

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DHIOGO CLEMENTE RAMOS FRANCO

**IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIAIS DE PARQUES EÓLICOS:
UM ESTUDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

VIÇOSA
2017

DHIOGO CLEMENTE RAMOS FRANCO

**IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIAIS DE PARQUES EÓLICOS:
UM ESTUDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 490 – Monografia e Seminário e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Prof. Dra. Kétia Soares Moreira.

Co-orientador: BSc. Ítalo Nogueira Soares.

VIÇOSA
2017


DHIOGO CLEMENTE RAMOS FRANCO

**IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIAIS DE PARQUES EÓLICOS:
UM ESTUDO DO NORDESTE BRASILEIRO**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 490 – Monografia e Seminário e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em 06 de dezembro de 2017.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dra. Kétia Soares Moreira - Orientador
Universidade Federal de Viçosa



BSc. Ítalo Nogueira Soares - Coorientador
Universidade Federal de Viçosa



MSc. Giovanni Gueler Dalvi - Membro
Universidade Federal de Viçosa

“Our lives begin to die the day we become silent about the things that matter”

(Martin Luther King Jr.)

*Aos que sofrem preconceito e desigualdade, mas continuam lutando por um futuro
melhor.*

Agradecimentos

Agradeço aos meus familiares, pelo grande apoio durante esses anos.

Aos colegas e amigos, pelo suporte e companheirismo em diversos momentos.

À minha orientadora Kétia Soares e ao meu coorientador Ítalo Nogueira, sem os quais não seria possível a realização desse trabalho.

Por último, agradeço a todos que através de conversas e exemplos contribuíram para que eu ampliasse minha visão de mundo. Esse trabalho é consequência desses diálogos.

Resumo

O aumento da utilização de energia eólica no Brasil fez com que parques eólicos fossem instalados em diversas cidades nordestinas. Essa ação gera questionamentos sobre os efeitos que esses empreendimentos trouxeram para a região, visto que outros empreendimentos de energia elétrica, como usinas hidroelétricas, geraram grandes impactos negativos no local em que foram instalados. Este trabalho busca identificar os impactos sociais gerados nas regiões de implementação desses complexos eólicos. Para isso, realizou-se ampla pesquisa bibliográfica e análise documental. Utilizou-se quatro critérios para guiar o estudo: Emprego; Saúde e Segurança; Desenvolvimento da infraestrutura local; e Percepção pública. Ao avaliar os critérios, identificou-se que os parques eólicos geram inúmeros impactos locais e regionais, alguns deles já conhecidos e alguns ainda poucos discutidos. Foi verificado que apesar de a energia eólica trazer grandes benefícios para a sociedade em segurança energética, geração de empregos e redução da emissão de gases do efeito estufa, ela também pode gerar efeitos negativos, principalmente relacionados à comunidade do local de instalação do parque.

Abstract

The rise in investments in wind energy made possible the installation of wind parks in various locations in northeast Brazil. This fast growth raises questions about the impacts that these projects brought to the region, since previous electrical energy projects, such as hydroelectric dams, have had many negative effects in the regions where they were installed. This work intends to identify the social impacts caused by the wind farms in those regions. In order to do that, a broad bibliographic research was made. Four criteria were used to guide the work: Employment; Health and Safety; Local infrastructure development; and Public perception. The analysis of the results showed that wind farms generate both local and regional impacts. Some of them are well known, but some of them still need to be discussed. In conclusion, it was verified that although wind energy can bring many benefits for society, such as energy security, job creation and reduce the emissions of climate change gases, it can also cause negative effects, especially to the local community where the complex was installed.

Sumário

1. Introdução	12
2. Objetivo.....	17
2.1 Objetivos específicos.....	18
3. Metodologia	18
4. Revisão Bibliográfica.....	19
4.1 Configuração do Sistema Elétrico Brasileiro	19
4.2 Implementação de um parque eólico.....	21
5. Análise dos impactos.....	23
5.1 Emprego	24
5.1.1 Empregos relacionados ao desenvolvimento da indústria brasileira de equipamentos	25
5.1.2 Consequências na empregabilidade devido ao surgimento da indústria eólica.....	28
5.1.3 Fixação do homem na terra	29
5.1.4 Interferência nas atividades da população local	30
5.2 Saúde e Segurança.....	30
5.2.1 Segurança pública e de trabalho.....	30
5.2.2 Efeitos relacionados à saúde.....	32
5.3 Desenvolvimento da infraestrutura local.....	34
5.3.1 Construção e reforma de estradas.....	35
5.3.2 Segurança Energética	36
5.3.3 Supercapacidade energética	37
5.3.4 Aumento da confiabilidade de abastecimento na região	38
5.3.5 Melhorias pontuais	38
5.4 Percepção pública.....	38
5.4.1 Percepção visual.....	39
5.4.2 Percepção dos efeitos econômicos	41
5.4.3 Percepções sociais	41
6. Conclusão.....	42
Referências Bibliográficas	44

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Crescimento da capacidade instalada acumulada de energia eólica no mundo 2001 - 2016.</i>	13
<i>Figura 2: Velocidade média anual do vento e fluxo de potência eólica no Brasil.</i>	14
<i>Figura 3: Crescimento da capacidade instalada total de energia eólica no Brasil 2005-2016.</i>	15
<i>Figura 5: Porcentagem de geração de eletricidade por usina no Nordeste em 2016.</i>	16
<i>Figura 4: Porcentagem de geração de eletricidade por usina no Brasil em 2016.</i>	16
<i>Figura 6: Critérios necessários para avaliação dos impactos sociais de um projeto de energia renovável</i>	18
<i>Figura 7: Sistema de transmissão do SIN</i>	20
<i>Figura 8: Funcionamento de um parque eólico</i>	22
<i>Figura 9: Componentes de uma turbina eólica</i>	23
<i>Figura 10: Subcritérios para avaliação do critério Emprego</i>	24
<i>Figura 11: Animais andam próximos as torres em propriedade em João Câmara, Rio Grande do Norte</i>	29
<i>Figura 12: Subcritérios para avaliação do critério Saúde e Segurança</i>	30
<i>Figura 14: Queda de turbina eólica na Alemanha, 2017. O impacto fez com que partes da turbina penetrassem mais de 2 metros no chão.</i>	32
<i>Figura 13: Turbina eólica destruída por raio em Minnesota, EUA.</i>	32
<i>Figura 15: Emissões de carbono evitadas por mês em 2016 através da utilização de energia eólica</i>	34
<i>Figura 16: Subcritérios para avaliação do critério Desenvolvimento da infraestrutura local</i>	35
<i>Figura 17: Geração mensal de eletricidade na usina Guanambi 2LER entre 2015 e 2016</i>	37
<i>Figura 18: Categorias para avaliação do critério Percepção pública</i>	39
<i>Figura 19: Usina eólica de Santa Mônica, localizada em uma praia no Ceará</i>	40
<i>Figura 20: Representação do efeito shadow flicker</i>	40

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Montadoras de aerogeradores no Brasil</i>	27
<i>Tabela 2: Fabricantes de pás no Brasil</i>	28
<i>Tabela 3: Riscos para os trabalhadores de um parque eólico</i>	31
<i>Tabela 4: Fator de capacidade da matriz energética da Espanha em 2009</i>	37

1. Introdução

A energia é ferramenta fundamental no desenvolvimento da sociedade moderna. Desde a chegada das redes de transmissão, a energia elétrica tem alimentado indústrias, iluminado residências e transformado o modo como vivemos e trabalhamos. Durante o seu desenvolvimento no século XX, as principais fontes de geração de eletricidade foram os combustíveis fósseis, com destaque para o carvão mineral e o gás natural. A hidroeletricidade, renovável, também contribuiu amplamente para esse desenvolvimento em países como Brasil e Suécia, que souberam aproveitar o potencial hídrico natural que existe em seus territórios (COUNCIL, 2017).

Porém, percebeu-se que gases emitidos pela queima de fontes fósseis têm grande impacto no meio ambiente, colocando em risco a saúde e o desenvolvimento de populações futuras. Uma das primeiras medidas para conter esse avanço foi o Protocolo de Kyoto, elaborado na década de 90 com o objetivo de frear a emissão dos gases que causam o efeito estufa e assinado por 192 países (UNFCCC, 2017). Na década seguinte, as pesquisas avançaram e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) alertou em 2007 que caso a utilização de combustíveis fósseis não se alterasse, a Terra poderia presenciar uma elevação de temperatura da ordem de dois graus Celsius ou mais (IPCC, 2007). Uma elevação de temperatura desse patamar traria consequências graves para o nosso ecossistema, dizimando diversas espécies e ameaçando a sobrevivência de muitas outras, incluindo a raça humana. Esse alerta fez com que parte das autoridades mundiais agissem, aprofundando as políticas de fomento a fontes que não trouxessem grande impacto negativo para o meio ambiente.

Nesse contexto, diversas alternativas de energia renovável foram investigadas, com destaque para energia solar, a biomassa e a eólica. Dentre as fontes estudadas, a que obteve maior sucesso comercial foi a energia eólica, que já se tornou economicamente competitiva em diversos países (DAI et al., 2015). A história da energia eólica remete à antiguidade, quando moinhos de vento eram utilizados para transformar a energia cinética dos ventos em energia mecânica a ser utilizada na moagem de grãos ou no bombeamento de água. Atualmente, aerogeradores de alta tecnologia transformam a energia cinética em energia mecânica que posteriormente será transformada em energia elétrica. Foi o desenvolvimento desses modernos aerogeradores que permitiu a viabilidade e rápido crescimento do investimento em parques eólicos no mundo. A

Figura 1 mostra como a capacidade instalada acumulada de energia eólica cresceu rapidamente no mundo, com uma taxa acima de 10% ao ano nos últimos 15 anos. Em 2016 a capacidade instalada foi 2000% maior que em 2001 (GWCE, 2001).

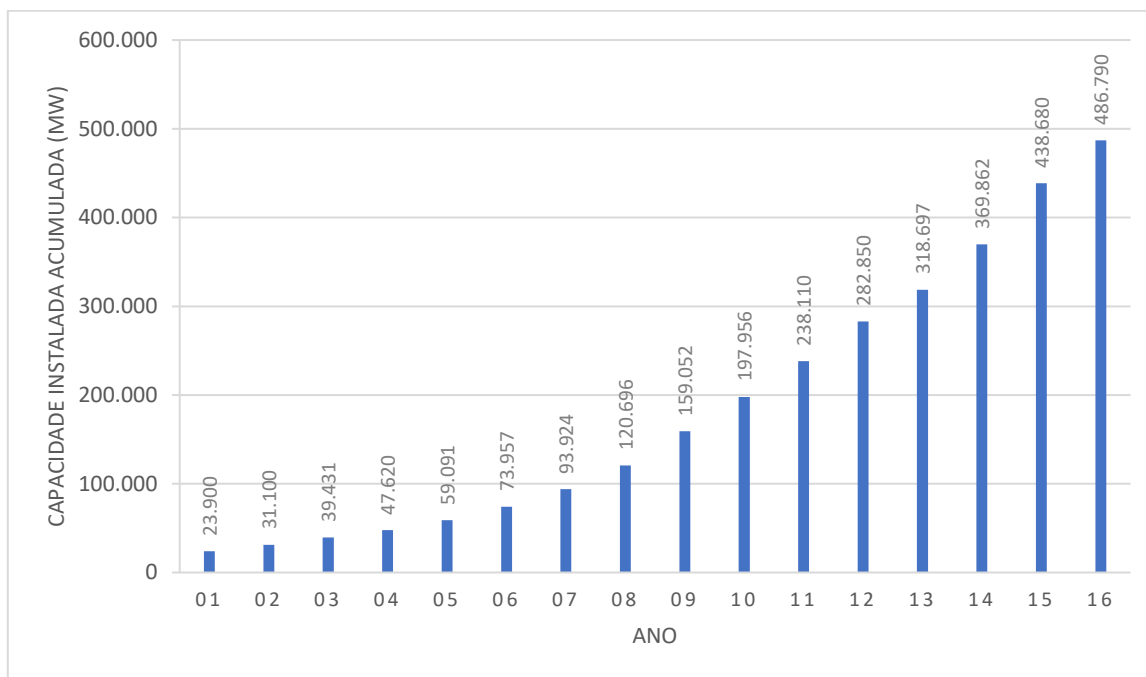


Figura 1: Crescimento da capacidade instalada acumulada de energia eólica no mundo 2001 - 2016.

