

Universidade Federal de Santa Catarina

Campus Araranguá

DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE ENERGIA

**A ZONA ECONÔMICA EXCLUSIVA BRASILEIRA E OS PARQUES
EÓLICOS OFFSHORE: ASPECTOS LEGAIS**

William Hornburg Santestevan

Araranguá

2019

William Hornburg Santestevan

**A ZONA ECÔNOMICA EXCLUSIVA BRASILEIRA E OS PARQUES
EÓLICOS OFFSHORE: ASPECTOS LEGAIS**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação
em Engenharia de Energia do Centro de
Tecnologia e Saúde Araranguá da
Universidade Federal de Santa Catarina

Orientador: Prof. Dr. Carla de Abreu
D'Aquino

Araranguá

2019

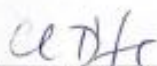
WILLIAM HORNBURG SANTESTEVAN

**A ZONA ECONÔMICA EXCLUSIVA BRASILEIRA E OS PARQUES
EÓLICOS OFFSHORE: ASPECTOS LEGAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à Universidade Federal de
Santa Catarina, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Engenheiro(a) de Energia.

Araranguá, 06 de dezembro de 2019.

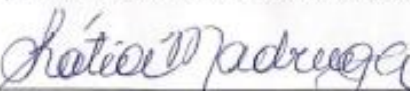
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Carla de Abreu D'Aquino (Orientadora)
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Giuliano Arns Rappinelli
Universidade Federal de Santa Catarina



Profa. Dra. Kátia Cilene Rodrigues Madruga
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Marcos e Venir, e meu irmão, Vinicius, pelo amor e todo suporte dado nesta etapa de minha vida.

A minha orientadora, Prof. Carla, por todo conhecimento e tempo dividido comigo.

A todos os meus amigos que sempre me apoiaram e estavam ao meu lado durante está jornada, principalmente aos amigos: Alex (Tim), Arieli, Daniel, Danilo, Guilherme (Miguxo), Gabriel (Meda), Gabriel (Painho), José Francisco e Mateus (Gaúcho).

Aos meus amigos do laboratório que trouxeram ânimo para enfrentar o final do curso, em especial: Jaymara e Larisse.

Aos meus amigos de longa data, pela amizade que vai além da distância, particularmente para: Janson, Joseph e Leonardo.

“Do you have the time to listen to me whine
About nothing and everything all at once?”

(Basket Case, Green Day)

Resumo

O crescimento da geração eólica *offshore* em países como Inglaterra, China e Estados Unidos da América, mostra que essa forma de geração de energia é competitiva e tem potencial de crescimento. O potencial de geração eólica na plataforma continental brasileira já foi analisado, mas antes que essa forma de geração de energia comece a ser explorada no país, são necessários estudos sobre a regulamentação da atividade perante os órgãos governamentais. Uma vez que a implantação de turbinas eólicas no mar pode causar conflitos com outros setores, tais como: pesca, transporte, defesa, turismo e meio ambiente. Este trabalho utilizou a revisão bibliométrica como base para compreender a situação atual da energia eólica *offshore* no país e no mundo. Também foi realizada uma análise SWOT para determinar os pontos de interesse dessa tecnologia, para assim entender melhor o que deve ser evitado ou melhorado. Com uma análise da legislação brasileira em vigor de vários setores que utilizam o mar, foram feitas sugestões para concessão de áreas na plataforma continental brasileira para geração eólica, evitando possíveis conflitos com outras atividades realizadas no local.

Palavras-chave: Energia Eólica, *Offshore*, Concessão de Área, SWOT.

Abstract

With the growth of offshore wind generation in countries such as England, China and the United States of America, it is believed that this form of energy generation is competitive and has potential for growth. The potential of wind generation in the Brazilian continental shelf has already been analyzed, but before this form of energy generation begins to be explored in the country, studies on the regulation of the activity before the government agencies are necessary. Since the deployment of wind turbines at sea can cause conflicts with other sectors such as fishing, transportation, defense, tourism and the environment. This work used the literature review as a basis to comprehend the current situation of offshore wind energy in the country and around the world. A SWOT analysis was also performed to determine the points of interest of this technology to better understand what should be avoided or improved. With an analysis of the legislation in force of various sectors that uses the sea in Brazil, suggestions were made for concession of areas in the Brazilian continental shelf for wind generation, avoiding possible conflicts with other activities carried out on the site.

Keywords: Wind Energy, Offshore, Grant Area, SWOT.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. JUSTIFICATIVA.....	13
1.2. PERGUNTA DA PESQUISA.....	13
1.3. OBJETIVO GERAL	13
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2. METODOLOGIA	14
2.1. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	15
2.2. ANÁLISE SWOT	16
3. RESULTADOS	16
3.1. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	16
3.2. ANÁLISE SWOT	21
3.2.1. Pontos Fortes	22
3.2.2. Pontos Fracos.....	27
3.2.3. Oportunidades.....	32
3.2.4. Ameaças.....	36
3.2.5. Considerações à análise SWOT.....	37
3.3. DISCUSSÃO DAS NORMAS	38
3.3.1. Licenciamento Ambiental	38
3.3.2. Procedimentos para Exploração do Petróleo no Mar	39
3.3.3. Procedimento para Aquicultura.....	40
3.3.4. Parâmetros Limitantes	41
3.3.5. Projeto de Lei 11247/2018	41
4. CONCLUSÕES	42
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	44

Lista de Figuras

Figura 1. Esquema sobre os processos realizados.	15
Figura 2. Gráfico de artigos e citações por ano.	18
Figura 3. Gráfico de número de artigos por país.	20
Figura 4. Representação da interligação de artigo feitas na pesquisa.	21
Figura 5. Intensidade do vento na costa brasileira e densidade de potência do vento. .	23
Figura 6. Potência estimada de geração eólica na costa do Brasil.	24
Figura 7. Ilustrações sobre velocidade e densidade de potência do vento no mar brasileiro.	25
Figura 8. Geração anual de energia através da eólica offshore.	33
Figura 9. Ilustração do consumo elétrico no Brasil.	34

Lista de Tabelas

Tabela 1. Número de artigos encontrados em cada base de dados considerando as diferentes combinações de palavras-chave.....	17
Tabela 2. Análise SWOT da energia eólica offshore.	21

1. INTRODUÇÃO

A demanda energética mundial cresceu muito nas últimas décadas e a tendência é que esse crescimento continue por um bom tempo. Com isso se viu necessário melhorar os processos da geração de energia já utilizados e analisar novos métodos de geração. O Brasil para melhor se preparar para o futuro utiliza um documento que é elaborado todo ano pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) chamado de Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), com objetivo de indicar perspectivas de expansão do setor elétrico no horizonte de 10 anos (EPE, [s.d.]).

No PDE 2027 foi indicado que uma das fontes energéticas que mais crescerá no país é a geração eólica, indo de 13.624 MW em 2018 para 26.672 MW em 2027, um crescimento de cerca de 95%. Este grande aumento se dá pela consolidação desta fonte energética e uma ambição do governo brasileiro de incentivar a geração energética por fontes alternativas renováveis, em detrimento de fontes baseadas em combustíveis fósseis, e assim reduzir as emissões de dióxido de carbono. Contudo, até os dias de hoje este aproveitamento no Brasil se dá apenas em terra (*onshore*), um cenário bem diferente comparando com a Inglaterra, que já possui vários parques eólico no mar, e dispõe de uma política bem estabelecida de expansão da geração eólica instalada no mar (*offshore*) (TOKE, 2011).

Um dos motivos da Inglaterra ter tantas expectativas nesta tecnologia é que no mar se encontra ventos mais fortes e menos turbulentos, permitindo instalação de projetos maiores e mais ousados. Outro fato importante a se comentar é que o país é uma ilha, onde há uma grande competição por terra, encarecendo valores de propriedades e tornando problemas sociais atrelados a geração eólica, como ruídos e interferência magnética, relevantes na aprovação de novos projetos (DAMASCENO et al., 2018).

No Brasil o crescimento da geração eólica (*onshore*) não apresenta tantos empecilhos, por causa da grande quantidade de terra que o país possui. Entretanto, os melhores ventos estão situados na zona costeira, a qual é um ambiente único, protegido pela Constituição Federal, artigo 225. Sendo também, o local onde se concentra maior parte da população brasileira, e conseqüentemente a competição por terra e os problemas sociais se tornam expressivos. Fazendo com que uma análise da geração eólica *offshore* no Brasil seja interessante como nova medida a ser tomada.

A primeira turbina eólica *offshore* foi instalada no ano de 1990 em Nogersund, Suécia (DA et al., 2011), e o primeiro parque eólico comercial *offshore* foi estabelecido em Vindeby, Dinamarca, em 1991. Contudo, o primeiro parque eólico no mar não utilizou turbinas específicas para o local, utilizando as mesmas turbinas que eram usadas comercialmente em terra. O aprendizado adquirido pelo primeiro projeto foi grande, fazendo com que o segundo projeto dinamarquês já utilizasse turbinas específicas (STENTOFT; NARASIMHAN; POULSEN, 2016).

Para que haja a implementação de parques eólicos na zona costeira brasileira é necessário que sejam superados empecilhos relevantes. Um deles é custo total do projeto, que quando comparando com projetos similares executados em terra firme são mais caros e necessitam de uma maior manutenção.

Uma vantagem que o Brasil possui é ter uma plataforma continental rasa e comprida (TESSLER; GOYA, 2005), especialmente no sul do país, condição essa que barateia o custo de implementação e facilita na manutenção de geradores eólicos no mar.

É possível argumentar que a inexistência de investimentos no setor eólico marítimo brasileiro pode ocorrer por impedimentos, mesmo que indiretos, na legislação vigente. Distintamente do setor petrolífero *offshore*, atualmente, não existe uma legislação própria para a exploração de projetos eólicos no mar. Essa é uma questão intrinsecamente relacionada ao conceito de segurança jurídica, que pode ser definida como “garantia de estabilidade e de certeza dos negócios jurídicos, de sorte que as pessoas saibam de antemão que, uma vez envolvidas em determinada relação jurídica, está se mantêm estável” (BLOCH, 2018).

O presente trabalho analisa um dos desafios enfrentados pelo Brasil que é a elaboração de uma legislação que permita a destinação de áreas para exploração da energia eólica *offshore*, evitando conflitos de uso com outros setores e garantindo a preservação dos recursos naturais oceânicos. O trabalho se torna importante uma vez que foi encontrado uma baixa quantidade de artigos científicos nacionais sobre o tema.

1.1. JUSTIFICATIVA

O fato de o Brasil possuir bons ventos na costa, com velocidade média em torno de 8,53 m/s (DANTAS; LUIS DA; LEITE, 2008), e que há vários exemplos bem-sucedidos em alguns países, que em suas matrizes elétricas a geração eólica *offshore* faz grande participação, ressalta uma importância de o Brasil analisar o potencial dessa forma de geração e seus possíveis incentivos. Sabendo que o Brasil possui uma enorme e pouco explorada zona econômica exclusiva e ter maior concentração populacional no litoral, demandando grande quantidade de energia, a implementação de aerogeradores nesta zona geraria uma segurança energética pela diversificação da matriz elétrica, juntamente com uma geração relativamente próxima aos grandes centros urbanos.

