



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



DOUGLAS LIMA OLIVEIRA

UM ESTUDO DE CASO DA ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA
DO USO DE GERADORES A DIESEL NO HORÁRIO DA PONTA EM UM
INCUBATÓRIO DE MATRIZES PARA FRANGO DE CORTE

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PATO BRANCO

2018

DOUGLAS LIMA OLIVEIRA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DE GERADORES
A DIESEL NO HORÁRIO DA PONTA EM UM INCUBATÓRIO DE MATRIZES
PARA FRANGO DE CORTE - UM ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Especialista na Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
UTFPR – Câmpus Pato Branco

Orientador: Prof. Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa

PATO BRANCO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
III Curso de Especialização em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DE GERADORES A DIESEL NO HORÁRIO DA PONTA EM UM INCUBATÓRIO DE MATRIZES PARA FRANGO DE CORTE - UM ESTUDO DE CASO

Por

DOUGLAS LIMA OLIVEIRA

Esta Monografia foi apresentada em vinte e três de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Sergio Luiz Ribas Pessa
Prof.º Orientador

Gilson Adamczuk Oliveira
Membro Titular

José Donizetti de Lima
Membro Titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, pela saúde e por poder me proporcionar alcançar mais um de meus objetivos pessoais, minha especialização!

Ao meu orientador Prof. Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa, por todo seu conhecimento, paciência e incentivo bem como sua orientação como um todo, a qual norteou o caminho a ser seguido para a concretização deste trabalho.

Agradeço também a todos os professores do curso de Especialização em Engenharia de Produção da UTFPR, *Campus* Pato Branco, pela contribuição ao repassar seus conhecimentos e experiências vivenciadas, as quais grande parte consigo aplicar no dia a dia profissional.

À minha família, por sempre acreditarem e mim e me apoiarem, em especial a minha companheira de vida Daiane Balbinot pelo incentivo, ajuda, paciência e companheirismo.

Agradeço também pela oportunidade de poder ter conhecido a todos os meus colegas de curso, pelas amizades que fiz, pela troca de experiências e conhecimentos.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa monografia de especialização.

"Não há nada que seja maior evidência de insanidade do que fazer a mesma coisa dia a pós dia e esperar resultados diferentes."

Albert Einstein

RESUMO

OLIVEIRA L., Douglas. **Análise da viabilidade técnica e econômica do uso de geradores a diesel no horário da ponta em um incubatório de matrizes para frango de corte – Um estudo de caso.** 2018. 53 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

A energia elétrica é um insumo essencial para o setor industrial, principalmente porque os impactos em que a falta ou o aumento deste custo, neste setor determina os caminhos a serem seguidos pela economia nacional. Apesar dos diversos fatores geográficos favoráveis, o Brasil está entre os países com a energia elétrica mais cara do mundo e diversos fatores como impostos, subsídios e tarifas contribuem para tal situação. Diante disso, o setor industrial, principalmente as grandes empresas passaram a buscar alternativas que viessem a diminuir o custo da fatura de energia elétrica e dentre estas se encontra o uso de geradores a diesel que passaram a não ser mais utilizados apenas para cobrir falhas e oscilações na rede elétrica, como também para serem utilizados no horário da ponta. Assim sendo, este estudo de caso tem como objetivo fazer uma análise da viabilidade técnica e econômica do uso de geradores a diesel no horário da ponta em um incubatório de matrizes para frango de corte localizado no sudoeste do Paraná. Para isso, primeiramente foram realizados procedimentos de revisão de literatura sobre o tema abordado, bem como a caracterização da organização em estudo para a descrição, coleta e análise dos dados incluindo principalmente as faturas de energia elétrica efetuando a comparação do período sem o uso dos geradores e depois com o uso dos mesmos no horário da ponta tendo como base consumo no dentro e fora do horário da ponta, demanda contratada e demanda fora do horário da ponta. Assim, foi possível demonstrar o custo do KW na ponta para o incubatório, custo da manutenção preventiva nos geradores e o mais relevante, a economia prevista com a utilização dos mesmos. Contudo, verificou-se que a utilização dos geradores a diesel no horário da ponta no incubatório de matrizes para frango de corte é viável tanto tecnicamente quanto economicamente.

Palavras-chave: Grupo gerador; Horário da ponta; Energia Elétrica.

ABSTRACT

OLIVEIRA L., Douglas. analysis of the technical and economic feasibility of the use of diesel generators at peak hours in a hatchery for broiler chicken - a case study. 2018. f 53. Monograph (Specialization in Production Engineering). Federal Technological University of Paraná, Pato Branco, 2018.

Electricity is an essential input for the industrial sector, mainly because the impacts in which the lack or increase of this cost in this sector determines the paths to be followed by the national economy. Despite several favorable geographical factors, Brazil is among the countries with the most expensive electricity in the world and various factors such as taxes, subsidies and tariffs contribute to this situation. In the face of this, the industrial sector, especially the large companies began to look for alternatives that would reduce the cost of electric energy bills and among these is the use of diesel generators that are no longer used only to cover faults and oscillations in the electricity grid, but also to be used at peak times. Thus, this case study aims to make an analysis of the technical and economic feasibility of the use of diesel generators at peak hours in a hatchery for broiler chickens located in the southwest of Paraná. For this, firstly, procedures were performed to review the literature on the subject, as well as the characterization of the organization under study for the description, collection and analysis of data, including mainly electric bills, comparing the period without the use of generators and then with the use of the same at the time of the tip based on consumption in the inside and outside the peak hours, contracted demand and demand outside the time of the tip. Thus, it was possible to demonstrate the cost of KW at the tip for the hatchery, the cost of preventive maintenance in the generators and the most relevant, the expected savings with the use of them. However, it has been found that the use of diesel generators at peak hours in the broiler hatchery is feasible both technically and economically.

Keywords: Generator group; Time of the tip; Electricity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Triângulo de potência.....	22
Figura 2 – Custos repassados na fatura de Energia Elétrica	25
Figura 3 – Mecanismos utilizados para atualização do valor da energia	26
Figura 4 - Gerador de Corrente Alternada.....	31
Figura 5 - Esquema de funcionamento de um gerador elementar	33
Figura 6 - Distribuição da Indução Magnética	34
Figura 7 - Diagrama de intertravamento de contactores	36
Figura 9 – Análise do consumo geral	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual dos Custos que compõem a Fatura de Energia Elétrica.....25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fórmula da potência.....	20
Quadro 2 – Unidades de potência.....	21
Quadro 3 – Relação do fator de potência.....	23
Quadro 4 – Bandeiras Tarifárias	27
Quadro 5 – Bandeiras Tarifárias com impostos	27
Quadro 6 – Subgrupos de classificação conforme alta tensão.....	28
Quadro 7 - Subgrupos de classificação conforme baixa tensão.....	29
Quadro 8 – Divisão da Tarifa Horária.....	30
Quadro 9 – Período de incubação.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico de consumo.....	43
Tabela 2 – Utilização do grupo gerador	45
Tabela 3 - Quilowatt gerado X litro combustível	45
Tabela 4 - Quantidade de combustível pelo consumo na ponta médio.....	46
Tabela 5 - Histórico de consumo e pagamento na ponta	46
Tabela 6 - Custo de manutenção preventiva.....	47
Tabela 7 - Custo de operação	48
Tabela 8 - Demonstrativo de economia.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agências Nacional do Petróleo
BIG	Banco de Informação de Geração
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
COPEL	Companhia Paranaense de Elétrica
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FEM	Força Eletromotriz
FIEP	Federação das Indústrias do estado do Paraná
FP	Fator de Potência
ICMS	Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços
IGP-M	Índice Geral de Preços
IPC-A	Índice de Preços ao Consumidor
MME	Ministério de Minas e energia
NTC	Normas Técnicas COPEL
PIS	Programas de Integração Social
QTA	Quadro de Transferência Automática
USCA	Unidade de Supervisão de Corrente Alternada

LISTA DE SÍMBOLOS

CV	Cavalo Vapor
H	Hora
HP	Horse Power
J	Joule
J/s	Joule por segundo
KV	Quilovolt
KVA	Quilovolt-Ampere
KVAr	Quilovolt-Ampere-reactivo
KW	Quilowatt
KWh	Quilowatt-hora
P	Potência
S	Segundo
W	Watt

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.2 OBJETIVO GERAL	15
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4 JUSTIFICATIVA	16
1.5 DELIMITAÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	18
2.1 A SITUAÇÃO DA POLÍTICA ENERGÉTICA BRASILEIRA	18
2.2 CONCEITO DE ENERGIA, POTÊNCIA E FATOR DE POTÊNCIA	20
2.2.1 ENERGIA	20
2.2.2 POTÊNCIA	20
2.2.2.1 POTÊNCIA REATIVA	21
2.2.2.2 POTÊNCIA APARENTE	22
2.2.3 FATOR DE POTÊNCIA	22
2.3 DEMANDA E CONSUMO	23
2.4 SISTEMAS TARIFÁRIOS	24
2.5 BANDEIRAS TARIFÁRIAS	26
2.6 CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA E ESTRUTURA TARIFÁRIA	27
2.7 GERADOR ELÉTRICO	31
2.7.1 HISTÓRICO	32
2.7.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	33
2.8 UTILIZAÇÃO DE GRUPOS GERADORES NA REDE COPEL	34
2.8.1 REGIME DE OPERAÇÃO ISOLADA EM EMERGÊNCIA	35
2.8.2 OPERAÇÃO EM REGIME DE PARALELISMO MOMENTÂNEO	36
3 METODOLOGIA	38
3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	38
3.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	39
4 ESTUDO DE CASO	41
4.1 CARACTERIZANDO A ORGANIZAÇÃO	41
4.2 RESULTADOS	42
4.2.1 CUSTO DO DIESEL	45
4.2.2 CUSTO KW PONTA	46
4.2.3 CUSTO COM MANUTENÇÃO PREVENTIVA	47
4.2.4 COMPONENTES DO CUSTO DE GERAÇÃO	48
4.2.5 ECONOMIA PREVISTA	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é considerada um fator vital para o funcionamento de todas as atividades de um país seja ele desenvolvido ou em fase de desenvolvimento, em se tratando do ramo industrial ela é um insumo essencial e determinante no crescimento da geração de emprego e renda de uma nação, isso porque os impactos que a falta ou o aumento desse custo neste setor determina os caminhos a serem seguidos pela economia nacional.

