



UNILAB

**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS, AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

RAONI STEFANO DE LIMA CECI

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO
DE UMA FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL EM UMA UNIDADE
CONSUMIDORA DE GRANDE PORTE**

Redenção

2018

RAONI STEFANO DE LIMA CECI

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE
UMA FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL EM UMA UNIDADE
CONSUMIDORA DE GRANDE PORTE

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientador: Prof. Alúísio da Fonseca

Redenção
2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira Sistema de Bibliotecas da UNILABCatálogo de Publicação na Fonte.

Ceci, Raoni Stefano de Lima.
C384e

Estudo da viabilidade econômica para a implementação de uma fonte de energia renovável em uma unidade consumidora de grande porte / Raoni Stefano de Lima Ceci. - Redenção, 2018. 32 f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos - 2016.2, Coordenação de Pós-graduação, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Aluísio Marques da Fonseca.

1. Energia Renovável. 2. Energia Eólica. 3. Geração Distribuída. I. Título
CE/UF/BSP

CDD 621.45

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFRO-BRASILEIRA

RAONI STEFANO DE LIMA CECI

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE
UMA FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL EM UMA UNIDADE
CONSUMIDORA DE GRANDE PORTE

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em da
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: ____/____/____

Nota: _____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alúcio Marques da Fonseca (Orientador)

Prof. Dr. José Cleiton Sousa dos Santos

Ms. Plínio Nogueira Maciel Filho

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Sistema de Compensação de Energia Elétrica.....	16
Figura 2 -	Gráfico Genérico para <i>Payback</i>	19
Figura 3 -	Valor Presente Líquido.....	20
Figura 4 -	Fluxograma para Análise do Retorno de Investimento.....	21
Figura 5 -	Gráfico Produção de Energia x Velocidade do Vento.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Empreendimentos para Geração de Energia Elétrica em Operação..	13
Tabela 2 -	Evolução da Capacidade Instalada de Energia Elétrica no Período de 2005-2015 GW.....	13
Tabela 3 -	Características de Funcionamento da FER	23
Tabela 4 -	Investimento Necessário para a Instalação da FER.....	23
Tabela 5 -	Dados Gerais Utilizados para a Realização da Pesquisa.....	24
Tabela 6 -	Cálculo do Custo Anual de Produção para o Modelo Estudado.....	24
Tabela 7 -	Análise Financeira do Projeto.....	26
Tabela 6 -	Valores Calculados no Projeto da Análise Financeira.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS (SIGLAS)

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APE	Autoprodutor de Energia Elétrica
FER	Fontes de Energia Renovável
GD	Geração Distribuída
GW	Gigawatt (10^9 W)
MW	Megawatts (10^6 W)
kW	Quilowatts (10^3 W)
OAPEC	Organização dos Países Árabes Exportadores de Petróleo
PIE	Produtor Independente de Energia Elétrica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL.....	13
2.2	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA AUTOPRODUÇÃO E PRODUÇÃO INDEPENDENTE.....	14
2.2.1	Aerogeradores e o Potencial Eólico.....	17
2.3	ANÁLISE FINANCEIRA.....	18
2.3.1	Fluxo de Caixa.....	18
2.3.2	Payback.....	18
2.3.3	Valor Presente Líquido (VPL).....	19
2.3.4	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	20
3	METODOLOGIA	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMIDOR.....	22
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA FONTE ENERGÉTICA.....	22
4.3	CARACTERIZAÇÃO DE FUNCIONAMENTO DA FER.....	23
4.4	DADOS GERAIS.....	23
4.5	CUSTO DO KWH PRODUZIDO COM AEROGERADOR.....	24
4.6	ECONOMIA ANUAL GERADA COM O PROJETO.....	25
4.7	ANÁLISE DE INVESTIMENTO.....	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS	30

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL EM UMA UNIDADE CONSUMIDORA DE GRANDE PORTE

Raoni Stefano de Lima Ceci¹

Alúisio da Fonseca²

RESUMO

A geração distribuída de energia elétrica tem como conceito a produção de energia junto ou próxima ao seu consumidor. Dessa forma, a geração distribuída minimiza o uso de redes de transmissão de energia elétrica (necessárias para grandes centrais geradoras) e traz melhorias para as redes de distribuição de energia, tais como, a diminuição de perdas econômicas. Para que a geração distribuída seja possível, faz-se necessário o uso de fontes alternativas de energia com capacidade de instalação em locais próximos aos consumidores como por exemplo, a geração de energia através dos aerogeradores ou painéis fotovoltaicos. A partir do ano 2012 o governo brasileiro lançou a resolução no 482/2012 com normas específicas para que consumidores de energia elétrica possam gerar a própria energia, ou entregá-la para a rede de distribuição, através do uso da micro ou minigeração. Neste contexto, o presente trabalho visa desenvolver um estudo de viabilidade econômico financeira para a instalação de uma fonte alternativa de energia renovável em uma unidade consumidora de grande porte, como forma de geração distribuída de energia elétrica. Para atingir tal objetivo foram realizados estudos da unidade consumidora (análise de consumo e levantamento de carga), avaliação da capacidade de produção energética da fonte utilizada, seguido de uma análise de custos para o investimento. A partir

¹ Estudante do Curso de Especialização em XXXXX pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo xxxxx.

