

Energia Eólica *Offshore*: Conceitos Básicos

Parte 01 de 02 – Aspectos Gerais.

Prof. Dennys Lopes Alves.

Aspectos Gerais

- Introdução:
 - Energia eólica *onshore* => Energia eólica em terra;
 - Energia eólica *offshore* => Energia eólica no mar;
 - O Brasil é um dos países com maior potencial para a instalação desse tipo de estrutura, em função de sua longa costa às margens do oceano atlântico.

Aspectos Gerais

Figura 1: Exemplo de instalação *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opiniao/colunistas/victor-ximenes/ceara-lidera-discussoes-para-regulamentacao-da-energia-eolica-offshore-1.3126985>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

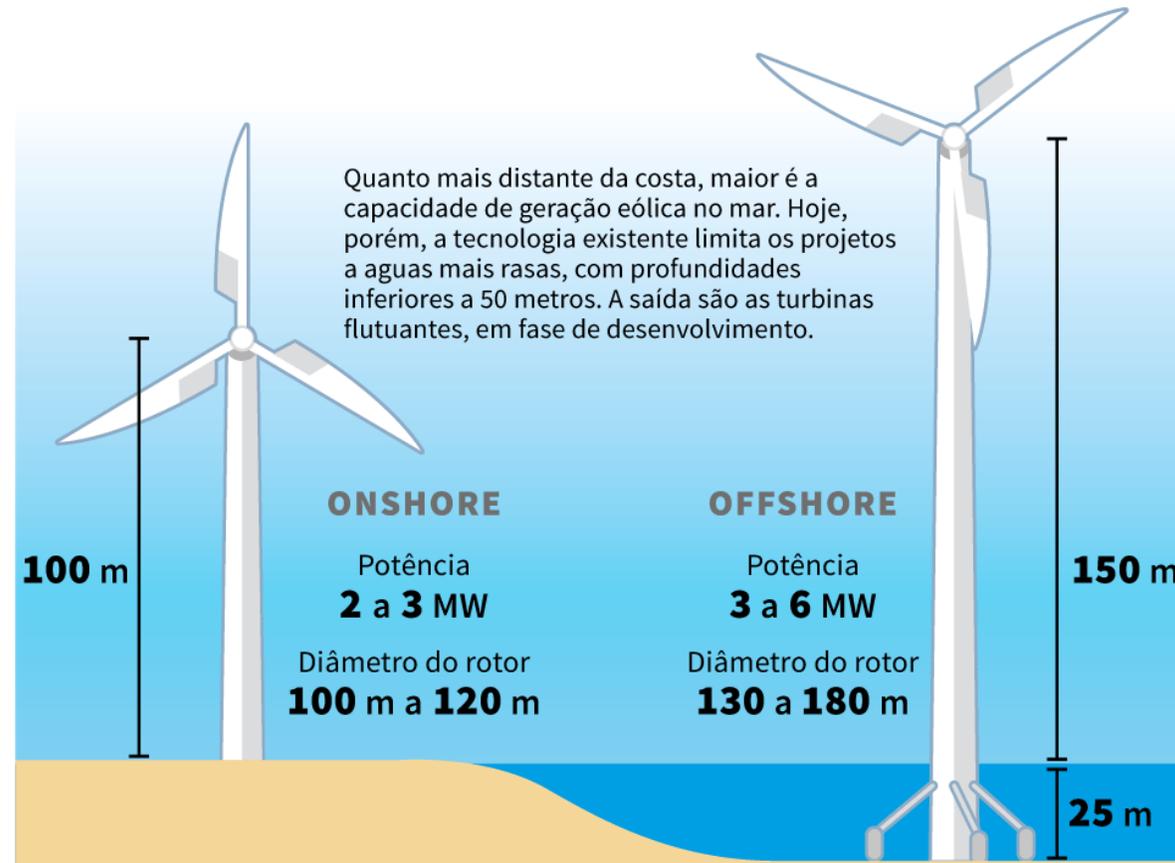
Figura 2: Exemplo de instalação *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://www.porta1-energia.com/o-que-e-energia-eolica-offshore/>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

