

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MAPEAMENTO DE USINAS EÓLICAS OFFSHORE:
Estrutura da base de dados

LEROY GIANVENUTI

NATAL

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MAPEAMENTO DE USINAS EÓLICAS OFFSHORE:
Estrutura da base de dados

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, como requisito para obtenção do Título de Engenheiro de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Orientador(a): Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre González

LEROY GIANVENUTI

NATAL

2019

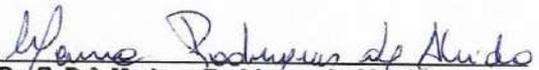
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao(s) **08º dia do mês de novembro de 2019**, nas dependências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado de **Mapeamento de Usinas Eólicas Offshore: Estrutura da base de dados**, autoria do acadêmico **Leroy Gianvenuti**. A Banca Examinadora foi formada pelo **Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre Gonzalez** (orientador) e os convidados **Prof. Dr. Mariana Rodrigues de Almeida** e **Eng. Me. Rafael Monteiro de Vasconcelos**. Após apresentação e arguição e tendo o aluno respondido satisfatoriamente aos questionamentos, o trabalho foi considerado APROVADO com nota final 9,5, cumprindo assim o requisito final para a conclusão do curso de Engenharia de Produção desta Universidade. Nada mais havendo a tratar, encerrou-se a presente sessão lavrando-se a presente ata.

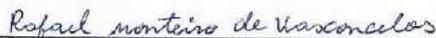
Natal, 08/11/2019



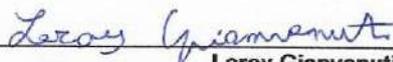
Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre Gonzalez
Presidente da banca



Prof. Dr. Mariana Rodrigues de Almeida
Membro DÉP



Eng. Me. Rafael Monteiro de Vasconcelos
Membro externo



Leroy Gianvenuti
Acadêmico

Reitor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Daniel Diniz Melo

Diretor do Centro de Tecnologia

Prof. Dr. Luiz Alessandro Pinheiro da Câmara de Queiroz

Coordenador do Curso de Engenharia de Produção

Prof. Dr. Herbert Ricardo Garcia Viana

Coordenador de Trabalho de Conclusão de Curso

Prof. Dr. Herbert Ricardo Garcia Viana

Orientação

Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre González

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Gianvenuti, Leroy.

Mapeamento de Usinas Eólicas Offshore: estrutura da base de dados / Leroy Gianvenuti. - 2019.

76f.: il.

Monografia (Graduação)-Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção, Natal, 2019.

Orientador: Dr. Mario Orestes Aguirre González.

1. Energia eólica offshore - Monografia. 2. Usinas eólicas offshore - Monografia. 3. Base de dados - Monografia. 4. Ciência de dados - Monografia. 5. Gestão da informação - Monografia. I. González, Mario Orestes Aguirre. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 621.548

Elaborado por Raimundo Muniz de Oliveira - CRB-15/429

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família,
Sergio Gianvenuti, Marizia Maria
Pereira e Elisa Gianvenuti, a minha
companheira Camila Duarte, aos
meus amigos e aos professores
que tive ao longo da vida.

AGRADECIMENTOS

A ciência por proporcionar o conhecimento, as ferramentas, tecnologias e infraestruturas úteis e necessárias para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu pai, Sergio Gianvenuti, minha mãe, Marizia Maria Pereira, e minha irmã, Elisa Gianvenuti por sempre estarem presentes e me apoiarem, além de me proporcionarem todos os privilégios que possuo na vida e que facilitaram minha caminhada na vida, como também por compartilharem comigo ensinamentos, interesses e conhecimentos que me moldaram ao que sou hoje.

A minha companheira, Camila Gomes Duarte de Araújo, que mudou meu modo de ver a vida, me ensinou a me tornar a melhor versão de mim e a não parar de buscar melhorias na minha essência. Agradeço por sempre me apoiar, me incentivar e não deixar meus erros e falhas passarem batido por mim, me ajudando sempre a amadurecer.

Ao meu orientador, Mario Orestes Aguirre González, pelo suporte vital ao meu trabalho de conclusão de curso e aos ensinamentos ao longo do curso.

Aos professores que tive ao longo da vida. Sem eles não poderia ter alcançado o que alcancei. Eles fazem parte da minha base e devo boa parte do meu conhecimento a eles.

Aos companheiros do Grupo de Pesquisa Cri-Ação, pelo constante incentivo, ensinamentos e por serem ótimos ouvintes. Em especial, à David Cassimiro, Rafael Monteiro, Aylla Castejón, Gabriela Soares, Andressa Medeiros, Monalisa Godeiro, Claudio Pontes e Fernando Costa.

Aos companheiros do Nordeste e das Indústrias Becker, meus estágios, por serem parte importante da minha construção.

A UFRN, por me acolher e proporcionar seis anos de muito aprendizado e amadurecimento, oferecendo-me ensino de qualidade, oportunidades profissionais e acadêmicas, infraestrutura de qualidade e tudo isso de forma gratuita.

Agradeço à Petrobrás e ANEEL pelo apoio financeiro por meio do projeto “Estudos econômicos, de infraestrutura e da Cadeia de Valor da Indústria Eólica Offshore, processo PD-00553-0045/ 2016”.

Aos governos brasileiros de 2002 a 2014, que proporcionaram infraestrutura, educação superior de qualidade, programas de incentivo ao conhecimento, como o CSF, reduzindo desigualdades sociais e criando oportunidades para aqueles que não as tem.

Aos meus amigos, Guilherme Dantas, Huanna Godeiro, Eduardo Madruga e Daniel Braz, Laissa Rêgo e Marina Suassuna, por estarem sempre presentes ao longo da minha caminhada e fazendo parte de quem eu sou.

“Enquanto o homem explorar o homem,
enquanto a humanidade será dividida
em patrões e servos, não existirá nem
normalidade nem paz. A razão de todo
o mal do nosso tempo está aqui.”

(Pier Paolo Pasolini)

RESUMO

A participação de fontes de energia renováveis na geração de energia elétrica tem aumentado ao longo dos anos. Isso deve-se ao aumento da preocupação em relação ao efeito estufa e ao esgotamento das fontes não-renováveis de energia, como também a queda nos custos dos equipamentos. Dentre elas destaca-se a energia eólica *offshore*, devido ao seu crescimento significativo em instalação pelo desenvolvimento tecnológico e redução de custos. Os países que mais instalaram usinas eólicas *offshore* na Europa foram: Reino Unido, Alemanha e Dinamarca. Porém, a informação específica a respeito dos parques eólicos *offshore* é escassa, muitas vezes incompleta e de difícil acesso em fontes abertas. Por tanto, o objetivo deste trabalho é propor uma estrutura de base de dados para o mapeamento de informações de usinas eólicas *offshore* do Reino Unido, Alemanha e Dinamarca que contemple informações úteis ao segmento. Para tal fim, foram realizados: i) Pesquisa teórica sobre energias renováveis, energia eólica, energia eólica *offshore*, digitalização, sistemas de informação, *data science* e gestão da informação; ii) Sistematização de fontes de informação na *internet*; iii) Pesquisa e coleta de dados inerentes; iv) Descrição e análise desses dados e, por fim; v) Estruturação dos resultados alcançados, por meio da estrutura da base de dados proposta. Como resultado, apresenta-se a estrutura do banco de dados referente às usinas eólicas *offshore* pertencentes ao Reino Unido, Alemanha e Dinamarca, além de informações geradas a partir do mesmo.

Palavras-Chaves: energia eólica *offshore*, usinas eólicas *offshore*, base de dados, ciência de dados, gestão da informação.

ABSTRACT

The participation in the generation of electric energy of renewable energy sources has increased over the years. This happened due to the increase of concern about the greenhouse effect and the depletion of non-renewable sources of energy, as well as lower costs of the related equipment. Among them the offshore wind energy stands out, due to its significant growth in installation due for the technology development and costs reduction. The countries that installed more offshore wind farms in Europe are United Kingdom, Germany and Denmark. However, the specific information about offshore wind farms is scarce, often incomplete and difficult to access on open sources. Therefore, the main objective of this research is the proposition of a database structure for the mapping of information about United Kingdom's, Germany's and Denmark's offshore wind farms that includes the useful information to the segment. To this end, the following were carried out: i) Theoretical research on renewable energies, wind energy, offshore wind energy, digitalization, information systems, data science and information management; ii) Systematization of information sources on the internet; iii) Research and gathering of the respective data; iv) Description and analysis of these data and, finally, v) The structuration of the achieved results, through the development of the database structure. As result, presents the database structure related to the offshore wind farms of United Kingdom, Germany and Denmark, besides the information generate from the database.

Keywords: offshore wind energy, offshore wind farms, database, data science, information management.

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Caracterização da pesquisa.....	36
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 – Participação das empresas de instalação de subestações em parques eólicos <i>offshore</i>	59
Gráfico 5.2 – Participação das empresas de instalação de subestações em parques eólicos <i>offshore</i> no Reino Unido.....	60
Gráfico 5.3 – Participação das empresas de instalação de subestações em parques eólicos <i>offshore</i> 2.....	60
Gráfico 5.4 – Participação das empresas de instalação de subestações em parques eólicos <i>offshore</i> no Reino Unido 2.....	61
Gráfico 5.5 – Profundidade mínima dos parques eólicos <i>offshore</i> , geral.....	62
Gráfico 5.6 – Profundidade mínima dos parques eólicos <i>offshore</i> x tempo, geral.....	62
Gráfico 5.7 – Distância da costa dos parques eólicos <i>offshore</i> , geral.....	63
Gráfico 5.8 – Distância da costa dos parques eólicos <i>offshore</i> x tempo, geral.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Investimento global em nova capacidade energética por tipo, 2017.....	23
Figura 2.2 – Ciclo virtuoso de desenvolvimento tecnológico e redução de custo das energias renováveis.....	24
Figura 2.3 – Empregos por tecnologia da energia renovável no mundo, 2012-17.....	25
Figura 2.4 – Aerogeradores.....	26
Figura 2.5 – Capacidade energética instalada global, 2007-17.....	27
Figura 2.6 – Turbinas eólicas <i>offshore</i> de base fixa.....	28
Figura 2.7 – Tipos de fundação de turbinas eólicas <i>offshore</i> e sua profundidade adequada.....	28
Figura 2.8 – Capacidade Global da energia eólica <i>offshore</i> por região, 2007-2017.....	29
Figura 2.9 – Componentes dos sistemas de informação.....	31
Figura 2.10 – Ciclo de vida do dado.....	32
Figura 3.1 – Etapas da pesquisa.....	37
Figura 4.1 – Fonte de dados 4C Offshore.....	50
Figura 4.2 – Fonte de dados The Wind Power.....	51
Figura 4.3 – Fonte de dados Power Technology.....	51
Figura 4.4 – Fonte de dados Saltkick.....	52
Figura 4.5 – Fonte de dados Wikipedia.....	52
Figura 5.1 – Estrutura de base de dados para o mapeamento de usinas eólicas <i>offshore</i>	56
Figura 5.2 – Mapa Usinas Eólicas <i>Offshore</i> do Reino Unido, Alemanha e Dinamarca.....	57
Figura 5.3 – Banco de dados após a utilização de filtros em determinadas colunas.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Localização e características gerais de parques eólicos <i>offshore</i>	40
Tabela 4.2 – Características de parques eólicos <i>offshore</i> do Reino Unido.....	41
Tabela 4.3 – Projeto Barrow.....	41
Tabela 4.4 – Banco de dados de usinas eólicas <i>offshore</i> do Mar do Norte e do Mar Báltico....	42
Tabela 4.5 – Características de parques eólicos <i>offshore</i> na Bélgica e Dinamarca.....	43
Tabela 4.6 – Parques eólicos <i>offshore</i> no Japão.....	43
Tabela 4.7 – Lista dos parques eólicos <i>offshore</i>	44
Tabela 4.8 – Lista de maiores parques eólicos <i>offshore</i> operantes.....	45
Tabela 4.9 – <i>Status</i> do desenvolvimento de novos parques eólicos <i>offshore</i>	45
Tabela 4.10 – Amostra de parques eólicos <i>offshore</i> na Europa.....	46
Tabela 4.11 – Amostra 2 de parques eólicos <i>offshore</i> instalados na Europa.....	47
Tabela 4.12 – Caracterização de um parque eólico <i>offshore</i> pela 4C Offshore, parte 1.....	48
Tabela 4.13 – Caracterização de um parque eólico <i>offshore</i> pela 4C Offshore, parte 2.....	48
Tabela 4.14 – Caracterização de um parque eólico <i>offshore</i> pela 4C Offshore em relação aos fornecedores.....	49
Tabela 5.1 – Participação das empresas de instalação de fundações das turbinas e número de parques em que cada empresa atuou, geral.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GW - Gigawatts

GWEC - *Global Wind Energy Council*

IEA - *International Energy Agency*

IRENA - *International Renewable Energy Agency*

REN21 - *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*

EU - União Européia

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização do tema.....	16
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 Objetivo Geral	19
1.2.2 Objetivos Específicos	19
1.3 Justificativa.....	19
1.4 Estrutura da apresentação do trabalho	21
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Energias Renováveis.....	22
2.2 Energia Eólica.....	25
2.3 Energia Eólica <i>Offshore</i>	27
2.4 <i>Data Science</i>	30
2.5 Sistemas de Informação.....	30
2.5.1 Dados	31
2.5.2 Informação.....	32
2.6 Banco de dados.....	33
2.7 Digitalização.....	33
2.8 Síntese do capítulo.....	34
CAPÍTULO 3 - MÉTODO DA PESQUISA	35
3.1 Caracterização da pesquisa.....	35
3.2 Etapas da pesquisa.....	37
CAPÍTULO 4 - DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	40
4.1 Descrição dos dados	40
4.2 Análise dos dados	49
4.3 Coleta dos dados.....	50
4.4 Síntese do Capítulo.....	53
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS	54
5.1 Descrição da estrutura da ferramenta	54
5.1.1 Elementos da estrutura da base de dados.....	54
5.1.2 Mapeamento de informações das usinas eólicas <i>offshore</i>	57
5.1.3 Uso de filtros para busca de respostas	64
CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	66
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICE	73

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O presente capítulo busca introduzir o leitor à temática estudada e proposta pelo autor, apresentando ao mesmo, conceitos e dados relacionados à energia eólica *offshore* demonstrando sua importância como uma fonte de energia renovável e seu desenvolvimento mundial ao longo do tempo. São descritos o objetivo geral, os objetivos específicos, a justificativa e, finaliza-se com a apresentação da organização dos capítulos.

1.1 Contextualização do tema

Ao longo dos anos a preocupação da população mundial a respeito do meio ambiente tem aumentado, particularmente em relação ao aquecimento global. Esse fenômeno é decorrente de uma quantidade excessiva de gases de efeito estufa (Dióxido de Carbono - CO₂, Metano - CH₄ e Óxido Nitroso - N₂O) na atmosfera advindos da queima de combustíveis fósseis, como carvão natural, petróleo e seus derivados e gás (DIAS, 2017). Isso fez com que um número cada vez maior de nações desenvolvesse planos de redução de emissão de gases de efeito estufa, incentivando para tal fim o desenvolvimento de fontes de energia renováveis, gerando uma quantidade muito menor ou zero emissão durante a produção de eletricidade.

Esse aumento da preocupação constata-se pelo número de 179 países que em 2017 possuíam objetivos em relação a energias renováveis no âmbito provincial, estadual ou nacional segundo o relatório do *status* global das energias renováveis de 2018 da organização REN21 (*Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*), além da aprovação do Acordo de Paris assinado em 2015 por 195 países. Assim como, segundo a IRENA (*International Renewable Energy Agency*, 2019a), têm-se a adoção de objetivos por parte da UE (União Europeia) para alcançar no seu consumo de energia 20% proveniente de renováveis até 2020 e 32% até 2030.

Segundo González, Gonçalves e Vasconcelos (2017), o suprimento de energia tem sido considerado um aspecto crítico da vida moderna, sendo de extrema importância para o desenvolvimento econômico dos países. Com o crescimento da demanda energética mundial de 2,1%, quantidade maior do que o crescimento médio de 0,9% nos últimos 5 anos, e, especificamente, da energia elétrica em 3,1% em 2017 segundo o relatório da IEA (*International Energy Agency*, 2018a) sobre as emissões de

CO₂ a partir da queima de combustível de 2018, onde aponta-se a participação por setor na emissão de gases de efeito estufa, sendo de 74% do setor energético e desse percentual, 90% de CO₂, 9% de Metano e 1% de N₂O, demonstrando que uma mudança na matriz energética mundial se faz necessária, buscando-se alternativas nas energias renováveis.

De acordo com REN21 (2018), a estimativa em 2017 da proveniência da energia elétrica total consumida no mundo foi de 73,5% de fontes não-renováveis e 26,5% de fontes renováveis, das quais 16,4% hídrica, 5,6% eólica, 2,2% biomassa, 1,9% solar fotovoltaica e 0,4% oceânica, heliotérmica e geotérmica. Outro ponto interessante levantado é o constante crescimento da capacidade global da energia renovável entre os anos de 2007 e 2017 (REN21, 2018), saindo de 1000 gigawatts em 2007 e chegando a 2195 gigawatts em 2017, demonstrando o aumento de interesse nesse tipo de energia ao longo do tempo.

Dentro dessas fontes de energia “verde”, destaca-se a energia eólica, não só por ser a mais utilizada logo após a hídrica, mas por ser responsável por 36% do crescimento das energias renováveis em 2017 (IEA, 2018b), por 14% da energia elétrica da União Europeia segundo *Wind Europe* (2018), por exemplo, e também pela drástica queda de seu custo ao longo dos anos, reduzindo 23% desde 2010, sendo apenas uma questão de tempo para se tornar uma fonte mais barata do que a fóssil, segundo Spaen (2018). O desenvolvimento da capacidade instalada da energia eólica no mundo, entre 2007 e 2017, é demonstrado pelo seu crescimento constante, aumentando 460% nesses 10 anos, saindo de 91,632 gigawatts para 513,547 gigawatts, sendo causado pelos fatores citados acima e pelo rápido avanço tecnológico na área (IRENA, 2018b).

Devido a sua localização geográfica, a produção de energia elétrica através da energia eólica pode ser dividida em dois tipos, *onshore* e *offshore*, onde utilizam-se aerogeradores para a conversão energética (GOMES; MORIS; NUNES, 2018).

Com a energia eólica *onshore* tendo que lidar com problemas, como o impacto na vida das aves devido à altura em que se encontram as pás dos aerogeradores, a poluição sonora gerada pelas turbinas impossibilitando a proximidade com seres humanos e afetando a fauna e populações locais limitando ainda mais o espaço apropriado para sua instalação e a poluição visual gerada, a energia eólica *offshore* acaba possuindo maior perspectiva pelo fato dessas problemáticas serem mitigadas em mares e oceanos (KALDELLIS et al., 2016; CASTRO et al., 2018).

Ainda, segundo Castro et al. (2018) e Offshore Wind Energy Foundation (2018), a energia eólica *offshore* possui as vantagens de poder instalar aerogeradores maiores, ventos mais fortes e mais constantes, aumentando assim o fator capacidade, e amenizar as problemáticas relacionadas a *onshore*. Por exemplo, de acordo com o relatório de estatísticas anuais da *Wind Europe* de 2018, o fator capacidade médio das fazendas eólicas em terra na Europa é de 22%, enquanto o das localizadas em mar é de 37%.

Além disso, a Europa é considerada o continente que desenvolve a tecnologia para a energia eólica *offshore* e os países de Alemanha, Dinamarca e o Reino Unido são os que têm instalado maior capacidade desta fonte de energia (REN21, 2018).

Com o crescimento demonstrado das energias renováveis, em particular da energia eólica *offshore* devido ao seu grande desenvolvimento e potencialidade apresentados anteriormente, tornam-se de grande utilidade dados relacionados a tecnologia empregada e aos projetos realizados de parques eólicos em corpos d'água, para desenvolver informações inerentes e a partir delas conhecimentos (STAIR; REYNOLDS, 2014) que favoreçam a expansão sólida dessa fonte de energia limpa, facilitando a implantação de novos parques e melhoria dos já existentes.

Assim, para auxiliar na tomada de decisões e na difusão de conhecimentos relacionados à energia eólica *offshore*, disponibilizando a informação certa no momento certo para a pessoa certa, necessita-se realizar uma gestão da informação eficiente, usando-a como recurso estratégico (REGINATO; GRACIOLI, 2012; PESSOA et al., 2018). Busca-se, assim, a concentração de informações úteis, sua fácil compreensão e sua constante atualização para que os interessados possam tomar as melhores decisões possíveis, partindo de uma base de dados sólida e confiável (PROVOST; FAWCETT, 2016; SORDI, 2015).

Entretanto, apesar da energia eólica *offshore* estar em desenvolvimento mundial, as informações sobre sua tecnologia, localização geográfica, estado e capacidade de produção, entre outras, não estão disponíveis em um único lugar ou são de difícil acesso devido também à falta de livre visualização. Logo, levanta-se o seguinte questionamento: **Como seria a base de dados que contemplasse informações detalhadas das usinas eólicas *offshore*?**

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Propor uma estrutura de base de dados para o mapeamento de informações de usinas eólicas *offshore* da Alemanha, Dinamarca e Reino Unido.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Sistematizar os elementos e definições dos termos: Sistemas de Informação, energia eólica *offshore*, digitalização, *Data Science* e banco de dados;
- Identificar elementos e conteúdos em sistemas ou bases de dados existentes sobre usinas eólicas *offshore*;
- Estruturar a base de dados para energia eólica *offshore*;
- Extrair informações úteis às tomadas de decisão inerentes às usinas eólicas *offshore*.

1.3 Justificativa

A energia eólica *offshore* tem tido um crescimento significativo no mundo, como comprovam as estatísticas de 2017 do GWEC (*Global Wind Energy Council*), onde mostra-se o aumento ano após ano entre 2007 e 2017 da capacidade instalada, ganhando força ao se esbarrar com as problemáticas relacionadas a energia eólica *onshore*, em relação a qual possui vantagens satisfatórias (GOMES et al., 2018; AZEVEDO; NASCIMENTO; SCHRAM, 2017; KALDELLIS et al., 2016; SANTOS; GONZÁLEZ, 2019).