² Titulação.

das informações necessárias adquiridas, pode-se calcular o tempo para o retorno do investimento e, conseqüentemente, a sua viabilidade econômica através do cálculo do custo de cada kWh produzido. Enfim, como contribuição, o presente trabalho apresenta as etapas dos procedimentos necessários para que um consumidor desenvolva uma análise de investimento para implantação de uma usina geradora de energia elétrica aplicada na geração distribuída.

Palavras-chave: Análise financeira. Distribuída de Energia Elétrica. Fontes de energia renovável. Geração Viabilidade Econômica

ABSTRACT

Distributed generation of electrical energy has an energy generation concept along or next to the consumer. Thus, distributed generation minimizes the use of electric power transmission networks (required for large generating stations) and brings improvements to the power distribution networks, such as the reduction of ohmic losses. To make distributed generation is possible, it is necessary to use of alternative energy sources with installation capacity close to consumers, such as the generation and energy through wind turbines or photovoltaic panels. Since the year 2012, the Brazilian Government launched the resolution 482/2012 with specific standards so that consumers of electricity can generate their own energy, or deliver it to the distribution network, using mini or micro generation. In this context, the present study aims to develop a financial economic feasibility study for the installation of an alternative source of renewable energy in a large consumer, as a form of distributed generation of electricity. To achieve this goal, first are studies of consumer (consumer analysis and load-lifting), evaluation of energy production capacity of the fonts used, followed by a cost analysis for investment from the necessary information acquired, you can calculate the time to return on investment and, consequently, its economic viability through the calculation of the cost of each kWh produced. In conclusion, Academic contribution, the present work of

conclusion of course presents the steps of the procedures necessary for a consumer to develop an analysis of investment for implementation of an electric power generating plant applied in distributed generation.

Keywords: Fountain of renewable energy. Financial analysis. Generation Distribution of Electric Energy. Economic viability.

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas têm demandado cada vez mais energia para se desenvolverem, tanto pelo aumento populacional quanto pela mudança das características dessas atividades, que estão tecnologicamente mais avançadas (ANEEL, 2008).

Em 2014, a oferta interna de energia elétrica registrou uma taxa de crescimento de 3,1%, sendo que o gás natural, petróleo e seus derivados responderam por 80% desse incremento, evidenciando a dependência dos combustíveis fósseis (EPE, 2015).

Porém, os danos ambientais gerados pela produção de energia por fontes primárias, exigiu que a sociedade e as empresas pensassem de forma mais intensiva sobre questões relacionadas à sustentabilidade, conforme definido pela *Brundtland Commission* (BLACKBURN, 2007).

Associada à busca por fontes de energia renovável (FER) surge o conceito de Geração Distribuída (GD) de energia. A GD, também conhecida como geração *in locu* ou *in situ* é o nome dado para a produção e armazenamento de energia no mesmo local ou próxima do seu consumo. (BARBOSA FILHO e AZEVEDO, 2013)

A energia produzida a partir de recursos renováveis como a solar e eólica são exemplos de GD que se tornaram muito atraentes por não gerarem poluentes como produtos da geração de energia e, por isso, passaram a diversificar a matriz energética brasileira (OLIVEIRA, 2015).

Alguns incentivos andam de acordo com esse pensamento, como podemos verificar na Resolução nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Essa Resolução Normativa objetiva trazer um grande avanço para a regulamentação da micro e minigeração distribuída de energia elétrica que possibilita a cada consumidor suprir ou complementar a sua necessidade energética, podendo ainda armazenar na rede (através de um sistema de créditos) o excedente de energia produzida, gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais. Nessa resolução, a geração é classificada em relação à potência instalada, sendo que, para a ANEEL, a microgeração distribuída é aquela que possui potência instalada de até 75 kW e a minigeração se refere a potência instalada com capacidade de geração maior que 75 kW chegando até 5 MW.

As fontes que mais se destacam em aplicações de GD para mini e micro geração em áreas urbanas são as usinas fotovoltaicas e as eólicas.

As usinas eólicas funcionam por meio da energia cinética fornecida pelos ventos que giram as pás do rotor e transformam em energia elétrica usando um gerador elétrico, como é ressaltado a seguir:

Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão de energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas de aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cata-ventos (e moinhos) para trabalhos mecânicos como bombeamento de água (ANEEL, 2003, p. 01).