Figura 3: Instalação *onshore* × instalação *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://apps.gazetadopovo.com.br/ger-app-webservice/webservices/iframeHttps/codigo/960>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

- Introdução:
 - Parques eólicos *offshore*:
 - ✓ Estruturas montadas no mar, aproveitando-se da alta velocidade do vento intrínseca a esses locais, facilitando assim a produção de energia (captação mais eficiente);
 - ✓ A velocidade do vento é maior no mar;
 - ✓ O vento é mais constante, devido à inexistência de obstáculos.

Aspectos Gerais

- Introdução:
 - Parques eólicos *offshore*:
 - ✓ Aerogeradores localizados em águas não muito profundas (até 50 ou 60 metros), exceto aqueles que funcionam a partir de tecnologias de flutuação;
 - ✓ Estruturas devem ficar afastadas da costa e das rotas marinhas, para que não prejudiquem o tráfego de embarcações e outras instalações navais.

Aspectos Gerais

Figura 4: Tipos de tecnologias para base de turbinas *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://blogdaengenharia.com/fontes-renovaveis-parte-1-energia-eolica/>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - Atração de investimentos robustos, tanto nacionais como internacionais;
 - Avanço técnico e científico em diversas áreas do conhecimento;
 - Autossuficiência energética, incluindo possibilidade de torna-se exportador de energia elétrica.

Aspectos Gerais

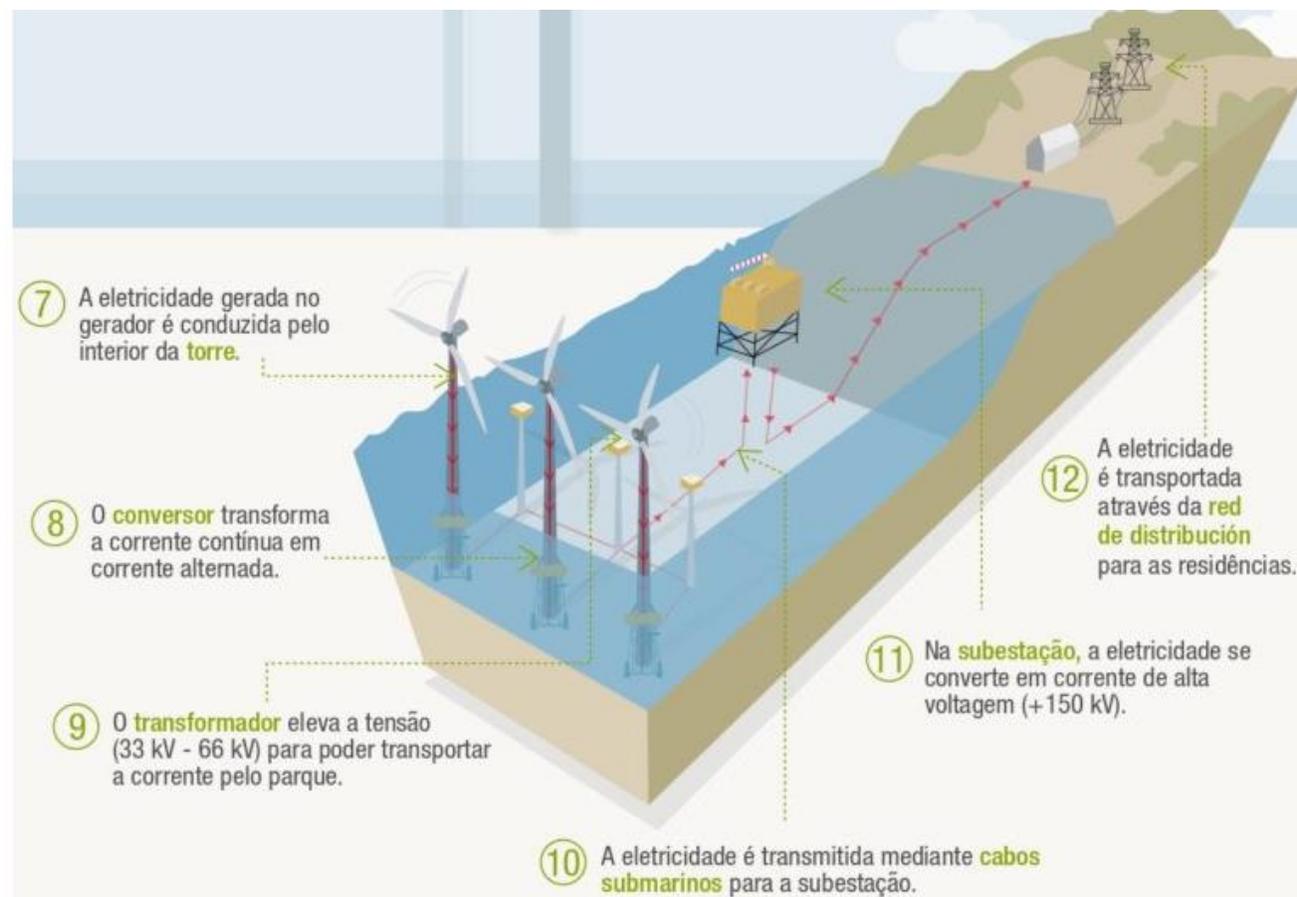
Figura 5: Princípio geral das plantas de geração *offshore* (parte 1 de 2).