Além disso, a redução do custo da energia eólica *offshore* mediante o desenvolvimento de novas tecnologias e processos (GONZÁLEZ et al., 2012; STENTOFT; NARASIMHAN; POULSEN, 2016; ROSA et al., 2017; IEA, 2018c), tem um importante papel no aumento de sua popularidade, atraindo um maior interesse de investidores e governos. Segundo Wind Europe (2018), os investimentos na Europa em 2018 em energias renováveis são representados em 63% por energia eólica e desse percentual, quase 40% em energia eólica *offshore*, percebendo-se assim seu alto grau de investimento.

Sua concentração na região Europeia, especificamente no norte da Europa, tímida presença na região asiática e quase inexistente na América do Norte (GWEC, 2017), afere a potencialidade de novos mercados e ao crescimento dos já existentes. Fazendo dela um mercado com ampla margem de exploração. Destacando o alto grau de oportunidade inerente a este tipo de fonte energética.

GWEC apresentou em 2018 uma projeção sobre o desenvolvimento potencial da energia eólica *offshore* até 2030 realizada pela BVG Associates, exibindo o crescimento contínuo da capacidade instalada cumulativa comparando a tecnologia de base fixa e a flutuante empregadas na instalação dos aerogeradores em mares e oceanos. Torna-se assim confortável colocar *status* de sólido e promissor o futuro dessa energia “verde”.

Como é uma fonte de energia ainda pouco explorada, por possuir custos de instalação até então altos e tecnologia relativamente recente (CASTRO et al., 2018), a informação a respeito das fazendas de energia eólica *offshore* não são democratizadas. Tendo o acesso as informações sobre as usinas eólicas em mares e oceanos dificultado pelo seu alto valor cobrado ou pela alta dispersão das mesmas.

Sendo assim, a criação de uma base de dados gerando informações confiáveis e úteis para o desenvolvimento e criação de novas instalações *offshore*, auxiliando nas tomadas de decisões inerentes, acelerando e aumentando a confiabilidade do processo (PROVOST; FAWCETT, 2016), faz-se necessária.

Desse modo, este trabalho de conclusão de curso é justificado por tratar de uma temática relevante, porém recente e pouco explorada na academia, no âmbito brasileiro, possibilitando um aumento do conhecimento na área de energia eólica *offshore* em relação a temática de gestão da informação e base de dados, tratamento e modelagem.

Visando-se também melhorar a disponibilidade de informação relacionada as usinas de energia eólica *offshore*, dando suporte ao desenvolvimento do setor de energia eólica *offshore* no Brasil, este estudo se justifica na perspectiva econômica.

Já na perspectiva social, a pesquisa fornece suporte ao desenvolvimento de projetos de base de dados e de energias renováveis, influenciando positivamente o meio através da divulgação de uma forma sustentável de produzir energia, visando a redução de emissão de gases de efeito estufa e melhorando a qualidade de vida.

1.4 Estrutura da apresentação do trabalho

O trabalho está dividido em seis capítulos, levando já em consideração o presente. O primeiro capítulo tem a finalidade de introduzir o leitor a temática a ser discutida, apresentando e contextualizando o tema, a problemática, os objetivos e a justificativa de sua realização.

O capítulo seguinte apresenta o referencial teórico, de modo a abordar os conceitos inerentes ao tema do trabalho, sendo eles, energia renovável, energia eólica, energia eólica *offshore*, gestão da informação, base de dados, digitalização e sistemas de informação.

O terceiro capítulo trata do método da pesquisa, englobando a caracterização da mesma e suas etapas. No quarto capítulo descrevem-se os dados e são demonstradas as análises realizadas sobre os mesmos, além de informações de interesse.

O capítulo cinco exhibe os resultados encontrados ao final do estudo realizado, apresentando o modelo conceitual do mapeamento das usinas eólicas *offshore* através de uma base de dados. E, por fim, o sexto capítulo trata das considerações finais do estudo.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda os principais conceitos que fundamentam o conhecimento gerado nessa pesquisa. Desta forma, os assuntos apresentados são: energia renovável, energia eólica, energia eólica *offshore*, digitalização, sistemas de informação banco de dados e *Data Science*, com cada temática possuindo seu tópico, divididos assim em sete partes.

2.1 Energias Renováveis

As energias renováveis são provenientes de fontes naturais como radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível no planeta, vento, chuva, marés, aquecimento geotérmico ou de biomassas que possuem ciclo de renovação natural e em uma escala de tempo reduzida, sendo assim, praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta, não sendo baseadas em combustíveis fósseis e grandes hidrelétricas (PACHECO, 2006; PETRESCU et al., 2017).

As emissões de gases de efeito estufa geraram mudanças climáticas que apontam uma crise ambiental mundial sem precedentes, onde, nesse contexto, as energias renováveis como eólica, solar e biomassa surgem como alternativa para mitigar essa crise por causarem impactos substancialmente menores, evitarem a emissão de toneladas de gases nocivos ao meio-ambiente (BERMANN, 2008).

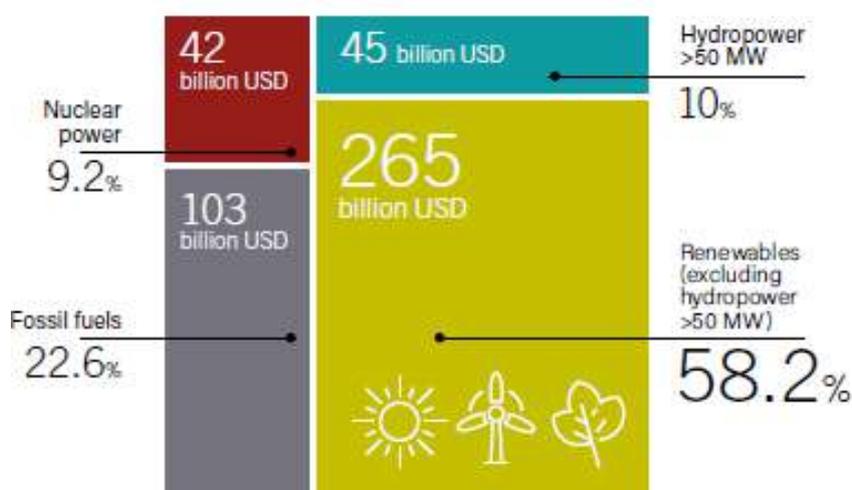
A classificação das energias renováveis, segundo Goldemberg e Lucon (2007), dividem-se em três categorias: “Tradicionais”, das quais faz parte a biomassa primitiva, como a lenha; as “Convencionais”, sendo potenciais hidráulicos de médio e grande porte e as “Novas” ou “Modernas” como os potenciais hidráulicos de pequeno porte, as culturas energéticas (cana-de-açúcar, por exemplo), lenha replantada, energia solar, geotermal, eólica, maremotriz e das ondas.

Com as pressões sociais resultando no desenvolvimento de legislações ambientais mais firmes e surgimento de tratados mundiais dados, os danos causados ao meio-ambiente para que a demanda de crescimento econômico e do aumento de consumo energético fosse atendida, as energias renováveis, especialmente a eólica, tem se posicionado no holofote devido ao fato de balancearem os diversos interesses nas perspectivas sociais, econômicas e ambientais (GONZÁLEZ; GONÇALVES;

VASCONCELOS, 2017; OLIVEIRA et al., 2018). Segundo Garzert e Kosub (2016), esse destaque a energia eólica deve-se a alta eficiência de produção energética e ao baixo custo de geração dessa energia a longo prazo, onde tem-se também, além da já consolidada energia eólica *onshore*, o crescimento da energia eólica *offshore* em busca de ventos mais fortes e constantes.

Além disso, segundo Pacheco (2006), o temor de uma escassez de combustíveis fósseis, como o petróleo, fez com que nações busquem soluções que as levem a autossuficiência em geração de energia, aliada a uma diversificação da matriz energética que supra a demanda interna. Exemplificado pela Figura 2.1, onde a maior parte do investimento global realizado em nova capacidade energética em 2017 foi realizado em energias renováveis.

Figura 2.1 - Investimento global em nova capacidade energética por tipo, 2017



Fonte: REN21 (2018)

Atualmente, os países ao redor do mundo estão mais comprometidos do que nunca a acelerar o desenvolvimento das energias renováveis, devendo-se a constante inovação tecnológica, as políticas de incentivo e de consequente redução de custos, conforme Figura 2.2. De 2010 a 2017 os painéis solares estão 80% mais baratos e o custo da energia eólica caiu 25 centavos de dólar americano (IRENA, 2018c).

Figura 2.2 - Ciclo virtuoso de desenvolvimento tecnológico e redução de custo das energias renováveis.

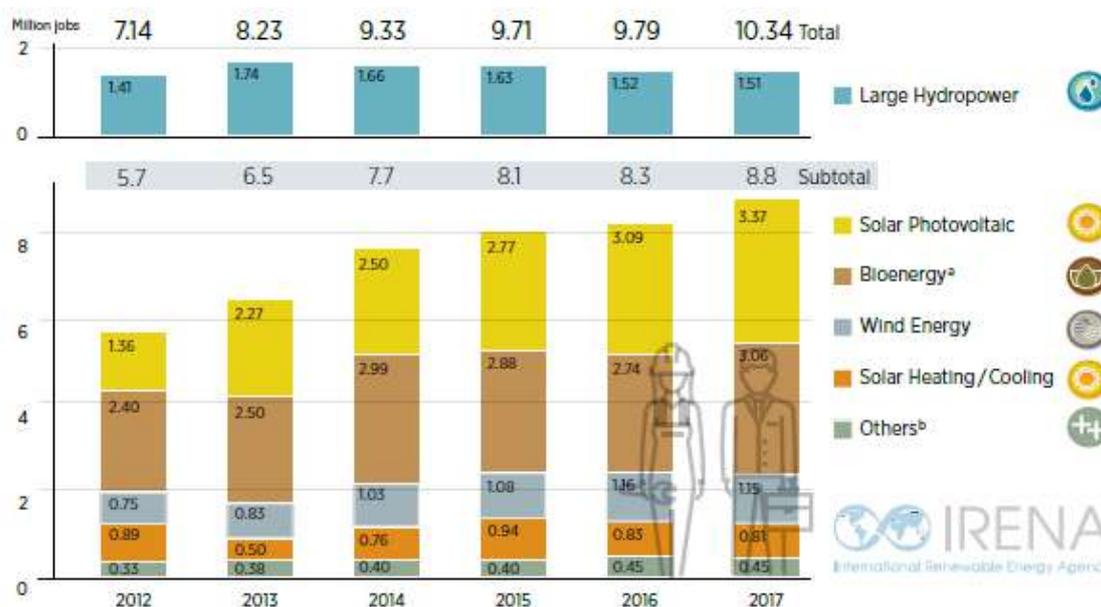


Fonte: IRENA (2018c)

Essa redução dos preços e as políticas de incentivo, como em inovação tecnológica, estão tornando as energias renováveis mais acessíveis ao redor do mundo, alcançando uma grande quantidade de consumidores em países desenvolvidos, resultando no impulso de novos mercados em novas regiões na Ásia, América Latina, Oriente Médio e África (BORGES et al, 2016).

Segundo o relatório técnico da IRENA “*Jobs Annual Review 2018*”, o setor das energias renováveis alcançou globalmente a marca de 10,3 milhões de empregos em 2017 (conforme Figura 2.3), um crescimento de 5,3% comparado ao ano anterior, onde a China sozinha conta com 43% desses postos de trabalho, sendo a divisão desses empregos detalhados na Figura 2.3. Nota-se a participação expressiva do setor energético eólico, sendo o quarto maior empregador de mão-de-obra. Entretanto, menor do que o setor de energia solar mesmo com maior capacidade energética instalada, demonstrando-se mais eficiente.

Figura 2.3 - Empregos por tecnologia da energia renovável no mundo, 2012-17.



Fonte: IRENA (2018d)

O ano de 2017 proporcionou uma quebra de recorde para a energia renovável, caracterizada pelo maior aumento de capacidade instalada da história desse tipo de fonte de energia chegando a 2195 gigawatts, como também pela queda nos custos, aumento dos investimentos, sendo o maior receptor de investimentos no ano comparado a outras fontes de energia, e avanços tecnológicos, ficando próxima de ser economicamente competitiva em relação aos combustíveis fósseis e energia nuclear (REN21, 2018).

2.2 Energia Eólica

Segundo Pacheco (2006), Bermann (2008) e Petrescu et al (2017), a energia eólica possui origem cinética formada nas massas de ar em movimento provocadas pelo aquecimento desigual da superfície da terra, sendo seu aproveitamento realizado pela conversão de energia cinética de translação em energia cinética de rotação, produzindo energia mecânica ou elétrica, utilizando-se de turbinas conhecidas também como aerogeradores (Figura 2.4). O agrupamento dessas turbinas é conhecido como parque eólico ou fazenda eólica, onde podem existir dezenas ou até mesmo centenas de aerogeradores no empreendimento (PETRESCU et al., 2017).

Figura 2.4 - Aerogeradores.



Fonte: REN21 (2018)

Segundo o relatório técnico da IRENA de 2018 “*Renewable Power Generation Costs in 2017*”, tem-se duas características principais em relação a tecnologia da energia eólica, se o eixo da turbina é vertical ou horizontal e se a turbina é localizada em terra, “*onshore*”, ou em mares e oceanos, “*offshore*”. Ainda segundo o relatório, a quase totalidade de turbinas são de eixo horizontal, predominantemente usando três pás e de maioria localizada *onshore*, sendo a quantidade de energia gerada por uma turbina determinada por uma capacidade nominal em quilowatts ou megawatts, pela quantidade do vento, pela altura da turbina, pelo diâmetro do rotor e pela qualidade da estratégia de operação e manutenção, começando a gerar energia com a velocidade do vento em 3-5 metros por segundo.

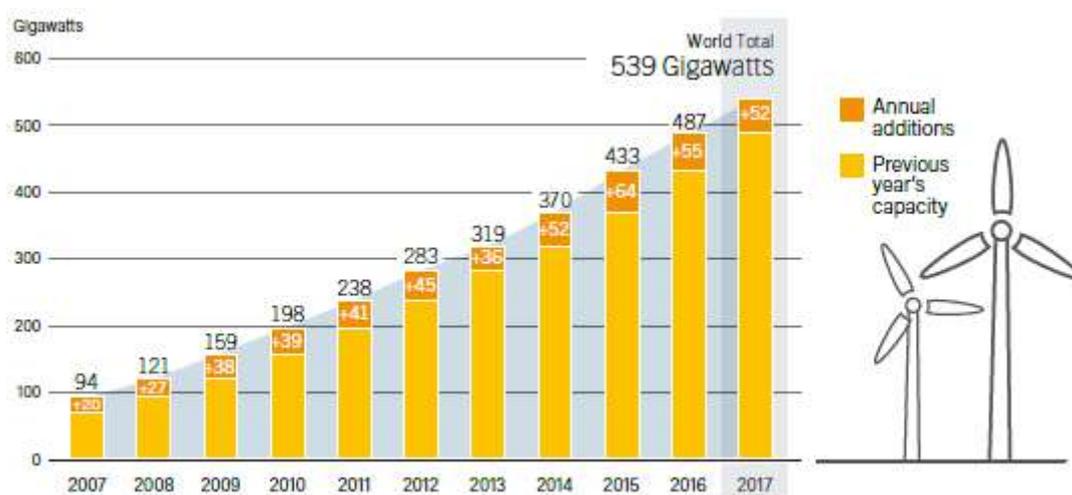
De acordo com Letcher (2017), há muitas vantagens na utilização de energia eólica para geração de eletricidade, a quase ausência de emissão de agentes poluidores por parte da instalação e operação da mesma, a constância na geração de energia elétrica por depender quase exclusivamente da presença de vento e não da luminosidade, realizando um comparativo com a energia solar, a variedade de localizações possíveis, a possibilidade de utilização conjunta da terra com outras atividades, como agricultura, geração de empregos, geração de renda para o dono da terra onde a turbina ou as turbinas estão instaladas, autossuficiência energética, baixo custo ao longo do tempo da energia, estabilidade no custo da energia, entre outros benefícios.

Entretanto, também devem ser considerados, em relação principalmente a energia eólica *onshore*, os impactos ambientais inerentes, como a perturbação da fauna e

da população que vive próxima aos parques devido a poluição sonora gerada, a poluição visual, a mortalidade de aves, podendo também afetar o clima local, impedindo assim sua instalação próxima às cidades e áreas habitacionais (DAI;GAO;HUANG, 2017; AZEVEDO; NASCIMENTO; SCHRAM, 2017; SINCLAIR et al, 2018).

Segundo REN21 (2018), no ano de 2017, houve redução nos preços da energia gerada através da tecnologia eólica devido a inovação tecnológica inerente e escala das turbinas. Assim, 52 gigawatts de capacidade foram adicionados totalizando 539 gigawatts como apresentado na Figura 2.5.

Figura 2.5 - Capacidade energética instalada global, 2007-17.



Fonte: REN21 (2018)

Assim, fica claro o constante crescimento da capacidade instalada no mundo e o aumento das adições anuais ao longo dos anos, demonstrando o desenvolvimento do setor.

2.3 Energia Eólica *Offshore*

As turbinas eólicas *offshore* (Figura 2.6) estão liderando em desenvolvimento tecnológico de energia renovável com potencial significativo para entregar uma economia não baseada em fontes poluentes na Europa, desde a instalação da primeira turbina em 1991 na Dinamarca, a capacidade instalada dos parques eólicos *offshore* tem aumentando de forma significativa (ATCHESON; GARRAD, 2016).

Figura 2.6 - Turbinas eólicas *offshore* de base fixa.



Fonte: GWEC (2018)

Ainda, segundo Atchenson e Gerrad (2016), os aerogeradores inerentes a energia eólica *offshore* são divididos em dois grupos, os de base fixa, aconselhados para profundidade inferiores a 50 metros, e flutuante, para profundidades maiores do que 50 metros. Onde, segundo Barreto (2019), os de base fixa englobam como principais representantes o *Monopile*, o *Jacketed*, *Monopod*, *Gravity Base* e o *Tripod*, enquanto o flutuante engloba o *Tensioned-leg Platform*, o *Semi-Sub* e o *Spar Floater*, como apresentado na Figura 2.7.

Figura 2.7 - Tipos de fundação de turbinas eólicas *offshore* e sua profundidade adequada.

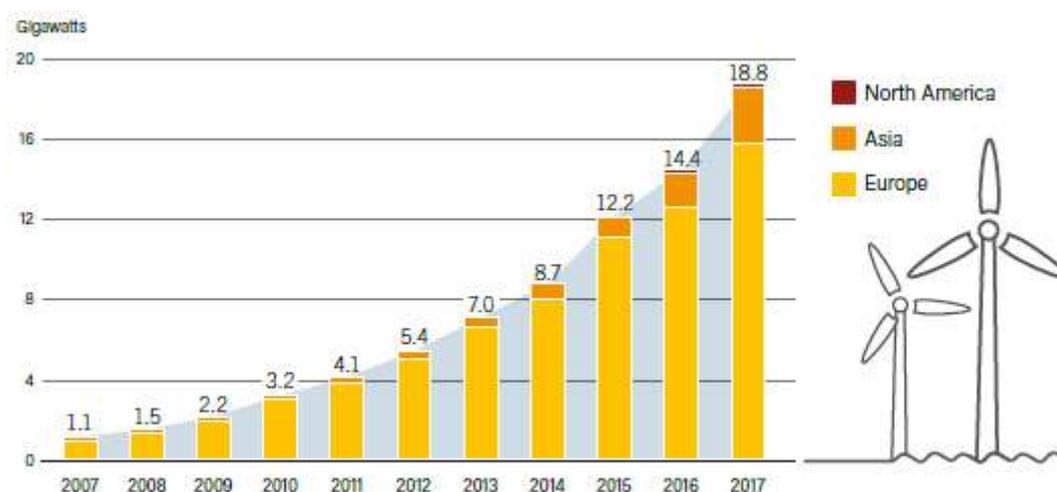


Fonte: Barreto (2019)

De acordo com WindEurope (2018) as turbinas eólicas *offshore* possuem em média 6,8 MW de potência, 15% maior que em 2017, contra os 2,7 MW das turbinas eólicas *onshore*, demonstrando a vantagem de instalar os aerogeradores em mares e oceanos, além disso o fator de capacidade no mar é de 37% contra os 22% em terra, devendo-se a maior constância e velocidade dos ventos em mares e oceanos.

Tendo um ano recorde com 4,3 GW adicionados em 2017 (Figura 2.8), a distribuição das usinas eólicas *offshore* acontece de forma polarizada, concentrando-se quase que unicamente na Europa, com uma participação ainda tímida na Ásia e irrisória na América do Norte, fenômeno esse apresentado pela figura 2.8 (REN21, 2018; GWEC, 2018).

Figura 2.8 - Capacidade Global da energia eólica *offshore* por região, 2007-2017.



Fonte: REN21 (2018)

Segundo Ng e Ran (2016), as primeiras fazendas eólicas *offshore* eram construídas tipicamente a 10 quilômetros da costa e um máximo de 20 metros de profundidade, porém com o exaurimento dessas localidades as fazendas foram se distanciando da costa e se fixando em águas mais profundas onde se encontram ventos de maior qualidade, mais constantes, possibilitando construções maiores e mais numerosas, se tornando o crescimento em tamanho e distância da costa inevitáveis no futuro.

2.4 *Data Science*

Data Science envolve princípios, processos e técnicas para buscar a compreensão de fenômenos por meio da análise de dados, onde o objetivo é a aprimoração da tomada de decisão (PROVOST; FAWCETT, 2016). A ciência de dados, ainda, de acordo com Amaral (2016) busca o estudo do dado, com o auxílio da estatística, aprendizado de máquina e técnicas específicas, em todo o seu ciclo de vida, de sua coleta ao seu descarte.

Sendo, uma área interdisciplinar que almeja transformar dados em valor real para a organização, sendo esse valor entregue na forma de previsões, decisões automatizadas, modelos, ou qualquer tipo de visualização de dados que entregue algum tipo de informação, incluindo como atividades, extração de dados, preparação de dados, exploração de dados, transformação, armazenamento e recuperação de dados, infraestrutura informática, vários tipos de mineração e aprendizagens, apresentação de explicações e previsões, e a exploração dos resultados levando em conta os aspectos éticos, sociais, legais e de negócio (VAN DER AALST, 2016).

