

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PEDRO PAULO MARTINS MATIELLO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE GERADORES
DE ENERGIA ELÉTRICA NO HORÁRIO DE PONTA EM UMA
INDÚSTRIA DE MÉDIO DE PORTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2019

PEDRO PAULO MARTINS MATIELLO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE GERADORES
DE ENERGIA ELÉTRICA NO HORÁRIO DE PONTA EM UMA
INDÚSTRIA DE MÉDIO DE PORTE**

Projeto de Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Medianeira, como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC 2 do curso de Engenharia de Produção.

Orientador(a): Prof. Dr. Lotário Fank

MEDIANEIRA

2019



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Medianeira
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
Departamento Acadêmico de Produção e Administração
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE GERADORES DE ENERGIA ELÉTRICA NO HORÁRIO DE PONTA EM UMA INDÚSTRIA DE MÉDIO PORTE

por

PEDRO PAULO MARTINS MATIELLO

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 15:50 horas do dia 20 de novembro de 2019 como requisito parcial para a aprovação na disciplina de TCC 2 do curso de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para a realização do trabalho de diplomação.

Prof. Dr. Lotário Fank

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

Prof. Ms. Neron A. G. Berghauser

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

Prof. Ms. Edson Hermenegildo Pereira Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.-

Dedico este trabalho a Deus, aos meus
familiares e a minha namorada,
companheiros de todas as horas...

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Orientador, braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

A minha família, pela confiança e motivação.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento.” (HERZBERG; MAUSNER; SNYDERMAN, 1993)

RESUMO

MARTIELO, Pedro Paulo Martins. Análise de viabilidade econômica do uso de geradores de energia elétrica no horário de ponta em uma indústria de médio porte. 2019. 48f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

Devido à alta demanda de energia que as concessionárias sofrem no final da tarde e início da noite, as empresas fornecedoras de energia elétrica, tentando diminuir esse pico de carga, penalizam os consumidores industriais, aumentando de 3 a 4 vezes o valor da tarifa de energia nesses horários que são denominados como horário de ponta. Para que a empresa não veja sua conta de energia aumentar bruscamente, acarretando assim em um valor final do produto maior e perda de competitividade, a geração de energia por meio de geradores surge como uma alternativa. Por isso, neste estudo, será realizado uma análise de viabilidade da utilização de geradores a diesel no horário de ponta em uma indústria de médio porte, com a aplicação dos métodos determinísticos de análise de investimentos a partir da projeção do fluxo de caixa para ambas as situações. O estudo em questão, apontou que mesmo com um expressivo investimento para a aquisição e funcionamento dos geradores, há viabilidade econômica para essa forma de geração.

Palavras-chave: Geração à diesel. Economia. Energia. Geração Própria.

ABSTRACT

MATIELLO, Pedro. Economic feasibility analysis of peak hour power generator use in a medium-sized industry. 2019. 48f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

Due to the high energy demand that utilities suffer in the late afternoon and early evening, electric utilities, trying to reduce this peak load, penalize industrial consumers by increasing the energy tariff by 3-4 times. at these times which are termed as rush hours. So that the company does not see its energy bill increase sharply, thus leading to a higher final product value and loss of competitiveness, power generation through generators emerges as an alternative. Therefore, in this study, a feasibility analysis of the use of rush hour diesel generators in a medium-sized industry will be performed, with the application of deterministic investment analysis methods based on the cash flow projection for both companies. situations. The study in question, pointed out that even with a significant investment for the acquisition and operation of generators, there is economic viability for this form of generation.

Keywords: Diesel Generation, Economy, Energy, Own Generation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo de Energia nos Últimos 12 Meses	26
Figura 2 - Consumo no Horário de Ponta nos Últimos 12 Meses.....	27
Figura 3 - Média por Hora do Consumo de Energia no Horário de Ponta nos Últimos 12 Meses.....	28
Figura 4 - Gerador da Marca A Geradora 150kWh	28

Tabela 1 - Total das Faturas dos Últimos 12 Meses	29
Tabela 2 - Simulação de Gastos sem Funcionamento em Horário de Ponta.....	29
Tabela 3 - Simulação de Consumo do Grupo Gerador durante o Ano.....	30
Tabela 4 - Orçamento	31
Tabela 5 - Valores Determinísticos	32
Tabela 6 - Indicadores de Viabilidade	32

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACE	Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livre
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
IBC	Índice benefício/custo
KVA	Kilovoltampere
KW	Quilowatt
KWH	Quilowatt-hora
TIR	Taxa interna de retorno
TMA	Taxa mínima de atratividade
TUSD	Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição
VP	Valor Presente
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 ENGENHARIA ECONÔMICA.....	16
3.2 INDICADORES DE VIABILIDADE	17
3.2.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)	18
3.2.3 Payback.....	19
3.3 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA)	19
3.4 CONCEITOS E DEFINIÇÕES ELÉTRICAS	20
3.5 HORÁRIO DE PONTA	21
3.6 USO DE GERADORES DE ENERGIA À DIESEL NO HORÁRIO DE PONTA ...	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica faz parte do dia-a-dia de grande parte da população mundial, e, assim, é imprescindível para diversas áreas que abastecem e fazem o mundo funcionar da forma como é conhecido hoje.

O consumo de energia elétrica no Brasil vem crescendo em ritmo acelerado nos últimos anos e, como medida para que o país não sofra com a falta desta, em 1996 a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL criou a opção de os consumidores passarem a ser autoprodutores, fazendo parte do sistema elétrico na atividade de geração de energia elétrica. O decreto¹ nº 2.003/96, define o autoprodutor como um agente com concessão, permissão ou autorização para produzir sua própria energia elétrica, podendo, em eventual excedente de energia, comercializá-la, desde que autorizado pelo órgão.

