

Universidade de São Paulo
PECE - Programa de Educação Continuada
Escola Politécnica da USP

TATIANA CARVALHO SÉ

Parques Eólicos Offshore: Principais riscos

São Paulo
2015

TATIANA CARVALHO SÉ

Parques Eólicos Offshore: Principais riscos

Monografia apresentada ao PECE –
Programa de Educação Continuada em
Engenharia da Escola Politécnica para
conclusão do curso de especialização em
Energias Renováveis, Geração
Distribuída e Eficiência Energética

Banca examinadora:

Prof. Dr. Demétrio C. Zachariadis
Orientador

Prof. Dr. Marcos de Mattos Pimenta

Prof. Dr. José Roberto Simões Moreira

Avaliadores

TATIANA CARVALHO SÉ

Parques Eólicos Offshore: Principais riscos

Monografia apresentada ao PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia da Escola Politécnica para conclusão do curso de especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética

Área de concentração:
Energias Renováveis, Geração
Distribuída e Eficiência Energética

Orientador:
Prof. Dr. Demétrio C. Zachariadis

São Paulo
2015

RESUMO

Com o aumento no interesse em geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, há anos, alguns países tem investido em parques eólicos offshore. Um Parque Eólico Offshore possui algumas vantagens e a principal delas é o aproveitamento de ventos mais constantes e mais fortes que existem no mar.

Como o custo de um Parque Eólico Offshore é maior que um Parque Eólico Onshore, para melhorar sua viabilidade é preciso um adequado gerenciamento de risco para assim reduzir as perdas materiais durante sua implantação e também na operação.

É necessário gerenciar de forma adequada as principais dificuldades e riscos da implantação e operação do Parque, fazendo análise das etapas de implantação e operação, como instalação e manutenção de cabos submarinos, instalação de subestruturas e turbinas eólicas, subestações offshore, transporte dos equipamentos e embarcações de apoio que trafegam pelo parque.

Uma gestão adequada do risco reduzirá perdas e assim atrairá mais investidores para um segmento de geração de energia que possui tantas vantagens.

ABSTRACT

The increase of concernment on generation of electric energy from renewable energy sources, a few years ago some countries have invested in offshore Wind farms. An offshore Wind farm has some advantages and the main one is take advantage of the more frequent and strong winds that blow on the ocean.

As the cost of a wind farm offshore is higher than an onshore wind farm, to improve the viability it is necessary an appropriate risk management to decrease material losses during the construction and operation.

It is required manage in an appropriate way the main risks of construction and operation of the Wind Farm, analyzing the steps of submarine cables, installation of substructures e wind turbines, offshore substations, equipment transportations and internal traffic vessels.

An appropriate risk management can reduce losses and attracting more investors to the power generation segment that has so many advantages.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Monoestaca.....	17
Figura 3.2: Estrutura base de gravidade	18
Figura 3.3: Tripé	19
Figura 3.4: Jacket.....	20
Figura 3.5: Três estacas.....	21
Figura 3.6: Estruturas Flutuantes	21
Figura 4.1: Jack-up (Fonte: A2Sea)	29
Figura 4.2: Heavy Lift (Fonte: Scaldis)	30
Figura 4.3: Shear Leg Crane (Fonte: ADP Global Group).....	31
Figura 4.4: Feeder Vessel (Fonte: RWE OLS)	32
Figura 4.5: Mono Vessel (Fonte: RWE OLS).....	32
Figura 4.6: Navio de acomodação (Fonte: RWE OLS).....	33
Figura 4.7: Plataforma de acomodação (Fonte: RWE OLS)	34
Figura 4.8: Quebras em cabos submarinos desde 1990 (Wind Energy Update).....	38
Figura 4.9: Cabo submarino danificado (Fonte: RSA Insurance Group)	39
Figura 4.10: Cabo submarino danificado (Fonte: RSA Insurance Group)	39
Figura 4.11: Cabo submarino danificado (Fonte: RSA Insurance Group)	39
Figura 4.12: Subestação offshore (EnBW - Energie Baden-Württemberg AG)	41
Figura 4.13: Certificação de uma Turbina Eólica.....	42
Figura 5.1: Distribuição média de custos em um Parque Eólico Offshore (IMIA)	48
Figura 5.2: Distribuição média de custos em um Parque Eólico Onshore (IMIA)	48
Figura 5.3: Principais perdas em porcentagem em Parques Eólicos	49
Figura 6.1: Potencial Eólico do Sul do Brasil.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Riscos por tipo de fundação (Offshore-wind.de)	35
Tabela 5.1: Comparação das oportunidades e riscos associados a uma operação normal Onshore e Offshore	45
Tabela 5.2: Comparação de riscos de um evento de perda ou dano entre Onshore e Offshore	46
Tabela 5.3: Segurabilidade de danos nos parques onshore e offshore	47

SUMÁRIO

1	Introdução	10
2	Objetivo	14
3	Parques Eólicos Offshore.....	15
3.1	Subestruturas de Turbinas	16
3.1.1	Monoestacas	17
3.1.2	Estruturas base de gravidade (GBS – Gravity Based Structures)	18
3.1.3	Estruturas de armação espacial	18
3.1.3.1	Tripé (tripod).....	19
3.1.3.2	Jackets	20
3.1.3.3	Três estacas (Tri-piles).....	21
3.1.4	Estruturas Flutuantes.....	21
3.2	Integração de Rede.....	22
3.2.1	Boas práticas para melhoria da integração de rede:	23
3.3	Marine Warranty Surveyors	23
4	Principais Riscos da Construção e Operação	25
4.1	Clima.....	26
4.2	Mão de obra.....	27
4.3	Embarcações	28
4.3.1	Principais tipos de embarcações:	29
4.3.1.1	Embarcações de instalação mais utilizadas:.....	29
4.3.1.1.1	Jack-up:	29
4.3.1.1.2	Heavy Lift:.....	30
4.3.1.1.3	Shear Leg Crane.....	31
4.3.1.2	Tipos principais de Embarcações Logísticas	32
4.3.1.2.1	Feeder Vessel:.....	32

4.3.1.2.2 Mono Vessel:	32
4.3.1.3 Tipos principais de embarcações de acomodação	33
4.3.1.3.1 Navios	33
4.3.1.3.2 Plataformas.....	34
4.3.2 Colisões.....	34
4.4 Cabos Submarinos e Sistemas de Transmissão	36
4.5 Subestação e Turbinas:	40
5 Diferenças onshore e offshore	44
5.1 Custos de um Parque Eólico Offshore e Onshore	48
5.2 Principais perdas onshore e offshore.....	49
5.3 Precificação de Seguros de Danos Materiais para Parques Eólicos	49
6 Offshore no futuro e no Brasil	51
7 Conclusão	54
Referências Bibliográficas	55

1 INTRODUÇÃO

Um parque eólico é um conjunto de turbinas eólicas utilizadas para a produção e comercialização de energia elétrica. Existem dois tipos de parques eólicos, os de geração marítima, os offshore e os de geração terrestre, os onshore.

Os parques onshore são parques em terra, onde as turbinas são cada vez maiores, com diâmetros de rotores com mais de 127 metros e torres com mais de 135 metros. Quanto maior a torre, menos interrupções existem de turbulência devido à rugosidade do solo e maior a média de velocidade do vento. Já nos parques offshore com geração marítima (em água), os ventos são mais fortes e constantes.

No Brasil ainda não existem os parques eólicos offshore, que são parques localizados a certa distância da costa em mares ou lagos. Isto porque, além da energia eólica ainda estar se desenvolvendo no Brasil, o país possui muitas áreas disponíveis para construção de Parques Eólicos Onshore.

Os componentes de uma turbina eólica no mar são bem semelhantes aos de uma turbina eólica onshore, a principal diferença da turbina é a estrutura de sua torre, que está localizada em águas profundas.

Há diversas vantagens associadas aos parques eólicos offshore, a principal delas é o aproveitamento de ventos mais constantes e mais fortes que existem no mar. Estudos mostram que os ventos sopram 40% mais frequentes em mar do que em terra, assim turbinas eólicas offshore são mais eficientes e podem produzir mais energia e também manter níveis mais elevados de produção de energia elétrica por maior período de tempo.

Além disto, a superfície do mar tem baixa rugosidade e as turbinas não precisam de grandes alturas se compararmos com as turbinas onshore. Como a turbulência do vento é mais baixa no mar as turbinas sofrem menos desgaste e podem ter um tempo de vida útil maior.