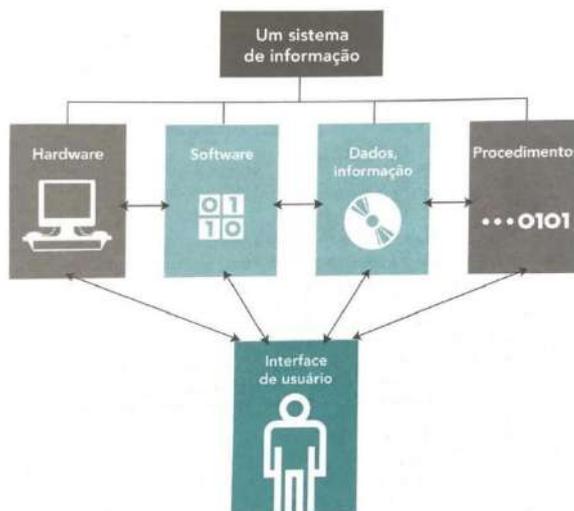
2.5 **Sistemas de Informação**

Segundo Turban e Volonino (2013) e Chagas e Costa (2018), um sistema de informação coleta, processa, armazena, analisa e dissemina informações para fins ou objetivos específicos, sendo um instrumento de apoio a tomada de decisão dentro de uma organização, tendo seus componentes (Figura 2.9) e composto por:

- Entrada: dados e informações coletados manualmente ou de forma automática, como através de sensores, e recebidos por dispositivos de entrada;
- Processamento: os dados, são transformados, convertidos, analisados, de acordo com a necessidade, para serem armazenados ou transferidos para um dispositivo de saída;
- Saída: dados, informações, relatórios, gráficos, indicadores, são disseminados para telas digitais ou em papel, para que cheguem aos interessados;

- *Feedback*: um mecanismo de retorno que controla e monitora as operações anteriores.

Figura 2.9 - Componentes dos sistemas de informação.



Fonte: Turban e Volinino (2013)

Assim como, os sistemas de informações são considerados instrumentos internos da empresa que possibilitam que a gerência visualize as informações para a tomada de decisão, sendo entendidos também como um conjunto de recursos humanos, materiais, tecnológicos e econômicos que estão alinhados uns aos outros para que sejam possíveis a coleta de dados e a geração futura de informações (CASTRO; PEREIRA; BEZERRA, 2019).

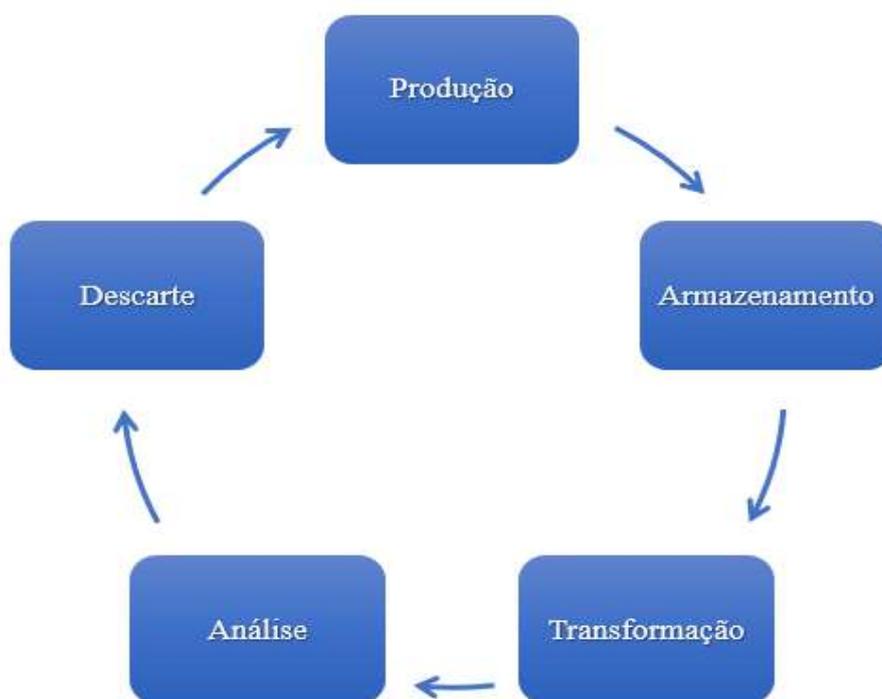
2.5.1 Dados

Dados são fatos coletados e normalmente armazenados. Os dados são constituídos de fatos crus, números, como o número de um funcionário, total de horas trabalhadas na semana, peças em estoque, número de produtos vendidos (STAIR; REYNOLDS, 2014).

Segundo Amaral (2016), o dado possui um ciclo de vida composto por cinco etapas: a produção do dado que ocorre por meio de algum dispositivo como um computador, um sensor ou por meio da observação e coleta de fatos por um agente. O armazenamento, onde o dado será guardado em um dispositivo eletrônico. A etapa da transformação do dado, onde será convertido de um formato a outro para que possa ser

usado por determinado programa possibilitando sua utilização e leitura. Em seguida a etapa de análise, onde será extraída informação dos dados em posse e por fim, o descarte de dados mais antigos ou não mais úteis, necessitando de uma atualização dos mesmos, como exemplificado na Figura 2.10.

Figura 2.10 - Ciclo de vida do dado.



Fonte: Amaral (2016)

2.5.2 Informação

Segundo Stair e Reynolds (2014), informação é um conjunto de dados organizados de tal maneira que possuem um valor adicional, um significado para a organização de interesse, como o número de vendas por funcionário, gráficos, indicadores de performance, possuindo alto valor, auxiliando na tomada de decisão.

Ainda, a informação é o resultado do processamento dos dados para revelar seu significado em um determinado contexto, revelando padrões, realizando previsões ou desenhando inferências utilizando modelagem estatística por exemplo, onde, se acurada, relevante e gerada no momento certo, é a chave para uma boa tomada de decisão (CORONEL; MORRIS, 2016).

A informação, segundo Castro, Pereira e Bezerra (2019), precisa possuir alguns requisitos básicos como, conteúdo, precisão, flexibilidade, atualidade, frequência, relatividade, confiabilidade, relevância, consistência, entre outros, para assim satisfazer as necessidades dos usuários.

2.6 Banco de dados

Um banco de dados ou *Database* é um sistema de armazenamento computadorizado com o objetivo geral de guardar dados, produzir e manter informações e torná-las disponíveis sempre que necessárias (FOSTER; GODBOLE, 2016).

Define-se banco de dados também, segundo Machado (2014), como uma coleção lógica de dados relacionados e com um significado inerente, sendo projetado construído e preenchido para um propósito específico e representando algum aspecto do mundo real, chamado de *minimundo* onde qualquer alteração no mesmo é refletida automaticamente no *Database*.

No mundo de hoje onde dados estão em todos os lugares e nos acompanham ao longo da vida, onde cada indivíduo produz e consome uma quantidade inimaginável de dados, além de serem essenciais para sobrevivência e prosperidade de organizações, bancos de dados são o melhor jeito de armazenamento e gestão dos mesmos, como também os tornam duráveis e compartilháveis em uma forma segura (CORONEL; MORRIS, 2016).

2.7 Digitalização

O primeiro uso do termo “*digitalization*” apareceu em 1971 em um artigo publicado na *North American Review*, referindo-se a estruturação de diversos domínios da vida social em torno da comunicação digital e das infraestruturas de mídia, conceituando-se também no aumento ou adoção do uso da tecnologia digital e computadorizada por um indivíduo, empresa, indústria ou país, entre outros (BRENNEN; KREISS, 2016).

A convergência das tecnologias sociais, de telefonia, analíticas e de computação em nuvem levou a uma onda de digitalização sem precedentes, se tornando prioridade estratégica para gestores e políticos, assim “*digitalization*” descreve o fenômeno socio-tecnológico e processos de adotar e utilizar essas tecnologias em um mais

amplo contexto individual, organizacional e social, levando a transformação digital dos meios (LEGNER et al., 2018).

De acordo com Etezadzadeh (2016) e Hagbergm, Sundstrom e Egels-Zandén (2016), um pré-requisito para a digitalização é a conectividade, a qual requer a expansão das redes e um aumento do uso de aparelhos ligados a internet, onde nos dias de hoje cada vez mais pessoas possuem acesso a internet de alta velocidade tanto em casa quanto na rua, servindo como a base para a digitalização de negócio e da vida pessoal, afetando seus desenvolvimentos e sendo uma das mais significantes transformações em nossa sociedade.

Os benefícios potenciais da digitalização são enormes, podendo reduzir custos em até 90% dentro das empresas, como também reduzir de maneira significativa os tempos para realizar determinado processo, além de substituir o papel e operações manuais, afetando vários aspectos das organizações incluindo tecnologias da informação, modelos estratégicos e de negócio, produtos e serviços, processos internos e externos, cultura organizacional, entre outros (PARVIAINEN et al., 2017)

2.8 Síntese do capítulo

Como apresentado anteriormente, dado seu contínuo desenvolvimento e crescimento, como também sua relevância, porém sendo uma tecnologia “nova” e ainda pouco utilizada se comparada a outras fontes de energia renovável, o setor de energia eólica *offshore* pode se modernizar cada vez mais e promover o acesso às informações inerentes para facilitar sua evolução através da digitalização, adotando tecnologias informacionais que auxiliem o processo de tomada de decisão levando a transformação digital às organizações que fazem parte do meio e informações úteis também as empresas que buscam se inserir no setor com maior rapidez, precisão e utilidade.

Assim, os sistemas de informação, os quais são um instrumento de tomada de decisão a partir do fato que coleta, processa, armazena, analisa e dissemina informações, aliados a ciência dos dados a qual busca por meio de princípios, processos, técnicas e estatística, aprimorar a tomada de decisão, aperfeiçoando a qualidade e quantidade das informações extraídas através da utilização de sistemas de informação, alimentados por bancos de dados, e são ferramentas úteis para o melhor desenvolvimento do setor.

CAPÍTULO 3 - MÉTODO DA PESQUISA

No presente capítulo será tratado o método da pesquisa, dividindo-se em três tópicos: o primeiro irá abordar como realizou-se a caracterização da pesquisa de acordo com o objetivo, os procedimentos técnicos, a abordagem, finalidade, desenvolvimento no tempo e a natureza do trabalho realizado; o segundo apresentará as etapas percorridas durante o seu desenvolvimento; e, por fim, o terceiro trará uma síntese do método de pesquisa.

3.1 Caracterização da pesquisa

A classificação da pesquisa realizada promove um melhor entendimento de como fora realizada e facilita a comparação com outras pesquisas existentes. O Quadro 3.1, retrata a caracterização da pesquisa de acordo com seis critérios distintos.

A pesquisa classifica-se de acordo com o objetivo (GIL, 2008) como descritiva, possuindo o objetivo de mapear as usinas eólicas *offshore*, caracterizando-as, além de descrever o banco de dados resultante desse mapeamento, como também promovendo a solução de um problema pouco explorado e amplo, a construção de uma base de dados para o mapeamento de uma tecnologia ainda pouco expressiva.

Em relação aos procedimentos técnicos (PRODANOV; FREITAS, 2013; GIL, 2008), caracteriza-se a pesquisa como uma revisão bibliográfica pelo fato de utilizar-se de referências já publicadas como livros, artigos científicos, publicações em periódicos, relatórios técnicos, entre outros, para embasar seu conteúdo. Classifica-se também como revisão documental por utilizar-se de dados disponibilizados por organizações privadas para justificar a construção do banco de dados e para desenvolvimento do resultado, além da classificação como estudo de caso devido a exploração de exemplos de *databases* já existentes sobre o assunto, buscando a justificação do modelo proposto e maior detalhamento sobre a ferramenta proposta.

De acordo com a abordagem da pesquisa (CRESWELL, 2014), classifica-se como qualitativa-quantitativa, pelo fato de ser realizada uma análise das características de outros bancos de dados existentes sobre o tema e se utiliza uma análise quantitativa em relação aos dados coletados para a geração de informações significativas a respeito das usinas eólicas *offshore*.

A pesquisa quanto finalidade (FONTELLES et al., 2009) caracteriza-se como aplicada, devido ao fato de ser produzido conhecimento científico para aplicação prática, através da criação de uma ferramenta, voltada para solução de uma problemática concreta, trazendo melhorias à gestão da informação inerente a tecnologia em questão.

De acordo com o desenvolvimento no tempo (FONTELLES et al., 2009) caracteriza-se como transversal, pois a pesquisa é realizada em um determinado momento, sendo a análise dos dados realizada até o dado momento da pesquisa.

E, por fim, a natureza do trabalho realizado, segundo, ainda, Fontelles et al. (2009), é observacional, dado que o autor apenas coleta os fatos acontecidos, sem interferir nos resultados.

Quadro 3.1 - Caracterização da pesquisa.

Critério	Classificação/Tipo	Escolha
Objetivo (GIL, 2008)	Exploratória	
	Descritiva	X
	Explicativa	
Procedimentos Técnicos (PRODANOV; FREITAS, 2013; GIL, 2008)	Pesquisa Bibliográfica	X
	Pesquisa Documental	X
	Pesquisa Experimental	
	<i>Ex-post Facto</i>	
	Levantamento	
	Pesquisa de Campo	
	Estudo de Caso	X
	Pesquisa-ação	
	Pesquisa Participante	
Abordagem (CRESWELL, 2014)	Quantitativo	
	Qualitativo	
	Qualitativo-Quantitativo	X
Finalidade (FONTELLES et al., 2009)	Básica	
	Aplicada	X

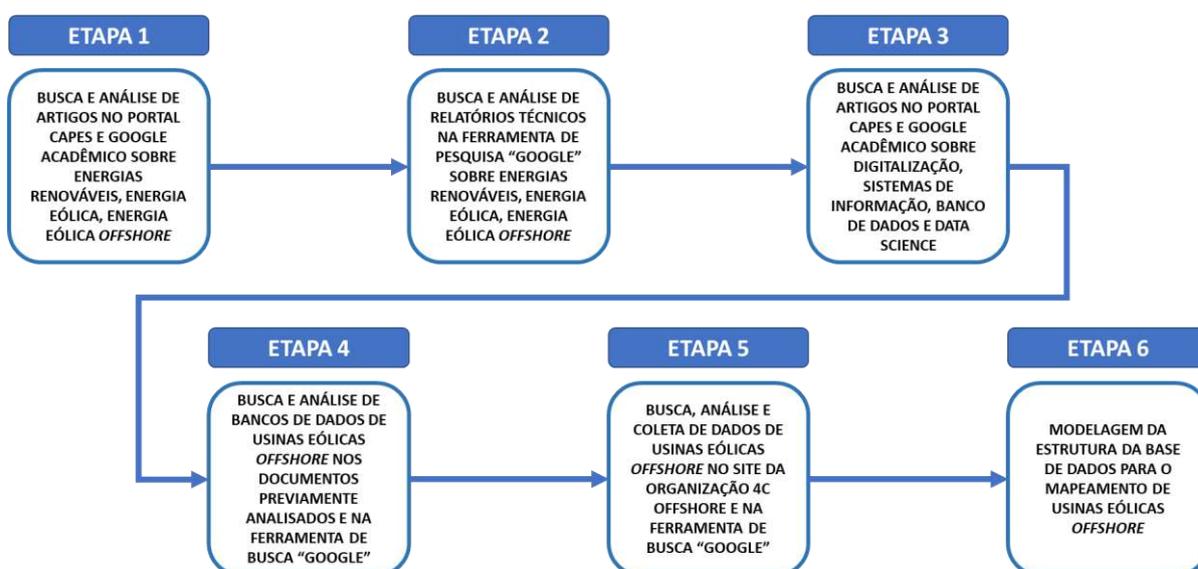
Desenvolvimento no Tempo (FONTELLES et al., 2009)	Transversal	X
	Longitudinal	
Natureza (FONTELLES et al., 2009)	Observacional	X
	Experimental	

Fonte: Elaboração própria.

3.2 Etapas da pesquisa

A pesquisa desenvolveu-se em seis etapas. Sendo todas sequenciais, onde cada etapa iniciou-se após a finalização da anterior, conforme apresentado pela Figura 3.1.

Figura 3.1 - Etapas da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

A primeira etapa envolveu a busca de artigos no portal de periódicos da CAPES sobre energia renovável, energia eólica e energia *offshore* para embasamento teórico, utilizando a ferramenta de busca avançada inserindo palavras-chaves como “*renewable energy*”, “*offshore wind*”, “*offshore wind energy*” e “*wind energy*”, selecionando a opção de artigos apenas na língua inglesa e publicados do ano 2016 em diante. Em relação a busca no Google Acadêmico, além de utilizar as palavras-chaves

anteriores, utilizou-se também palavras-chaves na língua portuguesa como “energia renovável”, “energias renováveis”, “energia eólica” e “energia eólica *offshore*”, como também o filtro de publicações de 2016 em diante.

A análise dos artigos realizada na primeira etapa, envolveu primeiramente a seleção, através da leitura do título, de publicações as quais relacionam-se superficialmente com o conteúdo da pesquisa. Em seguida, realizou-se a leitura dinâmica selecionando publicações de acordo com seus conteúdos de interesse, onde realizou-se em um segundo momento uma leitura completa dos artigos selecionados para seu melhor referenciamento.

Na segunda etapa buscaram-se e analisaram-se relatórios técnicos a respeito de energias renováveis, energia eólica e energia eólica *offshore* utilizando-se da ferramenta de busca da empresa Google, onde fora possível encontrar diversas organizações a nível nacional e internacional disponibilizando esse tipo de conteúdo de forma gratuita. Selecionaram-se as publicações mais recentes, aumentando o valor das informações encontradas, e de interesse após a realização de uma leitura inicial superficial do conteúdo de cada relatório. Em seguida, aprofundando-se a leitura para utilização do conteúdo na pesquisa.

Sucessivamente, na terceira etapa, utilizaram-se procedimentos similares aos da etapa um, diferenciando-se apenas nas palavras chaves utilizadas e buscando-se artigos a partir de 2014. Foram utilizadas palavras-chaves na realização da busca como “digitalização”, “*digitalization*”, “*data science*”, “*data + information*”, “*information management*”, “*information system*”, “*database*”, “gestão da informação”, “base de dados”, “banco de dados”, “sistema de informação” e “dados + informação”. A análise das publicações encontradas também ocorreu da mesma forma da primeira etapa.

Na etapa quatro, buscaram-se bancos de dados de parques eólicos *offshore* tanto na literatura já selecionada, artigos, livros e relatórios técnicos, quanto na ferramenta de busca da Google para encontrar modelos comparativos e de estudo para a geração de uma ferramenta de mapeamento de parques eólicos *offshore* mais completa e eficiente. Tendo que possuir em seus bancos de dados a classificação por nome do projeto e informações complementares a respeito do empreendimento, caracterizando-o.

Em seguida, na etapa cinco, após a identificação de critérios de caracterização dos parques que proporcionassem um mapeamento mais completo, buscaram-se,

analisaram-se e coletaram-se os dados específicos de interesse a respeito de cada usina. Em um primeiro momento no *site* da organização 4C Offshore e em um segundo momento na ferramenta de busca da Google para o preenchimento das lacunas remanescentes após a primeira busca.

Por fim, na sexta etapa, após a coleta de dados e sua organização, desenvolveu-se a estrutura de uma base de dados para o mapeamento de usinas eólicas *offshore* a partir do programa Microsoft Excel, onde encontra-se um banco de dados e informações geradas a partir desse banco de dados a respeito dos parques mapeados.

Sendo assim, este capítulo descreve a pesquisa realizada, caracterizando-a e explanando os procedimentos realizados para sua finalização. No próximo capítulo serão descritos e analisados os dados levantados a respeito de parques eólicos *offshore*.

CAPÍTULO 4 - DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo apresentam-se os dados inerentes a pesquisa, sendo eles exemplificações e comparativos de bancos de dados de usinas eólicas *offshore*, realizando a descrição e em seguida a análise dos mesmos, como também explanando como fora realizada a coleta dos dados.

4.1 Descrição dos dados

Primeiramente, os dados serão descritos. Atividade essa que irá envolver a apresentação de diversos bancos de dados encontrados por meio de buscas nas publicações analisadas acerca da temática principal deste trabalho e da procura através da ferramenta de busca da Google.

De acordo com a Tabela 4.1, observa-se que foram utilizados oito critérios para classificar as usinas eólicas, sendo eles: localização, país, ano de comissionamento, capacidade total, quantidade de turbinas, características da turbina (fabricante e capacidade), distância da costa e profundidade da água.

Tabela 4.1 – Localização e características gerais de parques eólicos *offshore*.

Offshore Wind

Worldwide

Location	Country	Online	MW	No	Rating	Distance to coast (km)	Water depth (m)
Vindeby	Denmark	1991	4.95	11	Bonus 450kW	2.5	3 - 5
Lely (Ijsselmeer)	Holland	1994	2.0	4	NedWind 500kW	0.75	5 - 10
Tuna Knob	Denmark	1995	5.0	10	Vestas 500kW	6	0.8 - 4
Dronen (Ijsselmeer)	Holland	1996	11.4	19	Nordtank 600kW		
Gotland (Bockstigen)	Sweden	1998	2.5	5	Wind World 500kW	3	6 - 8
Blyth Offshore	UK	2000	4	2	Vestas 2MW	0.8	6 - 11
Middelgrunden, Copenhagen	Denmark	2001	40	20	Bonus 2MW		
Uttgrunden, Kalmar Sound	Sweden	2000	10.5	7	GE Wind 1.5MW	8	4 - 10
Yttre Stangrund	Sweden	2001	10	5	NEG Micon NM72	4 - 5	6 - 10
Middlegrunden	Denmark	2001	40	20	Bonus 2MW	3	5 - 10
Horns Rev	Denmark	2002	160	80	Vestas 2MW	14 - 20	6 - 12
Frederikshaven	Denmark	2003	10.6	4	2 Vestas 3MW, 1 Bonus 2.3MW and 1 Nordex 2.3MW	0.8	4
Samse	Denmark	2003	23	10	Bonus 2.3 MW	3.5	20
North Hoyle	UK	2003	60	30	Vestas 2MW	6	12

Fonte: Renewable UK (2019)

É possível observar na Tabela 4.2, que a comparação entre parques eólicos se deu pelas características de quantidade de turbinas, capacidade total, capacidade de cada turbina, *status*, tipo, ano de comissionamento e região, de cada uma das usinas listadas.

