



**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**

**TEREZA PARENTE DE MORAES**

**INTRODUÇÃO AO LEVANTAMENTO DO MERCADO DE  
AEROGERADORES DE PEQUENO PORTE: POTENCIALIDADE  
E VIABILIDADE**

**FORTALEZA**

**2018**

TEREZA PARENTE DE MORAES

INTRODUÇÃO AO LEVANTAMENTO DO MERCADO DE  
AEROGERADORES DE PEQUENO PORTE: POTENCIALIDADE E  
VIABILIDADE

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídricos, 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. Dr. Herminio Miguel de Oliveira Filho

FORTALEZA

2018

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

---

Moraes, Tereza Parente de.

M818i

Introdução ao levantamento do mercado de aerogeradores de pequeno porte: potencialidade e viabilidade / Tereza Parente de Moraes. - Redenção, 2018.

44f: il.

Monografia - Curso de Especialização em Gestão De Recursos Hídricos, Ambientais E Energéticos, Instituto De Engenharias E Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Herminio Miguel de Oliveira Filho.

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA  
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA

TEREZA PARENTE DE MORAES

INTRODUÇÃO AO LEVANTAMENTO DO MERCADO DE  
AEROGERADORES DE PEQUENO PORTE: POTENCIALIDADE E  
VIABILIDADE

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em  
Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos da Universidade da  
Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nota: \_\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Herminio Miguel de Oliveira Filho (Orientador)

---

Prof. Dr. Sérgio Sevilha de Oliveira

---

Prof. Ms. Plínio Nogueira Maciel Filho

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus, por me atribuir coragem e desejo em atuar nesse curso, à família e aos professores através incentivos e estímulos; em especial ao professor Herminio Miguel, pela serenidade e empenho durante a orientação para a evolução deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Folder do Dia Mundial do Vento .....	2
Figura 2: Componentes de aerogeradores de eixo horizontal .....	2
Figura 3: Componentes e estruturas esquematizadas de um aerogerador de pequeno porte .....	2
Figura 4: Configuração de um sistema isolado .....	2
Figura 5: Configuração do sistema eólico híbrido .....	2
Figura 6: Configuração de um sistema eólico de injeção de rede .....	2
Figura 7: Potencial Eólico Brasileiro .....	2
Figura 8: Potencial Eólico das Regiões Brasileiras .....	2
Figura 9: Potencial Eólico do Nordeste .....	2
Figura 10: Sistema eólico de geração de energia da FAG.....	2
Figura 11: Mini site Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte .....	2
Figura 12: Questionário para o potencial consumidor final.....	2
Figura 13: Aerogeradores Win Power .....	2
Figura 14: Aerogerador iSTA BREEZE .....	2
Figura 15: Gerador Eólico 400 WW.....	2

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação de aerogeradores e dimensionamento típico ..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2 Materiais utilizados para construção de um aerogerador de pequeno porte ..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3: Demanda e Geração de Energia Elétrica no Nordeste (2015/2024) ..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4: Motivações de Compra de aerogerador de pequeno porte ..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5: Investimentos ..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 6: Característica e preço de aerogeradores da empresa Enersud ... **Erro! Indicador não definido.**

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APP - Aerogeradores de Pequeno Porte

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BNDS - **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**

CA - Corrente Alternativa

CC - Corrente Contínua

CEPEL - Centro de Pesquisa de Energias Elétrica

CRESESB - Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica no Brasil

EIA - Energy Information Administration

EWEA - The European Wind Energy Association

FNE - Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste

GEE - Gases de Efeito Estufa

GW - giga-watt(s)

GWEC - Global Wind Energy Council

IAEA - International Atomic Energy Agency

KW - quilowatt(s)

MAPP - Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte

MME - Ministério de Minas e Energia

MW - megawatt(s)

PDE - Plano Decenal de Expansão de Energia

PRODEM - Programa de Desenvolvimento Empresarial

TE - Turbinas Eólicas



# INTRODUÇÃO AO LEVANTAMENTO DO MERCADO DE AEROGERADORES DE PEQUENO PORTE: POTENCIALIDADE E VIABILIDADE

Tereza Parente de Moraes<sup>1</sup>

Prof. Hermínio Miguel de Oliveira Filho <sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise da viabilidade do mercado de aerogeradores de pequeno porte no Brasil. Argumenta-se sobre a importância da utilização de energia gerada pela força do vento para preservação do meio ambiente, informando o princípio do aproveitamento. Também são apresentadas as informações relacionadas à evolução de uma turbina eólica. O trabalho traz, ainda, as pesquisas desenvolvidas pelo Centro de Pesquisa de Energias Elétrica (Cepel) a respeito da motivação do consumidor final na compra do produto APP (aerogeradores de pequeno porte), realizadas pelo grupo de pesquisadores do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB) apontando a evolução da energia eólica no Brasil, suas vantagens e desvantagens. Também busca divulgar empresas nacionais que desenvolvem aerogeradores eólico de pequeno porte, mencionando os diversos tipos de produtos e suas características, utilização e aplicação dos sistemas. Procuramos demonstrar como a energia eólica no Brasil pode trazer diversos benefícios para cada região e contribuir para uma evolução sustentável.

**Palavras-chave:** Energia eólica, aerogerador de pequeno porte, viabilidade econômica, economia de energia.

---

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo *Redenção*.

<sup>2</sup> Professor e Orientador do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo *Redenção*.

## **ABSTRACT**

This work aims to present an analysis of the viability of the market of the small wind turbines in Brazil. In it, it is argued about the importance of the use of the energy generated by the wind force to preserve environment, informing the principle of using. Information related to the evolution of a wind turbine are also referred. This way, the work also brings reseaches developed by the Centro de Pesquisa de Energias Elétrica - Cepel (the Electric Energy Research Center) about the motivation of the final consumer to purchase SWT product (small wind turbines) carried out by the group of researchers of the Centro de Referência para Energia Solar e Eólica – CRESESB (Reference Center for Solar and Wind Energy) pointing out the evolution of the wind energy in Brazil, its advantages and disadvantages. This study still seeks to impart national companies which develop small wind turbines, mentioning the various types of products and their characteristics, the use and the application of the systems. We seek to demonstrate how wind energy in Brazil may provide various benefits for each region and contribute for sustainable development.

**Keywords:** Wind energy, small wind turbine, economic viability, energy saving.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização das fontes de energia como o petróleo, o carvão e o gás natural, expandiu com o avanço tecnológico e a preocupação em ampliar a produtividade acumulando capital para a evolução da economia. Contudo, os problemas com o meio ambiente, como a extenuação e desgaste dos recursos naturais e energéticos alertaram a sociedade em evitar a decadência do mundo e preocupar-se em investir e alargar o aplicação das fontes de energias renováveis.

A energia eólica é considerada uma fonte limpa de energia, pois causa menos impactos ambientais, não emitindo gases que poluam o ar. Outra vantagem da energia eólica é ser fonte de energia inesgotável, uma vez que é originada pelo vento através das turbinas dos aerogeradores, que transformam energia cinética em energia elétrica.

Os registros sobre o aplicação da energia gerada a partir da força do vento revelam que esta foi usada para bombeamento de água e trituração de grãos por meio de cata-ventos na Pérsia, aproximadamente 200 A.C. Era um tipo de moinho com eixo vertical, cuja tecnologia foi difundida pelo mundo (BARCELLOS, 2014).

Com o passar do tempo, a energia eólica passou a ser ainda mais utilizada, através da exploração da potencialidade dos ventos, gerando, além de energia mecânica, também energia elétrica. O avanço dessa tecnologia possibilitou aos aerogeradores tornarem-se aptos a gerar uma quantidade ainda maior de energia, fazendo surgir, assim, as primeiras usinas eólicas (CASA DOS VENTOS, 2016).

Além de ser uma fonte renovável, esta é encontrada em abundância, podendo ser uma ótima alternativa para minimizar os problemas ambientais.

De acordo com Reis, Oliveira Júnior e Carvalho (2006), o Brasil apresenta diversas fontes renováveis de energia, com destaque especial para a energia eólica. A região brasileira que indica o maior potencial de geração de energia elétrica a partir dos ventos é o Nordeste, sendo os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte os que possuem as áreas de maior potencial do país, com velocidades médias anuais dos ventos entre 6 e 8,5 m/s a 50 metros de altura.

Apesar de causar alguns impactos ambientais, a energia eólica faz parte de um novo modelo mundial de desenvolvimento conhecido como “desenvolvimento sustentável” (ANDRADE, 2010).

Portanto, o presente trabalho busca responder a seguinte pergunta: por que os aerogeradores eólicos de pequeno porte não são utilizados na geração distribuída?

## **1.1 Objetivo geral**

Analisar a viabilidade do mercado da energia eólica de pequeno porte levando em consideração os custos de modelos distintos.

