

**CENTRO PAULA SOUZA  
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL JUSCELINO KUBITSCHKEK DE  
OLIVEIRA**

**Técnico em Administração**

**Lory Geovanna Martins Ribeiro**

**Thaiane Pereira Oliveira**

**Thalia Roseno Santos Ferreira**

**Thiago da Solidade Alceno**

**ENERGIA EÓLICA: Impactos Econômicos e Socioambientais**

Trabalho apresentado à Escola Técnica Estadual  
Juscelino Kubitschek de Oliveira, como requisito

**ENERGIA EÓLICA: Impactos Econômicos e Socioambientais**

Orientador: Prof. Rodolfo Angelo Gerlach

**Diadema - SP**

**2018**

**Lory Geovanna Martins Ribeiro**

**Thaiane Pereira Oliveira**

**Thalia Roseno Santos Ferreira**

**Thiago da Solidade Alceno**

**ENERGIA EÓLICA: Impactos Econômicos e Socioambientais**

## **ENERGIA EÓLICA: Impactos Econômicos e Socioambientais**

Trabalho apresentado à Escola Técnica Estadual Juscelino Kubitschek de Oliveira, como requisito final à conclusão do curso de Técnico em Administração de Empresas.

Orientador: Prof. Rodolfo Ângelo Gerstenberger

**Diadema – SP**

**2018**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Lory Geovanna Martins Ribeiro

Thaiane Pereira Oliveira

Thalia Roseno Santos Ferreira

Thiago da Solidade Alceno

### **ENERGIA EÓLICA: Impactos Econômicos e Socioambientais**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos indivíduos e organizações que trabalham em prol da preservação do meio ambiente e se preocupam com o desenvolvimento socioeconômico do país de forma sustentável.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos ter dado força e persistência. Deixamos nossa gratidão também aos nossos pais, que nos deram suporte durante todo processo e ao nosso digníssimo orientador por nos motivar e auxiliar quando mais precisamos. Agradecemos especialmente também aos jovens que reservaram um tempo para responder nossa pesquisa, e em especial à Yasmin Turchet, diretora técnica da ABEEólica, por colaborar respondendo o questionário que possibilitou a conclusão do nosso trabalho.

[Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page]

“Quaisquer que sejam nossos recursos de energia no futuro, devemos, para sermos racionais, obtê-la sem o consumo de nenhum material.”

TESLA

## RESUMO

O objetivo na realização deste trabalho de conclusão de curso é mostrar os benefícios que as fontes de energias renováveis agregam para a sociedade e para a economia, com foco principal na energia eólica. As fontes de energia tradicionais, além de trazerem prejuízos para o meio ambiente e para o planeta, são fontes limitadas. Dessa forma, a viabilidade da energia eólica em relação à sustentabilidade é inquestionável, e por se tratar de uma fonte renovável, oferece ao país segurança energética. Tal fonte é recomendada tanto para a redução dos danos causados ao meio ambiente pela emissão de gases do efeito estufa como para o desenvolvimento do país. Dentro dos termos econômicos, as instalações de parques eólicos geram custos com manutenção, produção anual estimada, entre outros envolvidos na construção. Identificamos as formas de investimento e os custos para se manter um parque eólico em pleno funcionamento. Também apresentamos tabelas e dados que demonstram o desenvolvimento socioeconômico e o avanço que houve na tecnologia eólica durante os anos de investimento. A pesquisa foi realizada com dois questionários, o primeiro foi direcionado a uma instituição que atua no ramo eólico, possuindo 18 questões para obtermos informações complementares sobre funcionamento, custos e benefícios da utilização da energia eólica; e um segundo questionário com intuito de apurar o conhecimento da sociedade sobre a energia eólica, contendo 14 questões.

Palavras chaves: Energia eólica, Economia, Desenvolvimento, Meio ambiente.

## ABSTRACT

The objective of the completion of this course is to show the benefits that renewable energy sources add to society and the economy, with a focus on wind energy. Traditional energy sources, in addition to damaging the environment and the planet, are limited sources. In this way, the viability of wind energy in relation to sustainability is unquestionable, and because it is a renewable source, it offers the country energy security. This source is recommended both for reducing the damage caused to the environment by the emission of greenhouse gases and for the development of the country. Within the economic terms, the facilities of wind farms generate costs with maintenance, estimated annual production, among others involved in the construction. We identified the forms of investment and the costs to maintain a fully functioning wind farm. We also present tables and data that demonstrate the socioeconomic development and the progress that has been made in wind technology during the investment years. The research was carried out with two questionnaires, the first one was directed to an institution that operates in the wind sector, with 18 questions to obtain complementary information on the operation, costs and benefits of the use of wind energy; and a second questionnaire in order to determine the knowledge of society about wind energy, containing 14 questions.

**Keywords:** Wind energy, Economics, Development, Environment.



## SUMÁRIO

1	Introdução.....	9
1.1	Questão – Problema .....	10
1.2	Objetivo.....	10
1.3	Justificativa.....	10
2	Referencial Teórico.....	12
2.1	Histórico da energia eólica .....	12
2.2	Desenvolvimento comercial das turbinas eólicas .....	14
2.3	Energia eólica no mundo.....	15
2.3.1	Europa .....	16
2.3.2	Ásia.....	19
2.3.3	Américas.....	21
2.4	O recurso eólico .....	24
2.4.1	Evolução tecnológica dos aerogeradores.....	24
2.4.2	Offshore.....	26
2.4.3	Potencial eólico brasileiro .....	28
2.5	Impactos.....	29
2.5.1	Impactos na economia.....	29
2.5.2	Impactos sociais .....	35
3	Estudo de caso e pesquisa de campo .....	37
3.1	Metodologia.....	37
3.2	Análise do estudo de caso .....	38
3.2.1	Relatório do estudo de caso .....	38
3.3	Análise da pesquisa de campo .....	41
3.3.1	Relatório da pesquisa de campo .....	41
4	Conclusão.....	42
5	Referências.....	44
6	Anexos.....	48
6.1	Questionário com a empresa .....	48
6.2	Questionário com a população.....	52

## 1 INTRODUÇÃO

A energia eólica é uma forma de aplicar à cinética a energia do movimento, pois os ventos são gerados pelo aquecimento da superfície da Terra e desde os primórdios fizeram com que os moinhos ou cata-ventos trabalhasse de forma favorável ao esforço humano. Data-se que por volta de 200 A.C, na Pérsia, houve o primeiro registo de utilização de cata-ventos para bombeamento de água e moagem de grãos. (BRITO, 2008)

O uso de cata-ventos para usufruir da cinética de forma mecânica, dessa forma amenizando e facilitando o trabalho do homem, foi introduzido na Europa a partir do retorno das Cruzadas (Movimento de influência Cristã, que tinha como objetivo conquistar a Terra Santa, Jerusalém). A partir do século XII vários países da Europa começaram a usar os moinhos de vento de eixo horizontal do tipo “holandês”, deixando para trás as máquinas primitivas, às quais o eixo era vertical.

Entre 1582 e 1586, os moinhos começaram a ser usados de outras formas, como na produção de óleos vegetais e fabricação de papel (visto que foi durante esse período que a imprensa teve um crescimento considerável), e ao final do século XVI surgiram moinhos para acionar serrarias com a finalidade de processar madeira.

Somente no final do século XIX, especificamente em 1888, foi cogitada a adaptação dos cata-ventos para gerar energia elétrica, na ocasião em que um industrial voltado para eletrificação em campo, Charles F. Bush, ergueu um cata-vento gigante que possuía um gerador com 12 KW de potência, e sua turbina funcionou durante 20 anos. De acordo com o Atlas Eólico do Estado de São Paulo, com a crise do petróleo que ocorreu por volta da década de 70, ficou evidente que o petróleo é um recurso não renovável, e finalmente o uso da eólica começou a ser explorado de forma econômica, uma vez que os países europeus começaram a investir em outras fontes de energia menos prejudiciais ao meio ambiente, para assim desenvolverem uma fonte energética com disponibilidade mais estável e segura.

A geração de energia afeta a economia do país de forma muito ampla. Com os períodos de estiagem os reservatórios podem ficar inutilizáveis, sendo preciso recorrer às usinas termelétricas, cujo custo de operação é acima da média. Em meio à alta dos preços, começam a vir à tona empresas eletro intensivas que, para amenizar as perdas causadas pela desaceleração econômica e demanda fraca, vendem o

excedente de energia no mercado de curto prazo e lucram mais do que se estivessem produzindo.

### **1.1 QUESTÃO – PROBLEMA**

Quais os efeitos positivos que a energia eólica produzirá para a economia e sociedade?

### **1.2 OBJETIVO**

Analisar e estudar como o desenvolvimento eólico pode afetar o país, de forma positiva tanto ao meio ambiente quanto à economia.

- Analisar o desenvolvimento da energia eólica em países de primeiro mundo;
- Analisar os efeitos socioeconômicos em países pioneiros no uso de energia eólica;
- Estudar e entender o uso dos maquinários e sua evolução;
- Analisar o potencial eólico brasileiro.

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

Devido à preocupação referente às mudanças climáticas e o aumento pela demanda de novas fontes de energia renováveis, surgiu uma expansão sobre o debate referente à sustentabilidade. Diversas questões acerca do assunto começaram a surgir, como por exemplo: Quais as alternativas viáveis capazes de reduzir os impactos ambientais e suprir as necessidades econômicas. (SIMAS, 2012)

De acordo com o Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), a energia eólica apresenta um potencial favorável à redução de gases de efeito estufa (GEE). Desta forma, vários países intensificaram os incentivos na utilização de energias renováveis, dentre elas a energia eólica. A China, como maior país que emite CO<sub>2</sub>, é pressionada constantemente para que reduza cada vez mais essa emissão. Entre os anos de 2014 e 2016, o país teve um declínio de 4% na emissão de GEE,

graças à iniciativa tomada de incluir na geração de energia uma matriz energética baseada em renováveis. (BARBOSA, 2018)

Além dos resultados favoráveis ao meio ambiente, a energia dos ventos gera grande impacto no mercado de trabalho, pois abre possibilidades para novas carreiras e postos de trabalho diretos e indiretos. Um estudo divulgado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), afirma que a geração de energia elétrica através dos ventos pode criar até 200 mil empregos no Brasil até 2026. (UOL, 2018). É com base nesses dados que identificamos a necessidade de analisar os impactos gerados no meio ambiente e na economia ao se adotar a energia eólica como parte de uma matriz energética renovável no Brasil e no mundo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Histórico da Energia Eólica

A energia eólica é uma das mais antigas fontes de energia aplicada pelos seres humanos, contendo relatos históricos de que a pelo menos mil anos o vento já era usado como energia mecânica. Acredita-se que o aproveitamento dessa força teve início no Oriente, possivelmente através de máquinas aerodinâmicas que eram utilizadas para produzir e facilitar o trabalho humano. (CAMARGO, BROWER et al, 2001) (BRITO, 2008) (Atlas Eólico do Estado de São Paulo, 2012)

Há relatos de que o imperador babilônico Hamurabi já planejava no século XVII A.C. usar força eólica para irrigação:

Hera de Alexandria, que viveu no século III A.C., descreveu uma turbina eólica de eixo horizontal simples com quatro velas para acionar um órgão. Com mais sólida evidência, os persas usaram turbinas eólicas extensivamente por meio do século VII D.C. - que era uma máquina de eixo vertical com velas montadas radialmente. (Atlas Eólico do Estado de São Paulo, 2012, p.31)

Durante a Idade Média houve uma maior exploração da energia eólica, pois a tecnologia de usar a força aerodinâmica por sustentação acabou permitindo as grandes navegações. (BRITO, 2008). Possivelmente as máquinas eólicas foram introduzidas na Europa pelo retorno das Cruzadas, durante o século XI. No século XIV, na Holanda, os moinhos de vento já tinham uma ótima engenharia aerodinâmica, pois, mesmo tendo como função somente moagem e trituração de grãos, o modelo "holandês" inspirou os rotores modernos, com suas pás "torcidas" e "afuniladas". (Atlas Eólico do Estado de São Paulo, 2012) (CAMARGO, BROWER et al, 2001)

Em 1500, no ano da descoberta do Brasil, havia uma grande expansão e utilização dos moinhos de vento pela Europa, tendo como aplicação desde fabricação de papel, produção de óleos vegetais até grandes projetos de drenagem. (CAMARGO, BROWER et al, 2001)

A partir de 1800 houve uma disseminação de cata-ventos multipás pelos Estados Unidos:

O Oeste americano estava sendo povoado e havia vastas e boas áreas de pastagem, com nenhuma água na superfície. Nesse contexto foi desenvolvida a turbina eólica conhecida como multipás americana, com alto

toque de partida e eficiência adequada para bombear água. (Atlas Eólico do Estado de São Paulo, 2012, p.32)

Com a chegada das máquinas a vapor no século XVIII, a demanda por equipamentos que utilizassem processos termodinâmicos cresceu gradualmente, principalmente com a introdução de combustíveis fósseis como carvão, petróleo e gás. Porém, com a Revolução Industrial no final do século XIX as máquinas eólicas entraram em declínio. (BRITO, 2008) (Atlas Eólica do Estado de São Paulo, 2012)

Apesar da expansão da energia eólica ter diminuído com a Revolução Industrial, pesquisas voltadas para a construção de turbinas eólicas continuaram crescendo, e muitos empreendedores e cientistas se empenharam a projetá-las, com intenção de produzir eletricidade. Foi nesse período que a Dinamarca, pioneira na utilização de energia eólica para produzir eletricidade, colocou em funcionamento um aerogerador de 23 metros de diâmetro. Os cientistas dinamarqueses Poul La Cour e Juul J. possuem bastante destaque pela atuação na produção de turbinas eólicas.