Tabela 4.2 – Características de parques eólicos *offshore* do Reino Unido.

NAME ▲	TURBINES	PROJECT (MW) ?	TURBINE (MW)	STATUS	TYPE	YEAR	REGION
Barrow	30	90	3	Operational	offshore	2006	North West
Blyth Offshore Wind Demonstration Project (Phase 1)	5	41.5	8.3	Operational	offshore	2018	North East
Burbo Bank	25	90	3.6	Operational	offshore	2007	North West
Burbo Bank Extension	32	257.92	8.06	Operational	offshore	2017	North West
Dudgeon	67	402	6	Operational	offshore	2017	East of England
European Offshore Wind Deployment Centre (EOWDC, Aberdeen Bay)	11	93.2	8.4	Operational	offshore	2018	Scotland

Fonte: Renewable UK (2019)

Na Tabela 4.3 traz um aprofundamento do banco de dados representado na Tabela 4.2. Para caracterização do parque eólico Barrow, foram utilizados critérios como: nome da usina, localização, país e região, capacidade de cada turbina, quantidade de turbinas, capacidade total, fabricante da turbina, autoridade local de planejamento, latitude, longitude, tipo e *status*.

Tabela 4.3 – Projeto Barrow.

Project Name	Barrow		
Location	7km Walney Island		
County	Cumbria	Region	North West
Turbine Capacity	3		
Number of Turbines	30		
Project Capacity (MW)	90		
Developer	Orsted A/S		
Owner	Orsted A/S		
Local Planning Authority	Lancaster City Council		
Latitude (decimal)	53.9833	Longitude (decimal)	-3.28333
Type	offshore	Project Status	Operational

Fonte: Renewable UK (2019)

Para classificação das usinas eólicas do Mar do Norte e do Mar Báltico, Tabela 4.4, os dados foram primeiramente diferidos em um grupo para cada mar e posteriormente em grupos distintos para parques comissionados e parques eólicos instalados ou em construção.

Para ambas as tabelas de parques comissionados e de parques eólicos instalados ou em construção foram expostas características de quantidade de turbinas e capacidade de cada turbina.

Tabela 4.4 – Banco de dados de usinas eólicas *offshore* do Mar do Norte e do Mar Báltico.

North Sea			Baltic Sea		
Wind farms in operation			Wind farms in operation		
	Wind energy plant	Plant's performance in MW		Wind energy plant	Plant's performance in MW
ENOVA Offshore Ems-Emden	1	4.5	Rostock	1	2.5
Hooksiel	1	5	Baltic 1	21	48.3
alpha ventus	12	60	Total	22	50.8
BARD Offshore 1	80	400			
Meerwind Süd/Ost	80	288			
Riffgat	30	108			
Total	204	865.5			
Wind farms installed or under construction			Wind farms installed or under construction		
	Wind energy plant	Plant's performance in MW		Wind energy plant	Plant's performance in MW
DanTysk	80	288	Baltic 2	80	288
Global Tech 1	80	400	Wikingen	80	400
Nordsee Ost	48	295.2	Total	160	688
Borkum West II - Phase I	40	200			
Butendiek	80	288			
Amrumbank West	80	288			
Sandbank	72	288			
Godewind 1	55	332			
Nordsee One	54	332			
Total	589	2,711.2			

Fonte: Energie Wende - Offshore Wind Energy (2018)

Na Tabela 4.5, os dados exibidos foram divididos em duas partes, uma mostra as usinas eólicas da Bélgica e outra mostra as usinas eólicas da Dinamarca. Para a parte relacionada à Bélgica mostra-se uma diferenciação de usina comissionada e usina planejada para comissionamento entre 2010 e 2015. Para ambas há a comparação de

critérios de: nome, localização, capacidade total, profundidade da água, distância da costa, ano de comissionamento e fabricante da turbina.

Tabela 4.5 – Características de parques eólicos *offshore* na Bélgica e Dinamarca.

Offshore Statistics January 2009 

Belgium							
Project	Location	Capacity	N° of Turbines	Water depth(m)	Distance to shore (km)	Online	WT manufacturer
IN OPERATION							
Thornton Bank phase 1	Off Zeebrugge	30	6	12 to 27	27 to 30	2008	Repower
PLANNED 2010							
Belwind	Off Zeebrugge	330	-	-	-	2010	Vestas
Thornton Bank phase 2	Off Zeebrugge	90	-	-	-	2010	Repower
Thornton Bank phase 3	Off Zeebrugge	180	-	-	-	2012	Repower
Eidepasco phase 1	Off Zeebrugge	72	-	-	-	2012	-
Eidepasco phase 2	Off Zeebrugge	144	-	-	-	2014	-
North of Bligh Bank	Off Zeebrugge	600	-	-	-	2015	Blue H
TOTAL		1,416					

Denmark							
Project	Location	Capacity	N° of Turbines	Water depth(m)	Distance to shore (km)	Online	WT manufacturer
IN OPERATION							
Vindeby	NW of Vindeby, Lolland	4.95	11	2.5 to 5	2.5	1991	Bonus
Tunø Knob	Off Aarhus, Kattegat Sea	5	10	0.8 to 4	6	1995	Vestas
Middelgrundten	Oresund, E of Copenhagen	40	20	5 to 10	2 to 3	2001	Bonus
Horns Rev 1	Blåvandshuk, Baltic Sea	160	80	6 to 14	14 to 17	2002	Vestas
Nysted	Rødsand, Lolland	165.6	72	6 to 10	6 to 10	2003	Siemens
Somse	Paludans Flak, S of Samse	23	4	11 to 18	3.5	2003	Bonus
Frederikshavn	Frederikshavn Harbour	10.6	4	3	0.8	2003	Vestas, Bonus, Nordex

Fonte: EWEA (2009)

Para listagem dos parques eólicos do Japão, no intuito de se trazer um comparativo com dados de uma região diversa, em 2017, Tabela 4.6, foram utilizados critérios de tipo de usina, localização, distância da costa, profundidade da água, capacidade de cada turbina, quantidade de turbinas, capacidade total e ano de comissionamento.

Tabela 4.6 – Parques eólicos *offshore* no Japão.

OFFSHORE WIND POWER IN JAPAN AT THE END OF 2017										
Type	Location		Distance (km)	Depth (m)	Rated (MW)	No. of WTG	Total (MW)	Start operation		
Fixed	Hokkaido	Setana Port	0.7	13	0.6	2	1.2	Dec. 2003		
	Akita	Akita Port	0.1	-	3.0	1	3.0	Feb. 2015		
	Yamagata	Sakata port	0.05	4	2.0	5	10.0	Jan. 2004		
	Ibaraki	Kamisu	-	0.04	4	2.0	7	14.0	Feb. 2010	
				-0.05	4	2.0	8	16.0	Feb. 2013	
	Chiba	Choshi*	3.1	12	2.4	1	2.4	Mar. 2013		
	Fukuoka	Kitakyushu*	1.4	14	2.0	1	2.0	Jun. 2013		
Floating	Nagasaki	Fukuejima	5.0	100	2.0	1	2.0	Apr. 2016		
	Fukushima	Iwaki city	20	120	2.0	1	2.0	Dec. 2013		
		Naraha*			7.0	1	7.0	Mar. 2016		
						5.0	1	5.0	May 2017	
Total						29	64.6			

*National projects

Fonte: GWEC - Global Wind Report (2017)

Na Tabela 4.7, para a apresentar as reduções de custos para determinados parques eólicos, exibiram-se características de cenários (de 1 à 7) de cada parque eólico, localização, nome, profundidade da água, distância da costa, tipo de solo, capacidade total (multiplicando a potência de cada turbina pela sua quantidade), características da turbina (fabricante e tabela), tipo de fundação, tipo de instalação e maiores parâmetros de benefícios para cada usina. Nesta tabela nota-se a presença de uma caracterização diferente em relação as outras, tipo de solo em que o parque está situado.

Tabela 4.7 – Lista dos parques eólicos *offshore*.

SCENARIO	SITE	NAME	WATER DEPTH	DISTANCE TO PORT	SOIL TYPE	FARM SIZE	TURBINE	FOUNDATION TYPE	INSTALLATION TYPE	MOST BENEFITTING PARAMETERS
1	Site 1	West Gairbard	40 m	30 km	Shallow Bedrock/ Medium dense sand	1,000 MW (1,25 x 8 MW turbines)	8MW MH/ Vestas V164 - 8.0 MW Turbine	LEANWIND Gravity Base Foundation	Float out	<ul style="list-style-type: none"> Compatible with various seabed types Can be built at caisson dock Possibility to decommission (refloating/deballasting caisson)
2								ESTEYCO Telescopic GBF+ Turbine	Float out	<ul style="list-style-type: none"> Low cost and 2 simple installation
3								Conventional Jacket Structure - Piled	Lifted	<ul style="list-style-type: none"> Strong and O&G experience
4	Site 2	Moray Firth	60 m	100 km	Shallow Bedrock/ Medium dense sand	1,000 MW (1,25 x 8 MW turbines)	8MW MH/ Vestas V164 - 8.0 MW Turbine	LEANWIND Suction Jacket Foundation	Float out	<ul style="list-style-type: none"> Low dry CAPEX
5								LEANWIND Floating platform (adapted to shallow site)	Float out	<ul style="list-style-type: none"> Low weight of the platform (impacts cost)
6								Conventional Jacket Structure - Piled	Lifted	<ul style="list-style-type: none"> Strong and O&G experience
7	Site 3	Belmullet	100 m	30 km	N/A	30 MW (6 x 5 MW turbines)	NREL 5 MW Turbine	LEANWIND Floating platform	Float out	<ul style="list-style-type: none"> Low weight of the platform (impacts cost)

Fonte: LEANWIND (2017)

Para classificação geral das usinas de energia eólicas comissionadas, na Tabela 4.8, foram utilizados critérios de: nome, capacidade total, localização (país), coordenadas geográficas, características das turbinas (fabricante, capacidade e quantidade), ano de comissionamento, referência dos dados obtidos. Onde a característica “coordenadas geográficas” difere-se das apresentadas anteriormente.

Tabela 4.8 – Lista de maiores parques eólicos *offshore* operantes.

Largest operational offshore wind farms [edit]

See also: *Lists of offshore wind farms by country*

This is a list of offshore wind farms with at least 200 MW nameplate capacity that are currently operational.

Map all coordinates using: [OpenStreetMap](#)

Download coordinates as: [KML](#) · [GPX](#)

Wind farm	Capacity (MW)	Location	Site coordinates	Turbines & model	Commissioning date	Refs
Walney Extension	659	 United Kingdom	 54°51′7″N 3°44′17″W	40 x MHI-Vestas 8.25 MW 47 x Siemens Gamesa 7 MW	2018	[1]
London Array	630	 United Kingdom	 51°38′38″N 01°33′13″E	175 x Siemens SWT-3.6-120	2013	[2][3][4]
Gemini Wind Farm	600	 Netherlands	 54°21′0″N 05°57′47″E	150 x Siemens SWT-4.0	2017	[5][6][7][8]
Gode Wind (phases 1+2)	582	 Germany	 54°04′N 7°02′E	97 x Siemens SWT-6.0-154	2017	[9][10]
Gwynn y Môr	576	 United Kingdom	 53°27′00″N 03°35′00″W	160 x Siemens SWT-3.6-107	2015	[11]
Race Bank	573	 United Kingdom	 53°16′N 0°50′E	91 x Siemens SWT-6.0-154	2018	[12][13]
Greater Gabbard	504	 United Kingdom	 51°52′48″N 1°56′24″E	140 x Siemens SWT-3.6-107	2012	[14][15][16]
Dudgeon	402	 United Kingdom	 53°14′56″N 1°23′24″E	67 x Siemens SWT-6.0-154	2017	[17]
Veja Mate	402	 Germany	 54°19′1″N 5°52′15″E	67 x Siemens SWT-6.0-154	2017	[18][19]
Annoit	400	 Denmark	 56°36′00″N 11°12′36″E	111 x Siemens SWT-3.6-120	2013	[20][21][22][23]
BARD Offshore 1	400	 Germany	 54°22′0″N 5°59′0″E	80 x BARD 5.0MW	2013	[24][25][26]
Global Tech I [de]	400	 Germany	 54°30′00″N 6°21′30″E	80 x Areva Multibrid M5000 5.0MW	2015	[27]
Rampion	400	 United Kingdom	 50°40′N 0°06′W	116 x MHI Vestas V112-3.45 MW	2018	[28]
Binhai North	400	 China	 34°40′04″N 120°21′29″E	100 x Siemens SWT-4.0-120	2018	[29]
West of Duddon Sands	389	 United Kingdom	 53°59′02″N 3°27′50″W	108 x Siemens SWT-3.6-120	2014	[30][31]
Arkona	385	 Germany	 53°59′02″N 3°27′50″W	60 x Siemens SWT-6.0-154	2019	[32][33]
Walney (phases 1&2)	367	 United Kingdom	 54°02′38″N 3°13′19″W	102 x Siemens SWT-3.6-107	2011 (phase 1) 2012 (phase 2)	[34][35]

Fonte: WIKIPEDIA (2018)

Na Tabela 4.9, para classificação do desenvolvimento de novos parques eólicos, a tabela divide-se primeiramente por critérios de localização quanto ao mar, sendo Mar do Norte ou Mar Báltico. Para comparação entre as usinas eólicas foram listadas características de: nome, ano do processo de licitação, desenvolvedor/proprietário, capacidade aceita, ano esperado de comissionamento e valor da licitação premiada.

Tabela 4.9 – *Status* do desenvolvimento de novos parques eólicos *offshore*.

Project	Tender Round	Developer/Owner	Accepted Capacity	Expected Year of Commissioning	Awarded Bids
North Sea					
Kaskasi II	2018	Innogy	325.00 MW	2022	unknown
OWP West	2017	Ørsted	240.00 MW	2024	0.00 € ct/kWh
Borkum Riffgrund West 2	2017	Ørsted	240.00 MW	2024	0.00 € ct/kWh
Gode Wind 3	2017	Ørsted	110.00 MW	2024	6.00 € ct/kWh
Borkum Riffgrund West 1	2018	Ørsted	420.00 MW	2024/25	0.00 € ct/kWh
Gode Wind 4	2018	Ørsted	131.75 MW	2024/25	9.83 € ct/kWh
EnBW He Dreiht	2017	EnBW	900.00 MW	2025	0.00 € ct/kWh
Baltic Sea					
Arcadis Ost 1	2018	Parkwind NV	247.25 MW	2021	unknown
Wikinger Süd	2018	Iberdrola	10.00 MW	2022	0.00 € ct/kWh
Baltic Eagle	2018	Iberdrola	476.00 MW	2022/23	6.46 € ct/kWh

Fonte: Wind Energy Offshore Foundation (2018)

Para apresentação das estatísticas anuais em 2018 sobre os parques eólicos, ilustradas na Tabela 4.10, foram utilizados como critérios: o país, a localização, capacidade total conectada em 2018, quantidade de turbinas conectadas em 2018, o tipo e o *status*.

Tabela 4.10 – Amostra de parques eólicos *offshore* na Europa.

COUNTRY	WIND FARM	CAPACITY CONNECTED IN 2018 (MW)	NUMBER OF TURBINES CONNECTED IN 2018	TYPE	STATUS ⁴
United kingdom	Walney Extension Phase East	329	47	Bottom-fixed	●●●●●
	Galloper	277.2	44	Bottom-fixed	●●●●●
	Beatrice 2	273	39	Bottom-fixed	●○○○○
	Rampion	220.8	64	Bottom-fixed	●●●●●
	EDWDC	93.2	11	Bottom-fixed	●●●●●
	Walney Extension Phase West	66	8	Bottom-fixed	●●●●●
	Race Bank	50.4	8	Bottom-fixed	●●●●●
	Kincardine Pilot	2	1	Floating	●●●●●
Germany	Borkum Riffgrund II	464.8	56	Bottom-fixed	●●●●●
	Arkona	384	60	Bottom-fixed	●●●●●
	Merkur Offshore	120	20	Bottom-fixed	●●○○○
Belgium	Rentel	308.7	42	Bottom-fixed	●●●●●
Denmark	Horns Rev 3	33.2	4	Bottom-fixed	●○○○○
	Nissum Bredning	28	4	Bottom-fixed	●●●●●
Spain	ELISA ELICAN	5	1	Bottom-fixed	●●●●●
Sweden	Bockstigen (boosted)	3.3	5	Bottom-fixed	●●●●●
France	Floatgen	2	1	Floating	●●●●●
	Eolink Prototype	0.2	1	Floating	●●●●●

Fonte: WINDEUROPE (2018)

Para os parques eólicos que não se encontravam em funcionamento em 2018, a Tabela 4.11 apresenta, a comparação entre as usinas realizou-se pelas características: país, localização, quantidade de fundações (para usinas) instaladas em 2018, quantidade total de fundações e o tipo de fundação.

Tabela 4.11 – Amostra 2 de parques eólicos *offshore* instalados na Europa.

COUNTRY	WIND FARM	FOUNDATIONS INSTALLED IN 2018	TOTAL NUMBER OF FOUNDATIONS	TYPE OF FOUNDATIONS
United Kingdom	East Anglia 1	37	102	Jacket
	Hornsea One	156	174	Monopile
Germany	Deutsche Bucht	29	31	Monopile
	Hohe See	63	71	Jacket
	Trianel Windpark Borkum 2	32	32	Monopile
Belgium	Norther	44	44	Monopile

Fonte: WINDEUROPE (2018)

Para a caracterização de uma usina específica, Tabela 4.12, listaram-se critérios divididos em cinco categorias, sendo elas: datas-chaves, potência e turbinas, velocidade, do vento, custos, e localização e ambiente. Para a categoria de datas-chaves foram colocados os critérios de: data do início da construção do parque eólico, data do envio do pedido de consentimento, data do fechamento financeiro, data de comissionamento.

Para a categoria de potência e turbinas foram utilizados: capacidade total, quantidade de turbinas, características da turbina (fabricante e modelo), capacidade da turbina, altura total da turbina, altura da torre, diâmetro da hélice e tipo de fundação. Para a categoria de velocidade do vento, há apenas o critério da própria categoria, assim como para a categoria de custos.

Na categoria localização e ambiente, os critérios são: mar, latitude, longitude, dimensão da área, profundidade da água (mapa de dados) e profundidade da água (estabelecido pelo desenvolvedor).

Notando-se a grande quantidade de informação inacessível no formato gratuito, sendo necessário o pagamento da assinatura para o acesso.

Tabela 4.12 – Caracterização de um parque eólico *offshore* pela 4C Offshore, parte 1.

Key Dates	Offshore Construction Starts	25 Jan 2016
	Submit Consent Application	25 Mar 2013
	Financial Close	18 May 2015
	First Power	2017
Power & Turbines	Project capacity	400.2 MW
	Number of turbines	116
	Turbine model	V112-3.45 MW Offshore (MHI Vestas Offshore Wind)
	Turbine capacity	3.45 MW
	Total turbine height	upgrade your subscription to view details
	Hub height	upgrade your subscription to view details
	Rotor diameter	upgrade your subscription to view details
	Foundation	Grounded: Monopile
Windspeed	10 year mean wind speed (2000-2009)	upgrade your subscription to view details
Costs	Stated project cost	upgrade your subscription to view details
Location & Environment	Sea name	English Channel (Wight)
	Centre latitude	50.668°
	Centre longitude	upgrade your subscription to view details
	Area	79 km ²
	Depth range (Chart Datum)	upgrade your subscription to view details
	Depth range (stated by developer)	19 m - 40 m

Fonte: 4C OFFSHORE (2019)

Observa-se na Tabela 4.13, que em adicional a estas categorias, existem também os critérios de local de instalação da base e local de operação e manutenção.

Tabela 4.13 – Caracterização de um parque eólico *offshore* pela 4C Offshore, parte 2.

Location & Environment	Sea name	English Channel (Wight)
	Centre latitude	50.668°
	Centre longitude	upgrade your subscription to view details
	Area	79 km ²
	Depth range (Chart Datum)	upgrade your subscription to view details
	Depth range (stated by developer)	19 m - 40 m
	Distance from shore (stated by developer)	upgrade your subscription to view details
	Distance from shore (computed from centre)	upgrade your subscription to view details
Ports	Installation base	Wlissingen (foundations)
	Ops and maintenance	Newhaven

Fonte: 4C OFFSHORE (2019)

Por fim, a Tabela 4.14 ilustra os critérios para divisão dos dados da cadeia de fornecedores do parque eólico London Array, sendo eles:

desenvolvedores/proprietários/operadores, características da turbina (fabricante, instalador e responsável pela manutenção), subestações (projetista, fabricante e instalador), fundações (projetista, fabricante e instalador), cabeamento de matriz (instalador, fabricante, fornecedor e responsável pela manutenção), cabeamento de exportação (instalador, fabricante, fornecedor e responsável pela manutenção), torre de medição (instalador, fabricante e fornecedor), consultores (de diversas áreas) e outros (demais fornecedores não citados anteriormente). Posteriormente, irão se selecionar algumas caracterizações apenas de turbinas e subestações.

Tabela 4.14 – Caracterização de um parque eólico *offshore* pela 4C Offshore em relação aos fornecedores.