## **1.2 Objetivos específicos**

- a) Investigar o valor de um aerogerador eólico de pequeno porte e empresas nacionais que comercializam esse equipamento.
- b) Conferir a viabilidade para a evolução da economia na produção de Energia Eólica gerar energia elétrica.

## **1.3 Relevância e justificativa**

As mudanças climáticas e o aquecimento global estão preocupando e prejudicando a sociedade com o passar dos anos. Atualmente, alguns projetos vêm sendo desenvolvidos com a intenção de diminuir pela metade as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera nas próximas décadas. Para tanto, é necessário investir em outras fontes de energia alternativa que não causem tantos danos e impactos ambientais, contanto que seja possível manter a energia elétrica acessível a todos e que, também, isso venha a contribuir com o crescimento econômico.

A aplicação da energia eólica indica progresso tecnológico, e para a sua introdução é primordial realizar uma sondagem geotécnica que identifique as características do terreno.

Para a vice-presidente de desenvolvimento estratégico da AES Eletropaulo e presidente da AES Ergos, Teresa Vernaglia, avalia que esse negócio, que sempre contou com mercado cativo e baixo desenvolvimento tecnológico, passa hoje por uma revolução semelhante a vivida pelas telecomunicações há alguns anos (NUNES, 2016).

Segundo Teresa Vernaglia, a tecnologia também pode ser usada para combater fraudes, ou "gatos", que causam as perdas financeiras não-técnicas das empresas de energia. Os *smart grids*, ou redes inteligentes, são os sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica que usam recursos de Tecnologia da Informação (TI) (NUNES, 2016). E como vem crescendo o consumo de eletricidade, surgiu a ideia de produzir energia limpa e renovável para residências e empresas (NUNES, 2016).

Segundo o levantamento feito pelo *Global Wind Energy Council* (GWEC) e divulgado pela Associação Brasileira de Energia Eólica (Abeeólica), o Brasil passou a ocupar o oitavo lugar no ranking mundial da produção de energia em 2017, com potência instalada acima de 13 GW.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 A energia eólica

O Energia eólica significa a energia originada a partir da corrente de ar (vento). A palavra eólico origina-se do latim *aeolicus*: “que pertence a Éolo”, Deus dos ventos na mitologia greco-romana. A energia eólica começou a ser consumida desde antes do nascimento de Cristo (OFICINA DA NET, REDAÇÃO OFICINA, 2012).

No Egito Antigo, a energia eólica era utilizada para mover os barcos a vela ou fazer as engrenagens dos moinhos funcionarem e movimentar as suas pás. Os moinhos tinham grande serventia para moer grãos e bombear água, através da transformação de energia gerada pelo vento em energia mecânica. Há milhares de anos a força do vento tem sido aproveitada para a geração de energia pela humanidade.

Segundo o CRESESB (2017), em 1582, na Holanda, foi construído um moinho de vento para a produção de óleo. Após o aparecimento da imprensa, com o aumento da utilização de papel, os moinhos passaram a ser empregados nas fábricas para produzir material. No século XVI, os moinhos foram usados em serrarias. Porém, no final do século XIX, houve uma queda na utilização dos moinhos em algumas atividades, posto que acabara de surgir a máquina a vapor, mais potentes que seus antecessores.

Charles F. Bruch, trabalhador da indústria, suspendeu uma ventoinha (cata-vento), no estado de Ohio, em 1888. Ele usou a mesma composição de uma moenda, em que a roda principal composta por 144 pás, 17m de diâmetro e 18m de altura. Apoiado por um cano metálico no centro de 36cm, foi possível a rotação de todo o sistema. Esse sistema foi desativado 20 anos depois (CRESESB, 2017).

No período que ocorreu a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos criaram o projeto de um aerogerador, Smith-Putnam, 53 metros de diâmetro, a 33,5 metros de altura, duas pás de aço, 16 toneladas de peso, com a função de mealhar petróleo, gás natural e carvão. Para gerar eletricidade, foi utilizado o gerador síncrono, com 1.250KW de rotação de 28rpm e funcionando com corrente alternada, interligado direto à rede elétrica. Enquanto a companhia F.L. Smidth foi a primeira a desenvolver uma série de aerogeradores de pequeno porte, com a média de 45KW, entre os anos de 1939 a 1945. Na Dinamarca, no mesmo período, foram produzidos em torno de 4

milhões de KW/ha (quilowatt-hora anuais). O sucesso desses aerogeradores de pequeno porte, que ainda funcionavam em corrente contínua, favoreceu ao aparecimento de um projeto de grande porte, um aerogerador de 200KW e 24m de diâmetro de rotor, situado na ilha de Gesder e arquitetado por Johannes Juul. A França e a Alemanha também se dedicaram às pesquisas e construções de aerogeradores ligados à rede elétrica (CRESESB, 2017).

A utilização das energias renováveis leva à redução de poluentes, tais como os gases que dão origem ao efeito estufa. A Agência de Informação da Energia dos EUA (*Energy Information Administration – EIA*), instituído pela Lei nº 6.938/1981, vem desenvolvendo pesquisas e estudos para avaliar as consequências referentes aos impactos dessas fontes de energia, e desenvolveu um documento apresentando medidas para reduzir problemas como a diminuição da biodiversidade, o acúmulo de resíduos industriais altamente prejudiciais ao ar e a erosão, além de pensar novas formas de preservação sustentável (MENDES, 2016).

Segundo Dutra (2001), o mais importante benefício ao meio ambiente da geração eólica é a redução dos níveis de dióxido de carbono lançados na atmosfera em todo o mundo. As considerações sobre a redução do dióxido de carbono, adotadas no cenário de 10%, mostram a contribuição da energia eólica na redução total de 4,757 milhões de toneladas de Gás Carbônico até o ano de 2020.

As desvantagens da geração eólica são decorrentes do estudo mau realizado de previsão e mediação dos ventos locais, uma vez que estes não são fontes previsíveis, o alto custo da implantação do sistema, a poluição sonora e a poluição visual. A viabilidade do sistema de energia eólica depende de alguns fatores como velocidade do vento na região, topografia, altitude, condições climáticas, custos de mão de obra e material (MAGALHÃES, 2009).

## **2.2 Evolução da energia eólica no Brasil**

Nos últimos anos, o Brasil pouco avançou na consolidação do sistema eólico para gerar energia. Somente a partir de 2014 e que se inicia o avanço da utilização das turbinas eólicas para geração energética, através de projetos de grande escala *onshore* de turbina de grande porte.

A figura 1 apresenta a evolução da energia eólica no Brasil com relação à produção de energia em MW a cada ano, num período de dez anos, entre os anos 2006 e 2016. Apresenta, também, a classificação mundial do Brasil com relação à geração e expansão de energia eólica, e os estados brasileiros que participam da produção de energia eólica e seu potencial (ANEEL, 2016).

**Figura 1: Folder do Dia Mundial do Vento**



Fonte: ANEEL (Evolução da energia eólica no Brasil), 08/07/2016

## 2.3 Classificação das turbinas eólicas

O avanço tecnológico proporcionou o aparecimento em variedades de potência, peso, diâmetro e altura de aerogeradores como mostra a tabela 1 a seguir (Lütz, 2006).



Tabela 1: Classificação de aerogeradores e dimensionamento típico

Classe	Potência (KW)	Massa (Kg)	Diâmetro do rotor(m)	Altura do cubo (m)
Aerogerador industrial	>500	>40.000	>45	>50
Aerogerador Médio	<500	<40.000	<45	<50
Aerogerador pequeno	<100	<9.000	<20	<35
Mini-aerogerado	<30	<1.000	<15	<25
Micro-aerogerador	<1	<50	<3	<10

Fonte: Lütz (2006) baseado em LEHMANN, KOENEMANN 2005.

Há também as Turbinas Eólicas (TE) de Eixo Horizontal e de Eixo Vertical (CRESESB, 2008):

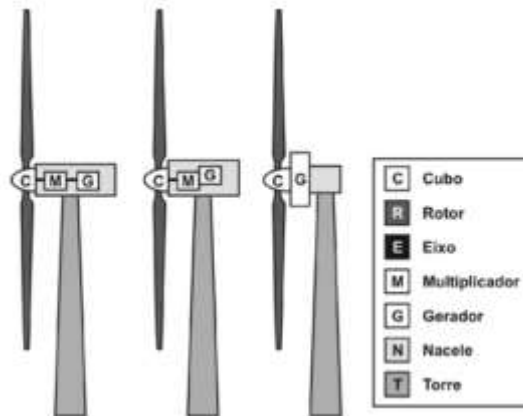
- **Eixo Horizontal** são do tipo mais comum, pois uma grande parte dos fabricantes opta por sistema de três pás pelo custo e ínfima dificuldade de balanceamento das pás. São movidos forças de sustentação (lift) e forças de arrasto (drag), forças aerodinâmicas. Durante a sua operação apresenta uma vibração indesejada, principalmente quando o vento muda de direção.
- **Eixo Vertical** podem ser de três tipos: Darrieus, Savonius e Panémones. Possuem benefício estético e não necessita de mecanismo de variações de direção do vento, porém por ser maior é considerado menos eficiente.