Ao analisar os últimos vinte anos mais ou menos se percebe que a eletricidade no Brasil aumentou significativamente acima da inflação devido a uma série de mudanças estruturais e conjunturais, o que ocasionou em diversos momentos racionamentos levando a sérias implicações econômicas e sociais, as quais acabaram por afetar fortemente o desenvolvimento e a produção industrial do país.

Até os dias atuais grande parte da energia elétrica produzida no Brasil é gerada por usinas hidrelétricas, isso porque o país é rico em rios extensos e caudalosos correndo sobre planaltos e de depressões. Estima-se que as usinas hidrelétricas fornecem aproximadamente 65,8% de energia elétrica em todo o território brasileiro, seguida pelo gás natural 9,8%, biomassa 8,5% e eólica 5,8% consideradas as quatro fontes com maior representatividade no país (ANEEL, 2017).

Apesar dos diversos fatores geográficos favoráveis, isso não se reflete no preço cobrado pela energia distribuída. Segundo Edson Campagnolo, presidente da Federação das Indústrias do estado do Paraná (FIEP), o Brasil possui alguns fatores essenciais que tornam a energia do país uma das mais caras do mundo, atrás apenas de países como a Índia, Itália, Singapura, Colômbia e República Tcheca (AGÊNCIA FIEP, 2018).

Em primeiro lugar, está a alta carga tributária incidente sobre esse insumo que corresponde a 30% (trinta por cento) do valor total da energia elétrica onde o grande vilão é o ICMS (Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços) cobrado pelos estados. Em segundo, destacam-se os subsídios concedidos às famílias de baixa renda ou aos estados mais pobres do país que representam 20% (vinte por cento) da fatia da fatura de energia elétrica, apesar de que vale destacar que os

subsídios têm grande importância social e precisam ser mantidos, o que é questionável é que deveriam ser arcados pelo Tesouro ou advir de um orçamento para apoio social e não cobrado dos usuários.

Outros fatores importantes que deixam a energia cara são as cobranças de outorgas em licitações e a demora na autorização para a construção de hidrelétricas ocasionadas pelas licenças ambientais que chegam até dez anos para serem concedidas não permitindo a formação de reservatórios e levando o país a recorrer às usinas térmicas que são mais poluentes e custa o dobro para a produção de energia. Para piorar ainda mais a situação, em 2015 a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), implantou o sistema de bandeiras tarifárias com objetivo de sinalizar aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica no Brasil (AGÊNCIA FIEP, 2018).

O sistema funciona através das seguintes modalidades de cores: verde, amarela e vermelha, onde a cor verde significa que as condições para a geração de energia elétrica estão favoráveis não tendo assim nenhum acréscimo na fatura; cor amarela, representa que as condições de geração estão menos favoráveis e a tarifa sofre um acréscimo de R\$ 0,010 para cada quilowatt-hora (KWh) consumidos e a pior e mais cara de todas, a bandeira tarifária na cor vermelha onde as condições para a geração de energia são mais custosas, sofrendo um acréscimo de R\$ 0,030 para cada quilowatt-hora (KWh) consumido (Patamar 1) e de R\$ 0,050 para cada quilowatt-hora (KWh) consumido (Patamar 2) (ANEEL,2017).

Não bastassem todos esses fatores citados, as empresas ainda precisam administrar o fator horário de ponta, regulamentado pela resolução normativa ANEEL – REN nº414/2010 que se refere ao período compreendido por três horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora de energia, considerando a curva de carga de seu sistema elétrico aprovado pela ANEEL para toda a área de concessão, exceto em sábados, domingos e feriados nacionais (ANEEL, 2017).

Diante de todo esse contexto, as empresas passaram a buscar alternativas que pudessem diminuir o custo da energia elétrica nas suas operações para continuar produzindo e vendendo seus produtos, principalmente o setor industrial e uma das alternativas encontradas foram à utilização de geradores de energia não só apenas nas falhas e oscilações no abastecimento da rede elétrica, mas também em horário de ponta.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Com base no contexto apresentado, considerando a necessidade que o setor industrial tem na busca constante pela redução de custos, este estudo de caso visa responder a seguinte pergunta de pesquisa: **Qual é a viabilidade técnica e econômica do uso de geradores a diesel no horário de ponta em um incubatório de matrizes para frango de corte localizado no sudoeste do Paraná?**

1.2 OBJETIVO GERAL

Para responder ao problema de pesquisa, este trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade técnica e econômica do uso de geradores a diesel no horário de ponta em um incubatório de matrizes para frango de corte localizado no sudoeste do Paraná.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Têm-se como objetivos específicos:

- (1) Realizar um estudo bibliográfico sobre:
 - a) Política Energética Brasileira;
 - b) Conceito de potência, fator de potência;
 - c) Demanda e consumo;
 - d) Sistemas tarifários vigentes;
 - e) Distribuidora de Energia Elétrica;
 - f) Geradores a diesel e suas configurações;
- (2) Caracterizar a unidade de produção estudada;

- (3) Analisar os dados obtidos e verificar a viabilidade técnica e econômica do uso de geradores em horário de ponta levando em consideração o custo de manutenção e vida útil dos geradores.

1.4 JUSTIFICATIVA

Em virtude do grande aumento do valor do KW e do KWh além da ocorrência de apagões devido à sobrecarga no setor elétrico, juntamente com o aumento nos custos da energia principalmente no horário de ponta, as empresas de grande porte passaram a buscar soluções visando diminuir não só o valor da fatura sem que isso afete seus resultados, mas também a utilizar sistemas de geração para auxiliar no horário de ponta visando maior segurança e confiabilidade durante a operação em situações de interrupção de energia por parte do sistema elétrico.

Nesse contexto, esse trabalho se justifica pela importância que uma análise técnica e econômica levando em consideração o uso de geradores a diesel por um incubatório de matrizes de frango de corte no horário da ponta pode gerar de economia para esse ramo de atividade, além de servir de referência para outros estudos e análises futuras por parte de outras empresas sejam do mesmo segmento ou não.

1.5 DELIMITAÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO

O desenvolvimento do presente trabalho será possível através da realização de um estudo de caso propondo analisar a viabilidade técnica e econômica do uso dos geradores a diesel no horário da ponta em um incubatório de matrizes para frango de corte localizado no sudoeste do Paraná, com capacidade de produção de 386.000 ovos dia e 1.930.000 ovos por semana.

Este trabalho encontra-se organizado em cinco capítulos:

- Capítulo 1 – Compreende a já exposta introdução, seguida do problema de pesquisa, objetivo geral e objetivos específicos, justificativa e delimitação do tema;
- Capítulo 2 – Contextualização da situação da política energética brasileira, bem como conceitos de energia, potência e fator de potência; demanda e consumo, sistemas tarifários vigentes bem como uma análise dos grupos de geradores e suas configurações.
- Capítulo 3 – Aborda a metodologia utilizada para o estudo, o enquadramento metodológico e os procedimentos de coleta e análise dos dados.
- Capítulo 4 – Caracterização sobre a empresa objeto do estudo de caso e os resultados obtidos da pesquisa.
- Capítulo 5 – Considerações finais e referências.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será exposto o material bibliográfico que serviu como base para a elaboração do estudo de caso, onde primeiramente buscou-se relatar a situação da política energética no Brasil, logo se partiu para os conceitos e definições sobre energia, potência e fator de potência; demanda e consumo seguido pela caracterização dos sistemas tarifários vigentes e bandeiras tarifárias em seguida foi caracterizado o perfil da fornecedora de energia elétrica no estado do Paraná além de conceituar o gerador de energia e sua configuração.

2.1 A SITUAÇÃO DA POLÍTICA ENERGÉTICA BRASILEIRA

A questão da situação energética preocupa indistintamente a todos os países, porém o que diferencia uns dos outros é a capacidade de investimento o que torna vulneráveis algumas economias em desenvolvimento que para crescer precisam de energia e para gerá-las necessitam de recursos financeiros.

Segundo dados divulgados pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2014) o Brasil está em segundo lugar no ranking mundial com maior capacidade de geração hidrelétrica no mundo, ficando atrás somente da China. Além disso, ele se encontra entre os 10 países que possuem a maior capacidade instalada de geração elétrica conforme divulgado pelo BIG (banco de informação de geração) chegando a mais ou menos 160.038.072 KW de potência (ANEEL, 2018).

Porém, o ano de 2018 iniciou com uma das maiores crises hídricas já vivenciadas no nordeste brasileiro devido aos baixos níveis de água nos reservatórios da Companhia Hidrelétrica do São Francisco, situação que já vinha sendo anunciada há anos. O problema poderia ter sido minimizado principalmente por parte do governo através de incentivo de geração de energia elétrica através de fontes alternativas como, por exemplo, a eólica e fotovoltaica, visto que o Brasil é um país com vastos recursos naturais e possui em abundância ventos fortes e luz solar.

Entretanto, a falta de iniciativa para buscar uma solução viável e rápida, atrasa o desenvolvimento do país deixando cada vez mais cara a conta de energia elétrica.

A política energética brasileira compreende as diretrizes estabelecidas pelo governo federal para administrar e explorar da melhor forma possível os recursos do território nacional, visando alimentar a indústria, o comércio e a população em geral.

As agências governamentais responsáveis pelas questões energéticas no país compreendem:

- Ministério de Minas e energia (MME) – é o órgão que tem como função auxiliar o Poder Executivo criando normas, acompanhando e avaliando programas federais além de implantar políticas para o setor energético. O MME tem como autarquias vinculadas as agências nacionais de Energia Elétrica (ANEEL) e do Petróleo (ANP), bem como o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).
- Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) – tem como atribuição propor ao Presidente da República políticas nacionais e medidas para o setor.
- Secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético; de Energia Elétrica; de Petróleo; Gás Natural e Combustíveis Renováveis; Empresa de Pesquisa Energética (EPE) cuja finalidade é prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético.