Segundo um levantamento feito pela Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livres – Abrace, entre os anos de 2014 e 2017, a tarifa média dos consumidores de energia elétrica acumula alta média de 31,5% no país, com um aumento ainda maior na tarifa nos horários de ponta. Desta forma, a autoprodução de energia elétrica vem conquistando espaço nas grandes empresas. Para isso, este estudo fez uma análise de viabilidade econômica da geração por meio de geradores de energia a diesel e as questões técnicas relacionadas a essa geração.

Um aspecto que tem motivado as indústrias a serem autoprodutoras é que, segundo Neder (2015), em decorrência de a eletricidade no Brasil ser quase toda gerada por meio de hidrelétricas, ela vem se tornando cada vez mais cara. Isso acontece, pois, a demanda por energia elétrica nas mais diversas regiões do país vêm crescendo rapidamente, de forma que o sistema de geração e distribuição não tem conseguido acompanhá-la. Essa dificuldade em relação à oferta e demanda que as concessionárias de energia elétrica vêm enfrentando, as motivaram a criar o chamado “horário de ponta”, este que compreende um intervalo de 3 horas, no qual o consumo de energia é mais elevado do que nos outros períodos. Nesse horário do dia onde a demanda de energia sofre uma sobrecarga, as distribuidoras resolveram aumentar o

¹Este decreto entrou em vigência no dia 10 de setembro de 1996, instituído pela ANEEL.

valor da tarifa para estabelecimentos comerciais e industriais. Desse modo, de acordo com a Procel (2009), este horário varia entre os estados do país e a época do ano em um intervalo entre o fim da tarde e o início da noite.

Como as indústrias de médio e grande porte precisam funcionar também nesses horários para suprir as demandas dos consumidores, uma alternativa para que a conta de energia não sofra um aumento significativo, impactando assim consideravelmente no preço final do seu produto, a auto geração de energia elétrica nestes períodos surge como uma alternativa, substituindo, durante esse intervalo, o consumo de energia elétrica fornecida pela concessionária.

A implementação de gerador de energia elétrica gera custos, sendo esses de: manutenção, geração e aquisição. Assim, torna-se necessário um estudo sobre a viabilidade financeira deste projeto, levando-se em conta a vida útil dos geradores, custo de geração e o consumo de energia da indústria estudada.

De acordo com Fitzgerald (2006) o gerador elétrico “é um aparelho que converte um determinado tipo de energia em energia elétrica”. Assim, nesse trabalho, a conversão estudada é a de energia mecânica em elétrica.

Para escolha do gerador adequado, deve ser feito um prévio levantamento do consumo de energia da indústria e a capacidade energética do gerador, optando por aquele mais adequado às necessidades da empresa. Os geradores mais utilizados para autogeração se dá por meio da queima do óleo diesel.

Esse trabalho avaliou a viabilidade econômica quanto à aplicabilidade dos grupos geradores e pode servir como referência, também, para outras empresas que pensam nessa possibilidade de geração.

2 OBJETIVOS

Esse trabalho de conclusão de curso tem como objetivo revisar conteúdos e dados referentes à viabilidade de utilização de grupos geradores para fornecimento de energia elétrica em horários de ponta em uma indústria de médio porte, buscando a diminuição de gastos relacionados à utilização de energia elétrica nesta indústria.

2.1 OBJETIVO GERAL

Fazer uma análise de viabilidade econômica do uso de geradores de energia a diesel no horário de ponta em uma indústria de médio porte do interior do estado de São Paulo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar os custos da energia nos horários de ponta;
- b) Levantar o investimento necessário para aquisição e instalação dos geradores;
- c) Levantar os custos operacionais de geração de energia própria;
- d) Comparar os custos do sistema atual e os custos de geração própria;
- e) Identificar se há viabilidade econômica para substituição da fonte de energia no horário de ponta.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção serão discutidos os conceitos para que um projeto de implantação de geradores de energia em horário de ponta na indústria seja economicamente viável e quais as ferramentas de engenharia econômica devem ser empregadas. Para tanto, busca-se identificar os benefícios que ele pode retornar, levando em conta os investimentos, custos associados à sua implementação e os possíveis retornos que a sua realização trará. Para isso torna-se imprescindível um conhecimento prévio e um estudo bem elaborado do consumo energético de todos os níveis da organização, para que assim seja bem executado.

3.1 ENGENHARIA ECONÔMICA

A Engenharia Econômica é, segundo Weise (2011), a ciência que estuda os métodos, as técnicas e os princípios fundamentais para a análise de investimentos referente à aquisição e manutenção de bens de capital. De acordo com os pressupostos de Geraldo Hess, esse nome justifica-se

(...) porque grande parte dos problemas de investimento dependem de informações e justificativas técnicas e porque na maioria das organizações tais decisões são tomadas ou por engenheiros, ou por administradores agindo com base nas recomendações dos engenheiros. (HESS, 1977, p.1)

Assim, por meio de um estudo, essa área da engenharia é importante para tomada de decisões acerca da viabilidade econômica, ou não, para futuros investimentos. Para isso, ela dispõe de métodos e técnicas que retornarão um valor numérico que indicará ao estudo se a implementação desse projeto será rentável ou não financeiramente para empresa. Desse modo, essa matéria de estudo auxiliará as pessoas a tomarem decisões, logo que ela “envolve formular, estimar e avaliar os resultados econômicos” (BLANK; TARQUIN, 2009, p. 6), fazendo com que seja possível analisar os resultados futuros. Dessa maneira, pode-se definir Engenharia

Econômica como o conjunto de conhecimentos necessários à tomada de decisão sobre investimentos.