Na plataforma continental, que faz parte da zona econômica exclusiva, há uma diversidade de atividades já regulamentadas, como por exemplo: transporte marítimo, pesca, turismo, exploração de petróleo e defesa. Estas atividades podem entrar em conflito com a geração eólica *offshore*, fazendo com que seja necessário o desenvolvimento de normas para melhor adequar esta forma de geração.

Utilizando como base a legislação das atividades que são empregadas na zona econômica exclusiva brasileira, principalmente a exploração do petróleo e a maricultura. Este trabalho espera contribuir para apontar soluções quanto a desafios de implementação da geração eólica no mar. Soluções as quais evitariam os conflitos por área e acelerariam os trâmites legais para implantação.

1.2. PERGUNTA DA PESQUISA

Quais são as normas necessárias para implementação da geração eólica *offshore* no Brasil?

1.3. OBJETIVO GERAL

Analisar a legislação brasileira quanto a regulamentação de normas que regem geração eólica *offshore* para propor soluções para a concessão de áreas na zona econômica exclusiva brasileira.

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão sistemática sobre o tema de concessão de áreas para a geração eólica *offshore*;
- Avaliar como é feito a concessão de áreas para a exploração de petróleo e maricultura na zona econômica exclusiva brasileira;
- Verificar as normas vigentes sobre a geração eólica *offshore* de países que já a utilizam esta forma de geração;
- Analisar a situação do país quanto energia eólica *offshore*;

2. METODOLOGIA

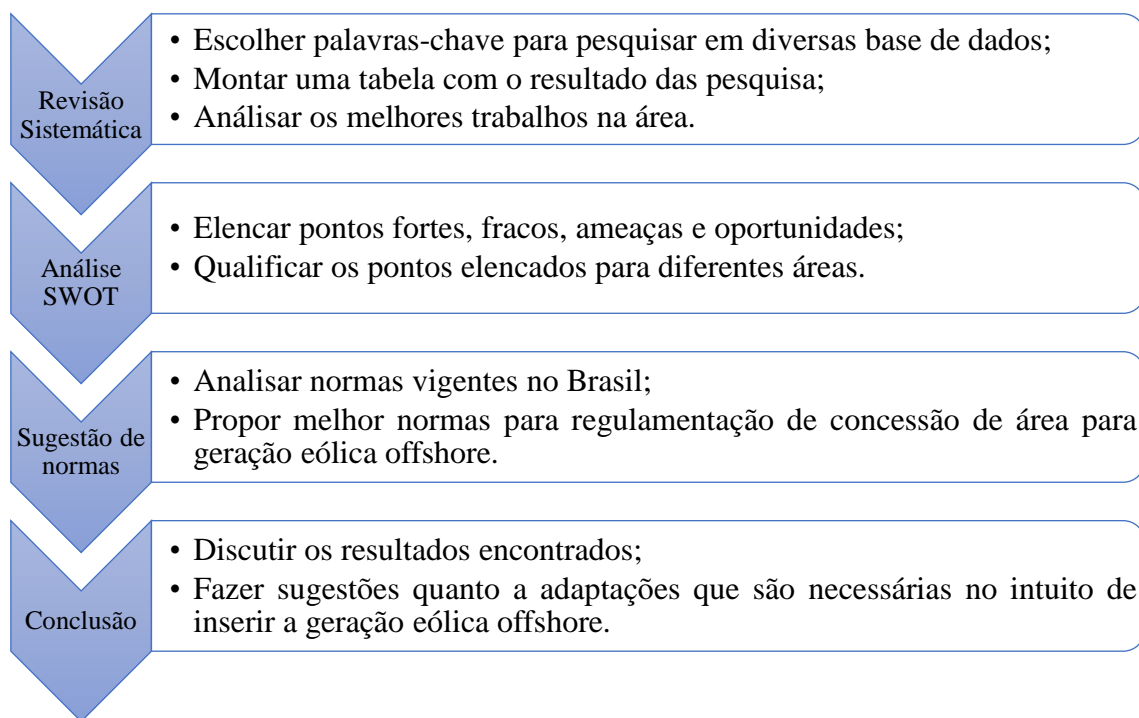
A metodologia utilizada neste trabalho foi descritiva e qualitativa. Inicialmente foi realizado uma revisão sistemática dando um enfoque na concessão de áreas para a geração eólica *offshore*.

Em seguida foi aplicado a análise SWOT, que possibilita a percepção de variáveis controláveis e incontroláveis para auxílio na tomada de decisões da inserção desta tecnologia. Tem-se que a sigla SWOT como a abreviação das palavras em inglês: *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças).

Posteriormente fez-se necessário discutir toda a informação encontrada, para assim poder fazer conclusão quanto a sugestões a serem dadas para concessão de área para a geração eólica *offshore* no Brasil.

A Figura 1 apresenta um fluxograma que resume as etapas metodológicas do trabalho, que representa os principais processos realizados na seta azul, e ao lado de cada tópico há uma breve explicação do que foi feito.

Figura 1. Esquema sobre os processos realizados.



Fonte: Autor.

2.1. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

A revisão sistemática consiste em um método de síntese de evidências que avalia criticamente e interpreta todas as pesquisas relevantes disponíveis para uma questão particular (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). Para tal revisão foram utilizadas as seguintes palavras-chaves em português e suas traduções em inglês:

- Energia Eólica;
- *Offshore*;
- Concessão de Área;
- *Wind Energy*;
- *Concession Area*;
- *Grant Area*;
- *Area*.

Com as palavras-chaves foi possível quantificar o número de artigos em cada base de dados utilizando as diferentes combinações de palavras-chaves. As combinações foram feitas entre as palavras de mesmo idioma, exceto a palavra-chave “*offshore*”, que

foi utilizada com palavras em inglês e em português, pelo fato de ser mais representativa no tema que sua tradução em português “no mar”.

Utilizando as palavras-chave sozinhas obteve-se uma grande quantidade de resultados, especialmente nas bases de dados *IEEE* (31172 artigos) e *Web of Science* (84286 artigos). Como o interesse é a concessão de área para a geração eólica *offshore*, determinou 4 combinações distintas com as palavras-chave. Posteriormente, foi utilizado o software VosViewer para visualização dos resultados e relações entre artigos em relação as citações e os autores, sintetizando os resultados da análise bibliométrica.

2.2. ANÁLISE SWOT

Análise SWOT ou Análise FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) (em português) é uma ferramenta utilizada para fazer análise de cenário, sendo usada como base para gestão e planejamento estratégico de uma corporação ou empresa, mas podendo, ser utilizada para qualquer tipo de análise de cenário (NIȚĂ, 2015).

O método SWOT foi aplicado para verificar os pontos positivos e negativos da geração eólica *offshore* no Brasil. Segundo Sparemberger e Zamberlan (2008) sua utilização possibilita o melhoramento dos pontos fortes e a redução da intensidade de pontos fracos, aproveitando oportunidades e protegendo-se contra ameaças. Assim, a análise SWOT possibilita a percepção de variáveis controláveis e incontrolláveis para auxílio na tomada de decisões. Os pontos foram sumariados em uma tabela para facilitar a visualização e discutidos posteriormente.

3. RESULTADOS

3.1. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

A Tabela 1 apresenta as combinações de palavras utilizadas na análise bibliométrica, 3 delas tiveram uma quantidade muito pequena de artigos publicados. Toda via uma associação teve uma quantidade de artigos fascinante (*Wind Energy + Offshore*

+ *Area*), com 268 artigos na base de dados *Web of Science*. O aprofundamento dessa combinação então foi feito e será discutido nos tópicos seguintes

Tabela 1. Número de artigos encontrados em cada base de dados considerando as diferentes combinações de palavras-chave.

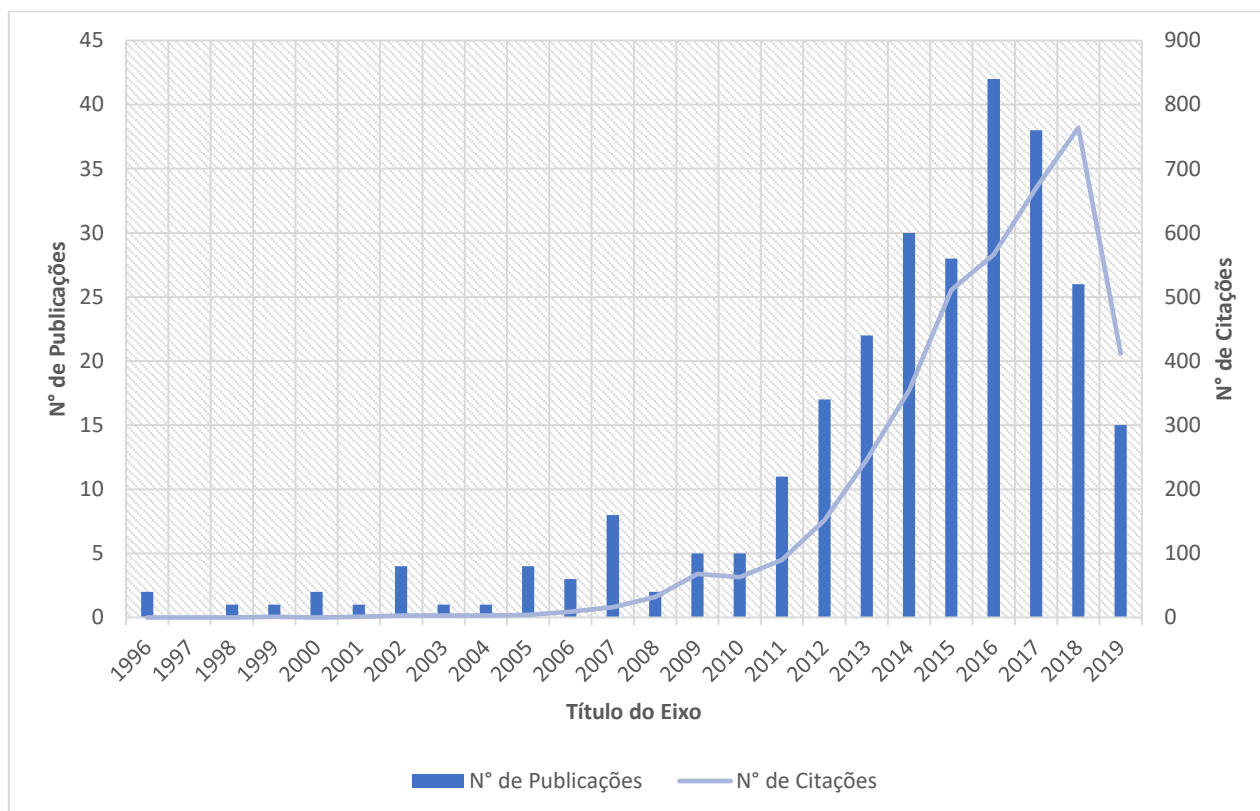
PALAVRAS-CHAVE	BASE DE DADOS					
	CAPES	BDTD	IEEE	OASIS BR	SCIELO	WEB of SCIENCE
ENERGIA EÓLICA	887	802	0	1862	141	4
<i>WIND ENERGY</i>	424	934	31172	2245	367	84289
ENERGIA EÓLICA + OFFSHORE	23	26	0	73	2	0
<i>WIND ENERGY + OFFSHORE</i>	16	32	1802	156	5	2074
ENERGIA EÓLICA + OFFSHORE + CONCESSÃO DE ÁREA	0	1	0	1	0	0
<i>WIND ENERGY + OFFSHORE + CONCESSION AREA</i>	0	0	0	0	0	0
<i>WIND ENERGY + OFFSHORE + GRANT AREA</i>	0	1	0	8	0	0
<i>WIND ENERGY + OFFSHORE + AREA</i>	5	29	194	100	2	268

Fonte: Autor.