Segundo a Lei N°9.478 de 06 de agosto de 1997, os princípios e objetivos principais da política Energética Nacional são: preservar o interesse nacional bem como promover o desenvolvimento ampliando o mercado de trabalho e valorizando os recursos energéticos. Além disso, a Lei visa proteger os interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos; proteger o meio ambiente, identificar as soluções para suprimento de energia elétrica nas diversas regiões do país, utilizar fontes alternativas de energia; promover a livre concorrência bem como fomentar a pesquisa e desenvolvimento relacionados às energias renováveis.

2.2 CONCEITO DE ENERGIA, POTÊNCIA E FATOR DE POTÊNCIA

2.2.1 ENERGIA

Em suma energia define-se como a capacidade dos corpos em produzir trabalho ou desenvolver uma força. Os físicos definem energia como a quantidade de trabalho que um sistema pode fornecer. Basicamente a energia é tudo aquilo produz ação, podendo tomar variadas formas como, por exemplo: energia elétrica, energia nuclear, mecânica, térmica, química, magnética etc.

A energia elétrica ou eletricidade são como se designam os fenômenos em que estão envolvidas cargas elétricas, sendo uma forma de energia baseada na geração de diferenças de potencial elétrico entre dois pontos que permitem estabelecer uma corrente elétrica entre cada ponto.

A unidade de energia no sistema internacional é o Joule (J), sendo comumente a unidade quilowatt x hora (KWh) para medir o consumo de energia elétrica, a onde watt-hora corresponde a potência cuja base é de 1W durante intervalo de 1 hora.

2.2.2 POTÊNCIA

Podemos definir potência ativa (P) como sendo, a quantidade de energia transferida por unidade de tempo, potência que efetivamente realiza trabalho útil. Pode-se medir a potência em qualquer instante de tempo; ao contrário da energia que necessita ser medida em um dado intervalo de tempo estabelecido, conforme a figura abaixo.

Potência	P	=	ΔE	Energia
			Δt	Tempo

Quadro 1 – Fórmula da potência

Onde $\Delta E/\Delta t$: é a variação de energia no tempo

A grandeza de potência adotado no sistema internacional é o Watt (W), o qual corresponde a Joule por segundo (J/s), tal qual de maneira muito comum é utilizado a unidade quilowatt (KW).

No Quadro 2 são demonstradas unidades de potência.

Unidades de Potência				
1 W	watt	=	1 J/s	Joule por segundo
1 CV	cavalo vapor	=	735 W	watt
1 HP	horse power	=	746 W	watt

Quadro 2 – Unidades de potência

2.2.2.1 POTÊNCIA REATIVA

Basicamente a potência reativa (Q) não produz trabalho útil, ela é usada basicamente para carga nos capacitores e na produção do campo magnético, os quais são gerados nas bobinas dos motores elétricos e transformadores. Mesmo não realizando trabalho útil, essa potência exige uma corrente da fonte geradora e conseqüentemente de todo o sistema de distribuição.

Em um sistema elétrico, quando existe a ocorrência de energia reativa, ela pode sobrecarregar as instalações, de forma que acaba ocupando a capacidade de condução de corrente elétrica dos condutores, a qual poderia ser utilizada para realizar trabalho útil. Essa premissa pode ser considerada para o consumidor e concessionária.

A grandeza de potência reativa adotado de maneira muito comum é o Volt-Ampere reativo (Var), ou quilovolt-Ampere-reativo (kVAr).

2.2.2.2 POTÊNCIA APARENTE

Basicamente a soma vetorial das potências ativa e reativa resulta no que definisse potência aparente (S); em outras palavras é o total de potência fornecida pela fonte. Levasse em conta essa grandeza para dimensionar cabos e proteções dos sistemas elétricos.

De modo comum o triângulo de potências é muito utilizado para representar essa soma vetorial, conforme poder ser observada na Figura 1 abaixo.

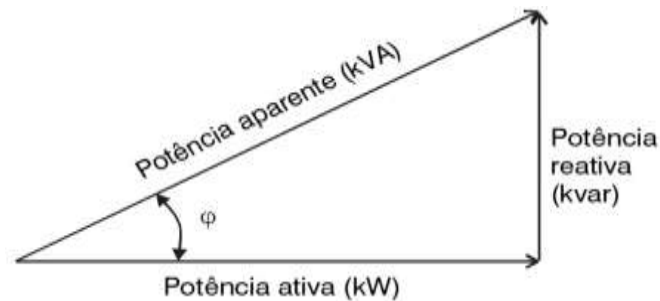


Figura 1 – Triângulo de potência
Fonte: (WEG, 2018)

A grandeza de potência aparente adotado de maneira muito comum é o Volt-Ampere (VA), ou quilovolt-Ampere (kVA).

2.2.3 FATOR DE POTÊNCIA

A relação entre potência ativa e a potência aparente é o que basicamente chamamos de fator de potência para cada unidade consumidora, ou seja, essa relação indica a porcentagem de energia total fornecida que efetivamente é aproveitada. Sendo assim, o fator de potência é o grau de eficiência no uso dos sistemas elétricos.

Esta relação pode ser observada no Quadro 3 abaixo.

$FP = \frac{P \text{ (KW)}}{S \text{ (KV}_a\text{)}} = \cos\phi = \cos \left(\text{arc tg} \frac{Q \text{ (KVAr)}}{P \text{ (KW)}} \right)$
--

Quadro 3 – Relação do fator de potência

Uma baixa eficiência energética é indicada através de um baixo fator de potência, em outras palavras, o sistema está sendo subutilizado devido à ocorrência de potência reativa. Para evitar e proteger os sistemas de geração e distribuição, as concessionárias impõem aos consumidores um fator de potência de no mínimo 0,92 (ANEEL, 2012), sendo o consumidor responsável manutenção e controle dentro dos níveis permitidos.

Quando uma unidade consumidora apresenta um fator de potência inferior aos limites é aplicada uma multa pela concessionária devida esse excesso de reativo, sendo o objetivo dessa ação, o de ajustar o sistema e evitar perturbações técnicas.

Uma solução muito comum e eficiente utilizada pelos consumidores é a utilização de bancos de capacitores automáticos, esses bancos de capacitores corrigem o fator de potência da instalação através de um controlador eletrônico. Essa correção melhora a eficiência das instalações elétricas, o que reduz perdas por Efeito Joule aumentando a vida útil das instalações e evita multas.

2.3 DEMANDA E CONSUMO

Basicamente o sistema elétrico é composto por uma malha de distribuição, sendo formada pelas redes de condutores elétricos e subestações da concessionária. Esse sistema é responsável por alimentar toda uma gama diversificada de cargas dos consumidores, como por exemplo: inversores, motores, transformadores, iluminação etc.

Devido à necessidade de expansão desse sistema e conservação da capacidade de atendimento, se faz necessário mensurar e conhecer o limite máximo

de utilização que será solicitado, levando-se em conta a somatória da potência de todos os equipamentos ligados em um dado momento na unidade consumidora.

A somatória das cargas instaladas operando ao mesmo tempo é expresso em quilowatts (KW), sendo denominado DEMANDA o que representa a capacidade máxima que é exigida do sistema elétrico em um determinado momento.

A DEMANDA CONTRATADA corresponde à necessidade de potência ativa (potência que é realmente convertida em trabalho) que a concessionária deve disponibilizar ao cliente, levando-se em conta os termos e condições do contrato de fornecimento, a qual deve paga integralmente, independente se utilizada ou não.

O CONSUMO é medido em quilowatt X hora (KWh), sendo a energia consumida num dado intervalo de tempo, ou seja, é a soma das potências de todas lâmpadas, máquinas e equipamentos elétricos ligados, vezes o tempo que permanecerem ligados.

2.4 SISTEMAS TARIFÁRIOS

Quando se fala em distribuição e uso de energia elétrica seja por parte das indústrias, comércio ou consumidores em geral, um tópico extremamente importante a se destacar é o sistema de cobrança tarifária vigente.

O sistema tarifário é nada mais é do que o valor da demanda pela qual a concessionária de energia elétrica se compromete, por meio de um contrato, colocar à disposição do consumidor pelo tempo que vigorar o mesmo, ou seja, a tarifa visa assegurar aos prestadores dos serviços receita suficiente para cobrir custos operacionais eficientes e remunerar investimentos necessários para expandir a capacidade e garantir o atendimento com qualidade. Os custos e investimentos repassados às tarifas são calculados pelo órgão regulador, e podem ser maiores ou menores do que os custos praticados pelas empresas (ANEEL,2017).

A tarifa leva em consideração três custos como demonstrado na Figura 2 a seguir:



Figura 2 – Custos repassados na fatura de Energia Elétrica
 Fonte: ANEEL (2017)

Além disso, os Governos Federal, Estadual e Municipal cobram na conta de luz os impostos como: PIS e COFINS, ICMS e também a contribuição para iluminação pública. Dessa forma, quando a conta chega ao consumidor, ele paga não só pela compra da energia (custos do gerador) mas também pela transmissão (custos da transmissora) e pela distribuição (serviços prestados pela distribuidora), além de encargos setoriais e tributos.

Assim sendo, para cálculos tarifários, os custos da distribuidora de energia são classificados em dois tipos:

Parcela A: Compra de Energia, transmissão e Encargos Setoriais;

Parcela B: Distribuição de Energia.

Conforme pode se observar no gráfico a seguir, os custos de energia representam atualmente a maior parcela de custos (53,5%), seguido dos custos com Tributos (29,5%). A parcela referente aos custos com distribuição, ou seja, o custo para manter os ativos e operar todo o sistema de distribuição representa apenas 17% dos custos das tarifas (ANEEL,2017).