Fonte: GWEC (2016)

O Brasil também apresenta grande potencial para a produção de energia eólica. A Figura 2 mostra a velocidade média anual do vento e o fluxo de potência eólica no país a uma altura de 50 metros. Como pode ser visto, existem várias regiões com velocidade média do vento acima dos 7 m/s, ideal para geração.

No entanto, ao contrário do resto do mundo, no Brasil, o principal motivo do investimento em outras fontes de geração foi o esgotamento do potencial hidroelétrico em regiões próximas aos grandes centros de produção, como Sudeste, Sul e Nordeste (SILVA, 2016). Por isso, o governo procurou diversificar a matriz energética brasileira, altamente baseada na hidroeletricidade, e criou programas de incentivo à geração de energia elétrica via fontes alternativas.

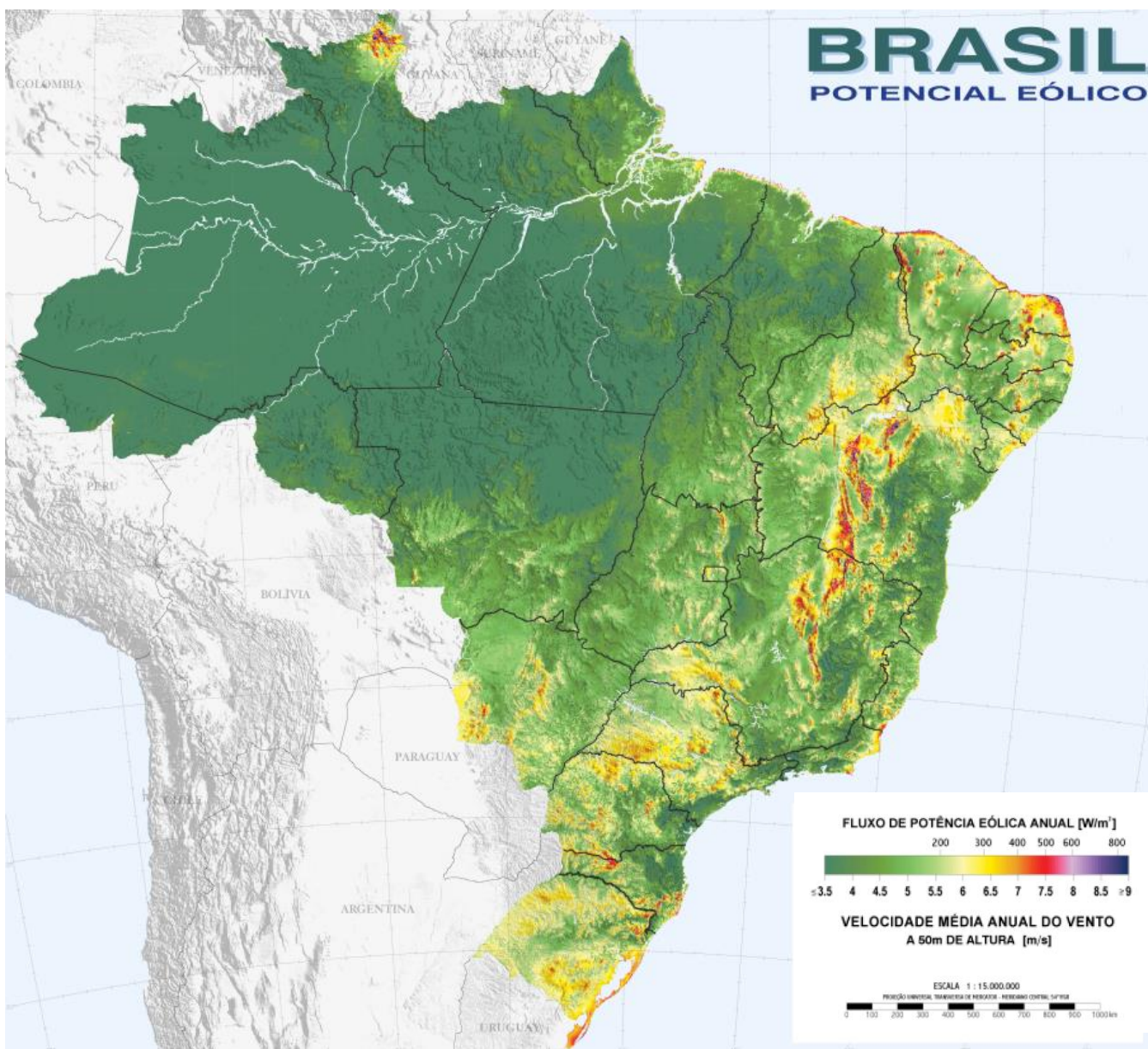


Figura 2: Velocidade média anual do vento e fluxo de potência eólica no Brasil.

Fonte: CEPEL (2001)

O primeiro programa foi o PREÓLICA – Programa Emergencial de Energia Eólica, feito especificamente para inserção de energia eólica no país. Este programa não trouxe tantos resultados, mas deu início a uma procura por investimentos nesse tipo de energia (FERREIRA, 2017).

Em 2002 foi criado o PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica. O objetivo do PROINFA era incentivar a inserção de usinas à biomassa, usinas eólicas e pequenas centrais hidrelétricas (PCH) no sistema elétrico brasileiro. Além da diversificação da matriz energética, o programa também tinha outros objetivos, como incentivar o desenvolvimento da indústria nacional de equipamentos utilizados nessas usinas. A primeira fase do programa trouxe bons resultados e foi encerrada oficialmente apenas em dezembro de 2011 (FERREIRA, 2017). A segunda fase nunca foi regulamentada, e os empreendimentos de energia eólica contratados após a primeira fase do PROINFA foram negociados dentro dos mecanismos vigentes para todas as fontes de energia elétrica.

Através desses programas, hoje o país representa um dos maiores mercados de energia eólica do mundo. Agora, essa fonte já é importante para o abastecimento da indústria e das casas brasileiras. Exemplo disso é que, no último ano, o recorde de geração de eletricidade através dos ventos foi quebrado em 02 de outubro, quando a energia eólica foi responsável por gerar 11,8% da demanda nacional de energia elétrica (GWEC, 2016). A Figura 3 mostra o rápido crescimento da capacidade instalada no Brasil, que aconteceu principalmente nos últimos cinco anos.

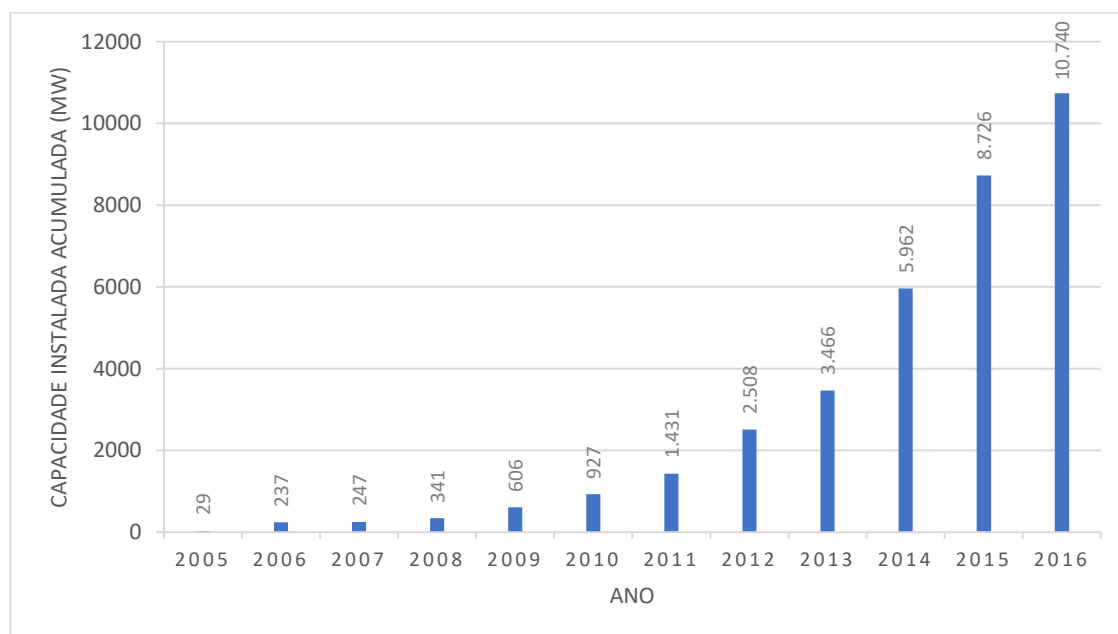


Figura 3: Crescimento da capacidade instalada total de energia eólica no Brasil 2005-2016.

Fonte: GWEC (2016)

Apesar do rápido crescimento, hoje, a energia eólica ainda representa pouco mais de 5,9% do total da geração brasileira, como mostra a Figura 4¹. O Nordeste é responsável pela maior parte desse percentual, sendo que grande parte da geração de energia elétrica da região é produzida nos parques eólicos. Como mostra a Figura 5, sozinhos, eles geraram 38,3% da produção de toda energia elétrica dos estados nordestinos e 85% de toda a energia eólica produzida no Brasil em 2016. Com a atual capacidade instalada, os parques eólicos já fornecem mais de 50% da energia elétrica consumida na região em determinados períodos dos meses de julho, agosto, setembro e outubro, nos quais o potencial de produção aumenta (ONS, 2017a; ABEEÓLICA, 2016).

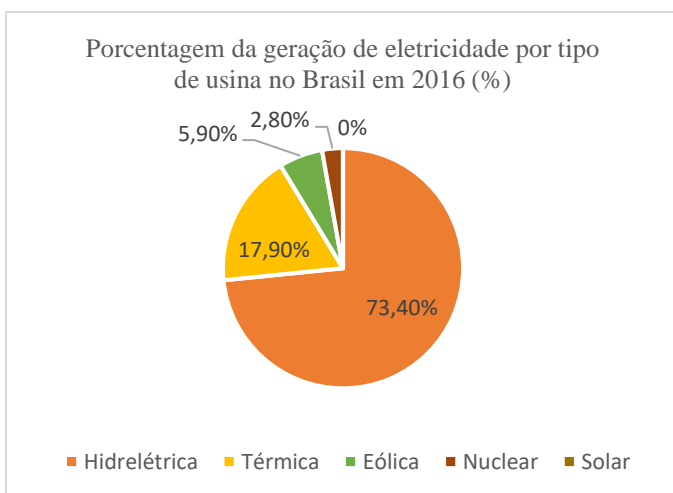


Figura 5: Porcentagem de geração de eletricidade por usina no Brasil em 2016.

Fonte: ONS (2017a)

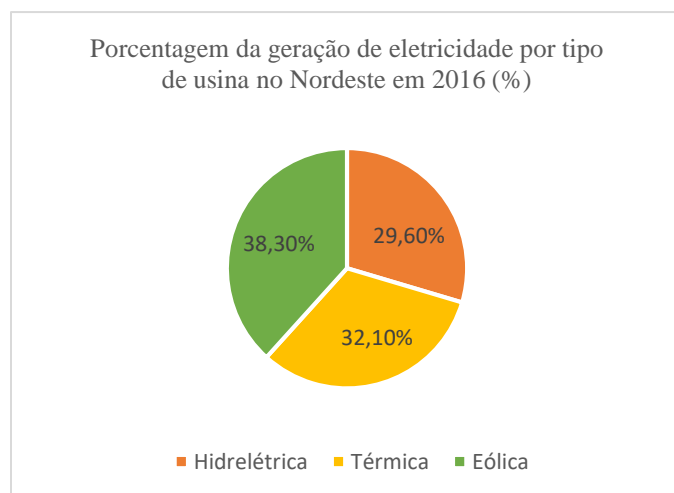


Figura 4: Porcentagem de geração de eletricidade por usina no Nordeste em 2016.