Outra vantagem é que os parques eólicos offshore são mais isolados que os onshore, que muitas vezes sofrem acusações pelo barulho, por poluir visualmente o meio ambiente e afetar comunidades.

Um parque eólico offshore elimina este ponto de discussão, de impacto sonoro e impacto visual, reduzindo significativamente o impacto ambiental. Seu isolamento permite que as turbinas sejam desenhadas com pás mais longas, que podem ser mais eficientes na geração de energia, com maior capacidade em Megawatt. Apesar da redução dos impactos, é possível garantir por estudos iniciais que a instalação de um parque não irá perturbar os ecossistemas marinhos nas proximidades e que este parque não irá interferir em rotas de navegação ou em áreas de pesca.

Os parques eólicos offshore tem grande potencial no futuro, com possibilidade de desenvolvimento contínuo para se tornarem mais eficientes e mais rentáveis.

Os Estados Unidos, um dos países mais desenvolvidos no mundo, tem como foco a energia eólica offshore, com planos de desenvolver fortemente esta área. Atualmente o país não possui nenhum parque em operação e tem apenas um em construção, desde início de 2015, perto de perto Block Island, Rhode Island.

Sua maior desvantagem ainda é o custo, devido a dificuldade de acesso as instalações e com altos custos de instalação, principalmente a complexidade das subestruturas, manutenção e dificuldade de conexão a rede. Além disso, sua acessibilidade é um desafio imprevisível que depende da força das mares, e suas instalações devem ser resistentes as condições meteorológicas difíceis.

Sua maior desvantagem ainda é o alto custo e a dificuldade de acesso as instalações e a conexão a rede e, principalmente, a complexidade das subestruturas e manutenção. Além disso, sua acessibilidade é um desafio imprevisível, que depende da força das mares, e as instalações devem ser resistentes as condições meteorológicas difíceis.

Apesar de sua desvantagem na instalação, o transporte por navios é muito mais fácil que o transporte terrestre, assim, neste quesito, o parque offshore tem outra vantagem sobre o parque onshore, ou seja, o transporte dos grandes componentes das turbinas é significativamente mais fácil através de navios, pois lidam mais facilmente com grandes cargas do que caminhões ou trens, além de não enfrentarem congestionamentos e outros fatores adversos que existem no transporte terrestre.

A Europa é a líder em energia eólica offshore com mais de 8GW de capacidade instalada (EWEA, 2015), há mais de duas décadas o continente europeu tem investido neste segmento e têm crescido muitos seus níveis de produção. A energia eólica offshore é vista pela Europa como a energia do futuro, que vai garantir uma maior segurança energética para os países através de energia limpa, tendo o Reino Unido e Dinamarca como os principais geradores.

Além de tudo, o setor eólico offshore traz oportunidades econômicas muito favoráveis, como o aumento da competitividade no setor e a geração de empregos. Com os avanços da tecnologia e maturidade do mercado offshore, os custos de produção e instalação tendem a reduzir e isto tornará o mercado mais atrativo economicamente.

Hoje, a energia eólica offshore não é a maior tendência de geração de energia no mundo, mas está bem próxima, sendo esperado um forte desenvolvimento para a próxima década por ser uma energia limpa, renovável e sem a necessidade do uso de combustíveis fósseis.

A energia eólica offshore é uma aplicação promissora, particularmente em países com alta densidade populacional e dificuldades em encontrar locais adequados para implantação de geradoras de energia. Os custos de construção são mais caros no mar e o custo de produção de energia também são mais altos.

A perspectiva de Energia Eólica sugere um forte crescimento nos próximos anos, entre 2012 e 2020 é esperado a implantação de 29GB de nova capacidade na Europa. O custo de Parques Eólicos onshore tem se tornado competitivo com fontes convencionais de energia elétrica, no entanto, o custo de um parque offshore ainda é 2 a 3 vezes maior que um parque onshore (Renewables Internacional, 2012).

A chave para facilitar esta implantação é melhorar os custos de tecnologia para reduzir as despesas operacionais e as despesas de capital e, simultaneamente, aumentar a performance de parques eólicos, para ganhar uma economia de escala, por uma cadeia de suprimentos.

Uma das maneiras mais importantes para aumentar o desenvolvimento do setor é a rentabilidade do negócio, para isto é necessário reduzir as perdas, e isto pode ser alcançado através de um bom gerenciamento de risco, tanto na implantação do parque offshore, como na manutenção durante sua operação.

2 OBJETIVO

Entender as principais dificuldades e riscos da implantação e operação de um parque Eólico Offshore e principalmente qual o papel de uma adequada gestão de risco em um projeto Eólico Offshore, tanto na sua implantação como na sua operação.

Mesmo o Brasil não possuindo parques eólicos offshore, é possível perceber que no país, cada vez mais, os custos de geração de energia dos parques onshore estão se aproximando dos custos das fontes de geração de energia convencionais, graças aos incentivos dados pelo governo como a criação do PROINFA, Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.

No entanto, o custo de parques eólicos offshore no mundo ainda são maiores que os onshore, devido ao maior custo de instalação, maior complexibilidade de acesso e custo mais alto das turbinas, que precisam ser resistentes à corrosão marinha.

Assim, o objetivo do trabalho é mostrar a importância de entender os riscos da implantação e operação de um parque, para entender como o gerenciamento adequado das embarcações de apoio, dos equipamentos de manutenção e instalação, estudos corretos de viabilidade, podem otimizar os custos e assim reduzir as perdas e aumentar os lucros deste tipo de projeto. Assim, atraindo mais investidores para um segmento de geração de energia que possui tantas vantagens.

3 PARQUES EÓLICOS OFFSHORE

A energia eólica é uma fonte renovável e uma das mais sustentáveis por afetar pouco o meio ambiente e possui baixas taxas de emissão de CO₂, um dos gases causador do efeito estufa, além de ser uma fonte energética fácil de ser obtida, o vento.

Atualmente, com a falta de chuvas, a energia eólica tem se tornado cada vez mais visada como fonte de geração de energia. Mais países têm apostado no estudo da energia eólica, a partir de parques instalados offshore, onde a frequências dos ventos é maior com mais estabilidade e menor turbulência, que aumenta o tempo de vida útil das turbinas.

A energia eólica offshore é cerca de duas ou até três vezes mais cara do que a onshore (Renewables International, 2012), dependendo da estrutura de fundações das turbinas.

O custo da energia offshore é um dos principais impeditivos para sua expansão no mundo e início no Brasil, até mesmo os parques eólicos onshore no Brasil sofrem dificuldades devido ao custo, mas que hoje são amenizadas por incentivos fiscais. A dificuldade está em manter esta fonte de energia limpa competitiva, quando comparada a fonte de energia hídrica que é dominante no país.

O segmento offshore de parques eólicos é relativamente novo no mundo, mas tem crescido rapidamente. Para continuar a expandir-se, é necessário torná-lo mais rentável, isto exige foco em pessoas muito qualificadas, principalmente pelo local de risco ser no mar. Por ser uma área nova, as tecnologias e métodos construtivos estão sempre em desenvolvimento, as turbinas usadas são de poucos fabricantes e os parques são geralmente instalados no raso.

Para redução de custos e tempo de instalação das turbinas, é importante o estudo e desenvolvimento de novos métodos, ferramentas, equipamentos e também portos mais abertos, para facilitar a área de entrega e acesso.

Os termos comerciais dos projetos offshore também variam bastante e, atualmente, são utilizados diversos conceitos de outros projetos para elaboração de contratos. Muitas melhorias feitas em projetos onshore, principalmente de medições, são trazidas para os projetos offshore.

O processo de implantação de um parque começa com a instalação das fundações, depois as turbinas são montadas nas subestruturas com o auxílio de guindastes nas embarcações. As turbinas eólicas são conectadas por cabos submarinos ao transformador da subestação offshore, que irá coletar a energia gerada e através de cabos submarinos é conectada à rede de transmissão de energia em terra.

3.1 SUBESTRUTURAS DE TURBINAS

Um grande desafio dos parques eólicos offshore é a complexidade da subestrutura que é utilizada para suportar a turbina eólica no mar, esta subestrutura pode representar até 25% do custo total da instalação. Esta complexidade é um dos principais fatores que impede maior implantação de parques em maiores profundidades.