## 2.4 Principais componentes de aerogerador eólico

Conforme o CRESESB (2008), o componente nacele fica sobre a torre, a carcaça onde se encontra o gerador, caixa de engrenagens, sistema de controle eletrônico ou hidráulico e motores para rotação. A torre sustenta e posiciona o rotor em uma altura apropriada para o seu funcionamento. Para dar maior flexibilidade e segurança às naceles, que suportam o peso do gerador e pás, as torres são fabricadas em metal tubular ou de concreto, além da possibilidade de estaiamento para as turbinas de pequeno porte (RODRIGUES, 2014). O rotor é movido pelas forças aerodinâmicas. Estes transformam a energia cinética em energia mecânica.

A diferença entre equipamentos aerogeradores de pequeno porte está no tamanho da nacele, a existência ou não de uma caixa multiplicadora e no tipo de gerador utilizado. A seguir, vemos a descrição dos principais componentes de aerogeradores eólicos: a torre, a nacele e o rotor (CRESESB, 2008).

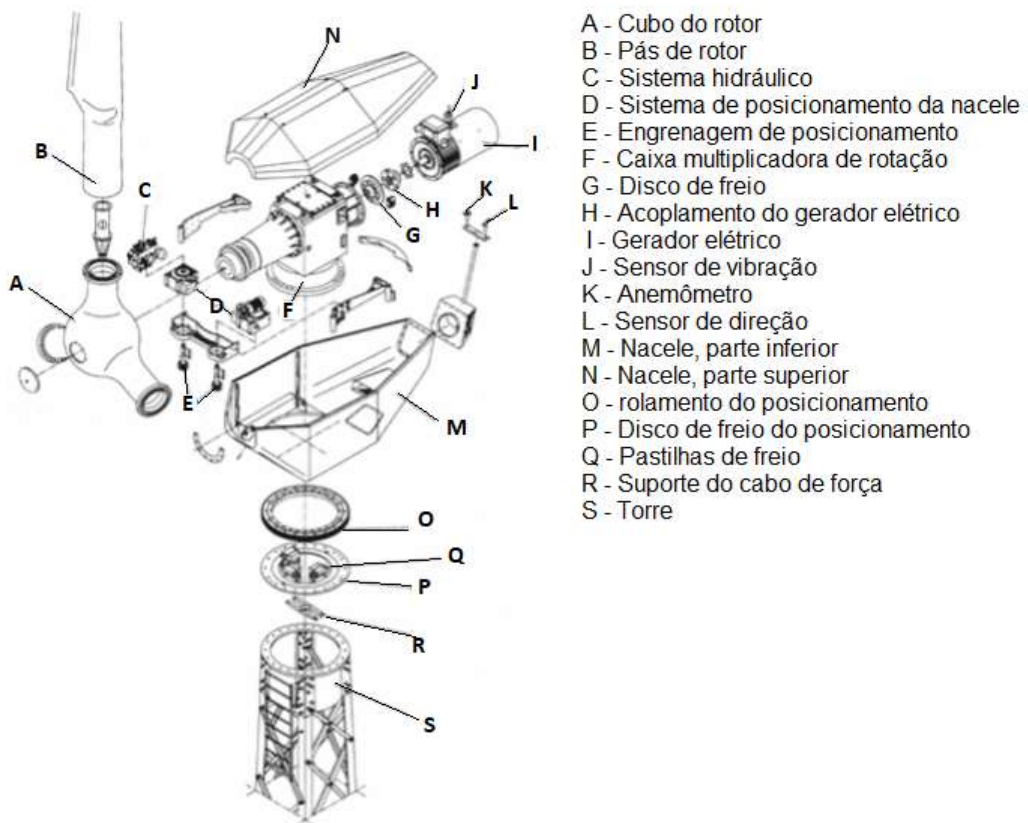
**Figura 2: Componentes de aerogeradores de eixo horizontal**



Fonte: CRESESB, 2008

A figura 3 apresenta os componentes e estrutura esquematizada de um aerogerador de pequeno porte e as principais configurações de um aerogerador com eixo horizontal de energia eólica.

**Figura 3: Componentes e estruturas esquematizadas de um aerogerador de pequeno porte**



Fonte: Dissertação de Mestrado em Engenharia de Oliver Lütz, 2006 (CRESESB, 2002).

#### 2.4.1 Materiais utilizados na construção dos componentes de um aerogerador

Há uma grande diversidade de materiais para a construção dos componentes do aerogerador. Para realizar essa ação, se faz necessário levar em consideração o peso, o funcionamento, a resistência contra o desgaste, a vida útil e o custo (Lütz, 2006).

A seguir, a tabela 2 apresenta as exigências dos materiais para construção de cada componente e aqueles que foram selecionados.

**Tabela 2: Materiais utilizados para construção de um aerogerador de pequeno porte baseado em ANCONA, 2001.**

<b>Componentes principais</b>	<b>Componentes individuais</b>	<b>Materiais</b>
Fundação	Fundação Placa da fundação Pesos de ancoragem	Concreto Concreto, Aço galvanizado Concreto
Torre	Corpo da torre Flande da torre Conexões parafusadas Ancoragem da torre Dispositivo de montagem Cabos	Aço de construção galvanizado a fogo, concreto, madeira aço galvanizado a fogo aço galvanizado a fogo cabos de aço galvanizado a fogo aço galvanizado a fogo Cobre
Rotor	Pás de rotor  Cubo	resina de poliéster, resina de epóxi, poliamida materiais compostos reforçado por fibra aço para melhoramento (CrNiMo) aço fundido
Caixa de máquina	Caixa e cata-vento  Eixo principal Rolamento Caixa multiplicadora Freio de disco Acoplamento  Gerador Conexões parafusadas	resina de poliéster, resina de epóxi, poliamida fibra de vidro plástico reforçado por fibras de carbono aço galvanizado a fogo, alumínio, madeira aço para melhoramento (CrNiMo) aço fundido aço para melhoramento (CrNiMo) aços sem desgaste e resistentes contra o calor aços para melhoramento materiais fundidos, aços resistentes contra calor e pressão aço galvanizado a fogo, inox, aço galvanizado
Eletrônica	Transformador de sistema de ligações	cobre, plástico, aço de construção

Fonte: Lütz, 2006.

## 2.5 Tipos de sistemas eólicos

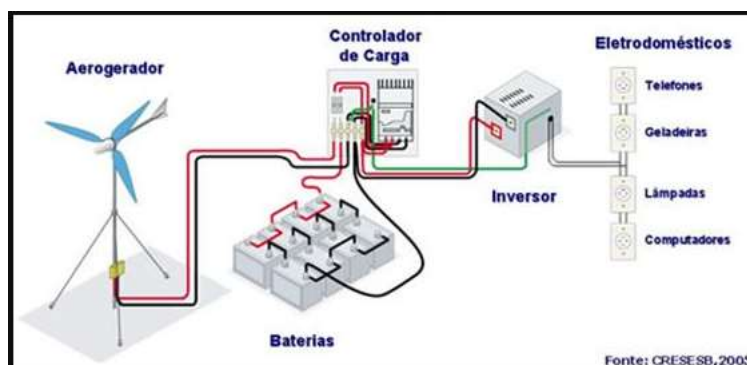
O domínio de potência e números de rotação é realizado pela combinação de três sistemas. A seguir serão apresentados os principais tipos sistemas eólicos com as características de carga a ser alimentada segundo os estudos e pesquisas realizados pelo CRESESB (Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica no Brasil).

### 2.5.1 Sistemas isolados

São sistemas de energia elétrica privados originários da rede pública. As cargas são acumuladas em baterias. As tensões produzidas não são compatíveis com os aparelhos domésticos ou industriais.

Para sustentar instrumentos que atuam com corrente alternada (CA), é fundamental utilizar o inversor para conversão de corrente contínua em corrente alternada (CC/CA). Esse aparelho é utilizado quando se quer usar eletrodomésticos padronizados. A figura 4 apresenta a configuração de um sistema isolado (CRESESB, 2008).

Figura 4: Configuração de um sistema isolado



Fonte: CRESESB, 2008

### 2.5.2 Sistemas híbridos

São sistemas que funcionam desconectado da rede tradicional e apresenta outra fonte geradoras de energia, como, por exemplo, fotovoltaica, de geradores

elétricos de diesel, com alteração nas cargas das baterias por geradores. Esse sistema precisa de um inversor (CRESESB, 2008).