Fonte: ONS (2017a)

Tamanho penetração de mercado no Nordeste, levanta questões sobre os impactos gerados na região, que é uma das mais pobres do Brasil, possui a maior capacidade instalada e também a que apresenta o maior potencial de geração eólica futura.

Em projetos desenvolvidos para gerar energia elétrica, impactos positivos e negativos são observados a nível regional e, mais especificamente, no local onde os projetos estão sendo implementados (COUTO, 2016). No Brasil, tais projetos sempre foram criticados por seu grande

¹ Neste trabalho optou-se pela utilização dos dados da ONS. Esses dados divergem dos dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), os quais mostram a energia eólica com 5,4% de participação na matriz energética e a energia hidráulica com 68,1% (EPE, 2017).

impacto social e, por vezes, ambiental. As grandes hidrelétricas brasileiras, por exemplo, provocaram deslocamento de comunidades e inundações de grandes regiões para que fossem construídas (BORTOLETO, 2001; ZHOURI e OLIVEIRA, 2007).

Neste contexto, onde a evolução do sistema produtivo é aliada a preocupações com o meio ambiente e o desenvolvimento local e regional, surgiu a discussão sobre Desenvolvimento Regional Sustentável (DRS) (BARBIERE, 2000; SACHS, 2004, apud INÁCIO et al., 2013). Segundo Paulista et al. (2008), conforme citado por Inácio et al. (2013), o desenvolvimento regional sustentável congrega um equilíbrio entre crescimento e preocupações com o bem-estar da sociedade. Assim, o DRS permitiria que uma localidade se desenvolvesse não apenas economicamente, mas também experimentaria um aumento na equidade social e qualidade de vida da população.

A partir dessa premissa, as preocupações com impactos gerados por usinas de geração de eletricidade se voltam para as novas fontes, como as usinas eólicas. Simas e Pacca (2013) argumentam que os benefícios gerados pelas novas fontes renováveis têm sido amplamente pesquisados e divulgados, mas seus impactos negativos carecem de estudos (apud FERREIRA, 2017). Estudar esses efeitos é necessário tanto do ponto de vista tecnológico quanto do ponto de vista social. Do ponto de vista tecnológico, é preciso entender como a tecnologia afeta negativamente as comunidades e o que pode ser feito para mitigar tais efeitos. Já do ponto de vista social, é necessário entender quais são as relações entre a indústria e a comunidade e como essa comunidade está sendo afetada pelas relações sociais e pelo novo fluxo de pessoas e trabalho estabelecidos. Portanto, avaliar os impactos que essa nova indústria traz para a região é de interesse de governos, empresários, engenheiros e de comunidades que já receberam parques eólicos ou que tem o potencial de recebê-los no futuro.

2. Objetivo

O objetivo desse trabalho é identificar os impactos sociais que a introdução dos parques eólicos gerou ou podem gerar no Nordeste brasileiro. Assim, espera-se que o estudo sirva de apoio para decisões de políticas públicas e no desenvolvimento de tecnologias que permitam aumentar os impactos positivos e mitigar os impactos negativos gerados pela implantação dessa fonte renovável.

2.1 Objetivos específicos

Dos objetivos específicos, temos:

- Estudo das principais referências bibliográficas e de documentos de organizações governamentais atualizadas sobre o tema da pesquisa;
- Adaptação e desenvolvimento da metodologia para avaliar os impactos sociais;
- Análise crítica, sob o prisma da engenharia, dos artigos e informações técnicas obtidas na pesquisa.;
- Identificação dos impactos sociais gerados pelos parques eólicos.

3. Metodologia

A proposta metodológica desse trabalho consiste na pesquisa bibliográfica para atingir os objetivos propostos. Para isso, serão utilizados os critérios elaborados por Sheikh et al., (2016) em seu trabalho sobre os impactos sociais e políticos de energia renováveis. Assim, pretende-se criar um documento técnico que, baseado na análise de vários autores, forneça informações sobre os impactos gerados pela instalação de parques eólicos no Nordeste Brasileiro.

Optou-se por focar nos efeitos sociais, pois através dessa análise também é possível avaliar os impactos socioeconômicos e socioambientais, o que gera uma ampla investigação. A Figura 6 mostra a estrutura proposta pelos autores para a avaliação desses impactos. Nela são definidos quatro critérios. São eles: Emprego; Saúde e Segurança; Desenvolvimento da infraestrutura local e Percepção pública.

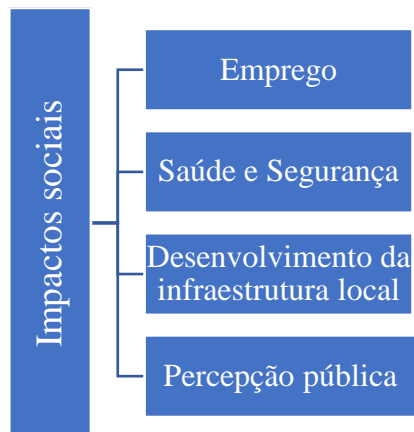


Figura 6: Critérios necessários para avaliação dos impactos sociais de um projeto de energia renovável

O estudo realizado Sheikh et al., (2016) para se chegar a esses critérios foi baseado em inúmeros trabalhos de outros pesquisadores e na consulta de dez especialistas com ampla experiência na área. O critério ‘Emprego’ analisa como a instalação de um parque eólica muda a geração e qualidade de empregos de uma região. Já o critério ‘Saúde e Segurança’ avalia quais são impactos do parque na saúde e segurança da população em geral e também na dos trabalhadores da usina. O critério ‘Desenvolvimento da infraestrutura local’ investiga como a infraestrutura da região pode ser modificada. Por último, o critério ‘Percepção pública’ avalia como a opinião pública percebe os efeitos gerados pela usina. Como será visto, é possível fazer uma análise quantitativa de alguns desses critérios. Já em outros, a análise qualitativa é mais adequada.

Após a identificação dos parâmetros, explicada nesta seção, apresentamos uma revisão bibliográfica no Capítulo 4. Essa revisão irá elucidar o funcionamento do setor elétrico brasileiro e o funcionamento dos parques eólicos. No Capítulo 5 são apresentados os impactos que podem acontecer e os já encontrados no Nordeste para cada um dos critérios acima mencionados. Para realizar essa identificação, foram estudados mais de 40 trabalhos, publicados em revistas como *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *Technological Forecasting & Social Change* e *Renewable Energy*. Vários órgãos públicos, agências regulatórias e instituições da área, como ANEEL, ONS e ABEEólica, também foram consultados. Por fim, no Capítulo 6 é realizada a conclusão da pesquisa.

4. Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica elucidará o funcionamento do Sistema Elétrico Brasileiro e dos parques eólicos. Essa explicação facilitará o entendimento das próximas seções.

4.1 Configuração do Sistema Elétrico Brasileiro

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é um dos maiores sistemas de produção e transmissão de energia elétrica do mundo. As linhas de transmissão do SIN englobam quase todo o Sistema Elétrico Brasileiro, o qual é constituído por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Entretanto, existem sistemas na região norte que ainda não estão ligados ao SIN, como pode ser visto na Figura 7. Nesta Figura, observa-se que a maior parte das linhas de transmissão está concentrada no Sul e Sudeste. Essas regiões, polos da indústria brasileira, também concentram a maior parte da geração nacional e até recentemente forneciam boa parte da

eletricidade consumida no Norte e Nordeste. Nos últimos anos, essas localidades, importadoras, vem se tornando autossustentáveis e no futuro tem o potencial de exportar eletricidade para o Sul e Sudeste. A grande vantagem da interconectividade do SIN é justamente a possibilidade de troca de energia elétrica entre as regiões, o que traz maior segurança no abastecimento de energia. No entanto, trocas entre regiões distantes geram grandes perdas durante a transmissão, o que diminui a eficiência da ação. Entre setembro de 2016 e agosto de 2017, por exemplo, foram perdidos mais de 8.300.000 MWh nas redes de transmissão do Sistema Elétrico Brasileiro (ANEEL, 2017).

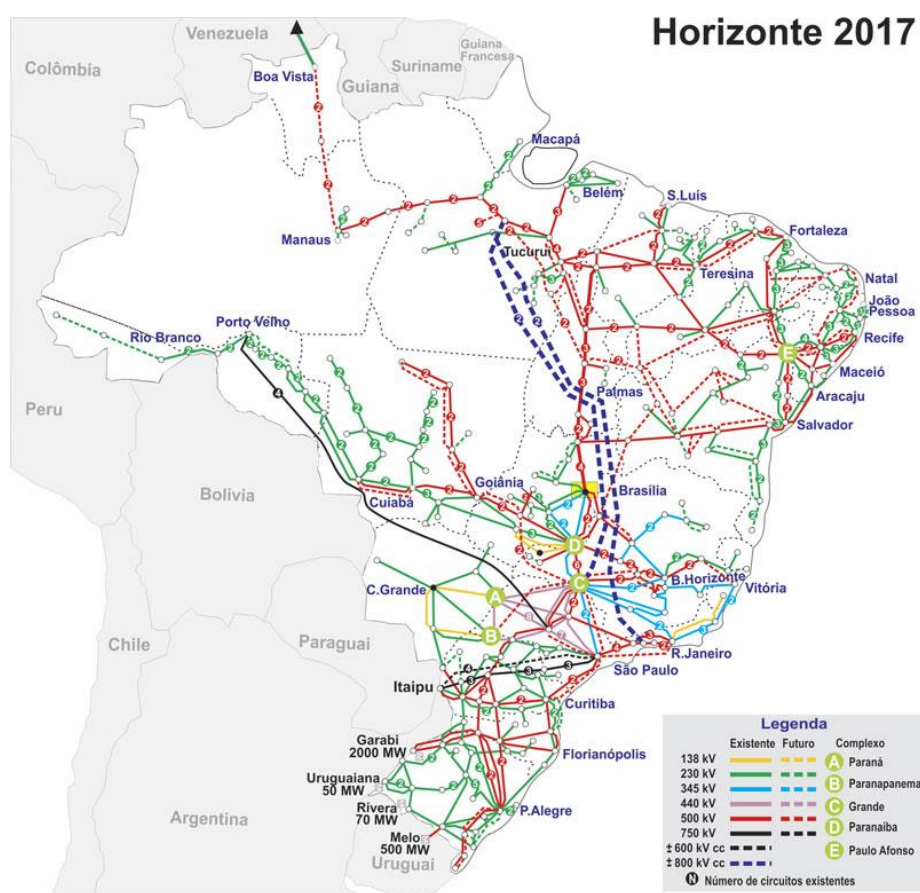


Figura 7: Sistema de transmissão do SIN

Fonte: ONS (2017b)

Como mostrou a Figura 4, grande parte da energia elétrica do SIN é gerada em hidrelétricas, mas esse panorama está mudando. Segundo a ONS (2017a), a geração de energia elétrica por hidrelétricas caiu de 78,7% em 2013 para 73,4% em 2016. Essa queda ocorreu, em grande parte, pela seca que atingiu o país nos últimos anos e comprometeu a capacidade de

geração das hidrelétricas. Outro motivo é o esforço que o governo tem feito para diversificar a matriz energética. Em 2013, por exemplo, os parques eólicos participaram de apenas 0,8% do total da geração. Em 2016 essa porcentagem cresceu para 5,9%, ainda pequena quando comparada com as hidrelétricas, mas já é um demonstrativo de que a matriz energética brasileira está mudando.

Para se contratar energia elétrica no país, existem dois meios, o Mercado regulado, ou cativo, e o Mercado livre. Consumidores residenciais e de pequeno porte utilizam o mercado regulado para suprir suas necessidades. Esse mercado é controlado pelo governo federal e o valor pago pela energia consumida é definida pelo mesmo. Para suprir a demanda, o governo executa leilões de energia elétrica periodicamente. Já o mercado livre, é utilizado por consumidores de médio e grande porte. Nesse mercado, consumidores e fornecedores podem negociar o valor e quantidade de energia elétrica a ser fornecida.

As comercializadoras do mercado cativo podem negociar energia somente nos leilões de energia existentes (CCEE, 2017). Tal mercado demanda cerca de 70% da geração do sistema e, por isso, os leilões são hoje a principal forma de contratação de energia no Brasil (PSR, 2017). Em consequência, os grandes projetos de energia eólica acontecem através de leilões de energia destinados ao mercado regulado. Esses leilões têm sido o motor da indústria eólica no país e os incentivos de financiamento destinados aos mesmos é que possibilitaram o seu sucesso.