A Figura 2, apresenta a variação temporal das citações e do número de publicações na área da base de dados *Web of Science*. Nota-se que está havendo um aumento do número de artigos e citações no tema, principalmente a partir do ano de 2011. Outros anos a serem destacados são os anos de 2016, por ter a maior quantidade de artigos publicados, com 42 artigos, e o ano de 2018, pelo fato de ter a maior quantidade de citações com 764 citações. No ano de 2017 teve uma diminuição no número de artigos

publicados que foi sucedido por outra queda no ano seguinte, essa diminuição pode ser reflexo da consolidação desta forma de geração de energia na União Europeia, mudando o enfoque dos artigos no tempo.

Figura 2. Gráfico de artigos e citações por ano.



Fonte: Autor.

Os artigos mais antigos publicados sobre o tema são de 1996, de acordo com a combinação de palavras escolhidas. Um deles, *Coastal wind speed modelling for wind energy applications* (BARTHELMIE; PALUTIKOF, 1996b), fala sobre modelos para estimar a velocidade do vento na costa. Destaca-se sobre esse artigo a dificuldade de medir a velocidade e direção do vento no mar, pelo fato de haver poucas estações fixas e em embarcações para fazer tais medições. Esse problema é menor nos dias de hoje pelo fato de existir modelos mais precisos para estimar o vento e haver a possibilidade de utilizar boias, radares, lasers e até satélites para obter dados precisos (TESSLER; GOYA, 2005).

O outro artigo publicado no mesmo ano, *Offshore wind energy in the world context* (BARTHELMIE; PALUTIKOF, 1996a), levanta dados sobre a energia eólica *offshore*, como projetos em operação e potencial de implementação em diversos países.

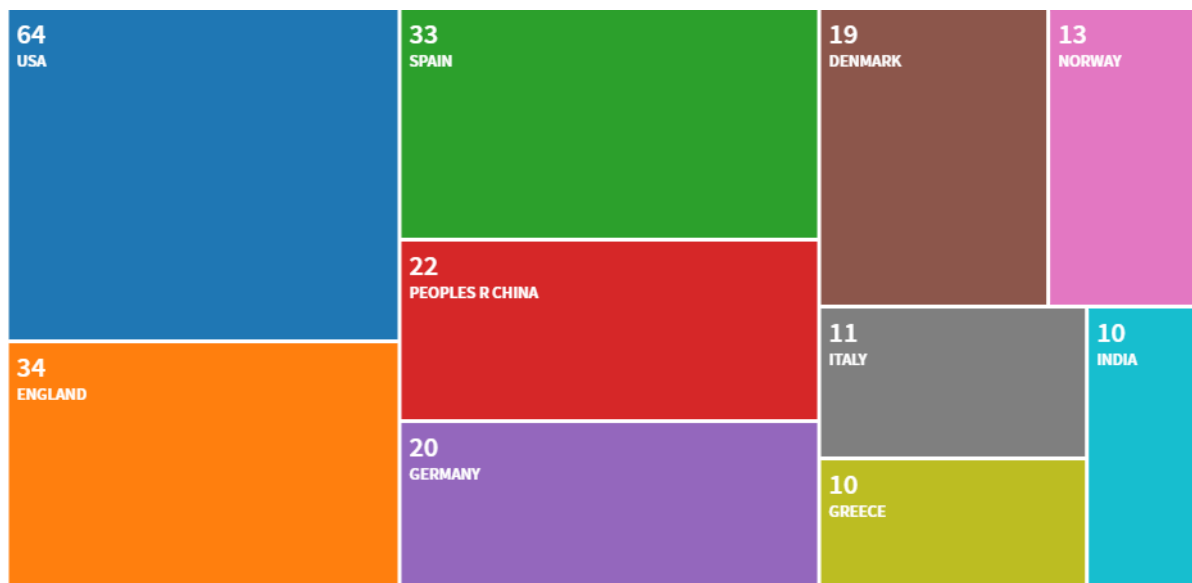
Comenta também que todos os projetos têm potência instalada de pouco mais de 12,2 MW e se encontram apenas no norte Europeu, mas que no futuro essa tecnologia deve se expandir para o mediterrâneo e mares na China. Olhando para o momento presente, veremos que os locais que essa tecnologia prosperou foram na China, norte Europeu e Estados Unidos da América, e a geração de energia atual é de cerca de 65.8 TWh segundo IEA – *International Energy Agency* (HEYMI, 2019).

O último artigo publicado analisado foi em junho de 2019, *Recycling offshore wind farms at decommissioning stage* (TOPHAM et al., 2019), que fala sobre a preocupação da chegada do fim da vida útil de um parque eólico *offshore*. Comentando que 4 parques eólica *offshore* já foram descomissionados e outros 5 precisarão ser até o ano de 2020, isso mostra que essa tecnologia evolui muito. Preocupações com o fim da vida útil levam a crer que este método de geração de energia é viável, e compete com outras formas de geração de energia, pelo fato de haver um aumento cada vez maior da potência instalada ao redor do mundo.

Utilizando as ferramentas que a base de dados *Web of Science* disponibiliza pode-se identificar a origem dos artigos publicados, conforme a Figura 3, na qual destaca-se:

- O país que mais publicou no assunto é os Estados Unidos da América, com 64 publicações, isso condiz com o início da inserção desta tecnologia no país, com projetos já em operação com o projeto *Block Island Wind Farm no estado de Rhode Island* (GILBERT et al., 2019);
- O local que mais utiliza a geração eólica *offshore* é no norte da Europa, e somando as publicações de origem destes países que se encontra neste local (Inglaterra, Espanha, Alemanha, Dinamarca, Noruega, Escócia, Holanda, França e Bélgica e Irlanda), temos um total de 146 publicações;
- Um país que está crescendo a geração eólica *offshore* é a China, que está em quarto lugar de mais publicações, com 23 publicações;
- Na posição de número 22 na lista de países que mais publicaram se encontra o Brasil, com 3 publicações. Conforme o 1º *Workshop de Energia Eólica Offshore e Energias Renováveis do Oceano* (“1º Workshop de Energia Eólica Offshore e Energias Renováveis do Oceano”, 2019) no país ainda não há nenhum projeto em operação, contudo existem 3 projetos em fase de licitação. Sendo um dos desafios enfrentados por esta tecnologia no Brasil é uma regulamentação própria.

Figura 3. Gráfico de número de artigos por país.

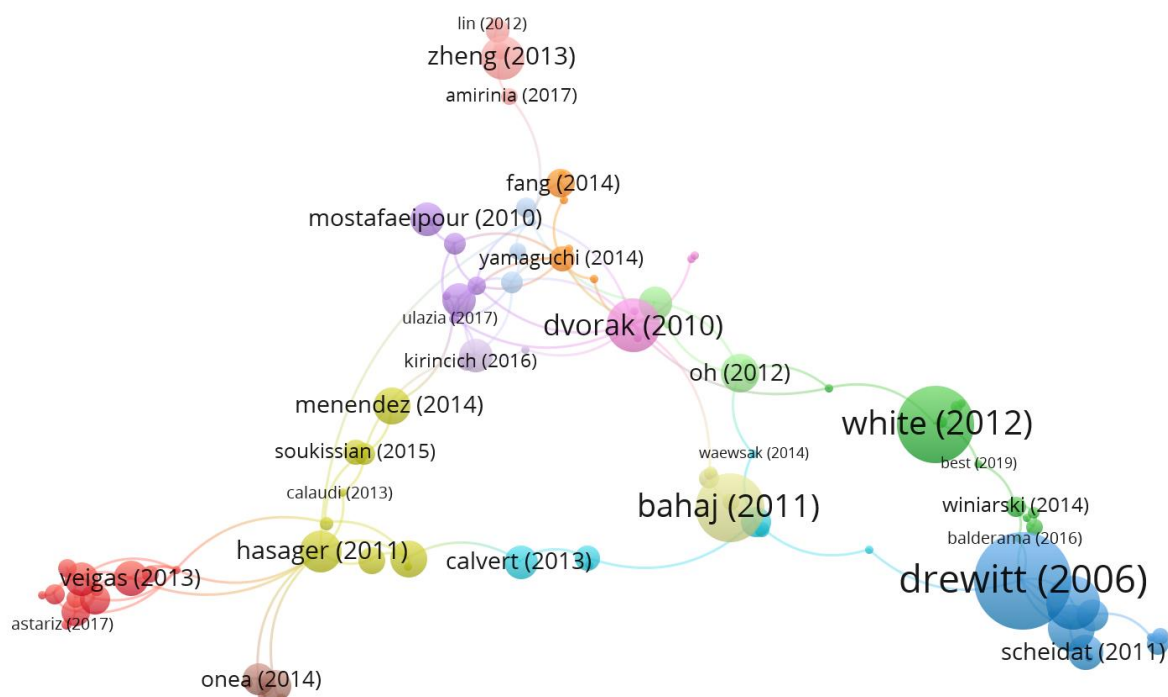


Fonte: Autor.

O *software Vosviewer* permitiu visualizar como as citações interagem entre os artigos filtrados pela pesquisa, dando também importância a trabalhos que foram muitos citados (Figura 4). Cada círculo representa um trabalho científico na pesquisa, quanto maior o círculo, mais vezes o trabalho foi citado, as linhas conectando os círculos representam as citações entre os artigos e as cores representam temas diferentes. Com isso 2 artigos receberam destaque, um que é o artigo mais citado por outros artigos feitos na pesquisa (13 vezes), *California offshore wind energy potencial* (DVORAK; ARCHER; JACOBSON, 2010). Um estudo focado na possibilidade de se utilizar a geração eólica *offshore* no estado da *California* – EUA, sendo um estudo relevante sobre o potencial de instalação desta forma de geração de energia, o qual pode ser replicado em outros locais.

E o artigo que mais vezes foi citado por qualquer outro pesquisadores (299 vezes) foi o *Assessing the impacts of wind farms on Bird* (DREWITT; LANGSTON, 2006). Que apresenta os impactos em aves causados pela utilização da geração de energia eólica. Esta pesquisa é importante pelo fato de que questões ambientais são fundamentais para implementação de qualquer forma de geração de energia.

Figura 4. Representação da interligação de artigos feitas na pesquisa.



Fonte: Autor.

Com o estudo dos destes artigos pode-se ter noção do estado da arte da geração eólica *offshore*, permitindo assim definir como este setor está no Brasil. A partir deste conhecimento pode se determinar os principais pontos a serem elencados na análise SWOT.

3.2. ANÁLISE SWOT

A Tabela 2 ilustra as principais características da energia eólica *offshore*, as dividindo conforme a análise SWOT.

Tabela 2. Análise SWOT da energia eólica offshore.

Pontos Fortes	Qualidade do recurso eólico no local de implementação;
----------------------	--

	Impactos sociais amenizados comparado com a eólica <i>onshore</i> .
Pontos Fracos	Impacto ao meio ambiente; Tecnologia nacional para geração; Legislação própria; Custo; Dependência do vento.
Oportunidades	Perspectiva de crescimento; Proximidade a grandes centros; Tecnologia nacional para <i>offshore</i> .
Ameaças	Falta de mão-de-obra; Possíveis conflitos.