Como vantagem, pode-se citar a possibilidade de extração de potências na ordem de MW. A GE por exemplo, constrói turbinas com capacidade nominais entre 1,5 a 4MW. A Siemens por sua vez, produz turbinas de 5MW. Em contrapartida, para a instalação de usinas eólicas deve-se evitar, por exemplo, rotas migratórias de aves ou a poluição visual e sonora.

Dentre as fontes alternativas de uso comercial, a eólica surge como uma promissora opção para o mercado de micro e mini geração a partir das fontes de energia renovável (FER), com reduzido impacto ambiental, se destacando pela sua produção, segurança e sustentabilidade (EWEA, 2010).

Considerando a importância em se utilizar as FER apresenta-se um estudo de viabilidade econômica para implantação de uma mini geração eólica em um empreendimento na cidade de Fortaleza - CE. O empreendimento utilizado como fonte de estudo se caracteriza como uma unidade consumidora de alta tensão, ou seja, abastecida por energia em tensão igual ou superior a 2,3 quilovolts (kV) (ANEEL, 2010) e com consumo de aproximadamente 1.500MWh/mês.

Como resultado esperado desse trabalho de conclusão de curso, pretende-se que o estudo de viabilidade econômica desenvolvido sirva como ferramenta de suporte para futuros projetos de estudos de viabilidade econômica de implementação de usinas eólicas em GD.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A geração de energia elétrica é algo que varia muito entre os países, devido a particularidade de cada um quanto a sua geografia e recursos naturais disponíveis.

O Brasil, como explicam Doroche e Anschau (2015), está entre os países com maior potencial hidroelétrico do mundo, sendo a sua matriz energética composta principalmente por esta fonte. Essa característica coloca o Brasil no seletor grupo que não necessita ter os combustíveis fósseis como principal fonte de geração de energia elétrica.

[...] o Brasil é rico em rios com excelentes potenciais hidrelétricos, ou seja, diferente da grande maioria dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, o Brasil não sustenta a base da geração de sua energia elétrica na utilização de fontes primárias não renováveis como derivados do petróleo (óleo e carvão), combustíveis radioativos (urânio, plutônio) e gás natural (DOROCHÉ e ANSCHAU, 2015, p.03).

Isso fica evidente na Tabela 1 que aponta as principais fontes de geração de energia elétrica no Brasil.

Tabela 1 – Empreendimentos para Geração de Energia Elétrica em Operação – 16/04/2018

Fontes de Geração de Energia Elétrica	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Potência Fiscalizada (kW) (%)
Central Geradora Hidrelétrica	670	627.241	629.477	0,4
Central Geradora Eólica	511	12.560.739	12.537.943	7,91
Pequena Central Hidrelétrica	429	5.070.129	5.042.723	3,18
Central Geradora Solar Fotovoltaica	722	1.134.002	1.129.642	0,71
Usina Hidrelétrica	220	101.883.450	95.619.468	60,33
Usina Termelétrica	3.003	43.299.484	41.550.809	26,22
Usina Termonuclear	2	1.990.000	1.990.000	1,26
Total	5.558	146.280.255	141.802.060	100

Fonte: Banco de Informação de Geração, BIG – www.aneel.gov.br (2018).

Oliveira (2002) destaca que Alemanha, Espanha, Japão, Estados Unidos, entre outros países notam que em diferentes níveis a energia elétrica proveniente de fontes renováveis de pequena escala é vista como opção.

No Brasil e em grande parte do mundo o principal recurso renovável utilizado para fornecer energia elétrica é a água. A água é o recurso natural mais abundante da Terra, porém o uso indiscriminado e as mudanças climáticas ameaçam a abundância deste recurso (ANEEL, 2008).

Na Tabela 2 pode-se verificar a evolução da capacidade instalada no período de 2005 – 2015 das principais fontes para geração de energia elétrica, trazendo o acréscimo ocorrido no período de estudo além do seu acréscimo médio anual. Para esta Tabela, tem-se em azul as fontes geradoras de energia elétrica e em preto os itens que se referem a essa fonte.

Tabela 2 - Evolução da Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica no Período 2005 - 2015 (GW)

FONTE	2005	2015	NO PERÍODO	MÉDIO ANUAL
Hidrelétricas	68,6	99,0	30,4	3,04
Grande porte ¹	68,6	99,0	30,4	3,04
Térmicas	16,9	24,3	7,4	0,74
Gás natural	8,7	13,0	4,3	0,43
Nuclear	2,0	3,3	1,3	0,13
Carvão	1,4	2,5	1,1	0,11
Outras	4,8	5,5	0,7	0,07
Alternativas	1,4	5,5	4,1	0,41
PCH	1,3	2,3	1,0	0,10
Centrais eólicas	-	1,4	1,4	0,14

Biomassa da cana	0,1	1,8	1,7	0,17
Resíduos Urbanos	0,0	-	-	-
Outras gerações	5,8	2,6	-2,9	-0,29
Importação	7,8	8,4	0,6	0,06
TOTAL	100,5	139,8	39,0	3,90

Fonte: EPE, 2007.