**Figura 5: Configuração do sistema eólico híbrido solar-eólico-diesel**

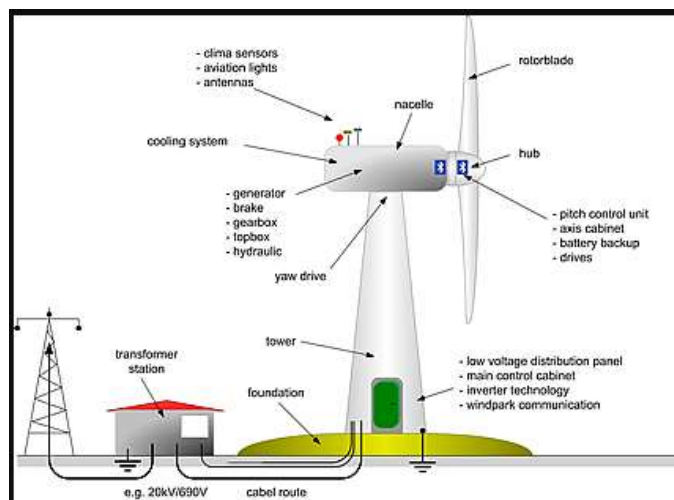


Fonte: CRESESB, 2008.

### 2.5.3 Sistemas de injeção na rede

São sistemas que produzem a própria energia inseridas na rede elétrica pública. Nesse sistema o produtor lança na rede o excesso, traduz em uma alta eficiência energética (CRESESB, 2008).

**Figura 6: Configuração de um sistema eólico de injeção de rede**



Fonte: CRESESB, 2008.

## 2.6 Potencial eólico

O primeiro Atlas do Potencial Eólico Brasileiro foi lançado em 2001, e estimou em 143 GW o potencial nacional, considerando torres de até 50 m de altura. Como o setor está se expandido, boa parte dos estados brasileiros está reavaliando o seu potencial para torres de 120 m ou mais. Há previsão de que o potencial chegue a 350 GW. Para o mundo todo há indicações de um potencial superior a 70.000 GW (Energia Eólica no Brasil e Mundo - MME, 2016).

Apesar de existir discordância entre os especialistas e instituições sobre o potencial eólico brasileiro, várias pesquisas realizadas apontam valores consideráveis. Há pouco tempo atrás, estimava-se 20.000 MW. Atualmente, os valores indicados são de 60.000 MW. As divergências ocorrem pelo fato de utilizarem diferentes metodologias e principalmente pela falta de informação (ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL, 1ª edição, 2002).

Segundo a International Atomic Energy Agency (IAEA, 2006), as estimativas da variação da velocidade média anual do vento é superior a 7 m/s, com curvas de desempenho das turbinas na altura mínima, intervalos de 0,5 m/s para velocidade média, disponibilidade de 0,98 e descartadas as áreas alagadas. Outras estimativas consideram potenciais variando entre 20 GW e 145 GW, sendo o valor mais aceito o de 60 GW (EPE, 2006).

Os aerogeradores de pequeno porte que existentes atualmente dispõem de uma velocidade do vento de impulso de 3 a 5 m/s alcançando a uma potência com velocidade de 12 a 13 m/s (Lütz, 2006).

Os inúmeros estudos e levantamentos realizados em vários locais do Brasil têm motivado a exploração e utilização da energia eólica.

A figura 7 representa o mapa que mostra as condições médias anuais de vento para todo o território brasileiro na resolução de 1km x 1km. Ele aponta o potencial eólico, a distribuição de velocidade média anuais e os fluxos de potência eólica na altura de 50m do território brasileiro (Amarante et alii. 2001).

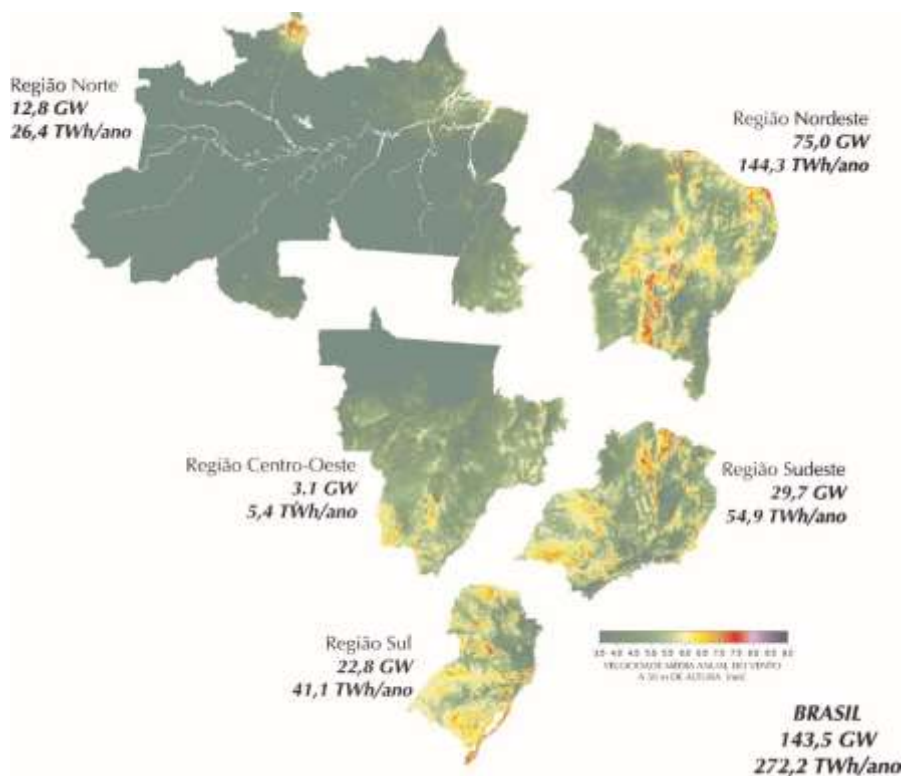
A Figura 8 mostra o potencial eólico de cada região brasileira. A partir da análise do potencial de geração de energia, os pesquisadores chegaram a resultados que estimam um potencial disponível da ordem de 143 GW, ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO (Amarante et al., 2001).

**Figura 7: Potencial Eólico Brasileiro**



Fonte: ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO (Amarante et alii., 2001)

**Figura 8: Potencial Eólico das Regiões Brasileiras**



Fonte: ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO (Amarante et al., 2001).

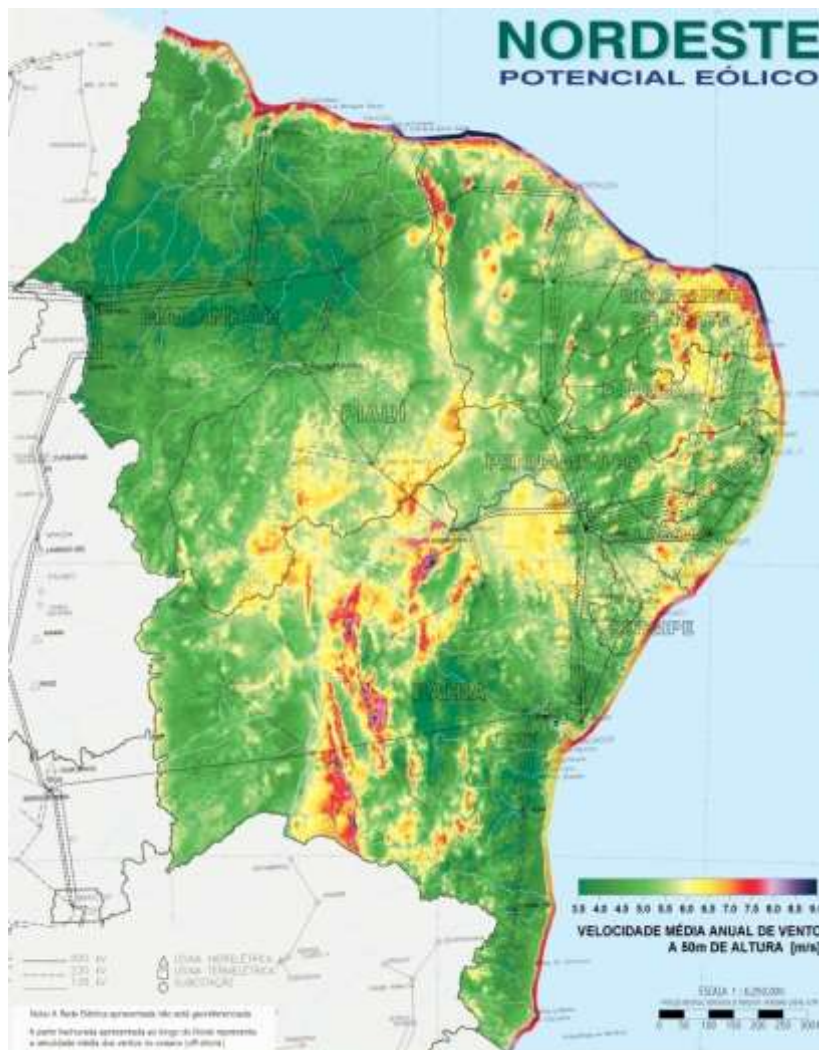


Cerca de metade do potencial eólico do Brasil está concentrado no Nordeste. A figura 9 ilustra a velocidade média anual de vento da região nordeste.