Fonte: Autor.

A seguir cada ponto elencado na tabela 2 foi detalhado.

3.2.1. Pontos Fortes

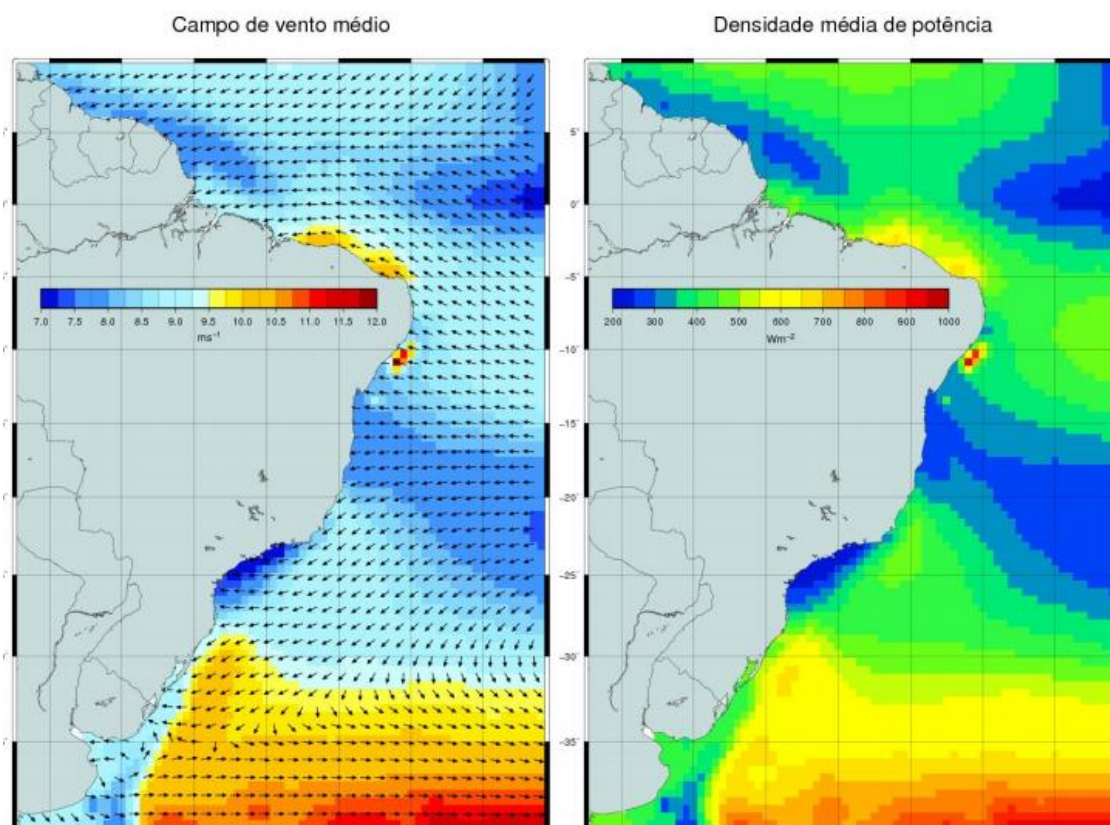
- **Qualidade do recurso eólico no local de implementação**

Segundo o Atlas de energia eólica da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2018) é necessária uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s, a uma altura de 50 metros, para que seja tecnicamente aproveitável a geração de energia. Outro fator necessário ser analisado para haver a instalação desta forma de geração é a turbulência do vento, principalmente para a eficiência e manutenção do projeto.

Ortiz (2011) elaborou um estudo apresentando o potencial de energia eólica *offshore* no Brasil, representado na figura 5, e compôs um mapa de campo de vento médio e densidade média de potência a uma altura de 50 metros de altura, para que assim possa se perceber a dispersão da intensidade de ventos no mar territorial e na ZEE brasileira.

O autor destaca três regiões pelo fato da alta magnitude de vento: a) margem de Sergipe e Alagoas; b) Rio Grande do Norte e Ceará; c) Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A margem brasileira em geral apresentou um grande potencial para geração de energia eólica no mar, sendo que a velocidade do vento é em média 170% maior quando comparada com a velocidade em terra.

Figura 5. Intensidade do vento na costa brasileira e densidade de potência do vento.



Fonte: Ortiz (2011).

A figura 6 ressalta o grande potencial de geração de energia a partir dos ventos dando valores estimados de geração em diferentes distancias da costa. A zona econômica exclusiva brasileira apresentou dados interessantes, pelo fato do enorme potencial de geração. Meramente para comparação, o potencial eólico do Brasil está entre 60 GW e 143,5 GW em áreas continentais (PINTO et al., 2017), números muito menores que os apresentados no mar.

Figura 6. Potência estimada de geração eólica na costa do Brasil.

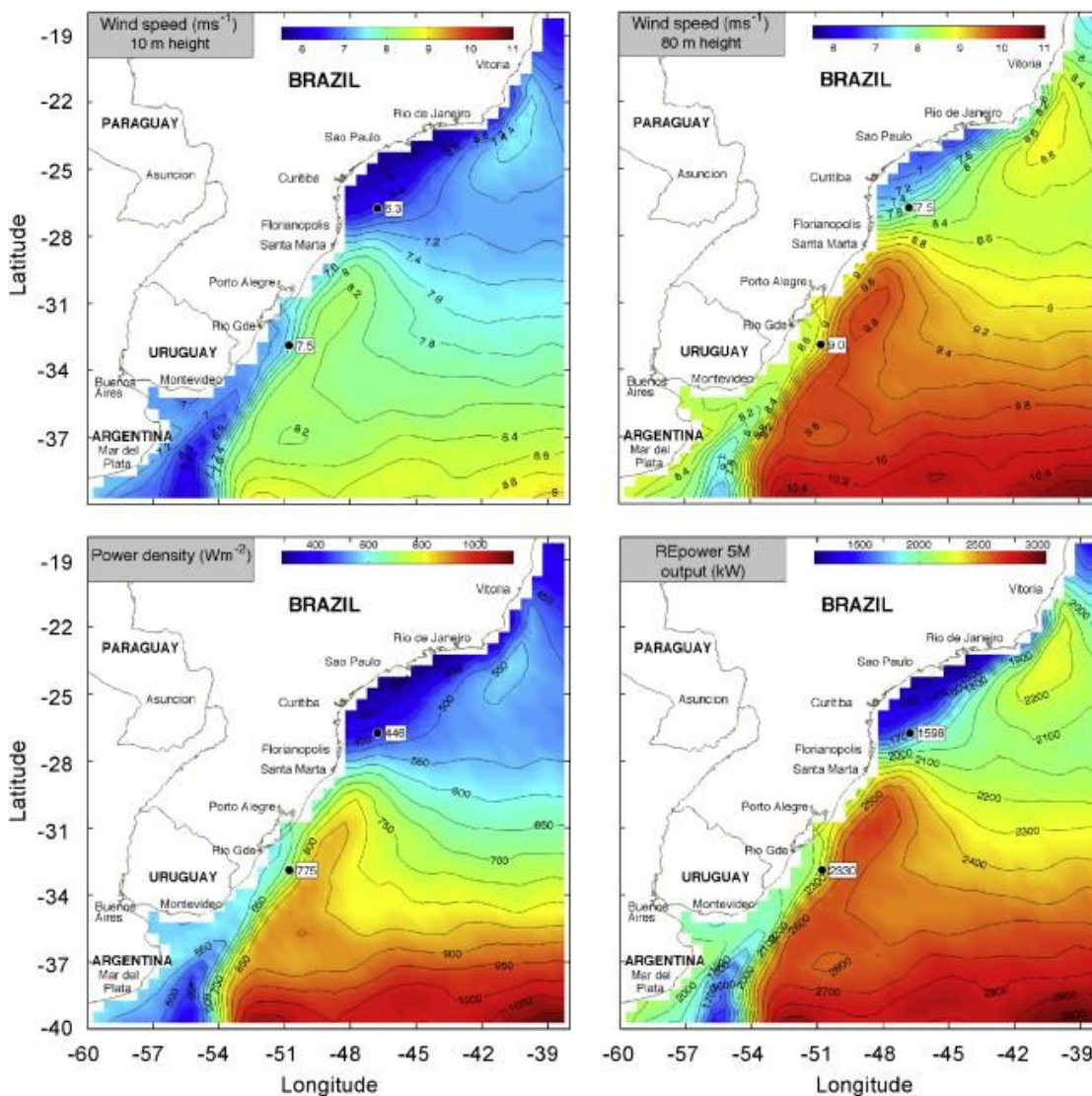
Distância da costa	
0 a 10 km	57 GW
0 a 50 km	259 GW
0 a 100 km	514 GW
0 a 200 M (ZEE)	1.780 GW
Intervalo batimétrico	
0 a 20 m	176 GW
0 a 50 m	399 GW
0 a 100 m	606 GW

Fonte: Ortiz (2011).

Pimenta, Kempton e Garvine, (2008) analisaram a velocidade do vento (em 10 metros de altura), e assim consequentemente, o potencial de geração de energia do vento no mar brasileiro, tendo como foco a região sul e sudeste. Para os autores, a região sul é interessante pelo fato do desenvolvimento de plataformas fixas, flutuantes ou de águas profundas, acessariam recursos com magnitude de produção média de 2600 kW a 2200 kW, com fatores de capacidade (fator que representa a proporção entre a geração efetiva e a capacidade total em um determinado tempo) de 44% a 52% (PIMENTA; KEMPTON; GARVINE, 2008), conforme figura 7.

O vento no mar flutua menos devido à ausência de barreiras físicas, como montanhas, prédios e vegetação. Sendo assim a geração de energia eólica pode operar em máxima capacidade por um período maior de tempo juntamente com menor número de paradas para manutenção, produzindo assim mais energia elétrica, sendo ela mais constante, diminuído a necessidade de fontes de backups (ESTEBAN et al., 2011).

Figura 7. Ilustrações sobre velocidade e densidade de potência do vento no mar brasileiro.



Fonte: PIMENTA; KEMTON; GARVINE, 2008a.

A geração eólica no mar ocorre através de aerogeradores com alturas maiores que as estudadas nestes dois trabalhos sobre potencial eólico no Brasil. A altura destes aerogeradores é maior que 100 metros (ESTEBAN et al., 2011), sendo assim a geração calculada nestes trabalhos é na verdade menor quando comparada com a geração real de energia elétrica.

O custo de fundação da geração eólica *offshore* influencia bastante no custo total de projeto, portanto procura-se preferencialmente locais de implementação com baixas profundidades. Estudos feitos na zona costeira constataram que a plataforma continental brasileira é rasa e longa, principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Sul (TESSLER;

GOYA, 2005), com isso em mente o país não apresenta grandes complicações para a fundação de aerogeradores.

- **Impactos sociais amenizados comparado com a eólica *onshore***

A conversão eólica é realizada por meio de aerogeradores, dos quais a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico. Para que isso aconteça, os aerogeradores devem ser instalados em locais específicos, onde ocorram condições favoráveis de vento (ARÁUJO; LIMA, 2015). Essa ação gera impactos socioambientais relevantes, que são considerados a seguir.

