positivo
<i>Payback</i> Descontado	Positivo	Positivo

Fonte: Próprio Autor (2021).

Tendo todos os índices positivos, conforme a Tabela 16, o investimento torna-se viável já no cenário de 5 anos.

8.2.2 Conjunto motor gerador a gás natural veicular (GNV)

A fim de analisar todas as possibilidades de economia de energia, foi elaborado um estudo para a geração a partir do GNV devido ao posto de

combustível em questão ter este produto e assim sendo viável a instalação de um CMG a partir deste combustível.

As especificações do gerador GNV serão apresentadas no *DataSheet* do equipamento no Anexo B.

Com a demanda de 130kW (Figura 13) e levando em consideração o CMG no modo de operação *PRIME*, que se refere a utilização em regime horários programados, a potência gerada é de 160kW (Anexo B) podendo definir que o CMG irá operar em 81% da sua capacidade nominal, que permite uma expansão na demanda utilizada no empreendimento.

O consumo do CMG é de 56.6 m³/h para sua potência nominal de 160kW (MWM, 2021) e considerando a demanda necessária para utilização de 130kW (Figura 13) o consumo será de 46 m³/h e ao final do mês utilizando a geração nos horários de ponta, considerando apenas os dias úteis totalizam 66 horas mensais serão consumidos 3.035 m³ de GNV.

8.2.2.1 Custo de geração do CMG

O custo de operação para geração de energia para o gerador a GNV, se dá especificamente ao valor do GNV.

Para o cálculo do o custo do consumo em R\$/kWh podemos utilizar a mesma Equação 6.

$$1,19 = \frac{46 * 3,37}{130} \quad (6)$$

O preço do m³ de GNV, consultado em agosto/2021 é de R\$3,37 (Ipiranga, 2021) com a demanda de 130kW e consumo de 46 m³/h, o custo para geração será de 1,19 R\$/kWh.

8.2.2.2 Custo de manutenção do CMG

O custo de manutenção preventiva e corretiva do CMG a GNV, apresentada pela empresa fornecedora do equipamento, é o mesmo informado no item 8.2.1.2 deste estudo, e contempla os mesmos objetivos.

O cálculo para o de manutenção em R\$/kWh é o mesmo utilizado na Equação 7.

$$0,116 = \frac{1000}{\frac{3 * 22}{130}} \quad (7)$$

O custo da manutenção obtido foi de 0,116 R\$/kWh. Somado ao custo da geração, temos um custo total de 1,308 R\$/kWh.

8.2.2.3 Economia Anual de Custo de Geração

A economia anual segue o mesmo cálculo utilizado no item 8.2.1.3, utilizando a Equação 8.

$$54.524,96 = (0,6754 + 1,5078 - 1,308) * 62300 \quad (8)$$

Os custos da tarifa de ponta e consumo anual apresentados no item 8.2.1.3 associado ao custo de geração de 1,308 R\$/kWh, temos uma economia anual de R\$54.524,96.

8.2.2.4 Viabilidade econômica

A viabilidade econômica da implementação do gerador a GNV foi elaborada a partir dos valores de aquisição e instalação do equipamento, conforme Tabela 17 em conjunto com os conceitos de análise de investimentos apresentados no capítulo 7 deste estudo.

Tabela 17 – Custo de aquisição e instalação gerador a GNV.

Descrição	Quantidade	Valor Total	
Grupo Gerador MWM - MGD200.60	1	R\$	198.270,00
Controlador para operação em Rampa	1		
Regulador eletrônico de velocidade	1		
Painel de Transferencia Automatica Tripolar	1		
Instalação	1	R\$	30.000,00
VALOR TOTAL		R\$	228.270,00

Fonte: Próprio Autor (2021).

Combinando o custo total de implementação conforme a Tabela 17 e com a economia anual obtida no item 8.2.2.3, assumindo uma TMA de 10% a Tabela 18 apresenta o *payback* simples conforme Equação 3 e o *payback* descontado conforme Equação 4.

Tabela 18 – Payback Simples e Payback Descontado gerador a GNV.

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo Descontado	Payback Descontado
0	-R\$ 228.270,00	-R\$ 228.270,00	-R\$ 228.270,00
1	R\$ 54.524,96	R\$ 49.568,15	-R\$ 178.701,85
2	R\$ 54.524,96	R\$ 45.061,95	-R\$ 133.639,90
3	R\$ 54.524,96	R\$ 40.965,41	-R\$ 92.674,49
4	R\$ 54.524,96	R\$ 37.241,28	-R\$ 55.433,21
5	R\$ 54.524,96	R\$ 33.855,71	-R\$ 21.577,50
6	R\$ 54.524,96	R\$ 30.777,92	R\$ 9.200,42
7	R\$ 54.524,96	R\$ 27.979,93	R\$ 37.180,34
8	R\$ 54.524,96	R\$ 25.436,30	R\$ 62.616,64
9	R\$ 54.524,96	R\$ 23.123,91	R\$ 85.740,54
10	R\$ 54.524,96	R\$ 21.021,73	R\$ 106.762,28
11	R\$ 54.524,96	R\$ 19.110,67	R\$ 125.872,94
12	R\$ 54.524,96	R\$ 17.373,33	R\$ 143.246,27
13	R\$ 54.524,96	R\$ 15.793,94	R\$ 159.040,21
14	R\$ 54.524,96	R\$ 14.358,13	R\$ 173.398,34
15	R\$ 54.524,96	R\$ 13.052,84	R\$ 186.451,18

Fonte: Próprio Autor (2021).

Pode-se observar pela Tabela 18 que o investimento sendo analisado pelo *payback* simples teria um retorno em 5 anos, e pelo *payback* descontado, o retorno seria de 6 anos.

Conforme Equação 1 e Equação 2 para cálculo da VPL e TIR respectivamente, foi analisado o cenário de 5 e 10 anos para efeito de comparação da viabilidade econômica apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 – Comparativo de cenários gerador a GNV.

Índice	5 anos	10 anos
VPL	-R\$ 21.577,50	R\$ 106.762,28
TIR	6%	20%
<i>Payback</i> Simples	Positivo	Positivo
<i>Payback</i> Descontado	Negativo	Positivo

Fonte: Próprio Autor (2021).

Tendo todos os índices positivos, conforme a Tabela 19, o investimento torna-se viável no cenário de 10 anos.

8.2.3 Geração de energia solar

A geração de energia solar tem sido um grande artifício para comércios, indústrias e residências reduzirem os gastos com energia elétrica, sendo uma energia limpa e renovável em que o custo de geração após a implantação do sistema é zero, o que torna a energia solar atrativa e vantajosa a todo tipo de consumidor.

No posto de combustíveis que está sendo analisado neste estudo não seria diferente, um projeto de energia solar será apresentado neste capítulo e avaliado em questões técnicas e financeiras para sua viabilidade de implementação.

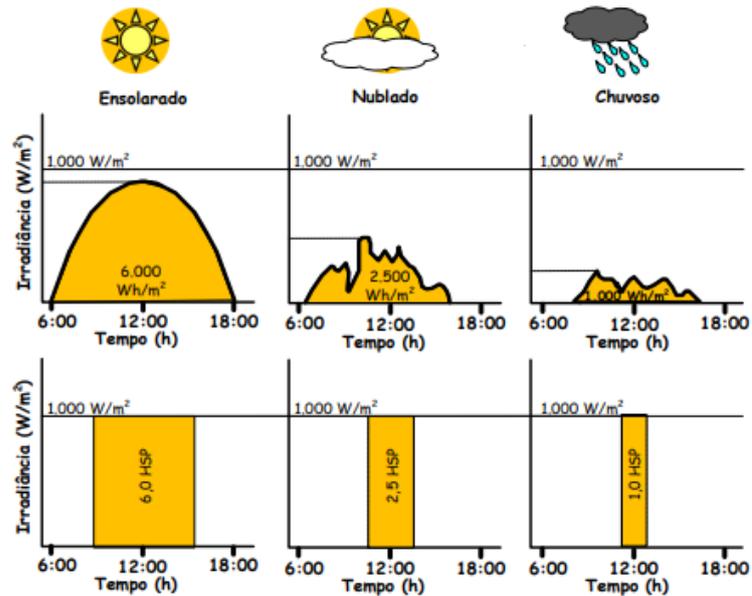
8.2.3.1 Potência Irradiada

Segundo Pinho e Galdinho (2014), um gerador fotovoltaico tem como principal característica as suas dependências de geração da irradiância solar e a temperatura sobre os módulos, ainda com a irradiância com maior significância.