Fonte: Disponível em: <https://energes.com.br/o-que-e-usina-eolica-offshore/>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

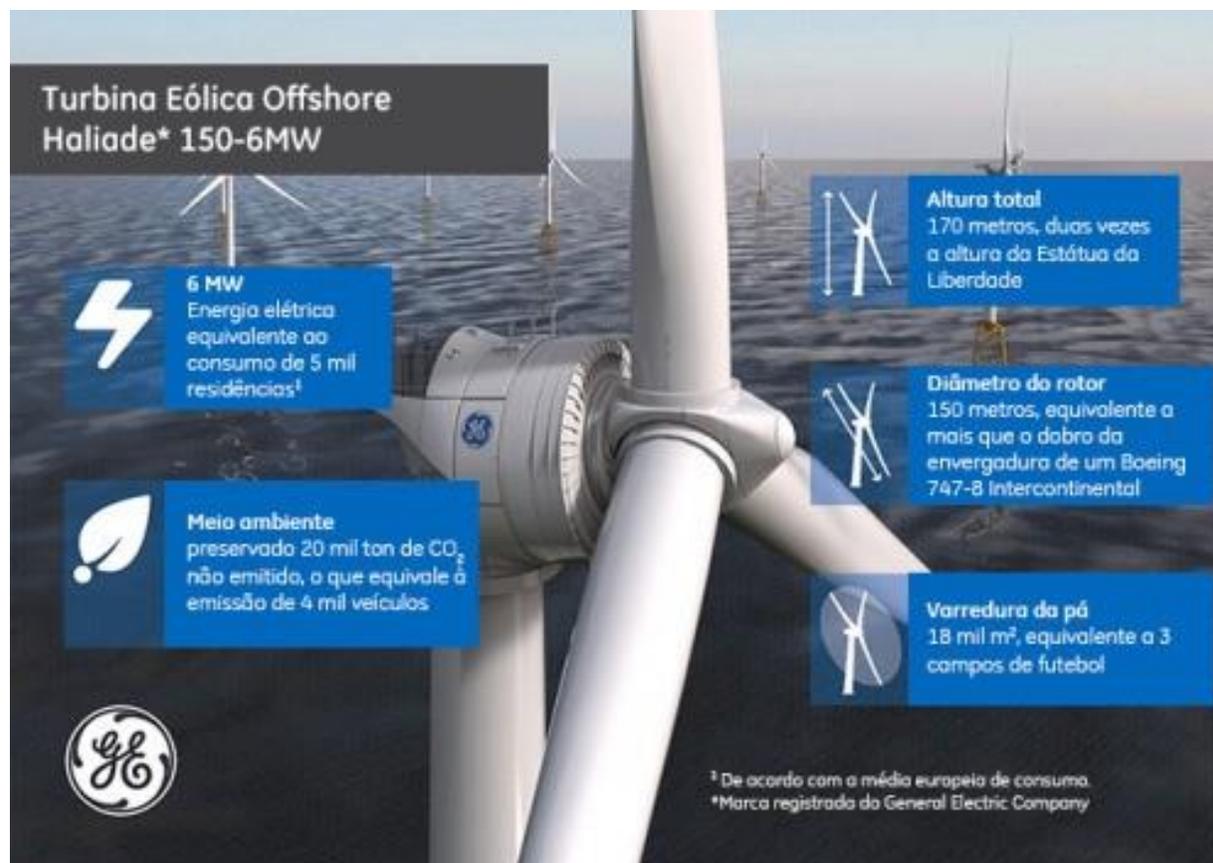
Figura 6: Princípio geral das plantas de geração *offshore* (parte 2 de 2).