Um desses impactos é o ruído, que pode ser produzido pela rotação das pás gerando um som que é uma função da velocidade de ponta, também pode ser gerado através da perda de energia gerado pelo atrito entre as peças mecânicas do gerador (MOURA; PINHEIRO, 2013). O ruído depende de uma série de fatores, como: a forma de agrupamento da usina, o modelo da turbina instalada, relevo do terreno, velocidade e direção do vento (CHURRO et al., 2005).

O ruído pode ser muito impactante, principalmente por poder conflitar com direitos básicos e comuns a todos os cidadãos que são os direitos ao silêncio, ao bem-estar e à qualidade de vida. Segundo a NBR 10.151 (BRASIL, 1999), norma de avaliação do ruído em áreas habitadas, o conforto da comunidade depende do ruído total no local, que possui limite de 35 dB para o campo e 60 dB para áreas industriais. Estudo feito no Complexo Eólico Canoas e Lagoas obteve o volume de ruídos dos aerogeradores entre 67,7 a 75,2 dB (DA SILVA; ABRANTES, 2019). A indústria da energia eólica *offshore* não é impactada por esse problema, como resultado turbinas maiores, conseqüentemente mais barulhentas, podem ser utilizadas.

Outro impacto relevante para a geração eólica é a disputa por terra, sendo esse quantificado pela área ocupada. Geralmente esse espaço é disputado com agricultura ou pecuária, ou no caso da zona costeira, com comunidades tradicionais ou grandes centros urbanos. O solo também é prejudicado pela base da turbina, através da compactação do solo e do rebaixamento do lençol freático (DE ANDRADE MEIRELES et al., 2013). O conflito por terra na geração *offshore* é menor por haver mais áreas não exploradas, evitando conflitos principalmente com a indústria pesqueira.

O último impacto analisado é interferência eletromagnética. Um parque eólico pode causar distúrbio em sistemas de telecomunicações de rádio micro-ondas e celular e sistemas de controle de tráfego aéreo (ondas de rádio e micro-ondas são utilizadas para uma grande variedade de propósitos de comunicação) (MICHIGAN, 1998). A torre e as pás podem obstruir, refletir ou refratar as ondas eletromagnéticas. O grau e a natureza da interferência dependerão da localização da turbina entre o transmissor e o receptor, as características das pás, frequência do sinal, características do receptor e a propagação das ondas de rádio na atmosfera local (KRUG; LEWKE, 2009).

Pelo fato da geração eólica *offshore* ser realizada no mar estes impactos se tornam mais brandos, devido ao fato do local de implementação ser longe da convivência humana, contribuindo para a diminuição do conflito de terra e o ruído ser menos impactante, além do fato da interferência eletromagnética pouco afetar as comunicações no local.

3.2.2. Pontos Fracos

- **Impacto ao meio ambiente**

A energia eólica *offshore* tem consequências ambientais positivas e negativas. As consequências ambientais negativas são geralmente locais, enquanto as consequências ambientais positivas são globais e existem apenas na medida em que a energia eólica *offshore* substitui outras formas de geração de eletricidade poluidoras (LOPES et al., 2015).

Uma das principais preocupações em torno dos parques eólicos é o risco de que eles causem mortalidade aviária por meio de colisões. As aves que correm maior risco de colisão serão as aves marinhas e, em alguns casos, as aves que quando migram passam próximos ao local do parque eólico. A taxa de mortalidade é relativamente baixa, de 0,01 a 23 mortalidades por turbina por ano, esses dados são de parques eólicos marítimos na Dinamarca (DREWITT; LANGSTON, 2006).

Os parques eólicos podem remover o habitat essencial das aves marinhas. Muitas aves marinhas têm áreas restritas nas quais podem se alimentar com sucesso e, em muitos casos, essas áreas são bancos de areia rasos apropriados para o desenvolvimento de

parques eólicos (COELHO, 2007). Se os pássaros evitam parques eólicos, áreas muito grandes de habitat podem ser inacessíveis para os pássaros.

Muitos cetáceos usam a ecolocalização para encontrar comida e se comunicam através de sinais acústicos. Como resultado, muitos cetáceos, particularmente os botos, têm uma audição muito sensível, que pode ser prejudicada pelos ruídos altos associados aos parques eólicos (THOMSEN et al., 2006).

No parque eólico de Nysted, na Dinamarca, a população de focas cinzentas foi monitorada antes, durante e após a construção de um parque eólico no mar. A operação do parque não pareceu impactar significativamente a abundância de focas, no entanto, diminuíram o número de focas observadas em um local de criação próximo. Foi presumido que a diminuição foi por causa que os animais fugiram do barulho (CARSTENSEN; HENRIKSEN; TEILMANN, 2006).

Assim como os mamíferos marinhos, os peixes podem ser muito sensíveis a sons altos e podem ser deslocados durante a construção de parques eólicos; no entanto, existe uma grande variabilidade entre os sistemas auditivos de peixes e diferentes espécies de peixes respondem de maneira diferente ao ruído da construção subaquática (THOMSEN et al., 2006).

Muitas espécies de peixes também são sensíveis a campos elétricos e magnéticos, que podem ser causados por cabos subaquáticos enterrados, incluindo várias espécies de peixes importantes, incluindo atum-amarelo, chinook e sockeye salmão (HOOPER et al., 2003).

Além desses efeitos negativos, tem havido alguma discussão sobre o potencial de impactos positivos de parques eólicos *offshore* em peixes e pescas. Após a construção de um parque eólico, as fundações de turbinas poderiam atuar como dispositivos de agregação de peixes. As fundações poderiam adicionar complexidade tridimensional ao meio ambiente e servir como substrato para invertebrados bentônicos, atraindo assim peixes. Plataformas de petróleo *offshore* são bem conhecidas por essa propriedade (DONG, 2006).

- **Tecnologia de geração**

Os fabricantes mais relevantes da indústria de energia eólica são europeus, como: Siemens, EEW Group, ENERCON, Vestas, Dong Energy e Senvion. Sendo estes fabricantes líderes na maioria das componentes chaves: fundação, turbinas *offshore*, plataformas, embarcações e cabos (GILBERT et al., 2019). No Brasil possuímos algumas empresas que trabalham com a fabricação de componentes da geração energia eólica, sendo as mais importantes a WEG e Nordex, contudo são empresas que estão começando a competir no cenário internacional nessa área e não possuem nenhum segmento para essa forma de geração no mar.

A falta de tecnologia e conhecimento nacional acarreta fator negativo, pois atrela a elementos políticos, econômicos, tecnológicos e legais de dependência internacional, sendo assim fatores os quais podem se tornar incertos, prejudicando investimentos na área.

- **Legislação própria**

O ponto que mais prejudica a geração eólica *offshore* no Brasil é a falta de uma legislação própria, fato que pode trazer muito incerteza jurídica atrelada a incerteza econômica.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) conta atualmente com três projetos de produção de energia eólica marinha, os três no nordeste brasileiro. Os projetos utilizam uma abrangência na Resolução Normativa nº 391, de 15 de dezembro de 2009 (ANEEL, 2009), que não determine local exclusivo para a geração eólica, e no artigo 18 da Lei 9636, de 15 de maio de 1998 (BRASIL, 1998), que estabelece concessão de áreas públicas para diversos fins.

Por não haver procedimento padrão para aprovação de um projeto *offshore* é necessário entrar em contato com todos os órgãos responsáveis das possíveis áreas conflitantes, que são:

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
- Secretaria do Patrimônio da União (SPU);
- IBAMA;
- Marinha;

- Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL);
- Ministério da Pesca e Aquicultura;
- Ministério de Infraestrutura;
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Cada órgão tem um objetivo diferente, logo para aprovação, cada um possui especificações distintas no projeto, com isso a incerteza cresce por depender de vários avaliadores, cada um com um olhar diferente para o local de implementação. Além de burocratizar todo o processo.

Tendo em vista este empecilho foi criado o projeto de Lei número 11247, de 19 de dezembro 2018 (BRASIL, 2018), que amplia as atribuições institucionais relacionadas à Política Energética Nacional com o objeto de promover o desenvolvimento da geração de energia elétrica a partir de fonte eólica localizada nas águas interiores, no mar territorial e na zona econômica exclusiva. O projeto de lei ainda necessita de alguns ajustes, mas já está em tramito no senado.

- **Custo**

A energia eólica *offshore* é mais complexa e dispendiosa de instalar, em comparação com a energia eólica *onshore* (BILGILI; YASAR; SIMSEK, 2011). O custo maior é devido às distancias mais longas da costa; operação e manutenção mais difíceis (O&M); aumento dos custos de materiais, commodities e mão-de-obra; fundações mais caras; e difícil interligação às redes de transmissão elétricas (HENDERSON et al., 2003). O custo da energia eólica *offshore* é entre 1,5 e 3 vezes mais caro que um projeto similar em terra (BRETON; MOE, 2009).

O custo total de um projeto eólico *offshore* depende de questões não controláveis, tais como: movimento cambiais relacionados a commodities e mão-de-obra especializada; variação do custo de materiais atrelado à restrição da cadeia de suprimentos, principalmente em embarcações e portos; e atrasos de planejamento e construção (GROSS, 2010).

O limitante de custo para a eólica *offshore* no Brasil é relevante visto há uma baixo custo para que haja geração de energia eólica em terra no país, sendo a tarifa média da

energia eólica no Brasil é de R\$ 0,21 por kWh (DANTAS; LUIS DA; LEITE, 2008). Este ponto está vinculado com o alto fator de capacidade que a eólica *onshore* no Brasil tem (42%), sendo um dos melhores locais no mundo para que esta forma de geração ocorra.

O local de implementação desta forma de geração de energia é corrosivo para equipamentos elétricos e estruturais, e assim exige que os geradores possuam proteção catódica e de umidade, encarecendo mais o projeto (SNYDER; KAISER, 2009).

Alguns autores desenvolveram alguns modelos de custo dos parques eólicos *offshore*. Um destes modelos estimou um parque eólico hipotético de 500 MW composto por 100 turbinas de 5 MW. O parque ficava em águas rasas, a 15 milhas da costa. Eles assumiram que as turbinas custariam US\$ 340 milhões, as fundações, US\$ 100 milhões e as conexões elétricas, US\$ 160 milhões. Isso resultou em um custo total de construção de US\$ 1200 / kW e um custo de energia de US\$ 54 / MWh (MUSIAL; BUTTERFIELD, 2004). Para comparação, o teto de custo da energia elétrica no Brasil foi de R\$ 505,18 / MWh, valor que vigorou entre 1 de janeiro a 31 de dezembro de 2018 (BORGES, 2017), este valor equivale aproximadamente a US\$ 120,39 / MWh.

- **Dependência do vento**

A energia eólica depende da força dos ventos, que apresenta natureza estocástica, contendo assim um grau de imprevisibilidade, podendo assim existir momentos em que a velocidade do vento é relativamente baixa, não sendo suficiente para a geração de energia (DAMASCENO et al., 2018). Esse fator negativo está atrelado a diversas fontes de energia que são dependentes da natureza, como exemplo a geração solar que é regida pela quantidade de radiação solar que chega ao módulo fotovoltaico.