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2024), do Ministério de Minas e Energia (2016), a capacidade instalada eólica brasileira chegará a 24 GW em 2024 (exclusive 0,2 GW de distribuída), respondendo por 11,4% do total. A Região Nordeste (NE) deverá ficar com 21,6 GW (90%). Assim, em 2024, a geração eólica do NE poderá responder por 45% da geração total. Somada à geração solar, o indicador passa a 50%. Essas fontes vão fazer do NE uma região exportadora de energia elétrica em 2024, diferente da atual situação de 10,4% de déficit (MME, 2016).

A tabela 3 apresenta a demanda e geração de energia elétrica no NE, segundo a Energia Eólica no Brasil e mundo, Ministério de Minas Energia, 2016.

**Figura 9: Potencial Eólico do Nordeste**



Fonte: ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO (Amarante et alii., 2001).

Tabela 3: Demanda e Geração de Energia Elétrica no Nordeste (2015/2024)

DEMANDA E OFERTA	2015	2024	%a.a.	2014%	2024%
<b>Demanda e (TWh)</b>	<b>105</b>	<b>156,9</b>	<b>4,5</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
SIN (carga)	95,9	140,8	4,4	91,1	89,7
Autoprodução	9,4	16,1	6,2	8,9	10,3
<b>Geração (TWh)</b>	<b>94,3</b>	<b>176,4</b>	<b>7,2</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Eólica e Solar	17,9	87,3	19,2	19	49,5
Outras	76,4	89,1	1,7	81	50,5
Déficit (+) e Superável (-)	10,4	-12,4	<-Geração sobre a demanda (%)		

Fonte: Energia Eólica no Brasil e Mundo - MME, 2016.

A energia eólica apresenta um grande potencial e os incentivos podem impulsioná-la em curto prazo, porém, qualquer ação referente à aceleração do avanço do segmento deve ser avaliada sob os inúmeros pontos de vista dos responsáveis implicados.

Segundo Eduardo Braga (Ministro de Minas e Energia), no Brasil o vento está principalmente estabelecido no norte do Nordeste, com capacidade de 300 giga-watts (BARIFOUSE & SCHREIBER, 2015). Esse potencial tem se apresentado mais eficaz, acarretando um investimento considerável nessa região (BARIFOUSE & SCHREIBER, 2015). O Nordeste tornou-se o centro da energia gerada pelo vento, eólica, no Brasil por ser a região com a maior eficácia de geração nacional (BARIFOUSE & SCHREIBER, 2015).

A utilização da energia eólica representa consequências significativas na esperança de reduzir a emissão de gases, possibilitando ao consumidor gerar a própria energia.

## 2.7 Agência Nacional de Energia Elétrica

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), é responsável pela regulação dos serviços de energia elétrica no Brasil, e é uma autarquia em regime

especial ligada ao Ministério de Minas e Energia, por meio da Lei nº 9.427/1996 (ANEEL, 2012).

A ANEEL principiou seus trabalhos em 1997, exercendo diversas tarefas com a preocupação em manter a evolução equilibrada do setor elétrico beneficiando a sociedade. Suas tarefas essenciais são: regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica; mediar agentes do setor e consumidores de energia elétrica; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia elétrica (ANEEL, 2012).

Conforme citado anteriormente, umas das atuações da ANEEL consiste em regular os mais variados setores do sistema elétrico como a partilha de energia elétrica e, mais precisamente, a geração distribuída. A referida agência reguladora, através de Resolução Normativa nº 482/2012, alterada pela Resolução Normativa nº 687/2015, estabeleceu sistema de compensação de energia elétrica entre a unidade consumidora de energia elétrica entre a unidade consumidora local, através da microgeração/minigeração própria, utilizando, por exemplo, aerogeradores de pequeno porte (BAJAY, JANNUZZI, HEIDEIER, VILELA, PACOLA & GOMES, 2018).

### **3. METODOLOGIA**

Para realizar esta pesquisa qualitativa, foi empregado o método exploratório e descritivo usando os dados e informações com o objetivo de fazer uma análise dos registros sobre o tema da pesquisa para obter informações de qualidade e atuais.

O trabalho apresenta a pesquisa desenvolvida pela equipe de pesquisadores do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL) com o apoio do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (Cresesb), que faz uma análise de mercado e análise de viabilidade, e MAPP, que realizou uma pesquisa para identificar a motivação do consumidor pelo interesse na compra de APP. Neste sentido, o presente trabalho apresenta informações associadas às pesquisas, centrando na divulgação dos resultados consolidados daquela relacionada à percepção dos produtores, auxiliando, assim, no entendimento das particularidades do mercado.

O trabalho com detalhamento tem natureza embasado em um estudo qualitativo, pois é por meio dele que os dados são coletados (NEVES, 1996, p. 668).

A pesquisa de custo dos aerogeradores de pequeno porte foi realizada por meio de entrevistas e solicitação de orçamento através dos meios de comunicação eletrônicos, onde colaboraram as empresas Satrix e Enersud.

Para a análise dos dados, foi realizada uma análise quantitativa, por ser um estudo da viabilidade econômica e potencialidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Mercado eólico de pequeno porte**

Segundo Zerriffi e Wilson (2013), a adoção de energias renováveis em projetos de desenvolvimento pode cumprir os objetivos energéticos dos países sem passar pelo abuso do consumo de combustíveis fósseis com que foi marcado o crescimento de países desenvolvidos.

A energia eólica é uma fonte de energia inesgotável e que atualmente possui um elevado processo de desenvolvimento tecnológico e uma alta viabilidade econômica (MONTEZANO, 2007). Essa energia tem se mostrado competitiva em relação às fontes hidráulicas e vem ganhando importância no mercado energético, especialmente em países desenvolvidos. Porém, esse mercado ainda está no início de um processo no Brasil. Com relação à geração de energia elétrica por meio de aerogeradores de pequeno porte (APP), esta apresenta-se no início de sua lenta evolução aqui no Brasil (MONTEZANO, 2007).

No entanto, nosso país possui potencial para que o consumidor possa também gerar energia elétrica, mesmo que isso só aconteça a longo prazo, e atualmente existem fatores que fortalecem essa potencialidade de mercado como a evolução tecnológica, a redução de preço de equipamentos e a redução da tarifa de energia elétrica.

#### **4.1.1 Análise de viabilidade técnica**

Os pesquisadores Parizitto, Nogueira e Cruz (2012) desenvolveram um trabalho de conclusão de curso para identificar a viabilidade para implantar aerogeradores de pequeno em residências localizado na região de Cascavel – PR. Estes fizeram uma análise da velocidade do vento na região, exatamente na localidade da Faculdade Assis Gurgacz – FAG. De acordo com os dados recolhidos, a velocidade média do vento nos meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro foram, respectivamente, 1,92 m/s, 1,4 m/s, 3,51 m/s, 2,84 m/s e 2,72 m/s.

A figura 10, a seguir, apresenta o Sistema eólico de geração de energia da FAG, o modelo do fabricante Anern de 2 kW utilizado pelos pesquisadores.

**Figura 10: Sistema eólico de geração de energia da FAG**



FONTE: PARIZOTTO, RR, et al (2012)

Esse sistema tem vida útil de 20 anos, é bastante durável e precisa de pouca manutenção. Possui as seguintes características: Modelo AN – FD – 2KW, 3 pás; tensão nominal de saída de 48V; velocidade de partida de 2,5 m/s; diâmetro das pás de 3,2 m; composto por 4 baterias de armazenagem.

Esse equipamento apresentou um potencial eólico de 2000 W, com velocidade média do vento de 9 m/s em Cascavel. Seu custo é, em média, de R\$ 12.000,00, e poderá dar ao consumidor uma economia de R\$ 115,00 por mês. Sem levar em consideração outros gastos com encargos cobrados pela distribuidora de energia, este poderá economizar em média R\$ 1.500,00 por ano. Os pesquisadores chegaram à conclusão de que há viabilidade em implantar esses equipamentos para a geração de energia em residências.

#### 4.1.2 Pesquisa para identificação de problemas de potenciais consumidores

O Ministério de Minas e Energia (MME) solicitou ao Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) a evolução de um estudo para a identificação do potencial do mercado brasileiro de energia eólica de pequeno porte.

Para otimizar essa pesquisa de mercado, foi efetivado um estudo com o consumidor final para inteirar-se a motivação de compra da tecnologia, com o apoio do CERESBE. Foi concebido o mini site Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte - MAPP (<http://www.cresesb.cepel.br/app/>), incluindo um questionário para o público em geral e inúmeras esclarecimentos relacionadas à temática (PEREIRA, DUTRA, MONTEZANO, 2015).