3.2 INDICADORES DE VIABILIDADE

O estudo de viabilidade técnico-econômica é, conforme a norma² da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, uma avaliação destinada a diagnosticar a possibilidade de um empreendimento, com a utilização de indicadores de viabilidade. Assim, para que seja tomada uma decisão em relação a um investimento, é de suma importância fazer um cálculo estimado desse possível retorno e o grau de risco associado a ele. Para tanto, é relevante que se analise, de acordo com as discussões de Souza e Clemente (2008), o valor líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), o índice benefício/custo (IBC) e o período de recuperação do investimento (*payback*).

Os fatores de decisão econômica apontados por Francisco (1991) são: receitas, despesas, custo inicial, valor residual, taxa mínima de atratividade, vida econômica e imposto de renda do investidor. Eles influem diretamente na escolha da melhor alternativa de investimento, pois, é, por intermédio deles, que serão empregadas as ferramentas da área da engenharia econômica, e, que, assim, após a aplicação de cálculos matemáticos irão indicar a viabilidade (ou não) para o investidor.

Os fatores de decisão deverão ser examinados “dentro de um prazo de interesse no qual desejamos saber se o esforço produtivo a ser realizado vale mais do que a simples aplicação dos valores envolvidos a taxas mínimas de atratividade” (HIRSCHFELD, 2000, p.183). Assim, para existir a viabilidade, se faz necessário que as despesas sejam menores que as receitas no dado intervalo de tempo a ser estudado.

De acordo com Hirschfeld (2000), a viabilidade financeira de um empreendimento é examinada dentro de um prazo de interesse no qual se tem o objetivo de saber se o esforço produtivo a ser realizado vale mais do que a simples

² A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT apresenta na norma NBR 14653-4, o conceito discutido.

aplicação dos valores envolvidos a taxas mínimas de atratividade. Com isso, Filho e Kopittke (2010) afirmam que investir consiste em renunciar a um consumo no presente em troca de um retorno satisfatório no futuro.

3.2.1 Método do Valor Presente Líquido (Vpl)

De acordo com Casarotto e Kopittke (2000), o cálculo do Valor Presente Líquido – VPL é uma ferramenta utilizada para se fazer uma projeção mais precisa de análise sobre um dado investimento, que retornará uma resposta sobre a viabilidade, ou não, de dado projeto. Essa técnica, leva em conta os fluxos negativos e positivos do investimento, levando em conta uma taxa específica de desconto, que, geralmente, é a Taxa Mínima de Atratividade – TMA.

Para definir o VPL, deve-se analisar o valor presente dos fluxos de caixa descontando o valor inicial do investimento, logo que

A apuração do VPL é bastante simples, sendo a obtenção das informações a parte mais trabalhosa. Para calcular o VPL de um projeto é necessário obter o custo do projeto, o retorno esperado num horizonte de tempo, e o custo de capital (GITMAN. 2010, p.132)

Desse modo, o “valor presente líquido é o valor presente das entradas líquidas de caixa menos o valor presente das saídas de caixa para investimento, descontadas ao custo de capital da empresa” (CHEROBIM et al., 2002, p. 182). Com isso, para avaliação do VPL, deve-se considerar que quanto maior for o valor calculado, maior a rentabilidade do projeto para empresa.

3.2.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno – TIR, ou taxa interna de rentabilidade, “consiste em calcular a taxa que anula o valor presente líquido do fluxo de caixa do investimento analisado” (VERAS, 2001, p. 243). Para que se obtenha um resultado por meio do uso

desse indicador, o procedimento deverá compreender o de: “(...) encontrar a taxa de retorno, que fará com que o valor presente de caixa líquido esperado ou projetado, do projeto se iguale ao valor presente dos desembolsos de caixa aplicados no projeto” (SCHUBERT, 1989, p. 50).

Segundo Ching (2007), a TIR deve ser a taxa de desconto que faz com que o valor presente líquido (VPL) do projeto seja nulo. Assim, esse projeto só será viável, economicamente, quando o valor da TIR for maior do que o custo de capital do projeto.

3.2.3 Payback

O termo *Payback Period* ou Período de Recuperação do Investimento – PIR calcula o tempo que levará para que o valor do investimento retorne, isto é, essa ferramenta é um indicador que calculará o período de tempo entre o início do investimento e o momento em que a soma do lucro líquido obtido por meio desse investimento se iguala.

Segundo Schubert (1989), o *payback* deve ser utilizado como parâmetro, pois ele medirá, com base nas receitas do projeto, em quanto tempo o dinheiro investido retornará, na forma de rendimento. Assim, o período de *payback* “é amplamente utilizado pelas empresas de grande porte para avaliar projetos pequenos, e pelas empresas de pequeno porte para avaliar a maioria de seus projetos” (GITMAN, 2010, p. 338). Fácil de ser analisada e muito intuitiva, todas as empresas podem aplicá-la para qualquer tipo de projeto. Uma empresa poderá utilizar o *Payback* para tomada de decisões, uma vez que “A duração do período máximo aceitável é determinada pela administração da empresa” (GITMAN, 2010, p. 339).

3.3 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE (TMA)

A Taxa Mínima de Atratividade – TMA é um método que avalia investimentos e resultados. Essa taxa é estabelecida de acordo com a política da empresa que

deseja fazer o investimento que, com isso, deve determinar quando ela se propõe a ganhar, ou, no caso de financiamentos, estabelece o valor máximo que alguém se propõe a pagar. Assim, a TMA deve render, pelo menos, “a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco e, para pessoas físicas, a TMA deve ser igual à rentabilidade da poupança ou de aplicações com baixíssimo risco e alta liquidez” (FILHO; KOPITKKE, 2010, p. 92).