A rede elétrica é projetada para enviar energia constante aos consumidores e conta com grandes usinas de energia que produzem eletricidade previsível e constante (fontes de backup). Portanto, a integração da energia eólica na rede elétrica exige a utilização de outras fontes de energia, como por exemplo a hidrelétrica, que armazenaria energia durante os picos de geração eólica (HUNT et al., 2015).

Outra forma de reduzir ou combater essa limitação da geração eólica é a utilização de banco de baterias que seriam carregadas quando há uma geração maior que o consumo e a descarga quando o consumo for maior que a geração (JIAO et al., 2001).

Por último, com uma análise histórica da velocidade e direção do vento e a aplicação de modelos estatísticos pode-se prever com um bom grau de certeza a geração de energia (WITZLER, 2016), fazendo com que a venda e compra de energia seja facilitada pela previsibilidade de geração.

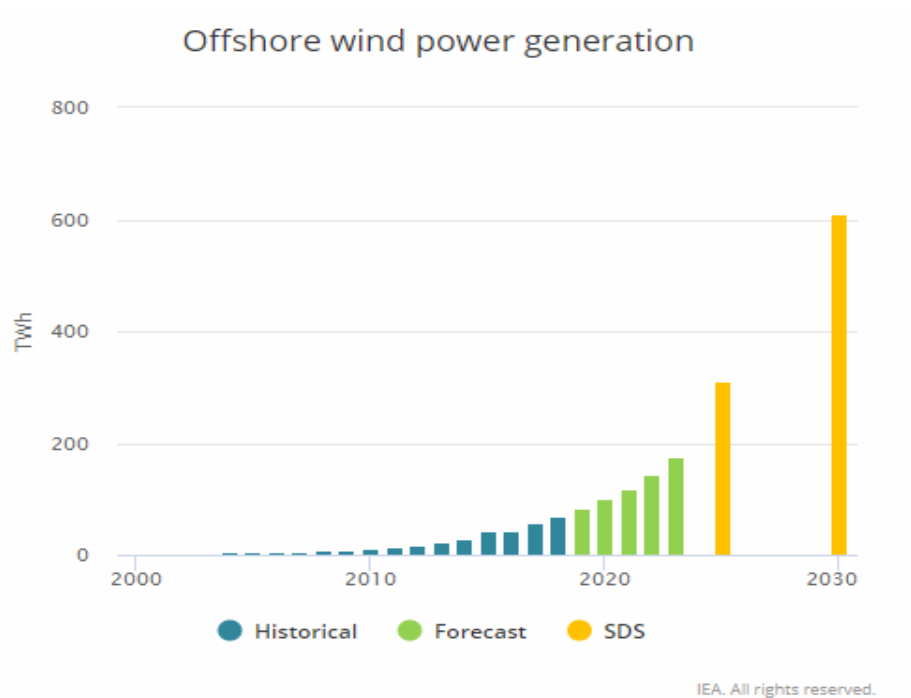
3.2.3. Oportunidades

- **Perspectiva de crescimento**

A utilização da geração eólica *offshore* vem ganhando cada vez mais espaço, com o intuito da migração de geração a partir de combustíveis fósseis para formas de geração que sejam menos agressivas ao meio ambiente. O aumento de estudos na área desta forma de geração de energia vem aumentando, especialmente pelo fato da consolidação dessa tecnologia em diversos países europeus, como Inglaterra e Alemanha, e a inserção em outros países, como os Estados Unidos da América e China.

Na figura 8, está representada a geração elétrica por ano da geração eólica *offshore*, e ainda estimando sua produção no ano de 2030. A qual segundo as simulações do International Energy Agency (Agência Internacional de Energia) ultrapassará a marca de 600 TWh (HEYMI, 2019).

Figura 8. Geração anual de energia através da eólica *offshore*.



Fonte: Internacional Energy Agency, 2019.

Outro fator relevante que ressalta boas perspectivas de crescimento é o aumento do fator de capacidade que a geração eólica *offshore* vem ganhando, chegando a fator mundial de 43,3% no ano de 2017 (MALDONADO et al., 2019). Esse aumento vem acontecendo devido ao desenvolvimento de geradores mais adaptados aos limites impostos no mar e melhores materiais para a fundação, fazendo com tenha uma base mais resistente e assim suporte geradores maiores. Apenas para comparação, a energia eólica *onshore* tem um fator de capacidade médio de 27,1% no mundo, contudo, como visto anteriormente, no Brasil este fator de capacidade chega a 42%.

- **Proximidade a grandes centros**

O Brasil sempre apresentou grande população em cidades próximas ao litoral, que está atrelada principalmente a navegação e pesca. Como mostra a figura 9, que ilustra a densidade demográfica do Brasil, o país apresenta grande concentração populacional no litoral, principalmente na região Sudeste.

Figura 9. Ilustração do consumo elétrico no Brasil.



Brasil: imagem noturna de satélite.

Fonte: (CALEGARI, 2016).

Com grandes densidades demográficas fica mais complicado a instalação de grandes centrais de geração de energia, visto a necessidade de grandes áreas. Instalação de grandes centrais longe dos centros de consumo, locais os quais o problema da necessidade de grandes áreas não seria um grande empecilho, apresentam outro estorvo, que seria a perda de energia vinculada as grandes distancias percorridas pela a energia elétrica. Assim, a geração eólica *offshore* pode resolver essas duas demandas.

A geração eólica *offshore* se limita até o fim da zona econômica exclusiva, estabelecido conforme Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993 que determina (BRASIL, 1993):

Art. 6º A zona econômica exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do mar territorial.

Art. 7º Na zona econômica exclusiva, o Brasil tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não-vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, e no que se

refere a outras atividades com vistas à exploração e ao aproveitamento da zona para fins econômicos.

Logo essa forma de geração de energia precisa ser instalada próximo ao litoral brasileiro, sendo assim próximo a maioria dos grandes centros urbanos, que são os grandes consumidores de energia elétrica. Fazendo com que a perdas vinculadas a transmissão de energia e a necessidade de construção de longas linhas de transmissão não sejam um problema muito relevante. A tecnologia para instalação de linhas de transmissão no mar já é dominada no Brasil e em muitas regiões já é uma constante em função da exploração de petróleo e gás *offshore*.

- **Tecnologia nacional para *offshore***

O Brasil não domina a construção de aerogeradores, mas possui muito conhecimento em tecnologias para ser utilizadas no mar. A indústria petrolífera brasileira é forte e se concentra principalmente na exploração do petróleo no oceano, sendo assim há bastante conhecimento e mão-de-obra especializada na construção de navios e plataformas marítimas.

Os guindastes marítimos desenvolvidos para a indústria *offshore* de petróleo e gás natural são capazes de lidar com equipamentos maiores que os guindastes *onshore*, permitindo assim que as turbinas maiores sejam montadas com eficiência no mar. O transporte dos enormes equipamentos necessários também é facilitado significativamente no mar, por envolver embarcações e não caminhões (MUSIAL; BUTTERFIELD, 2004). O tamanho das turbinas terrestres é limitado pela capacidade de transportar as pás, torre e nacelas das turbinas. Como resultado, as reduções de custo devido à economia de escala são limitadas. No entanto, no mar, essas restrições não são um problema e as turbinas eólicas já excedem 5 MW e podem eventualmente exceder 10 MW (BRETON; MOE, 2009). Essas turbinas maiores podem tornar a energia eólica *offshore* mais atrativa economicamente devido às economias de escala.

Um grande problema nas estruturas que se encontram no mar é o alto índice de manutenção, principalmente pelo fato da corrosão danificar estruturas e prejudicar o funcionamento de peças móveis, para isso empresas brasileiras se especializaram em

tintas especiais, métodos e equipamentos para a manutenção no mar, sendo o país referência neste setor (COSTA et al., 2015).

O setor de pesca no Brasil é forte e se estende por praticamente todo litoral brasileiro, para isso foi necessário grande conhecimento nas rotas e no comportamento dos peixes que habitam a zona econômica exclusiva brasileira, além de um bom entendimento das correntes marítimas. Esses conhecimentos são imprescindíveis na escolha do local de implantação de um parque de geração eólico *offshore*, visto o possível conflito com a indústria da pesca e com a proteção ambiental.

3.2.4. Ameaças

- **Falta de mão-de-obra**

Um projeto eólico *offshore* requer em todas as suas fases (projeto, construção, operação e descomissionamento) uma grande quantidade de conhecimento, visto que cada fase tem sua complicação. O conhecimento necessário para a conclusão do projeto geralmente vem da experiência de projetos similar realizados anteriormente (MARTINS et al., 2005).

No Brasil a indústria de petróleo e gás natural é forte e apresenta qualificações nas áreas de: análise do terreno marinho; manutenção no mar; materiais específicos para utilização no oceano; transporte de grandes estruturas; e instalação de estruturas no mar (GILBERT et al., 2019). Contudo projeto eólico *offshore* tem diferenças com projetos de extração de petróleo e gás no mar, fazendo com que haja a necessidade de conhecimento vindo de outros países, isso pode ser considerado uma ameaça por se tratar de um ponto não controlável, atrelado a políticas externas e ações cambiais. Representando uma grande quantidade de valores em contratos de mão-de-obra especializada e treinamentos específicos.

- **Possíveis conflitos**

Qualquer estrutura colocada na zona econômica exclusiva brasileira deve receber uma permissão da Marinha do Brasil. A marinha, através do Decreto-Lei número 9760,

de 5 de setembro de 1946 (BRASIL, 1946), tem autoridade para regular os obstáculos à navegação nas águas federais, uma das suas principais responsabilidades é a de proteger a navegação, portanto, é improvável que eles permitam projetos eólicos *offshore* que representam ameaça às rotas de navegação no Brasil (MALDONADO et al., 2019). Então não é qualquer local que a geração eólica será construída, rotas marítimas devem ser previamente estudadas e analisadas.

Com a descoberta de grande quantidade de petróleo na zona costeira brasileira, e posteriormente no pré-sal, a indústria de petróleo e gás natural do Brasil se tornou ainda mais relevante no cenário mundial. Com objetivo de proteger interesses nacionais qualquer concessão de área na zona econômica exclusiva requer parecer da ANP, para assim não conflitar com a exploração de petróleo, segundo a Lei nº 8987, de 13 de fevereiro de 1995 (BRASIL, 1995).

Outro segmento muito forte no Brasil é a pesca, por se tratar de um país com uma grande faixa litorânea. Como discutido anteriormente a implementação de um parque eólico no mar traz benefícios e malefícios para esta área, então estudos específicos serão necessários para determinar a influência desta forma de geração com a pesca brasileira, principalmente nos locais com o maior potencial de geração, região nordeste e sul.

Havendo a geração de energia é necessário que ela seja transmitida até o Sistema Interligado Nacional (SIN), para que assim seja consumido nas cargas. Linhas de transmissão subaquáticas necessitarão ser construídas, e assim a obrigação do parecer de dois órgãos governamentais, Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), que determinaram parâmetros limitantes para tais linhas de transmissão de energia.

3.2.5. Considerações à análise SWOT

Feito a análise SWOT pode-se concluir que a geração eólica *offshore* é mais favorável em países que possuem uma plataforma continental extensa e rasa e com uma alta densidade demográfica. Esses pontos são relevantes visto que confere fundações mais simples e baratas, e está atrelada a grande necessidade de geração de energia com pouco espaço para grandes obras. Países que mais se encaixam nestes pontos são: Inglaterra, Coreia do Sul, Japão e Taiwan.