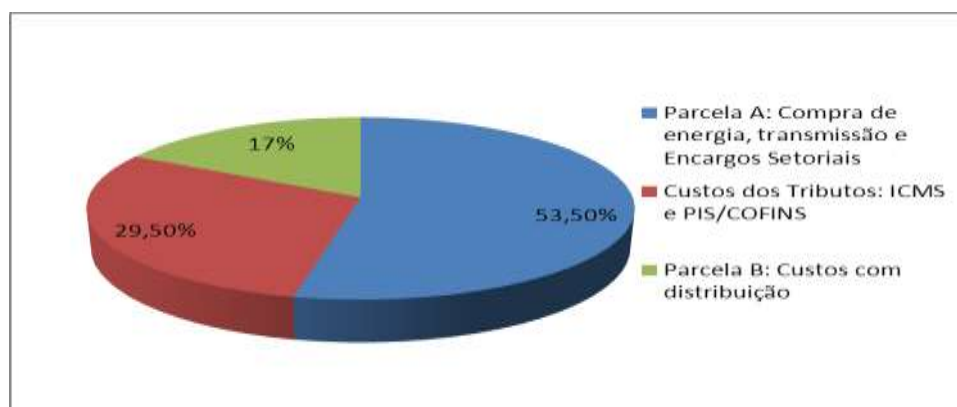


Gráfico 1 – Percentual dos Custos que compõem a Fatura de Energia Elétrica
 Fonte: ANEEL (2017)

O reajuste tarifário é um dos mecanismos de atualização do valor da energia paga pelo consumidor, aplicado anualmente, de acordo com fórmula prevista no contrato de concessão onde o seu objetivo é restabelecer o poder de compra da concessionária. Eles ocorrem em datas definidas no contrato de concessão ou permissão e ocorrem da seguinte forma conforme demonstrado na Figura 3.



Figura 3 – Mecanismos utilizados para atualização do valor da energia
Fonte: ANEEL (2018)

Para o reajuste considera-se a Parcela A, que são aqueles em que a distribuidora tem pouca ou nenhuma gestão somados aos custos da Parcela B referentes a atividade de distribuição de energia que englobam os custos operacionais das distribuidoras e os custos relacionados aos investimentos por ela realizados, além da quota de depreciação de seus ativos e a remuneração regulatória, valores que são fixados pela ANEEL na época da revisão tarifária, e que são corrigidos pelo IGP-M ou IPC-A, deduzidos do Fator X que é uma estimativa dos ganhos de produtividade da atividade de distribuição.

2.5 BANDEIRAS TARIFÁRIAS

As bandeiras tarifárias foram implantadas em 2015 e compreendem o sistema que sinaliza aos consumidores os custos reais para a geração de energia elétrica de um determinado período. Elas são separadas por cores: verde, amarela e vermelha e indicam se a energia custará mais ou menos em função das condições de geração de eletricidade, isso permite ao consumidor ter uma informação mais transparente e poder assim gerir melhor o seu uso.

O Quadro 4 a seguir destaca o que cada cor representa na fatura de energia elétrica:

Bandeira Verde	Condições favoráveis a geração de energia elétrica e a fatura não sofre nenhum acréscimo.
Bandeira Amarela	Condições menos favoráveis a geração de energia e a tarifa sofre um acréscimo de R\$ 0,010 para cada quilowatt-hora (KWh) consumidos, ou seja, acréscimo de R\$ 1,00 real para cada 100 quilowatt-hora (KWh).
Bandeira Vermelha – Patamar 1	Condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,030 para cada KWh consumidos, ou seja, ou seja, acréscimo de R\$ 3,00 reais para cada 100 quilowatt-hora (KWh).
Bandeira Vermelha – Patamar 2	Condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,050 para cada KWh consumidos, ou seja, acréscimo de R\$ 5,00 reais para cada 100 quilowatt-hora (KWh).

Quadro 4 – Bandeiras Tarifárias
Fonte: Copel (2018)

Ainda sobre o valor definido para o adicional da bandeira incidem os tributos PIS/COFINS que juntos equivalem a 9,25% e ICMS que equivale a 29%, assim o quilowatt-hora sofre um adicional conforme demonstrado no Quadro 5 a seguir:

Bandeira	sem tributos/imposto (por KWh)	Com tributos/imposto (por KWh)
Amarela	R\$ 0,010000	R\$ 0,015152
Vermelha - Patamar 01	R\$ 0,030000	R\$ 0,045455
Vermelhar - Patamar 02	R\$ 0,050000	R\$ 0,075758

Quadro 5 – Bandeiras Tarifárias com impostos
Fonte: Copel (2018)

2.6 CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA E ESTRUTURA TARIFÁRIA

No Estado do Paraná a COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica) é a fornecedora primária de energia elétrica.

A COPEL foi criada em 26 de outubro de 1954, com controle acionário do Estado do Paraná e em abril de 1994 abriu seu capital ao mercado de ações. Em julho de 1997 tornou-se a primeira empresa do setor elétrico brasileiro listada na Bolsa de Valores de Nova Iorque. Em 2012 após concluir todas as fases do programa Luz para Todos a Copel conquistou a universalização do fornecimento de energia elétrica no Paraná. O reconhecimento, formalizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), foi o marco para o início de uma nova era, em que o foco é a modernização e a automatização das redes de energia. Em janeiro de 2015 a COPEL instituiu uma empresa de comercialização para atuar no Mercado Livre, para atuar na compra e venda de energia, além de consultoria e começou a expandir suas linhas de transmissão para fora do estado com dois empreendimentos conectando o Paraná ao Mato Grosso e um no Maranhão (COPEL, 2017).

A Companhia atende a mais ou menos 4.515.938 (quatro milhões quinhentos e quinze mil, novecentos e trinta e oito) unidades consumidoras espalhadas por 394 (trezentos e noventa e quatro) municípios e 1.113 (mil cento e treze) localidades (distritos, vilas e povoados) paranaenses, onde 3,6 milhões (três milhões e seiscentos mil) são residências, aproximadamente 78 mil (setenta e oito mil) são indústrias, 384 mil (trezentos e oitenta e quatro mil) são estabelecimentos comerciais e 356 mil (trezentos e cinquenta e seis mil) são propriedades rurais.

Segundo a ANEEL, as tarifas de energia elétrica são divididas em dois grandes grupos e estes estão separados por níveis de tensão:

- Grupo A: aqui estão as unidades consumidores com fornecimentos em tensão igual ou superior a 2,3 KV ou atendidas a partir de sistemas subterrâneos de distribuição em tenção secundária, caracterizado pela tarifa binômia e subdividido conforme Quadro 6 a seguir:

Subgrupo	Classificação
A1	Tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kv;
A2	Tensão de fornecimento de 88 kv a 138 kv;
A3	Tensão de fornecimento de 69 kv;
A3a	Tensão de fornecimento de 30 kv a 44 kv;
A4	Tensão de fornecimento de 2,3 kv a 25 kv;
As	Tensão de fornecimento inferior a 2,3 kv, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

Quadro 6 – Subgrupos de classificação conforme alta tensão

Fonte: Adaptado de Copel, (2018)

- Grupo B: são os consumidores com fornecimento em tensão inferior a 2,3 KV. A tarifa aplicada neste grupo é monômnia, ou seja, aquela aplicada somente para consumo e está subdividido conforme apresenta o Quadro 7.

Subgrupo	Classificação
B1	Residencial e residencial baixa renda;
B2	Rural, cooperativa de utilização rural, serviço público de irrigação;
B3	Demais classes;
B4	Iluminação Pública.

Quadro 7 - Subgrupos de classificação conforme baixa tensão

Fonte: Adaptado de Copel, (2018)

Além da divisão por grupos de alta e baixa tensão, há a estruturação tarifária que nada mais é do que o conjunto de regras aplicadas ao faturamento de distribuição de energia, e a fornecedora COPEL segue a seguinte estrutura tarifária para consumo:

- Tarifa Monômnia: é a que possui os preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa para baixa tensão.
- Tarifa Binômnia: é o conjunto de tarifas de fornecimento constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica para alta tensão. Ela encontra-se dividida em convencional e horária do que diz respeito aos componentes de energia e demanda, bem como a relatividade de preços nos diversos horários.
- Tarifa Convencional: independe das horas de utilização do dia e dos períodos do ano e aplicada aos consumidores atendidos com tensão inferior a 69 KV e com demanda contratada inferior a 150 KW.
- Tarifa Horária: são tarifas que tem preços diferenciados em relação às horas do dia (ponta e fora de ponta) e estão divididas conforme Quadro 8 a seguir:

Tarifa Horária Azul	Destinada a consumidores que tem alto fator de carga no horário de ponta, ela é composta por tarifas diferenciadas de acordo com as horas de utilização do dia e composta de: demanda na ponta; demanda fora da ponta; consumo na ponta e consumo fora da ponta. A tarifa está disponível a todos os consumidores ligados a alta tensão e sendo obrigatória a aplicação a todos os consumidores A1;A2 e A3 e opcional aos demais.
Tarifa Horária Verde	Destinada aos consumidores com baixo fator de carga no horário de ponta. Ela é composta por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e por uma única tarifa de demanda de potência em qualquer horário de utilização: Demanda única, independente do horário; consumo na ponta e consumo fora da ponta.
Tarifa Horária Branca	Destinados aos consumidores de baixa tensão que vai de 127 Volts a 440 Volts, exceto as unidades consumidoras da subclasse baixa renda da classe residencial, iluminação pública ou unidades que façam uso do sistema de pré-pagamento. Possui tarifas diferenciadas de acordo com as horas de utilização do dia: consumo na ponta; consumo intermediário e consumo fora da ponta.

Quadro 8 – Divisão da Tarifa Horária
Fonte: Copel (2018)

Conforme exposto no quadro anterior, o fator fundamental para a cobrança de tarifas é o horário. Para a Copel, o horário de ponta é o período composto por três horas diárias de segunda-feira a sexta-feira das 18 horas às 21 horas e das 19 horas às 22 horas no horário de verão. Vale salientar que são considerados exceções os sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, “*Corpos Christi*” e demais feriados como: 1º de janeiro; 21 de abril; 01 de maio; 07 de setembro; 12 de outubro; 02 de novembro; 15 de novembro e 25 de dezembro, Natal.