A análise de investimentos da TMA é, de acordo com Casarotto e Kopitke (2011), uma estimativa que se baseia nas taxas de juros praticada pelo mercado. Com isso, ela é uma excelente ferramenta para determinar, entre diversas propostas, qual projeto é mais rentável.

A Taxa Mínima de Atratividade consiste em uma “taxa mínima de retorno que cada projeto deve proporcionar para remunerar o capital investido nele. E essa taxa deve corresponder ao custo de capital do projeto” (MEGLIORINI; VALLIM, 2009, p. 126).

3.4 CONCEITOS E DEFINIÇÕES ELÉTRICAS

O Manual de Tarifação da Energia Elétrica da Eletrobrás (2011), é composto por alguns conceitos e definições, sendo esses: consumo de energia elétrica, demanda, fatura de energia elétrica, tarifa, (e tarifa de uso do sistema de distribuição), demanda contratada, entre outros.

O consumo de energia elétrica equivale a quantidade de potência elétrica (kW) que é consumida durante um determinado tempo, sendo esse expresso em quilowatt-hora (kWh). No exemplo de equipamentos industriais, esse valor é obtido pelo produto da potência do aparelho pelo período que ele é utilizado.

A demanda corresponde a média das potências elétricas requeridas pela unidade consumidora à unidade de distribuição, ou seja, a quantidade de carga elétrica que a companhia fornecedora de energia elétrica precisa disponibilizar para a unidade consumidora funcionar durante um dado intervalo de tempo.

A energia elétrica é o produto da potência elétrica pelo intervalo de tempo de utilização de um equipamento. Já a tarifa corresponde ao preço da unidade de energia

elétrica. Assim, a fatura de energia elétrica, é composta pelo produto da tarifa pela quantidade de energia elétrica consumida, que nada mais é que uma nota fiscal, na qual é apresentada a quantia total consumida e o valor que deve ser pago para a companhia que a vendeu.

Desde 1º de setembro de 2012 a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) determina que a fatura de energia apresente, separadamente, quando que o consumidor paga para que a energia chegue até a sua casa, ou seja, pelo uso do sistema elétrico, e pelo que é efetivamente consumido. Antes disso, a separação já era publicada pela ANEEL em suas resoluções, mas não era refletida na conta de luz.

A Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), é encarregada por cobrir os custos das instalações, equipamentos, linhas de transmissão e componentes da rede de distribuição, sendo, estes, imprescindíveis para levar a energia com qualidade e sem interrupções.

A demanda contratada corresponde à necessidade de potência ativa que a concessionária deve assegurar ao cliente, conforme as condições previstas no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, mesmo que a energia seja utilizada ou não.

3.5 HORÁRIO DE PONTA

De acordo com a Companhia Paranaense de Energia – COPEL³, horário de ponta é um período composto por 3 horas consecutivas (18h-21h) ou (19h-22h). Quando o horário de verão está em vigência, esse intervalo compreende a um período de maior consumo de carga no seu sistema elétrico.

Entre 18 e 21 horas, o consumo de energia elétrica é muito mais alto do que nos outros horários. Isso porque estão funcionando ao mesmo tempo, além das fábricas, a iluminação pública, a iluminação residencial, vários eletrodomésticos e a maioria dos chuveiros. Este é o chamado horário de pico (horário de ponta) de consumo de energia elétrica. Nesse período, a energia elétrica tem seu custo mais

³ Disponível em:

<<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F0%2FC8C0FB31C7B9BD93032573F700549161>> Acesso em: 7 de set. 2018.

elevado do que no horário de fora de ponta, que compreende as demais 21 horas do dia, incluindo, ainda, os sábados e domingos⁴.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, essa medida tem como objetivo estimular que durante essas 3 horas o consumidor busque ter um menor consumo de energia, para que a oferta e a demanda de energia nesse período fiquem mais equilibrada.

Essa ação é regulamentada pela ANEEL, não se aplicando aos fins de semana e feriados nacionais.

3.6 USO DE GERADORES DE ENERGIA À DIESEL NO HORÁRIO DE PONTA

Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o óleo diesel é um combustível fóssil derivado do petróleo e amplamente utilizado no Brasil para o transporte rodoviário. Além disso, é utilizado para máquinas de grande porte, locomotivas, navios e aplicações estacionárias, como, por exemplo, os geradores elétricos. A escolha do diesel se dá pelo fato de sua disponibilidade em diversos postos de distribuição e, também, seu menor custo quando comparado com os demais combustíveis do mercado.

A redução no consumo de energia nesse horário na indústria, poderia ser dar somente pela redução da produção, o que acarretaria uma série de transtornos, como, por exemplo, baixos níveis de produção, atraso na entrega dos produtos, entre outros problemas. De acordo com Asano (2015), para que o empreendimento não acabe passando por esses problemas, e nem veja sua conta de energia elétrica apresentar um valor expressivo, uma solução que comumente vem sendo utilizada é a do uso de Geradores de Energia à Diesel no horário de ponta.

Em conformidade com a NTC 903107 da COPEL, as unidades consumidoras podem utilizar-se de grupos geradores para a geração de energia elétrica de acordo com sua necessidade, com a condição de que a instalação e manutenção seja totalmente custeada pelo próprio cliente. O termo manutenção é definido como uma

⁴ Todas essas informações estão disponíveis no site: <<https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/eficiencia-energetica/uso-consciente/Paginas/horario-de-pico.aspx>> Acesso em: 24 de set. 2018.

função estratégica que visa reduzir ou evitar falhas das instalações e equipamentos, otimizando o uso dos recursos disponíveis. De acordo com Cavalcante e Fleury (1999), o principal objetivo da manutenção é garantir a continuidade operacional do sistema, potencializando a disponibilidade e a confiabilidade dos equipamentos e das instalações industriais, de modo que isso não agrida a integridade do homem e do meio ambiente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse trabalho, foi realizado um estudo de caso em uma indústria de médio porte do interior do estado de São Paulo, cujo funcionamento está compreendido dentro do horário de ponta, ou seja, entre as 18:00 e 21:00 horas, horário estabelecido pela Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL como horário de pico de consumo de energia no estado.