¹ Exclui a parte paraguaia da Itaipu binacional e auto-produção; Valor inferior a 199MW; Inclui autoprodução e sistemas isolados

É esperado que cada vez mais aumente a diversificação da matriz energética brasileira, por meio de incentivos par ao uso de fontes renováveis.

As fontes de energias renováveis vêm ganhando espaço no cenário energético brasileiro, contribuindo para diversificação da matriz energética de forma mais sustentável.

2.2 GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA AUTOPRODUÇÃO E PRODUÇÃO INDEPENDENTE

As energias renováveis podem ser representadas por tecnologias que proporcionam eletricidade de forma limpa. As fontes de energias renováveis devem ser consideradas de forma independente, permitindo assim a diversificação da matriz energética, o combate às alterações climáticas e a busca pelo desenvolvimento sustentável. (CASTRO, 2011)

Segundo Rodrigues (2002) compara a geração de energia elétrica convencional com o modelo de geração distribuída, destacando algumas vantagens.

A geração de energia elétrica convencional é centralizada e distante do ponto de consumo, isso faz com que o sistema gere perdas na distribuição, aumentando os custos da produção da energia e causando danos às concessionárias e ao meio ambiente. No entanto, a geração distribuída oferece inúmeras vantagens ao setor elétrico, uma vez que a disposição da unidade de geração é próxima da carga, além disso, permite uma maior diversificação das tecnologias empregadas para a produção de energia.

Com o resultado do processo de consulta e participação pública, a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e criou o sistema de compensação de energia elétrica correspondente (ANEEL, 2014).

Essa resolução normativa 482 visa regulamentar a micro e minigeração distribuída de energia elétrica que possibilita a cada consumidor suprir a sua necessidade energética podendo ainda armazenar na rede o excedente produzido, gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Desde 17 de abril de 2012, quando entrou em vigor a [Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012](#), o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade (ANEEL, 2012).

O sistema de compensação, conhecido em inglês como *net metering*, foi criado possibilitando ao consumidor armazenar o excedente da sua autoprodução, gerada por exemplo através de painéis fotovoltaicos ou turbinas eólicas, na rede de distribuição podendo utiliza-la para abater um futuro consumo de energia.

A ANEEL (2014) ressalta.

Esse sistema permite que a energia excedente gerada pela unidade consumidora com micro ou minigeração seja injetada na rede da distribuidora, a qual funcionará como uma bateria, armazenando esse excedente até o momento em que a unidade consumidora necessite de energia proveniente da distribuidora. Dessa forma, a energia elétrica gerada por essas unidades consumidoras é cedida à distribuidora local, sendo posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora (ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade).

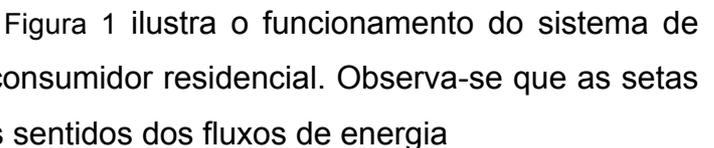
A  Figura 1 ilustra o funcionamento do sistema de compensação de energia para um consumidor residencial. Observa-se que as setas em kWh (kilowatts hora) mostram os sentidos dos fluxos de energia



Figura 1 - Sistema de Compensação de Energia Elétrica

Fonte: ANEEL (2004).

A partir do dia 1 de março de 2016 entraram em vigor os aprimoramentos feitos na Resolução Normativa nº 482/2012, em que fica determinado que:

será permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW (sendo 3 MW para a fonte hídrica), conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (ANEEL, 2016).

As vantagens resultantes em se utilizar a geração distribuída de energia elétrica, por fontes renováveis, são elencadas a seguir:

a) Como a energia é consumida no local de sua geração as chamadas perdas técnicas, por transmissão e distribuição, que podem alcançar aproximadamente 7,5%, são reduzidas.

b) As perdas consideradas não técnicas estão associadas à gestão comercial da distribuidora, devido a problemas como furtos de energia, erros de medição ou faturamento, e podem chegar a 6%. [ANEEL]

c) O combustível para geração é provido de uma fonte inesgotável (desde que respeitado seu ciclo de reposição) e limpa;

d) Atende lugares de difícil acesso sem necessidade de grandes investimentos em linhas de transmissão, no caso do modelo de geração *off-grid* (isolada da rede de distribuição de energia elétrica).

As turbinas eólicas aparecem como uma boa alternativa para o modelo de geração distribuída em algumas regiões do país, que possuem características climáticas favoráveis, isto é, regiões com ventos anuais de médias constantes.

2.2.1 Aerogeradores e o Potencial Eólico

O tipo de aerogerador a ser utilizado depende, do regime de ventos no local de instalação, fazendo-se necessário um estudo das características do local que irá ser instalada a turbina eólica.