Como há uma forte linearidade entre a produção de energia e a irradiação horária, é possível medir o seu valor médio diário em kWh/m² em conjunto com o número de Horas de Sol Pleno (HSP) que é a quantidade de horas em que a irradiância solar deve permanecer constante e igual a 1 kW/m². (PINHO; GALDINHO, 2014)

A Figura 26 exemplifica a relação entre a irradiância solar e o conceito de HSP.

Figura 26 – relação entre irradiância (W/m^2) e HSP.

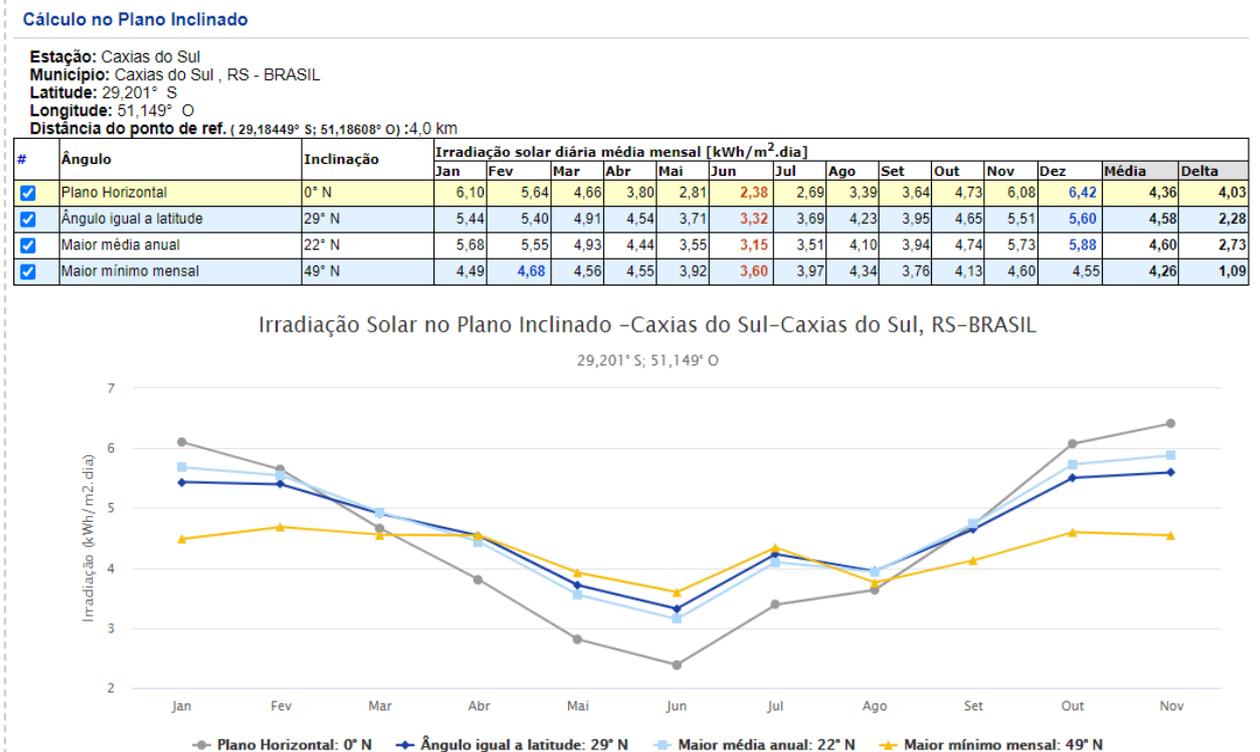


Fonte: Pinho e Galdinho (2014).

Pode-se observar que mesmo com dia chuvoso, a irradiação solar se manteve em $1 \text{ kW}/\text{m}^2$ ($1000 \text{ W}/\text{m}^2$) mesmo que com uma quantidade de HSP inferior ao dia ensolarado.

Para obter os valores de irradiação solar diária para a cidade de Caxias do Sul, e ainda a inclinação ideal dos módulos para o melhor aproveitamento na geração, foi utilizado a ferramenta desenvolvida pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio Brito (CRESESB), com os resultados obtidos para as coordenadas $29,201^\circ \text{ S}$ e $51,149^\circ \text{ O}$, apresentados na Figura 27.

Figura 27 – Irradiação anual e ângulo de inclinação.



Fonte: CRESESB (2021).

Para alcançar a maior média anual de irradiação solar, com 4,60 kWh/m².dia é necessário a inclinação de 22° N nos módulos. Estes valores serão considerados para o dimensionamento ideal do sistema.

8.2.3.2 Dimensionamento

A potência do sistema é definida a partir do consumo diário necessário em relação com a irradiação solar média anual no local de instalação. Devido a variação de irradiação durante o ano, após análise de diversos sistemas de geração solar foi definido uma taxa de desempenho do sistema solar de 80% da sua capacidade total. A potência do sistema pode ser encontrada através da Equação 9 (PINHO; GADINHO, 2014).

$$P = \frac{Cm}{\frac{Td}{Im} \cdot Icntp} \quad (9)$$

Onde:

P: Potência fotovoltaica de pico em kWp;

C_m : Consumo médio diário em kWh;

I_m : Potência média anual irradiada pelo Sol no local em kWh/m²;

I_{cntp} : 1kW/m²;

T_d : Taxa de desempenho do sistema;

Deve-se levar em conta que o posto de combustível a ser analisado pertence ao Grupo A da concessionária, portanto a tarifa de TE dos horários de ponta e fora de ponta são diferentes. Portanto é necessário utilizar um fator de ajuste devido a maior parte da geração estar presente nos horários fora de ponta, e considerar a compensação para os horários de ponta. Conforme Equação 10 de ANEEL (2016).

$$C_m = C_{mFP} + \frac{C_{mP}}{\frac{TE_{fp}}{TE_p}} \quad (10)$$

Onde:

C_m : Consumo médio diário em kWh;

C_{mFP} : Consumo médio diário no horário fora de ponta em kWh;

C_{mP} : Consumo médio diário no horário de ponta em kWh;

TE_{fp} : Tarifa de Energia aplicado ao consumo fora de ponta em R\$/kWh;

TE_p : Tarifa de Energia aplicado ao consumo na ponta em R\$/kWh;

$$1611,11 = 1207,53 + \frac{240,86}{\frac{0,4056}{0,6796}} \quad (10)$$

$$432,16 = \frac{\frac{1611,11}{0,8}}{\frac{4,66}{1}} \quad (9)$$

Utilizando os valores encontrados na Figura 13, em que o consumo mensal de ponta é 5.299,66 kWh, dividindo por 22 que são os dias úteis mensais temos 240,86kWh o C_{mP} diário, e o consumo mensal fora de ponta de 36.226,96 kWh, dividindo por 30 para termos o C_{mFP} diário sendo 1207,53 kWh e ainda as tarifas TE_{fp} e TE_p são respectivamente 0,4056 R\$/kWh e 0,6796 R\$/kWh, o consumo médio diário após o fator de correção apresentado na Equação 9 é 1611,11 kWh, resultando em uma potência total do sistema de 432,16 kW, conforme Equação 8. Será utilizado o valor de 435 kW para facilitar cálculos futuros.

Após a definição da potência total do sistema, a quantidade de módulos fotovoltaicos é determinada pela Equação 11.

$$Nm = \left(\frac{P}{Pm} \right) \quad (11)$$

Onde:

Nm: Número de módulos;

P: Potência de pico do sistema em Wp;

Pm: Potencia nominal do módulo em W;

O módulo escolhido é o modelo LP182-M-78-MH da marca Leapton, que possui uma potência de 590W e demais informações apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20 – Módulo LP182-M-78-MH.