O horário fora de ponta é o intervalo de tempo que não o de três horas consecutivas definidas no horário de ponta e o horário intermediário compreende uma hora imediatamente anterior e outra imediatamente posterior às definidas no horário de ponta (COPEL, 2018).

2.7 GERADOR ELÉTRICO

O físico químico britânico Michael Faraday, considerado o pai do motor e gerador elétrico e o físico americano Joseph Henry demonstraram cada um a seu modo, mas ao mesmo tempo, em 1831, a possibilidade de transformar energia mecânica em energia elétrica, conforme Figura 4 (COPEL, 2018).

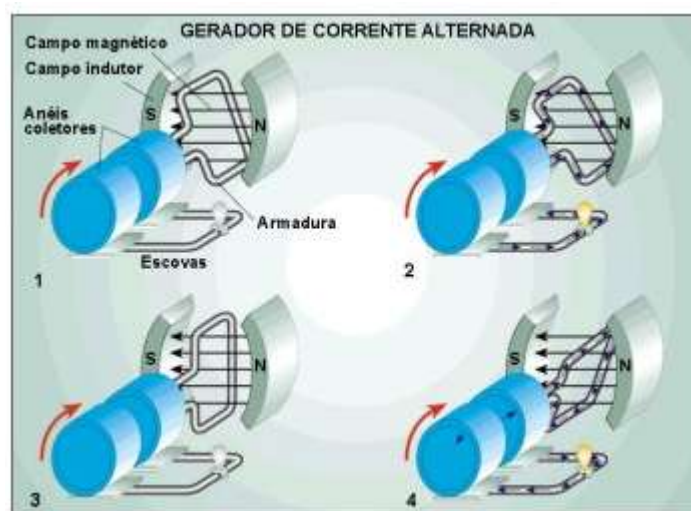


Figura 4 - Gerador de Corrente Alternada
 Fonte: Copel (2018).

Com auxílio da figura anterior pode-se perceber na indicação 1, onde as duas extremidades da armadura de um gerador de corrente alternada ligam-se a anéis condutores, a que se apoiam escovas de carbono, já na indicação 2, a armadura gira e a corrente flui no sentido anti-horário. A escova do anel A conduz a corrente para fora da armadura, permitindo que uma lâmpada se acenda; o anel "B" devolve a corrente à armadura. Na indicação 3 observa-se, que quando a armadura gira paralelamente ao campo magnético, não há geração de corrente. Assim sendo na indicação 4, uma fração de segundos depois, a armadura volta a girar paralelamente ao campo magnético, e a corrente inverte seu sentido: a escova do anel coletor "B" a conduz para fora da armadura e a do anel "A" a devolve à armadura.

Apesar das diversas formas de energia como, por exemplo, a mecânica, química e térmica, que podem ser convertidas em eletricidade, o termo "gerador elétrico" na indústria, se reserva apenas para as máquinas que convertem energia mecânica em elétrica.

2.7.1 HISTÓRICO

Os geradores usados na indústria se baseiam no mesmo princípio empregado por Faraday e Henry: a indução magnética. Onde o gerador de Faraday consistia num disco de cobre que girava no campo magnético formado pelos polos de um ímã de ferradura e produzia corrente contínua. Outro pesquisador obteve corrente alternada um ano depois, através de um gerador com ímãs e enrolamento de fio numa armadura de ferro (COPEL, 2018).

Em um ritmo acelerado, as máquinas elétricas foram desenvolvidas, principalmente devido aos trabalhos de Antonio Pacinotti, Zénobe Gramme, que introduziu o enrolamento em anel, e de Werner Siemens, que inventou o enrolamento em tambor até hoje empregado.

Em torno de 50 anos depois das experiências de Faraday e Henry, obteve-se os geradores comercialmente aproveitáveis. Devendo-se tais conquistas às contribuições de *Thomas Edison*, *Edward Weston*, *Nikola Tesla*, *John Hopkinson* e *Charles Francis Brush*.

Com a invenção da lâmpada elétrica, no final do século XIX, com a instalação de um sistema de produção e distribuição de corrente elétrica, ambos contribuíram para a rápida evolução dos geradores e motores elétricos. A partir de pequenos geradores, aparelhos de pesquisa em laboratório foram possíveis construir s alternadores e dínamos de pequena potência e, finalmente, gigantescos geradores (COPEL, 2018).

2.7.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O gerador elétrico mais básico para exemplificar é o gerador elementar, ele é representado por uma espira plana com liberdade suficiente para se mover sob a ação de um campo magnético uniforme. A espira gira em torno de um eixo perpendicular à direção das linhas de força do campo magnético aplicado. A variação do valor do fluxo que atravessa a espira móvel induz nela uma força eletromotriz. Dessa forma, a força eletromotriz resulta do movimento relativo que há entre a espira e o campo magnético. Sendo assim, essa variação do fluxo magnético em função do tempo gera uma FEM ou tensão induzida (KOSOW, 2005).

Na figura 5, observamos o princípio básico de funcionamento está baseado no movimento relativo entre uma espira e um campo magnético. Os terminais da espira são conectados a dois anéis, que estão ligados ao circuito externo através de escovas, onde este tipo de gerador é denominado de armadura giratória (WEG, 2018).

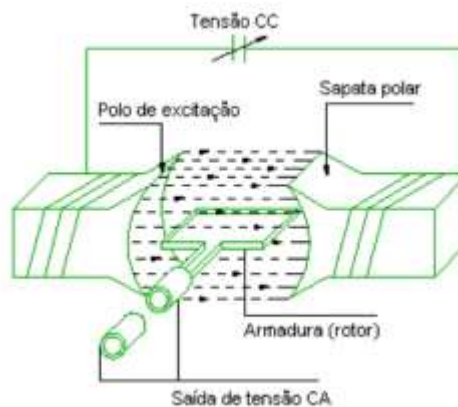


Figura 5 - Esquema de funcionamento de um gerador elementar
 Fonte: WEG (2018)

Representada na Figura 5 temos a fonte de tensão CC, a qual é responsável por originar o fluxo magnético que há entre as sapatas polares, sendo esse o princípio básico dos geradores de corrente alternada. De acordo com a rotação da espira, a relação do fluxo magnético em função do tempo vai se alternando, sobre

efeito da incidência das linhas de campo sobre a espira sendo observado esse fenômeno Figura 6 (WEG, 2018).

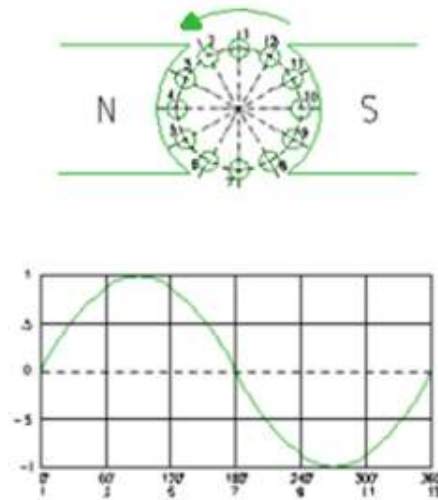


Figura 6 - Distribuição da Indução Magnética
Fonte: WEG (2018)

2.8 UTILIZAÇÃO DE GRUPOS GERADORES NA REDE COPEL

Existem normas que regulamentam a utilização e implantação dos sistemas de geração, as unidades consumidoras conectadas à rede de transmissão da Companhia Paranaense de Energia, para que possam realizar a utilização dos grupos geradores em suas instalações se faz necessário que sejam cumpridos alguns requisitos.

Essa utilização de grupos geradores pode ser dividida entre as três seguintes configurações, com suas respectivas normas, sendo elas:

- Operação Isolada em Emergência (NTC 903107);
- Operação em regime de Paralelismo Momentâneo (NTC 903105);
- Operação em regime de Paralelismo Permanente (NTC 905100).

O foco do presente trabalho é dado apenas para operações de grupo geradores em regime isolado de emergência e de paralelismo momentâneo, tendo

em vista que o regime de paralelismo permanente é voltado para comercialização de energia, não sendo o foco presente revisão bibliográfica.

2.8.1 REGIME DE OPERAÇÃO ISOLADA EM EMERGÊNCIA

A utilização dos grupos geradores geralmente é realizada na falta de energia fornecida pela concessionária, essa condição é chamamos de regime de operação isolada em emergência. Sendo assim nesse presente estudo de caso, a energia gerada pelos grupos geradores seria utilizada dentro do horário de ponta, desligando a unidade consumidora da concessionária de energia. Conforme a norma NTC 903107 da COPEL, as unidades consumidoras podem utilizar-se de grupos geradores para a geração de energia elétrica que supra sua demanda, contanto que a instalação e manutenção seja totalmente custeada pelo próprio cliente.

A instalação apenas deve acontecer após aprovação de projeto, sendo elaborado pelo cliente e encaminhando a COPEL. Sendo o cliente o responsável a solicitar a COPEL que se realize uma vistoria para que assim possa ser liberado o uso do respectivo sistema gerador.

Se o cliente não apresentar projeto, mesmo assim ele deve seguir algumas orientações, como garantir em que nenhum momento de operação as cargas poderão ser alimentadas em paralelismo, em outras palavras energia sendo fornecida ao mesmo tempo pelo grupo gerador e pela concessionária. O bloqueio deverá ser feito eletromecanicamente, com garantia de maior segurança para o sistema elétrico (COPEL, 2011).

Na Figura 7 é demonstrado o intertravamento entre contactores, os quais evitam a operação em paralelismo, no diagrama é demonstrado relés de proteção, botoeira liga e desliga, fusíveis de proteção, sinalizadores luminosos e contactores responsáveis pela comutação.