A avaliação técnica do potencial eólico exige um conhecimento detalhado do comportamento dos ventos. Os dados relativos a esse comportamento - que auxiliam na determinação do potencial eólico de uma região - são relativos à intensidade da velocidade e à direção do vento. Para obter esses dados, é necessário também analisar os fatores que influenciam o regime dos ventos na localidade do empreendimento. Entre eles pode-se citar o relevo, a rugosidade do solo e outros obstáculos distribuídos ao longo da região (ANEEL – 2003).

O Brasil é um país com grande potencial eólico a ser explorado. No Nordeste encontra-se regimes de vento que fazem dessa região o principal centro de desenvolvimento da tecnologia eólica no país., como destacado a seguir:

O potencial eólico é passível de aproveitamento em diferentes áreas do país, especialmente ao longo do litoral, com destaque para a região Nordeste. Trata-se de uma fonte de energia estratégica para essa região, que tem grande intensidade de ventos [...]. (SOUZA, 2010, p.124)

Dentre os estados brasileiros, o Ceará desponta como um dos mais promissores do país para a produção de energia eólica, juntamente com Rio Grande do Norte, Bahia e Rio Grande do Sul.

2.3 ANÁLISE FINANCEIRA

A análise de investimento surge com a ideia de verificar se um determinado projeto é viável economicamente, ou seja, se terá o retorno esperado.

Barbosa e Quintana (2011) alertam que:

as decisões de investimentos devem ser muito bem definidas pelo gestor, tendo em vista que uma decisão adequada proporcionará benefícios para a empresa por um longo período. Por outro lado, uma escolha equivocada poderá ocasionar sérios problemas financeiros.

Fassima *et al* (2006) consideram que os métodos mais utilizados para análise de investimentos são *Payback* (Tempo de Retorno do Capital), TIR (Taxa Interna de Retorno), VPL (Valor Presente Líquido) e Análise do Custo Benefício (ACB).

2.3.1 Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa é um instrumento de gestão financeira que projeta em longo prazo todas as entradas e as saídas de recursos financeiros da empresa, apontando como será o saldo de caixa para o período projetado (SEBRAE, 2011).

Segundo Gitman (1997, p. 586):

O fluxo de caixa é a espinha dorsal da empresa. Sem ele não se saberá quando haverá recursos suficientes para sustentar as operações ou quando haverá necessidade de financiamentos bancários. Empresas que necessitem continuamente de empréstimos de última hora poderão se deparar com dificuldades de encontrar bancos que as financiem.

2.3.2 *Payback*

O *payback* representa o tempo de retorno do capital investido, ou seja, apontará o momento no qual o projeto gerou no caixa a mesma quantidade investida, sendo considerado, portanto, o tempo mínimo para recuperação do investimento. Nesse caso, o fluxo de caixa deixa de ser negativo e passar a ser positivo.

Hoji (2008, p.171) ressalta que o *payback* “consiste na apuração do tempo necessário para que a soma dos fluxos de caixa líquidos periódicos seja igual a do fluxo de caixa líquido do instante inicial”.

Marquezan e Brondani (2006, p.6) apontam que “o *payback* é um indicador que determina o prazo de recuperação de um investimento, também chamado de payout”. Os autores salientam que o *payback* pode ser calculado por meio da fórmula (1):

$$\text{Payback} = \$ \text{ Retorno por Período} / \$ \text{ Investimento} \quad (1)$$

É importante destacar que, no cálculo do *payback* é possível obter o valor simples e o descontado. A principal diferença é que para o cálculo do *payback* descontado deve-se levar em conta o valor temporal do dinheiro, utilizando uma taxa de desconto para os fluxos de caixa de cada período.

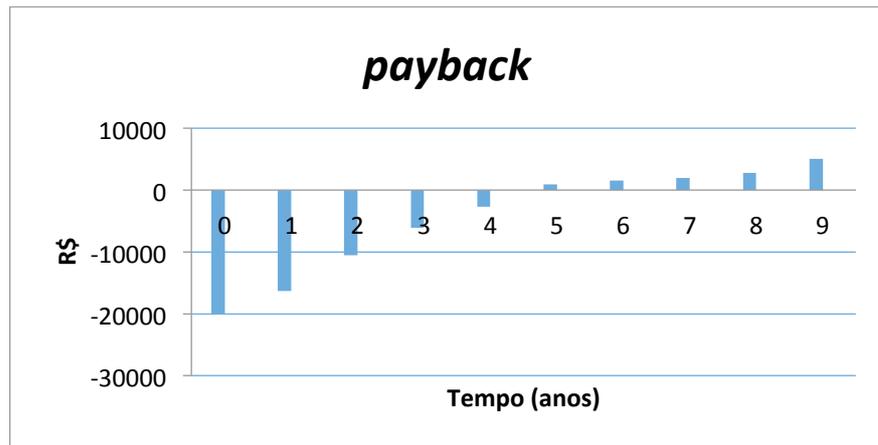


Figura 2 - Gráfico Genérico para *Payback*
Fonte: Autoria própria.