Na Europa, a Dinamarca destacou-se com um crescimento significativo do aproveitamento da energia eólica, fruto dos avanços tecnológicos conduzidos pelos cientistas dinamarqueses, primeiro Poul la Cour e, posteriormente, Johannes Juul. (RESENDE, 2011, p.24)

Durante a década de 1930, nos EUA, houve um fluxo considerável de aerogeradores de pequeno porte para carregamento de baterias, visto que era a única forma de fornecimento de eletricidade aos habitantes de áreas rurais e estes chegaram a ser exportados para outros países. Contudo, a produção foi desativada gradualmente entre 1950 a 1960, à medida que a eletricidade chegava ao meio rural. (CAMARGO, BROWER et al, 2001)

Da fase experimental, destacam-se os precursores dos primeiros aproveitamentos eólico-elétricos: nos Estados Unidos, Smith-Putnam; Dinamarca, Gedser e Alemanha com Hütler. (CAMARGO, BROWER et al, 2001)

Na década de 1970 inicia-se uma nova era para a energia eólica, pois com a crise do petróleo vários países, inclusive o Brasil, se dedicaram em pesquisas sobre a utilização da força dos ventos para geração de energia elétrica. Nesse contexto surgiu uma parceria entre Brasil e Alemanha, que resultou na turbina DEBRA100KM. O desenvolvimento tecnológico também marcou esse período, pois descobriu que materiais, como fibra de vidro, são adequados às pás e sistemas eletrônicos passaram a acionar os aerogeradores.

Contudo, foi com as experiências realizadas na Califórnia (1980), Dinamarca e Alemanha (1990) que o aproveitamento eólico para geração de eletricidade teve uma contribuição mais significativa em relação ao aproveitamento e à economia. (CAMARGO, BROWER et al, 2001) (Atlas Eólico do Estado de São Paulo, 2012)

## 2.2 Desenvolvimento Comercial das Turbinas Eólicas

A crise do petróleo na década de 70 acabou se tornando uma grande alavanca para o desenvolvimento comercial das turbinas eólicas, já que diversos países começaram a investir em pesquisas para o aproveitamento da energia dos ventos.

Particularmente significativo foi o programa de energia eólica iniciado nos EUA em 1973, e cujo primeiro resultado visível foi a instalação em 1975, perto de Cleveland, Ohio, da primeira turbina eólica da era moderna – a Mod 0 com um rotor de duas pás com 38 metros de diâmetro e 100 kW de potência. (CASTRO, 2009)

A aplicação de energia eólica para geração de eletricidade de forma comercial se iniciou na década de 80 quando a Dinamarca, país com maior contribuição de energia eólica e o maior produtor mundial de turbinas eólicas, iniciou a fabricação de turbinas de pequeno porte, que eram fabricadas por pequenas companhias de equipamentos agrícolas, segundo Martins, Guarnieri e et al (2008).

Em 1981, nos Estados Unidos, foi instalada a turbina *Boeing Mod 2*, sendo até a data o mais recente progresso tecnológico. Durante esse período começam a se formar os primeiros consórcios entre empresas europeias e americanas, nomeadas suecas e alemãs, em programas para investimento e desenvolvimentos de turbinas de grande porte. As turbinas *WTS3 (3 MW)* e *WTS4 (4 MW)* instaladas em 1982 são uns dos exemplos mais importantes dessa parceria, segundo Castro (2009).

O aumento do tamanho das turbinas é vantajoso do ponto de vista econômico e ambiental. Em geral, para um determinado local, quanto maior for a potência unitária mais energia é produzida, e melhor aproveitadas são as infra-estruturas elétricas e de construção civil. Por outro lado, a redução do número de rotores em movimento diminui o impacto visual. (CASTRO, 2009)

De acordo com o Camargo, Brower et al (2001) as experiências de estímulo ao mercado que aconteceram na Califórnia, Alemanha e Dinamarca, entre 1980 e 1990 fizeram com que houvesse um grande crescimento do aproveitamento da energia eólica, de forma elétrica e econômica, desencadeando maiores investimentos para o

desenvolvimento tecnológico, visto que as poucas indústrias do setor eram remuneradas pela quantidade que produziam de energia. Devido ao grande aumento de produção em escala industrial, o custo de geração diminuiu.

Segundo Castro (2009), um fator relevante para o desenvolvimento da energia eólica foi a política de incentivo a dispersão de energias renováveis, promovida pelas autoridades do estado da Califórnia, que culminou no rápido desenvolvimento de parques eólicos financiados por iniciativas privadas.

### 2.3 Energia Eólica no Mundo

Com a capacidade crescendo em média 30% ao ano desde 1992, a energia eólica está entre as técnicas de energia renovável de maior crescimento e é responsável por uma grande parcela da geração de eletricidade por fontes renováveis (Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho, 2007). A alta nos investimentos em meados de 2003 fez a associação Europeia estabelecer metas, e estima-se que até 2020 a energia eólica poderá suprir 10% de toda a energia elétrica requerida no mundo.

Em 2006, com um investimento de US\$ 24 bilhões, foram adicionados em escala mundial 15,2 gigawatts de capacidade eólica, elevando a capacidade total para 59 gigawatts (GWEC, 2006 *apud* um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho). Os países líderes no recurso eólico até 2007 eram: Alemanha (18,4 gigawatts), Espanha (10 gigawatts), Estados Unidos (9,1 gigawatts), Índia (4,4 gigawatts) e Dinamarca (3,1 gigawatts). Mas esse progresso só é possível, em grande parte, devido à contínua redução de custos. Houve uma redução de 50% dos custos para geração de energia eólica entre 1992 e 2001 (JUNINGER E FAAIJ, 2003 *apud* um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho, 2007).

Cerca de 278 mil TWh é o potencial eólico bruto estimado mundialmente por ano, porém, em razão de alguns fatores técnicos e socioambientais<sup>1</sup>, apenas 39 mil TWh realmente seriam aproveitados<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Dificuldade de extrair energia em cidades superpopulosas ou em regiões de difícil acesso.

<sup>2</sup> Estimativa da German Advisory Council on Global Change (2003).



Em 2008, a capacidade eólica mundial chegou a 120 MW, superando a estimativa de 115 MW prevista pela GWEC em 2007. Com essa capacidade o planeta evitava que 158 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> fossem emitidos na atmosfera. Até 2008 a Europa era líder em capacidade eólica instalada mundialmente, seu potencial correspondia a mais da metade do percentual, logo atrás ficavam a América do Norte e Ásia, porém programas energéticos desenvolvidos nestes dois últimos fizeram com que a Europa saísse da liderança pela primeira vez; desde então a Europa permanece em segunda posição, abaixo da Ásia. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009)

Atualmente, a Ásia mantém-se no topo por 9 anos consecutivos, e instalou aproximadamente 35.000 GW apenas no ano de 2015, enquanto a Europa e América do Norte, que ocupam respectivamente o segundo e o terceiro lugar de capacidade instalada anualmente, não ultrapassaram a margem de 15.000 GW no mesmo ano<sup>3</sup>. Ao analisar a tabela 1 é possível notar que até mesmo regiões que não apresentavam grandes resultados, em 2008 elevaram sua capacidade a mais que 2.000%, como é o caso da América Latina e Caribe. Numa análise mais ampla, a capacidade total do globo aumentou em quase 500%.

**Tabela 1**

Fonte: Autor. Dados: GWEC (2018).

### 2.3.1 Europa

Mesmo não sendo líder há quase uma década, a Europa ainda é um dos principais mercados da energia eólica, pois seis das maiores empresas do ramo são europeias.

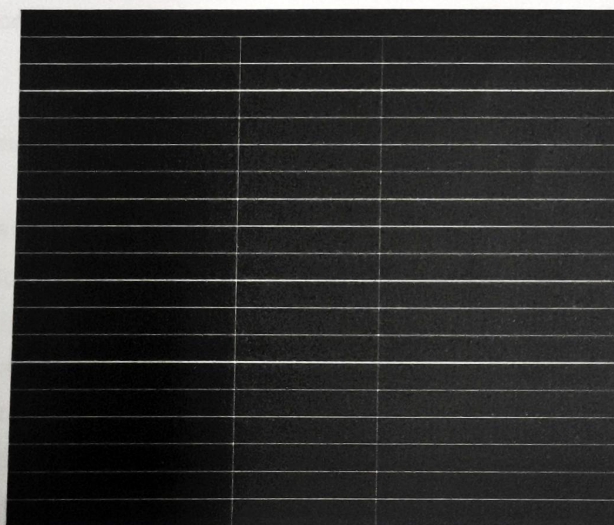
<sup>3</sup> Dados da Global Wind Energy Council (2018).

O continente também possui uma forte política de redução da emissão de CO<sub>2</sub>, visto que a Comunidade Econômica Europeia estipula metas para assegurar a participação de energias renováveis na matriz elétrica. Atualmente, o Parlamento Europeu aprovou um regulamento sobre reduções anuais da emissão de gases de efeito estufa. A meta é reduzir 40% até 2030.

Na Alemanha, por exemplo, a criação de um sistema de tarifa fixa pelo governo, que define o preço do kWh a ser pago nos próximos vinte anos pela empresa de distribuição aos produtores de energia renovável, reduziu significativamente o risco dos empreendimentos eólicos, atraindo mais investidores. (ACKERMAN E SÖDER, 2002 apud COSTA, CASOTTI e et al, 2009)

A Dinamarca foi um dos primeiros países a investir grandemente na energia do vento, porém a líder europeia em capacidade eólica é a Alemanha.

**Tabela 2**



Fonte: Autor. Dados: GWEC (2018).

### 2.3.1.1 Dinamarca

Pioneira no desenvolvimento de parques eólicos, os primeiros projetos da Dinamarca foram criados em 1981, no qual estipularam que no ano de 2000, 10% do consumo de eletricidade fosse de fonte eólica, porém alcançaram essa meta em 1997.

Em 1990 também foi pioneira na construção de parques offshore, aproveitando o grande potencial dos ventos marítimos.

O país tem 180 empresas do ramo, mais de 20 mil pessoas empregadas e graças a essas fábricas movimentam cerca de US\$4,4 bilhões anualmente<sup>4</sup>. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009)

A Dinamarca definiu a meta de produzir 100% de energia limpa até 2050, para assim eliminar a emissão de dióxido de carbono, e até 2020 tem como objetivo produzir 70% de sua energia através de energias renováveis. Em 2014 este percentual se encontrava em 43%.

Dessa forma, segundo Tobias Austrup (Consultor político para mudanças da matriz energética do Greenpeace na Alemanha), a Dinamarca serve como um modelo para a Europa, e segundo ele diversas ideias dinamarquesas poderiam ser aplicadas em toda Europa. (JEPPESEN, 2014)

Atualmente, a capacidade instalada no País é de 5.476MW<sup>5</sup>, um número pequeno se comparado com outros países, porém o país ainda segue como referência.

### 2.3.1.2 Alemanha

Até 2007 a Alemanha possuía a maior base mundial de aerogeradores, com 22GW instalados. Com mais de 19 mil turbinas eólicas operando, permite a produção de um total de 7% da energia utilizada no país. Para 2030, a meta é que chegue aos 30%. Definitivamente a aprovação da lei de 1991, "Que garante aos produtores alemães de eletricidade, com base em energias renováveis, até 90% do preço de venda do KWh" realmente estimulou o desenvolvimento deste setor, contudo a energia eólica ainda continuava mais cara que as demais, e por este motivo só se tornou notória em 2000, quando aprovaram uma lei que determinou diferentes tarifas para diferentes fontes de energia.

A indústria eólica alemã faturou apenas em 2007 cerca de € 6,5 bilhões, pois três das principais fabricantes são germânicas – Enercon, Siemens e Repower – e dominam cerca de 20% do mercado mundial de aerogeradores<sup>6</sup>. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009). Em 2008 a Alemanha perdeu a liderança para os Estados Unidos, e desde

---

<sup>4</sup> Dados de 2009

<sup>5</sup> Dados de 2017

<sup>6</sup> Dados de 2009.

então está no 3º lugar no ranking de capacidade eólica mundial.