Existem diferentes tipos de subestruturas que podem ser utilizados:

3.1.1 MONOESTACAS

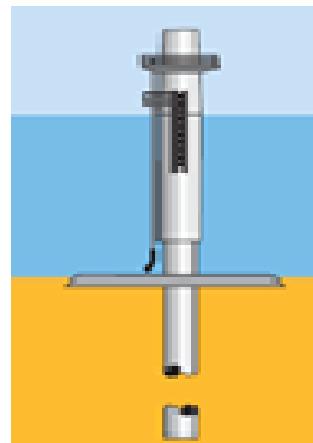


Figura 3.1: Monoestaca

Monoestacas são pilares de aço inseridos no fundo do mar, usadas em águas com profundidade de até 30/ 35 metros. Sua principal vantagem é serem relativamente simples e baratas, tanto a fabricação quanto a instalação, e não exigem nenhuma preparação do fundo do mar. Além disso, é uma tecnologia mais consolidada e com mais fornecedores. No entanto, em águas com profundidade maior que 30/ 35 metros, esta fundação se torna instável e seu valor é diretamente influenciado pelo valor do aço no mercado. Na Europa 91% dos parques possuem subestruturas monoestacas (The European Wind Energy Association - EWEA).

3.1.2 ESTRUTURAS BASE DE GRAVIDADE (GBS – GRAVITY BASED STRUCTURES)

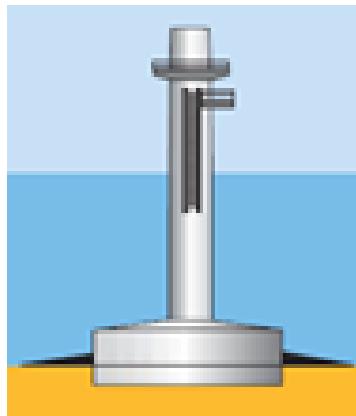


Figura 3.2: Estrutura base de gravidade

Muitas das instalações atuais são GBS, que também são relativamente fáceis de fabricar. Ao contrário dos monoestacas, as GBS não são cravadas no fundo do mar, ao invés disto, sua estrutura é preenchida com areia, rocha e betão de ferro, de modo a mantê-la estável. Ela também é indicada para profundidades de até 30/40 metros, existem modelos mais atuais para profundidades de até 60 metros. No entanto, para este tipo de fundação é necessário preparo no fundo do mar e requer mais proteção do que a fundação monoestaca, devido a suas demissões.

3.1.3 ESTRUTURAS DE ARMAÇÃO ESPACIAL

Não são muito utilizadas, mas são indicadas para águas mais profundas. Elas devem ser mais aprimoradas com o maior desenvolvimento da implantação dos parques, por serem mais estáveis.

Existem três variações principais de estruturas de armação espacial:

3.1.3.1 TRIPÉ (TRIPOD)

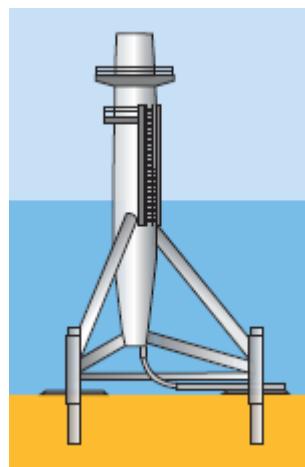


Figura 3.3: Tripé

É uma estrutura de três pernas, com um eixo de aço central ligado à torre turbina. Similar aos monoestacas, cada perna é inserida no fundo do mar, mas, em conjunto, formam uma estrutura muito mais forte, apropriado para as águas de 20 a 50 metros de profundidade. Assim como a monoestaca, seu valor também é diretamente influenciado pelo valor do aço no mercado.

3.1.3.2 JACKETS

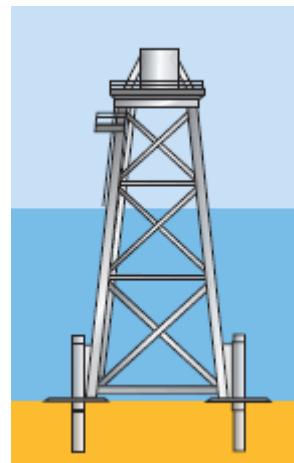


Figura 3.4: Jacket

Tem um conceito semelhante a um tripé, a diferença consiste em uma área maior, através da maior parte da estrutura, permitindo que o eixo de aço seja posicionado longe do centro do eixo, sendo cada perna inserida no fundo do mar através de estacas. Em razão da alta interação com o fundo do mar, o tempo de instalação é muito maior e o preço também depende da cotação do aço. É apropriado para águas de até 60 metros de profundidade.

3.1.3.3 TRÊS ESTACAS (TRI-PILES)

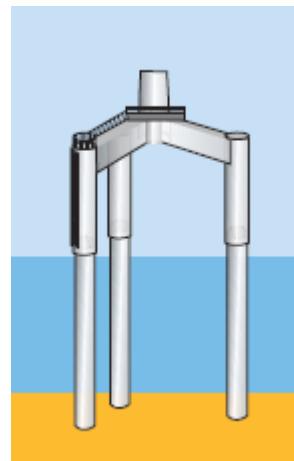


Figura 3.5: Três estacas

É composto por três estacas que são conectados à torre da turbina, através de uma peça de transição, localizada acima do nível da água. Exige um alto grau de precisão ao conectá-los e também no alinhamento. É apropriado para águas de até 40 metros.

3.1.4 ESTRUTURAS FLUTUANTES

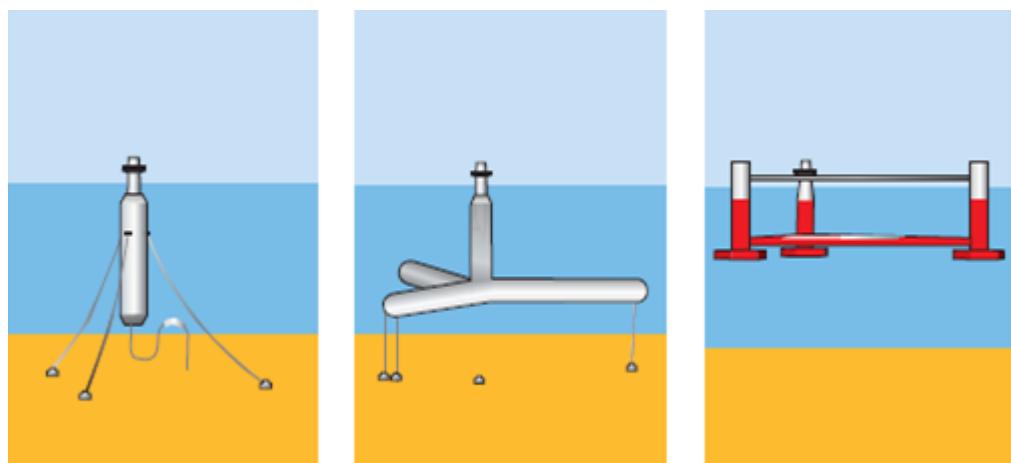


Figura 3.6: Estruturas Flutuantes

São as mais viáveis para locais onde não é possível, tecnicamente e economicamente, instalar subestruturas fixas (normalmente em águas mais profundas com mais de 50 metros de profundidade). Por terem maior flexibilidade na produção e instalação, poderiam ser a melhor solução, no entanto, ainda estão sendo analisadas e estudadas para evolução futura, com o maior desafio a estabilidade que esta estrutura traz a turbina eólica.

A estrutura mais utilizada é a monoestacas, pelo menos enquanto suas limitações não impeçam o projeto no sentido da profundidade das águas e no tamanho das turbinas. Para águas mais profundas, as estruturas de armação espacial dominam o mercado.

Atualmente é necessário o desenvolvimento de mais estruturas, principalmente por países que possuem planos de expandir este segmento do mercado.

Além disso, uma das chaves de mitigação de riscos é escolher a melhor subestrutura com a ajuda de expertises nos projetos e construção de fundações, para suportar as forças das marés e assim atingir um equilíbrio entre custo da subestrutura e risco.

3.2 INTEGRAÇÃO DE REDE

A integração de rede é um dos maiores gargalos na implantação de parques, onshore e offshore. Este problema ocorre em diversos países, inclusive no Brasil.

Há alguns anos, diversas empresas adiaram a decisão de investir bilhões de euros em países europeus, devido à falta de legislação adequada e dúvidas geradas sobre conexão de rede. Estes atrasos de rede que afetam o setor de energia eólica são mais prejudiciais do que inicialmente se temia e enfraqueceram significativamente a posição competitiva de alguns países.

Os principais desafios da integração de rede são: os reforços de rede onshore em alguns locais; problemas com linhas e subestações existentes; mais custos de

investimento do que planejado; pouca experiência com a execução; operação e manutenção das redes offshore; dificuldade de obter licenças e alinhar as partes interessadas; gargalos da cadeia de abastecimento; garantias de sistemas mais complexos como cabos submarinos; redes terrestres congestionadas; falta de padrão; falta de incentivos governamentais adequados; geradores abandonados; entre outros.