The screenshot shows a web interface with a navigation bar at the top containing four tabs: 'Project Details', 'Supply Chain', 'Vessels', and 'Project Dates'. The 'Supply Chain' tab is active. Below the navigation bar is a list of project components, each with a right-pointing arrow and a count in parentheses:

▶ Developers/Owners/Operators (8)
▶ Turbines (9)
▶ Substations (9)
▶ Foundations (29)
▶ Array Cabling (12)
▶ Export Cabling (7)
▶ Met Masts (7)
▶ Consultants (18)
▶ Others (55)

Fonte: 4C OFFSHORE (2019)

4.2 Análise dos dados

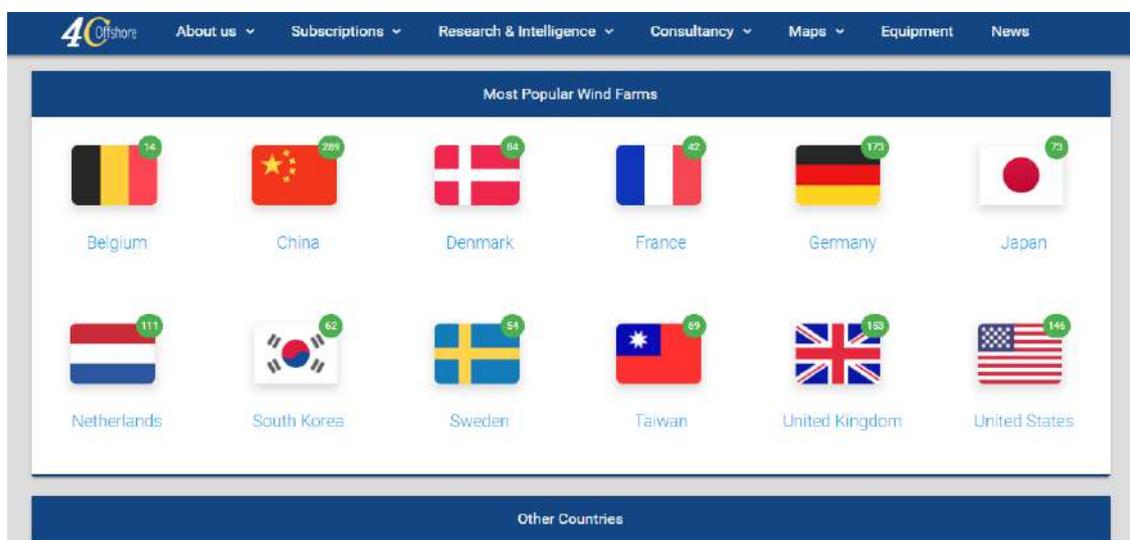
Analisando os dados apresentados nas tabelas que são disponibilizadas na *internet*, percebe-se uma mostra incompleta dos parques eólicos *offshore*, ou seja, os bancos de dados apresentam-se ausentes de caracterizações presentes em outros e vice-versa, carecidos de informação útil a um mapeamento mais completo das usinas. Além disso, nota-se também a falta de preenchimento de todas as informações em alguns bancos de dados e o bloqueio de informações na versão gratuita pela fonte da organização 4C Offshore, devendo-se realizar uma assinatura custosa para o acesso completo aos dados.

4.3 Coleta dos dados

Para a coleta de dados necessários para o *database* e consequente mapeamento das usinas eólicas *offshore* procurando preencher da forma mais completa possível as características levantadas como importantes, além da criação de informação útil para tomada de decisões, buscou-se em cinco diferentes fontes encontradas com o auxílio da ferramenta de busca “Google”. Destaca-se também que os dados foram coletados a respeito dos três países que mais possuem parques eólicos *offshore* ativos na Europa devido as suas importâncias, experiência, disponibilidade de dados e confiabilidade dos dados, sendo essas fontes apresentadas a seguir.

A primeira fonte (Figura 4.1) é a empresa 4C Offshore, sendo a principal fornecedora por ter contribuído com o maior número de dados. Entretanto a falta de certas informações e o acesso a pagamento de outras resultaram na necessidade da busca em outras fontes e tornando-se parte da justificativa da elaboração deste trabalho.

Figura 4.1 – Fonte de dados 4C Offshore.



Fonte: 4C OFFSHORE (2019)

Outra fonte é o The Wind Power apresentado na Figura 4.2, com informações pertinentes principalmente a respeito de latitude e longitude dos parques, como também distância da costa e altura da torre.

Figura 4.2 – Fonte de dados The Wind Power.



The screenshot shows the website for 'THE WINDPOWER Wind Energy Market Intelligence'. The navigation bar includes 'Online store', 'Online access', and 'Contact'. The breadcrumb trail is 'Online access > Wind farms > Dudgeon (United-Kingdom)'. There is a link to '[Back to previous page]'. A section titled 'United-Kingdom wind farms file' contains two tabs: 'General data' (selected) and 'Map'. Under 'Generalities', the following information is listed:

- Wind farm name: Dudgeon
- Country: United-Kingdom
- County / Zone: Offshore

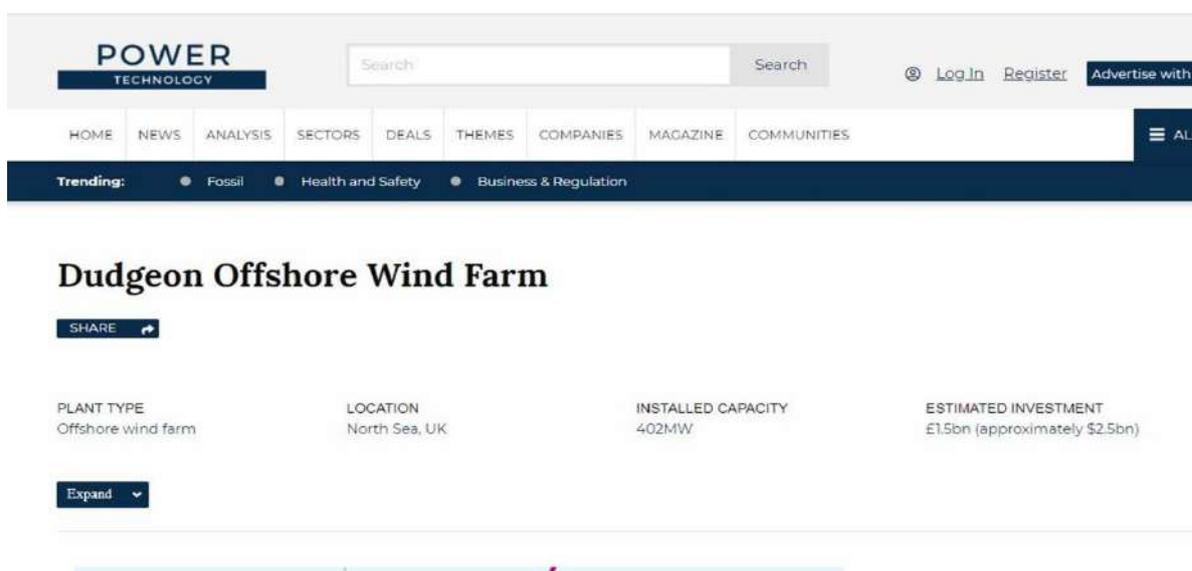
Under 'Details', the following information is listed:

- Commissioning: 2017/10
- 57 turbines: Siemens SWT-6.0-154 (power 6 000 kW, diameter 154 m)
- Total nominal power: 402,000 kW
- Operational
- Offshore wind farm
- Developers: Statkraft/Equinor ASA
- Operator: Equinor ASA
- Owners: China Resources/Equinor ASA/Masdar
- Source: <https://www.statoil.com/en/what-we-do/new-energy-solutions.html>

Fonte: THE WIND POWER (2019)

Na Figura 4.3 tem-se o *site* da empresa Power Technology. Com informações relevantes principalmente a respeito dos investimentos realizados nos parques, informação essa escassa.

Figura 4.3 – Fonte de dados Power Technology.



The screenshot shows the website for 'POWER TECHNOLOGY'. The navigation bar includes 'HOME', 'NEWS', 'ANALYSIS', 'SECTORS', 'DEALS', 'THEMES', 'COMPANIES', 'MAGAZINE', and 'COMMUNITIES'. There is a search bar and links for 'Log In', 'Register', and 'Advertise with us'. A 'Trending' section lists 'Fossil', 'Health and Safety', and 'Business & Regulation'. The main content area is titled 'Dudgeon Offshore Wind Farm' and includes a 'SHARE' button. Below this, a table provides key information:

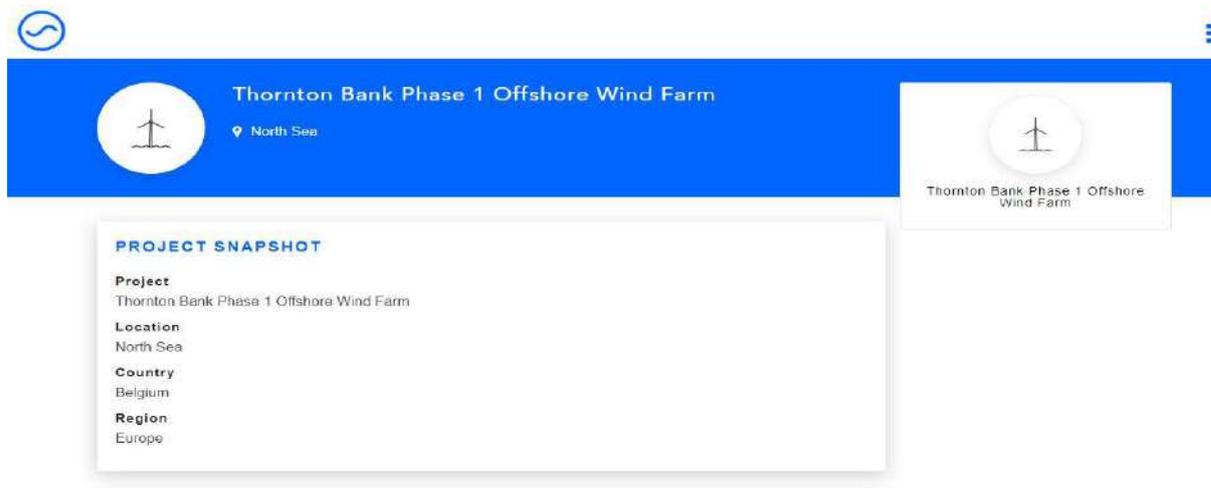
PLANT TYPE	LOCATION	INSTALLED CAPACITY	ESTIMATED INVESTMENT
Offshore wind farm	North Sea, UK	402MW	£1.5bn (approximately \$2.5bn)

There is an 'Expand' button below the table.

Fonte: POWER TECHNOLOGY (2019)

A quarta fonte, apresentada na Figura 4.4, é o *site* da Saltkick, onde buscou-se preencher as lacunas deixadas pelas fontes anteriores.

Figura 4.4 – Fonte de dados Saltkick.



Fonte: SALTICK (2019)

Finalmente, tem-se o *site* Wikipedia como última fonte, que assim como o *site* da Saltkick fora utilizado para preencher as informações faltantes não encontradas nas buscas anteriores, apresentado na Figura 4.5, possuindo informações como profundidade, distância da costa, diâmetro do rotor, latitude e longitude, capacidade, entre outras.

Figura 4.5 – Fonte de dados Wikipedia.

Dudgeon Offshore Wind Farm

From Wikipedia, the free encyclopedia

Dudgeon Offshore Wind Farm is an offshore wind farm 32 km north of Cromer off the coast of Norfolk, in the North Sea, England. It is owned by Dudgeon Offshore Wind Limited (DOW), a subsidiary of Equinor, Masdar and Statkraft. The site is a relatively flat area of seabed between the Cromer Knoll and Inner Cromer Knoll sandbanks and is one of the farthest offshore sites around the UK.

The project included constructing the wind turbines and their foundations, building an offshore substation and an onshore substation at Necton, installing power cables both undersea and onshore, as well as connection to the UK National Grid. This work is estimated to have cost in the region of £1.5bn. The wind farm was fully commissioned in October 2017.^[1] The estimated annual production is 1.7 TWh^[2] which corresponds to 410,000 homes each using 4,100 kWh/yr. With a nameplate capacity (peak power) of 402 MW this corresponds to a capacity factor of 48%, or an average power of approximately 200 MW.

Contents [hide]	
1	Planning
2	Construction
3	Service and maintenance
4	References
5	External links

Planning [edit]

The project was originally developed by Warwick Energy Limited, who set up a subsidiary, called Dudgeon Offshore Wind Limited. The wind farm planning application was filed in April 2009.^[3] The application was for between 56 and 168 turbines depending on final chosen design with a nameplate capacity of 560 MW.^[4]

In July 2012 the government gave planning approval for Warwick Energy to construct a wind farm to the capacity of 560MW.^[5] In October 2012 Statoil and Statkraft acquired the Dudgeon Offshore Wind Farm project through the acquisition of all shares from Warwick Energy.^[6] A review of the project was undertaken after the project was acquired by Statoil and Statkraft, and in

so://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page#date=2019_03_20×tamp=2019_03_20_13:00:00

Dudgeon Wind Farm	
Country	England, United Kingdom
Location	32km north of Cromer, Norfolk
Coordinates	53.240°N 1.39°E
Status	Operational
Commission date	October 2017
Owner(s)	Equinor: 35% Masdar: 35% Statkraft: 30%
Wind farm	
Type	Offshore
Max. water depth	19–25 m
Distance from shore	32 km (20 mi)
Hub height	110 m
Rotor diameter	154 m
Power generation	

Fonte: WIKIPEDIA (2019)

4.4 Síntese do Capítulo

Apresentados os dados inerentes a pesquisa, pode-se concluir quais são as bases de dados mais completas, sendo as mais relevantes a serem consideradas na construção da base de dados proposta neste trabalho. Logo, classifica-se a base de dados da empresa 4C Offshore como sendo a mais completa, tanto pela quantidade de dados disponíveis, apesar de certos dados estarem indisponíveis, como pela categorização dessas informações.

Sendo assim, em questão de confiabilidade dos dados a fonte 4C Offshore é a que possui maior confiança, sendo seguida pela The Wind Power e Power Technology por apresentarem dados sobre um número mais frequente de parques em relação as outras fontes citadas, Saltkick e Wikipedia.

Mesmo assim, as fontes de dados e bases de dados analisadas não apresentavam informações úteis a tomada de decisão ou não as apresentam de forma livre, além de no enfoque da organização apresentarem os dados de forma incompleta, ou de forma não consolidada, como no caso do 4C Offshore onde os dados relacionados aos fornecedores encontram-se separados dos demais.

Por fim, os dados mais relevantes, após a análise dos mesmos, são o nome, a localização, o ano de comissionamento, a capacidade da usina, o número, modelo e fabricante das turbinas, latitude e longitude, distância da costa e profundidade da lâmina d'água em que estão instaladas as turbinas, os portos de instalação e manutenção e operação, como também os fornecedores.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado o resultado obtido através da realização desta pesquisa, apresentando a ferramenta desenvolvida para o mapeamento de usinas eólicas *offshore*.

5.1 Descrição da estrutura da ferramenta

A estrutura de base de dados, proposta neste trabalho, teve como base uma versão anterior criada no grupo de pesquisa “CriAção – Criatividade e Inovação de Produtos e Processos Aplicada a Energias Renováveis”. Teve-se como finalidade avançar na organização de uma base de dados das usinas eólicas *offshore* dos três países da Europa que possuem maior capacidade instalada.

5.1.1 Elementos da estrutura da base de dados

Após a apresentação e análise dos dados na seção anterior, além da explanação da coleta de dados, pode-se afirmar que existe uma necessidade de uma ferramenta completa e eficiente de mapeamento de usinas eólicas *offshore*, como também pela importância dessa tecnologia e seu contínuo crescimento na sua utilização ao redor do mundo.

Para sua estruturação foi utilizado o *software* Microsoft Excel, onde constituem-se os trinta e quatro critérios de caracterização escolhidos para a formação do banco de dados e seu preenchimento de acordo com o nome da usina eólica, conforme Figura 5.1 e descrita no Apêndice A.

Os critérios foram separados em cinco categorias:

- Categoria Informações Gerais: nome do parque, país, proprietário, situação, *round* (aplica-se apenas aos parques do Reino Unido), região, ano de comissionamento;
- Categoria Informações Técnicas: capacidade do projeto (MW), n° de turbinas, modelo de turbinas, capacidade de turbina (MW), fabricante da turbina, altura total (m), altura *hub* (m), diâmetro do rotor (m), fundação, tipo de fundação, custo;

- Categoria Localização e Ambiente: mar, latitude, longitude, área (km²), profundidade mínima (m), profundidade máxima (m), distância da costa mínima (km), distância da costa máxima (km), velocidade do vento (km/h);
- Categoria Portos: porto de instalação, porto de operação e manutenção;
- Categoria Fornecedores: instalação fundações turbinas, instalação fundações subestações, instalação peça de transição, instalação subestações, instalação turbinas.

Um critério que necessita destaque é o de “situação”, o qual irá identificar o estado em que se encontra o parque eólico *offshore*, diferenciando-se as classificações onde já se construiu, mesmo que parcialmente, o parque, das classificações em que ainda não se iniciou a construção. O primeiro grupo possui dados mais fáceis de encontrar, enquanto o segundo grupo é muito limitado em relação aos dados existentes.

As opções para critério “situação” são: *decommissioned*, quando o parque está desativado e desmontado após o seu funcionamento, *fully commissioned*, quando está sendo gerada energia e totalmente construído, *partial generation/under construction*, quando está parcialmente construído e gerando energia a partir das turbinas já instaladas, *under construction*, quando o parque está em construção, *pre-construction*, *consent authorised*, *consent application submitted* e *concept/early planning*, classificações essas prévias a construção e por tanto mais carentes ainda de dados.

Foi utilizada a palavra “*unknown*” do inglês, significando “desconhecido”, para as células dos dados que não foram encontrados após exaustiva pesquisa. Além disso, o símbolo “N/A” quando não se aplica determinado dado a determinado parque como no caso do critério “*Round*” para os parques da Alemanha e Dinamarca.

Os parques em situações de construção concluída, em fase de construção e dos desativados, os dados desconhecidos amontam apenas a 6,85% do total dos dados presentes na planilha, sendo, 93,15% dos dados úteis. Dados esses encontrados utilizando os filtros para o critério “Situação” e as fórmulas “CONT.VALOR” e “CONT.SE” do *software* Microsoft Excel.

Figura 5.1 – Estrutura de base de dados para o mapeamento de usinas eólicas *offshore*.

Informações Gerais / General Information						
Nome Parque Farm Name	País Country	Proprietário Owner	Situação Status	Round	Região Region	Ano de Comis Year of Co
Blyth Offshore Wind Farm	United Kingdom	E.ON Climate & Renewa	Decommissioned	Round 1	England, North	2000
Beatrice Demonstration	United Kingdom	Scottish and Southern E	Decommissioned	Demonstrat	Scotland, Highl	2007
Levenmouth Demonstration Turbine (Methil Offshore Wind Farm)	United Kingdom	Offshore Renewable En	Fully Commissioned	Demonstrat	Scotland, Fife	2014
Kentish Flats	United Kingdom	Vattenfall Wind Power	Fully Commissioned	Round 1	England, South	2005
North Hoyle	United Kingdom	Greencoat UK Wind	Fully Commissioned	Round 1	Wales, North	2003
Ormonde	United Kingdom	Vattenfall Wind Power	Fully Commissioned	Gas-Wind	England, North	2011
Walney Phase 1	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 2	England, North	2011
Walney Phase 2	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 2	England, North	2011

Informações Técnicas / Power & Turbines										
Capacidade Project C	Nº Turb Nº T	Modelo Turb Turbine M	Capacidade T Turbine C	Fabricante Turbine	Altura Total Total Turb	Altura Hub Hub He	Diametro Rotor L	Fundação Fundati	Tipo de Fund Foundation	Custo Cost
4	2	V66-2MW	2	Vestas	97	62	66	Bottom-Fix	Monopile	€ 4.600.000,00
10	2	5M	5,075	Senvion	128,5	107	75	Bottom-Fix	Jacket (Piled	Unknown
7	1	S7.0-171	7	Samsung Hi	140,9	110,6	85,6	Bottom-Fix	Jacket (Piled	£ 11.000.000,00
90	30	V90-3.0 MW	3	Vestas	125	70	90	Bottom-Fix	Monopile	£ 105.000.000,00
60	30	V80-2.0 MW	2	Vestas	109	58	80	Bottom-Fix	Monopile	£ 81.000.000,00
150	30	5M	5,075	Senvion	176	100	126	Bottom-Fix	Jacket (Piled	€ 552.000.000,00
183,6	51	SWT-3.6-107	3,6	Siemens	147	80	107	Bottom-Fix	Monopile	R\$ 1.000.000.000,00
183,6	51	SWT-3.6-120	3,6	Siemens	165	90	120	Bottom-Fix	Monopile	

Localização & Ambiente / Location & Environment								
Mar Sea	Latitude Latitud	Longitude Longitud	Area (km²) Area (km	Profundidade M Depth Min. (m	Profundida Depth M	Distância da C Distance fi	Distância da Co Distance fro	Velocidade do Vento Windspeed (km/h
North Sea	55.136°	-1.490°	2	6	11	1,6	1,6	21
North Sea	58.099°	-2,692°	1	45	45	25	25	35
North Sea	56.174°	-3.008°	1	0	10	0	5	22
North Sea	51.460°	1.090°	10	3	5	8,9	8,9	21
Irish Sea	53.417°	-3.400°	10	7	11	7,5	7,5	19
Irish Sea	54.088°	-3.400°	10	17	22	9,5	9,5	23
Irish Sea	54.041°	-3.520°	28	19	28	15	15	24
Irish Sea	54.082°	-3.520°	45	25	30	15	15	24

Portos / Ports		Suppliers / Fornecedores					
Porto de Instalação Port of Installation	Porto O&M Port O&M	Instalação Fundações Turbinas	Instalação Fundações Subestações	Instalação Peça de Transição	Instalação Subestações	Instalação Turbinas	
Howdon Yard, River T	Blyth	Seacore Limited	Unknown	Unknown	Unknown	Seacore Limited	
Nigg (Turbine pre-ass	Buckie	Scaldis Salvage & Marine Contract	Unknown	Unknown	Unknown	Scaldis Salvage & Marine Contractors NV	
Methil	Methil	GRAHAM Construction	Unknown	Unknown	Unknown	GRAHAM Construction	
Felixstowe	Whitstable	MPI Offshore Ltd	Unknown	MPI Offshore Ltd	Unknown	A2SEA A/S	
Mostyn	Mostyn	Seacore Limited	Unknown	ZITON A/S	Unknown	Seacore Limited	Muhibbah Mayflower E
Belfast	Barrow	Scaldis Salvage & Marine Contract	Scaldis Salvage & Marine Contracto	Unknown	Scaldis Salvage & Marine	A2SEA A/S	
Barrow, Mostyn	Barrow	GeoSea NV	Scaldis Salvage & Marine Contracto	GeoSea NV	Scaldis Salvage & Marine	SealJacks UK Ltd	A2SEA A/S
Barrow, Mostyn	Barrow	Ballast Nedam Offshore	Scaldis Salvage & Marine Contracto	GeoSea NV	Scaldis Salvage & Marine	SealJacks UK Ltd	

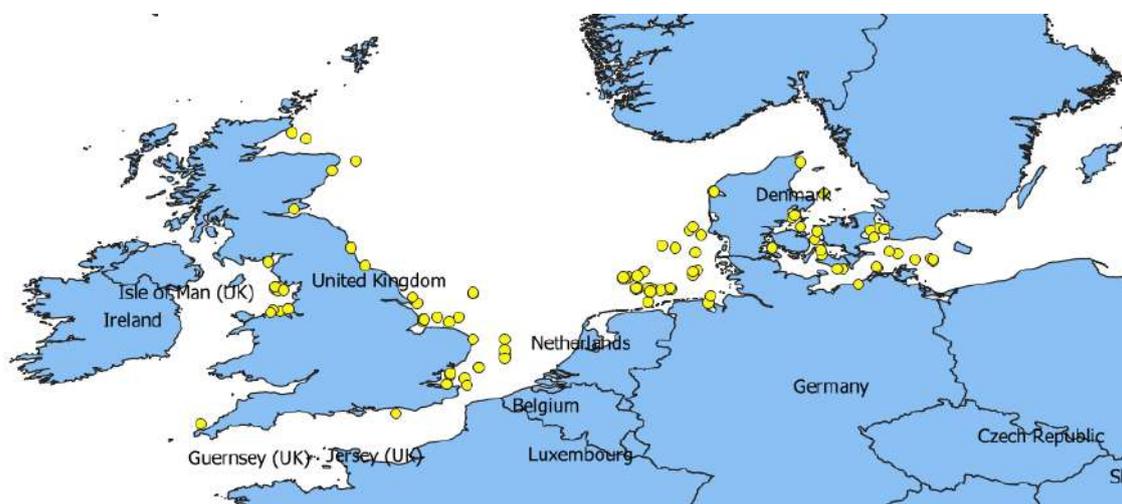
Fonte: Elaboração própria.