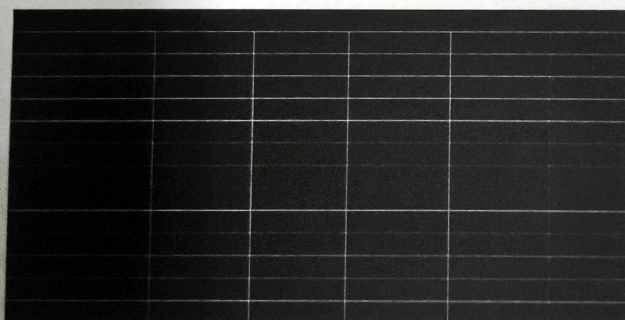
### 2.3.1.3 Espanha

Graças aos incentivos governamentais às fontes renováveis e fabricação local, a Espanha teve uma ascensão entre os maiores fabricantes de energia eólica. Em 2008 o potencial eólico instalado era de 16.754 MW e atualmente é de 23.170, ou seja, um aumento de quase 40% em 10 anos<sup>7</sup>. Com várias pequenas empresas montadoras de aerogeradores e com duas das dez maiores produtoras mundiais, sendo elas Gamesa e Acciona, a Espanha se coloca numa boa posição no mercado da energia eólica. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009)

### 2.3.2 Ásia

Com a China e a Índia na liderança do mercado asiático, desde 2008 a Ásia vem apresentando um grande crescimento. Segundo estimativas da GWEC, a Ásia tomaria o posto da Europa como maior mercado de energia eólica em 2012. Estas estimativas foram certas, visto que a Ásia realmente assumiu o posto da Europa e atualmente está com quase duas vezes mais que a capacidade europeia.

**Tabela 3**



Fonte: Autor. Dados: GWEC (2018).

<sup>7</sup> GWEC.

\* Números provisórios.

### 2.3.2.1 China

Devido a China ter uma matriz energética dependente do carvão, há uma grande pressão exercida pelos principais órgãos de proteção do meio ambiente para que o país reduza a emissão de gás carbônico, pois é considerada como o maior emissor do mundo. Como resposta à essa pressão e incentivos governamentais exercidos por todas as ordens, em 2008 a China conseguiu elevar sua matriz eólica em 100%, em comparação ao ano anterior, chegando aos 12,2GW. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009)

Nos últimos anos, a China investiu fortemente em energias renováveis, principalmente de fonte hidráulica, tornando-se o maior produtor de energia renovável do mundo, terceiro maior produtor de bioetanol e maior fabricante e maior mercado de coletores solares do planeta. Isto se faz necessário numa economia que veio crescendo acima de 10% anualmente na última década e que demanda cada vez mais energia elétrica para manter seu crescimento. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009)

As estimativas do Instituto de Pesquisas em Energia da China (ERI) para 2010 era de alcançar o total de 20GW. A princípio essa meta seria para 2020, mas foi alterada posteriormente para 30GW. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009). Mesmo ocupando o posto de maior gerador de energia eólica do mundo, o país tem 75GW de capacidade instalada, e tem o objetivo de chegar a 200GW até 2020<sup>8</sup>.

### 2.3.2.2 Índia

A Índia possui um potencial eólico, estimado pelo governo, de 45GW. Em 2012, a meta governamental era alcançar os 10GW de potência instalada, mas superaram a meta e em 2017 o potencial eólico do país chegou aos 32,8GW, ficando no 4º lugar no ranking mundial de capacidade eólica instalada<sup>9</sup>.

A matriz energética do país é predominante de energia térmica, que corresponde a cerca de 46%<sup>10</sup>, pois a Índia possui 60,6 bilhões de toneladas da reserva de carvão. Porém, os investimentos governamentais vêm alavancando o crescimento do uso e geração de energias renováveis (incluindo a eólica), que representa cerca de 24% da

<sup>8</sup> "China dá maior impulso à energia eólica já visto no mundo" matéria para BBC. Shukman, 2014

<sup>9</sup> Dados retirados do GLOBAL WIND STATISTICS. GWEC, 2017.

<sup>10</sup> Dados retirados da Eletronuclear (2013) *apud* Konrad, 2015.

matriz energética. Há quase uma década esse percentual era de 8%. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009)

A Suzlon, uma das grandes empresas que dominam o mercado, é indiana e foi criada em 1995, quando começou a fabricar aerogeradores com o diferencial de oferecer uma assistência completa aos investidores (produto, instalação e manutenção). Com isso, em 2005, 80% dos componentes eólicos instalados no país eram nacionais. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009)

### 2.3.3 Américas

#### 2.3.3.1 América do Norte

Os Estados Unidos da América é o líder da América do Norte e atualmente o segundo país com maior capacidade acumulada, perdendo apenas para a China. Há apenas uma década atrás o país possuía 25GW instalados; atualmente, esse número foi elevado a 89GW instalados. A quarta maior empresa do ramo, GE Wind, é norte americana e segundo o Earth Policy Institute, (EPI) somente os estados de Kansas, Dakota e Texas dispõe de potencial suficiente para suprir toda demanda dos EUA. (COSTA, CASOTTI e et al, 2009) (G1, 2018)

Segundo a GWEC, o Canadá, que possui 12,2MW, ficou em nono lugar no ranking de países com maior capacidade instalada em 2017, representando 2% da capacidade mundial.

**Tabela 4**

<b>Capacidade Eólica Instalada na América do Norte por país (Em MW)</b>		
<b>País</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
USA	82.060	89.077
Canadá	11.898	12.239
México	3.527	4.005
<b>Total</b>	<b>97.485</b>	<b>105.321</b>

Fonte: Autor. Dados: GWEC (2018).

### 2.3.3.2 América Latina

O líder da produção de energia eólica na América latina é o Brasil, com uma capacidade instalada de 12,7MW. Em 2017 ocupou o oitavo lugar no ranking mundial. Já o Chile e Uruguai, ambos possuem 1,5MW de capacidade eólica instalada.

**Tabela 5**

<b>Capacidade Eólica Instalada na América Latina por país (Em MW)</b>		
<b>País</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Brasil	10.741	12.763
Chile	1.424	1.540
Uruguai	1.210	1.505
Peru	243	243
Argentina	204	228
<b>Total</b>	<b>13.822</b>	<b>16.279</b>

Fonte: Autor. Dados: GWEC (2018).

#### 2.3.3.2.1 Energia Eólica no Brasil

De acordo com Simas e Pacca (2013), o Brasil foi um dos primeiros países da América latina a utilizar um aerogerador, na década de 90. Mesmo sendo um país muito apto a utilizar energias renováveis, por muitos anos a utilização da energia eólica não obteve grandes avanços, devido ao alto custo para se instalar um parque eólico.

Existe um grande potencial energético inexplorado no país, mas se houver um planejamento para a instalação e desenvolvimento de parques eólicos, será possível em tempos de seca evitar perdas desnecessárias, conseguindo assim maior segurança no quesito de energia, com fontes mais confiáveis.

As "jazidas de vento" do Brasil estão entre as melhores do mundo, pois, além de contar com alta velocidade, os ventos são considerados bem-comportados, diferentes de certas regiões da Ásia e dos Estados Unidos, sujeitas a ciclones, tufões e outras turbulências. (COASTA, CASOTTI e et al, 2009)

Com a instalação de parques eólicos, cria-se empregos diretos e indiretos, o que afeta de forma positiva a economia do país. Os empregos diretos são considerados aqueles que são ligados diretamente na produção de aerogeradores, manutenção das usinas e construções de parques. Empregos indiretos são aqueles ligados ao consumo de materiais, com base nos insumos necessários para essas atividades.

A energia eólica vem experimentando um crescimento muito rápido no Brasil. Desde o primeiro aerogerador instalado no país, em 1992, houve grande avanço regulatório no cenário nacional, com a inclusão de políticas de incentivo para o crescimento dessa tecnologia. Hoje a eólica é considerada uma alternativa energética limpa e competitiva, inclusive com tecnologias tradicionais. No cenário internacional, a crise financeira de 2008-2009 contribuiu para o desaquecimento de mercados tradicionais na Europa e na América do Norte, dando espaço e condições para o surgimento de mercados emergentes, entre eles o Brasil. O excesso de oferta de equipamentos reduziu os preços desses, e a variação cambial fez que a importação se tornasse mais barata. Atrás de novos mercados, grandes empresas estrangeiras se instalaram no Brasil. Atualmente o mercado eólico brasileiro encontra-se mais diversificado, com maior concorrência entre os agentes. (SIMAS E PACCA, 2013, p.111)

Segundo uma matéria publicada pelo Eco Debate (2016)<sup>11</sup>, a energia produzida pelo vento é a que vem apresentando maior crescimento no país. O governo estima que até 2024, considerando toda a energia gerada no país, 11,5% deverá corresponder à fonte eólica, de acordo com projeções da ABEEólica (Associação Brasileira de Energia Eólica). Em 2015 houve um investimento de R\$ 19,2 bilhões no setor, que resultou na inauguração de 100 usinas eólicas e até o final de 2016 o total de usinas instaladas no país era de 349, sendo a maioria alocada na região Nordeste.

A energia eólica no Brasil é algo razoavelmente novo e essa indústria foi sendo construída com bases muito sólidas, porque temos um recurso eólico muito bom no Brasil, um dos melhores do mundo e, ao entender e saber explorar esse recurso nós colocamos a eólica em uma situação de vantagem comparativa e competitiva muito grande. (Elbia Gannoum, presidente da ABEEólica)

Atualmente, o número de parques eólicos instalados no Brasil subiu para 508, de acordo com os números divulgados pela ABEEólica, ou seja, um aumento de 45,5%. Analisando a evolução da capacidade instalada, a partir de 2012 é possível notar que a capacidade sofreu uma boa alavancada, alcançando 2.522,7MW, visto que no ano

---

<sup>11</sup> Da Agente Brasil in EcoBebate,03/02/2016



anterior a capacidade era de 1.528,8MW. Desde então, a capacidade vem se mantendo estável no crescimento.

De acordo com a GWEC, o Brasil cresceu 2.022MW em 2017 e com um total instalado de 12.763MW subiu para o 8º lugar no Ranking Mundial de Energia Eólica, o que representa 2% de toda capacidade instalada no globo.

Em termos econômicos, o Brasil conta com três das maiores indústrias do ramo, como é o caso da Acciona, empresa espanhola que em 2016 fez uma parceria com a Nordex para criar um líder global na fabricação de turbinas. Vesta e Enercon também estão presentes no Brasil, dinamarquesa e germânica respectivamente.

## **2.4 O Recurso Eólico**

O movimento do ar na atmosfera denomina-se vento. O vento pode se mover tanto na horizontal quanto na vertical, sendo gerado pela radiação solar e a rotação da Terra e torna-se mais forte nas zonas equatoriais. A energia dos ventos pode ter resultados catastróficos quando associada a desastres naturais, como tornados ou furacões, mas pode ser empregada como uma fonte alternativa para geração de energia, especialmente a energia elétrica. (MARTINS, GUARNIERI, e et al, 2008)

A aceleração, ou variação na quantidade de movimento, experimentada pelas parcelas de ar atmosféricas, é decorrente da resultante vetorial de todas as forças atuantes sobre elas (Segunda lei de Newton). (MARTINS, GUARNIERI, e et al, 2008)

De acordo com Castro (2009), os ventos mais fortes ocorrem a cerca de 10 km da superfície da Terra, sendo assim o aproveitamento do recurso eólico torna-se limitado, pois toda essa zona fica inutilizável, restando apenas algumas dezenas de metros da atmosfera que podem ser utilizadas. Mesmo que os ventos sejam reduzidos pelo fato de não haver possibilidade de instalar conversores eólicos nessas áreas, a potência do mesmo ainda gera grandes resultados.

### **2.4.1 Evolução Tecnológica dos Aerogeradores**

O aerogerador é um aparelho que converte a energia cinética do vento em energia elétrica, podendo ter variados modelos com eixos horizontais ou verticais. Porém,

antes dos aerogeradores modernos, a evolução começou com as antigas turbinas eólicas, que em dada época eram grandes inovações no ramo como, por exemplo, a turbina de Charles F. Bush (1887/1888) que apresentava um rotor com 17m e 12kw de potência. Em 1931 foi a vez dos russos levantarem a sua turbina, intitulada de Balaclava de 100 KW. Já em 1941 surgiu o modelo pós 2ª Guerra Mundial, Smith-Putnam, com um rotor de 53,3m de diâmetro e potência de 1250kw. (RESENDE, 2011)

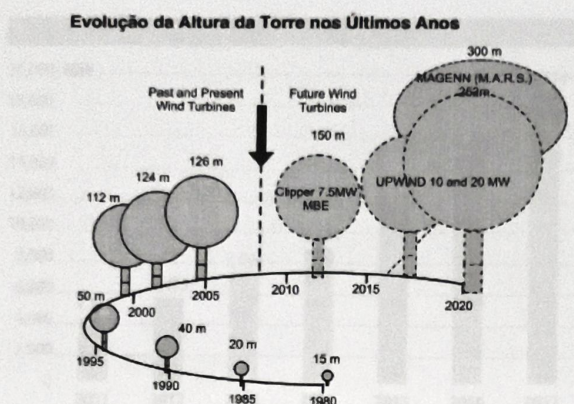
Aerogeradores de eixo vertical são os preferíveis para geração de energia elétrica, pois apesar desse tipo de modelo necessitar de um mecanismo que permita que o eixo do rotor seja posicionado na direção do vento (para melhor aproveitamento energético), têm como vantagens as suas hélices, pois estas ficam suspensas a muitos metros do solo e acabam posicionadas na altura que a velocidade do vento é maior.