4.2 Implementação de um parque eólico

O primeiro passo de uma empresa para a implementação de um parque eólico é a obtenção da vitória em um leilão de energia. Inicialmente, através de edital, o governo começa o processo de leilões. O edital define as regras do leilão, como qual o tempo de implementação do projeto e como a energia gerada será utilizada. Caso uma empresa se inscreva e vença um leilão, ela segue para a fase de implantação do empreendimento. O planejamento e construção de um parque eólico envolve várias etapas. Abaixo são listadas as principais que foram identificadas por Silva et al. (2015):

1. Estudos dos ventos
2. Arrendamento do terreno ou aquisição
3. Estudos ambientais e licenciamento ambiental
4. Terraplanagem
5. Estaqueamento e construção da base de concreto

6. Transporte de materiais
7. Montagem das torres e subestações
8. Instalação das naceles
9. Conexão das pás hélices
10. Testes e verificação de tensão

Todas essas etapas são necessárias para o bom desempenho do complexo. A Figura 8 mostra o funcionamento de um parque eólico. Primeiro, as pás da torre de geração captam a energia cinética dos ventos e a converte em energia mecânica. Então, o gerador, instalado na torre, converte a energia mecânica em energia elétrica. Após esse processo, a energia elétrica gerada é transmitida para uma subestação que, então, irá distribuí-la para casas e indústrias. As torres de geração modernas podem chegar a 100 metros de altura e o espaçamento entre elas é definido de acordo com o diâmetro das pás. Isso é necessário para que uma turbina não interfira na captação de vento de outra (MASTERS, 2013).

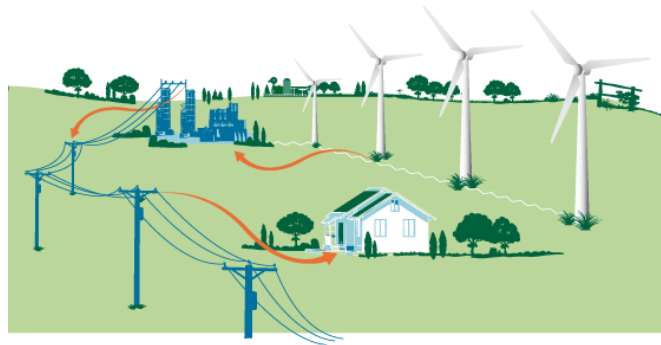


Figura 8: Funcionamento de um parque eólico

Fonte: Energy (2017)

O aerogerador fica localizado no topo da torre. Um modelo é representado na Figura 9. A torre de sustentação, como é indicado pelo nome, sustenta o aerogerador. As pás e o rotor, responsáveis por captar a energia cinética do vento, são conectados à nacele através de um eixo. A nacele abriga o gerador e as engrenagens do aerogerador. Os sensores de vento indicam a velocidade e direção do vento e servem de referencial para que o aerogerador consiga maximizar sua produção e diminuir a velocidade de rotação das pás em momentos de turbulência (CE-EÓLICA, 2017).

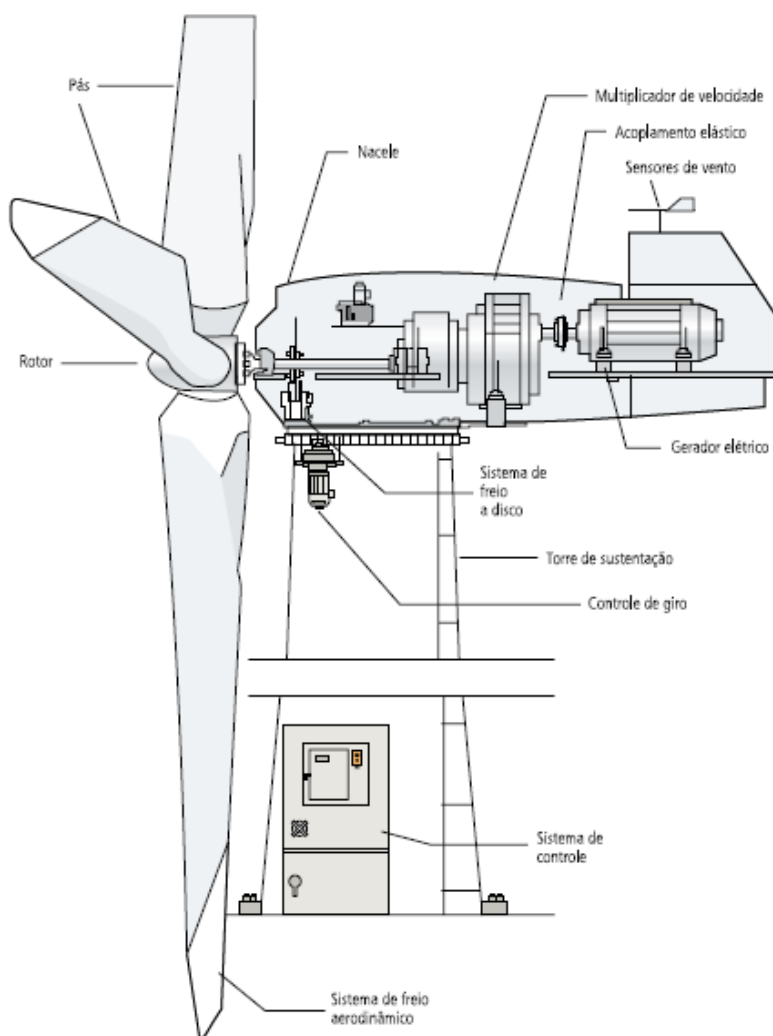


Figura 9: Componentes de uma turbina eólica

Fonte: ANEEL (2005)

5. Análise dos impactos

Usinas de energia elétrica a base de energia renovável, e especialmente de energia eólica, são altamente ligados à comunidade da região de instalação e podem ter impactos socioeconômicos e socioambientais positivos e negativos sobre essa comunidade (AKELLA et al., 2009; LIMA et al., 2013). O desenvolvimento de uma região é dependente de diversos fatores, sendo os recursos naturais da mesma, um dos seus principais. Aliar a correta utilização de recursos naturais, necessidade de desenvolvimento tecnológico e necessidades da população resulta em desenvolvimento sustentável, onde sociedade e empresas saem beneficiadas e o impacto sobre o meio ambiente é mínimo.

A região nordeste brasileira é historicamente conhecida pelo seu subdesenvolvimento e pelas carências vividas por sua população. Segundo Oliveira Neto e Lima (2016), o surgimento da indústria eólica no Nordeste traz possibilidades de desenvolvimento em conhecimento tecnológico, geração de empregos, e contribuições para o meio ambiente. Entretanto, há controvérsias. Gorayeb e Brannstrom (2016) argumentam que apesar de a energia ser reconhecida como fonte limpa e socialmente benéfica, diversos efeitos negativos para as populações locais podem ser encontrados nas regiões de instalação. Eles contestam as benfeitorias, enfatizando que os benefícios estariam restritos a uma elite local e regional.

Neste estudo, todas estas pesquisas serão consideradas, resultando em um trabalho que analisa diversos fatores. Mais especificamente, nesta seção será analisada como a introdução de parques eólicos na região nordeste tem impacto na comunidade local. Para isto, estudos dos efeitos causado pelas usinas já instaladas serão explorados, assim como será feita a análise dos possíveis impactos futuros.

5.1 Emprego

As quantidades de empregos gerados em uma região têm influência em sua economia, na qualidade de vida da sua população e mostra a capacidade produtiva dessa localidade. O critério ‘Emprego’ visa identificar os impactos socioeconômicos gerados em todas as esferas que a empregabilidade pode influenciar. A metodologia utilizada indica quatro subcritérios, mostrados na Figura 10, para se estudar os efeitos que a implementação de um projeto de energia eólica gera na empregabilidade. Esses subcritérios foram utilizados como guia para a pesquisa realizada e os seus resultados são apresentados a seguir.



Figura 10: Subcritérios para avaliação do critério Emprego

5.1.1 Empregos relacionados ao desenvolvimento da indústria brasileira de equipamentos

Segundo Simas e Pacca (2014), a energia eólica gera mais empregos que usinas a base de combustíveis fósseis. A maior parte dos empregos gerados por essa indústria estão na fase de construção da usina, embora empregos permanentes na cadeia de produção de equipamentos e de operação e manutenção também sejam relevantes. Ao se analisar a quantidade e qualidade dos empregos nesse segmento, é necessário se levar em consideração diversos fatores, como o modelo de utilização da terra, a utilização de mão de obra local, a utilização de matéria prima da região e as cadeias econômicas diretas e indiretas que o projeto cria (HUESCA-PÉREZ et al., 2016). Portanto, para se analisar o impacto que a instalação de um complexo eólico exerce sobre uma localidade, é necessário entender a cadeia de produção do mesmo.

O projeto, construção e operação de um parque eólico envolve diversas etapas, que vão desde a análise do local adequado para instalação até o processo de manutenção do parque, após a sua construção. De forma geral, a cadeia de produção de energia eólica está dividida em cinco seguimentos (KUPFER et al., 2012; FERREIRA, 2017):

1. Empresas de engenharia (projetos industriais): esse seguimento é responsável por fazer o projeto e dimensionamento inicial do parque eólico. Nessa etapa é feita a análise de ventos da região, definição dos aerogeradores a serem utilizados e definição de serviços adicionais, como a pavimentação de vias para se chegar ao parque eólico.
2. Empresas produtoras de máquinas e equipamentos: no segundo seguimento, estão as empresas que produzem máquinas, materiais elétricos, componentes eletroeletrônicos e eletromecânicos. A principal componente desse seguimento é a indústria de aerogeradores.
3. Empresas especializadas em transporte e instalação de máquinas e equipamentos: no terceiro seguimento estão as empresas responsáveis pelo transporte das máquinas e equipamentos até o parque eólico e pela instalação dos mesmos. Esse serviço é necessário pois a construção de um parque eólico geralmente ocorre longe de centros produtores de equipamentos, e o transporte e instalação desses equipamentos tem que ser especializado, devido suas dimensões.

4. Empresas fornecedoras de materiais e insumos: No quarto seguimento, estão as empresas que fornecem insumos para a indústria de máquinas e equipamentos. São empresas que fornecem insumos para a produções de motores e geradores, por exemplo.

5. Empresas especializadas em serviços de manutenção e reparos: No quinto seguimento, estão os agentes especializados na manutenção e reparação das máquinas e equipamentos instalados no parque eólico.

Como pode ser visto, é uma cadeia de produção complexa, que tem o potencial de trazer desenvolvimento tecnológico e econômico para uma região. No entanto, para que esse desenvolvimento ocorra, é necessário que políticas de produção e de utilização de mão de obra local sejam criadas.

Abaixo serão analisados o panorama de produção de alguns equipamentos no Brasil.

a) Aerogeradores

A indústria de equipamentos para construção de aerogeradores no Brasil teve um desenvolvimento que pode ser explicado em dois momentos. O primeiro aconteceu até 2008, quando a utilização de energia eólica no país era recente. Até esse ano, a indústria de equipamentos para construção de parques eólicos contava com apenas uma empresa de aerogeradores. Essa falta de diversificação criou dois problemas para a consolidação desse tipo de energia no país: o monopólio da empresa existente, que poderia colocar os preços em um alto patamar, e a necessidade de importação da maioria dos equipamentos das usinas. Devido às exigências do PROINFA de que uma porcentagem mínima dos equipamentos fosse produzida nacionalmente, houveram inúmeros atrasos na instalação dos parques contratados pelo programa (FERREIRA, 2017).

Entretanto, um segundo momento iniciou-se em 2008. A crise econômica que atingiu o mundo naquele ano provocou a desaceleração do desenvolvimento de projetos de parques eólicos em países desenvolvidos, como os Estados Unidos e na União Europeia. Essa desaceleração fez com que as empresas de equipamentos para essa indústria investissem em países em desenvolvimento, que ainda apresentavam grande potencial de crescimento para energia eólica. O Brasil foi um dos países onde essas empresas fizeram investimento, não apenas por seu potencial

eólico, mas também pelo potencial de exportar esses equipamentos para a América Latina (FERREIRA, 2017).