O trabalho em questão pode ser classificado como um estudo de caso, que é definido como um “estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados” (GIL, 2010, p. 54).

O universo amostral selecionado compreende um projeto para a instalação de geradores de energia a diesel para uma indústria, de modo que, a energia elétrica utilizada, que antes era distribuída pela concessionária responsável e com um preço aquém dos demais horários de fora de ponta, passaria a ser gerada dentro da própria organização.

A presente pesquisa é classificada como aplicada, com abordagem quantitativa, pois faz o levantamento de dados relativos ao consumo elétrico da empresa no horário entendido como de ponta. Para Salamon (2001), os dados quantitativos de uma pesquisa são utilizados para descrever uma variável quanto a sua tendência central e sua frequência. Além disso, ela também é qualitativa, logo que aborda variáveis, como, por exemplo, instalação, custos e processos de orçamento, esses que serão levantados por meio de entrevistas.

O estudo compreende uma análise sobre a viabilidade econômica, para implantação de uso de geradores de energia elétrica no horário de ponta na indústria. Para tanto, foi feito um levantamento do consumo e as tarifas cobradas pela concessionária responsável pela distribuição da energia elétrica na cidade da empresa estudada.

O estudo se baseia em uma pesquisa, na qual para medir a quantidade de energia elétrica utilizada e o custo unitário dela fornecida pela concessionária, foi acessado, por meio do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica - CNPJ da unidade

consumidora, o sistema de gerenciamento de fatura online da concessionária de energia. Por meio do acesso online, foi possível verificar o histórico de faturamento e as contas de energia elétrica da unidade.

Após o levantamento do consumo e do custo decorrente do uso das energias fornecidas pelas concessionárias, foi determinado o tipo de gerador e o seu custo de instalação, geração e manutenção do equipamento. Com base nesses dados levantados, foram aplicadas ferramentas determinísticas para análise de investimentos. Essas ferramentas levam em conta os fluxos de caixa líquidos gerados, e fará uma análise comparativa entre as alternativas, comprar ou gerar energia. Além disso deve-se considerar uma taxa mínima de atratividade e a depreciação que o dinheiro sofre ao longo do tempo, retornando um valor que indicará se o projeto trará economia financeira, ou não, com a implantação desse gerador.

O VPL será utilizado para calcular e comparar os fluxos provenientes do uso gerador e do uso da energia proveniente da concessionária.

$$VPL = VP (\text{Fluxos}) - \text{Investimento} \quad (1)$$

Para ser viável, o projeto deve ter $VPL > 0$.

Após a determinação da TMA devesse realizar o cálculo do TIR, que retornará qual a taxa de retorno do investimento. Se ele for maior que o a TMA, o projeto deverá ser aceito.

$$0 = \sum_{n=0}^N \frac{FC_n}{(1+TIR)^n} \quad (2)$$

Em que:

FC_t = Fluxo de Caixa do Projeto;

i = Taxa de Juros do Projeto;

n = Tempo de Vida do Projeto.

Após essas fases terem sido concluídas, foram aplicados esses métodos de cálculo de viabilidade e analisado a possibilidade de geração através de geradores de energia a diesel.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise de viabilidade econômica, levou-se em conta os seguintes aspectos: os custos para aquisição, instalação e manutenção do sistema, a relação entre o custo do kWh pago à concessionária para uso da energia no período de horário de ponta e o custo operacional da geração própria de energia através dos geradores. Desse modo, será determinada para a análise de viabilidade a operação do sistema de geração própria no horário de ponta.

A figura 1 representa a quantidade de energia elétrica consumida pela empresa estudada no decorrer de um período de 12 meses, sendo estes compreendidos entre setembro de 2018 e agosto de 2019.

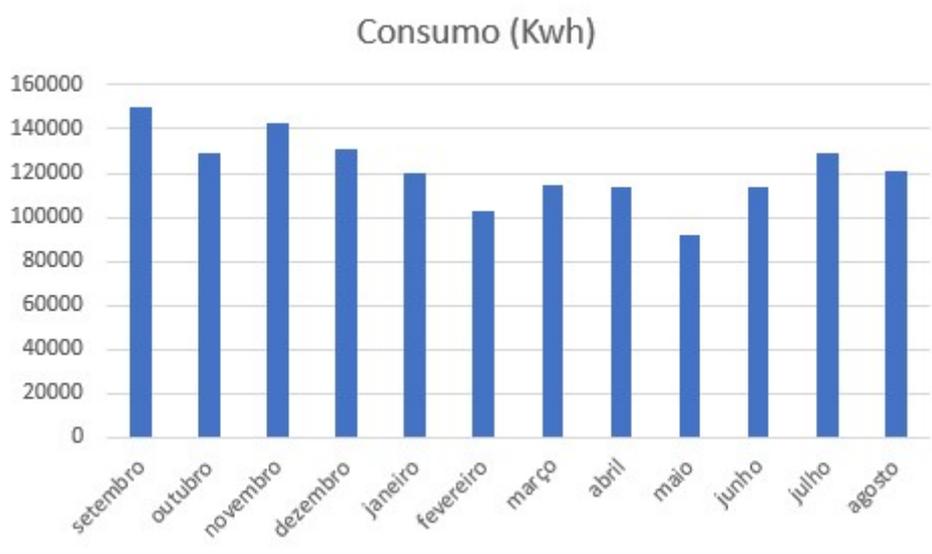


Figura 1 - Consumo de Energia nos Últimos 12 Meses
Fonte: Elaborada pelo autor, 2019

Apesar da empresa ter alcançado um crescimento de aproximadamente 10% no último ano, o consumo de energia não aumentou, pelo contrário, reduziu devido à ações e novas tecnologias que foram empregadas no setor de produção, como, por exemplo, um sistema de resfriamento que auxilia na refrigeração dos equipamentos de produção, o que diminui o tempo de *setup* e reduz o tempo que essas máquinas ficam ligadas.