5.1.2 Mapeamento de informações das usinas eólicas *offshore*

A partir do banco de dados e da organização por critérios é possível extrair informações úteis no formato de gráficos, imagens, tabelas e na utilização de filtros.

Possibilitou-se, por exemplo, a criação de imagens informativas, como mapas, demonstrando-se na Figura 5.2. Com utilização do *software* QGIS e com os dados sobre longitude e latitude presentes no *database* criou-se um mapa com a localização das usinas eólicas *offshore* do Reino Unido, da Alemanha e da Dinamarca, fornecendo-se uma melhor visualização da localidade desses empreendimentos.

Figura 5.2 – Mapa Usinas Eólicas *Offshore* do Reino Unido, Alemanha e Dinamarca.



Fonte: Elaboração própria.

Também podem ser geradas tabelas que trazem informações inerentes ao setor. A Tabela 5.1, como exemplo, apresenta as empresas atuantes na atividade de instalação das fundações dos aerogeradores, o percentual de sua participação e sendo “N^o” o número de parques em que a empresa atuou, podendo mais de uma organização atuar na mesma usina, demonstrando um diferencial da ferramenta que aproveita os dados que possui para exibir informações de interesse e de importância sobre a tecnologia e o setor de energia eólica *offshore*.

Informações essas que podem auxiliar no processo de tomada de decisão de uma empresa que busca uma organização para realizar determinado serviço no setor de energia eólica *offshore* ou no trabalho realizado por um pesquisador ou grupo de pesquisa.

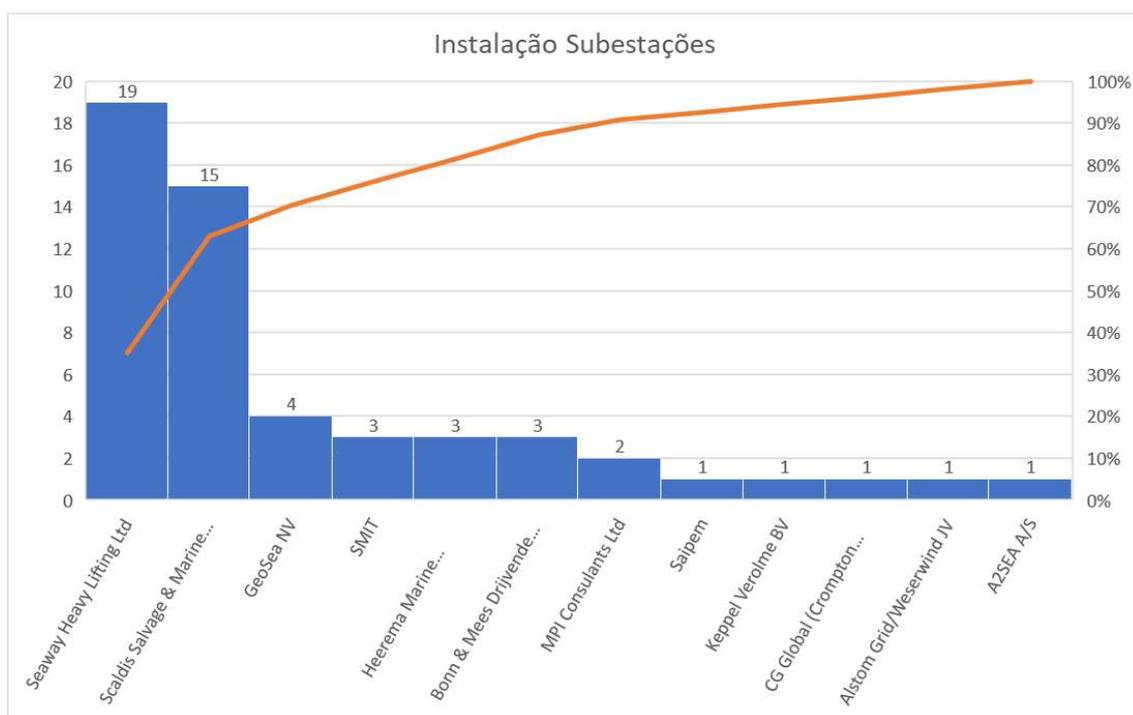
Tabela 5.1 - Participação das empresas de instalação de fundações das turbinas e número de parques em que cada empresa atuou, geral.

Instalação Fundações Turbinas		
Empresa/Company	Nº	%
Seacore Limited	3	3,45
Scaldis Salvage & Marine Contractors NV	4	4,60
GRAHAM Construction	1	1,15
MPI Offshore Ltd	9	10,34
GeoSea NV	17	19,54
Ballast Nedam Offshore	9	10,34
Offshore WindForce JV	3	3,45
Seaway Heavy Lifting Ltd	11	12,64
OHT Management AS	1	1,15
Strukton Systems bv	1	1,15
A2SEA A/S	7	8,05
Van Oord	6	6,90
Boskalis International	1	1,15
Swire Blue Ocean A/S	1	1,15
Bugsier- Reederei- und Bergungsgesellschaft mbH & Co.	1	1,15
Heerema Marine Contractors BV	1	1,15
Seafox Contractors B.V.	1	1,15
RWE Offshore Logistics Company GmbH	1	1,15
Seajacks UK Ltd	2	2,30
BARD Building GmbH	1	1,15
Jan de Nul Group	1	1,15
Eide Contracting AS	4	4,60
Per Aarsleff A/S	1	1,15
TOTAL	87	100,00
Nº EMPRESAS		23

Fonte: Elaboração própria.

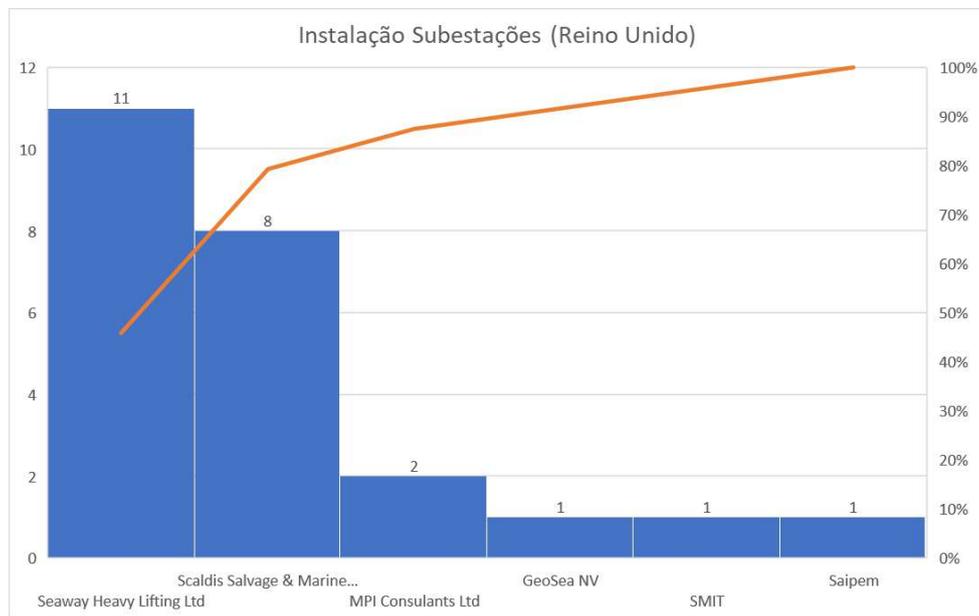
A seguir apresentam-se os gráficos de Pareto, Gráfico 5.1 e 5.2, e os gráficos Pizza, Gráfico 5.3 e 5.4, representando informações de forma ligeiramente diferente da Tabela 5.1, analisando agora a atividade de instalação das subestações, parte importante na transmissão da energia produzida nas usinas *offshore*, porém em um formato de visualização diferente, onde no primeiro e terceiro as informações são apresentadas em um contexto geral, levando-se em conta os três países, enquanto no segundo e no quarto um contexto específico, levando em conta apenas um país.

Gráfico 5.1 - Participação das empresas de instalação de subestações em parques eólicos *offshore*.



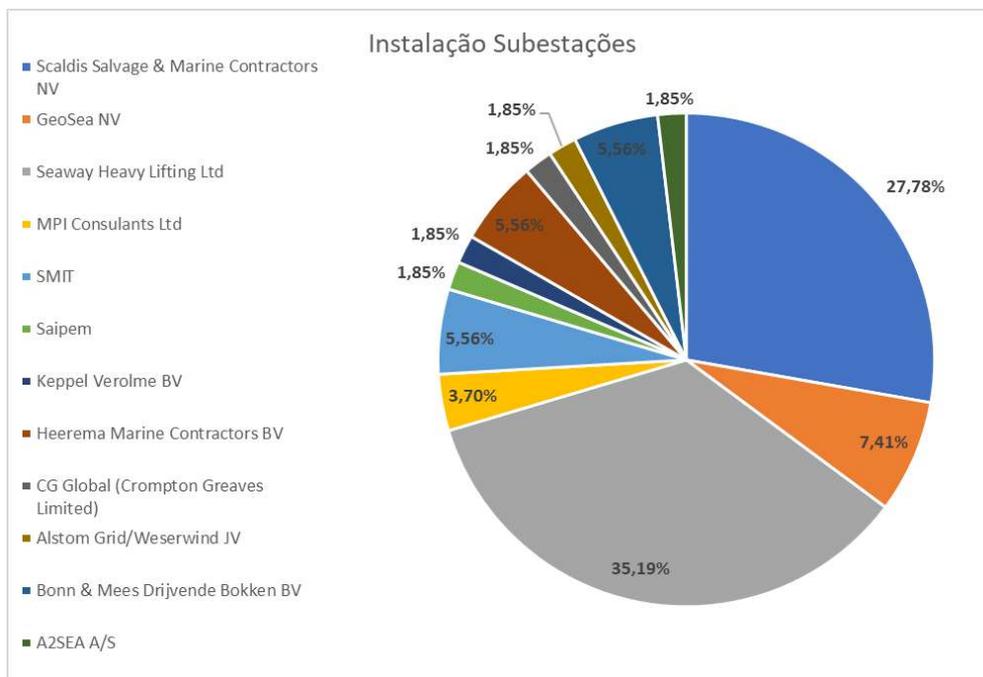
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 5.2 - Participação das empresas de instalação de subestações em parques eólicos *offshore* no Reino Unido.



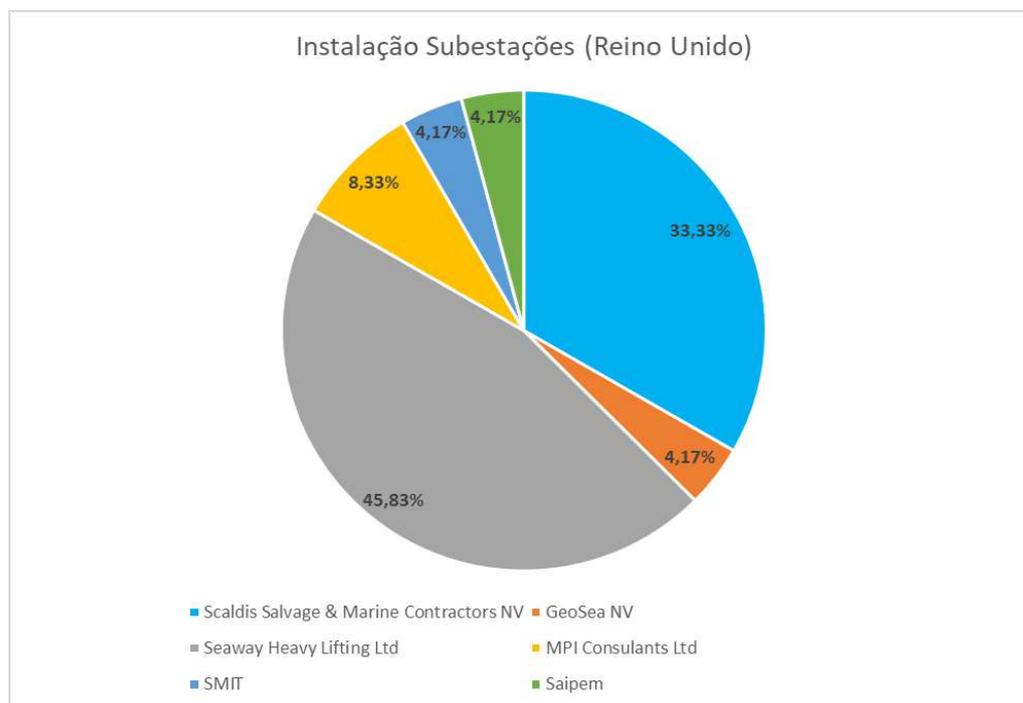
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 5.3 - Participação das empresas de instalação de subestações em parques eólicos *offshore* 2.



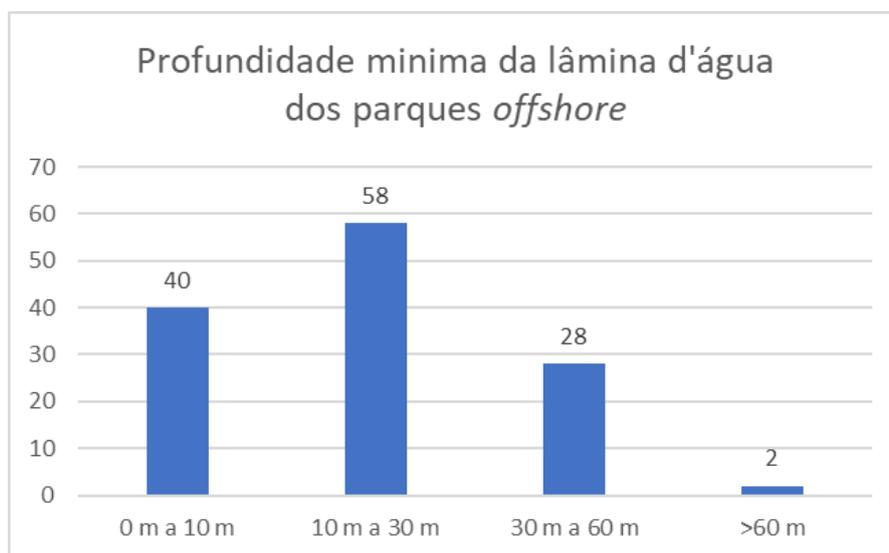
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 5.4 - Participação das empresas de instalação de subestações em parques eólicos *offshore* no Reino Unido 2.

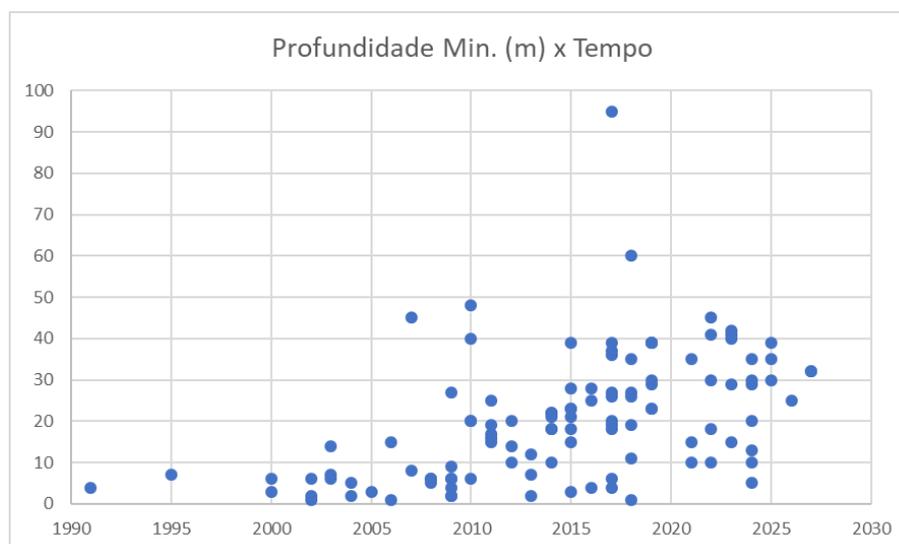


Fonte: Elaboração própria.

Também podem ser geradas informações sobre a profundidade em que os parques estão instalados e sua evolução ao longo do tempo. Onde, construir parques em profundidades maiores significava um custo maior de instalação, porém com o avanço das tecnologias inerentes esse custo pôde ser mitigado. Utilizando-se o gráfico de barras para representar a informação da profundidade (Gráfico 5.5), onde utilizou-se a o método de criação de classes para melhor representação, e o gráfico de dispersão para a evolução da profundidade ao longo do tempo (Gráfico 5.6), tendo-se assim ciência a respeito das profundidades mais utilizadas para a instalação de parques e o que está ocorrendo a medida em que o tempo avança, se estão aumentando ou diminuindo, percebendo-se o aumento da profundidade, após a análise do gráfico.

Gráfico 5.5 - Profundidade mínima dos parques eólicos *offshore*, geral.

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 5.6 - Profundidade mínima dos parques eólicos *offshore* x tempo, geral.

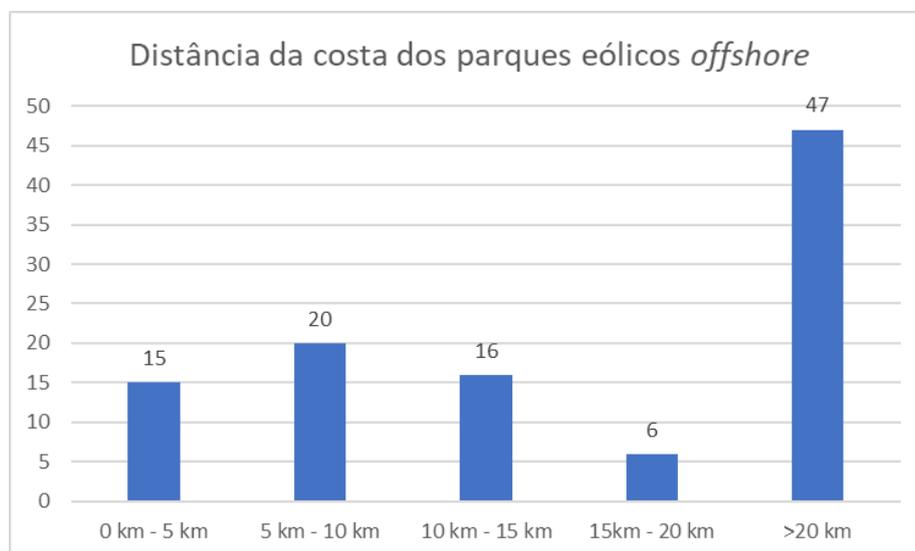
Fonte: Elaboração própria.

Dos gráficos podem se obter informações sobre a distância da costa do parque eólico *offshore* e como ela evoluiu ao longo das décadas.

Utilizaram-se os mesmos métodos de representação anteriormente apresentados em relação a profundidade, Gráficos 5.7 e 5.8. Percebe-se também, após a

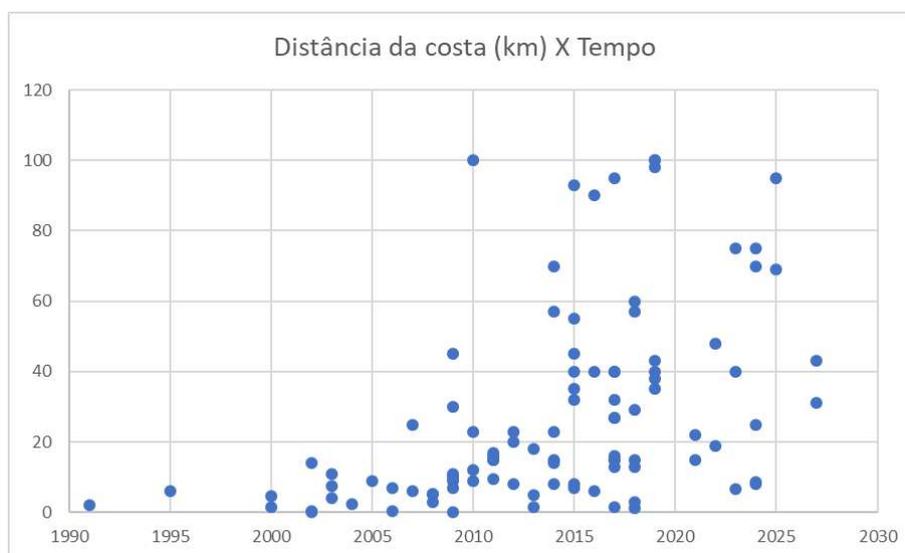
análise do gráfico de dispersão, o aumento da distância parque-costa conforme o tempo vai avançando. Onde, uma maior distância em relação a costa acarreta um aumento do custo de instalação do parque.