3.2.1 BOAS PRÁTICAS PARA MELHORIA DA INTEGRAÇÃO DE REDE:

Para a melhoria da integração de rede, algumas práticas deveriam ser adotadas, como a melhoria da previsão de energia eólica para reduzir erros; melhoria da integração de sistemas de suporte; sistemas de tempos real e processos operacionais para reduzir os custos de compensação; melhoria das linhas existentes de transmissão; aumento de interligação existente e assim reduzir os custos de compensação com soluções de integração; e uso de tecnologias smart grid.

A integração de rede bem sucedida é um dos fatores estratégicos fundamentais para o bom uso da energia eólica.

3.3 MARINE WARRANTY SURVEYORS

Marine Warranty Surveyors (MWS) desempenham um papel na redução de risco de perdas ou danos em construções e transportes marítimos. Fornecem avaliação terceirizada independente, desde o planejamento até as etapas de execução, redução de incertezas, acesso rápido aos equipamentos e pessoal com experiência no risco.

MWS asseguram que as melhores práticas da indústria e os procedimentos corretos sejam seguidos no planejamento e execução de operações offshore.

Eles fornecem avaliação independente, verificação e aprovação de projetos em diferentes setores offshore, como de petróleo e gás, operações de reboque, projetos de construção, estaleiros navais, portos e terminais.

Devido à diversidade de setores, os MWS devem compreender o contexto jurídico e de seguro de operações marítimas, bem como compreender os papéis desempenhados pelas partes-chave, os processos envolvidos na realização de pesquisas e seus resultados, incluindo relatórios e certificados.

4 PRINCIPAIS RISCOS DA CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO

Os principais pontos do Gerenciamento de Risco de um site offshore devem ser a frota, como as embarcações de instalação especializadas e de apoio, os equipamentos como turbinas e subestações, o clima, o transporte e o manuseio dos cabos e equipamentos, e mão de obra experiente com um longo currículo de projetos, o que é escasso no mercado.

A cadeia de suprimentos do mercado é pequena, o que causa um efeito desfavorável nos preços dos contratos estabelecidos e baixa disponibilidades de experiência e segurança financeira dos empreiteiros. Isto também afeta a qualidade dos componentes dos projetos e implica em possíveis atrasos no cronograma de implantação do parque, no caso de algum contratempo com algum suprimento.

Os gastos com contingência podem variar entre 6 e 26%, para suprir uma falta de rede, problemas com subcontratados, clima ruim ou qualquer problema na instalação dos equipamentos, desde os cabos até as turbinas.

Outros problemas específicos que podem causar o atraso da entrada em operação de um projeto é a demora nas certificações das turbinas, atualmente, cada vez mais são lançadas turbinas com maiores capacidades, porém não certificadas, acidentes offshore, incêndios em fábricas que afetam a cadeia de suprimentos, problemas nas atividades dos *Marine Warranty Surveyors*, quebra de equipamentos, erro de projetos dos componentes das subestruturas e turbinas e principalmente um fraco gerenciamento de risco na etapa da construção.

Além destes problemas, problemas na implantação podem afetar a operação do parque, como erros nos projetos das fundações, que exigem cuidados na verificação, principalmente em projetos de águas mais profundas.

Falta de certezas nas medições durante o projeto também podem causar uma diferença da performance gerada e da performance que era esperada no início do projeto.

Apesar das turbinas eólicas estarem cada vez mais confiáveis, é normal que os modelos novos apresentem pequenos problemas nos primeiros anos de funcionamento.

Todos estes desafios e riscos tornam o custo operacional de parque offshore de duas a três vezes mais caros que os parques onshore, devido ao desafio de acesso aos equipamentos em alto mar e também a falta de concorrência no mercado.

No gerenciamento de riscos é importante saber se é possível alterar o escopo ou método utilizado, caso algo dê errado, ter flexibilidade nas etapas é importante, mas sempre tem um custo adicional.

Possuir um cronograma de testes e orçamentos para uma variação de cenário, como quebra de equipamentos, atrasos e falhas no fornecimento de materiais e equipamentos, demora nas certificações de turbinas, são pontos essenciais para evitar problemas e minimizar atrasos através de bons planos estratégicos.

Poucos tem interesse em seguir um cronograma e ser realista sobre os esforços que serão necessários para acomodar problemas com o clima e problemas adversos, mas é sempre recomendado ter modelos financeiros realísticos com contingências, mesmo no início, identificar planos e recursos para lidar com diferentes cenários em diferentes fases. Problemas podem acontecer em vários estágios da construção, na manutenção e na operação, planejar com antecedência é fundamental para atingir o fechamento financeiro do projeto.

4.1 CLIMA

O clima no mar é muitas vezes cruel e imprevisível para ter uma janela pequena de trabalho para execução de serviços, o mau tempo pode atrasar as instalações e também o reparo das turbinas.

O tempo sempre será um fator importante para projetos offshore. Os impactos ocasionados pelo clima podem ser minimizados com cronogramas cuidadosos,

seleção de embarcações corretas e métodos de instalação adequados e, principalmente, o maior preparo possível dos equipamentos e estrutura em terra, por exemplo, comissionar turbinas em terra, pode reduzir a dependência climática.

Algumas vezes as condições climáticas serão mais agravadas do que as previstas em estudos e estatísticas e é preciso estar preparado para isto. As previsões sobre as condições do vento são muitas vezes incertas, devido à compreensão incorreta do site do projeto e também às variações intrínsecas do vento ao longo do tempo.

Apesar disto, o mercado de energia eólica offshore teve poucas perdas relacionadas com danos da natureza, já que fortes tempestades podem causar grandes danos aos equipamentos.

4.2 MÃO DE OBRA

As perdas e danos ocorrem normalmente devido ao baixo desempenho da mão de obra, inexperiência dos empreiteiros e subempreiteiros, imprudência devido a prazos apertados, utilização de navios ou equipamentos inadequados para o serviço.

Assim, a mão de obra qualificada é um grande desafio dos projetos, sendo necessário muito treinamento para capacitar pessoas para o trabalho offshore. Ainda não existem boas práticas de treinamentos bem estabelecidas para o segmento, muitos trabalhadores estão envolvidos em todas as etapas. É preciso ter uma equipe bem treinada para lidar com todas as situações e, principalmente, na transição da construção para operação.

Alta qualidade e formação consistente entre os projetos e fases é outro ponto chave para o bom andamento do empreendimento.

Além disso, devido à exposição dos trabalhadores, é preciso garantir a segurança e competência das pessoas envolvidas.

Em caso de emergência, será necessário uma resposta rápida da equipe de resgate, equipe de controle e comando, corpo técnico, primeiros socorros e médicos. A resposta eficiente nestas situações depende de mão de obra qualificada e bem treinada. Uma equipe experiente, com flexibilidade e planos de contingência, pode ser melhor do que dinheiro extra em caixa.

Por este motivo, para a análise de um risco offshore é importante avaliar se existe alguém que poderá autorizar mudanças no método de instalação durante a montagem e se existe algum substituto disponível, também ter um plano nomeando tomadores de decisões de emergências e planos ensaiados para possíveis situações de emergência.

Na parte de pesquisa geológica é importante saber se existe um geólogo no local de risco no período de instalação, principalmente se existem obstáculos, como naufrágios, tubulações e cabos existentes, que podem atrapalhar as embarcações e principalmente o lançamento dos cabos.

É possível afirmar que mão de obra qualificada é um ponto chave para minimizar perdas em um projeto complexo como um Parque Eólico Offshore.

4.3 EMBARCAÇÕES

As embarcações também precisam de grande atenção no projeto, que podem atrasar e causar grandes danos na instalação e operação do parque. É através das embarcações que serão instaladas as subestações, turbinas, subestruturas e lançamento de cabos. Elas também auxiliam na manutenção e operação do parque, com o transporte de equipamentos e da equipe técnica, juntamente com helicópteros.

Embarcações devidamente configuradas são muito escassas no mercado e grande parte dos equipamentos usados, como subestações, não são padronizados e muitas vezes antigos.

São necessárias inspeções físicas nas embarcações que instalarão as fundações e equipamentos que lançarão os cabos.

Uma das maiores emergências que pode ocorrer em um parque eólico offshore, tanto na construção quanto na operação, é o tombamento ou afundamento de uma dessas embarcações.