Fonte: Disponível em: <https://energes.com.br/o-que-e-usina-eolica-offshore/>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

Figura 7: Exemplo de turbina eólica *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://gereportsbrasil.com.br/ge-constr%C3%B3i-primeiro-parque-e%C3%B3lico-offshore-dos-estados-unidos-eb5065722821>, acesso em 20/09/2021 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

Figura 8: Proposição de novas tecnologias.



Fonte: Disponível em: <https://www.ecoflextrading.com.br/post/empresa-apresenta-tecnologia-e%C3%B3lica-offshore-flutuante-que-pode-gerar-at%C3%A9-5-vezes-mais-energia>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

Figura 9: Plataforma equipada com instrumentos para medições meteorológicas em aplicações *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/eolos-lidar-reinventando-mercado-da-energia-e%C3%B3lica-max-marduque>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - Diferencial econômico e social para os estados envolvidos, por exemplo através de:
 - ✓ Geração de empregos diretos e indiretos;
 - ✓ Impacto na arrecadação de impostos;
 - ✓ Movimentação da economia local;
 - ✓ Retorno sócio econômico para população.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - Renovável, inesgotável e não é poluente;
 - Redução da dependência de combustíveis fósseis;
 - Quando comparada com outras fontes rentabiliza, em um curto intervalo de tempo, o investimento realizado durante sua implantação.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - De um modo geral, o vento em alto mar possui uma velocidade mais intensa e constante, contribuindo para elevação da produção de energia elétrica;
 - Potencial eólico no mar é consideravelmente superior ao potencial em terra (melhor aproveitamento do vento), segundo amplamente discutido e publicizado pelas entidades acadêmicas.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - Os projetos tem singularidades que precisam ser consideradas. Ex.: utilização de águas públicas;
 - Com o transporte marítimo dos componentes de maior peso e dimensão física (nacele e pás, por exemplo) as limitações logísticas são consideravelmente menores: transporte através de navios de grande porte ao invés de carretas e caminhões.

Aspectos Gerais

Figura 10: Exemplo de instalação *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://www.portal-energia.com/turbinas-eolicas-offshore-flutuantes-brasil-148190/>,
acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

Figura 11: Transporte marítimo das pás.



Fonte: Disponível em: <http://www.minutoengenharia.com.br/postagens/2014/11/17/alstom-constroi-maior-turbina-eolica-offshore-do-mundo/>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - No Brasil, nas últimas décadas, o foco esteve relacionado aos vários aspectos relativos a modelagem e análise de turbinas eólicas em terra, com o “amadurecimento” destas tecnologias as atenções se voltam a aplicações *offshore*.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - Fonte alternativa de energia para a base marítima e demais sistemas náuticos e oceânicos, incluindo:
 - ✓ Portos;
 - ✓ Plataformas de exploração e produção de petróleo e gás;
 - ✓ Equipamentos submersos;
 - ✓ Abastecimento de embarcações, dentre inúmeras outras possibilidades.