A seguir um estudo para identificar o potencial de mercado brasileiro conforme a figura 11:

**Figura 11: Mini site Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte**



Fonte: Cresesb - Mercado de Aerogeradores de Pequeno porte – MAPP

A visão do potencial consumidor final é fundamental para conhecimento das potencialidades do mercado de aerogeradores de pequeno porte na geração domiciliar.

A seguir, a figura 12 ilustra parte do questionário referente à pesquisa de Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte no Brasil desenvolvida pela Cepel. Nessa pesquisa há um breve questionário com o objetivo de identificar as principais motivações de interesse de compra, principais barreiras de mercado, disposição a pagar, entre outros fatores que afetam o crescimento do mercado (PEREIRA, DUTRA, MONTEZANO, 2015).

**Figura 12: Questionário para o potencial consumidor final**



Fonte: Cresesb - Mercado de Aerogeradores de Pequeno porte – MAPP

Segundo Pereira, Montezano e Dutra (2015), as transformações do setor de geração distribuída promovidas pela Resolução Aneel nº 482/2012 são consideradas o principal promotor de pesquisas para identificar o potencial de mercado de APP no

Brasil. Ao classificar a fonte eólica como uma opção de geração descentralizada, a resolução representa o primeiro passo para a expansão de um ambiente favorável à consolidação de um mercado específico para aerogeradores de pequeno porte.

A principal motivação de interesse observada na tabela 4 está associada à redução da conta de energia elétrica (54%). Reduzir os gastos com a geração de energia é indicado como o principal foco de análise do potencial consumidor.

**Tabela 4: Motivações de Compra de aerogerador de pequeno porte**

<b>MOTIVAÇÃO</b>	<b>%</b>
Redução da conta de energia elétrica	54
Redução da emissão de energia de gases estufa	18
Preço	8
Fácil instalação e manutenção	4
Independência de energia	4
Pesquisa	4
Geração distribuída	2
Backup de rede básica	2
Estratégico	2
Interesse pessoal	2

Fonte: Energia Eólica no Brasil e Mundo - MME, 02 ago. 2016.

A sondagem dos potenciais consumidores, conforme apresentada na tabela 5, mostrou 61% de intenção em investir até R\$10.000 na tecnologia, e 8,2% com a intenção de investir até R\$15.000.

Essa pesquisa demonstra a viabilidade de investimento na tecnologia de aerogeradores de pequeno porte, porém as empresas poderiam aumentar a produção desses produtos, tornando-os mais baratos para os consumidores.



**Tabela 5: Investimentos**

INVESTIMENTO	%
Até R\$ 10.000	61,2
Acima de R\$ 10.000 até R\$ 15.000	8,2
Acima de R\$ 15000 até R\$ 30.000	8,2
Acima de R\$ 30.000 até 60.000	2
Acima de R\$ 60.000 até R\$ 100.000	0
Acima de R\$ 100.000 até R\$ 1.000.000	2
Não sei/Não quero falar	18,4

Fonte: Energia Eólica no Brasil e Mundo - MME, 02 ago. 2016.

A evolução tecnológica, a redução de preço de equipamentos e as perspectivas de crescimento das tarifas de energia elétrica são fatores que fortalecem a potencialidade do mercado de aerogeradores de pequeno porte no Brasil, mesmo que a longo prazo.

Para a instalação da energia eólica é necessário realizar um estudo da viabilidade econômica de Geradores Eólicos de Pequeno Porte, pois poderá haver alterações dependendo da localização e tamanho.

#### 4.1.3 Exemplos de fabricantes de APPs no Brasil

A ALTERCOOP foi fundada em 1980. A empresa tem a preocupação com a preservação do meio ambiente, portanto é a pioneira em microgeração de energia eólica, desenvolvendo projetos de energias limpas e atuando no mercado desde 1986. Ela comercializa um aerogerador que possui peças metálicas em aço inoxidável e galvanizadas a fogo, com hélices e leme em fibras naturais e resina biológica. Essa máquina produz 500 Watts/hora pico com ventos de até 12 metros por segundos. A empresa localiza-se em Búzios, Rio de Janeiro (CRESESB, 2013). Informações a respeito de preço do produto não foram obtidos.

A empresa Enersud fabrica aerogeradores de pequeno porte que possuem o diferencial de terem o peso/potência comparável aos equipamentos importados. A empresa é 100% nacional e possui duas patentes deferidas e quatro submetidas. A matriz está sediada em Maricá, Rio de Janeiro e foi fundada em 2002. A parte

comercial pode ser feita direto com a empresa, ou, se o consumidor preferir, pode comprar o produto com parceiros da empresa em várias regiões do Brasil.

Segundo a Empresa Enersud (2017), os quatro modelos de aerogeradores fabricados pela mesma são: NOTUS 138 com potência máxima de 138W, desenvolvido para atender a pequenas necessidades de energia como embarcações, poste de energia e em residências de pequeno consumo, e aplicado em sistemas isolados e acionados à rede por meio de inversores de potência (Empresa Enesurd, 2017); VERNE 555, pode gerar até 6kW, ideal para alimentar pequenos conjuntos de residência, suprir energias locais isoladas como ilha e atender às demandas rurais e industriais, sendo aplicado em sistemas isolados e conectados à rede por meio de inversores de potência; RAZEC 266 (Empresa Enesurd, 2017), possui baixa rotação, baixíssimo ruído, e foi desenvolvido para a demanda de estações de telecomunicações, bombeamento de água, iluminação pública de condomínio ou residências, entre outras, sendo aplicado em sistemas isolados e acionados à rede por meio de inversores de potência (Empresa Enesurd, 2017); GERAR 246, pode atender às residências de médio consumo, às demanda de estações de telecomunicações, ao bombeamento de água, à iluminação pública de condomínio ou residências, entre outras; possui alto rendimento de aerodinâmica e alcança até 1000W de potência, e é aplicado em sistemas isolados e acionados à rede por meio de inversores de potência (Empresa Enesurd, 2017) .

A tabela 6 apresenta os modelos de aerogeradores citados, revelando eixo, potência e valores do produto que inclui pás, nacelle e leme. Não estão inclusos quadro de comando (controlador, resistência de descarte), inversor, banco de baterias ou interface para sistema *on grid*, cabeamento, montagem e instalação, com frete de responsabilidade se necessário conforme informações obtidas pela empresa Enersud.

A empresa CATAVENTOS DO NORDESTE LTDA está no mercado há mais de dez anos e é considerada uma das pioneiras na fabricação de cata-ventos. A empresa está sempre buscando inovar cada vez mais em seus equipamentos através da fonte de energia renovável dos ventos, com o objeto de solucionar problemas como a falta de água. Localiza-se em Juazeiro – BA. O cata-vento é utilizado como fonte de energia renovável em empresas e comunidades em geral.

Tabela 6: Característica e preço de aerogeradores da empresa Enersud

MODELO	POTÊNCIA (W)	EIXO	R\$
NOTUS 138 	500	HORIZONTAL	2.950,00
GERAR 246 	1000	HORIZONTAL	7.500,00
RAZEC 266 	1500	VERTICAL	14.000,00
VERNE 555 	6000	HORIZONTAL	36.000,00

Fonte: Elaboração própria, dados empresa Enersud, 2017.

#### 4.1.4 Comercialização de APPs importados na internet

É possível encontrar anúncios de aerogeradores de pequeno porte importados através de pesquisas pela internet. Os valores demonstram a viabilidade de mercado desses equipamentos, pois os preços e formas de pagamento estão bastante acessíveis.

Um exemplo é apresentado na figura 13, em que o aerogador possui as seguintes características: potência máxima 1000W, tensão 24V, diâmetro do rotor 2,4m, peso do equipamento montado 40kg. Preço: R\$ 3690.

Outro produto encontrado em pesquisas a internet é o APP apresentado na figura 14. Possui as seguintes características: Aerogerador do ano de 2016, modelo de alumínio, kit aerogerador lata Breeze I-500 mais controlador de 12V/24V Híbrido 800W. Potência de 500W. Preço: R\$ 1949,00.

**Figura 13: Aerogeradores Win Power**



Fonte: OLX, 2018.

**Figura 14: Aerogerador iSTA BREEZE**



Fonte: Mercado Livre, 2018.

Uma terceira observação é apresentada na figura 15 e possui as seguintes características: Gerador Eólico 400W, 400W de potência, potência máxima 400W, tensão 12V/24W, velocidade do vento de arranque de 2 m/s, velocidade nominal do vento 13 m/s, 6,8 kg, diâmetro de 1,3 m, comprimento da lâmina 55 cm, gerador síncrono de corrente magnética de ímã permanente trifásico, ímã NdFeB, sistema de

controle de guinada eletromagnética/roda do vento, ajusta automaticamente a direção do vento, -40° a 80° de temperatura, medindo 67x29x23 cm. Preço: R\$ 2080,00.

**Figura 15: Gerador Eólico 400 WW**



Fonte: Mercado Livre, 2018.