Além disso, devido ao alto custo da locação das embarcações, o tempo destinado pelo subempreiteiro a determinada tarefa é sempre o mínimo e as condições climáticas podem reduzir ainda mais este tempo.

4.3.1 PRINCIPAIS TIPOS DE EMBARCAÇÕES:

4.3.1.1 EMBARCAÇÕES DE INSTALAÇÃO MAIS UTILIZADAS:

4.3.1.1.1 *Jack-up*:

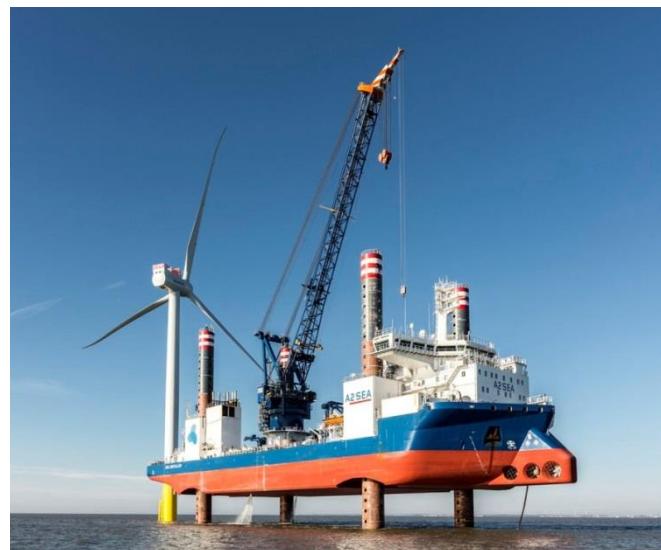


Figura 4.1: *Jack-up* (Fonte: A2Sea)

Esta embarcação é fixa, estável durante as obras, com quase nenhuma movimentação do navio durante a elevação dos equipamentos e com bons limites para condições climáticas complicadas durante os serviços de instalação, no entanto, sua tecnologia e manutenção são complexas.

4.3.1.1.2 *Heavy Lift*:



Figura 4.2: *Heavy Lift* (Fonte: Scaldis)

Esta embarcação tem alta capacidade de carga e boa capacidade de manobra, no entanto, possui bastante movimentação mesmo quando parado e baixa resistência a condições climáticas não favoráveis. Possui taxas de locação parecidas com taxas de óleo e gás, o que não a torna competitiva.

4.3.1.1.3 Shear Leg Crane



Figura 4.3: *Shear Leg Crane* (Fonte: ADP Global Group)

Esta embarcação possui taxa de locação competitiva e tem uma boa capacidade de manobra, no entanto, possui baixa eficiência principalmente com condições climáticas não favoráveis. Além disto, não possui capacidade de transporte no convés. Em um visão geral é uma embarcação pouco eficiente.

4.3.1.2 TIPOS PRINCIPAIS DE EMBARCAÇÕES LOGÍSTICAS

4.3.1.2.1 *Feeder Vessel*:



Figura 4.4: *Feeder Vessel* (Fonte: RWE OLS)

É um navio que permanece no local da instalação, sendo abastecido com os componentes por um navio de transporte.

4.3.1.2.2 *Mono Vessel*:



Figura 4.5: *Mono Vessel* (Fonte: RWE OLS)

É um navio que transporta os componentes do porto para o local da instalação.

4.3.1.3 TIPOS PRINCIPAIS DE EMBARCAÇÕES DE ACOMODAÇÃO

4.3.1.3.1 Navios



Figura 4.6: Navio de acomodação (Fonte: RWE OLS)

Espaço apropriado para acomodação e recreação, trabalha com os navios de controle, no entanto, possui restrições climáticas e necessita de maior suporte de outros navios.

4.3.1.3.2 Plataformas



Figura 4.7: Plataforma de acomodação (Fonte: RWE OLS)

Maior conforto e espaço para recreação da equipe, com partes separadas, menor restrição climática como altura das ondas, também precisa de suporte de embarcações, mas menos que os navios, no entanto, exigem um alto investimento inicial.

4.3.2 COLISÕES

Existem diversos riscos associados a implantação e operação de parques eólicos offshore, mas pouco se fala sobre colisões das embarcações dentro do site, este tipo de colisão não é incomum. O crescente número de novos parques tem aumentado o perigo de uma embarcação colidir com a subestrutura da turbina, o que causa dano financeiro e até mesmo ao meio ambiente.

No caso de uma colisão, a parte quebrada, tanto do navio como da estrutura atingida, pode ser um obstáculo para outros navios e, caso seja um navio com produtos químicos ou óleo, a colisão pode causar um vazamento no mar.

É necessária uma diferença de gerenciamento de riscos das embarcações que circulam para auxiliar a instalação, operação e manutenção do parque e as embarcações que circulam pelo mar sem ter nenhuma ligação com os serviços ali realizados.

Na implantação do parque, é alto o número de embarcações que circulam pelo local, principalmente para instalação de cabos de energia. Já na operação, as embarcações são de controle operacional e manutenção. A central de controle de tráfego possui normas de controle para a circulação de embarcações na área do parque. Além deste controle, é importante a utilização de modernos sistemas de navegação, comunicação e treinamento da equipe. Também se faz necessário a instalação de radares nas torres com transmissão de frequência.

Mesmo com todos esses cuidados é possível que ocorra um acidente, neste caso fatores como tamanho e velocidade do navio e subestrutura da turbina são fatores importantes para a dimensão do dano.

No caso de subestruturas monoestacas, é provável que o dano seja apenas na estrutura, ou seja, a mesma se curva e não ocasiona danos ao navio. Já uma estrutura *jacket* pode ser desestabilizada com um possível colapso em cima da embarcação. A estrutura tripé também pode causar um dano à embarcação, em razão de sua estrutura com três estacas de aço.

O cenário ideal é que as estruturas resistam às colisões e não danifiquem o casco do navio. Em um simulador operacional foi possível obter a seguinte análise, com dados divulgados pela *Offshore-wind.de*:

Tabela 4.1: Riscos por tipo de fundação (*Offshore-wind.de*)

Tipo de Fundação	Navio Petroleiro de Casco Duplo	Navio Petroleiro de Casco Único	Navio container	Navio Graneleiro
Tripé	Médio	Médio	Médio	Médio
Jacket	Baixo	Baixo	Alto	Alto
Monoestaca	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

Baixo: A estrutura pode ser considerada a prova de colisões.

Médio: Cenário perigoso foi identificado e medidas devem ser tomadas. A estrutura pode ser considerada a prova de colisão dependendo do tipo de navio em questão.

Alto: Cenário perigoso foi identificado, mas sem medidas preventivas a serem sugeridas, sem mudança na sua geometria, a estrutura será considerada insegura.

Entre 1975 e 2000, apenas na zona britânica, ocorreram 557 colisões entre embarcações e plataformas, no entanto, 95% das colisões foram causadas por embarcações internas, que são relacionadas à plataforma.

4.4 CABOS SUBMARINOS E SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

Os cabos submarinos são outra etapa bastante desafiadora de um projeto offshore, devido a sua instalação e manutenção ser realizada no fundo do mar.

As principais perdas nos projetos offshore são danos em cabos submarinos. O cabo é feito de chumbo e revestido com condutores de cobre para resistência à água, bem como, um certo número de fibras ópticas para comunicação.

Diversas variáveis podem afetar o cabeamento submarino, com impactos significativos no fluxo de caixa da operação ou implantação do parque.

As condições marítimas como fundo do mar, ação das ondas, atividades de pesca e o transito dos navios, tem um forte impacto sobre os cabos. As marés desempenham um papel muito importante na determinação de janelas de trabalhos, além disso, a velocidade de instalação de cabos varia com a profundidade da água, equipamentos e navios.

Para o enterramento de cabo é necessário o uso de equipamentos especiais marítimos, traçar rotas e entender as profundidades permitidas de enterramento.

A decisão sobre a técnica de colocação do cabo submarino depende principalmente das condições do fundo do mar no local. Além disso, a avaliação de risco é necessária para definir a profundidade de enterramento, levando em consideração os fatores externos, como via marítima, danos por embarcações e ancoras. Em alguns casos é preciso enterrar em mais de 3 metros de profundidade, visto que algumas ancoras de embarcações, mesmo que pequenas, podem penetrar no leito do mar em até 1,5 metros e grandes ancoras em até 5 metros em leitos moles.

Antes da instalação dos cabos é também necessário verificar qualquer possível obstrução no leito do mar, sendo recomendada uma pesquisa ou até uma validação da disponibilidade de instalar o cabo no caminho desejado em tempo real e, se necessário, instalar proteções adicionais devido à exposição de embarcações próximas ao local.