Aspectos Gerais

Figura 12: Operação de montagem de turbina eólica *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://www.logicambiental.com.br/o-primeiro-parque-eolico-offshore-da-america/>,
acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

Figura 13: Aerogerador *offshore* montado em base fixa.



Fonte: Disponível em: <https://www.directindustry.com/pt/prod/ge-renewable-energy/product-99475-1716653.html>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

Figura 14: Aerogerador *offshore* montado em base fixa.



Fonte: Disponível em: <https://www.oinstalador.com/Artigos/262730-Primeiro-centro-europeu-testar-robos-em-parques-eolicos-offshore-vai-ser-instalado-em.html>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - Poluição visual (subjetivo);
 - Poluição sonora (cada vez mais raro nos modernos aerogeradores);
 - Impactos na fauna (colisões de pássaros nativos ou em rota de migração);
 - Em ecossistemas bem específicos pode influenciar, por exemplo, na temperatura e/ou no regime dos ventos, podendo interferir nas atividades de pesca, navegação, dentre outras.

Aspectos Gerais

- Oportunidades e obstáculos:
 - Requisitam de estudos pormenorizados de sua influência na fauna e na flora marinha das regiões onde se encontram;
 - Altos custos de instalação;
 - Grande comprimento de cabos necessários para a transmissão de energia até a terra;
 - Necessidade de linhas de amarração (no caso das estruturas flutuantes).

Aspectos Gerais

- Regulamentação da energia eólica *offshore*:
 - Uniformizar os múltiplos processos regulatórios associados a implantação de usinas *offshore*;
 - Necessita-se realizar, nas esferas municipal, estadual e federal, a formatação de um projeto de lei específico para este segmento (atualmente, em alguns casos, são assinados memorandos de entendimento).

Aspectos Gerais

- Regulamentação da energia eólica *offshore*:
 - Padronização das ações a partir do estabelecimento de um marco regulatório, ou seja, uma regulamentação para esta atividade, conferindo maior transparência e por conseguinte atratividade empresarial (investidores, empreendedores, etc.) para a mesma.

Aspectos Gerais

Figura 15: Infraestrutura associada a montagem de aerogerador *offshore*.



Fonte: Disponível em: <https://paginajournal.com/o-maior-obstaculo-da-america-para-a-energia-eolica-offshore-falta-de-navios/>, acesso em 20/09/2021. 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

Figura 16: Montagem de pás.



Fonte: Disponível em: <https://www.revistaplaneta.com.br/maior-parque-eolico-no-mar-do-mundo-entra-em-funcionamento/>, acesso em 16 set. 2021.

Aspectos Gerais

- Algumas entidades envolvidas:
 - MME – Ministério de Minas e Energia;
 - EPE – Empresa de Pesquisa Energética;
 - Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica.

Aspectos Gerais

- Algumas entidades envolvidas:
 - Marinha do Brasil (capitania dos portos);
 - Autoridades Náuticas Locais;
 - Antaq - Agência Nacional de Transportes Aquaviários.

Aspectos Gerais

- Algumas entidades envolvidas:
 - Governos municipal, estadual e federal;
 - Sedec – Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado;
 - Órgãos ambientais: Ibama/Idema (equipes multidisciplinares dedicadas especificamente a temática).

Aspectos Gerais

- Algumas entidades envolvidas:
 - Parlamentares (deputados, senadores, frentes parlamentares, congresso de um modo geral);
 - Juristas (projetos de lei ambiental e fiscal, por exemplo).

Aspectos Gerais

- Algumas entidades envolvidas:
 - Federação das Indústrias do RN;
 - Conselhos Profissionais (CREA-RN; CRT-RN);
 - Associações de classe, representantes da iniciativa privada.

Aspectos Gerais

- Algumas entidades envolvidas:
 - Abeeólica - Associação Brasileira de Energia Eólica;
 - Abemar - Associação Brasileira de Eólicas Marítimas.