Índice	Valor
Potência	590W
Tensão em Circuito Aberto	53,7V
Corrente de Curto Circuito	13.94A
Tensão Máxima de Operação	44,80V
Corrente Máxima de Operação	13,17A
Eficiência	21,30%

Fonte: Leapton (2021).

$$738 = \left(\frac{435000}{590} \right) \quad (11)$$

Aplicando a Equação 11 com a potência do módulo indicado na Tabela 20, temos um total de 738 módulos necessários para gerar a potência total do sistema.

Para a determinação dos inversores de frequência, deve ser atendida a Equação 12, mesmo sendo observado que o dimensionamento de um inversor inferior ao definido é comumente utilizado para a redução dos custos do projeto, tendo em vista que por depender de fatores climáticos a geração raramente atingirá o seu pico.

$$0,75 < \frac{Pi \cdot n}{P} < 1,05 \quad (12)$$

Onde:

Pi: Potência nominal do inversor em kW;

P: Potencia de pico do sistema em kWp;

n: Quantidade de inversores;

O inversor escolhido é da marca Canadian, modelo CSI-60KTL-GI-H de 60kW conforme informações apresentadas na Tabela 21, serão utilizados 6 inversores que atende a aplicação da Equação 12

Tabela 21 – Inversor Refusol 50k-T3.

Índice	Valor
Potencia Nominal	60kW
Tensão CC Máxima	1100V
Faixa de Tensão de Entrada CC	200 a 1000 V
Faixa de Tensão de MPPT	526 a 580 V
Nº de MPPTs	4
Nº de entradas CC por MPPT	2
Potencia Máxima CC por MPP	22kW
Faixa de Tensão	384 a 576 VCA
Corrente Máxima CC por MPP	44,5A
Eficiência MPPT	99%
Frequência Nominal	60Hz

Fonte: Refusol (2021).

$$\frac{60kW * 6}{435} = 0,82 \quad (12)$$

Para um aproveitamento pleno do sistema, é necessário a estruturação das ligações série e paralelo entre os módulos fotovoltaicos. Para isso, são considerados os valores nominais dos inversores no que diz respeito a tensão máxima de entrada e máxima potência CC. Portanto a quantidade de módulos em série deve respeitar a Equação 13, Equação 14 e Equação 15 (PINHO; GADINHO, 2014).

$$Nmódserie * Vcircaberto < Vimax \quad (13)$$

Onde:

Nmódserie: Número máximo de módulos em série;

Vimax: Tensão máxima de entrada do inversor em Volts;

Vcircaberto: Tensão em circuito aberto do módulo em Volts;

$$\frac{Vmpptmin}{Vptmaxmod} < Nmódsérie < \frac{Vmpptmax}{Vptminmod} \quad (14)$$

Onde:

Vmpptmin: Mínima tensão de operação de máxima potência do inversor em Volts;

Vmpptmax: Máxima tensão de operação de máxima potência do inversor em Volts;

Vptmaxmod: Tensão de potência máxima na menor temperatura prevista em Volts;

Vptminmod: Tensão de potência máxima na maior temperatura prevista em Volts;

Nmódsérie: Número de módulos em série;

$$N_{\text{série paralelo}} = \frac{I_{\text{imax}}}{I_{\text{sc}}} \quad (15)$$

Onde:

Nsérie paralelo: Número máximo de séries em paralelo;

imax: Corrente máxima CC de entrada do inversor em Amperes;

Isc: Corrente de curto circuito do módulo em Amperes;

Utilizando 6 inversores, tem-se 24 MPPTs e 48 entradas CC no total, sendo 2 entradas para cada rastreador MPPT com uma corrente máxima de 44,5A por MPP dividindo 22,25A para cada entrada.

Considerando 33 séries de 16 módulos e 15 séries de 14 módulos, teremos a condição da Equação 12 respeitada, considerando a Tensão máxima de entrada do inversor 1100V indicado na Tabela 21.

$$16 * 53,7 < 1100V \quad (13)$$

$$14 * 53,7 < 1100V \quad (13)$$

Não será necessário utilizar séries em paralelo, entretanto a Equação 14 é atendida pois a corrente máxima CC de entrada do inversor é maior que a corrente de curto circuito do módulo, sendo 22,25A e 13,94A respectivamente conforme Tabela 20 e Tabela 21.

Por fim, o dimensionamento da bitola dos condutores é definido conforme regulamentação da NBR 5410 (ABNT, 2008) conforme Pinho e Galdinho (2014) utilizando a Equação 16.

$$S = \frac{\rho \cdot d \cdot I_c}{\Delta V} \quad (16)$$

Onde:

S: Bitola do condutor a ser utilizado em mm²;

ρ : Resistividade do material utilizado em $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$;

D: Distância total do circuito em metros;

I_c : Corrente do circuito, em A;

ΔV : Queda de tensão permitida em projeto em V.

$$1,63 = \frac{0,0178 \cdot 100 \cdot 13,94}{0,4 \cdot 380} \quad (16)$$

Para o cabeamento de ligação dos módulos e inversores, utilizando um condutor de cobre com resistividade de 0,0178 $\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$, a distância máxima entre o inversor e o último módulo sendo 100 metros, a corrente máxima de curto circuito dos módulos 13,94A e ainda a queda de tensão permitida de 4% temos uma bitola de 1,63mm que para efeitos de segurança será utilizado o valor comercial de cabeamento de 2,5mm.

8.2.3.3 Local de instalação do sistema de geração solar

Devido ao número de módulos fotovoltaicos para o sistema, a instalação local no telhado do empreendimento não será possível por não ter a metragem necessária e a estrutura física não suportar o peso das módulos, inviabilizando sua instalação. Portanto, será necessário uma usina remota, sendo necessário a aquisição ou aluguel de terras para a implantação do sistema no solo.

Uma área de terra adequada e com as dimensões necessárias para a implantação do sistema foi cotada ao valor de R\$250.000,00 que será incluído ao custo da implantação do sistema.

8.2.3.4 Economia anual com geração solar

O custo de geração do sistema, segue o estudo efetuado pela empresa de pesquisa Greener do 1º semestre de 2021 que para um sistema de geração de 435kWp será de 3,73R\$/Wp.

A economia anual se dá com o cálculo da Equação 17 que considera os valores de tarifa fora de ponta, visto que é neste horário em que será a principal parte da geração do sistema. Sendo analisado a capacidade de geração diária em kWh, as tarifas fora de ponta e a quantidade de dias de geração anual.

$$E = (TEfp * Gdia * 365) + (TUSDfp * Gdia * 365) \quad (17)$$

Onde:

E: Economia anual em reais;

TEfp: TE consumo ponta Horó-sazonal Verde em R\$/kWh;

TUSDfp: TUSD consumo ponta Horó-sazonal Verde em R\$/kWh;

Gdia: Capacidade de geração por dia em kWh

$$317175,30 = (0,4056 * 1611 * 365) + (0,1338 * 1611 * 365) \quad (17)$$

Os custos da tarifa fora de ponta e apresentado na Figura 13 e a capacidade de geração de 1.611kWh, temos uma economia anual de R\$317.175,30.

8.2.3.5 Viabilidade econômica

A viabilidade econômica da implementação do sistema de geração solar foi elaborada a partir dos valores de aquisição e instalação do equipamento, conforme Tabela 22 em conjunto com os conceitos de análise de investimentos apresentados no capítulo 7 deste estudo.

Tabela 22 – Custo de aquisição e instalação da geração solar.

Descrição	Quantidade	Valor Total	
Módulos Fotovoltaicos LEAPTON LP182-M-78-MH	738	R\$	1.106.262,00
Inversor CANADIAN CSI-60KTL-GI-H	6	R\$	234.000,00
Estrutura Metálica	1	R\$	40.000,00
Cabeamento Cobre Flexível 2,5mm²	3000	R\$	7.500,00
Terreno p/ instalação	1	R\$	250.000,00
Obra Civil	1	R\$	80.000,00
Instalação	1	R\$	50.000,00
VALOR TOTAL		R\$	1.767.762,00

Fonte: Próprio Autor (2021).