Quanto mais longe da costa for implantado o parque, mais importante e crucial se torna a escolha da técnica com a qual os cabos submarinos serão instalados.

É necessário um plano bem elaborado para redução de possíveis danos aos cabos, por isto a manutenção preventiva deve ser prioridade na operação.

Problemas podem ser causados por defeitos de fabricação, problemas no assentamento devido ao mar agitado, danos aos cabos por manobras inadequadas do navio e/ou baixa flexibilidade dos cabos, negligência ou falta de experiência dos empreiteiros, danos por ancoras de navio e impactos na implantação.

Além de existir poucos fornecedores de cabos no mercado, também fornecem serviços para outros projetos de infraestrutura, o que aumenta a competitividade com uma limitada capacidade de produção.

As vantagens na instalação de sistemas de transmissão offshore em águas com pouca profundidade são que os equipamentos podem operar de forma eficiente com enterramento na profundidade necessária, o navio pode transportar e enterrar o

cabo, facilitando o processo. Já as desvantagens são a utilização de equipamentos especiais e demora no processo por ser mais raso.

Com a instalação de cabos HVDC é possível aumentar as distâncias offshore com navios capazes e com boa gestão de cabos, além de ter na mesma rota cabos múltiplos, de quatro a cinco.

Um estudo no passado, mostrado pela Wind Energy Update (WEU), divulgou dados sobre as causas de quebras de cabos submarinos, desde 1990, e podemos ver claramente que a maioria dos danos são causados por pesca, seguidos por ancoras.

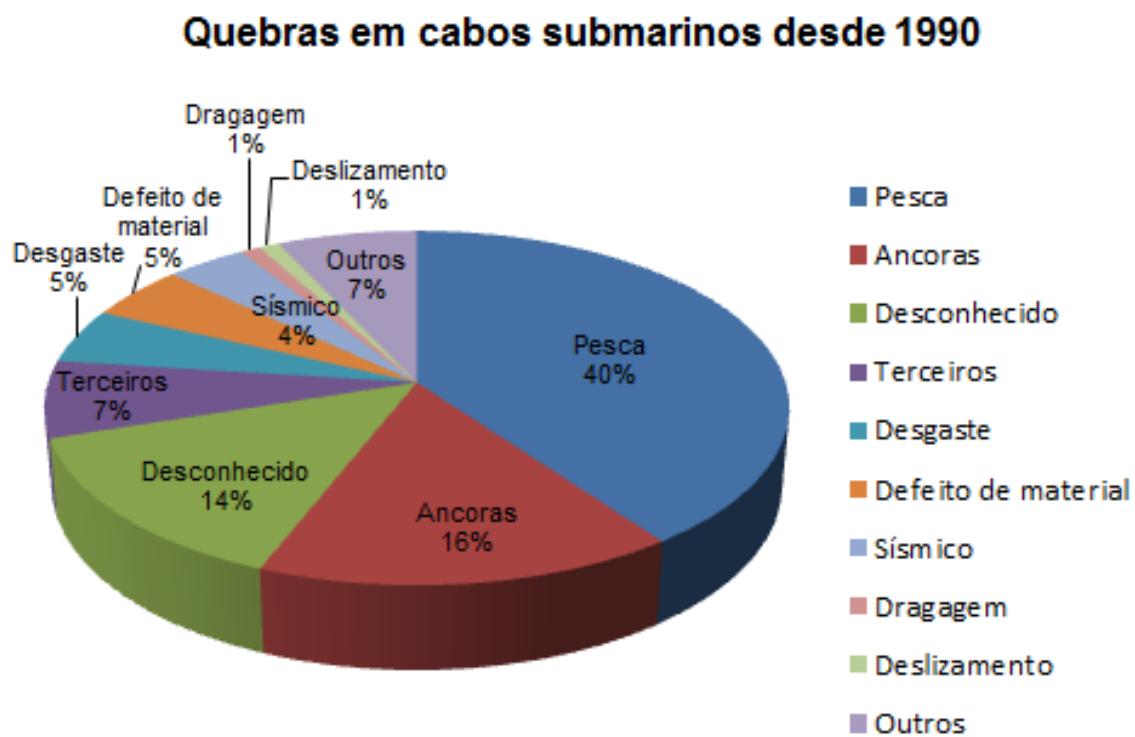


Figura 4.8: Quebras em cabos submarinos desde 1990 (Wind Energy Update)

Os principais riscos para cabos submarinos são danos causados por barcos de pesca e ancoras, que podem danificar ou arrastar os cabos. Além destes, defeito de material, instalação incorreta devido à falta de comunicação entre o fabricante e o empreiteiro de instalação, fundo do mar instável, condições ruins de tempo, baixa pesquisa no momento da seleção da rota dos cabos, entre outros, também são possíveis fatores para danos em cabos submarinos.



Figura 4.9: Cabo submarino danificado (Fonte: RSA Insurance Group)



Figura 4.10: Cabo submarino danificado (Fonte: RSA Insurance Group)



Figura 4.11: Cabo submarino danificado (Fonte: RSA Insurance Group)

A manutenção dos cabos irá fazer a diferença nas interrupções prolongadas e tempo de inatividade do sistema, por isto é importante a inspeção dos cabos, manutenção de dados, planejamento corretivo, gestão de crises e disponibilidade de equipamentos na manutenção. Como os cabos tem mecanismos que impedem a entrada de água ao longo do cabo, mesmo com corte, é possível reparar o dano com uma embarcação e mergulhador, dependendo das condições do local e gravidade do dano sofrido.

Os benefícios de uma boa manutenção são minimizar o tempo de inatividade, minimizar a perda de receita, ter conhecimento dos tempos de resposta, melhor controle dos custos de operação e do *Marine Warranty Surveyors*.

Além disto, como as redes de transmissão de energia em diversos países, inclusive no Brasil, estão sem o investimento adequado, com equipamentos em uso que já excedem a expectativa de vida útil, a ligação dos parques a rede se torna uma grande exposição de risco.

4.5 SUBESTAÇÃO E TURBINAS:

A capacidade das turbinas eólicas tem aumentado ano após ano nos parques onshore e offshore.

A energia produzida pelas turbinas alimenta a subestação; a plataforma da subestação normalmente é uma construção tripé com uma edificação de aço que acomoda o transformador, comutador, sistema de controle e instrumentação e unidade de comunicação, gerador diesel de emergência incluindo o combustível, equipamento de combate a incêndio, instalações para equipe e serviços, heliporto e bote de resgate (*Man Overboard*).



Figura 4.12: Subestação offshore (EnBW - Energie Baden-Württemberg AG)

Os pontos de atenção nas subestações offshore são o transporte para o site, condição do solo e também as fundações que serão utilizadas para as subestações, perigo de explosão, incêndio, curto circuito e falha do sistema de proteção de incêndio com a queda de raios.

Um dano na subestação provocado por um transformador, por exemplo, durante o período de testes e comissionamento ou na operação, pode provocar atrasos no início da operação ou uma parada na operação do parque, o que causará prejuízo a empresa.

Já com as turbinas, também é preciso estar atento à operação das embarcações até o local de instalação, sendo necessário atentar às condições climáticas como tempestades e raios, além das condições do solo, subestruturas utilizadas, colisão de navios, falhas mecânicas e até mesmo pássaros.

É importante conhecer a história do modelo da turbina escolhida para o projeto, se o modelo já é aprovado, se é protótipo e se possui certificação. Com estas

informações já é possível pesquisar a ocorrência de algum acidente que causou dano material à turbina em outros projetos.

Já o objetivo da certificação IEC (Comissão Eletrotécnica Internacional) de uma turbina eólica é avaliar se o tipo da turbina e fundações estão em conformidade com as condições externas aplicáveis e outro requerimento para o site.