Aspectos Gerais

- Algumas entidades envolvidas:
 - Entidades educacionais e centros de pesquisa:
 - ✓ Capacitação de mão de obra;
 - ✓ Pesquisa aplicada. Ex.: elaboração de *databooks* dos empreendimentos.

Aspectos Gerais

- Algumas entidades envolvidas:
 - SPU – Secretaria de Patrimônio da União:
 - ✓ Concede o uso das áreas de propriedade da união, neste caso o mar territorial brasileiro onde serão instalados os aerogeradores;
 - ✓ Garantir que não haverá destinação patrimonial;
 - ✓ Não deve haver cessão do patrimônio, apenas ocupação da área.

Aspectos Gerais

- Fatores limitantes:
 - “Desconhecimento” da operação e do desempenho das plantas dentro da realidade das condições operativas do litoral brasileiro;
 - Limitações logísticas associadas, por exemplo, ao transporte dos equipamentos necessários a implantação dos parques *offshore* (infraestrutura marítima e portuária, por exemplo).

Aspectos Gerais

- Fatores limitantes:
 - Estados tipicamente consumidores passam a adquirir o *status* de exportadores de energia elétrica, requisitando reforços em suas respectivas redes elétricas.

Aspectos Gerais

- Fatores limitantes:
 - Investimento na infraestrutura do SEP Brasileiro:
 - ✓ Subestações (construção e/ou ampliação);
 - ✓ Barramentos das subestações de interconexão com o sistema interligado brasileiro;
 - ✓ Capacidade de escoamento da energia produzida a partir da malha de transmissão;
 - ✓ Perturbações, estabilidade e qualidade da energia que transita entre os diversos trechos da rede.

Aspectos Gerais

- Perspectivas futuras:
 - Realização de leilões exclusivos para aquisição de energia eólica *offshore* (garantir competitividade);
 - Comercialização de energia elétrica de origem *offshore* tanto no mercado livre quanto no mercado regulado;
 - Possibilidade de associação de plantas eólicas com plantas de geração a partir de hidrogênio verde.

Aspectos Gerais

- Perspectivas futuras:
 - Vasto horizonte de oportunidades para empreendedores de múltiplos portes e de diferentes origens;
 - Vários projetos, com diferentes estágios de tramitação (licenciamento ambiental – EIA/RIMA, principalmente), estão em curso em vários estado brasileiros;
 - No RN atualmente (setembro/2021) existem 4 projetos em tramitação junto ao Idema.

Aspectos Gerais

- Perspectivas futuras:
 - Projeto *Offshore* no RN:
 - ✓ Complexo Eólico *Offshore* Ventos Potiguar;
 - ✓ Empreendimento vinculado a empresa IER – Internacional Energias Renováveis;
 - ✓ Localizado no mar entre os municípios de Pedra Grande e São Bento do Norte.

Aspectos Gerais

- Perspectivas futuras:
 - Projeto *Offshore* no RN:
 - ✓ Distante 8 km da costa;
 - ✓ 207 torres eólicas (Turbina *GE Haliade* 12 MW);
 - ✓ 3 anos de tempo estimado de construção;
 - ✓ R\$ 18 Bilhões de investimento estimado (origem internacional).