Já as máquinas de eixo horizontal não favorecem muito para a geração de energia elétrica, sendo mais indicado para bombeamento de água.

A principal vantagem dessas turbinas é não necessitar de um mecanismo que ajuste a direção do seu eixo quando a direção do vento muda. A desvantagem é o fato de suas pás terem os ângulos constantemente alterados, o que limita o seu rendimento e causa vibrações acentuadas em toda a sua estrutura. Por último, esse modelo fica suspenso por cabos de amarração a poucos metros do solo, o que inutiliza uma parte maior da região em que é implantado. Como pouca altura implica baixa velocidade do vento, a potência máxima extraída por área varrida pelas pás é baixa se comparada à dos aerogeradores com eixo horizontal [...] (COSTA, CASOTTI e *et al*, 2009, p.236)

Uma das evoluções notáveis nas turbinas é a altura da torre, representada na figura 1. Entre os anos 1980 e 1990 a altura poderia variar de 15m até 50m, mas a partir de 2000 a altura já chegava a 112m. A Wind Forum Brazil previa que as futuras turbinas de vento chegariam a pelo menos 225m em 2015, mas atualmente a altura dos aerogeradores variam de 135M a 167M.

**Figura 1**



Fonte: Garrad Hassan (figura extraída da apresentação da Proventos no congresso Wind Forum Brazil 2009)

## 2.4.2 Offshore

Parques *offshore* são as instalações de turbinas eólicas no mar. Essa vertente vem crescendo, mesmo que de forma tímida. Vários países têm em vista investir nessa nova forma de aproveitar o potencial eólico em alto mar, principalmente o Reino Unido, que planejava ter 40GW de potência instalada (WEC, 2010 *apud* ORTIZ e KAMPEL, kmkl2011). A Europa também tem investido no método *offshore* e a estimativa é que até 2030 os investimentos cheguem até € 20.000<sup>12</sup>.

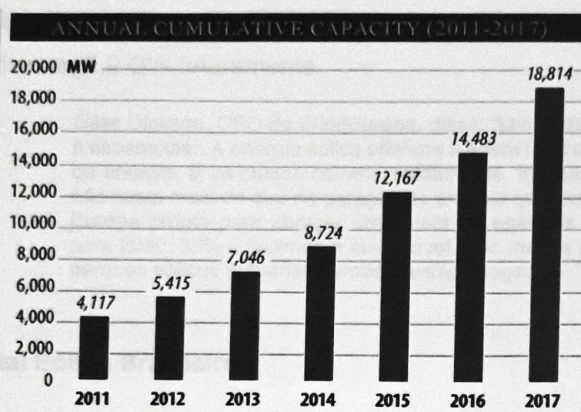
De acordo com um artigo publicado pelo site Eco Debate<sup>13</sup> (2013), o Japão planeja construir o maior parque *offshore* do mundo e este plano prevê que até 2020 sejam construídas 143 turbinas eólicas a 16 quilômetros da costa de Fukushima.

Segundo os dados divulgados pelas GWEC (2018), a liderança de capacidade *offshore* instalada é do Reino Unido com 6.836MW nesse seguimento, seguido pela Alemanha com 5.355MW e China com 2.788MW. Desde 2011 a capacidade global tem aumentado, e atualmente a capacidade mundial *offshore* é de quase 20.000MW.

## Figura 2

<sup>12</sup> Source EWEA, 2007

<sup>13</sup> Redação do Eco Debate, com informações de Rob Gilhooly, do New Scientist.



Fonte: GWEC, 2018

Diversos países estão investindo em parques eólicos offshore, entre eles está a Escócia, que investiu 200 milhões de libras, o equivalente a 263 milhões de reais, na construção de seu primeiro parque eólico offshore, com capacidade de 30 megawatts, composto por 5 turbinas flutuantes que se encontram a 25 quilômetros da costa de Peterhead, próximo a Aberdeen. A empresa de petróleo norueguesa Statoli e a Masdar Abu Dhabi Future Energy, ficaram responsáveis pela construção desse parque eólico offshore Hywind. (HIRTENSTEIN, 2017)

O investimento em offshore aumenta de forma significativa o potencial energético do país, trazendo consigo vários outros benefícios, como empregos nas atividades marítimas, pois da mesma forma que embarcações dão apoio nas atividades petrolíferas também seriam utilizadas nas atividades eólicas offshore. (CINTRA, 2017)

Segundo Cintra (2017) os altos custos de manutenção e de investimento podem até serem vistos como desvantagem, mas há outras séries de benefícios oferecidos pelas offshores, como a circulação estável dos ventos que faz com que a transformação em energia seja constante, além dos ruídos provocados pelas turbinas que não afetam nenhum vizinho próximo e a menor ocupação de terras habitáveis.

Segundo o WindEurope (2018), o ano de 2017 foi um marco para a eólica offshore na Europa, com um diferencial de 25% em relação ao ano anterior, e foram investidos 7,5 bilhões de euros nos offshores, sendo conectados à rede elétrica 15,8 GW. O Reino Unido e a Alemanha foram os países que mais contribuíram para esse

crescimento, com a implementação de 1,7 GW e 1,3 GW respectivamente, e ainda pretendem adicionar 2,9 GW futuramente.

Giles Dickson, CEO da WindEurope, disse: "Um aumento de 25% em um ano é espetacular. A energia eólica offshore é agora uma parte principal do sistema de energia. E os custos caíram rapidamente. Investir no vento offshore hoje não custa mais do que na geração de energia convencional. Apenas mostra a Europa pronta para abraçar uma meta de energias renováveis muito maior para 2030. 35% é facilmente alcançável. Não menos importante agora que os parques eólicos flutuantes também estão chegando." (WindEurope, 2018)

### 2.4.3 Potencial Eólico Brasileiro

A potência eólica é toda a energia disponível por unidade de tempo, sendo proporcional à terceira potência da velocidade do vento. Porém, a energia do vento não é extraída totalmente, estudos apontam que o máximo da potência que pode ser extraída é de 59%, mas levando em conta as perdas mecânicas na turbina esse valor cai para 42%, aproximadamente. (MARTINS, GUARNIERI e et al, 2008)

Segundo o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (CAMARGO, BROWER et al, 2001), o Brasil tem um potencial eólico favorecido, pois os ventos são distribuídos sobre o país pelos sistemas de alta pressão Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e do Atlântico Norte e a faixa de baixas pressões da Depressão Equatorial. Apesar destes sistemas produzirem ventos instáveis os resultados são relevantes.

Os mapas do potencial eólico anual revela uma importante complementariedade geográfica entre os potenciais eólico e hidráulico no Brasil: de modo geral, as melhores áreas para aproveitamento eólico situam-se nas extremidades do sistema elétrico, distante da geração hidroelétrica. Nessa situação, a inserção de energia eólica no sistema elétrico melhora seu desempenho. (CAMARGO, BROWER et al, 2001, p. 9)

Divulgado pela Associação Brasileira de Energia Eólica, no ano de 2017 o Brasil conquistou o 8º lugar no ranking mundial de energia eólica, ultrapassando o Canadá, de acordo com uma pesquisa realizada pelo Global World Energy Council (GWEC).

Cálculos apresentados pelo Atlas do Potencial Eólico Brasileiro estimava que, com uma velocidade média de 7,0 m/s, a potência instalável no Brasil era de 143,47 GW. Em 2017 o potencial de energia eólica brasileira foi elevado, acrescentando 2,022 GW, o que fez com que o potencial de energia eólica aumentasse para 12,763 GW.

Em primeiro lugar nesse ranking está a China, com um potencial eólico de 188,232 GW.

Segundo a ABEEólica, o montante gerado pelas eólicas já é equivalente ao consumo médio de cerca de 24 milhões de residências por mês. “Esta é uma marca muito significativa”, relatou a presidente executiva da associação, Elbia Gannoum.

Segundo o site Eco Desenvolvimento, o estado do Rio Grande do Norte possui uma capacidade de energia eólica de 1.339,2 MW, com 46 parques instalados e 88 em construção, e está previsto um potencial de 3.654,2 MW para 2018. O Ceará está atualmente com uma capacidade instalada de 661,0 MW, com 22 parques eólicos instalados e 70 em construção, com um potencial previsto para 2018 de 2.325,7 MW. A Bahia tem uma capacidade instalada atualmente de 587,6 MW, com 24 parques eólicos em funcionamento e 109 parques estão em construção e em 2018 está previsto um potencial de até 1.978,9 MW.

Pelos cálculos da ABEEólica, até 2020, serão instalados mais 270 novos parques eólicos no Brasil. Se isso se confirmar, serão mais 6 GW para o sistema. A cada megawatt instalado, o segmento pode criar 15 postos de trabalho. Até agora, no total acumulado, há 180 mil empregos diretos e indiretos relacionados à geração de energia eólica no país.

## **2.5 IMPACTOS**

### **2.5.1 Impactos na Economia**

Segundo Costa (2015), a cada ano que passa o interesse na energia eólica aumenta, pois é uma fonte alternativa benéfica tanto para a economia como para o meio ambiente e sociedade. Em 2015 a potência energética de usinas eólicas era 12 vezes maior que nove anos atrás, porém com as instalações de parques eólicos ocorre alteração nas paisagens, e causa mudanças na rotina da população que reside próximos de parques.

Várias são as razões que tem atraído estes empreendimentos a nosso país. Além da crise econômica mundial de 2008 que provocou uma capacidade ociosa na Europa, e assim equipamentos chegaram até nós com preços vantajosos; sem dúvida a “qualidade dos ventos”, em particular na região

Nordeste é outro grande atrativo. E é neste território, onde hoje se concentra 75% de toda potência eólica instalada no país. (COSTA, 2015)

De acordo com Rodrigues (2018), agricultores da região do Nordeste são beneficiados com uma renda extra no valor de R\$ 3.500,00 por mês ao alugarem suas terras para a instalação de turbinas eólicas, contribuindo assim com a produção de uma energia limpa e renovável, que beneficia não somente a si mesmos como a todas as pessoas de sua região.

Pelas contas da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), já são mais de 4.000 famílias que arrendam (alugam) parte de suas terras para a instalação de geradores de energia eólica. Em troca, essas famílias ganham uma parte das receitas geradas com a venda da eletricidade. Como a instalação dos geradores não chega a inviabilizar a produção agropecuária, os produtores rurais podem continuar suas atividades normalmente. (RODRIGUES, 2018)

As regiões onde existe boa estrutura para a instalação de parques eólicos, na maioria das vezes, são regiões carentes nos quais as terras são pouco valorizadas, porém convencer os proprietários de vendê-las é um grande e inevitável obstáculo. (RODRIGUES, 2018)

De acordo com a Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (SBPE), quando se trata de construção de parques eólicos há alguns custos que devem ser considerados, como os custos iniciais para avaliação do projeto, avaliação do ambiente onde será construído, custo dos equipamentos, custos administrativos e por fim custos de manutenção preventivas dos equipamentos.

Os custos anuais de manutenção e operação englobam, além das despesas com equipamentos (reposição e prevenção), despesas como arrendamento do uso do terreno e seguros, entre outras. Muitas vezes o custo estimado de manutenção e operação das turbinas é fornecido pelo próprio fabricante. Esse custo representa a maior parte das despesas anuais a serem desembolsadas para a manutenção de uma fazenda eólica. (DUTRA, TOLMASQUIM, 1999)

O tamanho da área onde será construído o parque eólico influencia nos custos de manutenção e operação. Os projetos pilotos utilizam poucas turbinas eólicas, porém os custos iniciais são muito elevados, assim como as despesas com operação e manutenção. (DUTRA, TOLMASQUIM, 1999)

Grandes empresas como a espanhola Siemens Gamesa, a dinamarquesa Vestas, a chinesa Goldwind e a norte-americana General Electric, estão dominando o mercado

de energia eólica, porém, em 2017 houve uma queda de 12% na instalação de turbinas eólicas devido aos atrasos ocorridos na China. Porém, foi estabelecida uma meta de 17% até o ano de 2018. (BLOOMBERG, 2018)

**Figura 3**

**As empresas que dominam o mercado dos ventos**

Empresa	Onshore	Offshore	Total
Siemens Gamesa	6,83 GW	5,69 GW	9,52 GW
Vestas	7,71 GW	0	7,61 GW
Goldwind	5,43 GW	0,21 GW	4,64 GW
GE	4,85 GW	0	4,85 GW
Enercon	3,09 GW	0	3,09 GW
Envision	2,69 GW	0,20 GW	2,89 GW
Nordex	2,85 GW	0	2,85 GW
Senvion	1,48 GW	0,44 GW	1,92 GW
Suzlon	1,36 GW	0	1,36 GW
Guodian UP	1,24 GW	0,01 GW	1,25 GW
Ming Yang	1,07 GW	0,07 GW	1,14 GW
Sewind	0,50 GW	0,56 GW	1,06 GW
Outras	7,80 GW	0,62 GW	8,43 GW

Fonte: Exame, 2018

Em 2014 a energia eólica foi uma fonte imprescindível que manteve 6 milhões de residências brasileiras abastecidas, o que corresponde a 18 milhões de pessoas. Além disso, evitou a emissão de CO<sub>2</sub> e gerou mais de 40 mil postos de trabalho, movimentando R\$ 17 bilhões em investimentos (GANNOUN, 2015)

Ao adicionarem 2,5 GW de potência eólica, o ano de 2014 foi marcante para o Brasil que ficou em 10º lugar no ranking mundial de capacidade eólica instalada e o 4º que mais investiu, se tornando um dos países mais atrativos, com 80% de investimentos em energia renovável. (GANNOUN, 2015)

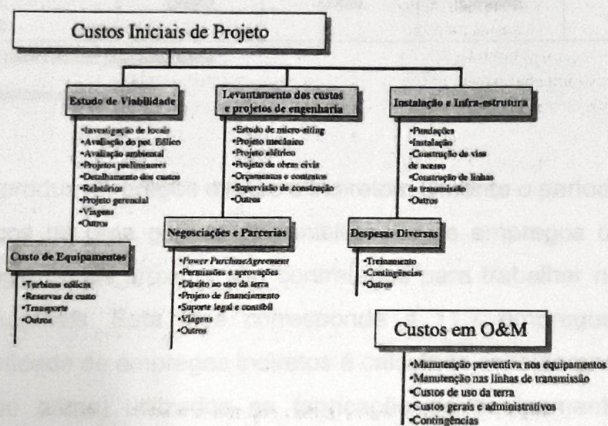
### 2.5.1.1 Custos

De acordo com Sevilgen (2005), em relação à construção de parques eólicos há dois tipos de custos envolvidos: o primeiro é o investimento no material, como as turbinas e a fusão com a rede elétrica local. Os materiais têm grande influência nos custos, pois há uma grande variedade de tecnologia que poderá ser usada.