Combinando o custo total de implementação conforme a Tabela 22 e com a economia anual obtida no item 8.2.3.4, assumindo uma TMA de 10% a Tabela 23 apresenta o *payback* simples conforme Equação 3 e o *payback* descontado conforme Equação 4.

Tabela 23 – Payback Simples e Payback Descontado geração solar.

Ano	Fluxo de Caixa	Fluxo Descontado	Payback Descontado
0	-R\$ 1.767.762,00	-R\$ 1.767.762,00	-R\$ 1.767.762,00
1	R\$ 317.175,30	R\$ 288.341,18	-R\$ 1.479.420,82
2	R\$ 317.175,30	R\$ 262.128,35	-R\$ 1.217.292,47
3	R\$ 317.175,30	R\$ 238.298,50	-R\$ 978.993,97
4	R\$ 317.175,30	R\$ 216.635,00	-R\$ 762.358,98
5	R\$ 317.175,30	R\$ 196.940,91	-R\$ 565.418,07
6	R\$ 317.175,30	R\$ 179.037,19	-R\$ 386.380,88
7	R\$ 317.175,30	R\$ 162.761,08	-R\$ 223.619,80
8	R\$ 317.175,30	R\$ 147.964,62	-R\$ 75.655,18
9	R\$ 317.175,30	R\$ 134.513,29	R\$ 58.858,11
10	R\$ 317.175,30	R\$ 122.284,81	R\$ 181.142,92
11	R\$ 317.175,30	R\$ 111.168,01	R\$ 292.310,92
12	R\$ 317.175,30	R\$ 101.061,83	R\$ 393.372,75
13	R\$ 317.175,30	R\$ 91.874,39	R\$ 485.247,13
14	R\$ 317.175,30	R\$ 83.522,17	R\$ 568.769,30
15	R\$ 317.175,30	R\$ 75.929,25	R\$ 644.698,55

Fonte: Próprio Autor (2021).

Pode-se observar pela Tabela 23 que o investimento sendo analisado pelo *payback* simples teria um retorno em 5 anos, e pelo *payback* descontado, o retorno seria de 6 anos.

Conforme Equação 1 e Equação 2 para cálculo da VPL e TIR respectivamente, foi analisado o cenário de 5 e 10 anos para efeito de comparação da viabilidade econômica apresentado na Tabela 24.

Tabela 24 – Comparativo de cenários geração solar.

Índice	5 anos	10 anos
VPL	-R\$ 565.418,07	R\$ 58.858,11
TIR	-4%	12%
<i>Payback</i> Simples	Negativo	Positivo
<i>Payback</i> Descontado	Negativo	Positivo

Fonte: Próprio Autor (2021).

Tendo todos os índices positivos, conforme a Tabela 24, o investimento torna-se viável no cenário de 10 anos.

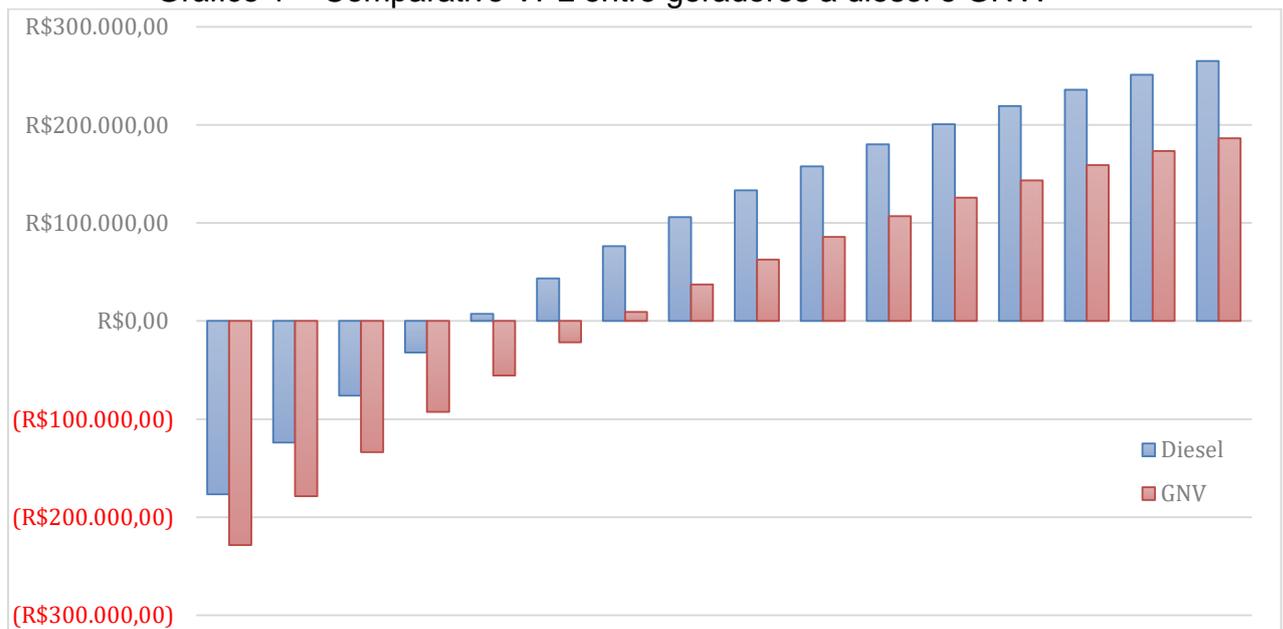
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o exposto no presente estudo, é possível analisar quais cenários pode-se considerar vantajoso, avaliando o investimento de implantação em contraponto com o retorno financeiro correspondente. É importante ressaltar que o estudo e as análises serão apresentados a diretoria do posto de combustíveis analisado e ficará por sua responsabilidade a decisão de implantação.

Será utilizado como balizador de comparativo o índice VPL que mostra o valor do investimento atualizado a cada ano subtraindo os custos de implantação dos resultados de retorno financeiro obtidos.

Primeiramente, será analisado a implantação dos geradores de energia a diesel e GNV, apresentando o Gráfico 1 um período de 15 anos.

Gráfico 1 – Comparativo VPL entre geradores a diesel e GNV.

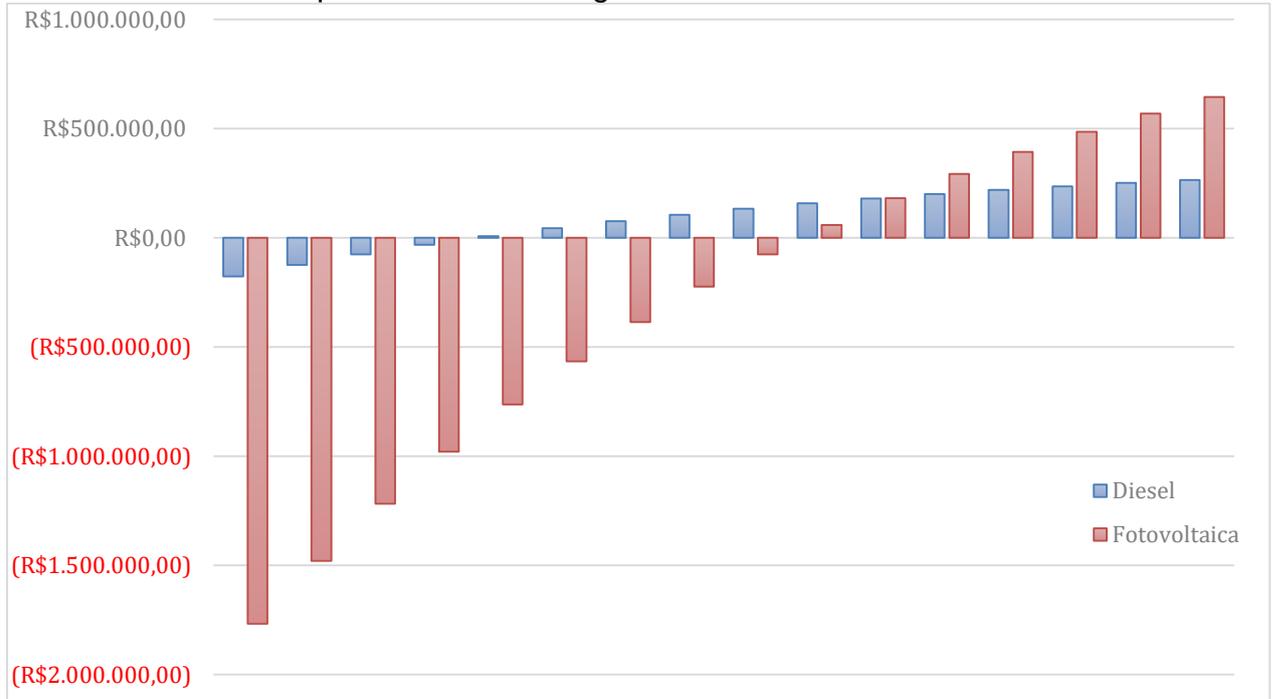


Fonte: Próprio Autor (2021).