Após o levantamento do consumo total, elaborou-se um novo gráfico, levando

em conta somente o uso de energia elétrica durante o horário de ponta. A empresa em questão, já tem conhecimento das altas tarifas de energia neste período e, com isso, visa reduzir suas operações durante esse intervalo. A figura abaixo ilustra os dados de consumo no período de pico.

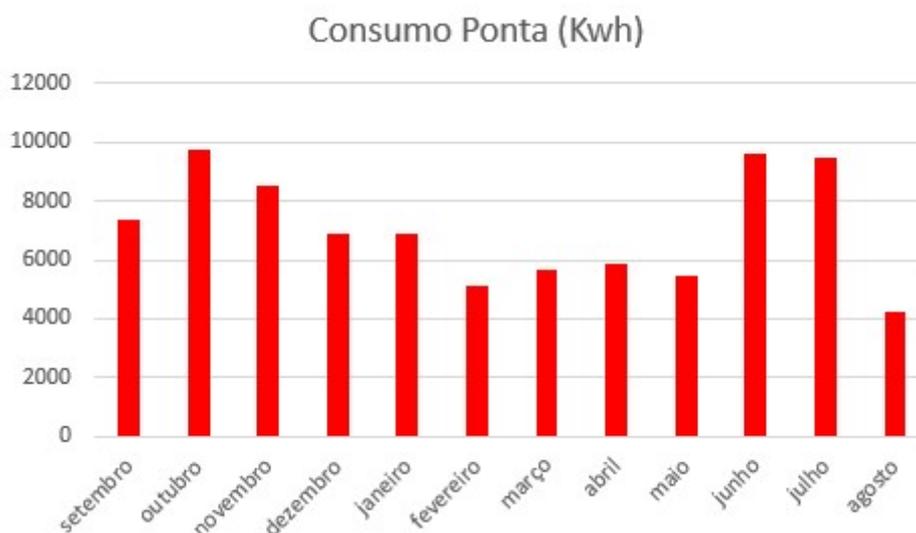


Figura 2 - Consumo no Horário de Ponta nos Últimos 12 Meses
Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Apesar dos meses de junho e julho não terem sido os de maior consumo de energia total, eles apresentaram um maior consumo no horário de ponta, já que a empresa recebeu grandes pedidos nesses meses, e com isso, precisou intensificar sua produção e operar durante o fim da tarde e o início da noite.

Para o estudo em questão, foi utilizado o consumo dos últimos 12 meses, devido à inconstância das vendas que gera uma grande alternância no setor de produção e acarreta variações na fatura de energia.

Para determinar o gerador mais apropriado para a empresa, foi dividido o consumo total no horário de ponta pela quantidade máxima de horas trabalhadas no período de horário de pico, que corresponde a 60 horas em cada mês, a fim de determinar o máximo de consumo e deste modo definir a capacidade do gerador que precisa ser instalado, como pode ser observado na figura 3.



Figura 3 - Média por Hora do Consumo de Energia no Horário de Ponta nos Últimos 12 Meses
 Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Tendo em mãos os dados acima, e considerando um consumo médio no horário ponta de 327Kw/dia e 109Kw/h, optou-se por utilizar o grupo gerador à diesel da marca A GERADORA, modelo de potência 150kWh, ilustrado na figura 4. O modelo escolhido possui um consumo registrado de 33 litros de diesel por hora.



Figura 4 - Gerador da Marca A Geradora 150kWh
 Fonte: Site da empresa A GERADORA⁵.

⁵ Disponível em: <<https://www.ageradora.com.br/equipamentos/geradores-de-energia/geradores-de-55-150-kva/>>. Acesso em: 11 out. 2019.

Para comparação dos custos do sistema atual e os custos de geração própria foi elaborado uma tabela com a soma do consumo e das tarifas dos últimos 12 meses, como pode ser verificado a seguir.

Tabela 1 - Total das Faturas dos Últimos 12 Meses

Consumo Total(kWh)	1.459.533,00
Consumo fora de ponta(kWh)	1.374.526,9
Consumo ponta (kWh)	84.995,04
Valor gasto ponta(R\$)	127.862,28
Adicional bandeira vermelha ponta(R\$)	3.855,84
Adicional bandeira vermelha fora de ponta(R\$)	88.644,36
Demanda Kw (R\$)	62.718,36
Valor total das faturas (R\$)	885.733,32

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

A seguir, foi elaborado uma nova tabela, desconsiderando os gastos com o horário de ponta, para posterior comparação com os gastos com geração própria.

Tabela 2 - Simulação de Gastos sem Funcionamento em Horário de Ponta

Consumo Total(kWh)	1.374.537,9
Consumo fora de ponta(kWh)	1.374.537,9
Valor gasto com kWh fora de ponta(R\$)	602.652,36
Consumo ponta (kWh)	0
Valor kWh ponta(R\$)	0
Adicional bandeira vermelha ponta	0
Adicional bandeira vermelha fora de ponta	88.644,36
Demanda Kw (R\$)	62.718,36
Valor total da fatura (R\$)	754.015,32

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Após a retirada das despesas em horário de ponta, foi realizado cálculos do consumo do grupo gerador, considerando o funcionamento durante 60 horas dentro do mês, totalizando 720 horas durante o ano, que correspondem ao tempo que a empresa utiliza energia tarifada em horário de ponta. A média de consumo de energia pela empresa no horário de ponta por hora é de 109kw/h e o gerador possui uma capacidade de 150kw/h operando com 33L/hora, como não é necessário a utilização de 100% da capacidade do gerador, foi feito uma média simples chegando a um consumo de 24L/hora. Entretanto, para efeito de cálculo, foi utilizado uma margem de segurança, considerando um consumo de 30L/hora.