2.3.3 Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL), ou Valor Atual Líquido (VAL), tem como objetivo trazer o investimento realizado e o rendimento para uma mesma data, levando em consideração o valor do dinheiro no tempo, podendo assim comparar os rendimentos com o investimento identificando se o projeto em questão gerou mais recurso financeiro do que foi investido. Essa característica de temporalizar o dinheiro faz com que o VPL seja o critério mais recomendado por especialistas para decisão de investimento.

Motta & Calôba (2002) definem o Valor Presente Líquido como a soma dos fluxos de caixa descontados para um momento presente, considerando uma taxa de juros i .

Segundo Gitman (2002), o VPL é originado pela diferença dos benefícios líquidos do caixa, estimados para o projeto, e o valor do investimento, sendo importante a definição da taxa de desconto.

$$\text{VPL} = \text{Valor Presente do Investimento} - \text{Valor do Investimento Inicial.}$$

Se o resultado dessa equação for um valor positivo, significa dizer que o investimento vale mais do que custa, define-se como regra que um investimento vale a pena se o VPL for positivo.

Na Figura 4 é possível ver a evolução do VPL de um determinado projeto:

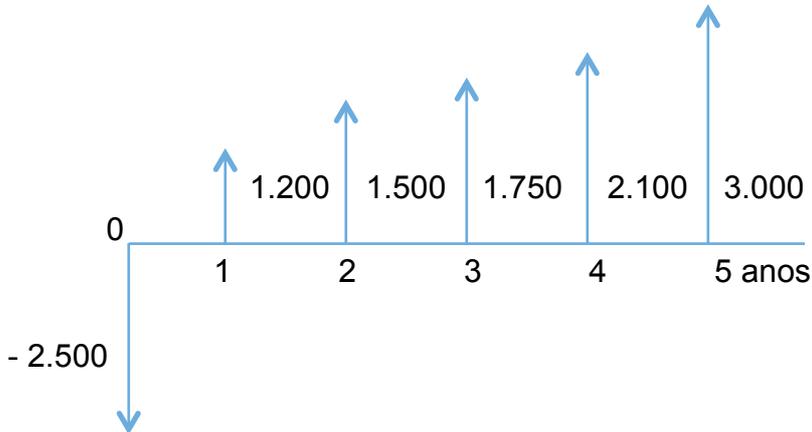


Figura 3 – Valor Presente Líquido - VPL
Fonte: Autoria própria.

2.3.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Ao realizar um investimento espera-se que o mesmo proporcione retornos em intervalos fixos de tempo, formando assim o chamado Fluxo de Caixa. Porém, para identificar o retorno gerado pelo projeto tornando o investimento viável é necessário saber a que percentual ele ocorre, o que pode ser feito ao calcular a TIR.

Barbieri (2007, p. 131) define que “a Taxa Interna de Retorno, como o próprio nome indica, tem sido, desde a sua concepção, interpretada como a taxa que remuneraria o investimento realizado no projeto”.

Para que seja aplicável, antes de se efetuar o cálculo da TIR deve-se definir a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que irá nortear o investimento sendo a taxa mínima de retorno esperada, então utilizada como instrumento de comparação com a TIR encontrada visando identificar a viabilidade do investimento. Por exemplo, uma TIR de 0,3% ao mês e um rendimento na poupança de 0,6% ao mês, é sugerível não optar pelo investimento em questão.

Ressalta-se que esse método não tem como objetivo analisar a rentabilidade do custo de capital como feito no VPL, por exemplo.

3 METODOLOGIA

Nesta seção aborda-se a metodologia utilizada na análise da viabilidade financeira do estudo. A análise financeira é uma ferramenta de gestão, formulada para avaliar o potencial de retorno de um dado investimento.

Para que seja possível desenvolver a análise de investimento é necessário o levantamento dos itens que irão compor a capacidade de produção da fonte geradora, além do investimento com a compra, transporte, instalação e manutenção.

Posteriormente, com a capacidade de produção e os seus respectivos custos identificados, pode-se calcular o preço do kWh gerado por essa nova fonte geradora de energia.

Na

Figura pode-se observar a sequência das etapas desenvolvidas para análise do investimento, no qual tem início pelo perfil do consumidor; caracterização da fonte produtora; custos para a fonte produtora de energia instalada; dados gerais utilizados; cálculo do valor de cada kWh produzido pela FER e; análise do retorno de investimento.