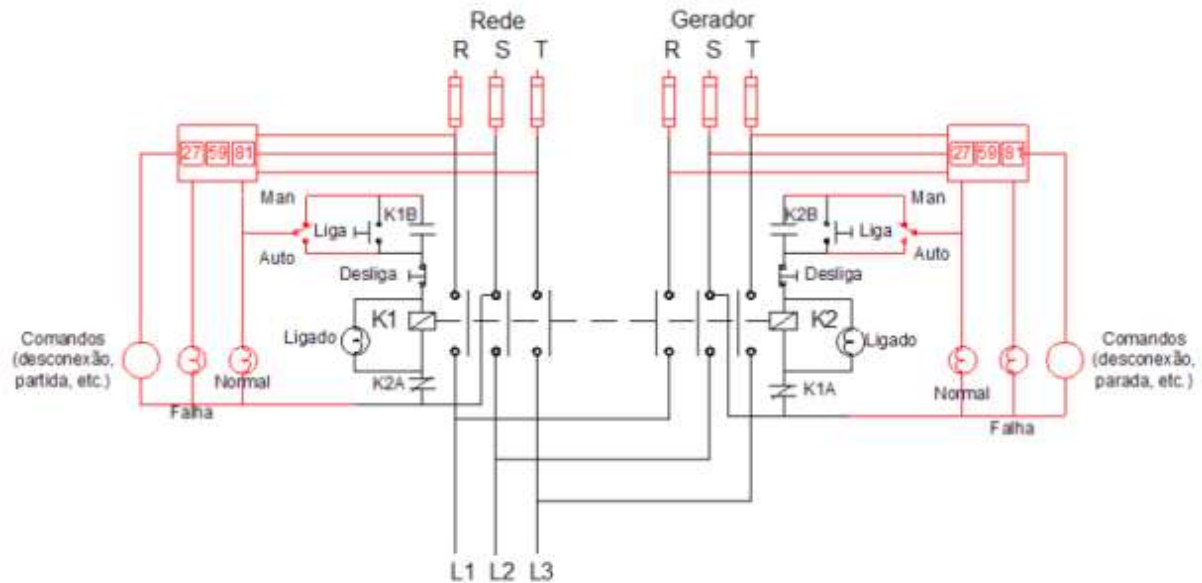


Figura 7 - Diagrama de intertravamento de contactores
 Fonte: Cláudio (2018).

A concessionária de energia elétrica não se responsabiliza pela manutenção ou por danos que venham a ser causados no sistema de geração própria, sendo do consumidor essa inteira responsabilidade a manutenção preventiva e periódica do grupo gerador.

2.8.2 OPERAÇÃO EM REGIME DE PARALELISMO MOMENTÂNEO

No regime de operação em paralelismo momentâneo ocorre a comutação em paralelo entre a energia oriunda da concessionária de energia e o do grupo gerador, em outras palavras, a energia da concessionária e do grupo gerador entra em contato direto.

Conforme COPEL (2011), ou seja, em determinado momento a energia de ambas as fontes entram em contato direto. No caso da presente revisão bibliográfica, assim como no Regime de Operação Isolada em Emergência essa energia gerada pelos grupos geradores seria utilizada dentro do horário de ponta,

desligando a unidade consumidora da concessionária de energia após o paralelismo e sincronismo ser devidamente executado.

3 METODOLOGIA

A metodologia é o estudo que tem como principal objetivo determinar o caminho a ser seguido pelo pesquisador detectando erros e o auxiliando nas tomadas de decisões por desenvolver um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que, permite alcançar os objetivos evitando desperdício de tempo e foco nos fatos relevantes a serem considerados (MARCONI E LAKATOS, 2003).

Assim sendo, este capítulo descreve a forma como a pesquisa foi realizada apresentando o enquadramento metodológico composto por objetivo e natureza da pesquisa, abordagem do problema, procedimentos e forma de obtenção da coleta e análise dos dados.

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

O enquadramento metodológico de uma pesquisa expõe as características do trabalho científico a ser realizado. Quanto ao objetivo, este estudo caracteriza-se como descritivo-exploratório.

Descritivo no momento em que o pesquisador observa e coleta os dados, analisa e os descreve sem modifica-los proporcionando obter as informações e características da população ou fenômeno que investiga sem interferir nos resultados. No estudo de caso a pesquisa descritiva foi concretizada no levantamento e também no momento em que o pesquisador descreve a organização em estudo juntamente com os dados coletados (GIL, 2010).

Exploratório na medida em que o pesquisador busca obter uma maior familiaridade com o ambiente e as variáveis a serem observadas visando conhecer os processos realizados no incubatório e coletando o maior número de informações disponíveis. Isso foi possível através da interação do pesquisador com o ambiente em estudo e da análise mensal realizada nos relatórios e indicadores de consumo de energia elétrica fornecidos pela empresa primeiramente no período sem o uso dos geradores que foi de abril de 2017 a março de 2018 e a partir de abril de 2018 a

julho de 2018 com o uso dos geradores parcialmente no horário da ponta entre as 18:00 horas as 21:00 horas da noite.

Segundo Yin (2005) este estudo se enquadra também com uma pesquisa prática que é a visão direta dos acontecimentos dentro do seu contexto da vida real, principalmente, quando os limites entre o fenômeno (teoria) e o contexto prático (real) ainda não estão bem definidos, ou seja, visando com isso constatar a viabilidade técnica e econômica do uso dos geradores para o incubatório através da realização de um estudo de caso que segundo Gil (1999, pg. 58) “é o estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu amplo e detalhado conhecimento”. Assim, devido à necessidade de um maior aprofundamento sobre a realidade do tema em questão bem como a necessidade de interagir com o ambiente e pessoas envolvidas no processo, colhendo dados e informações para depois mensurá-las, o estudo de caso foi o método que melhor se encaixou.

3.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Em relação à coleta de dados foram utilizados tanto dados primários quanto secundários.

Em se tratando de dados primários, estes foram obtidos diretamente no incubatório através do contato do pesquisador com o meio e as variáveis do ambiente em estudo cujos métodos utilizados foram à observação direta e intensiva dos procedimentos e forma de mensuração da energia elétrica da indústria, com e sem a utilização dos geradores, bem como a realização de entrevistas informais com os gestores da planta. Segundo Gil (2002), esse tipo de entrevista é recomendado em estudos exploratórios buscando oferecer uma visão mais clara do problema pesquisado com informantes-chaves da realidade a ser estudada.

Em termos de dados secundários, foram realizadas pesquisas bibliográficas para fundamentar o referencial teórico, através de livros, artigos teses e monografias publicadas e disponíveis na rede mundial de computadores, internet e periódicos Capes, bem como dados obtidos através do atlas e anuário estatístico de energia do ano de 2017 disponibilizado no site da ANEEL. A partir do material colhido, as

informações foram filtradas, compiladas e analisadas conforme o tema objeto de estudo e conforme sua relevância e necessidade.

No que se refere à abordagem do problema, a pesquisa é classificada como qualitativa e quantitativa. Qualitativa, pois busca compreender de forma detalhada o objeto em estudo, examinando situações, comportamentos e características, além de envolver a aquisição de dados descritivos sobre o incubatório sua estrutura, processos, através do contato direto do pesquisador com a situação estudada. Quantitativa, ao se preocupar em mensurar os dados obtidos das faturas de energia elétrica sem o uso dos geradores e depois comparando o valor da fatura com o uso dos mesmos no horário de ponta buscando com isso obter o custo do KW gerado e a variação do mesmo com ambas as situações (RICHARDSON, 2008).

Assim sendo, a análise dos dados teve início a partir das descrições referente às observações realizadas no incubatório sem o uso dos geradores e depois com a sua inclusão conforme detalhado no parágrafo anterior, juntamente com a mensuração dos valores das faturas de energia elétrica de todo o período da amostra. Logo os dados foram tabelados, realizado os cálculos médios e a partir disso se pode realizar o comparativo em valores e em percentual, tanto do custo do Kw quanto o custo real da manutenção para poder estabelecer a viabilidade do uso ou não dos geradores a diesel em horário de ponta.

4 ESTUDO DE CASO

Nesse capítulo será exposto a caracterização da organização estudada, bem como os resultados obtidos.

4.1 CARACTERIZANDO A ORGANIZAÇÃO

Segundo Gonzales, 2003, o incubatório é um ambiente estratégico da produção avícola e está fortemente vinculado à granja de matrizes. O objetivo de um incubatório é transformar biologicamente ovos férteis em pintos de um dia, levando em consideração, volume, prazo e qualidade desejados. Sempre minimizando custo, incidência de anormalidades, contaminação, de forma a atender às necessidades e expectativas da produção avícola (BIEZUS, 2001; TONA et al., 2003).

O processo produtivo do incubatório é constituído de entradas (ovos incubáveis) e da transformação biológica dessas entradas em produtos (pintos de um dia), (GUSTIN, 2003). O sucesso da incubação envolve condições ótimas de manejo e climatização, sendo de suma importância o controle de temperatura, umidade e ventilação para o desenvolvimento embrionário saudável.

O incubatório do estudo de caso está localizado no sudoeste do estado do Paraná, produz mensalmente 8.500.000 (oito milhões e quinhentos mil) pintainhos, a planta possui quarenta e cinco incubadoras com capacidade de 129.000 (cento e vinte e nove mil) ovos, sendo incubadas três incubadoras por dia, durante cinco dias por semana.

A unidade conta com vinte e sete nascedouros com capacidade de 43.000 (quarente e três mil) ovos, produzindo diariamente a capacidade de nove nascedouros, totalizando 387.000 (trezentos e oitenta e sete mil) pintainhos, o nascimento ocorre de segunda-feira a sexta-feira.

Conforme a tabela abaixo se pode observa o período necessário para o desenvolvimento embrionário de um pintainho.

PERÍODO DE INCUBAÇÃO	
ESPÉCIE	DIAS
Galinha	21
Pato	35
Marreco / Ganso	28
Peru	28
Galinha D'angola	28
Codorna	16-18
Avestruz	42
Faisão	24
Pombo	17
Cisne	35

Quadro 9 – Período de incubação

Fonte: Adaptado, Globo Rural (2018)

Durante todo esse período os parâmetros de temperatura, umidade e ventilação devem ser controlados, dessa forma é de suma importância manter máquinas e equipamentos em perfeito estado de conservação e funcionamento, isto inclui incubadoras, nascedouros, equipamentos de processamento de pintainhos, instrumentos de medição, sistemas de climatização, sistemas de alarmes, compressores de ar e geradores de energia.