Gráfico 5.7 - Distância da costa dos parques eólicos *offshore*, geral.



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 5.8 - Distância da costa dos parques eólicos *offshore* x tempo, geral.



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se do gráfico 5.8 que a partir de 2008 os parques eólicos *offshore* no Reino Unido, Alemanha e Dinamarca estão cada vez mais distantes da costa e, a partir de 2015 essa tendência é ainda maior chegando a 100 km de distância.

5.1.3 Uso de filtros para busca de respostas

A ferramenta também ajuda a identificar que características, como modelo, tipo de fundação e dimensões, por exemplo possuem as turbinas instaladas em um parque construído com determinada capacidade ou distância da costa, como também profundidade, entre outras caracterizações, através da utilização de filtros, auxiliando no estudo preliminar de um projeto de uma nova usina eólica *offshore* e nas consequentes tomadas de decisão.

Como exemplo, temos o seguinte questionamento: quais os tipos de fundação de aerogeradores são mais utilizados em parques com determinadas características, sendo essas os filtros apresentados a seguir?

As características requisitadas, sendo essas os filtros: profundidade máxima entre 20 e 60 metros, distância mínima da costa entre 15 e 50 quilômetros, capacidade do projeto entre 150 e 450 MW e ano de comissionamento entre 2010 e 2025.

Após a aplicação dos filtros, Figura 5.3, observando-se a coluna “Tipos de Fundação”, analisa-se que o tipo de fundação mais utilizado em parques *offshore* com determinadas características é o *monopile*.

Figura 5.3 – Banco de dados após a utilização de filtros em determinadas colunas.

Informações Gerais / General Information		Informações Técnicas / Power & Turbines							Localização & Ambient			
Nome Parque	Ano de Comi.	Capacidade	Nº Turb	Modelo Turb	Capacidade T	Fabricante	Altura Total	Altura Hut	Diametro	Tipo de Fund	Profundida	Distância da C
Farm Name	Year of Co.	Project C.	Nº T	Turbine M	Turbine Ci	Turbine	Total Tur	Hub He	Rotor C	Fundation	Depth M	Distance fi
Walney Phase 1	2011	183,6	51	SWT-3.6-107	3,6	Siemens	147	80	107	Monopile	28	15
Walney Phase 2	2011	183,6	51	SWT-3.6-120	3,6	Siemens	165	90	120	Monopile	30	15
Dudgeon	2017	402	67	SWT-6.0-154	6	Siemens	209	110	154	Monopile	27	32
Galloper	2017	353	56	SWT-6.0-154	6	Siemens	209	110	154	Monopile	36	27
Sheringham Shoal	2011	316,8	88	SWT-3.6-107	3,6	Siemens	147	80	107	Monopile	22	17
Amrumbank West	2015	302	80	SWT-3.6-120	3,6	Siemens	147	87	120	Monopile	25	40
Meerwind Süd/Ost	2014	288	80	SWT-3.6-120	3,6	Siemens	147	87	120	Monopile	26	23
Butendiek	2015	288	80	SWT-3.6-120	3,6	Siemens	147	87	120	Monopile	22	35
Trianel Windpark Borkum I	2015	200	40	AD 5-116	5	Adwen	143	85	116	Tripod	33	45
Nordsee One	2017	332,1	54	6.2M126	6,15	Senvion	158	95	126	Monopile	28	40
Arkona	2019	385	60	SWT-6.0-154	6.417	Siemens	187	110	154	Monopile	37	35
Wikinger	2017	350	70	AD 5-135	5	Adwen	157,5	90	135	Jacket	43	40
EnBW Baltic 2	2015	288	80	SWT-3.6-120	3,9	Siemens	150	90	120	Various	44	32
Trianel Windpark Borkum II	2019	203	32	6.2M152	6,344	Senvion	200	124	152	Monopile	33	40
Kaskasi	2022	325	34	Unknown	9,5	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	25	48
Arcadis Ost 1	2022	247,25	58	Unknown	4,2	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	Jacket	46	19

Fonte: Elaboração própria.

Assim, os resultados exibidos não apenas apresentam a ferramenta como também demonstram as várias possibilidades de informações possíveis de serem extraídas do banco de dados criado, destacando-se também que as informações apresentadas não são as únicas exequíveis, podendo-se criar várias outras como, principais tipos de fundação a determinado intervalo de profundidade, principais fabricantes de aerogeradores, a capacidade instalada em cada país, entre outras. Encontra-se o banco de dados completo no apêndice deste trabalho.

CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A crescente preocupação com o efeito estufa e com o esgotamento dos recursos não-renováveis estão possibilitando um crescimento no uso de fontes renováveis para geração de energia elétrica, como, no caso, energia eólica *offshore*.

Sendo assim, aumentaram-se os estudos em relação a este tipo de tecnologia e o investimento na construção de novas e maiores usinas. Essa forma de produção de energia possui vantagens em relação a outras, tanto pelo fato de se situar em mares e oceanos proporcionando maior espaço para sua instalação, ventos mais fortes e constantes e menor perturbação da fauna, como também pela diminuição significativa do custo da energia gerada.

Apesar de sua crescente importância, nota-se uma ausência de informação a respeito dos parques eólicos *offshore* e de bancos de dados detalhados capazes também de gerar informação útil aos seus usuários e que sejam ainda assim acessíveis economicamente, dado o alto custo do mais completo banco de dados encontrado, como o caso da 4C Offshore. Assim, a criação de uma ferramenta de mapeamento de usinas eólicas *offshore* torna-se importante para o setor, além de uma oportunidade.

A pesquisa teve como objetivo responder a seguinte questão: como seria a base de dados que contemplasse todas as informações detalhadas das usinas eólicas *offshore*? Para responder a pergunta foram propostos um objetivo geral e quatro objetivos específicos: (o.g.) Propor uma estrutura de base de dados para o mapeamento de informações de usinas eólicas *offshore* da Alemanha, Dinamarca e Reino Unido, (o.e.1) Sistematizar os elementos e definições dos temas: Sistemas de Informação, energia eólica *offshore*, digitalização, *Data Science* e banco de dados; (o.e.2) Identificar elementos e conteúdos em sistemas ou bases de dados existentes sobre usinas eólicas *offshore*; (o.e.3) Estruturar a base de dados para energia eólica *offshore* e; (o.e.4) Extrair informações úteis às tomadas de decisão inerentes às usinas eólicas *offshore*.

Para cumprir o objetivo específico 1, desenvolveu-se o referencial teórico apresentado no capítulo 2, mediante a busca de artigos, livros e relatórios técnicos tanto no Google Acadêmico, como no Portal de Periódicos CAPES, além da ferramenta de busca “Google” para os relatórios técnicos utilizando-se as palavras-chaves predefinidas.

O objetivo específico 2 foi cumprido e descrito no capítulo 4 levantando os elementos e conteúdos inerentes a uma base de dados de parques eólicos *offshore* trazendo exemplos de sistemas de informação ou fontes de dados já existentes.

Já os objetivos específicos 3 e 4 foram alcançados e descritos no capítulo 5, onde os resultados do trabalho foram explanados, apresentando a estrutura da base de dados, suas características, critérios e filtros, e as informações extraídas através da mesma.

Como a proposta da estrutura da base de dados, apresentada no capítulo 5, para o mapeamento das usinas eólicas *offshore*, foi demonstrada na apresentação dos resultados, cumpriu-se o objetivo geral do trabalho. Alcançando todos os objetivos propostos, pode-se afirmar que a questão levantada pelo presente trabalho fora respondida.

As principais dificuldades encontradas na realização do trabalho em questão remetem ao grande número de dados necessários para o preenchimento do banco de dados e a dificuldade de encontrá-los ou de encontrá-los com livre acesso.

Conclui-se que a estrutura de base de dados proposta no trabalho possa viabilizar uma melhor forma de disseminação de informações para o mapeamento de usinas eólicas *offshore* de forma aberta, a mesma que possa contribuir para estudos de implantação de novas usinas em países que ainda estão em fase de estudos no uso dessa fonte de energia.

Por fim, este estudo apresenta como limitação a quantidade de países que tiveram os dados relativos a parques eólicos *offshore* coletados, uma vez que, devido ao fator tempo não fora possível coletar os dados de todos os parques eólicos em corpos d'água presentes no mundo. Sendo assim, recomenda-se para trabalhos futuros, a extensão da coleta de dados a um número maior de países, como também a aplicação da inteligência artificial buscando automatizar ou facilitar a busca e coleta de dados, como também a criação de um aplicativo, visando uma maior praticidade e alcance de usuários em relação a ferramenta, que facilite a utilização e visualização do banco de dados e suas informações.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, F. **Introdução a ciência de dados: mineração de dados e Big Data**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.
- ATCHENSON, M.; GARRAD, A. Looking Back. In: CRUZ, J.; ATCHENSON, M. (Ed.). **Floating Offshore Wind Energy: The Next Generation of Wind Energy**. Lisbon: Springer, 2016. p. 1-8.
- AZEVEDO, J. P. M.; NASCIMENTO, R. S.; SCHRAM, I. B. Energia eólica e os impactos ambientais: um estudo de revisão. **Revista Uningá**, Maringá, v. 51, n. 1, p.101-106, 2017.
- BARRETO, F. M. **Mapeamento tecnológico da geração de energia eólica offshore**. 2019. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Revista Ciência e Cultura**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 20-29, 2008.
- BORGES, A. C. P.; SILVA, M. S.; ALVES, C. T.; TORRES, E. A. ENERGIAS RENOVÁVEIS: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO DA BIOMASSA COMO FONTE DE ENERGIA. **Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 23-36, 2016.
- BRENNEN, J. S.; KREISS, D. Digitalization. In: JENSEN, K. B.; CRAIG, R. T. (Ed.). **The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy**. Oxford: Wiley Blackwell, 2016. p. 1-11.
- CASTRO, N.; LIMA, A.; HIDD, G.; VARDIERO, P. **Perspectivas da Energia Eólica Offshore**. Agência Canal Energia. Rio de Janeiro, ago. 2018.
- CASTRO, A.; PEREIRA, M. L.; BEZERRA, E. S. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL COMO FERRAMENTA PARA TOMADA DE DECISÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELÉTRICA DO NORDESTE BRASILEIRO. **Revista Fatec Zona Sul**, São Paulo, v. 5, n. 5, 2019.
- CHAGAS, L. D.; COSTA, S. M. S. Efetividade do processo de comunicação com base na teoria do comportamento informacional: o caso de um organismo internacional da área da saúde pública sediado no Brasil. In: COSTA, S. M. S.; LEITE, F. C. L.; TAVARES, R. B. (Orgs.). **Comunicação da informação, gestão da informação e gestão do conhecimento**. Brasília: Ibict, 2018. p. 45-65.
- CORONEL, C.; MORRIS, S. **Database Systems: Design, Implementation, and Management**. 15. ed. Boston: Cengage Learning, 2016.
- CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Los Angeles: Sage Publications, 2014.

DAI, K.; GAO, K.; HUANG, Z. Environmental and Structural Safety Issues Related to Wind Energy. In: LETCHER, T. M. (Ed.). **Wind Energy Engineering: A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines**. London: Academic Press, 2017. p. 475-486.

DIAS, R. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

ETEZADZADEH, C. Digitalization. In: ETEZADZADEH, C. (Aut.). **Smart City - Future City?: Smart City 2.0 as a Livable City and Future Market**. 1. ed. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016.

EWEA. **Offshore Statistics January 2009**. Bruxelas: EWEA, 2009.

FONTELLES, M. J.; SIMÕES, M. G.; FARIAS, S. H.; FONTELLES, R. G. S.. **METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA: DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE PESQUISA**. 2009.

FOSTER, E. C.; GODBOLE, S. **Database Systems: A Pragmatic Approach**. 2. ed. New York: Apress, 2016.

GATZERT, N.; KOSUB, T. Risks and risk management of renewable energy projects: The Case of onshore and offshore wind parks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, V. 60, p. 982-998, 2016.

GIL, A. C. **MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA SOCIAL**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista USP**, São Paulo, n. 72, p. 6-15, 2007.

GOMES, M. S. S.; MORIS, V. A. S.; NUNES, A. O. Avaliação do Ciclo de Vida da Energia Eólica Offshore: Uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Sorocaba, v. 7, n. 2, p.199-213, jun. 2018.

GONZÁLEZ, M. O. A.; GALVAO, M. S.; FALANI, S. Y. A.; GONCALVES, J. S.; SILVA, L. T. S. Open innovation practices in the development of wind energy supply chain: an exploratory analysis of the literature. **Product (IGDP)**, v. 10, p. 1-8, 2012.

GONZÁLEZ, M. O. A.; GONÇALVES, J. S.; VASCONCELOS, R.M. Sustainable development: Case study in the implementation of renewable energy in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, V. 142, p. 461-475, 2017.

GWEC. **Global Wind Statistics 2017**. Bruxelas: Gwec, 2017.

GWEC. **Global Wind Report: Anual Market Update 2017**. Bruxelas: Gwac, 2018.

HAGBERG, J.; SUNDSTROM, M.; EGELS-ZANDÉN, N. The digitalization of retailing: na exploratory framework. **International Journal of Retail & Distribution Management**, v. 44, n. 7, p. 694-712. ago. 2016.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (.). **CO2 Emissions From Fuel Combustion: Highlights**. Paris: International Energy Agency, 2018.

- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Global Energy & CO2 Status Report 2017**. Paris: International Energy Agency, 2018.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Offshore Energy Outlook**. Paris: International Energy Agency, 2018.
- IRENA (Abu Dhabi). **Europe**. Disponível em: <<https://www.irena.org/europe>>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- IRENA (Abu Dhabi). **Wind Energy**. 2018. Disponível em: <<https://www.irena.org/wind>>. Acesso em: 23 mar. 2019.
- IRENA. **Renewable Power Costs in 2017**. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2018.
- IRENA. **Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2018**. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2018.
- KALDELLIS, J. K.; APOSTOLOU, D.; KAPSALI, M.; KONDILI, E. Environmental and social footprint of offshore wind energy: Comparison with onshore counterpart. **Renewable Energy**, Athens, v. 92, n. 1, p.543-556, fev. 2016.
- LEANWIND. **Driving Cost Reductions in Offshore Wind**. Cork: leanwind, 2017.
- LEGNER, C.; EYMANN, T.; HESS, T.; MATT, C.; BÖHMANN, T.; DREWS, P.; MÄDCHE, A; URBACH, N; AHLEMANN, F. Digitalization: Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community. **Business & Information Systems: The International Journal of WIRTSCHAFTSINFORMATIK**, v. 59, n. 4, p. 301-308. ago. 2018.
- LETCHER, T. M. Why Wind Energy? In: LETCHER, Trevor M. (Ed.). **Wind Energy Engineering: A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines**. London: Academic Press, 2017. p. 3-14.
- MACHADO, F. N. R. **Projeto e implementação de banco de dados**. 3. ed. São Paulo: Érica, 2014.
- NG, C.; RAN, L. Introduction to offshore wind energy. In: NG, Chong; RAN, Li (Ed.). **Offshore Wind Farms: Technologies, Design and Operation**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. p. 3-8.
- OFFSHORE WIND ENERGY FOUNDATION. **Offshore Wind Energy: Clean Power From the Sea**. 2018. Disponível em: <<https://www.offshore-stiftung.de/en/offshore-windenergy>>. Acesso em: 24 mar. 2019.
- OLIVEIRA, A. P. M.; FUGANHOLI, N. S.; CUNHA, P. H. S.; BARELLI, V. A.; BUNEL, M. P. N.; NOVAZZI, L. F. ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 1, 2018.
- PACHECO, F. Energias Renováveis: breves conceitos. **Revista Conjuntura & Planejamento**, Salvador, n. 149, p. 4-11, out., 2006.

PARVIAINEN, P.; TIHINEN, M.; KÄÄRIÄINEN, J; TEPPOLA, S. Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice. **International Journal of Information Systems and Project Management**, v. 5, n. 1, p. 63-77. 2017.

PESSOA, C. R. M.; JAMIL, G. L.; SILVA, A. M.; MARQUES, M. E. A GESTÃO DA INFORMAÇÃO NA GESTÃO DA INOVAÇÃO. **Proceedings Of The 15th Contecsi International Conference On Information Systems And Technology Management**, São Paulo, v. 15, n. 1, p.1045-1061, 23 maio 2018.

PETRESCU, R. V. V.; AVERSA, R.; AONIO, A.; PETRESCU, F. I. T. GREEN ENERGY TO PROTECT THE ENVIRONMENT. **Revista GEINTEC**, Aracaju, v. 7, n. 1, p. 3722-3743, 2017.

POWER TECHNOLOGY. **Dudgeon Offshore Wind Farm**. Disponível em: <<https://www.power-technology.com/projects/dudgeon-offshore-wind-farm/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E. C. **TRABALHO CIENTÍFICO: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROVOST, F.; FAWCETT, T. **Data Science para Negócios: O que Você Precisa Saber Sobre Mineração de Dados e Pensamento Analítico de Dados**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

REGINATO, C. E. R.; GRACIOLI, O. D. Gerenciamento estratégico da informação por meio da utilização da inteligência competitiva e da gestão do conhecimento: um estudo aplicado à indústria moveleira do RS. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 19, n. 4, p.705-716, jun. 2012.

REN21. **Renewables 2018 Global Status Report**. Paris: Ren21 Secretariat, 2018.

RENEWABLE UK. **Wind Energy Projects**. Disponível em: <<https://www.renewableuk.com/page/UKWEDSearch>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

ROSA, M.S.C.; GONZÁLEZ, M.O.A.; ARAUJO, A.C.C.; SANTIAGO, G.A.S. Business game and its relationship with creativity: a systematic literature review. In: **ICED 2017 - International Conference on Engineering Design, 2017**, Vancouver - Canada. Resource-Sensitive Design, 2017.

SALTKICK. **Thornton Bank Phase 1 Offshore Wind Farm**. Disponível em: <<https://saltkick.com/Thornton-Bank-Phase-1-Offshore-Wind-Farm/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

SANTOS, M.A.T.; GONZÁLEZ, M.O.A. Factors that influence the performance of wind farms. **Renewable Energy**. v. 135, p. 643-651, 2019.

SINCLAIR, K.; COPPING, A. E.; MAY, R.; BENNET, F.; WARNAS, M.; PERRON, M.; ELMQVIST, A.; DEGEORGE, E. Resolving environmental effects of wind energy. **WIREs Energy Environ**, v. 7, n. 291, 2018.

SORDI, J. O. **Administração da Informação: Fundamentos e Práticas para uma Nova Gestão do Conhecimento**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

SPAEN, B. **In 2 years, renewables will be cheaper than fossil fuels.** 2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/renewables-will-be-equal-or-cheaper-than-fossil-fuels-by-2020-according-to-research?fbclid=IwAR18BAWfr0QQb0hOqSgVWLCnyiOp3I-OFQo6KC8nH-sbIIu-z3eQC_IzAbk>. Acesso em: 22 mar. 2019.

STAIR, R.; RAYNOLDS, G. **Princípios de Sistemas de Informação.** 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

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**, Vol. 10 Issue: 2, pp.151-171, 2016.

THE WIND POWER. **Dudgeon (United-Kingdom).** Disponível em: <https://www.thewindpower.net/windfarm_en_12072_dudgeon.php>. Acesso em: 20 abr. 2019.

TURBAN, E.; VOLONINO, L. **TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PARA GESTÃO: EM BUSCA DO MELHOR DESEMPENHO ESTRATÉGICO E OPERACIONAL.** 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

VAN DER AALST, W. Data Science in Action. In: VAN DER AALST, W. (Aut.). **Process Mining.** 2. ed. Berlin: Springer, 2016.

WIKIPEDIA (Comp.). **List of offshore wind farms.** 2018. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_offshore_wind_farms>. Acesso em: 06 mar. 2019.

WIKIPEDIA. **Dudgeon Offshore Wind Farm.** Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Dudgeon_Offshore_Wind_Farm>. Acesso em: 20 abr. 2019.

WIND EUROPE. **Wind Energy in Europe in 2018: Trends and Statistics.** Bruxelas: Wind Europe, 2019.

WIND EUROPE. **Offshore Wind in Europe: Key Trends and Statistics 2018.** Bruxelas: Wind Europe, 2019.

4C OFFSHORE. **Offshore Wind Farms.** 2019. Disponível em: <<https://www.4coffshore.com/windfarms/>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

APÊNDICE

Apêndice A - Banco de dados usinas eólicas *offshore* do Reino Unido, Alemanha e Dinamarca.