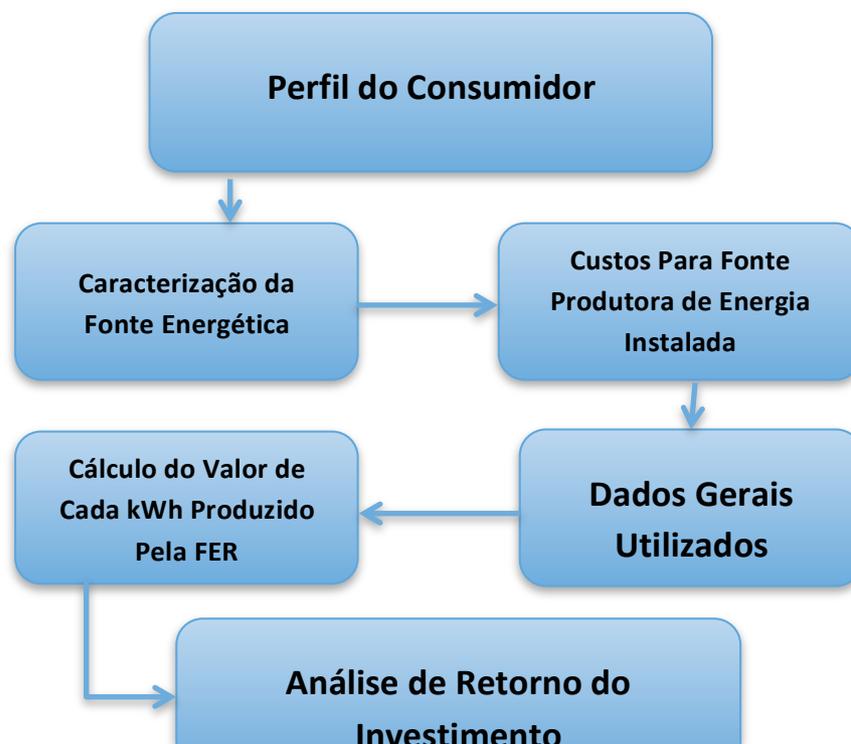


Figura 4 - Fluxograma Para a Análise de Retorno do Investimento

Fonte: Autoria própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMIDOR

O consumidor utilizado como referência possui um consumo médio mensal de aproximadamente 1.500 MWh, caso somadas todas as suas unidades em funcionamento.

O empreendimento analisado localiza-se na região do entorno da cidade de Fortaleza, Estado do Ceará. Trata-se de um local cujas características de velocidade média anual constante para os ventos locais são consideradas bastante favoráveis para a geração de energia eólica. A velocidade anual dos ventos apresenta valores médios em torno de 7,5 à 9 m/s, medidos a altura de 50 m (CRESESB, 2008).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA FONTE ENERGÉTICA

Com base nos dados extraídos do local de aplicação da FER, foi possível estimar-se o rendimento (produção) de diferentes fabricantes de aerogeradores. Por meio da Figura 4 pode-se visualizar a curva de geração de potência elétrica anual de uma turbina comercial em relação à velocidade do vento.

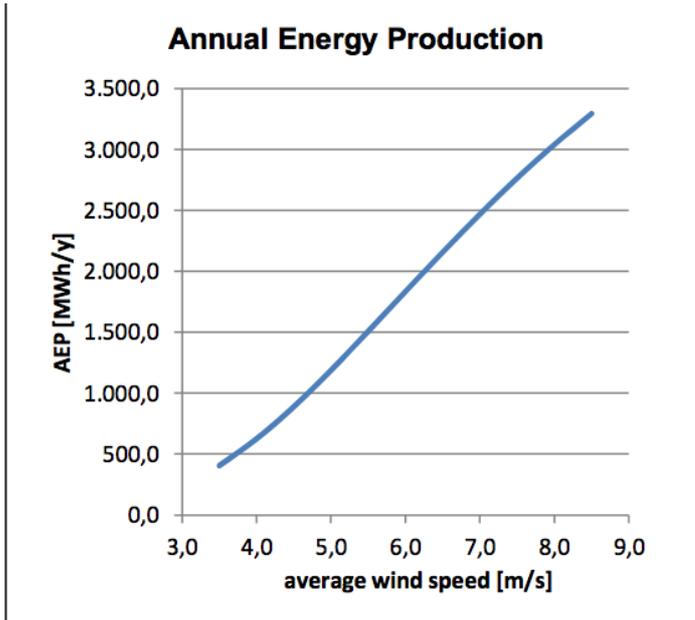


Figura 5 – Gráfico Produção de Energia x Velocidade do Vento

A Tabela 3 apresenta alguns dados do aerogerador utilizado como referência para o presente estudo. As características técnicas do aerogerador WTG ATB 750.54 e seu perfil de desempenho podem ser encontrados no ANEXO do presente trabalho.

Tabela 3 - Características de Funcionamento da FER

CARACTERÍSTICAS DA FONTE PRODUTORA		
Horas funcionamento	de 1 Ano: 3.911,34	20 anos: 78.226,8
kWh gerado	1 Ano: 2.933.505,00	20 anos: 58.670.100,00

Fonte: Autoria própria.