A quantidade de turbinas a serem instaladas e a altura dos rotores, os custos de manutenção e operação do parque eólico são custos que vão permanecer durante todo tempo de vida do parque eólico, sendo assim custos fixos.

Figura 4 - Figura Custos iniciais de um projeto eólico



Fonte: (DUTRA, TOLMASQUIM, 1999)

Os custos variáveis são aqueles que estão diretamente ligados com a produção de energia, o preço pode variar de acordo com a quantidade produzida e o tipo de tecnologia utilizada para sua produção. (ABREU, 2006).

### 2.5.1.2 Empregos e a Energia Eólica

Para o crescimento econômico dos países é necessário que haja empregos disponíveis, para que assim o mercado esteja em giro constante. Com o crescimento da energia eólica, também crescem os números de empregos disponíveis nesse ramo, sendo nomeados de empregos verdes, pois estão ligados com a contribuição para a preservação ou restauração da qualidade do ambiente, de acordo com a PNUMA (RENNER, SWEENEY, KUBIT, 2008).

**Figura 5 - Classificação dos empregos na energia eólica e suas características**

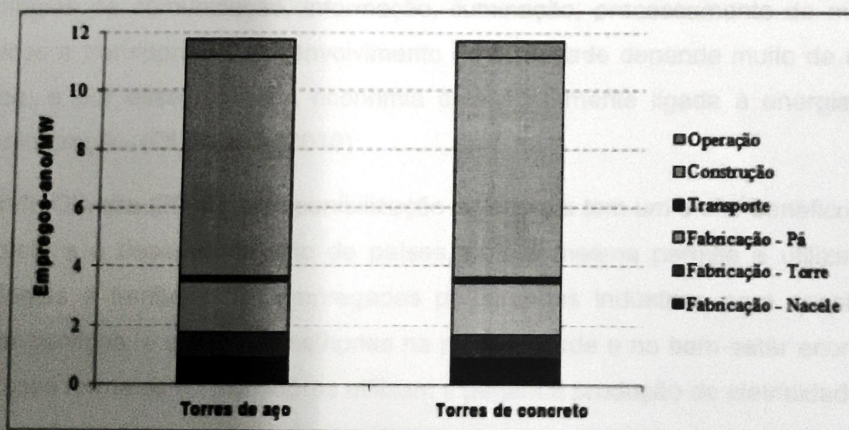
Categoria	Volume de empregos	Localização dos empregos (1)	Natureza temporal	Nível de especialização
Desenvolvimento tecnológico	Médio	De não local para local	Estável	Muito alta
Instalação e descomissionamento	Alto	De local para não local	Temporário	Alta
Operação e manutenção	Baixo	Local	Estável	Média

(1) De maior para menor probabilidade

Fonte: Llera Sastres et al. (2010).

A energia eólica produz empregos diretos e indiretos. Durante o período de instalação de parques eólicos há uma grande disponibilização de empregos diretos, no qual moradores da região mais próxima são contratados para trabalhar na construção e transporte de materiais. Esta fase corresponde a 11,7 empregos-ano por MW instalado. A quantidade de empregos indiretos é calculada considerando os principais materiais (matéria prima) utilizados na fabricação de equipamentos. (SIMAS E PACCA, 2013)

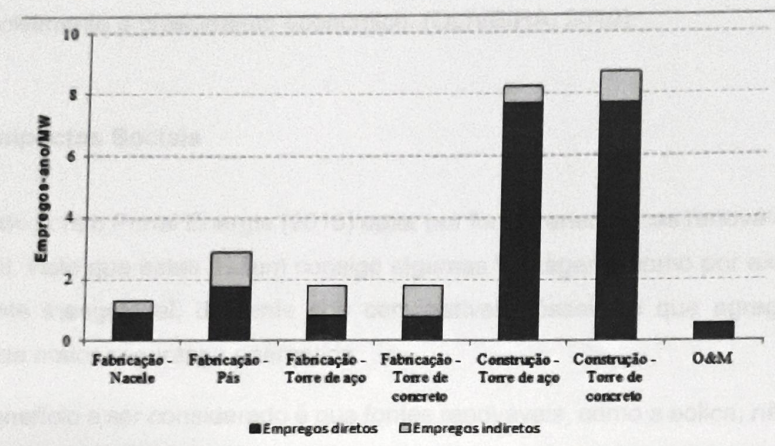
**Figura 6 - Empregos-ano e por MW, de torres de aço e concreto durante o período de vida da energia eólica**



Fonte: Simas e Pacca, 2013.

Índices de empregos-ano/MW no ciclo de vida da energia eólica, diferenciados entre aerogeradores com torres de aço e com torres de concreto.

**Figura 7 - Empregos totais por atividade diretos e indiretos**



Fonte: Simas e Pacca, 2013.

Índices de empregos-ano/MW no ciclo de vida da energia eólica, diferenciados entre aerogeradores com torres de aço e com torres de concreto.

### 2.5.1.3 Energia e sua relação com a economia

Tanto nos dias atuais como no futuro, a humanidade depende e dependerá da energia elétrica para realizar muitas atividades, principalmente para a utilização das tecnologias de comunicação, informação, iluminação, processamento de materiais químicos e transporte. O desenvolvimento da sociedade depende muito da energia elétrica, e por esse motivo a economia está diretamente ligada à energia e sua disponibilização. (OLIVEIRA, 2010)

Segundo Oliveira (2010), a disponibilização da energia tem um efeito benéfico para a economia e o desenvolvimento de países, pois a mesma permite a utilização de tecnologias e também são empregadas por grandes indústrias para construir ou realizar serviços, o que gera melhorias na produtividade e no bem-estar econômico, pois dessa forma os consumidores utilizam e pagam a produção de eletricidade pelos serviços oferecidos.

No caso de indústrias, será pela utilização de equipamentos, máquinas, etc., contribuindo para que a economia flua de forma constante, sendo assim a utilização

de energia é considerada uma pré-condição e um fator que influencia o desenvolvimento e crescimento econômico. (OLIVEIRA, 2010)

## **2.5.2 Impactos Sociais**

De acordo com o Portal Energia (2015) optar por fontes energéticas renováveis é algo plausível, visto que estas trazem consigo algumas vantagens, como por exemplo ser uma fonte inesgotável, diferente dos combustíveis fósseis, o que agrega para a sociedade maior segurança energética.

Outro benefício a ser considerado é que fontes renováveis, como a eólica, não emitem gases poluentes na atmosfera, por exemplo o CO<sub>2</sub>, nem geram resíduos, auxiliando para que o ar fique mais limpo, o que reflete também na saúde da população local, pois não estarão expostas a um ar poluído. Além disso, deve ser ponderado os empregos que serão gerados com a instalação de novos parques eólicos em cidades menos favorecidas. (Portal Energia, 2015)

Vantagens para o estado: Reduz a elevada dependência energética do exterior, nomeadamente a dependência em combustíveis fósseis; Poupança devido à menor aquisição de direitos de emissão de CO<sub>2</sub> por cumprir o protocolo de Quioto e directivas comunitárias e menores penalizações por não cumprir; possível contribuição de cota de GEE para outros sectores da atividade económica; é uma das fontes mais baratas de energia podendo competir em termos de rentabilidade com as fontes de energia tradicionais. (Portal Energia 2015)

Mesmo priorizando a energia eólica pelos seus amplos benefícios, há algumas desvantagens que devem ser citadas, como por exemplo a variação do vento, o impacto visual nas paisagens, e os ruídos produzidos pelas turbinas. (Portal Energia, 2015)

### **2.5.2.1 Contribuição Ambiental**

A partir da metade do século XX, a sociedade desenvolveu uma maior preocupação quando se trata do meio ambiente, e por esse motivo há uma busca constante por novas tecnologias menos prejudiciais à natureza. O desenvolvimento de fontes de energia renováveis também se tornou uma prioridade, devido à preocupação com a diminuição da emissão de gases poluentes. O uso de energia eólica não utiliza a água

como elemento motriz, também não produz resíduo radioativo ou gasoso. É possível utilizar a área do parque eólico como pastagem ou para outras atividades agrícolas.

A energia eólica pode até apresentar grandes vantagens para diminuir os impactos no ambiente, mas também tem suas desvantagens, principalmente quando se utiliza aerogeradores de grande porte, que causam grande impacto visual, ruídos, interferência eletromagnética e danos à fauna. Porém, tudo isso pode ser minimizado ou até evitado se houver um bom planejamento e uma análise de viabilidade realizada por profissionais para uma instalação adequada. (TERCIOTE, 2002)

A preocupação com o resultado futuro das emissões de gases de efeito estufa por parte de vários países do mundo têm criado um ambiente muito favorável ao uso da energia eólica como uma fonte renovável de energia. Uma turbina de 600kW, por exemplo, instalada em uma região favorável poderá, dependendo do regime de vento e do fator de capacidade, evitar a emissão de 20.000 a 36.000 toneladas de CO<sub>2</sub>, equivalentes à geração convencional, durante seus 20 anos de vida útil estimado. (TERCIOTE, 2002)

Um dos maiores benefícios ao meio ambiente pela utilização da energia eólica é a não-emissão de dióxido de carbono na atmosfera, pois ele é o gás poluente mais impactante por agravar o efeito estufa, que provoca mudanças climáticas e acarreta consequências desastrosas. A tecnologia eólica demonstra um equilíbrio energético extremamente favorável, evitando emissão de gases poluentes.

### 3 ESTUDO DE CASO E PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa foi realizada junto à Associação Brasileira de Energia Eólica, (ABEEólica) organização jurídica de direito privado e sem fins lucrativos que congrega todas as empresas da cadeia de geração de energia eólica que estão presentes no Brasil, sendo responsável pela análise de dados do desenvolvimento deste setor no país. Além disso, foi realizada uma pesquisa com 65 indivíduos acerca dos conhecimentos que possuem sobre este tema.

#### 3.1 Metodologia

A pesquisa realizada para complementação do trabalho foi feita através de questionários direcionados à empresa e a uma amostra da população. Em relação ao estudo feito com a empresa, se trata de uma pesquisa qualitativa dando maior liberdade na obtenção de respostas, sendo assim também explicativa.

O método qualitativo difere do quantitativo não só por não empregar instrumentos estatísticos, mas também pela forma de coleta e análise dos dados. A metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento e etc. (MARCONI E LAKATOS, 2011)

Utilizamos de uma abordagem indireta ao tentar contato primeiramente pelas redes sociais, sites e ligações. A empresa que retornou nosso contato e se mostrou disponível para contribuir com a pesquisa, recebeu por e-mail um questionário que abrangia 18 questões acerca do desenvolvimento da energia eólica no Brasil, sendo todas as questões abertas no qual não direcionamos a possíveis respostas. Após um determinado tempo a mesma encaminhou suas respostas, também via e-mail. A análise da pesquisa foi concluída e dissertamos em um texto relacionando as respostas com o referencial teórico.

Em relação à pesquisa de campo realizada com a amostra de população, esta pode ser classificada como quantitativa pois os dados encontrados são exatos como números e estatísticas, sendo também explicativa, pois é possível identificar conhecimentos em níveis díspares por parte dos entrevistados.

A pesquisa foi realizada através do Survio, sistema de pesquisa on-line que apresenta uma estimativa geral sobre as respostas obtidas, a maior parte das perguntas elaboradas eram de múltipla escolha, contendo apenas uma aberta. As análises foram feitas através de gráficos e tabelas, para concluir a pesquisa.