O interesse das empresas, atrelado ao aumento do número de leilões de concessão e incentivos do governo, fez que um número considerável de montadoras de aerogeradores se instalassem no país (FERREIRA, 2017). A Tabela 1 apresenta as montadoras de aerogeradores que estavam instaladas no Brasil em 2016. Como pode ser visto, cerca de 84% delas foram instaladas após 2011, já na segunda etapa de desenvolvimento da indústria no país.

Tabela 1: Montadoras de aerogeradores no Brasil

Empresa	Ano de entrada	Localização
Wobben/Enercon	1995	Sorocaba - SP
Impsa	2008	Suape - PE
Alstom	2011	Camaçari - BA
Gamesa	2011	Camaçari - BA
Vestas	2012	Aquiraz - CE
Siemens	2013	Guarulhos - SP
Acciona	2013	Simões Filho - BA
Genral Electric (GE)	2014	Campinas - SC
WEG	2012	Jaguará do Sul - SC

Fonte: Ferreira (2017) e ABDI (2014)

b) Pás eólicas

Diferentemente da indústria de aerogeradores, o surgimento das duas primeiras empresas produtoras de pás é derivado de políticas criadas em décadas passadas e não tem relação com o recente crescimento da energia eólica no país, já que elas foram criadas para produção para exportação (FERREIRA, 2017). No entanto, o recente desenvolvimento de parques eólicos fez com que essas empresas também se voltassem para o mercado nacional, além de incentivar o surgimento de outras. A Tabela 2 mostra as fabricantes de pás eólicas e o ano em que elas foram instaladas no Brasil. Como indicado, duas empresas foram instaladas na década de 90 e duas em 2013. Mais uma vez, é possível constatar que o desenvolvimento das eólicos fomentou o surgimento de novas empresas no país após 2008.

Tabela 2: Fabricantes de pás no Brasil

Empresa	Ano de Entrada	Localização
Tecsis	1995	Sorocaba - SP
Wobben/Enercon	1998	Soracaba – SP e Pecém - CE
LM Wind Power	2013	Suape - PE
Aeris	2013	Pacém - CE

Fonte: Ferreira (2017) e ABDI (2014)

c) Outros equipamentos

Quanto à produção de torres, setor com nível tecnológico mais baixo, existem diversas empresas instaladas no Brasil, muitas delas nacionais, como Engebasa, ICEC-SCS, Brasilsat, Intecnia, Máquinas Piratininga e Tecnomaq (ABDI, 2014).

Além das torres, diversos outros componentes também estão sendo produzidos no país, tais como conversores, inversores, geradores e outros.

5.1.2 Consequências na empregabilidade devido ao surgimento da indústria eólica

O desenvolvimento de todas essas indústrias permitiu que a cadeia de produção da energia eólica trouxesse outros empregos para o país além da mão de obra necessária para construção e operação das usinas. De acordo com ABEEólica (2016), de 2014 a 2015 foram criados 40 mil empregos diretos e indiretos relacionados à indústria eólica.

Além do número de empregos, outro efeito importante é o aumento da diversidade e complexidade da indústria e o consequente aumento na diversidade de empregos. São necessárias diversas habilidades nos cinco segmentos da cadeia de produção de energia eólica, desde níveis mais tecnológicos até mão de obra bruta. Embora algumas montadoras de aerogeradores e produtoras de pás tenham sido instaladas em São Paulo, que já é um conhecido polo industrial no Brasil, cerca de 57% delas foram instaladas na região nordeste, como mostram as Tabelas 1 e 2. Em uma região que carece de empregos e onde não existe grande diversidade dos mesmos, a chegada dessa indústria faz grande diferença. Ademais, o Brasil se tornou líder regional em equipamentos para parques eólicos e hoje é um exportador desse maquinário para a América Latina, o que gera ainda mais empregos no país (HUESCA-PÉREZ et al., 2016).

Alguns pesquisadores desenvolveram metodologias específicas para quantificar o número total de empregos gerados. Porém, como já foi mencionado, existe uma grande quantidade de critérios a serem avaliados, e o efeito colateral é que uma metodologia pode ser precisa em um local e imprecisa em outros. Um dos estudos foi realizado por Simas e Pacca (2014), que desenvolveram sua metodologia com um estudo de caso no Brasil. Pela generalidade do método, que segundo seus autores tem o potencial de ser utilizado em diferentes países e épocas, e pelo estudo de caso já realizado no Brasil, iremos mencionar os seus resultados. A conclusão que eles chegaram é que o Brasil tem o potencial de empregar 13,5 pessoas-ano por MW instalado no primeiro ano de operação e 24,5 empregos ano durante todo o período de operação da usina, que foi considerado como sendo de 20 anos. A localidade de parte desses empregos irá depender de onde a indústria de produção e manutenção se encontra.

5.1.3 Fixação do homem na terra

A maioria das empresas opta por arrendar as terras para construir o complexo eólico (PEREIRA, 2015). As torres de geração ocupam pouco espaço, permitindo que o terreno em que o parque está instalado seja utilizado para outras atividades. Assim, o dono do local recebe um valor mensal pela utilização das terras ou um percentual da produção dos aerogeradores. Além disso, o produtor poderá continuar utilizando a terra, e os recursos extras poderão ser utilizar para investir em sua produção ou para melhorar a sua qualidade de vida. Desse modo, ocorre um aumento na renda do proprietário, que antes dependia totalmente da produção da terra, muitas vezes assolada pela falta de chuvas e pela infertilidade. A Figura 11 mostra um local onde o parque eólico está inserido em uma propriedade que trabalha com a produção de leite em João Câmara, RN.



Figura 11: Animais andam próximos as torres em propriedade em João Câmara, Rio Grande do Norte

Fonte: Gibson (2015)

5.1.4 Interferência nas atividades da população local

Embora, de forma geral, seja possível exercer outras atividades no local do parque eólico, foram identificados casos em que a população foi impedida de continuar exercendo atividades extrativistas. Isso aconteceu pois o acesso a áreas que antes eram de acesso comum, como lagoas e regiões praianas, ficou restrito (MENDES et. al., 2015; MEIRELES, 2015). Nesses casos, o impacto sobre a comunidade é grande, pois tais atividades têm alta relevância em sua renda.

5.2 Saúde e Segurança

Na categoria saúde e segurança são discutidos os riscos e impactos que um projeto traz para a sociedade nas áreas listadas. Em saúde são discutidos os efeitos de curto e longo prazo que a operação de um parque eólico pode gerar na saúde da população e em segurança são apresentados os riscos da usina tanto para a sociedade quanto para os seus funcionários. A Figura 12 mostra os quatro subcritérios que guiaram o estudo desta seção.

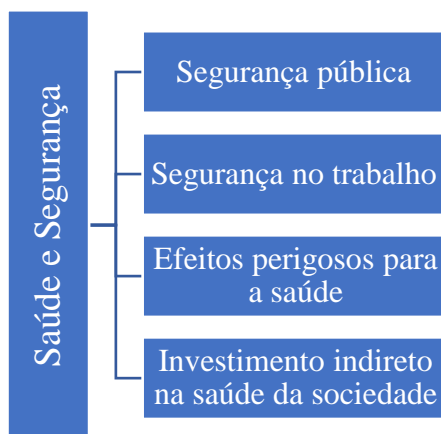


Figura 12: Subcritérios para avaliação do critério Saúde e Segurança

5.2.1 Segurança pública e de trabalho

Preocupações com a segurança pública também guiam as decisões sobre políticas energéticas. Um grande exemplo é Alemanha, que após o acidente nuclear em Fukushima, no Japão, decidiu desligar todas as suas usinas nucleares até 2022 (GLOBO, 2011). Além das usinas nucleares, muito criticadas em relação à segurança, outras fontes de geração de eletricidade também podem conter riscos à segurança pública e de seus trabalhadores: hidrelétricas podem gerar inundações, a extração de carvão pode apresentar grandes riscos aos trabalhadores e explosões e vazamentos podem ocorrer em gasodutos. Logo é necessário avaliar os riscos que os parques eólicos trazem.

Segurança pública

A energia eólica é considerada uma das fontes mais seguras para se gerar eletricidade (FOUNDATION, 2017). Ao contrário das usinas nucleares, as plantas eólicas não apresentam risco de contaminação. Já quando comparadas às hidrelétricas, o risco de inundações é inexistente. Nas eólicas, o principal risco apresentado é o de incêndios, possíveis explosões e quedas de torres. Estes problemas poderiam afetar a comunidade local, mas vale salientar, que o risco apresentado é muito baixo (RAGHEB, 2016).

Segurança no trabalho

O número de acidentes de trabalho envolvendo usinas eólicas é pequeno, o que se deve em grande parte as medidas de segurança adotadas pelos operadores (RAGHEB, 2016). No entanto, se precauções não forem adotadas, altos riscos emergem durante a operação e manutenção de uma torre de geração.

A Tabela 3 apresenta alguns dos principais riscos aos quais os operadores de um parque eólico estão expostos. Alguns desses riscos, como trabalhar com alta tensão de eletricidade, são comuns à outras áreas e fontes de geração, mas outros, como trabalho em alturas elevadas, são específicos da energia eólica.

Tabela 3: Riscos para os trabalhadores de um parque eólico

Riscos de manutenção e operação de parques eólicos	
Trabalho em alturas elevadas	As torres chegam à 100 metros de altura ou mais, o que traz risco de queda para funcionários que trabalham em sua instalação e manutenção.
Risco de queda da torre	Devido à sua altura e peso, a queda de uma torre pode causar grande dano à área atingida.
Risco de queda da pá	É possível que a pá de uma turbina eólica quebre e caia em locais próximos, podendo atingir estruturas e/ou pessoas.
Alta tensão de eletricidade	Risco inerente à geração de eletricidade, os operadores têm que trabalhar com linhas de transmissão de alta tensão.
Incêndios relacionados à queda de raios	A queda de raios é uma das principais causas de falhas e incêndios em turbinas eólicas.

Fonte: Ragheb (2016)

As Figuras 13 e 14 mostram alguns dos riscos aos quais os operadores de um parque eólico estão expostos. Respectivamente, a destruição de um aerogerador devido à queda de um raio e a queda de uma torre por motivos que ainda estão sendo investigados.



Figura 14: Turbina eólica destruída por raio em Minnesota, EUA.

Fonte: Ragheb (2016)



Figura 13: Queda de turbina eólica na Alemanha, 2017. O impacto fez com que partes da turbina penetrassem mais de 2 metros no chão.

Fonte: Williams (2017)

5.2.2 Efeitos relacionados à saúde

Os efeitos relacionados à saúde também são de grande preocupação, visto que em outras fontes de geração impactos negativos graves já foram observados, como doenças relacionadas à gases tóxicos emitidos pela queima de carvão e a radioatividade emitida após acidentes nucleares. Na energia eólica os principais efeitos são:

a) Poluição sonora

A poluição sonora é o ruído em excesso, geralmente produzido por fontes não naturais, que é prejudicial à saúde física e mental do ser humano. Os parques eólicos produzem dois tipos de ruído, o ruído aerodinâmico e o ruído elétrico e mecânico (WANG e WANG, 2015).

Ruído aerodinâmico: gerado pela rotação das pás da turbina.

Ruído elétrico e mecânico: gerado pelas partes elétricas e mecânicas da turbina, como o gerador.

Críticos à energia eólica, por vezes, mencionam que os efeitos sonoros das turbinas podem ser prejudiciais à saúde da comunidade local. Colby et al. (2009) realizou um extenso estudo da questão, com revisão bibliográfica e consulta à especialistas, e chegou as seguintes conclusões:

“ - Os ruídos gerados em parques eólicos não apresentam riscos de perda de audição ou qualquer outro efeito adverso para a saúde humana.

- Sons não audíveis e de baixa frequência emitidos por turbinas eólicas não apresentam riscos para a saúde humana.”