Pode-se observar que devido ao valor de implantação ser maior, o gerador GNV já apresenta um VPL inferior ao gerador diesel, e por ter um custo de geração superior, conforme apresentado na Tabela 15 e Tabela 18, o gerador GNV se apresenta menos eficiente que o gerador a diesel nesta comparação, pois o VPL é positivo no quarto ano enquanto o gerador GNV apresenta resultados positivos no sétimo ano.

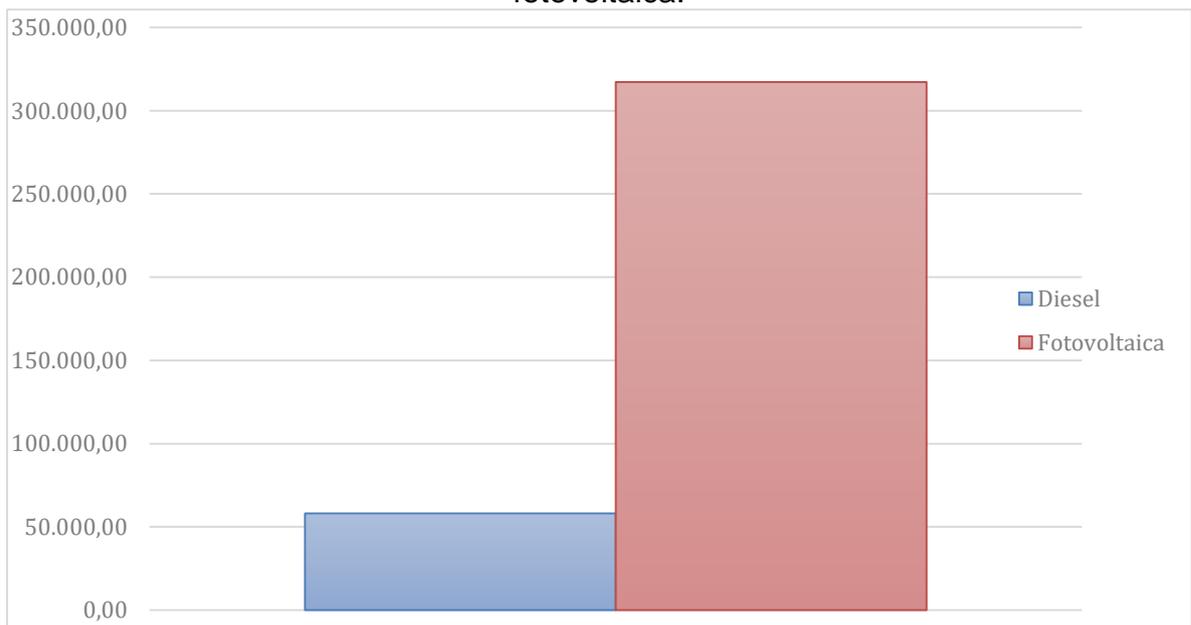
Assumindo a partir do Gráfico 1 que o gerador a diesel tem uma rentabilidade superior ao gerador GNV, o Gráfico 2 e Gráfico 3 apresentam o comparativo do índice VPL e economia anual, respectivamente, entre o gerador a diesel e a usina fotovoltaica, para análise em um cenário de 15 anos.

Gráfico 2 – Comparativo VPL entre gerador a diesel e usina fotovoltaica.



Fonte: Próprio Autor (2021).

Gráfico 3 – Comparativo economia anual entre gerador a diesel e usina fotovoltaica.



Fonte: Próprio Autor (2021).

A partir do Gráfico 2 é visível a diferença do investimento inicial para a implementação dos dois modos de geração, a geração fotovoltaica é até dez vezes maior que a do gerador a diesel, entretanto, pode-se perceber também a partir do Gráfico 3 que a economia anual é também significativamente superior.

Outra análise a ser feita, é que com a geração a diesel, o VPL se torna positivo a partir do 5 ano, tendo um retorno de investimento antecipado em relação ao VPL da geração solar que se torna positiva no décimo ano após a instalação.

Ainda em relação a geração solar e a diesel, é importante ressaltar que a vida útil do gerador a diesel é de cerca de 10 a 15 anos, devido a sua movimentação mecânica, o que torna de fundamental importância a manutenção preventiva apresentada no capítulo 8.1.2.1.

Por sua vez, o sistema fotovoltaico tem autonomia que pode chegar a 40 anos de utilização, tendo até 25 anos de garantia dos módulos solares fornecida pelo fabricante. Por ser um sistema longo e sem a necessidade de manutenção, a geração solar se torna ainda mais atrativo.

Ao se optar pela geração a diesel, o estabelecimento ainda vai depender do fornecimento da concessionária, estando sujeito a reajustes de tarifas podendo aumentar ainda a fatura mensal, além de fatores como a bandeira vermelha que acrescenta valores no consumo quando a geração de energia nacional está em baixa, como por exemplo na escassez de água nas usinas hidroelétricas. E ainda sendo necessário a compra do diesel para abastecer o gerador, que também pode sofrer alteração no preço do litro, por depender de fatores como o preço do barril de petróleo, preço do dólar e ainda impostos estaduais.

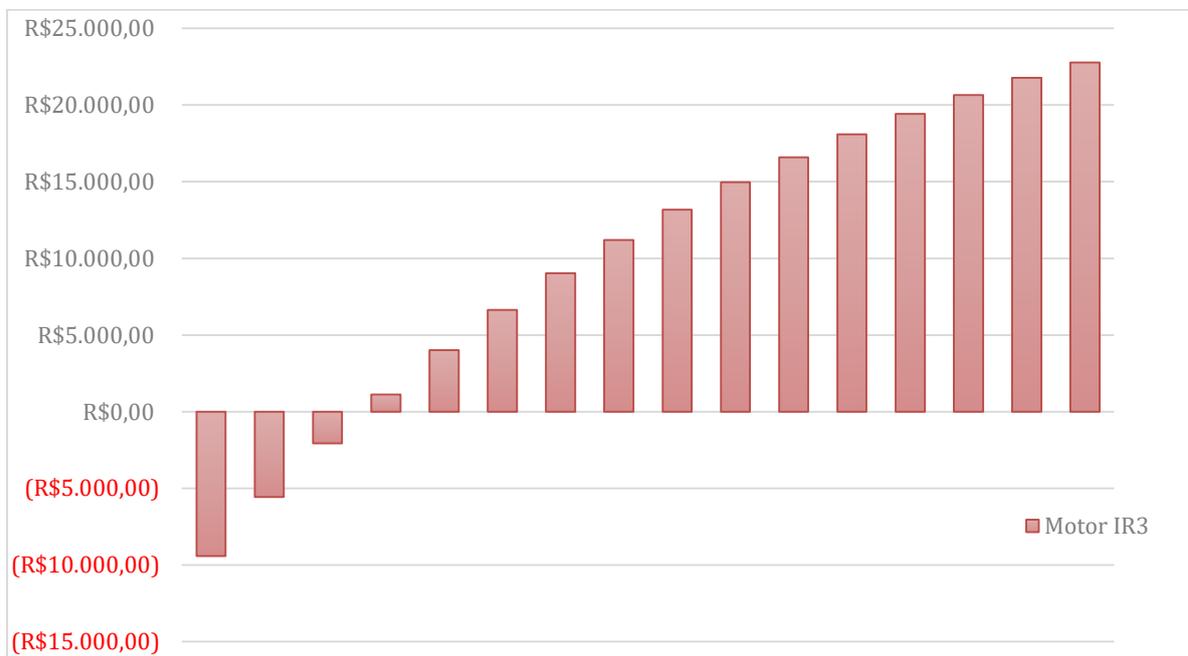
Enquanto com a usina solar, por ter geração de energia própria, o estabelecimento se torna independente da geração nacional, não sendo afetado pelos reajustes de tarifas que são ocasionadas por diversos fatores, podendo ter ainda uma redução no prazo de *payback* e VPL positivo, por ter sido calculado com valores atuais.