A empresa dispõe de frota própria de caminhões e possui uma parceria com um posto de combustível da cidade, pagando um valor no litro do diesel um pouco abaixo do que é comercializado para os consumidores comuns. Além dos gastos com combustível (óleo diesel), a empresa ainda terá de custear a manutenção dos motores geradores (óleo lubrificante, filtros, mão de obra, etc.). O valor estimado para manutenção do gerador é de R\$4,56/h. Os dados do consumo do gerador e valor do combustível podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 - Simulação de Consumo do Grupo Gerador durante o Ano

Quantidade de horas	720
Litros por hora	30
total de litros de diesel	21.600
Valor por litro de diesel(R\$)	3,30
Valor gasto com manutenção anual(R\$)	3.283,20
Total gasto com geração(R\$)	71.280,00
Total gasto com geração e manutenção por ano(R\$)	74.563,20

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

O valor total da fatura, excluindo o consumo durante o horário de ponta e utilizando a energia fornecida pela concessionária, é de R\$ 754.015,32. Somando este valor com o do custo de energia gerada e a manutenção do grupo gerador, chegou-

se a um gasto anual energia elétrica de R\$828.578,52. O valor total da fatura que utiliza somente a energia da concessionária, conforme exposto na tabela 1, comparado com o da simulação (que utiliza o grupo gerador no horário de ponta), resulta em uma economia anual estimada em R\$ 57.154,80.

Apesar dessa economia expressiva evidenciada anteriormente, é indispensável, para a análise de viabilidade econômica, considerar os gastos com instalação e aquisição dos equipamentos.

Durante a coleta de dados na empresa, foi repassado para utilização no trabalho um orçamento feito no final de 2018, em que uma firma apresentou à indústria a possibilidade da aquisição dos geradores. Com isso, a organização interessada em realizar a venda e instalação, repassou a empresa estudada uma estimativa de gastos. Esses dados passaram por algumas adaptações, com intuito de se enquadrarem no cenário atual que foi levantado, e podem ser observados na tabela abaixo.

Tabela 4 - Orçamento

DESCRIÇÃO	CUSTO PARCIAL (150KVA)
PROJETO ELÉTRICO (DETALHAMENTO + APROVAÇÃO)	R\$8.000,00
GERADOR DE ENERGIA DE 150KWA	R\$42.500,00
CHAVE DE TRANSFERÊNCIA	R\$34.870,00
SISTEMA DE DESCARTE DE CARGAS (8 CIRCUITOS)	R\$3.800,00
TANQUE DE COMBUSTÍVEL 1000L	R\$2.000,00
TELHADO PARA ÁREA EXTERNA DO GERADOR	R\$2.500,00
TRANSFORMADOR	R\$35.000,00
CABOS	R\$56.000,00
MÃO DE OBRA	R\$26.575,00
DEMAIS DESPESAS	R\$17.908,00
CUSTO TOTAL	R\$229.153,00

Fonte: Elaborada pelo autor com base no orçamento realizado pela Gmxenergia, 2019.

Esses investimentos se referem a toda infraestrutura que será necessária para adequar o sistema elétrico para a instalação do gerador, como a substituição dos transformadores e condutores elétricos. Todos os valores dos equipamentos da Tabela 4 são baseados em orçamentos antigos feitos pela unidade, podendo ter variações até o momento efetivo da compra.

Por último, tendo em mãos todas as informações necessárias, foi realizada a análise do investimento. A TMA determinada pela empresa é de 10% e a vida útil do

gerador é estimada em 10 anos. Com isso, chegou-se aos seguintes fluxos de caixa descritos na tabela 5.

Tabela 5 - Valores Determinísticos

Ano	Fluxo	Valor Presente	VP acumulado
0	-229153	-R\$229.153,00	-R\$229.153,00
1	57154,8	R\$51.958,91	-R\$177.194,09
2	57154,8	R\$47.235,37	-R\$129.958,72
3	57154,8	R\$42.941,25	-R\$87.017,47
4	57154,8	R\$39.037,50	-R\$47.979,97
5	57154,8	R\$35.488,63	-R\$12.491,34
6	57154,8	R\$32.262,39	R\$19.771,05
7	57154,8	R\$29.329,45	R\$49.100,50
8	57154,8	R\$26.663,14	R\$75.763,64
9	57154,8	R\$24.239,21	R\$100.002,85
10	57154,8	R\$22.035,65	R\$122.038,50

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Com esses fluxos calculados, chegou-se então à soma dos valores presentes, o VPL do projeto, taxa interna de retorno, taxa de lucratividade e o tempo no qual o investimento seria pago, que podem ser constatados na tabela a seguir.

Tabela 6 - Indicadores de Viabilidade

Soma VPs (Ano 1 a 10)	R\$351.191,50
VPL do Projeto	R\$122.038,50
Taxa interna de Retorno (TIR)	21%
Taxa de Lucratividade	R\$1,53
Tempo de Payback	5 anos e 5 meses

Fonte: Elaborada pelo autor, 2019.