Portanto, não há evidência científica que diz que os sons, audíveis e não audíveis, emitidos por turbinas eólicas são prejudiciais à saúde. No entanto, há relatos de pessoas que demonstraram grande incômodo com o barulho gerado (WANG e WANG, 2015). Por isso, uma distância mínima, que varia em cada projeto, entre habitações e o parque eólico é recomendada por especialistas (COLBY et al., 2009; DAI et al., 2015). Vale ressaltar que devido aos recentes desenvolvimentos tecnológicos, os ruídos causados por componentes elétricos e mecânicos já não são considerados um grande problema (WANG e WANG, 2015).

b) Emissão de gás carbônico

Um dos principais motivos do desenvolvimento das energias renováveis é o seu baixo impacto ambiental quando comparadas aos combustíveis fósseis. Diversos países têm fomentado projetos de energia eólica, não só pelo aumento na segurança energética que a fonte trás, mas também porque ela apresenta grandes reduções nas emissões de gases poluentes (XUE et al., 2015). O Brasil, que é signatário do acordo de Paris, também se preocupa com as mudanças climáticas e se comprometeu a cortar 37% das suas emissões de carbono até 2025 em comparação aos níveis de 2005 (CALIXTO, 2016). Para atingir essa meta, o país terá que tomar várias medidas, sendo o investimento em fontes limpas de energia uma das principais delas.

Além dos efeitos negativos ao meio ambiente, a poluição do ar também tem efeitos na saúde pública. Esses efeitos são tão graves que estudos indicam que a poluição do ar é considerada a causa de mais de 3 milhões de mortes por ano ao redor do mundo (LELIEVELD et al., 2015).

No Brasil, onde grande parte da matriz energética se concentra em hidrelétricas, esses efeitos não são tão evidentes quanto em países como Índia e China, que tem no carvão a sua principal fonte de geração de eletricidade. Mas aqui também é possível avaliar os efeitos relacionados à diminuição da poluição do ar. Durante sua manufatura, instalação e operação, os parques eólicos emitem pouco ou zero SO_x, NO_x, CO e CO₂, e esse é um dos motivos deles serem considerados uma fonte de energia limpa (MASTERS, 2013).

Apenas em 2016, 17,81 milhões de toneladas de CO₂ deixaram de ser emitidos, pois energia eólica foi utilizada em vez de energia gerada por combustíveis fósseis (ABEEÓLICA, 2016). A Figura 15 apresenta a quantidade de CO₂ que deixou de ser emitida por mês naquele ano.

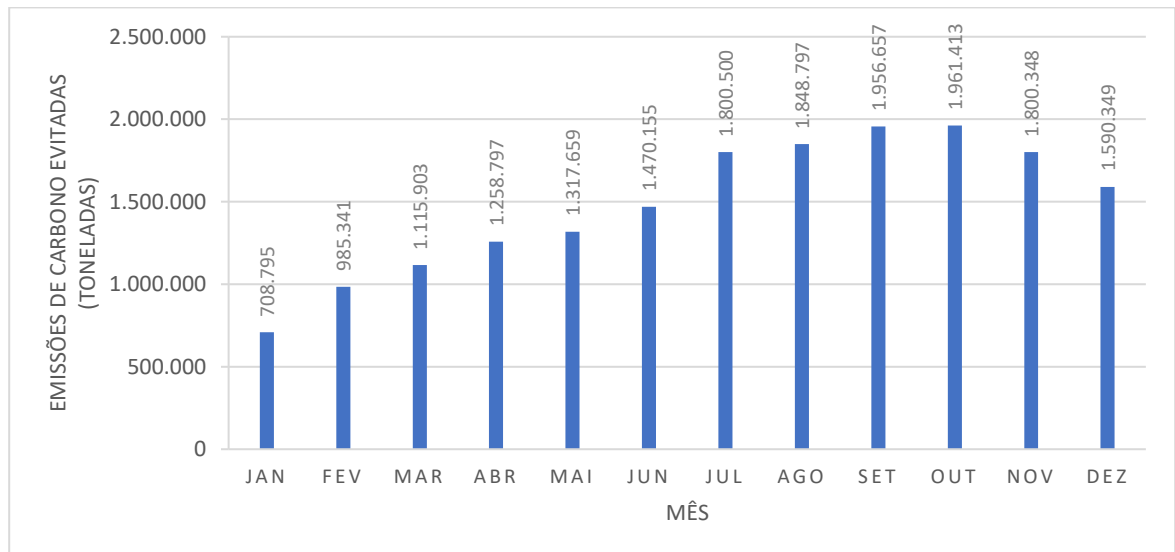


Figura 15: Emissões de carbono evitadas por mês em 2016 através da utilização de energia eólica

Fonte: ABEEólica (2016)

A tendência é que com o aumento da participação da energia eólica na matriz brasileira, maiores quantidades de dióxido de carbono e outros gases deixem de ser emitidas, colaborando tanto para que o país não aumente sua contribuição para as mudanças climáticas quanto para a saúde pública da população da região.

5.3 Desenvolvimento da infraestrutura local

Infraestrutura é essencial para o desenvolvimento econômico de uma região e inclui estradas, abastecimento de água, eletricidade, entre outras estruturas (SHEIKH et al., 2016). O

desenvolvimento da energia eólica no Nordeste apresenta uma característica importante: muitos projetos são desenvolvidos em comunidades com baixo desenvolvimento econômico e muitos gargalos estruturais. Por isso, existe uma grande possibilidade de contribuição do empreendimento para o desenvolvimento da infraestrutura local (MOREIRA et al., 2016).

Para analisar os impactos que a energia eólica pode ou já está causando na infraestrutura do Nordeste brasileiro, quatro subcritérios, apresentados na Figura 16, foram utilizados como guias para a pesquisa. Os próximos itens apresentam os resultados.

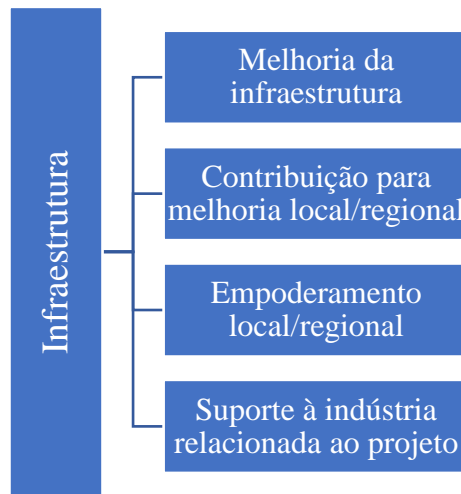


Figura 16: Subcritérios para avaliação do critério Desenvolvimento da infraestrutura local

5.3.1 Construção e reforma de estradas

Para que um parque eólico seja construído, é necessária uma infraestrutura mínima na região. Como mencionado, muitas localidades do Nordeste não têm infraestrutura básica, o que implica que para que as companhias consigam instalar o complexo, elas terão que desenvolver essa infraestrutura. Esses casos geram valor tanto para a companhia, que conseguirá concluir seu empreendimento, quanto para a comunidade, que poderá utilizar a infraestrutura gerada após a conclusão das obras do parque eólico.

O exemplo mais claro de tal situação é na construção e reforma de estradas. Grandes veículos têm que conseguir acessar o local onde será construído o parque eólico. Eles farão o transporte de equipamentos e materiais para a construção do parque e, por isso, é necessário que as estradas locais estejam em boas condições. Como essa não é a realidade da maioria dos municípios nordestinos, as empresas constroem, asfaltam ou reformam estradas na localidade

para viabilizar o transporte (CORREIO, 2017). Após o término da construção do complexo, o fluxo de veículos nas estradas irá diminuir, mas a infraestrutura rodoviária desenvolvida ainda poderá ser utilizada pelos moradores locais.

5.3.2 Segurança Energética

Uma das razões que motivaram a política de incentivo a fontes alternativas de energia elétrica foi a segurança energética. A matriz energética brasileira sempre foi altamente baseada na energia hidrelétrica, o que já resultou em risco de desabastecimento em períodos de seca.

A energia eólica, além de ajudar na diversificação da matriz energética, tem outra vantagem: a sua sazonalidade de produção na região nordeste é complementar ao regime hídrico (SILVA, 2016). Ou seja, nos períodos de seca, em que as usinas hidrelétricas diminuem sua produção, os parques eólicos apresentam seus picos de geração.

Para exemplificar, será feita uma análise da variação da produção. Como a energia eólica apresenta grande crescimento no país, ainda não é possível comparar variação na produção em diferentes meses de um mesmo ano no país. Em 2016, por exemplo, houve um aumento de 20,5% na capacidade instalada das usinas eólicas entre janeiro e dezembro daquele ano (ABEEÓLICA, 2016). Portanto, uma análise adequada para avaliar como a produção varia durante o ano, em consequência da variação no regime de ventos, é avaliar como a produção de uma única usina varia durante o ano escolhido. A Figura 17 mostra a produção mensal de energia elétrica na usina Guanambi 2LER, na Bahia, entre janeiro de 2015 e dezembro de 2016. Como pode ser observado, os meses de maior produção em cada ano foram julho, agosto, setembro e outubro, meses em que os reservatórios das hidrelétricas estão com baixo nível (SILVA, 2016).

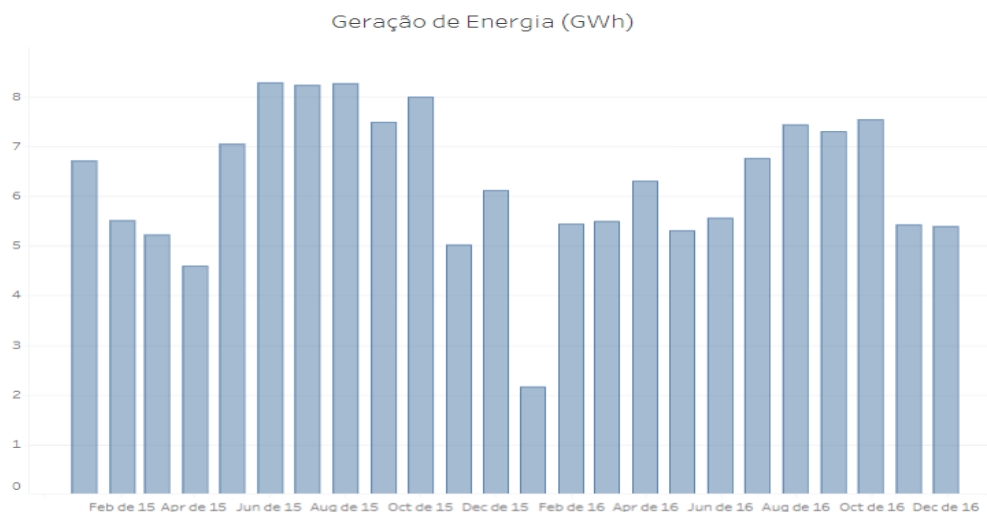


Figura 17: Geração mensal de eletricidade na usina Guanambi 2LER entre 2015 e 2016

Fonte: ONS (2017a)

5.3.3 Supercapacidade energética

Ao analisarmos a produção de energia elétrica gerada em parques eólicos, devemos ponderar as inúmeras vantagens e verificar se uma penetração extremamente alta é realmente benéfica para o sistema elétrico. Experiências de outros países mostram que uma alta penetração pode causar problemas. Como a energia eólica é uma fonte intermitente de energia, ao inseri-la no sistema elétrico, é necessário ter outra fonte, não intermitente, para suprir os consumidores, caso seja necessário. Esse fato cria um excesso de capacidade de fornecimento no sistema, e usinas podem ser subutilizadas, aumentando o preço da eletricidade para o consumidor final. A Espanha, por exemplo, viu o fator de capacidade de suas usinas tradicionais despencarem devido à alta penetração de fontes intermitentes (CAVADOS, 2015). A Tabela 4 detalha o problema.