Nome Parque Farm Name	Informações Gerais / General Information			Round	Região Region	Ano de Comis: Year of Comis	Capacidade Project Capa	Nº Turb Turbine	Modelo Turbi Modi	Capacidade T Turbine Capa
	País Country	Proprietario Owner	Situação Status							
Blyth Offshore Wind Farm	United Kingdom	E.ON Climate & Renewab	Decommissioned	Round 1	England, North	2000	4	2	V66-2MW	2
Beatrice Demonstration	United Kingdom	Scottish and Southern En	Decommissioned	Demonstrati	Scotland, Highla	2007	10	2	5M	5,075
Levenmouth Demonstration Turbine (Methil Offshore Wind Farm)	United Kingdom	Offshore Renewable Ener	Fully Commissioned	Demonstrati	Scotland, Fife	2014	7	1	S7.0-171	7
Kentish Flats	United Kingdom	Vattenfall Wind Power	Fully Commissioned	Round 1	England, South	2005	90	30	V90-3.0 MW	3
North Hoyle	United Kingdom	Greencoat UK Wind	Fully Commissioned	Round 1	Wales, North	2003	60	30	V80-2.0 MW	2
Ormonde	United Kingdom	Vattenfall Wind Power	Fully Commissioned	Gas-Wind	England, North	2011	150	30	5M	5,075
Walney Phase 1	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 2	England, North	2011	183,6	51	SWT-3.6-107	3,6
Walney Phase 2	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 2	England, North	2011	183,6	51	SWT-3.6-120	3,6
Scroby Sands	United Kingdom	E.ON Climate & Renewab	Fully Commissioned	Round 1	England, East	2004	60	30	V80-2.0 MW	2
West of Duddon Sands	United Kingdom	Scottish and Southern En	Fully Commissioned	Round 2	England, North	2014	389	108	SWT-3.6-120	3,6
Dudgeon	United Kingdom	Equinor ASA, Masdar	Fully Commissioned	Round 2	England, East	2017	402	67	SWT-6.0-154	6
Wave Hub	United Kingdom	Department for Business,	Fully Commissioned	Demonstrati	England, South	2010	30	1	1 Turbina, Var	Unknown
Hywind Scotland Pilot Park	United Kingdom	Equinor ASA	Fully Commissioned	Demonstrati	Scotland, Gram	2017	30	5	SWT-6.0-154	6
Blyth Offshore Demonstrator Project - Array 2	United Kingdom	EDF Energy Nouvelles Gr	Fully Commissioned	Demonstrati	Scotland, North	2017	41,5	5	V164-8.0 MW	8,3
Teesside	United Kingdom	EDF Energy Renewables	Fully Commissioned	Round 1	England, North	2013	62,1	27	SWT-2.3-93	2,3
Walney Extension	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 2.5	England, North	2017	659	87	40 x V164-8.0	8,25 / 7
Humber Gateway	United Kingdom	E.ON Climate & Renewab	Fully Commissioned	Round 2	England, Yorksh	2015	219	73	V112-3.0 MW	3
Lynn	United Kingdom	Green Investment Group	Fully Commissioned	Round 1	England, East	2008	97,2	27	SWT-3.6-107	3,6
Aberdeen Offshore Wind Farm (European Offshore Wind Deployment)	United Kingdom	Vattenfall Wind Power, A	Fully Commissioned	Round 3	Scotland, Gram	2018	93,2	11	9 x V164-8.4	8,4 / 8,8
Barrow	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 1	England, North	2006	90	30	V90-3.0 MW	3
Burbo Bank Extension	United Kingdom	Orsted Power UK, PKA, KI	Fully Commissioned	Round 2.5	England, North	2016	254,2	32	V164-8.0 MW	8
Burbo Bank	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 1	England, North	2007	90	25	SWT-3.6-107	3,6
Gunfleet Sands 3 - Demonstration Project	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Demonstrati	England, East	2013	12	2	SWT-6.0-120	6
Gunfleet Sands	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 1	England, East	2009	172,8	48	SWT-3.6-107	3,6
Gwynt y Môr	United Kingdom	Innogy SE	Fully Commissioned	Round 2	Wales, North	2013	576	160	SWT-3.6-107	3,6
Inner Dowsing	United Kingdom	Green Investment Group	Fully Commissioned	Round 1	England, East	2008	97,2	27	SWT-3.6-107	3,6
Lincs	United Kingdom	Green Investment Group,	Fully Commissioned	Round 2	England, East	2012	270	75	SWT-3.6-120	3,6
Kentish Flats Extension	United Kingdom	Vattenfall Europe Windkr	Fully Commissioned	Round 2.5	England, South	2015	49,5	15	V112-3.3 MW	3,3
London Array	United Kingdom	E.ON Climate & Renewab	Fully Commissioned	Round 2	England, South	2012	630	175	SWT-3.6-120	3,6
Rhyl Flats	United Kingdom	Innogy SE	Fully Commissioned	Round 1	Wales, North	2009	90	25	SWT-3.6-107	3,6
Race Bank	United Kingdom	Orsted Power UK	Fully Commissioned	Round 2	England, East	2017	573,3	91	SWT-6.0-154	6,3
Robin Rigg	United Kingdom	E.ON Climate & Renewab	Fully Commissioned	Round 1	Scotland, Dumfr	2009	174	58	V90-3.0 MW	3
Greater Gabbard	United Kingdom	Innogy SE, SSE Renewable	Fully Commissioned	Round 2	England, East	2010	504	140	SWT-3.6-107	3,6
Galloper	United Kingdom	Innogy Renewables UK, G	Fully Commissioned	Round 2.5	England, East	2017	353	56	SWT-6.0-154	6
Rampion	United Kingdom	E.ON Climate & Renewab	Fully Commissioned	Round 3	England, South	2017	400,2	116	V112-3.45 MW	3,45
Sheringham Shoal	United Kingdom	Equinor ASA	Fully Commissioned	Round 2	England, East	2011	316,8	88	SWT-3.6-107	3,6
Thanet	United Kingdom	Vattenfall Vindkraft AB	Fully Commissioned	Round 2	England, South	2010	300	100	V90-3.0 MW	3
Westermost Rough	United Kingdom	Green Investment Group,	Fully Commissioned	Round 2	England, Yorksh	2014	210	35	SWT-6.0-154	6
Hornsea Project One	United Kingdom	Orsted A/S, Global infrast	Partial Generation/Under Constructi	Round 3	England, Yorksh	2019	1218	174	SWT-7.0-154	7
Beatrice	United Kingdom	SSE Renewables	Partial Generation/Under Constructi	Scottish Te	Scotland, Highla	2018	588	84	SWT-7.0-154	7
Kincardine Offshore Windfarm Project	United Kingdom	ACS SERVICIOS COMUNIC	Partial Generation/Under Constructi	Demonstrati	Scotland, Aberd	2018	50	5	V164-9.5 MW	9,5
East Anglia ONE	United Kingdom	ScottishPower Renewable	Under Construction	Round 3	England, East	2019	714	102	SWT-7.0-154	7
Moray East	United Kingdom	EDP Renováveis, China Th	Under Construction	Round 3	Scotland, Highla	2021	950	100	V164-9.5 MW	9,5
Hornsea Project Two	United Kingdom	Orsted Power UK	Pre-Construction	Round 3	England, Yorksh	2022	1386	165	SG 8.0-167 DE	8,4
Triton Knoll	United Kingdom	Innogy SE, J-POWER/Elect	Pre-Construction	Round 2	England, East	2021	860	90	V164-9.5 MW	9,5
ForthWind Offshore Wind Demonstration	United Kingdom	Cierco Ltd	Consent Authorised	Demonstrati	Scotland, Fife	2099	12	2	2B6	6
Dounreay Tri	United Kingdom	Hexicon AB	Consent Authorised	Demonstrati	Scotland, Highla	2099	10	2	H 151-5MW	5
Blyth Offshore Demonstrator Project - Array 3A & 4	United Kingdom	EDF Energies Nouvelles G	Consent Authorised	Demonstrati	England, North	2099	58,4	10	Not decided	8,5
Dogger Bank - Creyke Beck A	United Kingdom	Equinor ASA, SSE Renewa	Consent Authorised	Round 3	England, North	2099	1000 - 1200	200	Not decided	6 - 10
Dogger Bank - Creyke Beck B	United Kingdom	Equinor ASA, SSE Renewa	Consent Authorised	Round 3	England, North	2099	1000 - 1200	200	Not decided	10

Sofia	United Kingdom	Innogy Renewables UK	Consent Authorised	Round 3	England, North	2024	1400	200	Not decided	6 -- 10
Dogger Bank - Teeside A	United Kingdom	SSE Renewables	Consent Authorised	Round 3	England, North	2099	1200	120-20C	Not decided	10
East Anglia Three	United Kingdom	ScottishPower Renewable	Consent Authorised	Round 3	England, East of	2025	1400	100-172	Not decided	7 -- 12
Inch Cape	United Kingdom	Red Rock Power Limited	Consent Authorised	Scottish Te	Scotland, Taysid	2023	784	72	V164-9.5MW	9,5
Near na Gaoithe	United Kingdom	EDF Energy Renewables	Consent Authorised	Scottish Te	Scotland, Lothia	2022	448	45-54	Not decided	8 -- 10
Seagreen Phase One	United Kingdom	SSE Renewables	Consent Authorised	Round 3	Scotland, Taysid	2023	1500	120	Not decided	Unknown
Thanet Extension	United Kingdom	Vattenfall Europe Windkr	Consent Application Submitted	Round 2.5	England, South	2024	340	34	Not decided	10 -- 12
Hornsea Project Three	United Kingdom	Orsted Power UK	Consent Application Submitted	Round 3	England, Yorksh	2025	2400	160 - 3C	Not decided	Unknown
Norfolk Vanguard	United Kingdom	Vattenfall AB	Consent Application Submitted	Round 3	England, East of	2026	1800	90 - 20C	Not decided	9 -- 20
Moray West	United Kingdom	ENGIE, EDP Renováveis	Consent Application Submitted	Round 3	Scotland, Highla	2024	850	72 - 85	Not decided	8 -- 15
East Anglia ONE North	United Kingdom	ScottishPower Renewable	Concept/EarlyPlanning	Round 3	England, East of	2027	600 - 800	67	Not decided	12 -- 19
East Anglia TWO	United Kingdom	ScottishPower Renewable	Concept/EarlyPlanning	Round 3	England, East of	2027	600 - 900	75	Not decided	12 -- 19
Gwynt y Môr Extension	United Kingdom	Innogy SE, Stadtwerke Mi	Concept/EarlyPlanning	2017 Exten	Wales, North	2099	576	Unknown	Not decided	Unknown
ForthWind Offshore Wind Demonstration Project Phase 2	United Kingdom	Cierco Ltd	Concept/EarlyPlanning	Demonstrati	Scotland, Fife	2099	53	7	Not decided	6 -- 12
Ideol/Atlantis Energy 1.5 Floating Project - Phase One	United Kingdom	IDEOL, Atlantis Energy	Concept/EarlyPlanning	Unknown	Unknown	2021	100	Unknown	Not decided	Unknown
Ideol/Atlantis Energy 1.5 Floating Project	United Kingdom	IDEOL, Atlantis Energy	Concept/EarlyPlanning	Unknown	Unknown	2099	1400	Unknown	Not decided	Unknown
TLPWIND UK	United Kingdom	Unknown	Concept/EarlyPlanning	Demonstrati	Aberdeen coast	2099	5	1	Not decided	Unknown
Hornsea Project Four	United Kingdom	Orsted Power UK	Concept/EarlyPlanning	Round 3	England, Yorksh	2099	1000	180	Not decided	Unknown
Rampion Extension	United Kingdom	E.ON Climate & Renewab	Concept/EarlyPlanning	2017 Exten	England, South	2099	400	Unknown	Not decided	Unknown
Race Bank Extension	United Kingdom	Orsted UK, Green Investm	Concept/EarlyPlanning	2017 Exten	England, East of	2099	573	Unknown	Not decided	Unknown
Sheringham Shoal Extension	United Kingdom	Statoil, Equitix Limited, G	Concept/EarlyPlanning	2017 Exten	England, East of	2099	317	Unknown	Not decided	Unknown
Dudgeon Extension	United Kingdom	Statoil, Equinor, Masdar,	Concept/EarlyPlanning	2017 Exten	England, East of	2099	402	Unknown	Not decided	Unknown
Galloper Extension	United Kingdom	Innogy Renewables UK, G	Concept/EarlyPlanning	2017 Exten	England, East of	2099	353	Unknown	Not decided	Unknown
Greater Gabbard Extension	United Kingdom	SSE Renewables, Innogy S	Concept/EarlyPlanning	2017 Exten	England, East of	2099	504	Unknown	Not decided	Unknown
Norfolk Boreas	United Kingdom	Vettenfall Europe Windkr	Concept/EarlyPlanning	Round 3	England, East of	2099	1800	90 - 20C	Not decided	9 -- 20
Seagreen Phase Two - Charlie-Delta-Echo	United Kingdom	SSE Renewables	Concept/EarlyPlanning	Round 3	Scotland, Taysid	2099	1820	Unknown	Not decided	Unknown
Seagreen Phase Three - Foxtrot-Golf	United Kingdom	SSE Renewables	Concept/EarlyPlanning	Round 3	Scotland, Taysid	2099	790	Unknown	Not decided	Unknown
Floating Power Plant - Katanes Floating Energy Park - Pilot	United Kingdom	Floating Power Plant, DP	Concept/EarlyPlanning	Demonstrati	Scotland	2099	8	1	Not decided	8
Floating Power Plant - Katanes Floating Energy Park - Array	United Kingdom	Floating Power Plant, DP	Concept/EarlyPlanning	Unknown	Scotland	2099	32	4	Not decided	8
Floating Power Plant - Katanes Floating Energy Park - Commercial	United Kingdom	Floating Power Plant, DP	Concept/EarlyPlanning	Unknown	Scotland	2099	184	23	Not decided	8
Floating Power Plant - Dyfed Floating Energy Park	United Kingdom	Floating Power Plant, DP	Concept/EarlyPlanning	Unknown	Wales	2099	5 -- 224	28	Not decided	5 -- 8
Hooksiel	Germany	Offshore Wind Solutions	Decommissioned	N/A	Lower Saxony N	2008	5	1	Bard 5.0	5
Alpha Ventus	Germany	EWE AG, Vattenfall Europ	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2009	60	12	6 x Servnio	515
DanTysk	Germany	Vattenfall Europe Windkr	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2014	288	80	SWT-3.6-120	3,6
Borkum Riffgrund 1	Germany	Orsted, Kirkbi, Oticon Fou	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2015	312	78	SWT-4.0-120	4
Amrumbank West	Germany	E.ON Climate & Renewab	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2015	302	80	SWT-3.6-120	3,6
Nordsee Ost	Germany	Innogy SE	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2014	295,2	48	6.2M126	6,15
Meerwind Süd/Ost	Germany	China Three Gorges, Chin	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2014	288	80	SWT-3.6-120	3,6
Butendiek	Germany	Marguerite Fund, Industri	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2015	288	80	SWT-3.6-120	3,6
Global Tech I	Germany	ENTEGA AG, Axpo Interna	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2015	400	80	AD 5-116	5
Sandbank	Germany	Vattenfall AB, Stadwerke	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2016	288	72	SWT-4.0-120	4
Gode Wind 1 and 2	Germany	Orsted, Global Infrastruct	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2016	582	97	SWT-6.0-154	6
Nordergründe	Germany	John Laing Group, Gothae	Fully Commissioned	N/A	Lower Saxony N	2017	110,7	18	6.2M126	6,15
Riffgat	Germany	EWE AG, ENOVA Energiea	Fully Commissioned	N/A	Lower Saxony N	2014	108	30	SWT-3.6-120	3,6
BARD Offshore 1	Germany	Ocean Breeze Energy Gm	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2010	400	80	Bard 5.0	5
Mercur	Germany	Partners Group, DEME CC	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2018	396	66	Hallade 150-6	6
Trianel Windpark Borkum I	Germany	Trianel GmbH	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2015	200	40	AD 5-116	5
Nordsee One	Germany	Northland Power, Innogy	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2017	332,1	54	6.2M126	6,15
Borkum Riffgrund 2	Germany	Orsted, Global Infrastruct	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2018	450	56	V164-8.0 MW	8
Veja Mate	Germany	Commerz Real, Siemens F	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2017	402	67	SWT-6.0-154	6
Breitling	Germany	WIND-projekt GmbH	Fully Commissioned	N/A	Mecklenburg Vc	2006	2,5	1	N90/2500 HS	2,5
Arkona	Germany	Equinor ASA, E.ON Energy	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2019	385	60	SWT-6.0-154	6.417
Wikinger	Germany	Iberdrola Renovables Deu	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo	2017	350	70	AD 5-135	5

EnBW Baltic 2	Germany	EnBW Energie Baden-Württemberg	Fully Commissioned	N/A	Exclusive Econo 2015	288	80	SWT-3.6-120	3,9
ENOVA Offshore Project Ems Emden	Germany	EWE AG	Fully Commissioned	N/A	Lower Saxony N 2004	4,5	1	E112/4500	4,5
EnBW Baltic 1	Germany	EnBW Energie Baden-Württemberg	Fully Commissioned	N/A	Mecklenburg-Vr 2011	48,3	21	SWT-2.3-93	2,3
Trianel Windpark Borkum II	Germany	Tennet Offshore GmbH, E	Under Construction	N/A	Mecklenburg-Econo 2019	203	32	6.2M152	6,344
Hohe See	Germany	EnBW Energie Baden-Württemberg	Under Construction	N/A	Exclusive Econo 2019	497	71	SWT-7.0-154	7
Deutsche Bucht	Germany	Northland Power, Inc.	Under Construction	N/A	Exclusive Econo 2019	252	31	V164-8.0 MW	8,4
Albatros	Germany	Enbridge Inc., EnBW Ener	Under Construction	N/A	Exclusive Econo 2019	112	16	SWT-7.0-154	7
GICON Schwimmendes Offshore Fundament (SOF) Pilot	Germany	Grossmann Ingenieur Cor	Pre-Construction	N/A	Mecklenburg-Vr 2099	2,3	1	SWT-2.3-93	2,3
Deutsche Bucht Pilot Park	Germany	Northland Power, Inc.	Pre-Construction	N/A	Exclusive Econo 2019	16,8	2	V164-8.0 MW	8,4
Borkum Riffgrund West I	Germany	Ørsted A/S	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2099	420	45	Unknown	Undefined
Gode Wind 3	Germany	Ørsted A/S	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2023	110	7 -- 8	Unknown	13 -- 15
EnBW He Dreihit	Germany	EnBW Energie Baden-Württemberg	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2025	900	90	Unknown	10
Gode Wind 4	Germany	Ørsted A/S	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2099	131,75	9 -- 10	Unknown	13 -- 15
OWP West	Germany	Ørsted A/S	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2024	240	16 -- 18	Unknown	13 -- 15
Borkum Riffgrund West 2	Germany	Ørsted A/S	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2024	240	16 -- 18	Unknown	13 -- 15
Kaskasi	Germany	Innogy SE	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2022	325	34	Unknown	9,5
Gennaker	Germany	wpd AG	Consent Authorised	N/A	Mecklenburg-Vr 2099	865,2	103	SWT-8.0-154	8
Wikinger Süd	Germany	Iberdrola Renovables Ene	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2099	10	1	Unknown	10
Arcadis Ost 1	Germany	Parkwind NV	Consent Authorised	N/A	Mecklenburg-Vr 2022	247,25	58	Unknown	4,2
Baltic Eagle	Germany	Iberdrola Renovables Ene	Consent Authorised	N/A	Exclusive Econo 2023	476	52	V174-9.5 MW	9,5
GICON® SOF 6-8MW Test Turbine	Germany	Grossmann Ingenieur Cor	Concept/Early Planning	N/A	Exclusive Econo 2099	6 -- 8	1	Unknown	6 -- 8
RealCoE (Robust, Reliable and Large Offshore Wind Energy Converter)	Germany	Senvion GmbH, ABB AB, E	Concept/Early Planning	N/A	Unknown 2021	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown
Vindeby	Denmark	Ørsted	Decomissioned	N/A	Ravnsborg 1991	4,95	11	B35/450	0,45
Poseidon P37	Denmark	Floating Power Plant A/S	Decomissioned	N/A	Lolland 2010	0,03	3	GAIA 0.011 M	0,011
Samsø	Denmark	Samsøe Havvind, Difko, P	Fully Commissioned	N/A	Samsø 2003	23	10	SWT-2.3-82 e	2,3
Horns Rev 1	Denmark	Ørsted, Vattenfall	Fully Commissioned	N/A	Blåvandshuk 2002	160	80	V80-2.0 MW	2
Rønland	Denmark	Harboøre Møllelaug, Thyt	Fully Commissioned	N/A	Thyborøn-Harbo 2002	17,2	8	SWT-2.3-93 ai	2,0 e 2,3
Tunø Knob	Denmark	SE Blue Renewables	Fully Commissioned	N/A	Odder 1995	5	10	V39-500kW	0,5
Nysted (Rodsand)	Denmark	Ørsted, PensionDenmark	Fully Commissioned	N/A	Sydfalster 2003	165,6	72	SWT-2.3-82	2,3
Middelgrund	Denmark	Middelgrundens Vindmol	Fully Commissioned	N/A	København 2000	40	20	B76/2000	2
Frederikshavn	Denmark	SE Blue Renewables	Fully Commissioned	N/A	Frederikshavn 2002	10,6	4	N90/2300, (2)	3
Horns Rev 2	Denmark	Ørsted	Fully Commissioned	N/A	Blåvandshuk 2009	209,3	91	SWT-2.3-93	2,3
Rødsand 2	Denmark	E.ON Climate & Renewab	Fully Commissioned	N/A	Holeby 2010	207	90	SWT-2.3-93	2,3
Sprogø	Denmark	European Energy A/S	Fully Commissioned	N/A	Korsør 2009	21	7	V90-3.0 MW	3
Anholt	Denmark	Ørsted, PensionDenmark	Fully Commissioned	N/A	Nørre Djurs 2012	400	111	SWT-3.6-120	3,6
Avedøre Holme	Denmark	Ørsted, Hvidovre vindmøl	Fully Commissioned	N/A	Hvidovre 2009	10,8	3	SWT-3.6-120	3,6
Nissum Bredning Vind	Denmark	Nissum Brednings Vindmø	Fully Commissioned	N/A	Thyborøn-Harbo 2018	28	4	SWT-7.0-154	7
Horns Rev 3	Denmark	Vattenfall	Partial Generation/Under Constructi	N/A	Blåvandshuk 2018	406,7	49	V164-8.0	8,3
Kriegers Flak	Denmark	Vattenfall	Pré Construction	N/A	Møn 2021	590 ou 605	72	SG 8.0-167 DE	8,4
Vesterhav Nord/Syd	Denmark	Vattenfall	Consent Application Submitted	N/A	Lemvig/Sydthy 2023	344	41	SG 8.0-167 DE	8,4
Mejflak	Denmark	European Energy A/S	Consent Application Submitted	N/A	Odder 2024	120	Unknown	Unknown	Unknown
Frederikshavn Offshore Wind Demo	Denmark	European Energy A/S	Concept/Early Planning	N/A	Frederikshavn 2022	40	5	Unknown	Unknown
Jammerland Bugt	Denmark	European Energy A/S, Bor	Concept/Early Planning	N/A	Sjælland 2024	120 ou 240	40 ou 80	Unknown	3 ou 7
Ømø Syd	Denmark	European Energy A/S, NIB	Concept/Early Planning	N/A	Lolland 2099	200 ou 320	40	Unknown	8
Lillebælt Syd (Lillegrund)	Denmark	Sønderborg Forsyning A/S	Concept/Early Planning	N/A	Haderslev 2022	100 ou 160	20 ou 40	Unknown	4 ou 8
Nordre Flint	Denmark	Københavns Kommune	Concept/Early Planning	N/A	Tårnby 2024	160	Unknown	Unknown	Unknown
Aflandshage	Denmark	Københavns Kommune	Concept/Early Planning	N/A	Tårnby 2024	250	Unknown	Unknown	Unknown