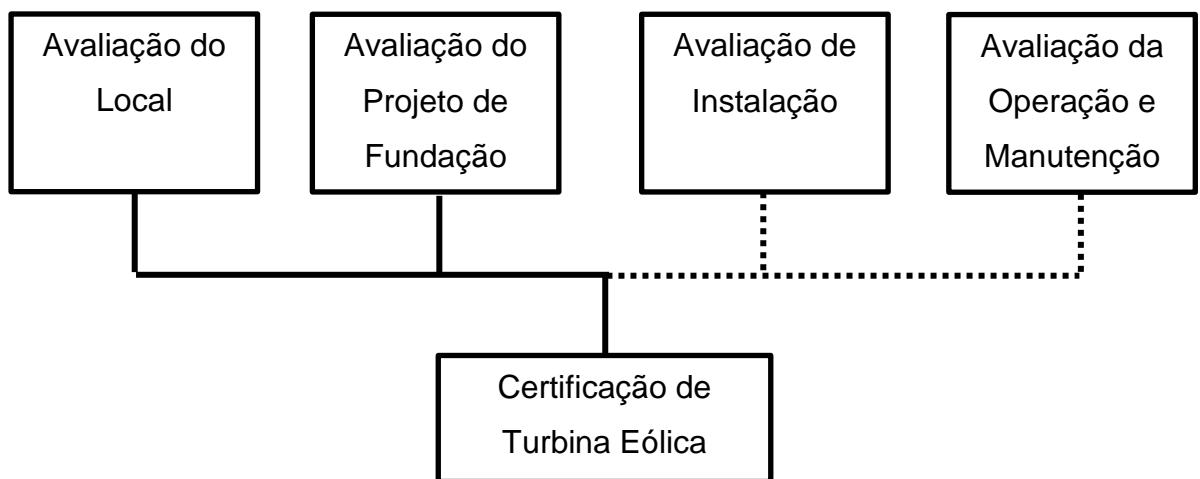


Figura 4.13: Certificação de uma Turbina Eólica

Devido ao tamanho das lâminas, a logística precisa ser bem executada para não afetar as propriedades vizinhas de terceiros e do próprio parque. Para melhoria do risco das turbinas é preciso aumentar a precaução, utilizar lições aprendidas de outros projetos, ser mais conservador com uso de engenharia sólida, período de testes mais longos e focar na confiabilidade dos custos.

Durante a fabricação dos componentes da turbina podem surgir também defeitos de fabricação ou má qualidade do material fornecido, por ser uma indústria relativamente nova e com frequentes avanços de tecnologia.

A capacidade de produção de turbinas offshore ainda é limitada no mundo, também devido a competição com onshore e tempos longos de substituição de peças, que podem agravar qualquer perda.

Um incêndio durante o período de testes e comissionamento ou na operação pode resultar em perda total da turbina. Na maioria dos casos, na fase de construção não

existe um sistema de proteção de incêndio, mas a tendência do mercado é de existir proteção para novos empreendimentos.

A maioria dos componentes offshore são construídos em terra, depois transportados e montados no local, assim existe uma alta concentração de valores em áreas de armazenamento e pré-montagem onshore, o que exige atenção de segurança e proteção de incêndio também em terra.

5 DIFERENÇAS ONSHORE E OFFSHORE

A tecnologia utilizada nos equipamentos em parques onshore e offshore é praticamente a mesma, as principais diferenças estão nos materiais utilizados.

Os sistemas possuem proteção contra corrosão, sistemas de apoio à desumidificação e reforço em revestimentos de metal utilizado nos equipamentos, devido ao ambiente offshore ser mais corrosivo pela atmosfera com um elevado teor de sal.

Outra diferença é que a turbina offshore possui instalações especiais por estar no mar, como facilidades para monitoramento de condições entre os períodos de manutenção.

Como resultado dos componentes adicionais, o peso da turbina aumenta e os fabricantes precisam compensar isto de alguma maneira para facilitar sua instalação e sustentação. Assim, existem algumas alterações nas construções de componentes sempre que possível, por exemplo, na versão onshore duas turbinas com a mesma capacidade e do mesmo tipo, podem pesar em torno de 500 kg a menos.

Outro ponto importante é a diferença do sistema de transmissão de energia, no offshore são por cabos submarinos que são mais caros e tem instalação e manutenção complexa.

É possível dividir as diferenças existentes em três categorias:

- Construção: A maioria dos componentes offshore são construídos em terra, depois transportados e montados no local. Quando os componentes das turbinas são transportados ao mar, a subestrutura deve estar completamente construída.
- Instalação: A principal diferença na instalação são as fundações. As turbinas eólicas onshore precisam de grandes estruturas de fundações de concreto, enquanto os tipos das fundações offshore variam de acordo com a profundidade e

características do fundo do mar. As torres offshore precisam ser mais altas e possuem instalação mais complexa.

- Manutenção: A manutenção é programada, com pouca variação entre parques offshore e onshore e o monitoramento é feito pelo controle de supervisão e dados. A dificuldade de acesso aumenta os custos de manutenção offshore, que pode ser feito apenas por embarcações ou helicópteros.

Um grupo Ressegurador elaborou uma serie de comparações entre diversas fontes de geração de energia renováveis, inclusive a eólica, conforme segue abaixo:

Tabela 5.1: Comparação das oportunidades e riscos associados a uma operação normal Onshore e Offshore

Tipo de planta Eólica		Onshore	Offshore
Tecnologia e Economia	Eletricidade e produção em custos		
	Dependência das importações		
	Flutuações imprevisíveis		
Ambiente	Requer espaço		
	Emissões durante Fabricação e Construção		
	Emissões durante operação		
	Extensão Geográfica do impacto ambiental		
	Tratamento e armazenamento de resíduos		

Baixo Risco

 Alto Risco

 Muito Alto Risco

Como podemos observar, as exposições de um parque eólico onshore e offshore são muito semelhantes.

Tabela 5.2: Comparação de riscos de um evento de perda ou dano entre Onshore e Offshore

Tipo de planta Eólica		Onshore	Offshore
Danos à planta (causas externas e internas)	Frequência		
	Quantidade por perda individual		
Riscos ao meio ambiente por perda ou dano	Frequência		
	Intensidade		
	Extensão Geográfica		

 Baixo Risco

 Alto Risco

 Muito Alto Risco

Os riscos de um evento de perda ou dano são semelhantes, com a diferença que em um parque eólico offshore podemos ter um acidente individual muito maior que no parque onshore, devido à utilização de grandes embarcações, tanto na implantação como na manutenção dos parques offshore.

Os projetos offshore exigem maior investimento, principalmente, devido as subestruturas da turbina e as ligações de rede que são mais complexas que as onshore.

No mercado segurador, existem riscos seguráveis e não seguráveis e no geral seguem a tabela abaixo:

Tabela 5.3: Segurabilidade de danos nos parques onshore e offshore

Tipo de planta Eólica	Onshore	Offshore
Erros de operação e negligência		
Intenção criminosa, sabotagem		
Erro de projeto		Yellow
Curto-circuito e sobre tensão		Yellow
Tempestade		
Geada		
Terremoto e maremoto	Yellow	Yellow
Inundação	Yellow	-
Incêndio, raio, explosão		
Guerra	Red	Red
Comoção civil	Yellow	Yellow
Terrorismo	Yellow	Yellow
Contaminação radioativa	Red	Red
Desgaste, erosão, cavitação	Red	Red
Responsabilidade Civil		
Perda de Renda		Yellow



Cobertura disponível



Cobertura disponível após avaliar outros fatores do risco caso a caso



Cobertura não disponível, normalmente exclusão do seguro

5.1 CUSTOS DE UM PARQUE EÓLICO OFFSHORE E ONSHORE

É possível visualizar dois gráficos, com dados obtidos de uma publicação do IMIA - The International Association of Engineering Insurers, com possíveis distribuições típicas de custos de investimentos para parques eólicos offshore e onshore:

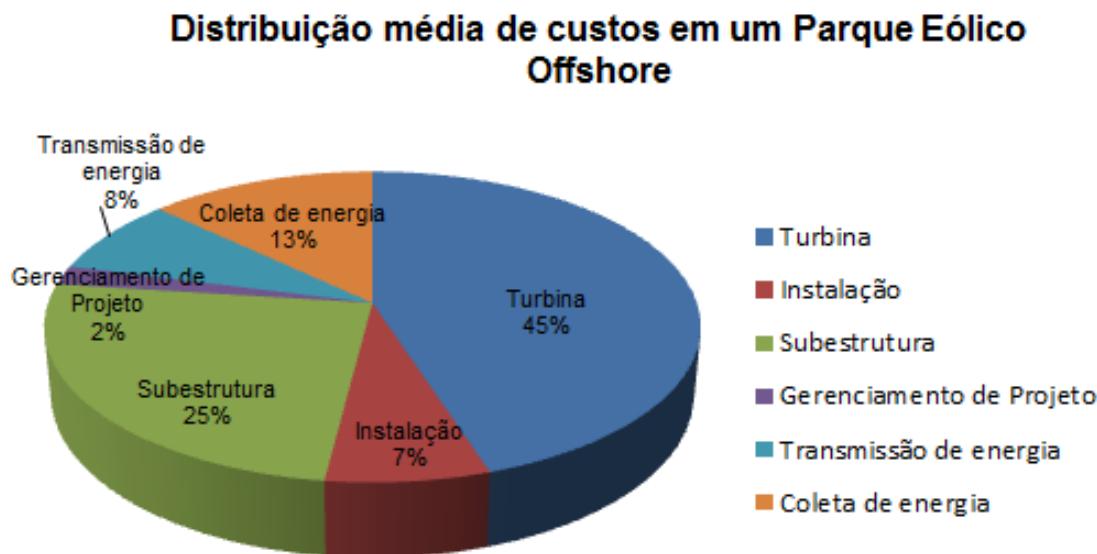


Figura 5.1: Distribuição média de custos em um Parque Eólico Offshore (IMIA)