Tabela 4: Fator de capacidade da matriz energética da Espanha em 2009

Fonte de geração	Capacidade instalada (GW)	Fator de capacidade (%)
Hidrelétrica	16,7	16,3%
Nuclear	7,7	78,2%
Carvão mineral	11,4	37,4%
Motores a óleo e a gás	3	38,0%
Turbinas a gás em ciclo combinado	23,1	40,6%
Outros	21,6	14,8%
Eólicas	18,7	22,3%

Fonte: (CAVADOS, 2015)

Um estudo elaborado por Jong et al. (2016) mensura que 65% seria a penetração máxima de energia eólica na região nordeste para que o sistema não seja prejudicado com a inserção dessa fonte. Projeções para 2020, que incluem o planejamento do Governo Federal, estimam que naquele ano os parques eólicos irão gerar cerca de 55% da energia consumida na região. Logo, há que se planejar futuras adições na região, visto que o limite ótimo estará próximo e adições maiores serão prejudiciais ao sistema. Há que se ressaltar que, caso a energia seja exportada para outras regiões, esse limite cresce, mas os custos de transmissão também aumentam. Portanto, estudos e planejamento serão essenciais para o crescimento sustentável da fonte eólica na região.

5.3.4 Aumento da confiabilidade de abastecimento na região

A confiabilidade no abastecimento de energia elétrica da região também melhorou com a instalação dos parques eólicos. O subsistema nordeste apresentava diversas interrupções na transmissão devido a queimadas que ocorrem em locais que conectam o subsistema a outros subsistemas do Brasil, os quais exportam energia para a região. O relatório elaborado por ABEEólica (2016), aponta que o aumento da geração via parques eólicos contribuiu para que o nordeste se tornasse menos energeticamente dependente de outras regiões, o que, por consequência, também contribuiu para que apagões locais causados por danos em linhas de interligação atingidas por queimadas também diminuíssem.

5.3.5 Melhorias pontuais

Além dos impactos já citados, também existem casos pontuais de contribuições de empresas de energia eólica para comunidades. Exemplos são a construção ou reforma de escolas, creches e centros profissionalizantes. Essas melhorias, geralmente acordadas entre a empresa e a população, visam entregar um benefício que gerará desenvolvimento local e será utilizado por todos na região (CORREIO, 2017).

5.4 Percepção pública

Energias renováveis, em geral, são vistas como benéficas à sociedade, pois contribuem para atingir a demanda energética e auxiliam na diminuição da emissão de carbono. No entanto, comunidades locais podem se sentir prejudicadas pela instalação de parques eólicos em sua região, o que gera um conflito entre o interesse global de uma sociedade e o interesse local da comunidade (BIDWELL, 2013). A percepção pública sobre um projeto é um fenômeno social baseado na opinião pública, cobertura midiática, embasamento cultural e na reputação do projeto. Ela pode ser baseada em fatos reais ou não e pode definir o sucesso ou fracasso de uma política

pública (SHEIKH et al., 2016). A percepção pública não afeta as comunidades apenas fisicamente ou economicamente. Esse fenômeno pode causar desconforto na população e conflitos entre os residentes e a empresa. Além disso, a percepção pública, negativa ou positiva, tem influência em projetos e políticas públicas futuras.

O estudo elaborado por Sheikh et al., (2016) indica 12 subcritérios para auxiliar na discussão sobre percepção pública. São eles: Estética; Impacto Visual; Conflito com a paisagem planejada; Interesses, valores e visão de mundo; Engajamento em políticas públicas; Sinergia com políticas de melhoria de qualidade de vida; Impacto no estilo de vida; Facilidade/conveniência de uso; Legado para futuras gerações; Benefícios sociais; Aceitação social; Impacto no valor das propriedades; Impacto no turismo. Para realizar a pesquisa, separamos o critério percepção pública em três categorias que englobam os doze subcritérios sugeridos. Essas categorias facilitaram a identificação e compreensão dos impactos, que são interligados e que, se divididos em doze subcategorias, fugiriam ao escopo do trabalho. O organograma da Figura 18 apresenta essas três categorias. Cada uma delas será discutida adiante.

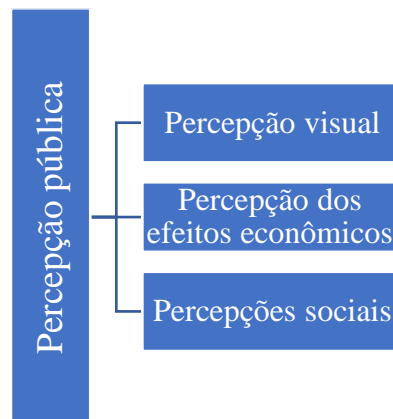


Figura 18: Categorias para avaliação do critério Percepção pública

5.4.1 Percepção visual

A percepção dos efeitos visuais é caracterizada em vários estudos como variável a ser analisada ao se estudar a percepção pública de uma comunidade (BIDWELL, 2013; SHEIKH et al., 2016; TERCIOTE, 2002). Os efeitos visuais do parque eólico podem influenciar no apoio ou rejeição ao projeto. A turbina eólica pode ser vista como símbolo de tecnologia e energia limpa ou de interferência na paisagem local (TERCIOTE, 2002). Segundo Cass e Walker (2009), o

parque eólico pode ser visto como uma ameaça à identidade local e à ligação que determinadas pessoas desenvolveram com paisagem local, o que leva à oposição de projetos.

No Nordeste, esse é um efeito principal que deve ser cuidadosamente analisado. Como muitas das instalações são feitas em praias e em regiões com dunas, paisagens as quais as comunidades têm grande relação, o impacto visual pode ser grande. Um exemplo de uma usina eólica construída em uma praia é apresentado na Figura 18. Em locais com dunas, também pode haver a remoção das mesmas. A depender da ligação da comunidade com o local, a insatisfação pode ser grande.



Figura 19: Usina eólica de Santa Mônica, localizada em uma praia no Ceará

Fonte: Obras (2017)

Outro impacto visual importante é o efeito *shadow flicker*. Esse efeito pode ser explicado como a sombra que as rotações das pás de uma turbina geram ao serem atingidas pelo sol. Como mostra a Figura 20, essas sombras são intercaladas com luz entre o espaço de uma pá e outra. Essa variação constante pode trazer desconforto para o ser humano caso ela atinja uma residência. Entretanto, há formas de minimizar ou até mesmo impedir a ocorrência deste efeito, como o correto design do complexo.

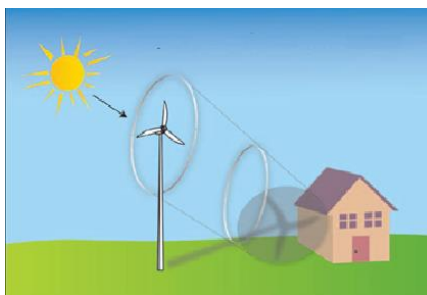


Figura 20: Representação do efeito shadow flicker

Fonte: adaptado de Altenergy (2017)

5.4.2 Percepção dos efeitos econômicos

Em uma pesquisa conduzida por Bidwell (2013), foi identificado que a percepção dos efeitos econômicos de um parque eólico, positivos ou negativos, é o que mais influencia no suporte ou resistência ao desenvolvimento de tais projetos. Entre os pontos envolvidos para a percepção de efeitos econômicos, está a expectativa de que o empreendimento irá contribuir para o desenvolvimento local (MOREIRA et al., 2016). Portanto, os impactos discutidos na seção 5.1 têm influência direta nessa análise.

Um efeito econômico importante gerado no sertão nordestino foi a valorização das terras. Muitas delas, consideradas de baixa produtividade, tiveram um aumento no valor do hectare devido ao potencial eólico apresentado (GOY, 2011). Já quando se analisa o produto interno bruto, foi possível identificar regiões com alta na atividade econômica e regiões onde o impacto foi neutro (BHATTACHARYA, 2016).

É também possível encontrar na literatura casos de comunidades que esperavam que a instalação do complexo eólico trouxesse melhorias estruturais para a região, mas que acabaram frustrados. Tais esperanças teriam sido fomentadas pelas empresas construtoras e não teriam sido efetivadas posteriormente. Uma investigação teria que ser realizada para comprovar ou não tais alegações, mas aqui fica claro como a percepção pública de um projeto pode trazer desconforto e indignação para uma comunidade. Já em outros casos, as comunidades apoiam os projetos pelas oportunidades financeiras que eles trouxeram (PEREIRA, 2015).

5.4.3 Percepções sociais

A categoria percepções sociais avalia como o parque eólico afeta o modo de vida das pessoas e a forma que elas veem o empreendimento. De forma geral, esse é uma categoria que é resultado de todos os critérios e subcritérios anteriores.

Quando analisamos a percepção dos benefícios sociais, é possível perceber que a comunidade cria grande expectativa sobre a empresa. Essa expectativa pode ser explicada pela cobertura midiática da construção de parques eólicos, altamente positiva, e pelo sentimento de que o vento é um bem público e, logo, todos deveriam ser beneficiados. Um caso interessante é da população da Praia de Xavier, localizada no litoral do Ceará, que não tinha acesso à energia elétrica. Um parque eólico foi construído na localidade em 2009, gerando energia para o estado. A comunidade, no entanto, continuou sem eletricidade. A conexão com a rede elétrica só foi

realizada em 2011, após disputas judiciais (GORAYEB et al., 2016). Apesar da empresa não ser responsável por fornecer o serviço de energia elétrica, a percepção social gerada na comunidade foi de que a mesma ignorou a sua existência, o que gerou conflitos (MENDES et al., 2015).

Outro impacto identificado foi a alteração no modo de vida das pessoas. A depender da localização do parque, a empresa pode restringir o acesso a certas regiões, como exemplificado na seção 5.1.4. Esses casos têm efeito não só na economia da população local, mas também em seu modo de vida, pois rotas e locais cotidianos já não podem mais ser utilizados.

6. Conclusão

Neste trabalho foram identificados os impactos sociais, positivos e negativos, que a introdução dos parques eólicos pode causar na região Nordeste brasileira. A análise desses impactos pode ser qualitativa ou quantitativa, a depender das características que estão sendo avaliadas. Foi verificado que apesar de a energia eólica trazer grandes benefícios para a sociedade em segurança energética, geração de empregos e redução da emissão de gases do efeito estufa, ela também pode gerar efeitos negativos, principalmente relacionados à comunidade do local de instalação do parque.

A responsabilidade de amplificar os impactos positivos e mitigar os efeitos negativos dos parques não é só das empresas. Os governos também devem atuar para aumentar as competências locais de forma a explorar o máximo que os novos empreendimentos têm a trazer para a região (INÁCIO et al., 2013). Existem trabalhos que apresentam caminhos para que o desenvolvimento sustentável tanto do parque quanto da comunidade ao seu redor seja atingido (GORAYEB e BRANNSTROM, 2016; GONZÁLEZ et al., 2017). A colaboração entre governo, empresas e comunidade, com o auxílio de estudos como esses, apresenta o potencial de trazer benefício mútuo para os envolvidos.

Também é necessário que os profissionais de engenharia, responsáveis pelo planejamento do parque eólico, fiquem cientes dos impactos que seus projetos têm na sociedade. Assim, espera-se que trabalhem em soluções para mitigar os seus efeitos.

É válido mencionar que novas pesquisas no Brasil precisam ser realizadas. Estudos indicam que parques eólicos afetam o clima e a precipitação da região em que estão instalados

(ZHOU et al., 2012; ROY e TRAITÉUR, 2010). Um efeito dessa magnitude, se comprovado, em uma região que já sofre com a seca, poderia trazer grandes malefícios para a população.

Por último, é necessário dizer que a instalação de parques eólicos sem a participação e a preocupação com a comunidade, além de potencialmente trazer impactos negativos para a população, também impede que futuramente essa comunidade explore esse recurso natural local (ventos) de uma forma que os beneficie, já que ele já estará sendo explorado.