O Brasil possui uma plataforma continental favorável para geração eólica no mar, e tem a maior parte da população concentrada no litoral (acima 100 hab/km²), segundo o Censo Demográfico de 2010 (BRASIL, 2013). No todo o Brasil possui uma baixa densidade demográfica, no entanto, na zona costeira, onde estão os grandes centros urbanos, não há oportunidades de inserção de grandes obras de geração de energia.

Contudo, há existência de grandes áreas pouco exploradas com potencial de geração a partir de fontes hídricas, eólicas (*onshore*) e fotovoltaica, faz com que a geração eólica *offshore* tenha baixa prioridade no país. Neste caso, a baixa prioridade não se dá apenas pelos pontos negativos desta forma de geração de energia, mas sim pelas opções mais favoráveis que o Brasil possui, como a geração fotovoltaica (grande irradiação média no país) e a geração hídrica (grande quantidade de rios com potencial de geração).

Está forma de geração de energia pode ser muito importante para o Brasil em um futuro próximo, visto que há uma grande perspectiva de crescimento, principalmente graças a investimentos de grandes empresas em equipamentos elétricos e materiais mais adaptados à está forma de geração. A criação de normas específicas para geração eólica *offshore* é importante para o país estar preparado para a inserção desta fonte de energia, dando segurança jurídica a novos empreendimentos na área.

3.3. DISCUSSÃO DAS NORMAS

Como visto anteriormente há muitos segmentos que podem conflitar com a geração eólica *offshore*, cada um possui normas específicas para sua atividade. Assim, foi realizada, uma análise das leis, normas, decretos e resoluções que vigoram sobre tais segmentos, para então sugerir possíveis adaptações para regulamentar a geração de energia a partir do vento no mar brasileiro.

3.3.1. Licenciamento Ambiental

A primeira análise foi diante da licitação ambiental que a geração eólica *offshore* teria, para isso as seguintes normas foram observadas:

- Lei n° 6938, de 31 de agosto de 1981;

- CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997;
- Lei Complementar n° 140, de 8 de dezembro de 2011;
- CONAMA 462, de 24 de julho de 2014.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 262, de 24 de julho de 2014, já prevê a geração eólica no mar, indicando que empreendimentos de geração de energia eólica que se encontram na zona costeira não são considerados empreendimentos de baixo impacto, exigindo assim apresentação de Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) (BRASIL, 2014), para realização do licenciamento ambiental.

O EIA/RIMA é muito importante em empreendimentos possivelmente poluentes, principalmente em grandes obras em locais poucos explorados, além disso há pontos relevantes que devem ser analisados com mais cautela para a licitação ambiental da geração eólica *offshore*, que são: o solo marinho; as rotas de migração de peixes, cetáceos e aves; e as áreas de proteção ambiental. O IBAMA estaria encarregado de analisar se estes pontos prejudicariam o meio ambiente, aprovando ou não o projeto.

3.3.2. Procedimentos para Exploração do Petróleo no Mar

A implementação da geração eólica *offshore* em áreas que possuem jazidas de petróleo não apresenta necessariamente conflito de uso. Uma vez que as fundações das torres eólicas ocupam pequena área do subsolo e baixa profundidade, podendo conciliar com a ocorrência de plataforma de petróleo, que realizam a exploração em grandes profundidades. Os cabos de transmissão de energia, teriam que ser mapeados, como hoje os dutos que transportam óleo e os cabos de ancoragem são feitos. Além disso, a geração de energia elétrica poderia ser fornecida para as plataformas exploradoras, barateando o custo de operação destas plataformas.

Nos empreendimentos em que a geração eólica está atrelada a plataformas de exploração de petróleo a ANP, com caráter regulamentário, deverá determinar a distância segura da plataforma de exploração de petróleo com os aerogeradores. Se a geração eólica *offshore* não ocorrer conjuntamente com a exploração de petróleo e gás natural não há necessidade do parecer da ANP para construção de um empreendimento.

Na indústria de petróleo e gás natural a definição dos blocos (parte de uma bacia sedimentar, formada por um prisma vertical de profundidade indeterminada, com superfície poligonal definida pelas coordenadas geográficas de seus vértices, onde são desenvolvidas atividades de exploração ou produção de petróleo e gás natural (BRASIL, 1997)) é encargo da ANP, segundo a lei 9478, de 6 de agosto de 1997. A ANP deve promover estudos visando à delimitação de blocos, para efeito de concessão das atividades de exploração, desenvolvimento e produção. De maneira similar, a geração eólica *offshore* necessita ter um órgão específico que delimite áreas que serão concedidas para a construção dos parques eólicos, sendo este órgão vinculado ao Ministério de Minas e Energia, assim como a ANP é.

3.3.3. Procedimento para Aquicultura

Seguindo em paralelo com a exploração de petróleo e gás natural, a aquicultura tem um órgão específico para a delimitação de áreas para exploração da atividade. Conforme o Decreto n° 4895, de 25 de novembro de 2003, que determina atribuição à Secretária Especial de Aquicultura e Pesca da República (SEAPR) de delimitar e localizar parques aquícolas e áreas de preferência, mas com prévia anuência do Ministério do Meio Ambiente, da Autoridade Marítima, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e da Agência Nacional das Águas (ANA) (BRASIL, 2003). Como sugestão deve-se realizar a outorga de forma semelhante para a geração eólica, alterando-se os órgãos que devem ser consultados previamente, outra mudança requerida é a competência do órgão responsável, sendo este necessariamente atrelado ao Ministério de Minas e Energia.

Este Decreto possui outro ponto relevante que é determinação de prazos importantes, prazo para ser feita a sinalização náutica, para a conclusão da implementação do empreendimento e o tempo mínimo de autorização de uso. A determinação destes prazos padroniza empreendimentos, trazendo assim mais segurança e facilidade de fiscalização, pontos muito interessantes e, a meu ver devem ser adaptados para a geração eólica *offshore*.

As Instruções Normativas Interministeriais n° 01, de 10 de outubro de 2007, e n° 06, de 31 de maio de 2004, estabelecem os procedimentos para autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água da União para fins de aquicultura, explicando passo-a-

passo o que precisa ser feito e atribuindo órgãos que aprovarão cada passo. Este texto pode servir de esboço para estabelecer procedimentos de autorização para a geração eólica *offshore*.

3.3.4. Parâmetros Limitantes

No segundo artigo da lei n° 9478 determina que CNPE estabelece os parâmetros técnicos e econômicos das licitações de concessão de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, portanto para a geração eólica *offshore* também caberia ao CNPE determinar seus parâmetros técnicos e econômicos.

A Resolução Normativa - RN 391, de 15 de dezembro de 2009, estabelece os requisitos necessários à outorga de usinas eólicas, estes requisitos não são dependentes do local de implementação, com isso em mente, os parâmetros de outorga para os empreendimentos de geração de energia eólica no mar já estão estabelecidos. Contudo a revisão de alguns destes parâmetros é necessário para melhor adaptar a geração *offshore*, principalmente em questão da fundação, que é um dos desafios encontrados por esta forma de geração.

3.3.5. Projeto de Lei 11247/2018

Há um projeto de lei em trâmite no senado que tem como objetivo regulamentar a geração eólica *offshore*. Esse projeto determina que os empreendimentos devem ser aprovados pela ANEEL, porém não determina parâmetros técnicos limitantes e não atribui a nenhum órgão governamental determinar tais parâmetros.

Outro problema deste projeto de lei é a não concessão de áreas para a geração eólica que coincidem com blocos licitados para exploração de petróleo ou gás natural, apenas para consumo próprio das unidades de exploração. Como explicado anteriormente não há influências relevantes tanto para a geração eólica *offshore* quanto para a exploração de petróleo, fazendo com que este limitante de área seja indesejável.

O projeto estabelece o dever de ser consultado o Ministério da Defesa, a Autoridade Marítima, e o Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil para a liberação de empreendimentos na área. Contudo, foi esquecido questões pesqueiras, visto que a pesca e aquicultura, são setores relevantes no Brasil, que podem ser atingidos com a inserção da energia eólica *offshore*, portanto devendo ser consultados antes da implementação de um empreendimento.

Em questão de transmissão de energia, o projeto de lei não deixa a cargo de nenhum órgão governamental estabelecer parâmetros das estruturas e parâmetros, os quais deveriam ser encargo do CNPE, podendo ser discutido com a ANATEL, determinar tais parâmetros.

Último ponto a ser mencionado é o fato de o projeto de lei estabelecer a realização de estudos do local, que serão então analisados pela EPE para que assim se obtenha uma licença ambiental prévia. Neste caso, não é definido o grau de profundidade dos estudos, muito menos o conteúdo do prisma eólico, e fica o questionamento sobre a não participação de um órgão ambiental nesta discussão. Além disso, não menciona o descomissionado do parque eólico *offshore* ao final da sua vida útil, fato importantíssimo para garantir a saúde do ambiente marinho após o prazo de exploração.

Este projeto de lei necessita de alterações significativas, contudo é um bom início para um marco regulatório para geração de energia eólica *offshore* no Brasil, permitindo assim a inserção desta fonte energética, e dando mais segurança no estudo de novos empreendimentos na área.

4. CONCLUSÕES

Foi realizado inicialmente duas análises distintas envolvendo a geração eólica *offshore*, ambas com o enfoque na concessão de área. A primeira análise permitiu verificar os trabalhos científicos mais relevantes de forma qualitativa, permitindo uma visão ampla sobre o assunto.

Com os resultados da análise bibliométrica pode-se concluir que a energia eólica *offshore* está em um período de grande crescimento, principalmente pelo fato de a inserção desta tecnologia estar ocorrendo em diversos países e está havendo grandes investimentos em matérias e processos mais específicos.

A análise SWOT permitiu determinar pontos importantes para viabilizar a geração eólica no mar. No Brasil a falta de etapas específicas para realização de um empreendimento eólico no mar é o maior complicador da inserção desta forma de geração de energia, sendo esse o primeiro ponto que deve ser melhorado, sendo seguido pelo custo geral da energia eólica *offshore*, o qual ainda é muito alto quando comparado com a eólica *onshore*.

Além disso, o incentivo governamental para a eólica *offshore* e o aumento no investimento por parte de empresas nacionais em pesquisa e desenvolvimento de componentes e materiais são importantes e podem alavancar esta forma de geração de energia.

Por último foi sugerido algumas alterações nas normas regulatórias para empreendimentos que ocorrem no mar, como exploração de petróleo, pesca e aquicultura. Considerando os pontos de inspiração para concessão de áreas, pode-se associar os procedimentos do petróleo para eólica *offshore* em grandes profundidades, e da aquicultura para a eólica em pequenas profundidades (águas rasas) próximas a costa.

Foi apreciado principalmente o projeto de lei para o senado nº 484, de autoria do senador Fernando Collor, que tenta ser o marco regulatório da geração eólico *offshore*, destacando-se principalmente os pontos que necessitam mudança. Com alterações específicas neste projeto de lei, principalmente utilizando como base a concessão de área para aquicultura, retira-se o maior ponto negativo da geração eólica *offshore* no Brasil, com isso novos projetos eólicos no mar devem ser planejados.