4.3 ANÁLISE DO INVESTIMENTO NECESSÁRIO PARA INSTALAÇÃO DO AEROGERADOR

O investimento para o desenvolvimento do projeto envolve a compra do equipamento para geração de energia juntamente com o custo de sua importação, frete terrestre e marítimo, além da instalação e manutenção do mesmo.

O estudo foi desenvolvido tendo como referência os dados comerciais fornecidos pela empresa BI ENERGIA LTDA e os valores fornecidos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Investimento Necessário Para Instalação da FER

ITEM	EURO	R\$
PRODUÇÃO ITALIA	930.000	3.801.840
FRETE MARITIMO*	225.000	919.800
IMPORTAÇÃO	137.175	560.771,4
FRETE TERRESTRE	5.000	20.440
MONTAGEM	195.000	797.160
FUNDAÇÃO	100.000	408.800
SOMA	1.592.175	6.508.811,4

4.4 DADOS GERAIS

O cálculo para a conversão de Euro para Real foi feito utilizando-se a cotação de €\$1,00 equivalente a R\$ 4,088. A Tabela 5 mostra o valor de rendimento da poupança também foi utilizado na presente data e o valor do kWh pago por uma unidade consumidora de alta tensão foi obtido de acordo com os valores da classe tarifária da unidade consumidora pertencente à concessionária de energia elétrica local.

Tabela 5 - Dados Gerais Utilizados Para a Realização da Pesquisa.

Item	Valor
Câmbio Euro/Real	1 €\$ = R\$ 4,088 reais
Rendimento Poupança	0,7057% a.m = 8,8048 % a.a
Preço kWh vendido pela concessionária de energia	R\$ 0,5 / kWh

Fonte: Autoria própria.

4.5 CUSTO DO KWH PRODUZIDO COM AEROGERADOR

A partir das características de funcionamento do aerogerador (horas de funcionamento em função da velocidade média anual dos ventos locais e capacidade de potência produzida) e dos custos necessários para seu funcionamento, foi possível calcular o preço de cada kWh gerado. A Tabela 6 mostra

os valores da parcela relativa ao investimento anual que foi obtida ao se dividir todo investimento inicial, R\$ 6.508.811,40 pelos 20 anos de vida útil do projeto, além dos valores estimados para o custo da manutenção e gestão da fonte e taxa de imposto. Portanto, o preço encontrado para o kWh gerado pela FER é dado como:

$$\text{R\$ } 585.455,11 / \text{kWh } 2.933.505,00 = 0,1999 \text{ R\$/kWh}$$

Tabela 6– Cálculo do Custo Anual de Produção Para o Modelo Estudado.

CUSTO ANUAL DE PRODUÇÃO		
Parcela do investimento	R\$ 325.440,57	
Manutenção e gestão da fonte	R\$ 140.000,00	
Imposto	26%	R\$ 121.014,54
Soma	R\$ 585.455,11	

Fonte: Autoria própria.

4.6 ECONOMIA ANUAL GERADA COM O PROJETO

Para se determinar a economia anual estimada com a implantação do projeto, inicialmente multiplicou-se a quantidade de kWh produzido em 1 ano pelo valor do kWh vendido pela concessionária, dados da seguinte forma:

$$2.933.505 \text{ [kWh]} \times 0,50 \text{ [R\$/kWh]} \text{ (valor do kWh atual da concessionária)} = \text{R\$ } 1.466.752,50 \text{ (VALOR PAGO PELA EMPRESA ATUALMENTE POR ANO)}$$

De posse desse valor, multiplica-se a mesma quantidade de kWh gerado no ano pelo preço do kWh estabelecido para nova fonte produtora. Portanto, tem-se que o valor a ser pago pela energia gerada no projeto é:

$$2.933.505 \text{ [kWh]} \times 0,1999 \text{ [R\$/kWh]} \text{ (valor do kWh gerado pelo projeto)} = \text{R\$ } 586.455,11$$

Enfim, a diferença entre o valor gasto com a energia comprada e o valor gasto com a estimativa do projeto é a economia anual encontrada. Dessa forma, a economia anual gerada pelo projeto será:

$$\text{ECONOMIA} = \text{R\$ } 1.466.752,5 - \text{R\$ } 586.455,11 = \text{R\$ } 880.297,39$$

4.7 ANÁLISE DE INVESTIMENTO

A análise de investimento é o processo no qual se investiga a viabilidade econômica de um determinado projeto, visando estimar quais resultados serão alcançados, podendo-se assim evitar possíveis prejuízos.

Para se estudar a viabilidade do investimento estimou-se a quantidade de energia economizada com a geração de energia através da fonte renovável e dessa forma foi calculado o tempo de retorno do investimento.

As principais ferramentas utilizadas foram: o *payback* (Tempo de Retorno), a TIR (Taxa Interna de Retorno), a TMA (Taxa mínima de atratividade), o VPL (Valor Presente Líquido) e o Índice de Lucratividade.

Na Tabela 7 é possível visualizar os fluxos de caixa simples e descontado do projeto estudado.