Aspectos Gerais

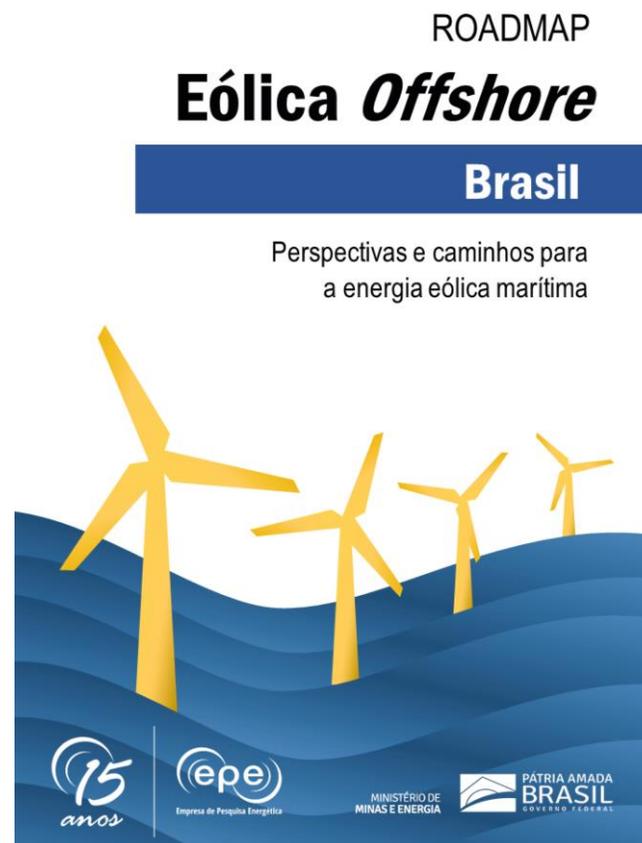
- Primeiras conclusões:
 - Perenidade dos ventos oceânicos (mantêm as pás das turbinas girando com mais força e por mais tempo);
 - Maior velocidade e estabilidade (escoamento menos turbulento) dos ventos do mar, quando comparados aos ventos da terra;
 - Elevado fator de capacidade (índice associado ao grau de aproveitamento da potência dos aerogeradores).

Aspectos Gerais

- Primeiras conclusões:
 - Ainda há muito espaço para crescer (possibilidades imensas e desafiadoras):
 - ✓ Atividades empresariais;
 - ✓ Atividades acadêmicas:
 - Pesquisa;
 - Capacitação de mão de obra em todos os níveis de escolaridade.

Aspectos Gerais

Figura 17: *Roadmap* EPE.



Fonte: Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/roadmap-eolica-offshore-brasil>, acesso em 16 set. 2021.

Referências

- **DIÁRIO DO NORDESTE (Ceará). Ceará lidera discussões para regulamentação da energia eólica offshore.** 2021. Disponível em:
<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/opinia-o/colunistas/victor-ximenes/ceara-lidera-discussoes-para-regulamentacao-da-energia-eolica-offshore-1.3126985>. Acesso em: 20 set. 2021.

Referências

- **ENGIE. Sete fatos sobre a energia eólica offshore que todos devem saber. 2021.**

Disponível em:

<https://www.a1emdaenergia.engie.com.br/sete-fatos-sobre-a-energia-eolica-offshore-que-todos-devem-saber/>. Acesso em: 22 set. 2021.

Referências

- PORTAL ENERGIAS (Guarda – Portugal). **O que é a energia eólica *Offshore*?** 2020. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/o-que-e-energia-eolica-offshore/>. Acesso em: 19 set. 2021.

Referências

- RN, G1. RN firma acordo e deve ser primeiro estado a produzir energia eólica no mar. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2021/09/13/rn-firma-acordo-e-deve-ser-primeiro-estado-a-produzir-energia-eolica-no-mar.ghtml>. Acesso em: 16 set. 2021.

Referências

- **UDOP. RN firma acordo e deve ser primeiro estado a produzir energia eólica no mar. 2021.**
Disponível em:
<https://www.udop.com.br/noticia/2021/09/15/rn-firma-acordo-e-deve-ser-primeiro-estado-a-produzir-energia-eolica-no-mar.html>. Acesso em:
16 set. 2021.

Referências

- WILSON SONS (Santos). **Parques Eólicos *Offshore*: serão a solução para garantir uma energia mais sustentável no futuro?**. 14/07/2020. Disponível em: <https://www.wilsonsons.com.br/pt-br/blog/parques-eolicos-offshore/>. Acesso em: 16 set. 2021.

Contatos

- E-mail:
 - dennys.alves@ifrn.edu.br
- Página profissional:
 - <http://docente.ifrn.edu.br/dennysalves>
- *LinkedIn*:
 - www.linkedin.com/in/dennys-1opes-alves-37981121b

Obrigado a todos pela atenção!