No entanto, deve-se lembrar que esta forma de geração de energia pode impactar diversos setores, logo a aprovação de projetos deve ser complexa e demorada. Desta forma, entende-se que mesmo com procedimentos claros para aprovação, este ponto continuará na análise SWOT a ser considerado um ponto negativo para a geração eólica *offshore* no Brasil.

O trabalho foi importante para enriquecer a visão do setor e das melhorias que podem ser realizadas, no entanto apenas foi possível apontar os pontos a serem melhorados na legislação. Ficando como sugestão para trabalhos futuros, detalhar esses aspectos e posteriormente encaminhar um documento ao congresso nacional, outra sugestão seria caso aprovação do projeto de lei 11247 verificar a possível implementação de projetos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1º Workshop de Energia Eólica Offshore e Energias Renováveis do Oceano.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Kx-XeBkBlx0&feature=youtu.be>>. Acesso em: 8 jul. 2019.

ANEEL. **ANEEL RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 391.** [s.l: s.n.].

ANEEL. **Atlas de Energia Eólica.** Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica(3).pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2019.

ARÁUJO, S.; LIMA, A. **Estudo de Medição e Análise do Ruído de Aerogeradores de Grande Porte No Estado do Ceara.** [s.l: s.n.].

BARTHELMIE, R. J.; PALUTIKOF, J. P. Coastal wind speed modelling for wind energy applications. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 62, n. 2–3, p. 213–236, 1996a.

BARTHELMIE, R. J.; PALUTIKOF, J. P. Coastal wind speed modelling for wind energy applications. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 62, n. 2–3, p. 213–236, set. 1996b.

BILGILI, M.; YASAR, A.; SIMSEK, E. **Offshore wind power development in Europe and its comparison with onshore counterpart** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Elsevier Ltd, , 2011.

BLOCH, F. **A cláusula de raio em shopping centers e o comportamento do empreendedor.** Disponível em: <<http://conteudojuridico.com.br/coluna/2993/a-clusula-de-raio-em-shopping-centers-e-o-comportamento-do-empendedor>>. Acesso em: 7 nov. 2019.

BORGES, A. **Aneel reduz teto de preço de energia negociada no mercado livre em 2018 - Economia - Estadão.** Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,aneel-reduz-teto-de-preco-de-energia-negociada-no-mercado-livre-em-2018,70002128025>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

BRASIL. **Del9760.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del9760.htm>. Acesso em: 8 nov. 2019.

BRASIL. **L8617**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8617.htm>. Acesso em: 7 nov. 2019.

BRASIL. **L8987**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18987cons.htm>. Acesso em: 26 nov. 2019.

BRASIL. **L9478**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478.htm>. Acesso em: 11 nov. 2019.

BRASIL. **Ofício nº 1.427 (SF)**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9636.htm>. Acesso em: 8 nov. 2019.

BRASIL. **NBR 10151**. Disponível em: <<http://www.sema.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/NBR-10151-de-2000.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2019.

BRASIL. **Portal da Câmara dos Deputados**. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2003/decreto-4895-25-novembro-2003-497528-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL. **IBGE lança mapa de Densidade Demográfica de 2010**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14498-asi-ibge-lanca-mapa-de-densidade-demografica-de-2010>>. Acesso em: 27 out. 2019.

BRASIL. **CONAMA 462**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

BRASIL. **Ofício nº 1.427 (SF)**. [s.l: s.n.].

BRETON, S. P.; MOE, G. Status, plans and technologies for offshore wind turbines in Europe and North America. **Renewable Energy**, v. 34, n. 3, p. 646–654, mar. 2009.

CALEGARI, L. **As Paisagens Captadas pelos Satélites**. Disponível em: <<https://luizcagliari.com/index.php/6-ano/1-semester-6-ano-geografia/230-as-paisagens-captadas-pelo-satelite>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

CARSTENSEN, J.; HENRIKSEN, O. D.; TEILMANN, J. Impacts of offshore wind farm construction on harbour porpoises: Acoustic monitoring of echolocation activity using porpoise detectors (T-PODs). **Marine Ecology Progress Series**, v. 321, p. 295–308, 8 set. 2006.

CHURRO, D. et al. **Parques Eólicos-Estudo dos Impactes no Ambiente Sonoro I-Influência no Ruído Local**. [s.l: s.n.].

COELHO, C. **Avaliação dos Impactes Ambientais dos Parques Eólicos em Áreas Protegidas: O Caso de Estudo do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros**. [s.l: s.n.].

COSTA, P. G. F. DA et al. A efetividade de metodologias de diagnóstico rápido em ergonomia em plataformas offshore: revisitando o conceito de modo degradado de funcionamento. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 40, n. 132, p. 121–136, 1 dez. 2015.

DA SILVA, L.; ABRANTES, R. **ANÁLISE DOS RUÍDOS GERADOS POR AEROGERADORES NO COMPLEXO EÓLICO CANOAS E LAGOAS**. 2019.

DA, Z. et al. **Offshore wind energy development in China: Current status and future perspective***Renewable and Sustainable Energy Reviews*Elsevier Ltd, , 2011.

DAMASCENO, V. S. et al. Avaliação da energia eólica no Brasil utilizando a análise SWOT e PESTEL. **Interações (Campo Grande)**, v. 19, n. 3, p. 503, 29 jun. 2018.

DANTAS, G. D. A.; LUIS DA, A.; LEITE, S. **Os Custos da Energia Eólica Brasileira**. [s.l: s.n.].

DE ANDRADE MEIRELES, A. J. et al. Socio-environmental impacts of wind farms on the traditional communities of the western coast of Ceará, in the Brazilian Northeast. **Journal of Coastal Research**, v. 65, p. 81–86, 2 jan. 2013.

DONG. **Danish Offshore Wind: Key Environmental Issues | Tethys**. Disponível em: <<https://tethys.pnnl.gov/publications/danish-offshore-wind-key-environmental-issues>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

DREWITT, A. L.; LANGSTON, R. H. W. Assessing the impacts of wind farms on birds. **Ibis**, v. 148, p. 29–42, 27 mar. 2006.

DVORAK, M. J.; ARCHER, C. L.; JACOBSON, M. Z. California offshore wind energy potential. **Renewable Energy**, v. 35, n. 6, p. 1244–1254, jun. 2010.

EPE. **EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados->

abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-332/topico-422/Introdução.pdf>.

Acesso em: 8 jul. 2019.

ESTEBAN, M. D. et al. **Why offshore wind energy?** *Renewable Energy*, fev. 2011.

GILBERT, C. et al. Gatekeeping and Communities in Energy Transition: A Study of the Block Island Wind Farm. *Environmental Communication*, p. 1–12, 24 jan. 2019.

GROSS, R. **Great Expectations: The cost of offshore wind in UK waters – understanding the past and projecting the future.** Disponível em: <<http://www.ukerc.ac.uk/publications/great-expectations-the-cost-of-offshore-wind-in-uk-waters-understanding-the-past-and-projecting-the-future.html>>. Acesso em: 7 nov. 2019.

HENDERSON, A. R. et al. Offshore Wind Energy in Europe-A Review of the State-of-the-Art. *WIND ENERGY Wind Energ*, v. 6, p. 35–52, 2003.

HEYMI, B. **Offshore wind.** Disponível em: <<https://www.iea.org/tcep/power/renewables/offshorewind/>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

HOOPER, C. et al. **Assessment of sub-sea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine wildlife; initial measurements of underwater noise during construction of offshore windfarms, and comparison with background noise.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.subacoustech.com>. Acesso em: 8 nov. 2019.

HUNT, J. D. et al. **USINAS HIDRELÉTRICAS REVERSÍVEIS SAZONAIS COMBINADAS COM HIDRELÉTRICAS EM CASCATA E SEUS BENEFÍCIOS PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO PALAVRAS-CHAVE.** [s.l: s.n.].

JIAO, S. et al. **Control system design for a 20kw wind turbine generator with a boost converter and battery bank load.** PESC Record - IEEE Annual Power Electronics Specialists Conference. *Anais...*2001

KRUG, F.; LEWKE, B. Electromagnetic Interference on Large Wind Turbines. *Energies*, v. 2, n. 4, p. 1118–1129, 20 nov. 2009.

LOPES, S. et al. **VENTOS DE MUDANÇA: POLÍTICAS PÚBLICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO SETOR EÓLICO CEARENSE.** Disponível em: <<http://publicacoesacademicas.unicatolicaquixada.edu.br/index.php/eedic/article/view/2>>

680>. Acesso em: 26 nov. 2019.

MALDONADO, M. DE LOS A. et al. Technical and Economic Evaluation of a Small-Scale Wind Power System Located in Berlin, Colombia. **TECCIENCIA**, v. 13, n. 24, p. 63–72, 9 set. 2019.

MARTINS, A. P. et al. **Project management office implementation and consolidation: a case study** *Palavras-chave* **Revista Produção**, v. [s.l: s.n.].

MICHIGAN, A. A. Electromagnetic Interference Effects of Wind Turbines. 1998.

MOURA, M.; PINHEIRO, M. **Os Parques Eólicos na Zona Costeira do Ceará e os Impactos Ambientais Associados**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281968614_Os_Parques_Eolicos_na_Zona_Costeira_do_Ceara_e_os_Impactos_Ambientais_Associados>. Acesso em: 26 nov. 2019.

MUSIAL, W.; BUTTERFIELD, S. **Future for Offshore Wind Energy in the United States: Preprint**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.osti.gov/bridge>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

NIȚĂ, A. M. **DISCOURSE AS A FORM OF MULTICULTURALISM IN LITERATURE AND COMMUNICATION SECTION: SOCIAL SCIENCES ARHIPELAG XXI PRESS FROM SWOT TO SWOTS ANALYSIS WITHIN ORGANIZATIONS**. [s.l: s.n.].

PIMENTA, F.; KEMPTON, W.; GARVINE, R. Combining meteorological stations and satellite data to evaluate the offshore wind power resource of Southeastern Brazil. **Renewable Energy**, v. 33, n. 11, p. 2375–2387, 1 nov. 2008.

PINTO, L. et al. Análise de Agrupamento na Otimização de Futuras Aplicações de Modelagem Numérica na Estimativa e Previsão de Recurso Eólico (Research for Optimization of Numerical Modeling Applied to Estimate and Forecast Wind Resource). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 6, p. 1698–1711, 20 dez. 2017.

SNYDER, B.; KAISER, M. J. Ecological and economic cost-benefit analysis of offshore wind energy. **Renewable Energy**, v. 34, n. 6, p. 1567–1578, jun. 2009.

STENTOFT, J.; NARASIMHAN, R.; POULSEN, T. Reducing cost of energy in the offshore wind energy industry The promise and potential of supply chain management.

International Journal of Energy Sector Management, v. 10, n. 2, p. 151–171, 2016.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Geography Department, University of Sao Paulo**, v. 17, p. 11–23, 2005.

THOMSEN, F. et al. **Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.offshorewind.co.uk>. Acesso em: 8 nov. 2019.

TOKE, D. The UK offshore wind power programme: A sea-change in UK energy policy? **Energy Policy**, v. 39, n. 2, p. 526–534, fev. 2011.

TOPHAM, E. et al. Recycling offshore wind farms at decommissioning stage. **Energy Policy**, v. 129, p. 698–709, jun. 2019.

WITZLER, L. T. Metodologia para reconstrução de séries históricas de vento e geração eólica visando a análise da complementariedade energética no Sistema Interligado Nacional. 7 nov. 2016.