Outro ponto importante para análise, é em relação a sustentabilidade, pois somos responsáveis por toda ação que limite ou degrade nosso planeta. O gerador a diesel utiliza um combustível oriundo de uma fonte não renovável, o petróleo,

agredindo o meio ambiente da extração até a utilização pelo fato da emissão de gases poluentes. Sendo a energia solar benéfica por utilizar uma fonte limpa e renovável, sem consumir recursos naturais e não degradando o nosso meio ambiente

A análise para troca dos motores é apresentado no Gráfico 4, e pode-se perceber a eficiência do investimento, apresentando um VPL positivo já no terceiro mês após a implantação.

Gráfico 4 – VPL da substituição dos motores por IR3 *Premium*.

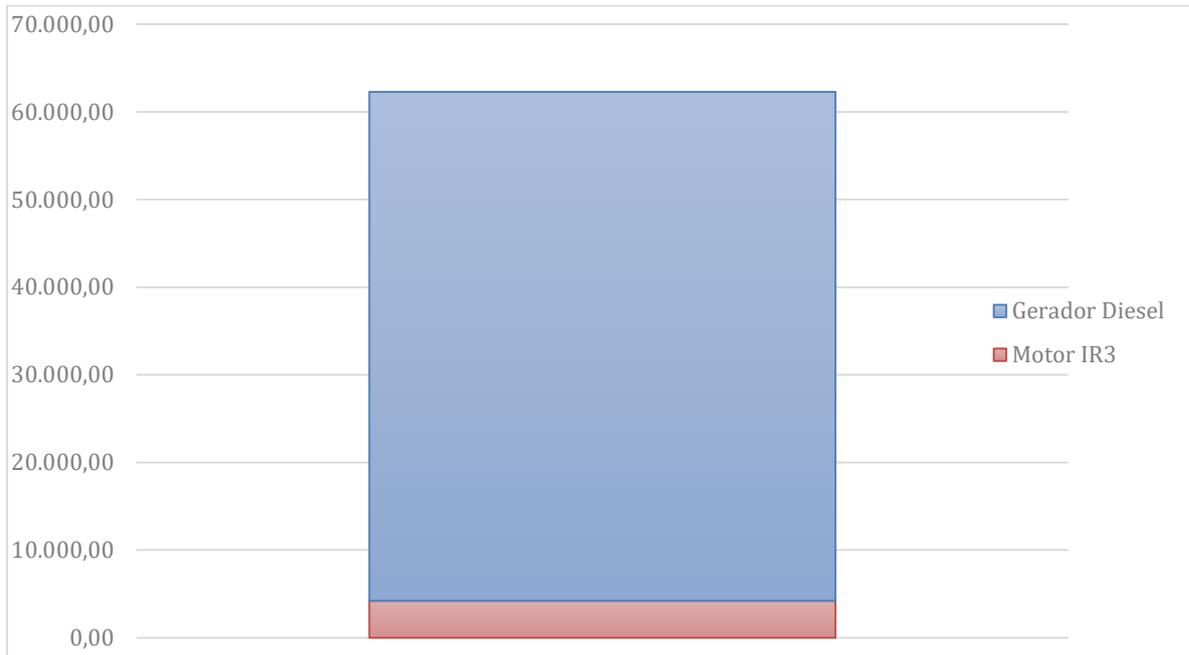


Fonte: Próprio Autor (2021).

É possível ainda analisar projetos em conjunto, como por exemplo a substituição dos motores atuais IR2 pelos motores IR3 *Premium* associado ao gerador diesel, que além da redução das perdas durante o horário fora ponta que será perceptível na fatura mensal da concessionária, nos horários de ponta em que o gerador está em funcionamento, terá também redução no consumo de diesel do gerador, devido a melhor eficiência dos motores substitutos.

O Gráfico 5 apresenta a soma da economia anual dos dois projetos, gerador a diesel e substituição dos motores, ainda sem considerar o menor consumo de diesel, pois o estudo foi feito no consumo atual e considerando os motores atuais.

Gráfico 5 – Economia anual ocasionada pelo gerador a diesel e motores IR3.



Fonte: Próprio Autor (2021).

Percebe-se a partir do Gráfico 5, uma economia anual que chega a R\$62.307,30 e com VPLs positivos a partir do 4º e 3º ano do gerador a diesel e da substituição dos motores, respectivamente, conforme o Gráfico 1 e Gráfico 4.

Além da troca dos motores, outros meios de mitigação do consumo de energia elétrica, é a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED que possuem uma eficiência maior, consumindo menos energia e tendo a mesma ou até maior eficiência, além de ter uma durabilidade maior. E ainda a manutenção dos refrigeradores efetuado a troca das vedações para que a temperatura interna se mantenha por maior tempo sem a necessidade dos motores entrarem em funcionamento.

O presente estudo não aprofundou este tema por se tratar de uma redução de economia na conta de energia pouco significativa comparado ao valor total da fatura, além de a redução no consumo dos refrigeradores não ser possível de mensurar e devido a não ter resultados numéricos precisos para analisar a viabilidade econômica.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABESCO/ Associação Brasileira de Empresas de Serviço de Conservação de Energia (São Paulo). **O que é Eficiência Energética?** Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/#:~:text=Efici%C3%Aancia%20energ%C3%A9tica%20%C3%A9%20uma%20atividade,se%20obter%20um%20determinado%20resultado..> Acesso em: 10 abr. 21.

ABESOLAR (São Paulo). **Associação Brasileira de Energia Solar**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/>. Acesso em: 29 maio 2021.

ABILUMINI/ Associação Brasileira de Fabricantes e Importadores de Produtos de Iluminação (São Paulo). **Novas tecnologias na produção do LED, mais qualidade e menos custos**. Disponível em: <https://www.abilumi.org.br/novas-tecnologias-na-producao-do-led-mais-qualidade-e-menos-custos/>. Acesso em: 29 abr. 2021.

ABRAMOVAY, Ricardo. Inovações para que se democratize o acesso à energia, sem ampliar as emissões. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 3, n. 17, p. 1-18, set. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/vqkZCbKyqQfPBHFdt98STkF/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 29 maio 2021.

ANNEE. **Programa de Eficiência Energética**. 2020. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/-/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/gestao-do-programa/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-eficiencia-energetica%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_94kK2bHDLPmo%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2.. Acesso em: 29 maio 2021.

_____. **Sistema de Compensação de Energia Elétrica**. 2016. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/caderno-tematico-microeminigeracao.pdf>

ANP Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Processamento de Gás Natural**. 2020. Disponível em <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-de-derivados-de-petroleo-e-processamento-de-gas-natural/processamento-de-gas-natural/apresentacao>. Acesso em 26 out. 2021

ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. **Fundamentos de administração financeira**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

_____. **Matemática financeira e suas aplicações**. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2016

BRAGA, Renata Pereira. **Energia Solar Fotovoltaica: fundamentos e aplicações**. 2008. 80 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001103.pdf>. Acesso em: 29 maio 2021.

CARVALHO, Márcio Augusto Sampaio de. **Avaliação de um motor de combustão interna ciclo otto utilizando diferentes tipos de combustíveis**. 2011. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011. Disponível em: Acesso em: 20 out. 2021.