A manutenção preventiva quando bem estruturada e aplicada no incubatório, ajuda a melhorar a eclodibilidade e a qualidade dos pintainhos, assim como a manter um ambiente de trabalho mais seguro, reduzindo custos como energia elétrica e seguro bem como permite um melhor valor de retenção de ativos.

4.2 RESULTADOS

Para o desenvolvimento do Estudo de Caso do presente trabalho, primeiramente foi realizada uma análise do perfil de carga do incubatório, tendo como base os seguintes critérios: consumo no horário da ponta, consumo fora do horário da ponta e demanda fora do horário da ponta.

O perfil de consumo do incubatório foi extraído a partir dos dados encontrados nas faturas de energia elétrica em um período de 12 meses (abril-17 a março-18). O qual pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Histórico de consumo

HISTÓRICO DE CONSUMO E PAGAMENTO DO INCUBATÓRIO					
MÊS / ANO	VALOR TOTAL DA FATURA	CONSUMO NA PONTA (KW)	CONSUMO FORA DA PONTA	DEMANDA FORA DA PONTA	DEMANDA CONTRATADA
abr-17	R\$ 251.337,78	33.844	426.961	1.135	1.125
mai-17	R\$ 217.653,64	33.188	384.227	979	1.125
jun-17	R\$ 259.371,23	35.591	435.460	1.063	1.125
jul-17	R\$ 246.208,41	37.656	427.887	988	1.125
ago-17	R\$ 236.129,40	33.522	398.642	936	1.125
set-17	R\$ 279.397,37	38.344	472.429	976	1.125
out-17	R\$ 237.082,48	40.923	467.033	1.043	1.125
nov-17	R\$ 247.610,72	39.751	454.529	1.135	1.125
dez-17	R\$ 243.986,78	38.789	428.964	1.020	1.125
jan-18	R\$ 254.019,40	45.246	531.163	1.140	1.125
fev-18	R\$ 218.162,17	39.127	439.374	1.043	1.125
mar-18	R\$ 242.644,82	45.937	501.938	1.143	1.125

Fonte: Autoria Própria.

Através dos dados obtidos do histórico de consumo do incubatório, foi possível realizar a análise do perfil de consumo, visualizada na Figura 9.

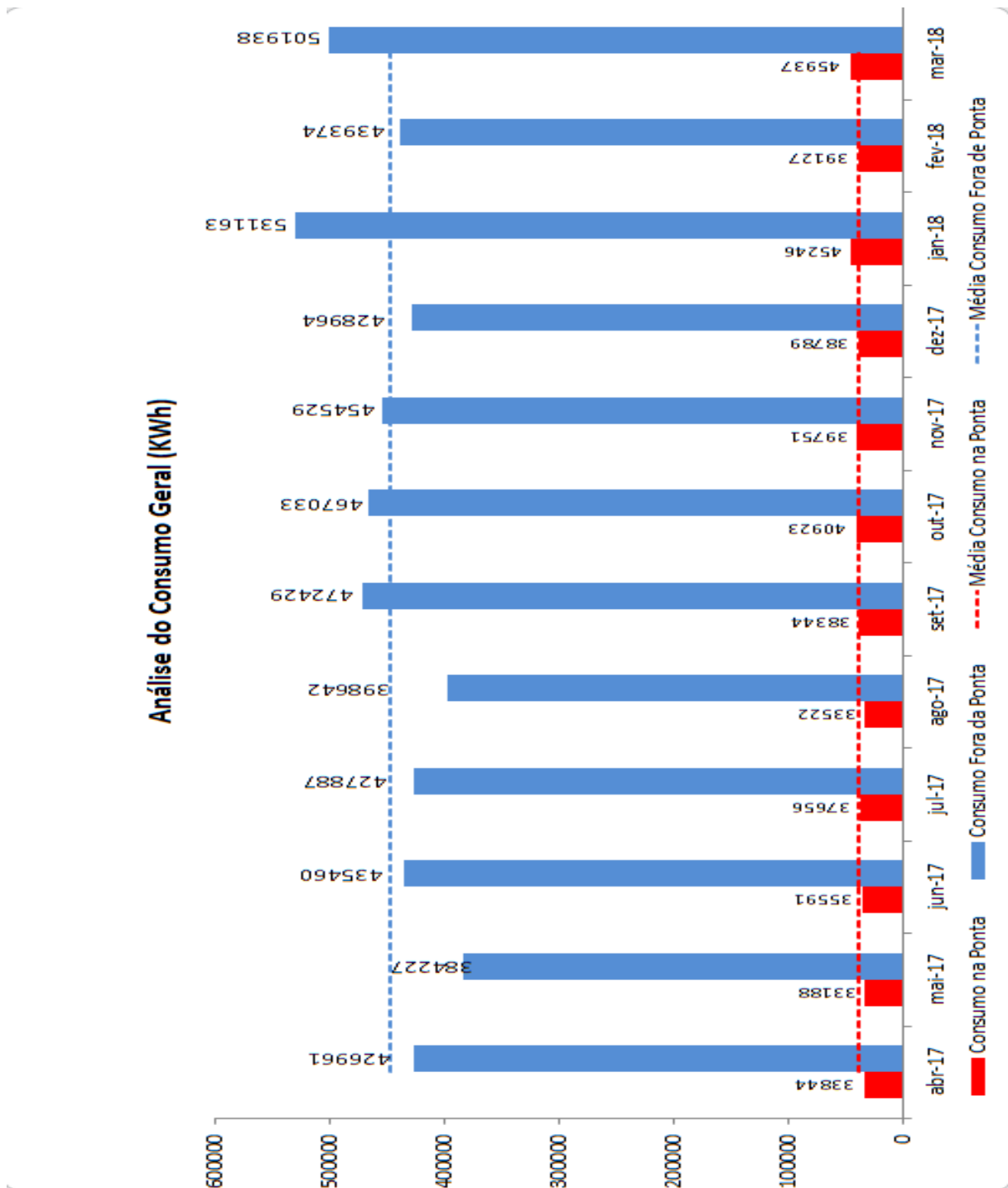


Figura 8 – Análise do consumo geral
 Fonte: Autoria Própria.

Com base nas informações encontradas após a análise do consumo geral, foi utilizado o grupo gerador da unidade parcialmente no horário de ponta, a onde os resultados podem ser observados na Tabela 2, onde se destacam o valor total da

fatura, apresentando uma média de R\$ 244.467,02 e a média de consumo da ponta de 38.493 KW sem o uso dos geradores.

Tomando como base o período de abril a julho de 2018, onde foi utilizado o grupo gerador, a média do valor total da fatura passou a ser R\$ 200.451,73, uma redução de R\$ 44.015,29 utilizando-se o grupo gerador de maneira parcial.

Tabela 2 – Utilização do grupo gerador

HISTÓRICO DE CONSUMO E PAGAMENTO COM UTILIZAÇÃO DO GRUPO GERADOR						
MÊS / ANO	VALOR TOTAL DA FATURA	CONSUMO NA PONTA (KW)	CONSUMO FORA DA PONTA	DEMANDA FORA DA PONTA	DEMANDA CONTRATADA	HORAS GRUPO GERADOR
abr-18	R\$ 204.718,08	23.538	496.899	1.057	1.125	24
mai-18	R\$ 177.417,49	13.386	427.404	1.028	1.125	34
jun-18	R\$ 197.929,20	18.853	394.874	1.031	1.125	26
jul-18	R\$ 221.742,16	21.095	444.761	924	1.125	18

Fonte: Aatoria Própria.

4.2.1 CUSTO DO DIESEL

O grupo gerador necessita de combustível para o seu funcionamento e geração, o combustível utilizado é o óleo diesel S500, diesel comum sem aditivos com coloração avermelhada, a unidade do estudo de caso conta com um setor de compra corporativa onde consegue obter melhores condições no preço do diesel comercial.

Com a utilização do grupo gerador foi possível estimar a quantidade de combustível por quilowatt gerado, dando um resultado de 1 KW a cada 3,63 litros de diesel conforme resultados na Tabela 3.

Tabela 3 - Quilowatt gerado X litro combustível

MÊS/ANO	MÉDIA CONSUMO NA PONTA (KW)	CONSUMO NA PONTA (KW)	(KW) GERADO	CONSUMO DIESEL (L)	(KW) / LITRO
abr-18	38.493	23.538	14.955	4.130	3,62
mai-18	38.493	13.386	25.107	6.900	3,64
jun-18	38.493	18.853	19.640	5.400	3,64
jul-18	38.493	21.095	17.398	4.800	3,62
Média KW / Litro					3,63

Fonte: Aatoria Própria.

Na Tabela 4 é demonstrada a quantidade necessária de combustível para gerar o consumo médio na ponta do incubatório, conforme demonstrado, se faz necessário 10.604 litros de óleo diesel, sendo adquirido a valor comercial de R\$ 3,085 o litro, totalizando R\$ 32.713,75. O valor de R\$ 3,085 o litro de diesel, foi levantando através da média do valor pago nos meses de abril a junho de 2018.

Tabela 4 - Quantidade de combustível pelo consumo na ponta médio

QUANTIDADE DE COMBUSTÍVEL PELO CONSUMO NA PONTA MÉDIO					
MÉDIA CONSUMO NA PONTA (KW)	(KW) / LITRO	CONSUMO DIESEL (L)	VALOR LITRO DIESEL	TOTAL DIESEL	
38.493	3,63	10.604	R\$	3,085	R\$ 32.713,75

Fonte: Aatoria Própria.

4.2.2 CUSTO KW PONTA

Na Tabela 5 é demonstrado o preço pago pelo quilowatt consumido na ponta, onde a média dos 12 meses ficou em R\$ 1,58. Conforme dado extraído da fatura de energia elétrica a média paga pelo quilowatt normal é de R\$ 0,30, ou seja, a unidade consumidora está pagamento em torno de 5,26 vezes mais caro o quilowatt na ponta comparado ao valor do horário normal.