## **3.2 Análise do Estudo de Caso**

### **3.2.1 Relatório do Estudo de Caso**

Encaminhamos um questionário contendo 18 questões acerca do desenvolvimento da energia eólica no Brasil. Iniciamos questionando há quanto tempo a empresa atua nesse ramo, e esta alegou que foi fundada em 2002 e é responsável por representar a indústria de energia eólica no País, incluindo empresas de toda a cadeia produtiva. O que motiva a ABEEólica a investir nesse ramo é poder contribuir para o reconhecimento da energia eólica como uma fonte de energia limpa, renovável, que não causa danos ao meio ambiente, além de ser competitiva e estratégica para a composição da matriz energética do Brasil.

Referente aos desafios para trabalhar com a energia eólica, a empresa nos informou que é preciso levar em conta os desafios logísticos, operacionais e de manutenção dos parques eólicos, além da necessidade de acompanhar as mudanças de regulamento, conhecer as alternativas de financiamento e o planejamento da transmissão de energia, dentre outros obstáculos. Quanto à estrutura do país para utilizar a energia eólica, a empresa argumentou que os ventos brasileiros estão entre os melhores do mundo, podendo chegar a um potencial eólico superior a 500GW. Porém, é necessária uma expansão do sistema de transmissão de energia e de infraestrutura para encadear a cadeia produtiva e os parques eólicos.

Se tratando das dificuldades para a instalação de parques eólicos, a ABEEólica informou que a instalação de parques eólicos passa por um processo de estudos de viabilidade técnica e financeira, condições ambientais, arqueológicas e sociais, e acessibilidade logística para que o projeto seja considerado viável e obtenha aprovação dos órgãos reguladores.

Em relação aos equipamentos utilizados na produção de energia eólica, questionamos quais são os mais eficientes para o abastecimento de cidades. A empresa afirmou que para esta finalidade são utilizados aerogeradores de eixo horizontal de três pás. Já na geração de pequeno porte, são utilizados outros tipos de rotores, podendo ser de eixo horizontal e vertical, que normalmente são instalados na rede de distribuição, isto é, próximo dos consumidores. Também agregou dados, informando que no Brasil temos aerogeradores de até 3,8MW, e que os 548 parques eólicos instalados no país totalizam 13,42GW, sendo possível atender toda a demanda de energia elétrica da região Nordeste durante alguns períodos, além de frequentemente exportar para outras áreas.

Quanto aos demais fatores necessários para a produção de energia eólica, a ABEEólica salientou que a capacidade de geração dos parques eólicos depende também da qualidade dos ventos do local de instalação do parque durante o ano, da rugosidade do solo e de possíveis interferências de obstáculos, como edifícios e outras usinas.

No que diz respeito aos benefícios sociais de possuir uma matriz energética limpa, a empresa frisou a importância da utilização de recursos naturais, que contribui para a diminuição da queima de combustíveis fósseis e consequentemente para a redução do efeito estufa e das mudanças climáticas causadas pelo mesmo. Também destacou que estes impactos ambientais geram uma preocupação a nível global, pois prejudica o equilíbrio dos ecossistemas e meio ambiente humano, o que agrava problemas de saúde ocasionados pela poluição do ar e o risco de acidentes ambientais. Desta forma, evidenciou que a energia eólica é importante para a sustentabilidade por não emitir poluentes, e evitou em 2017 a emissão de 21 milhões de toneladas de gás carbônico, auxiliando o país a cumprir com o Acordo Internacional do Clima. (Acordo de Paris – 2015).

Questionamos também se os incentivos governamentais têm contribuído para o desenvolvimento da energia eólica no Brasil. Nesse quesito, a empresa afirmou que estes incentivos foram instituídos em paralelo com o planejamento brasileiro de possuir um sistema elétrico majoritariamente renovável, com diversidade e resiliência. Dessa forma, os incentivos favoreceram a chegada da energia eólica e sua estabilidade no Brasil.



Referente às regiões onde os parques eólicos podem ser melhor utilizados, foi nos informado que a maior parte dos investimentos são em regiões que o vento é melhor e há mais espaço. Porém, o Brasil ainda tem um enorme potencial *onshore* e *offshore* a ser explorado.

Quanto a possibilidade da variação do recurso eólico e como isso pode afetar o abastecimento das regiões que utilizam o mesmo, foi alegado que, o Brasil possui o Sistema Interligado Nacional (SIN), que conecta quase todos os estados do país, com exceção de uma parte do Amazonas e toda Roraima, com isso toda energia produzida é injetada na rede e é direcionada aos consumidores. Como o sistema possui uma diversidade de recursos energéticos, acaba permitindo uma qualidade de energia, mesmo com qualquer variabilidade do recurso.

Uma vantagem da energia eólica é que é uma fonte que causa um impacto mínimo na fauna e flora, já que os parques eólicos não ocupam grandes espaços, causando pouco impacto no solo e podendo conviver com plantações e outros tipos de atividades; e os possíveis impactos são monitorados e estudados pelo setor, a tecnologia utilizada, o clima, o habitat da região e como foi realizado o planejamento é que influencia diretamente se haverá ou não impactos. Manter um parque eólico é muito vantajoso, pois, depois de ser instalado, os custos variáveis vem apenas da manutenção com as turbinas, sistemas de informação etc., e essa é a razão pela qual a energia eólica tem um dos menores preços entre as fontes.

Devido ao fato do país ainda possuir um grande potencial para o desenvolvimento da indústria *offshore*, questionamos se há pretensão de investimento nessa área. A ABEEólica, por sua vez, argumentou que não faltam motivos e pontos positivos para esse investimento: ventos geralmente mais fortes, vantagem competitiva pois ainda não é explorado, e avanços tecnológicos para o país, aumentando a geração de energia limpa e contribuindo para o cumprimento dos objetivos sustentáveis e de clima firmados pelo Brasil. Além disso, a empresa demonstrou que se empenha em promover discussões com a convocação de especialistas, inclusive mundiais, para elaborar uma agenda positiva e de prospecção para a energia eólica *offshore*.

Finalizando, indagamos qual cenário da energia eólica no Brasil atualmente: otimista, realista ou pessimista. Concluímos que o cenário é realista, pois apresenta fortes

indícios de desenvolvimento, porém dependerá de investimentos em questões estruturais e conjunturais.

### **3.3 Análise da Pesquisa de Campo**

#### **3.3.1 Relatório da pesquisa de campo**

O questionário aplicado para uma amostra da população é composto por 14 questões, onde buscamos identificar o perfil das pessoas como idade, classe social e escolaridade. O questionário foi respondido por 65 pessoas, as perguntas são questões abertas para que as pessoas se sentissem à vontade para demonstrar o seu ponto de vista sobre a energia eólica, assim dessa forma pudemos identificar e analisar o quanto a população está ciente sobre os benefícios da fonte eólica.

A pesquisa foi realizada com pessoas que possuem faixa etária entre 15 e 30 anos, e estes se identificaram como classe social baixa ou média. O nível de escolaridade dos mesmos está entre o ensino médio cursando e o ensino superior concluído, sendo 18,5% cursando o ensino médio, 15,4% ensino médio completo, 20% cursando o ensino técnico e 46,2% concluíram o ensino superior.

Entre os entrevistados, 63,8% alegam saber o que são fontes renováveis e 92,3% já ouviu ou leu algo sobre energia eólica. Apenas cerca de 40% responderam que não sabem os prós e contras das fontes de energia renováveis e 70% afirma acreditar que a energia eólica é uma fonte viável para o Brasil. Sobre o setor econômico, apenas 36,9% respondeu que não acredita que a energia eólica favorece a economia e cerca de 60% consideram que o Brasil tem potencial para crescer no ramo eólico.

Com base nas respostas do questionário, concluímos que a população está ciente dos benefícios da energia eólica, tanto para o meio ambiente como para um desenvolvimento econômico no país, onde haveria geração de empregos e consequentemente movimentação econômica.

disso, a ABDI realizou um estudo que mapeia 52 profissões/ocupações que compõem a cadeia de produção do setor eólico. (Ambiente Energia, 2018)

Através do estudo realizado junto à ABEEólica pudemos comparar e confirmar os dados pesquisados e compreender as dificuldades presentes na instalação de parques eólicos, que apesar dos obstáculos enfrentados continua em expansão. A pesquisa de campo realizada com a população auxiliou para o entendimento da visão popular em relação a este desenvolvimento, e ao comparar os dados constatamos que a população está ciente dos benefícios econômicos, sociais e ambientais desta fonte energética.

Desta forma, concluímos que a energia eólica é uma fonte de energia benéfica para o meio ambiente e para a economia, pois contribui na redução da emissão de GEE, não produz grandes impactos na fauna e na flora e não gera resíduos, além de auxiliar no giro de capital do país, atrair investimentos internos e externos, criar inúmeros postos de trabalho e ajudar no desenvolvimento econômico de áreas afastadas dos centros urbanos.

## REFERÊNCIAS

- ABEEÓLICA. ENERGIA EÓLICA: Os bons ventos do Brasil. **InfoVento nº7**. 1-2p. 2018. Disponível em: < [http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/11/InfoventoPT\\_Online\\_8.pdf](http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/11/InfoventoPT_Online_8.pdf) > Acesso em: 21 Out, 2018
- ABREU, Carla Maria S. M. **Custos Financeiros e Sociais da Geração de Eletricidade em Parques Eólicos**. 2006. 197 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia do Ambiente) - Departamento de Engenharia Biológica. Universidade do Minho, Portugal, 2007. Acesso em: 20 Out, 2018.
- AMBIENTE ENERGIA. **200 mil empregos no setor de energia eólica, em 52 carreiras, vejam como entrar nesse mercado**. 2018. Disponível em: < <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2018/02/mercado-de-energia-eolica-pode-gerar-200-mil-empregos-aponta-estudo-da-abdi/33809> >. Acesso em: 06 Nov, 2018.
- BLOOMBERG. **Vestas mantém a liderança em instalações eólicas onshore, Siemens Gamesa se aproxima**. 2018. Disponível em: < <https://www.bloomberg.com.br/blog/vestas-mantem-lideranca-em-instalacoes-eolicas-onshore-siemens-gamesa-se-aproxima/> >. Acesso em: 27 Ago, 2018.
- BRITO, S.S. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica. **Energia Eólica Princípios e Tecnologias**. – CRESESB, 2009. Disponível em: < [www.cresesb.cepel.br](http://www.cresesb.cepel.br) >. Acesso em: 19 Abr, 2018.
- CASTRO, Rui. **Introdução à Energia Eólica**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2009 Disponível em: < [http://ead2.ctgas.com.br/a\\_rquivos/Pos\\_Tecnico/Especializacao\\_Energia\\_Eolica/Medicao\\_Anemometrica/Material%20de%20Consulta/Livros/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Energia%20E%C3%B3lica.pdf](http://ead2.ctgas.com.br/a_rquivos/Pos_Tecnico/Especializacao_Energia_Eolica/Medicao_Anemometrica/Material%20de%20Consulta/Livros/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Energia%20E%C3%B3lica.pdf) >. Acesso em: 25 Mai, 2018.
- CINTRA, Rodrigo. **Por que o Brasil não investe em Eólicas Offshore?** 2018. Disponível em: <https://www.portalmaritimo.com/2017/01/23/por-que-o-brasil-nao-investe-em-eolicas-offshore/> >. Acesso em: 05 Out. 2018.
- COSTA, Heitor Scalabrini. **Energia eólica e os desafios socioambientais**. 2015. Disponível em: < <https://www.ecodebate.com.br/2015/12/08/energia-eolica-e-os-desafios-socioambientais-artigo-de-heitor-scalabrini-costa/> >. Acesso em: 05 Set, 2018.
- COSTA, Rafael Alves da; CASOTTI, Bruna Pretti; AZEVEDO, Rodrigo Luiz Sias de. **Um panorama da indústria de bens de capital relacionados à energia eólica**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 229-277, mar. 2009. Disponível em: < <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2183> >. Acesso em: 25 Abr, 2018.
- DUTRA, Ricardo Marques; TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Estudo de viabilidade econômica para projetos eólicos com base no novo contexto do setor elétrico**.

Revista brasileira de energia vol 9 n 1- 1999. Disponível em: <  
[https://datospdf.com/queue/revista-brasileira-de-energia-\\_5a450b57b7d7bc422ba68301\\_pdf?queue\\_id=-1](https://datospdf.com/queue/revista-brasileira-de-energia-_5a450b57b7d7bc422ba68301_pdf?queue_id=-1) >. Acesso em: 29 Ago, 2018.

ECO DEBATE. **Geração de energia eólica deve continuar crescendo nos próximos anos.** 2016. Disponível em: <  
<https://www.ecodebate.com.br/2016/02/03/geracao-de-energia-eolica-deve-continuar-crescendo-nos-proximos-anos/> >. Acesso em: 26 Ago, 2018.

ECO DEBATE. **No litoral de Fukushima, Japão construirá o maior parque eólico offshore do mundo.** 2013. Disponível em: <  
<https://www.ecodebate.com.br/2013/01/17/no-litoral-de-fukushima-japao-construira-o-maior-parque-eolico-offshore-do-mundo/>>. Acesso em: 26 Ago, 2018.