Com a soma dos valores presentes, obteve-se um total de R\$351.191,50 que quando somado ao valor do investimento, alcança um VPL de R\$122.038,50. A TIR calculada em 21% e o VPL positivo indicam a viabilidade financeira do projeto. Com base nos fluxos de caixa, foi possível concluir que em 5 anos e 5 meses o investimento já estaria pago.

Além da vantagem financeira, a empresa também ganharia em segurança para o setor de produção, já que mesmo que o intuito do trabalho seja a utilização de geradores em horário de ponta, o mesmo, também poderia ser utilizado em possíveis quedas de energia ou problemas de fornecimento da concessionária.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo de viabilidade econômica da utilização de geração à diesel no horário de ponta, com o propósito de que a empresa estudada parasse de sofrer com o aumento excessivo de sua fatura de energia elétrica, já que as concessionárias estão autorizadas pela ANEEL a realizar a cobrança de tarifas excessivas no horário de ponta. No início da realização desse trabalho, foi apresentado para a empresa a demonstração da diferença nas tarifas e, com isso, ela remanejou suas atividades a fim de evitar o funcionamento no final da tarde e início da noite. Entretanto, pela natureza de suas atividades e contínuo crescimento, logo ela não poderá simplesmente suspender sua produção nesse período, pois isto afetaria de forma expressiva os seus resultados, podendo, assim, ocasionar problemas para cumprir seus prazos de entrega.

Atualmente o custo do kWh cobrado pela concessionária para o consumo no período de ponta é de R\$ 1,55, e, o custo do kWh estimado para o sistema de geração própria, foi de R\$ 0,84. Ou seja, essa alternativa gera uma economia de aproximadamente 46% por Kw/h entre as 18 e 21 horas.

Mesmo com o expressivo investimento necessário para aquisição e instalação do gerador na indústria, utilizando o método do Valor Presente Líquido a alternativa de geração própria se pagaria em 5 anos e 5 meses, o que demonstra que o investimento é viável, já que se todas as manutenções forem feitas corretamente, a vida útil de um gerador pode chegar a até 10 anos.

É importante observar que a economia proporcionada vai variar de acordo com o perfil de consumo de cada empresa, sendo necessária uma análise completa para cada caso, já que, para cada porte de empresa, devem ser calculados os custos operacionais dos grupos geradores mais pertinentes a elas.

REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração Distribuída**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas>>. Acesso em 08 de setembro de 2019.

ASANO, A. M. **Estudo de viabilidade técnica e econômica da utilização de geração diesel no horário de ponta**. 2015. 59 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, SP, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-4: **Avaliação de bens parte 4: Empreendimentos**. Rio de Janeiro, 2010.

BLANK, L. e TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**. 6ed. São Paulo: Mc Gral Hill, 2009.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. Atlas, 2011.

CASAROTTO Filho, Nelson; KOPITKE, Bruno H. **Análise de investimentos**. 9ed. São Paulo: Atlas, 2000.

Cavalcante, C. A. M. T., & Fleury, A. C. C. (1999). **O conceito de evento na análise organizacional das atividades de manutenção corretiva**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção, USP. 26 p. Boletim Técnico.

CHEROBIM et al. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. São Paulo, 2002.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoque da cadeia de logística integrada: Suply Chain**. 3ª ed. São Paulo. Atlas 2007.

DE ROCCHI, Carlos Antonio. **Sobre as políticas de investimentos em ativos permanentes (1ª Parte)**. Revista do conselho regional de contabilidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, n. 48, 1987.

ELETROBRÁS. **O Manual de Tarifação da Energia Elétrica da Eletrobrás.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20EI%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf>. Acesso em 15 de agosto de 2019.

FILHO, N. C. e KOPITCKE. B. H. **Análise de investimentos.** 11 ed. Atlas, 2010.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY Jr., C.; UMANS, S. D. **Máquinas Elétricas: Com introdução à eletrônica de potência.** Tradução de Anatólio Laschuk. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

FRANCISCO, W. de. **Matemática Financeira.** 7.ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 5ª Ed. São Paulo: 2010.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira.** 10ed. Pearson, 2010.

HERZBERG, F., MAUSNER, B., & SNYDERMAN, B. **The motivation to work** (12º ed.) Cleveland, Ohio: Transaction Publishers, 1993.

HESS, Geraldo. **Engenharia Econômica.** 9ª Ed. Rio de Janeiro: 1977.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos.** 7. ed. Atlas, 2000.

HORÁRIO DE PICO. CPFL ENERGIA. Disponível em: <<https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/eficiencia-energetica/uso-consciente/Paginas/horario-de-pico.aspx>>. Acesso em: 5 de set. 2018

HORÁRIO DE PONTA. COPEL. Disponível em: <www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FF1C8214E7DB9B9B303257EBB00433FCC>. Acesso em: 5 de set. 2018.

MATHIAS, Washington Franco. **Projetos: planejamento, elaboração, análise.** São Paulo: Atlas, 1986.

MEGLIORINI, Evandir; VALLIM, Marco Aurélio. **Administração financeira: uma abordagem brasileira**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

NEDER, Vinicius. **Tarifa de Energia para Industrial Sobe em Média 23,4%**. Revista Exame Online. Editora Abril, Publicado em 06 de Março de 2015.

PROCEL INDÚSTRIA. **Energia Elétrica: Conceito, Qualidade e Tarifação**. CNI, IEL, Eletrobrás. Guia Básico, 2009.

SALAMON, D. V. **Como fazer uma monografia**. 10. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

SCHUBERT, Pedro. **Análise de investimentos e taxa de retorno**. São Paulo: Ática, 1989.

SOUZA, Alceu.; CLEMENTE, Ademir. **Decisões Financeiras e Análise de Investimento: Fundamento, Técnicas e Aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

VERAS, L. L. **Matemática financeira**: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.