CATERPILLAR. **Grupos geradores a gás – G3512H**. [S.l.], 2018. Disponível em: https://www.cat.com/pt_BR/products/new/power-systems/electric-power/gas-generator-sets/1000034459.html. Acesso em: 20 out. 2021.

CHAPMAN, Stephen J. **Fundamentos de máquinas elétricas**. 5. Ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CRESESB/ Centro de Referência para energia solar e eólica Sérgio Brito (Rio de Janeiro). **Potencial Solar - SunData v 3.0**. 2018. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>. Acesso em: 22 maio 2021.

_____. **Manual de Engenharia para Sistema Fotovoltaicos** (2014). Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=481>. Acesso em: 29 maio 2021.

DAMODARAN, A. **Finanças corporativas aplicadas: manual do usuário**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

ELETROBRAS. **Motor Elétrico Premium**. Carlos Aparecido Ferreira (org.). Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2016. 64 p. Disponível em: <https://leonardo-energy.org.br/wp-content/uploads/2018/02/Guia-Motor-Eletrico-Premium.pdf>. Acesso em: 17 maio 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Brasil. **Balço Energético Nacional 2017: Ano base 2016 / Empresa de Pesquisa Energética**. Rio de Janeiro: EPE, 2017. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-46/topico-82/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf. Acesso em: 29 maio 2021.

FUPAI/EFFICIENTIA, Centrais Elétricas Brasileiras. **Gestão Energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005. 188 p. Disponível em: <https://static.portaldaindustria.com.br/media/uploads/arquivos/GuiaGestaoEnergetica.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

Greener. **Estudo Estratégico Geração Distribuída**. 2021 Disponível em: <https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-mercado-fotovoltaico-de-geracao-distribuida-1-semester-de-2021/> Acesso em 28 out. 2021

IMHAFF, Johninon. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. 2007. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8608/JOHNINSONIMHOFF.pdf>. Acesso em: 29 maio 2021.

INEE/ Instituto Nacional de Eficiência Energética (Rio de Janeiro). **O que é eficiência energética?** Disponível em: http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia. Acesso em: 4 abr. 2021.

_____. **Eficiência Energética: Uma Busca Permanente**. Disponível em: http://www.inee.org.br/down_loads/eficiencia/Eficiencia_Pietro_Marcos.pdf. Acesso em: 8 abr. 2021.

INMETRO. **Lâmpada LED**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf> Acesso em 30 abr. 2021.

_____. **Para que serve o programa brasileiro de etiquetagem: PBE**. Rio de Janeiro, 2012. 2 p. Disponível em: https://www2.inmetro.gov.br/pbe/pdf/folder_pbe.pdf. Acesso em: 10 maio 2021.

KUREK, Rodolfo. **Diagnóstico do uso de grupos geradores estacionários a óleo diesel na região central de Ribeirão Preto – SP**. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2018. Disponível em: Acesso em: 10 maio 2021.

LEMES JÚNIOR, A. B.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, A. P. M. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MPP SOLAR. **Controladores de carga solar**. 2021. Disponível em: <https://www.mpptsolar.com/pt/quem-somos.html>. Acesso em: 29 maio 2021.
NEOSOLAR. Disponível em: <http://www.neosolar.com.br>. Acesso em: 29 maio 2021.

Petrobras. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pt/>. Acesso em 26 out. 2021

PINHO, João Tavares; Galdinho, Marco Antônio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: 2014.

PROCELINFO/ Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **O**

Programa. Disponível em:

<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD%7D>. Acesso em 4 abr. 2021.

_____. **Resultados PROCEL 2021. Ano base 2020.** Disponível em:

<http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2021>. Acesso em 08 dez 2021.

REVIMAQ. **A evolução da eficiência energética dos motores WEG foi possível graças aos investimentos em novas tecnologias.** 2021. Disponível em:

<https://revimaq.com/blog/a-evolucao-na-eficiencia-energetica-de-motores-eletricos/#:~:text=Gra%C3%A7as%20%C3%A0%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20da%20tecnologia,efici%C3%Aancia%20de%2095%2C1%25.&text=A%20longo%20prazo%2C%20a%20aplica%C3%A7%C3%A3o,de%20ociosidade%20e%20menor%20periculosidade>. Acesso em: 17 maio 2021.

REIS, Jucele. Os motores de baixa tensão de alto rendimento no

Brasil. **Eletricidade Moderna em**, São Paulo, v. 528, n. 47, mar. 2018. Disponível em:

https://www.arandanet.com.br/revista/em/materia/2018/05/20/moteres_de_baixa.html. Acesso em: 18 maio 2021.

RR MOTORES (São Paulo). **Motor Elétrico Weg W22 IR4 Super Premium.**

Disponível em: <https://www.rrmotores.com.br/motor-weg-w22-ir4-super-premium>.

Acesso em: 18 maio 2021.

ROSS, S. et al. **Fundamentos da administração financeira. 9. ed.** Porto Alegre: AMGH, 2013.

RÜTHER, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos:** o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: Labsolar, 2004. 114 p. Disponível em:

<https://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/livros/livro-edificios-solares-fotovoltaicos.pdf>. Acesso em: 29 maio 2021.

WEG, Museu de Ciência e Tecnologia. **A história do motor elétrico que você**

precisa conhecer. 2018. Disponível em: <https://museuweg.net/blog/a-historia-do-motor-eletrico/>. Acesso em: 18 maio 2021.

_____. **Origem e curiosidades sobre o forno micro-ondas.** 2021. Disponível em: <https://museuweg.net/blog/category/weg/>. Acesso em: 18 maio 2021.

_____. **Seleção Motores Elétricos.** Disponível em:

https://ecatalog.weg.net/tec_cat/tech_motor_sel_web.asp. Acesso em 20 out. 2021



ANEXO A

GERADOR A DIESEL

Gerador MGD260.60

1. Gerador 260 kVA - 60Hz



POWERED BY



2. Informações Técnicas

Especificações do Gerador	Unidade	Descrições		
Classe de Regulação		ISO8528		
Frequência	Hz	60		
Fator de Potência		0,8		
Tensão Trifásica	Vca	220 / 127-380 / 220-440 / 254		
Regime de Operação		Stand-By	Prime	COP
Potência do Grupo Gerador	kVA / kW	260 / 208	240 / 192	190 / 152

Potência do Grupo Gerador	kVA / kW	260 / 208	240 / 192	190 / 152
Potência do Motor Acionador	CV	330,2	297,6	237,8
Tanque de Combustível		Na base de 400 litros		
Consumo ± 5%	l/h	58	53,2	48
Autonomia do Tanque de Combustível	h	6,9	7,5	8,3
Bateria		12V - 150Ah - 900CCA		

Especificações do Motor		Unidade	Descrições
Modelo			Série 12-6.12TCAG
Fabricante			MWM
Aplicação			Estacionário
Rotação	rpm		1800
Configuração			04 Tempos / 06 Cilindros em linha
Diâmetro x Curso	mm		105 x 137
Tipo de Aspiração / Sistema de Injeção			Turbo Aftercooler / Mecânica Direta
Capacidade Volumétrica	l		7,2
Taxa de Compressão			16,9 : 1
Alternador do Carregamento de Bateria	A		90
Especificação de Motor de Partida	Vcc - kW		12 - 3,3
Sistema de Refrigeração			Água + Ar + Sistema de Ventilação Soprante
Cap. Total do Líquido Refrigerante	l		33
Especificação do Líquido Refrigerante			Havoline Xtended Life Premix 50/50
Especificação de óleo Lubrificante			SAE 15W40 / API CI-4 / ACEA E7-08
Cap.de lts de óleo Lubrificante com filtro	l		22
Interv. para Subst. do filtro de óleo lub.	h		250
Especificação do Tipo de Combustível			S500
Filtro de Combustível			Pré Filtro Principal
Especificação do filtro de combustível			NA 85% p/ Partículas > 7µm + 95% p/ Água
Interv. para Subst.do filtro de combustível	h		250
Resistência de Pré Aquecimento			1000W - Aplicável apenas para geradores automáticos