FELIPE, Diego B.L; LOBATO, Emanuel de Melo; QUINTAN, Vinicius Contilio. Energia Eólica: Análise sobre o Potencial Eólico Brasileiro. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense** v. 1, p. 267-278, 2010. Disponível em: <  
<http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/viewFile/1830/1008> >. Acesso em: 19 Jun, 2018.

FERREIRA, H. T. **Energia Eólica: barreiras a sua participação no setor elétrico brasileiro.** 2007. 117p. Dissertação de Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em energia. Universidade de São Paulo. Disponível em: <  
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-10082011-163252/publico/HenriqueTavares.pdf> >. Acesso em: 17 Out. 2018.

G1. **O Brasil atinge 8º lugar em ranking mundial de energia eólica.** 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/ultimas-noticias/noticia/brasil-atinge-8o-lugar-em-ranking-mundial-de-energia-eolica.ghtml> >. Acesso em: 20 Jun, 2018.

GANNOUM, Élbia: **A INDÚSTRIA DE ENERGIA EÓLICA BRASILEIRA: DA INSERÇÃO A CONSOLIDAÇÃO.** Caderno opinião, 2015. Disponível em: <  
[http://www.fgv.br/fgvenergia/industria\\_de\\_energia\\_eolica\\_brasileira/files/assets/com-mon/downloads/publication.pdf](http://www.fgv.br/fgvenergia/industria_de_energia_eolica_brasileira/files/assets/com-mon/downloads/publication.pdf) >. Acesso em: 05 Out. 2018.

GWEC. **Global Wind Statistics.** 2018. Disponível em: < [http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC\\_PRstats2017\\_EN-003\\_FINAL.pdf](http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf) >. Acesso em: 25 Jun, 2018.

HIRTENSTEIN, Anna. **Escócia inaugura primeiro parque eólico flutuante do mundo.** 2018. Disponível em: <  
<https://economia.uol.com.br/noticias/bloomberg/2017/10/18/primeiro-parque-eolico-offshore-flutuante-entra-em-operacao.htm> >. Acesso em: 04 Out. 2018.

JEPPESEN, Helle. **Dinamarca estabelece meta de energia 100% limpa até 2050.** 2014. Disponível em: < <https://www.ecodebate.com.br/2014/05/13/dinamarca-estabelece-meta-de-energia-100-limpa-ate-2050/> >. Acesso em: 19 Jun, 2018.

MARTINS, F. R; GUARNIERI ET AL. O Aproveitamento da Energia Eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo. v. 30, n. 1, 1304 (2008) disponível em: <  
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n1/a05v30n1> > Acesso em: 25 Mai, 2018

- NASCIMENTO, T. C; MENDONÇA, A. T; CUNHA, S. K. **Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil.** Cad. EBAPE.BR, v. 10, no 3, artigo 9, Rio de Janeiro, Set. 2012. Disponível em: < <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cadernosebape/article/view/5488/4208> >. Acesso em: 26 Out. 2018.
- OA CAMARGO; M BROWER, J ZACK; A LEITE DE SÁ. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro.** Brasília: MME, 2001. 44 p. Disponível em: < [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/atlas%20do%20potencial%20eolico%20brasileiro.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas%20do%20potencial%20eolico%20brasileiro.pdf) >. Acesso em: 17 Abr, 2018.
- ORTIZ, G. P., KAMPEL, M. **Potencial de Energia Eólica Offshore na Margem do Brasil.** V Simpósio Brasileiro de Oceanografia. Santos, 2011. Disponível em: < [http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/07.06.17.10/doc/Ortiz\\_Potencial.pdf](http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/07.06.17.10/doc/Ortiz_Potencial.pdf) >. Acesso em: 10 Ago, 2018.
- PEGO, Ana. **A energia eólica offshore está a crescer na Europa.** 2018. Disponível em: < <http://www.jornaldaeconomia.com/a-energia-eolica-offshore-esta-a-crescer-na-europa/> >. Acesso em: 04 Out. 2018.
- PORTAL ENERGIA. **Vantagens e desvantagens da energia eólica.** 2015. Disponível em: < <https://www.portal-energia.com/vantagens-desvantagens-da-energia-eolica/> >. Acesso em: 25 Jun, 2018.
- RESENDE, Fernanda de Oliveira. **Evolução tecnológica dos sistemas de conversão de Energia Eólica para ligação à rede.** Porto- PT,2011 Disponível em: < <http://recil.ulusofona.pt/handle/10437/2861> >. Acesso em: 21 Mai, 2018.
- RODRIGUES, Fábio. **ENERGIA QUE VEM DO CÉU.** 2018. Disponível em: < <https://www.uol/economia/especiais/energia-solar-e-eolica-.htm#energia-que-vem-do-ceu> >. Acesso em: 10 Set, 2018.
- SECRETARIA DE ENERGIA. **Atlas eólico do estado de são Paulo.** São Paulo, 2012 Disponível em: < [http://www.energia.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/5.-atlas\\_eolico\\_estado\\_sao\\_paulo.pdf](http://www.energia.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/5.-atlas_eolico_estado_sao_paulo.pdf) >. Acesso em: 17 Abr, 2018.
- SIMAS, Moana Silva. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada.** 2012. Dissertação (Mestrado em Energia) - Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-10092012-095724/pt-br.php> >. Acesso em: 30 Ago, 2018.
- SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável.** Estud. av. vol.27 no.77 São Paulo,2013. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142013000100008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100008) >. Acesso em: 11 Out. 2018.
- TERCIOTE, Ricardo. **A energia eólica e o meio ambiente.** Em: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. Disponível em: < [http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022002000100002&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100002&lng=en&nrm=abn) >. Acesso em: 01 Ago. 2018.

**Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho** / Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo; tradução, Maria Cristina Vidal Borba, Neide Ferreira Gaspar. – [São Paulo]: FAPESP; [Amsterdam]: InterAcademy Council; [Rio de Janeiro]: Academia Brasileira de Ciências, 2010. 300 p. Disponível em: < <http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf> >. Acesso em: 18 Jun, 2018.

VIEIRA, Renata. **Enel é a mais veloz na corrida das fontes renováveis**. 2018. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/revista-exame/a-mais-veloz-na-corrida-das-fontes-renovaveis/> >. Acesso em: 28 Out, 2018.

WINDEUROPA. **WindEurope CEO Giles Dickson gives speech at 3rd EU Energy Summit in Brussels**. 2017. Disponível em: < <https://windeurope.org/newsroom/news/windeurope-ceo-giles-dickson-gives-speech-at-third-eu-energy-summit-in-brussels/> >. Acesso em: 30 Ago, 2018.

## ANEXOS

### Questionário com a empresa

1. Há quanto tempo a sua empresa atua no mercado?

Fundada em 2002, a ABEEólica – Associação Brasileira de Energia Eólica é uma instituição sem fins lucrativos, que congrega e representa a indústria de energia eólica no País, incluindo empresas de toda a cadeia produtiva.

2. O que motivou o investimento nesse ramo?

A ABEEólica contribui, desde sua fundação, de forma efetiva para o desenvolvimento e reconhecimento da energia eólica como uma fonte limpa, renovável, de baixo impacto ambiental, competitiva e estratégica para a composição da matriz energética nacional.

3. Quais os desafios de trabalhar com a energia eólica?

Ao investir em energia eólica é preciso levar em conta os desafios de logística, operação e manutenção dos parques, acompanhar as mudanças regulatórias, conhecer as alternativas de financiamento e o planejamento da transmissão, entre outros.

4. O Brasil possui uma boa estrutura para utilizar energia eólica?

Os ventos brasileiros estão entre os melhores do mundo, o que pode se traduzir em um potencial eólico superior a 500 GW. No entanto, aproveitar esse potencial depende da expansão do sistema de transmissão e da infraestrutura para interligar a cadeia produtiva e os parques.

5. Existem variados tipos de turbinas eólicas, como as de eixo horizontal e vertical. Poderia citar aquelas que demonstram ser mais eficientes no abastecimento de cidades?

A geração eólica de grande porte utiliza aerogeradores de eixo horizontal e três pás. Atualmente já temos instalados no Brasil aerogeradores de até 3,8 MW. Os 548 parques instalados totalizam 13,42 GW e já chegaram a atender toda a demanda dos consumidores de energia do NE durante alguns períodos, além de frequentemente exportar energia para outras regiões.

A mini geração utiliza outros tipos de rotores, de eixo horizontal e vertical, e são normalmente instalados na rede de distribuição, ou seja, próximo aos consumidores. Para mais informações a respeito da eficiência de cada tipo de aerogerador recomendamos consultar o Instituto Ideal.



6. Quais fatores são necessários, além da turbina eólica, para a produção de energia?

A capacidade de geração de um parque eólico depende, além da tecnologia dos aerogeradores, da qualidade de vento no local ao longo do ano, da rugosidade do solo e de possíveis interferências de obstáculos como edifícios ou outras usinas.

7. Na visão social, quais são os benefícios de se ter uma matriz elétrica limpa?

A geração de energia a partir de fontes renováveis utiliza recursos naturais, evitando a queima de combustíveis fósseis que, junto com outras atividades produtivas, contribuem para o efeito estufa e as mudanças climáticas.

Esses impactos geram uma preocupação a nível global pois prejudicam o equilíbrio dos ecossistemas e meio ambiente humano, além de agravar problemas de saúde relacionados a poluição e o risco de acidentes ambientais.

A geração da energia eólica não emite poluentes e evitou em 2017 a emissão de 21 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, contribuindo também para que o Brasil cumpra o Acordo Internacional do Clima (Acordo de Paris – 2015).

8. Houve algum obstáculo nas instalações dos parques eólicos?

A instalação de parques eólicos passa por um processo de estudos de viabilidade técnica e financeira, condições ambientais, arqueológicas e sociais, e acessibilidade logística para que o projeto seja considerado viável e obtenha aprovação dos órgãos reguladores.

9. Vocês acreditam que os incentivos governamentais para o desenvolvimento da energia eólica no Brasil têm surtido efeito?

Os incentivos governamentais foram instituídos em linha com o planejamento brasileiro de ter um sistema elétrico predominantemente renovável com diversidade e resiliência. Esses incentivos permitiram que a indústria eólica chegasse ao Brasil e se estabilizasse de forma que passará a ser, em 2019, a segunda maior fonte de energia elétrica no País.

10. É possível produzir energia eólica em todas as cidades do Brasil, ou apenas em locais específicos?

A maior parte dos investimentos até hoje ocorreu nos lugares onde o vento é melhor e há um espaço aproveitável para a instalação de parques. No entanto, o Brasil tem um enorme potencial eólico onshore (na terra) e offshore (nos mares e lagos) a ser explorado.

11. Quando a velocidade dos ventos diminui, cidades que são abastecidas por parques eólicos ficam sem energia ou existe algum método para manter a energia estável?

O Brasil conta com o Sistema Interligado Nacional (SIN) que conecta todos os estados brasileiros (à exceção de uma pequena parte do Amazonas e de toda Roraima). Isso significa que toda a energia produzida é injetada na rede e levada para todos os consumidores. Nosso sistema tem uma diversidade de recursos energéticos complementares, o que permite manter a qualidade da energia mesmo em cenários de variabilidade do recurso eólico.

Além disso, existem uma série de soluções que permitem gerir a variabilidade das fontes renováveis, como a implantação de parques híbridos ou com armazenamento, a utilização de redes inteligentes, a complementariedade com outras fontes e a agregação de usinas eólicas.

12. Em casos de fortes tempestades, é possível alguma turbina ser danificada ou oferecer algum risco para a população nas proximidades?

A tecnologia das fundações, aerogeradores e pás eólicas permite que os parques suportem ventos de fortíssima intensidade, sem sofrer avarias.

13. Qual é o custo para manter um parque eólico em pleno funcionamento?

Uma vez instalada, a usina eólica não tem um custo para gerar pois não consome combustíveis. O custo variável do empreendedor vem da manutenção dos aerogeradores, sistemas de informação, etc. Este é um dos motivos pelos quais a energia eólica tem um dos menores preços entre as fontes.

14. As instalações de parques eólicos interferem na fauna e flora?

Os parques eólicos não ocupam grandes espaços, causando pouca interferência no solo na vegetação, apenas para a instalação das torres. Uma vez instalado, o parque pode conviver com plantações e outras atividades produtivas.

Os possíveis impactos na fauna são monitorados e estudados conjuntamente no setor. A ocorrência ou não de impactos depende de uma série de fatores, como a tecnologia utilizada, o clima e habitat específico da região e o planejamento realizado. O entendimento dessas questões permite planejar, monitorar e operar a instalação de parques de forma a mitigar impactos.

É importante destacar que, comparativamente, a energia eólica é considerada uma fonte de baixo impacto ambiental. Toda atividade humana gera algum tipo de impacto. É importante escolher as melhores alternativas e entender os impactos para trabalhar em prol de sua mitigação.

15. Qual a potência gerada pelas turbinas de sua empresa?

Os aerogeradores atualmente instalados no Brasil tem uma potência que varia de 0,5 MW a 3,8 MW, sendo que a maior parte tem cerca de 2 MW. Os parques mais novos estão adotando tecnologias superiores e os primeiros aerogeradores com mais de 4MW começam a chegar ao Brasil.

16. Em termos financeiros, qual foi o aumento, em porcentagem, nos últimos três anos?

Não se aplica.