Tabela 5 - Histórico de consumo e pagamento na ponta

HISTÓRICO DE CONSUMO E PAGAMENTO NA PONTA			
MÊS / ANO	CONSUMO NA PONTA (KW)	VALOR DO KW NA PONTA	TOTAL NA PONTA
abr-17	33.844	R\$ 1,57	R\$ 53.135,08
mai-17	33.188	R\$ 1,53	R\$ 50.777,64
jun-17	35.591	R\$ 1,55	R\$ 55.166,05
jul-17	37.656	R\$ 1,59	R\$ 59.873,04
ago-17	33.522	R\$ 1,57	R\$ 52.629,54
set-17	38.344	R\$ 1,57	R\$ 60.200,08
out-17	40.923	R\$ 1,58	R\$ 64.658,34
nov-17	39.751	R\$ 1,62	R\$ 64.396,62
dez-17	38.789	R\$ 1,60	R\$ 62.062,40
jan-18	45.246	R\$ 1,60	R\$ 72.393,60
fev-18	39.127	R\$ 1,60	R\$ 62.603,20
mar-18	45.937	R\$ 1,60	R\$ 73.499,20
Média do quilowatt pago na ponta			R\$ 1,58

Fonte: Aatoria Própria.

4.2.3 CUSTO COM MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Para comparativo da viabilidade econômica se faz necessário acrescentar o custo de manutenção preventiva do grupo gerador, pois se não houver uma manutenção periódica, substituição de peças e componentes, eleva-se o risco falhas e gastos elevados não planejados. Por isso realizar manutenção periódica, a fim de inspecionar e efetuar pequenos reparos, como substituição de abraçadeiras, mangueiras, terminais é de extrema importância, além da manutenção semestral ou a cada 250 horas de funcionamento. Os dados foram extraídos com base no plano de manutenção interno, o qual foi baseado levando-se em conta o manual do fabricante.

É importante ressaltar a vida útil de um grupo gerador, segundo dados do fabricante, quando existe a presença de um plano de manutenção preventiva, estima-se a vida útil do equipamento de 15.000 horas. Tomando como referência esse dado, o grupo funcionaria 66 horas mês, ou 792 horas por ano, na utilização em horário de ponta, o que nos representaria uma vida útil de aproximadamente 19 anos.

A Tabela 6 demonstra o custo de manutenção semestral, valores para manutenção de três geradores STEMAC de 750 KVA utilizados no incubatório, foi dividido o custo semestral para um período mensal, afim de levantar o custo de combustível e o custo de manutenção na utilização desse grupo gerador.

Tabela 6 - Custo de manutenção preventiva

CUSTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA		
Filtro de Combustível	R\$	822,75
Filtro de Óleo Lubrificante	R\$	1.916,16
Filtro de Ar	R\$	4.500,00
Óleo Lubrificante	R\$	2.250,00
Técnico de Manutenção	R\$	900,00
Regulagem Válvulas e Junta de Tampa	R\$	2.430,00
SOS (margem)	R\$	2.000,00
Custo Semestral	R\$	14.818,91
Custo Mensal Manutenção	R\$	2.469,82

Fonte: Autoria Própria.

4.2.4 COMPONENTES DO CUSTO DE GERAÇÃO

Na Tabela 7 demonstra-se o custo operacional utilizando o grupo gerador para gerar a energia no horário de ponta, somando-se o consumo de diesel e custo com manutenção preventiva chegou ao resultado de R\$ 35.183,57 para gerar 38.493 KW ou R\$ 1,09 por quilowatt.

Tabela 7 - Custo de operação

CUSTO DE OPERAÇÃO	
Diesel	R\$ 32.713,75
Manutenção	R\$ 2.469,82
Total Mensal	R\$ 35.183,57

Fonte: Aatoria Própria.

Com base nesse resultado comprova-se a viabilidade econômica da utilização do grupo gerador a onde o custo da concessionária é de R\$ 1,58 enquanto o grupo gerador custa R\$ 1,09 por quilowatt, o que representa uma economia de 44.95% no custo da energia consumida no horário de ponta.

4.2.5 ECONOMIA PREVISTA

Na Tabela 8 são demonstrados os valores das faturas de energia elétrica no período de fevereiro de 2017 a março de 2018, onde foram atualizados os valores utilizando o grupo gerador no horário de ponta, através da economia gerada, tendo como base nos dados reais da unidade percebesse uma economia média de R\$ 19.497,00 mensais.

Conforme orçamento atualizado do fornecedor STEMAC, o custo para adquirir um novo grupo gerador já instalado na unidade é de R\$ 257.340,00, com base nesse valor, observou-se que com o acumulo de 14 meses de economia supera-se o valor para adquirir um novo grupo gerador.

Tabela 8 - Demonstrativo de economia

MÊS	TOTAL DA FATURA R\$	TOTAL NA PONTA R\$	CUSTO DE OPERAÇÃO GERADOR R\$	ECONÔMIA NO MÊS R\$	VALOR ATUALIZADO FATURA R\$	ECONOMIA ACUMULADA PERÍODO R\$
fev/17	260.875	63.989	44.097	19.892	240.983	19.892
mar/17	232.207	56.784	39.168	17.616	214.591	37.508
abr/17	251.338	53.440	36.890	16.550	234.788	54.058
mai/17	217.654	50.844	36.175	14.669	202.985	68.727
jun/17	259.371	55.486	38.794	16.692	242.679	85.419
jul/17	246.208	59.948	41.045	18.903	227.305	104.322
ago/17	236.129	52.730	36.539	16.191	219.938	120.513
set/17	279.397	60.468	41.795	18.674	260.724	139.187
out/17	237.082	64.699	44.606	20.093	216.989	159.280
nov/17	247.611	64.397	43.329	21.068	226.543	180.348
dez/17	243.987	62.179	42.280	19.899	224.088	200.247
jan/18	254.019	72.529	49.318	23.211	230.808	223.458
fev/18	218.162	62.799	42.648	20.150	198.012	243.609
mar/18	242.645	73.499	50.071	23.428	219.217	267.036

Fonte: Autoria Própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi realizar um estudo da viabilidade técnica e econômica quanto à utilização da geração a diesel no horário da ponta, com o intuito de propor uma solução a fim de reduzir o custo da energia elétrica consumida.

Com base na atividade da unidade estudada, o incubatório não pode desligar suas máquinas e equipamentos de maneira parcial, pois isso afetaria significativamente os seus resultados, comprometendo o volume de produção e a qualidade do produto.

A solução proposta e analisada foi da utilização do grupo gerador no horário da ponta, o que representaria uma economia de 44,95% no custo da energia consumida nesse período, representando 8,49% sobre o valor total da futura de energia elétrica, e ainda se levar em conta a carga tributária de 38,25% referente a impostos, o resultado da economia financeira dentro de 12 meses é de R\$ 317.323,03.

É de suma importância mencionar uma condição técnica da unidade, onde o grupo gerador instalado conta com um QTA (quadro de transferência automática), controlado por uma USCA (unidade de supervisão de corrente alternada), a qual após configuração do controle de carga e demanda, reveza o funcionamento dos três geradores, priorizando o desligamento do gerador com mais horas de funcionamento.

Nessa condição dos três geradores instalados, apenas dois suprem a carga de geração solicitada, ficando um sempre desligado, em média os dois geradores trabalham com 50% da sua capacidade de geração.

Nesse cenário, a vida útil do equipamento aumenta e conseqüentemente as horas de funcionamento individual de cada gerador diminuem, diminuindo o custo com manutenção preventiva, o que é um dos componentes do custo de operação, podendo melhorar ainda mais os resultados apresentados.

Como sugestão para redução do custo de energia, recomenda-se ainda a alternativa da compra de energia elétrica no mercado livre, o qual apresenta preço muito mais atrativo, devido à competitividade entre as concessionárias de energia.

Contudo o uso do grupo gerador se mostrou viável tanto tecnicamente e economicamente para uma solução imediata para redução de custo da empresa ficando a cargo da direção da empresa quanto a sua utilização.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA FIEP, Federação das indústrias do estado do Paraná. **5 razões para o Brasil ter uma das energias mais cara do mundo.** Disponível em: <<http://agenciafiiep.com.br/2018/04/02/5-razoes-para-o-brasil-ter-uma-das-energias-mais-caras-do-mundo/>>. Acesso em 04 nov. de 2018

ANEEL, Agência nacional de energia elétrica. **Bandeiras tarifárias.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>>. Acesso em Acesso em 03 nov. de 2018

ANEEL, Agência nacional de energia elétrica. **Tarifas consumidores.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/alta-tensao/654800?inheritRedirect=false> Acesso em 08 set. de 2018

CLAUDIO, José. **Chaves de transferência automáticas.** Disponível em: <<http://www.joseclaudio.eng.br/energia/ATS.html>>. Acesso em 12 de nov. de 2018.

COPEL. **NTC 903105: GERAÇÃO PRÓPRIA – Operação em Paralelismo Momentâneo.** Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/5c220fa1a0b2c89f0325798400481f66/\\$file/ntc903105.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/5c220fa1a0b2c89f0325798400481f66/$file/ntc903105.pdf)>. Acesso em 09 de nov. de 2018.

COPEL. **NTC 903107: GERAÇÃO PRÓPRIA – Operação Isolada em Emergência.** Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/12c7f4a2c081cfd10325796c006d70f0/\\$file/ntc903107.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/ntcarquivos.nsf/12c7f4a2c081cfd10325796c006d70f0/$file/ntc903107.pdf)>. Acesso em 09 nov. de 2018

EPE, Empresa de pesquisa energética. **Anuário estatístico de energia elétrica 2017.** Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf>>. Acesso em 04 nov. de 2018

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLOBO, Rural. **Dicas para começar e melhorar sua produção.** Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/0,3916,1701138-1489-5,00.html>. Acesso em 06 nov. de 2018

KOSOW, Irving L. **Máquinas elétricas e transformadores**. 15.ed. São Paulo: Editora Globo S.A., 2005. 667p.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

RICHARDSON, Roberto J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. ed. revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2008

WEG. **Curso DT-5 – Características e especificações de geradores**. Disponível em: < <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h68/h68/WEG-curso-dt5-caracter-sticas-e-especifica-o-de-geradores-artigo-tecnico-portugues.pdf>>. Acesso em 14 nov. de 2018

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.