GERADORES



GERADOR A DIESEL

Gerador MGD260.60

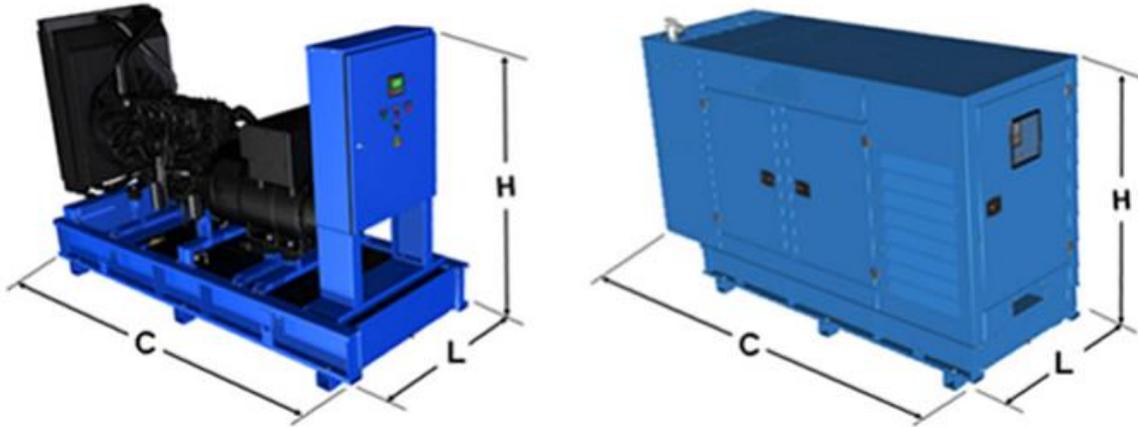
Especificações do Alternador		Descrições
Tipo		Brushless
Excitação		Com Bobina Auxiliar
Regulador de Tensão		Eletrônico incorp. com resp. dinâmica de 8 a 500ms ; regulação estática de 0,5%
Grau de Proteção		IP21
Classe de Isolação		180°C (Classe H)
Distorção Harmônica máxima sem Carga		< 5%
Corrente de Curto Circuito		3x IN durante o período de 10 s
Numero de Terminais		12
Caixa de Ligação		Conectável em 3 Tensões
Mancal		Único
Refrigeração		Ar
Forma Construtiva		B15T
Passo do Enrolamento		Encurtado de 2/3
Pintura		Industrial Resistente a Salinidade com Concentração de Sal =< 1 g/m3

Especificações do Painel de Comando		Unidade	Descrições
Tipo			Manual Automático
Singelo Sem Rampa			DEEP SEA DS4520
Singelo com Rampa			DEEP SEA DS8620
Paralelo Sem Rampa			DEEP SEA DS8610 + DS331
Paralelo com Rampa			DEEP SEA DS8610 + DS8660
Tensão Trifásica	Vca		220 / 127 - 380 / 220 - 440 / 254
Grau de Proteção			IP-23
Dimensões (H x L x P)		mm	1200 x 600 x 255
Proteção			Disjuntor manual termomagnético - tripolar fixo
Conexão para Paralelismo entre Geradores			Disjuntor Motorizado
Carregador de Baterias			Não Sim

Especificações de Montagem		Unidade	Descrições	
Tipo			Aberto	Carenado
Sistema de Escape			Industrial de 4" com Segmento Elástico	Hospitalar de 4" com Segmento Elástico
Largura (L)	mm		1150	1150
Comprimento (C)	mm		2915	3471
Altura (H)	mm		1833	2159
Peso vazio	kg		1830	2532
Pintura			Eletrostática a pó em poliéster (base na cor preta e carenagem na cor azul)	
Tipo de Pintura			Texturizada	
Resistência a Salt Spray			Mínimo 500h (sobre chapa fosfatizada)	
Espessura da Pintura			80 µm [microtexturizada]	
Níveis de Ruídos	1,5 m	dB(A)	103	85
	7,0 m	dB(A)	98	ND

ND - Não Disponível

Atualizado: 08/11/2020



ANEXO B



GERADOR À GÁS NATURAL

Gerador MGG215.60

1. Gerador 215 kVA - 60Hz



POWERED BY



2. Informações Técnicas

Especificações do Gerador		Unidade	Descrições		
Classe de Regulação			ISO8528		
Frequência	Hz		60		
Fator de Potência			0.8		
Tensão Trifásica	Vca		220 / 127 - 380 / 220 - 440 / 254		
Regime de Operação			Stand-By	Prime	COP
Potência no Regime de Operação		kVA / kW	215 / 172	200 / 160	180 / 144

Consumo $\pm 5\%$	Nm ² /h	60.5	56.6	51.3
Bateria	12V - 95Ah - 750CCA			

Especificações do Motor		Unidade	Descrições
Modelo			6.12TCEG-G3
Fabricante			MWM
Aplicação			Estacionário
Rotação		rpm	1800
Configuração			04 Tempos / 06 Cilindros em linha
Diâmetro x Curso		mm	105 x 137
Tipo de Aspiração / Sistema de Injeção			Turbo Aftercooler / Eletrônico
Taxa de Compressão			12:01
Alternador do Carregamento de Bateria		A	90
Especificação de Motor de Partida		Vcc - kW	12 - 3,3
Sistema de Refrigeração			Água + Ar + Sistema de Ventilação Soprante
Cap. Total do Líquido Refrigerante		l	33
Especificação do Líquido Refrigerante			Havoline Xtended Life Premix 50/50
Especificação de óleo Lubrificante			SAE 15W40 / API CI-4 / ACEA E7-08
Cap. de lts de óleo Lubrificante com filtro		l	22
Interv. para Subst. do filtro de óleo lub.		h	250
Resistência de Pré Aquecimento			1000W - Aplicável apenas para geradores automáticos

GERADOR À GÁS NATURAL

Gerador MGG215.60

Especificações do Alternador	Descrições
Tipo	Brushless
Excitação	Com Bobina Auxiliar
Regulador de Tensão	Eletrônico incorp. com resp. dinâmica de 8 a 500ms ; regulação estática de 0,5%
Grau de Proteção	IP21
Classe de Isolação	180°C (Classe H)
Distorção Harmônica sem Carga	< 5%
Corrente de Curto Circuito	3x IN durante o período de 10 s
Numero de Terminais	12
Caixa de Ligação	Conectável em 3 Tensões
Mancal	Único
Refrigeração	Ar
Forma Construtiva	B15T
Passo do Enrolamento	Encurtado de 2/3
Pintura	Industrial Resistente a Salinidade com Concentração de Sal =< 1 g/m3

Especificações do Painel de Comando	Unidade	Descrições
Tipo		Manual Automático
Singelo Sem Rampa		DEEP SEA DS4520
Singelo com Rampa		DEEP SEA DS8620
Paralelo Sem Rampa		DEEP SEA DS8610 + DS331
Paralelo com Rampa		DEEP SEA DS8610 + DS8660
Tensão Trifásica	Vca	220 / 127 - 380 / 220 - 440 / 254
Grau de Proteção		IP-23
Dimensões (H x L x P)	mm	1200 x 600 x 255
Proteção		Disjuntor manual termomagnético - tripolar fixo
Conexão para Paralelismo entre Geradores		Disjuntor Motorizado
Carregador de Baterias		Não Sim

Especificações de Montagem	Unidade	Descrições
Tipo		Aberto Carenado
Sistema de Escape		Industrial de 4" com Segmento Elástico Hospitalar de 4" com Segmento Elástico
Largura (L)	mm	1150 1150
Comprimento (C)	mm	2915 3471
Altura (H)	mm	1833 2159
Peso vazio	kg	1830 2532
Pintura		Eletrostática a pó em poliéster (base na cor preta e carenagem na cor azul)
Tipo de Pintura		Texturizada
Resistência a Salt Spray		Mínimo 500h (sobre chapa fosfatizada)
Espessura da Pintura		80 µm (microtexturizada)
Níveis de Ruídos	1,5 m	dB(A) 103 85
	7,0 m	dB(A) 98 ND
ND - Não Disponível		

2021