17. Há pretensão de investimento na indústria offshore?

Existem muitas justificativas para se investir em offshore no Brasil e a principal delas é o nosso potencial dado os ótimos ventos que aqui sopram, já bem conhecidos pela trajetória positiva onshore.

Atualmente temos apenas dois Atlas Eólicos que avaliaram o potencial eólico offshore, são eles os atlas da Bahia e do Rio Grande do Sul. O potencial eólico offshore é bastante elevado, pois os ventos no mar são mais geralmente mais fortes.

Apesar disso, trata-se de uma área ainda não explorada e, portanto, uma oportunidade de obtenção de vantagem competitiva para aqueles que avançarem nessa discussão. Além disso, os projetos offshore podem contribuir com aquisição de tecnologia para o País, com a expansão da geração limpa e com o cumprimento dos objetivos sustentáveis e de clima firmados pelo Brasil.

Apesar das poucas referências nacionais, a ABEEólica está acompanhando o assunto e está promovendo discussões com a convocação de especialistas inclusive mundiais para elaborar uma agenda positiva e de prospecção para a energia eólica offshore.

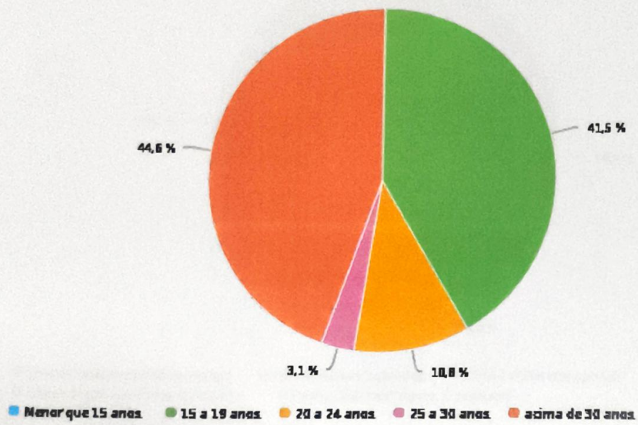
18. De maneira rápida, descreva os três cenários para o mercado (Otimista, realista e pessimista).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), órgão governamental de planejamento energético faz uma projeção da expansão da energia eólica para 2026 tal que a fonte ultrapasse 28 GW de potência instalada, o que representará 15% da matriz elétrica brasileira.

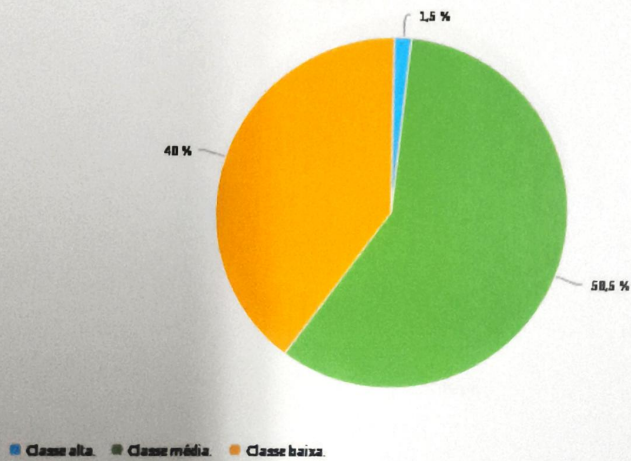
O ritmo dessa expansão dependerá de questões estruturais - como a expansão da transmissão - e conjunturais, como o nível de demanda por energia, que varia de acordo com o desempenho econômico do País.

## Questionário com a população

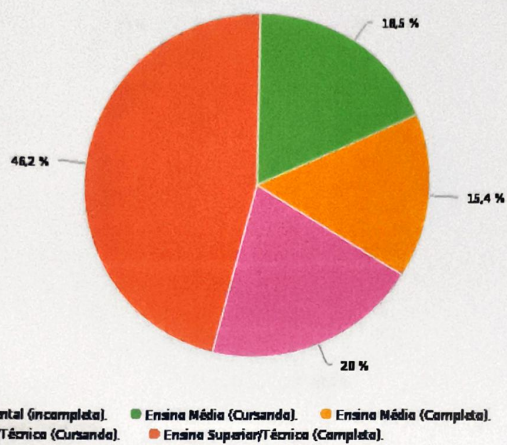
Qual sua faixa etária?



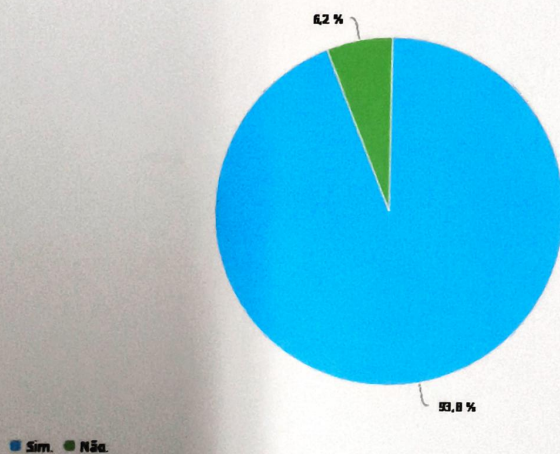
A qual classe social você se considera?



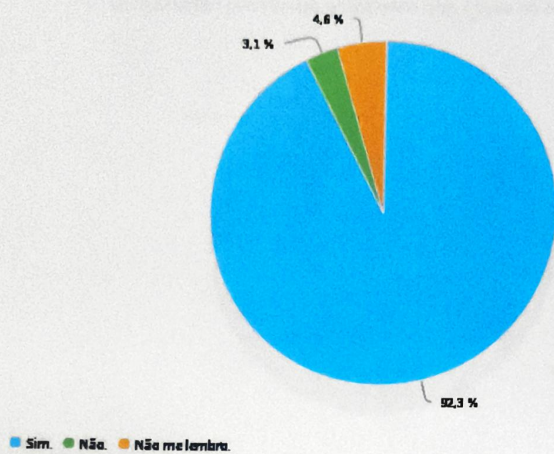
## Qual seu nível de escolaridade?



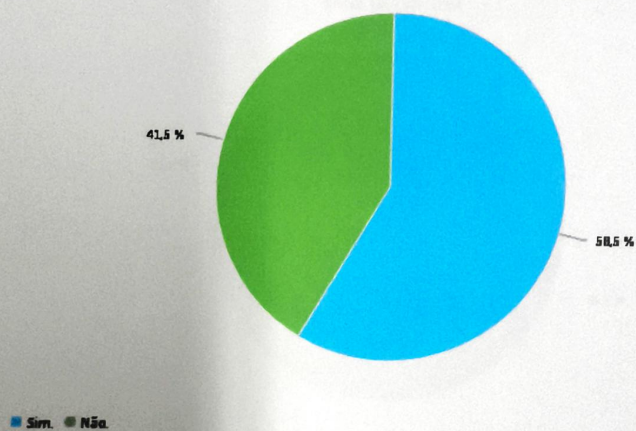
## Você sabe o que são fontes renováveis?



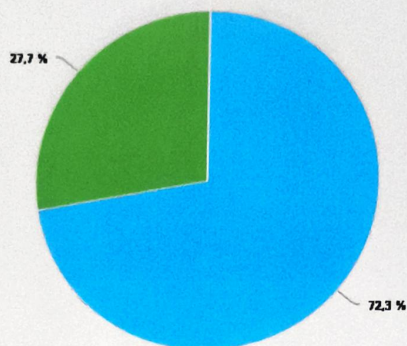
Você já ouviu/leu algo sobre energia eólica?



Você sabe os prós e contras de energias renováveis e não renováveis?

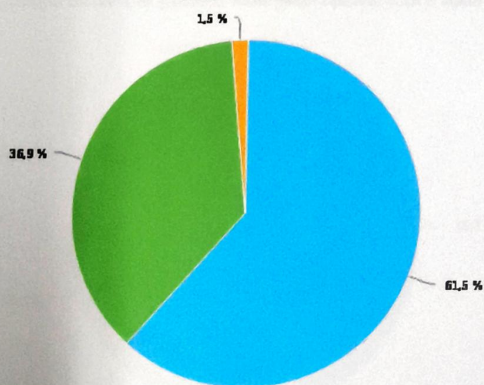


Ao utilizar energia eólica poderemos ter uma matriz energética limpa e segura, você acredita que energia eólica seria uma opção de energia viável?



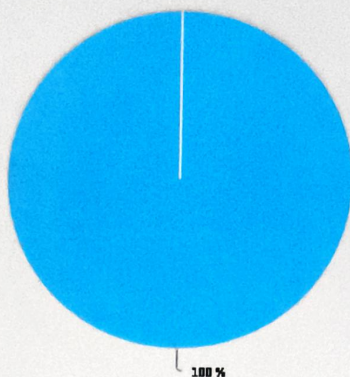
■ Sim. ■ Talvez. ■ Não.

Na sua opinião, se houvesse uma expansão do setor eólico no Brasil a econômica seria favorecida?



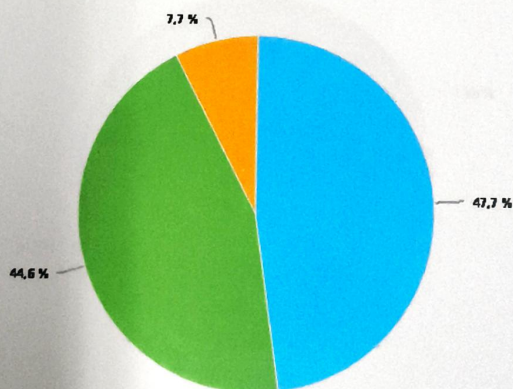
■ Sim. ■ Talvez. ■ Não.

Do seu ponto de vista, ter uma matriz energética limpa resultará em grande avanço para sociedade?



■ Sim. ■ Não.

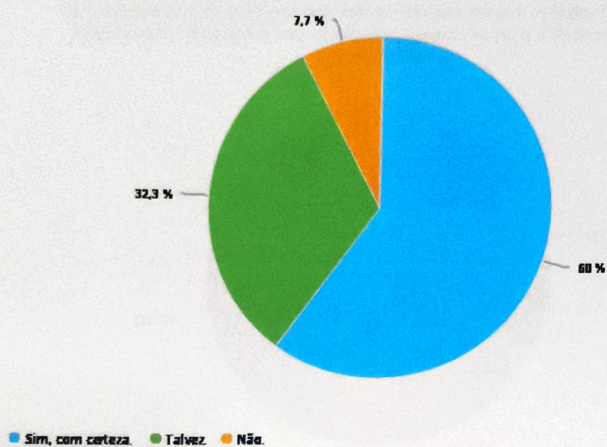
As fontes renováveis seria uma forma de diminuir o impacto, poluição e exploração abusiva do homem contra a natureza. Na sua opinião, ter uma matriz energética limpa tornaria as pessoas mais preocupadas com o meio ambiente?



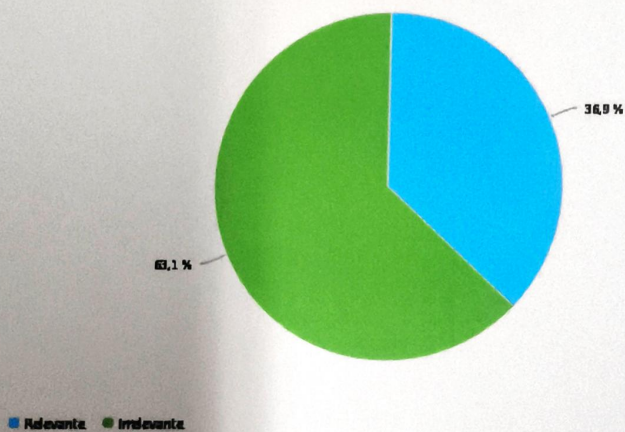
■ Sim. ■ Talvez. ■ Não.



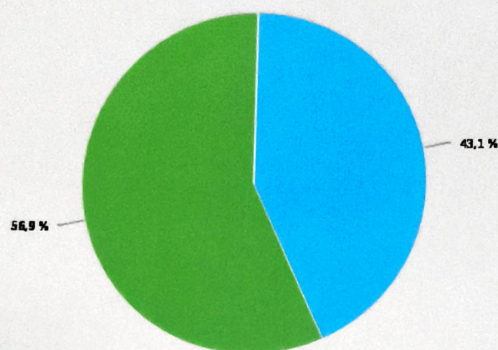
Você acha que o Brasil tem potencial para aumentar os investimentos no setor eólico?



Na sua opinião, os danos visuais( não ser visualmente agradável) causado pela construção de parques eólicos é...



Os parques eólicos em sua grande maioria são construídos em áreas localizadas no Nordeste, assim abastecendo cidades pequenas, dando a essa população e ao país uma chance de melhoria e desenvolvimento. Na sua opinião, esse tipo de investimento realmente traz resultados relevantes para o desenvolvimento socioeconômico?



- Sim. O investimento em mais parques eólicos nessas regiões trará resultados relevantes para a socioeconomia.
- Talvez, mas acredito que é necessário mais que isso para trazer resultados relevantes.
- Não, acredito que investimentos em energias renováveis seja algo totalmente irrelevante para a economia.