#### 4.1.5 Exemplos de revendedores de APPs não produzidos no Brasil

O potencial eólico do Brasil tem sido motivo de estudos e despertado interesse de fabricantes de geradores de pequeno porte de outros países. No Brasil, há fortes ventos, principalmente na região nordeste, que podem ser aproveitados como fonte de energia.

Segue exemplos de empresas revendedoras brasileiras de aerogerador de pequeno porte fabricados por empresas do exterior.

**ENERGIA PURA:** atua no Brasil desde 1993, especialista em energia solar e energia eólica, representante das empresas AIR BREEZE e WES;

**WIND POWER:** comercializam geradores eólicos das mais diversas potências, painéis solares fotovoltaicos e térmicos e lâmpadas Led. Representam a empresa Southwest Windpower, líder mundial, fabricante de aerogeradores de pequeno porte.

**ELETROVENTO:** iniciou em 2002, oferece soluções para o mercado de energia solar, eólica e iluminação a LED. Representante da empresa HUMMER.

#### 4.1.6 Fatores determinantes para custo de um APP

Os pesquisadores Reis, Oliveira e Carvalho (2006), realizaram uma pesquisa sobre a instalação de um gerador eólico de 1 kW funcionando de forma autônoma. A

pesquisa demonstrou que os gastos iniciais puderam ser reduzidos a: despesas com avaliação do potencial eólico do local, instalação do gerador, custos de equipamento.

Segundo Márcio Giannini (2014), pesquisador da Área de Otimização Energética e Meio Ambiente, a Resolução Normativa 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) regulamentou a geração distribuída. A perspectiva é de forte crescimento deste mercado. Naturalmente, ainda existem barreiras a serem transpostas, em particular a do financiamento para o consumidor final e da divulgação da tecnologia, que ainda é restrita a determinados nichos de mercado no Brasil. Também se destaca a necessidade de investir em inovação na cadeia produtiva e, neste sentido, as instituições de pesquisa devem se aproximar dos produtores para apoiar o desenvolvimento de tecnologia nacional.

Ainda conforme o pesquisador, faltam informações disponíveis para avaliar o segmento de pequeno porte, o que impede planejar e tomar medidas de fomento. O estudo, que ainda está sendo desenvolvido, ajudará a descortinar este setor. As informações obtidas servirão para subsidiar o debate para a promoção de um ambiente de negócios favorável ao aumento da produtividade e da inovação, associadas à promoção de uma economia de baixo carbono (CEPEL, 2014).

## **4.2 Incentivos de créditos**

Atualmente, o incentivo aos aerogeradores tem origem da linha de crédito financiadas pelas instituições: Caixa Econômica Federal, através do Construcard, uma linha de financiamento de materiais de construção; Banco do Brasil, que oferece o BB Consórcio, um plano especial para a compra de sistemas de energia renovável e a contratação de serviços técnicos por prestadores especializados (ASSIS, 2015); Banco do Nordeste oferece o FNE Sol, financiamento de sistemas de micro e minigeração de distribuída de energia, fontes renováveis; Fundo Clima do BNDS permite a realização de financiamento para instalação de sistemas solar e sistemas de cogeração através do subprograma Máquinas e Equipamentos Eficientes (BNDS, 2018), e outros.

No Brasil, a utilização de energia eólica ainda é realizada por grandes empresas, porém, com o surgimento de novos incentivos financeiros, a geração de

energia com baixo impacto ambiental passa a ser uma alternativa para poucos, tanto no uso doméstico quanto em microempresas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia eólica é uma fonte de energia considerada limpa, renovável e ecológica, por causar menos impactos ao meio ambiente. Contudo ainda é necessário encontrar os melhores meios para viabilizar economicamente os projetos que utilizem um dos melhores recursos da natureza sem agredi-la ou poluí-la.

O Brasil possui um grande potencial eólico, principalmente no litoral da Região Nordeste, com potencial reconhecido de 300 GW, que tem se apresentado progressivamente eficaz acarretando a um investimento considerável nessa região.

A geração de energia eólica no Brasil vem progredindo rapidamente porque o país possui ventos favoráveis à implantação desse tipo alternativo renovável. Apesar de no Brasil existir programas como: Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – o PRODEM e o Fundo Clima, ainda assim há a necessidade de serem feitas pesquisas sobre como expandir o fácil acesso a esse tipo de energia alternativa aqui no Brasil.

A geração de energia elétrica por meio de aerogeradores de pequeno porte (APP) está no princípio do seu desenvolvimento no Brasil, porque ainda faltam dados e estudos. No entanto, o país possui considerável capacidade a médio prazo. Portanto, pelas características técnicas e econômicas adquiridas com o desenvolvimento comercial nos últimos 15 anos, a energia eólica necessita cada vez mais de vontade política para que possa crescer ainda mais nas próximas décadas e contribuir para o desenvolvimento econômico, como, por exemplo, no crescimento do setor para a geração de empregos e nas atividades econômicas do país, devido ao grande investimento gerado, além de contribuir para a emissão mínima de gases poluentes.

O levantamento do orçamento de equipamentos eólicos de pequeno porte demonstra a viabilidade de mercado, através do investimento na tecnologia de aerogeradores de pequeno porte, especialmente nas regiões de maior potencial eólico como o Nordeste. Porém ainda não existe produção em larga escala de APPs para que seja garantida uma redução significativa no preço do produto final. O aerogerador de pequeno porte ainda não é utilizado na Geração Distribuída porque o desenvolvimento de potencial de mercado é embrionário no Brasil; além de questões relacionadas, principalmente, com a logística de instalação e manutenção, que,



quando comparadas com a energia solar fotovoltaica, por exemplo, são ainda muito onerosas.

Pode-se concluir que o rápido crescimento da energia eólica no Brasil na geração centralizada trouxe diversos benefícios regionais e contribuiu para o desenvolvimento sustentável, especialmente em locais com baixo desenvolvimento econômico, contudo ainda não adentrou no mercado de geração distribuída.

## REFERÊNCIAS

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL, edição 1, 2002, **Potencial Eólico Brasileiro**. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2018.

ANEEL **Principais Atividades da ANEEL**, 2012. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/release\\_atividades\\_da\\_ANEEL.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/release_atividades_da_ANEEL.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2018.

ASSIS, Anderson, **A Energia Eólica para o Consumo**, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/43943/R%20-%20E%20-%20ANDERSON%20DE%20ASSIS.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 set. 2018.

BAJAY S, JANNUZZI G.M, HEIDEIER R.B, VILELA I.R, PACOLA J.A & GOMES R, 2018, **Geração distribuída e eficiência energética Reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro**. Disponível em:< file:///C:/Users/User/Downloads/Geracao-distribuida-e-eficiencia-energetica-Reflexoes-para-o-setor-eletrico-de-hoje-e-do-futuro.pdf>. Acesso em: 30 set. 2018.

BANCO DO NORDESTE. **Cartilha, Financiamento à Micro e Minigeração Distribuída de Energia Elétrica**, mar. 2018. Disponível em:< [https://www.bnb.gov.br/documents/22492/35331/Cartilha\\_microgeracao\\_BNB\\_V17-2.pdf/36b42832-22a4-245a-0331-7f3d40ca0878](https://www.bnb.gov.br/documents/22492/35331/Cartilha_microgeracao_BNB_V17-2.pdf/36b42832-22a4-245a-0331-7f3d40ca0878)>. Acesso em: 30 set. 2018.

BARIFOUSE, R.; SCHREIBER, M. **Como o Nordeste virou principal polo da energia eólica no Brasil**, 13 de nov. 2015. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151110\\_energia\\_eolica\\_nordeste\\_rb](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/11/151110_energia_eolica_nordeste_rb)> Acesso em: 27 março 2018.

BARCELLOS, S.N, 2014. **Avaliação de Potencial Eólico para Aeroogeradores de Pequeno Porte – Região de Estudos: Espírito Santo** [http://mecanica.ufes.br/sites/engenhariamecanica.ufes.br/files/field/anexo/2014-2\\_silvana\\_nunes\\_barcellos.pdf](http://mecanica.ufes.br/sites/engenhariamecanica.ufes.br/files/field/anexo/2014-2_silvana_nunes_barcellos.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2018.

BNDS, **BNDES muda regra e pessoas físicas podem investir em energia solar**, 2018. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-muda-regra-e-pessoas-fisicas-podem-investir-em-energia-solar>>. Acesso em: 30 set. 2018.

RIBEIRO, Luiz. **Brasil ocupa o oitavo lugar no ranking mundial de produção de energia eólica**, publicado em 26/02/2018. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/02/26/internas\\_economia,940112/brasil-ocupa-8-lugar-no-ranking-mundial-de-producao-de-energia-eolica.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/02/26/internas_economia,940112/brasil-ocupa-8-lugar-no-ranking-mundial-de-producao-de-energia-eolica.shtml)>. Acesso em: 26 março 2018.

CASA DOS VENTOS. **Energia para o mundo, Energia Eólica.** Disponível em: <<http://casadosventos.com.br/pt/energia-dos-ventos/energia-eolica>>. Acesso em: 15 abril 2018.