Referências Bibliográficas

- ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil**. 2014. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo_Backup/Mapeamento da Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2017.
- ABEEÓLICA. **Boletim Anual de Geração Eólica 2016**. 2016. Disponível em: <http://www.abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2017/05/424_Boletim_Anual_de_Geracao_Eolica_2016_Alta.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.
- AKELLA, A.k.; SAINI, R.p.; SHARMA, M.p.. Social, economical and environmental impacts of renewable energy systems. **Renewable Energy**, [s.l.], v. 34, n. 2, p.390-396, fev. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2008.05.002>.
- ALTENERGY, Control. **Top 10 Checklist for the uninformed or misinformed person trying to ban small wind in their township**. Disponível em: <http://www.controlaltenergy.com/Wind_Myths.htm>. Acesso em: 30 out. 2017.
- ANDERSON, Jonathan O.; THUNDIYIL, Josef G.; STOLBACH, Andrew. Clearing the Air: A Review of the Effects of Particulate Matter Air Pollution on Human Health. **Journal Of Medical Toxicology**, v. 8, n. 2, p.166-175, 23 dez. 2011. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s13181-011-0203-1>.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Perdas de Energia**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/metodologia-distribuicao/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/perdas/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/revistas/-/asset_publisher/vQ3aqUEjUGIO/content/atlas-de-energia-eletrica-do-brasil/656835?inheritRedirect=false>. Acesso em: 20 out. 2017.
- BARBIERE, J. C.. Desenvolvimento sustentável regional e municipal: conceitos, problemas e pontos de partida. Administração, v. 1, 2000.
- BHATTACHARYA, Mita. The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. **Applied Energy**, v. 162, 2016, p. 733-741. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.104>.
- BIDWELL, David. The role of values in public beliefs and attitudes towards commercial wind energy. **Energy Policy**, v. 58, p.189-199, jul. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.010>.
- BORTOLETO, Elaine Mundim. A implantação de grandes hidrelétricas: desenvolvimento, discurso e impactos. **Geografares**, Vitória, n. 2, p.53-62, jun. 2001.

CALIXTO, Bruno. **Brasil ratifica o Acordo de Paris. E agora?** 2016. Disponível em: <<http://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2016/09/brasil-ratifica-o-acordo-de-paris-e-agora.html>>. Acesso em: 13 out. 2017.

CASS, Noel; WALKER, Gordon. Emotion and rationality: The characterisation and evaluation of opposition to renewable energy projects. **Emotion, Space And Society**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.62-69, jul. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.emospa.2009.05.006>.

CAVADOS, Gabriel de Azevedo. **Análise do impacto da introdução das fontes intermitentes no setor elétrico brasileiro: Estudo de caso da região Nordeste**. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Como os agentes se dividem**. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-participa/como_se_dividem?_adf.ctrl-state=8nyawx6ge_4&_afzLoop=325605910325687#!>. Acesso em: 14 nov. 2017.

CE-EÓLICA, Centro de Energia Eólica - Pucrs. **Perguntas Frequentes sobre Energia Eólica**. Elaborado por Pedro Rossi e Cássia de Oliveira sob supervisão de Jorge Alé. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/ce-eolica/faq.php?q=10>>. Acesso em: 09 nov. 2017.

CEPEL, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobras. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília: Cepel, 2001. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=atlas_eolico&>. Acesso em: 10 nov. 2017.

COLBY, W. David et al. **Wind turbine sound and health effects: an expert panel review**. Canada: Canadian Wind Energy Association, 2009.

CORREIO. Parques eólicos investem nos ‘vendedores de vento’ para aquecer economia na Paraíba. **Correio**. 17 jun. 2017. Disponível em: <<http://portalcorreio.com.br/parques-eolicos-investem-nos-vendedores-de-vento-para-aquecer-economia-na-paraiba/>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

COUNCIL, World Energy. **Energy Resources: Hydropower**. Disponível em: <<https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/hydropower/>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

COUTO, Lilia Caiado Coelho Beltrão. **Mensuração de impactos socioeconômicos de projetos energéticos renováveis no Brasil: um estudo de caso para a energia heliotérmica**. 2016. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

DAI, Kaoshan et al. Environmental issues associated with wind energy – A review. **Renewable Energy**, [s.l.], v. 75, p.911-921, mar. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.074>.

ENERGY, Eurus. **How Wind Power Works**. Disponível em: <<https://eurusenergy.com/wind/wind-power-education/generating-electricity/>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Balço Energético Nacional 2017: Relatório Síntese**. Rio de Janeiro: 2017. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese do Relatório Final_2017_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Síntese%20do%20Relatório%20Final_2017_Web.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2017.

FERREIRA, Welinton Conte. **Política de Conteúdo Local e Energia Eólica: A Experiência Brasileira**. 2017. 284 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

FOUNDATION, Wind Energy. **Wind energy and Work safety**. Disponível em: <<http://windenergyfoundation.org/safety/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

GIBSON, Felipe. 'O vento me dá dinheiro', diz dono de fazenda com torres de energia eólica. **G1**. 25 jan. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2015/01/o-vento-me-da-dinheiro-diz-dono-de-fazenda-com-torres-de-energia-eolica.html>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

GLOBO, O. Alemanha decide fechar usinas nucleares até 2022. **O Globo**. 30 jun. 2011. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/mundo/alemanha-decide-fechar-usinas-nucleares-ate-2022-2764265>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

GONZÁLEZ, Mario Orestes Aguirre; GONÇALVES, Joeberson S.; VASCONCELOS, Rafael M.. Sustainable development: Case study in the implementation of renewable energy in Brazil. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 142, p.461-475, jan. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.052>.

GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. Toward participatory management of renewable energy resources (Wind-farm) in Northeastern Brazil. **Mercator**, [s.l.], v. 15, n. 01, p.105-115, 26 mar. 2016. Mercator - Revista de Geografia da UFC. <http://dx.doi.org/10.4215/rm2016.1501.0008>.

GORAYEB, Adryane et al. Definição dos terrenos de Marinha como orientação para a implantação de políticas compensatórias em áreas impactadas por projetos de energia eólica no litoral Nordeste do Brasil. *Casa da Geografia de Sobral, Fortaleza*, v. 18, n. 2, p.36-55, jun. 2016.

GOY, Leonardo. ESPECIAL-Energia eólica agita mercado imobiliário no Nordeste. **Reuters**. Brasília, 30 nov. 2011. Disponível em: <<https://br.reuters.com/article/businessNews/idBRSPE7AT0DZ20111130>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

HUESCA-PÉREZ, María Elena; SHEINBAUM-PARDO, Claudia; KÖPPEL, Johann. Social implications of siting wind energy in a disadvantaged region – The case of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 58, p.952-965, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.310>.

INÁCIO, Raoni de Oliveira et al. Desenvolvimento Regional Sustentável: abordagens para um novo paradigma. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 24, p.6-40, set. 2013.

IPCC. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2017.

JONG, Pieter de et al. Integrating large scale wind power into the electricity grid in the Northeast of Brazil. **Energy**, [s.l.], v. 100, p.401-415, abr. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.026>.

KUPFER, David et al. **Avaliação das Perspectivas de Desenvolvimento Tecnológico para a Indústria de Bens de Capital para Energia Renovável (PDTS-IBKER): Relatório de Pesquisa**. [s.i.]: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2012. 328 p. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/PDTS_relatorio_de_pesquisa-rev01.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2017.

LIMA, Fátima; FERREIRA, Paula; VIEIRA, Filipa. Strategic impact management of wind power projects. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [s.i.], v. 25, p.277-290, set. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.010>.

LELIEVELD, J. et al. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. **Nature**, [s.l.], v. 525, n. 7569, p.367-371, 16 set. 2015. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/nature15371>

MASTERS, Gilbert M.. **Renewable and efficient electric power systems**. 2. ed. [s.i.]: John Wiley & Sons, Inc., 2013.

MEIRELES, Flávio. Expansão da produção de energia eólica gera protestos no litoral do Piauí. **Cidade Verde**. Tirar, 13 mar. 2015. Disponível em: <<https://cidadeverde.com/noticias/187823/expansao-da-producao-de-energia-eolica-gera-protestos-no-litoral-do-piaui>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

MENDES, Jocicléia de Sousa; GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. Diagnóstico participativo e cartografia social aplicados aos estudos de impactos das usinas eólicas no litoral do Ceará: o caso da praia de xavier, camocim. **Geosaberes**, [s.i.], v. 6, n. 3, p.230-242, jul. 2015. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/seer/index.php/geosaberes/article/viewArticle/510>. Acesso em: 15 nov. 2017.

MOREIRA, Roseilda Nunes et al. Sustentabilidade e energia eólica: percepções comunitárias no interior do Ceará - Brasil. **Colóquio: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 14, n. 1, p.79-97, jan. 2016.

OBRAS, Info. **Usina Eólica de Santa Monica**. Disponível em: <<http://www.info-obras.com/ads/usina-eolica-de-santa-monica/>>. Acesso em: 30 out. 2017.

OLIVEIRA NETO, Calisto Rocha; LIMA, Elaine Carvalho. MERCADO EÓLICO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL: PERSPECTIVAS DE FORMAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA EÓLICA MOTRIZ PARA O NORDESTE BRASILEIRO. **Revista Orbis Latina**, Foz do Iguaçu, v. 6, n. 2, p.129-153, dez. 2016.

ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Histórico da Operação**: Geração de energia. 2017a. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/geracao_energia.aspx>. Acesso em: 05 out. 2017.

ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Sistema de Transmissão**: Horizonte 2017. 2017b. Disponível em: <<http://ons.org.br/pt/paginas/sobre-o-sin/mapas>>. Acesso em: 11 out. 2017.

PAULISTA, G et al. Espaço emocional e indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, p.185-200, out. 2008.

PEREIRA, Renée. Nordeste é a nova fronteira elétrica. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, p. B6. 11 jan. 2015. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,nordeste-e-a-nova-fronteira-eletrica,1618149>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

PSR. **Ampliação do Mercado Livre de Energia Elétrica**. 2017. Preparado para ABRACEEL. Disponível em: <http://www.abraceel.com.br/archives/files/PSR_Abraceel_Ampliacao-Mercado-Livre-Energia-Eletrica_Final.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2017.

RAGHEB, M. **Safety of Wind Systems**. 2016. Disponível em: <[http://www.ragheb.co/NPRE475 Wind Power Systems/Safety of Wind Systems.pdf](http://www.ragheb.co/NPRE475%20Wind%20Power%20Systems/Safety%20of%20Wind%20Systems.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2017.

ROY, Somnath Baidya; TRAITTEUR, Justin J.. Impacts of wind farms on surface air temperatures. **PNAS**, S.i, v. 107, n. 42, p.17899-17904, 19 out. 2010.

SACHS, I. **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SHEIKH, Nasir J.; KOCAOGLU, Dundar F.; LUTZENHISER, Loren. Social and political impacts of renewable energy: Literature review. **Technological Forecasting And Social Change**, [s.l.], v. 108, p.102-110, jul. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.04.022>.

SILVA, Leilton Cavalcanti da et al. IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICO NO BRASIL. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXV., 2015, Fortaleza. **Anais... . ABEPRO**, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_222_27524.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

SILVA, Rodrigo Corrêa da; NETO, Ismael de Marchi; SEIFERT, Stephan Silva, Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 59, 2016,p.328-341. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.001>.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Socio-economic Benefits of Wind Power in Brazil. **Journal Of Sustainable Development Of Energy, Water And Environmental Systems**, V. 1, I. 1, p.27-40, 2013.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, v. 31, p.83-90, mar. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.046>.

TERCIOTE, Ricardo. A energia eólica e o meio ambiente.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. **Proceedings online...** Available from: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100002&lng=en&nrm=abn>. Access on: 11 Nov. 2017.

UNFCCC. **Status of Ratification of the Kyoto Protocol**. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php>. Acesso em: 16 nov. 2017.

WANG, Shifeng; WANG, Sicong. Impacts of wind energy on environment: A review. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 49, p.437-443, set. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.137>.

WILLIAMS, Diarmaid. Collapse of wind turbine under investigation. **Power Engineering International**. 01 mar. 2017. Disponível em: <http://www.powerengineeringint.com/articles/2017/01/collapse-of-wind-turbine-under-investigation.html>>. Acesso em: 30 out. 2017.

XUE, Bing et al, A life cycle co-benefits assessment of wind power in China. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, 2015, p. 338-346, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.056>.

ZHOU, Liming et al. Impacts of wind farms on land surface temperature. **Nature Climate Change**, [s.l.], p.539-543, 29 abr. 2012. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1505>.

ZHOURI, Andréa; OLIVEIRA, Raquel. Desenvolvimento, Conflitos Sociais e Violência no Brasil Rural: o caso das usinas hidrelétricas. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. , n. 2, p.119-135, jul-dez 2007.