CEPEL. **Cepel avalia mercado de aerogeradores de pequeno porte no Brasil,** 2014. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/app/index.php?section=com\\_news&cid=1661](http://www.cresesb.cepel.br/app/index.php?section=com_news&cid=1661)>. Acesso em: 23 maio 2018.

CEPEL. **Sistema de compensação Energético,** 2014. Disponível em: <<http://www.cepel.br/sala-de-imprensa/noticias/menu/noticias/cepel-avalia-mercado-de-aerogeradores-de-pequeno-porte-no-brasil.htm>>. Acesso em: 06 abril 2018.

CRESESB. **Aplicação dos Sistemas Eólicos,** 2008. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&lang=pt&cid=251](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=251)>. Publicado em: 11 junho 2008. Acesso em: 08 março 2018.

CRESESB. **Energia Eólica Princípios e Tecnologias.** Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial\\_eolica\\_2008\\_e-book.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_eolica_2008_e-book.pdf)>. Acesso em: 27 maio 2018

CRESESB, 2017. **História da Energia Eólica e suas utilizações.** Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&cid=tutorial\\_eolica](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=tutorial_eolica)>. Acesso em: 27 set. 2018.

CRESESB. **Tipos de Aerogeradores de Geração de Energia,** 2008. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&lang=pt&cid=231](http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&lang=pt&cid=231)>. Acesso em: 27 maio 2018.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Gestão Ambiental, Energia eólica Incorporada a Paisagem Urbana dos Fortalezenses,** 2012. Disponível em: <<http://www.satrix.com.br/DiariodoNordesteSatrix.pdf>>. Acesso: 27 maio 2018.

DUTRA, R. M. **Viabilidade Técnico-Econômico da Energia Eólica Face Ao Novo Marco Regulatório Do Setor Elétrico Brasileiro,** 2001. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/dissertacao/200102\\_dutra\\_r\\_m\\_ms.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/dissertacao/200102_dutra_r_m_ms.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2018.

ENERSUD. **Energia Limpa.** Disponível em: <[www.enersud.com.br](http://www.enersud.com.br)>. Acesso em: 27 maio 2017.

ENERSUD. **Folder Gerar 246,** 2017. Disponível em: <[http://www.enersud.com.br/downloads/Folder\\_Gerar\\_246.pdf](http://www.enersud.com.br/downloads/Folder_Gerar_246.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2018.

ENERSUD. **Folder Notus 138,** 2017. Disponível em: <[http://www.enersud.com.br/downloads/Folder\\_Notus\\_138.pdf](http://www.enersud.com.br/downloads/Folder_Notus_138.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2018.

ENERSUD. **Folder Verne 555**, 2017. Disponível em: [http://www.enersud.com.br/downloads/Folder\\_Verne\\_555.pdf](http://www.enersud.com.br/downloads/Folder_Verne_555.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2018.

ENERSUD. **Folder Razec 266**, 2017. Disponível em: [http://www.enersud.com.br/downloads/Folder\\_Razec\\_266.pdf](http://www.enersud.com.br/downloads/Folder_Razec_266.pdf)>. Acesso em: 29 set. 2018.

EPE. **Estudo para Escoamento do Potencial Eólico da Área Leste da Região Nordeste**, 2014. Disponível em: [http://antigo.epe.gov.br/Transmissao/Documents/EPE-DEE-RE-147-2014-rev3\(Leste\\_NE\)-SMA.pdf](http://antigo.epe.gov.br/Transmissao/Documents/EPE-DEE-RE-147-2014-rev3(Leste_NE)-SMA.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2018.

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, **Reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro**, edição 1, Campinas, 2018). Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/Geracao-distribuida-e-eficiencia-energetica-Reflexoes-para-o-setor-eletrico-de-hoje-e-do-futuro.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2018

INSTITUTO IDEAL. **Como faço para ter energia eólica em minha casa**. Disponível em <http://institutoideal.org/guiaeolica/>>. Acesso em: 14 julho 2018.

LÜTZ, Olive, **Situação, necessidade de desenvolvimento, concepção de configuração e perspectiva de aerogeradores de pequeno porte a serem utilizados no Brasil**, 2006. Considerando especialmente a configuração e o uso de materiais para componentes de aerogeradores de pequeno porte. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10777/000600495.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 05 julho 2018.

MAGALHÃES, M. V. 2015. **Estudo de Utilização da Energia Eólica Como Fonte Geradora de Energia no Brasil**. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia291554>>. Acesso em: 28 set. 2018.

MONTEZAVO, Bruno. **Modelo Dinâmico de Visualização de um Aerogerador com Velocidade de Rotação Variável e Controle de Passo em VRML**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/13085143-Fundamentos-da-energia-eolica.html>>. Acesso em: 30 set. 2018.

MONTEZANO, Bruno. 2014. Website do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), **Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte**. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/app/index.php?section=com\\_pesq\\_cons](http://www.cresesb.cepel.br/app/index.php?section=com_pesq_cons)>. Acesso em: 24 março 2018.

MERCADO LIVRE. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-970482658-aerogerador-eolico-400w-1224vdc-entrega-imediata-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-970482658-aerogerador-eolico-400w-1224vdc-entrega-imediata-_JM)>. Acesso em: 27 julho 2018.

MENDES, Natália, **Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) – LEI Nº 6.938/81**, 2016. Disponível em: <

<https://nathymendes.jusbrasil.com.br/noticias/321528492/politica-nacional-do-meio-ambiente-pnma-lei-n-6938-81>>. Acesso em: 29 set. 2018.

MME, **Brasil sobe cinco posições em ranking mundial de energia eólica**, 2015. Disponível em:< [http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset\\_publisher/32hLrOzMKwWb/content/brasil-sobe-cinco-posicoes-em-ranking-mundial-de-energia-eolica](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/brasil-sobe-cinco-posicoes-em-ranking-mundial-de-energia-eolica)>. Acesso em: 29 set. 2018.

MME, **Energia Eólica no Brasil e Mundo**, ano de referência 2015, edição 2016. Disponível em:<[http://www.mme.gov.br/documents/10584/3894319/Energia+E%C3%B3lica+-+ano+ref++2015+\(3\).pdf/f5ca897d-bc63-400c-9389-582cd4f00ea2](http://www.mme.gov.br/documents/10584/3894319/Energia+E%C3%B3lica+-+ano+ref++2015+(3).pdf/f5ca897d-bc63-400c-9389-582cd4f00ea2)>. Acesso em: 30 set. 2018.

NUNES, Dimalice. **Desenvolvimento tecnológico garante crescimento de energia limpa**. Publicado em 16 setembro 2016. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/dialogos-capitais/desenvolvimento-tecnologico-garante-crescimento-da-energia-limpa>>. Acesso em: 29 março 2018.

OLX. Disponível em: <<https://rs.olx.com.br/regioes-de-porto-alegre-torres-e-santa-cruz-do-sul/agro-e-industria/outros-itens-para-agro-e-industria/aerogerador-eolico-turbina-catavento-493657114?last=1&xtmc=aerogerador+eolico&xtnp=1&xtr=4>>. Acesso em: 27 julho 2018.

PEREIRA, M. G; MONTEZANO, B. E. & DUTRA, R. M., 2015. **Aerogeradores de Pequeno Porte: Percepção dos Potenciais Consumidores. Informe Técnico 01 – Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte**, 2015. Disponível em: <[www.oseletrico.com.br/mercado-de-energia-eolica-de-pequeno-porte-no-brasil-percepcao-do-potencial-consumidor/](http://www.oseletrico.com.br/mercado-de-energia-eolica-de-pequeno-porte-no-brasil-percepcao-do-potencial-consumidor/)>. Acesso em: 07 julho 2018.

REIS, M. M.; OLIVEIRA JR, D. S.; CARVALHO, P. C. M. de. **Estudo de Viabilidade Econômica de Geradores Eólicos de Pequeno Porte no Modo Autônomo**, 2006. Disponível em: <[file:///C:/Users/User/Desktop/MONOGRAFIA-2018/analise\\_custo\\_ger\\_eolico\\_1kW.pdf](file:///C:/Users/User/Desktop/MONOGRAFIA-2018/analise_custo_ger_eolico_1kW.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

REVISTA ESTUDOS AVANÇADOS. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável**. vol.27 no.77 São Paulo, 2013.

REDAÇÃO OFICINA, 2012. **O que é energia eólica?** Disponível em: <[https://www.oficinadanet.com.br/artigo/ciencia/energia\\_eolica](https://www.oficinadanet.com.br/artigo/ciencia/energia_eolica)>. Acesso em: 28 set. 2018.

RODRIGUES, R. V. **Simulação do Desempenho de Aerogeradores de Pequeno Porte**. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257118/1/Rodrigues\\_RafaelValotta\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257118/1/Rodrigues_RafaelValotta_M.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2018.