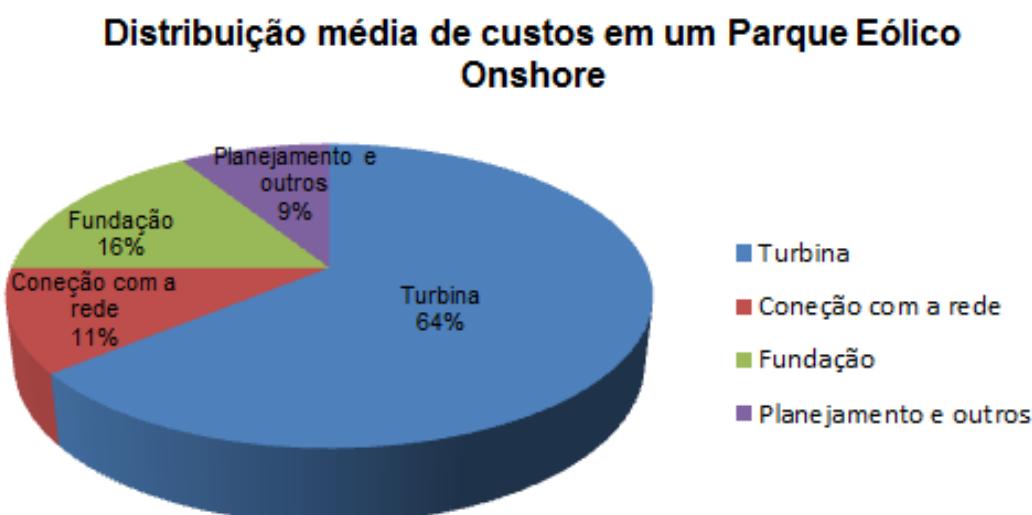


Figura 5.2: Distribuição média de custos em um Parque Eólico Onshore (IMIA)

5.2 PRINCIPAIS PERDAS ONSHORE E OFFSHORE

Um estudo realizado pelo IMIA - International Association of Engineering Insurers com algumas seguradoras e resseguradoras, com uma amostra de aproximadamente 3.200 sinistros e eventos de perdas onshore e offshore, no entanto, sendo a maioria onshore, mostra as seguintes proporções de perdas:

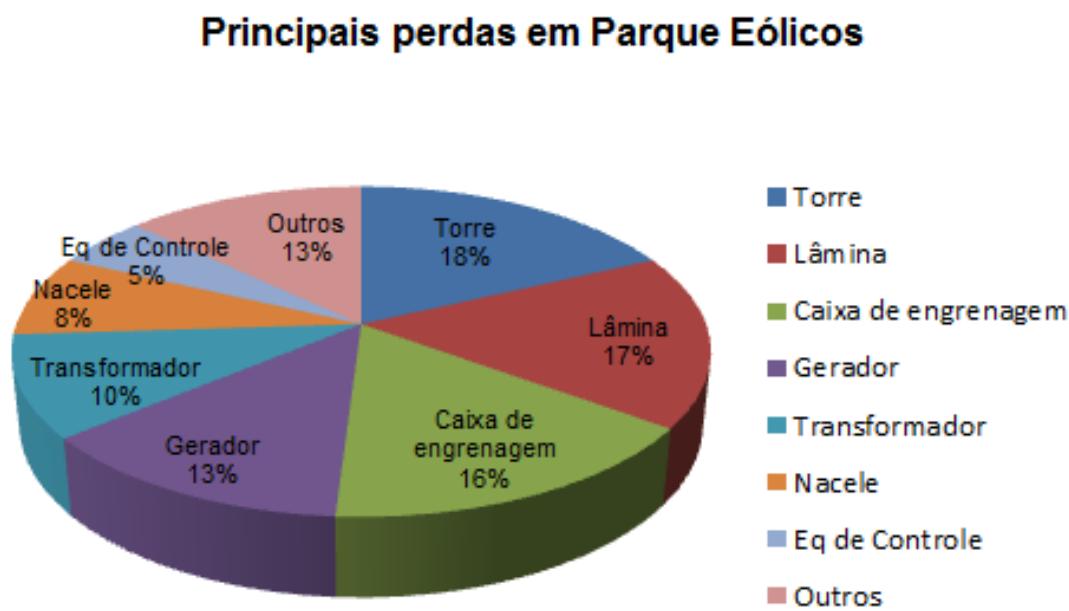


Figura 5.3: Principais perdas em porcentagem em Parques Eólicos

5.3 PRECIFICAÇÃO DE SEGUROS DE DANOS MATERIAIS PARA PARQUES EÓLICOS

O risco de uma instalação offshore é muito maior do que uma instalação onshore, devido a isto os custos dos seguros de danos materiais e perda de lucros é muito mais caro para um Parque Eólico Offshore.

Os Parques Eólicos Offshore têm maiores possibilidades de danos materiais, sendo que o tempo de reposição de peças e materiais, devido a menor número de fornecedores, pode ser muito maior e isto aumenta as chances de uma perda

financeira para a Seguradora, tanto para danos materiais como para perdas de lucros. Além disto, o ambiente marinho aumenta a chance de acidentes com os trabalhadores. Isto justifica o valor do seguro e das franquias ser maior para este risco.

Foi realizada uma breve simulação em um software de um Grupo Ressegurador seguido de ajustes específicos, levando-se em conta os dois locais de risco, onshore e offshore. Assim, com a complexidade das subestruturas e o desafio nas instalações dos cabos submarinos para os dois parques, com o mesmo valor em risco, mesmo prazo de implantação e turbina com capacidade de 3 MW, a diferença do custo do seguro é bem expressiva e pode variar até 4 vezes mais para um Parque Offshore, devido ao baixo risco de um Parque Onshore, comparado aos altos riscos do Parque Eólico Offshore.

6 OFFSHORE NO FUTURO E NO BRASIL

De acordo com a Emerging Energy Research (EER), é esperado um crescimento de cerca de 45 GW em 2020 na base mundial instalada eólica offshore. Os principais mercados que dirigem este crescimento significativo continua sendo a Ásia, América do Norte e a Europa, líder em energia eólica offshore. O maior parque eólico offshore do mundo, o London Array, que possui capacidade instalada de aproximadamente 630 MW, está instalado na Inglaterra.

Os investimentos neste setor estão projetados para crescer bastante nos próximos anos. Em 2014, foram registrados cerca de USD 99 bilhões em investimentos na indústria eólica. Existe um plano para chegar a USD 140 bilhões até 2020 e até USD 206 bilhões em 2030.

Atualmente, o Brasil possui uma capacidade eólica instalada de 8,1 GW (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA - ABEEÓLICA, 2015), que corresponde a apenas 5,1% desta fonte na Matriz Elétrica Brasileira, sendo o maior parque do país, com capacidade de 258 MW. Já a Europa possui capacidade eólica instalada de 128 GW, o Brasil está atrás de países europeus menores, como Espanha com 22,99 GW, França com 9,3 GW e Itália com 8,7 GW (EWEA - European Wind Energy Association).

Dos 128 GW de capacidade eólica na Europa, 8 GW são de parques eólicos offshore, ou seja, mais do que a capacidade instalada no Brasil. Em 2014, o mundo teve um recorde de novas instalações eólicas, somando mais de 51 GW de capacidade, totalizando assim uma capacidade eólica instalada no mundo de 369,6 GW.

Um artigo publicado (PIMENTA, KEMPTON, GARVINE, 2008) mostra um estudo realizado no litoral sul do Brasil com condições favoráveis para produção de energia offshore, com um potencial médio encontrado de recurso de 102 GW de produção de energia elétrica, boa parte da demanda elétrica do país. Na figura abaixo, é possível ver o mapa do potencial Eólico na região Sul do país.

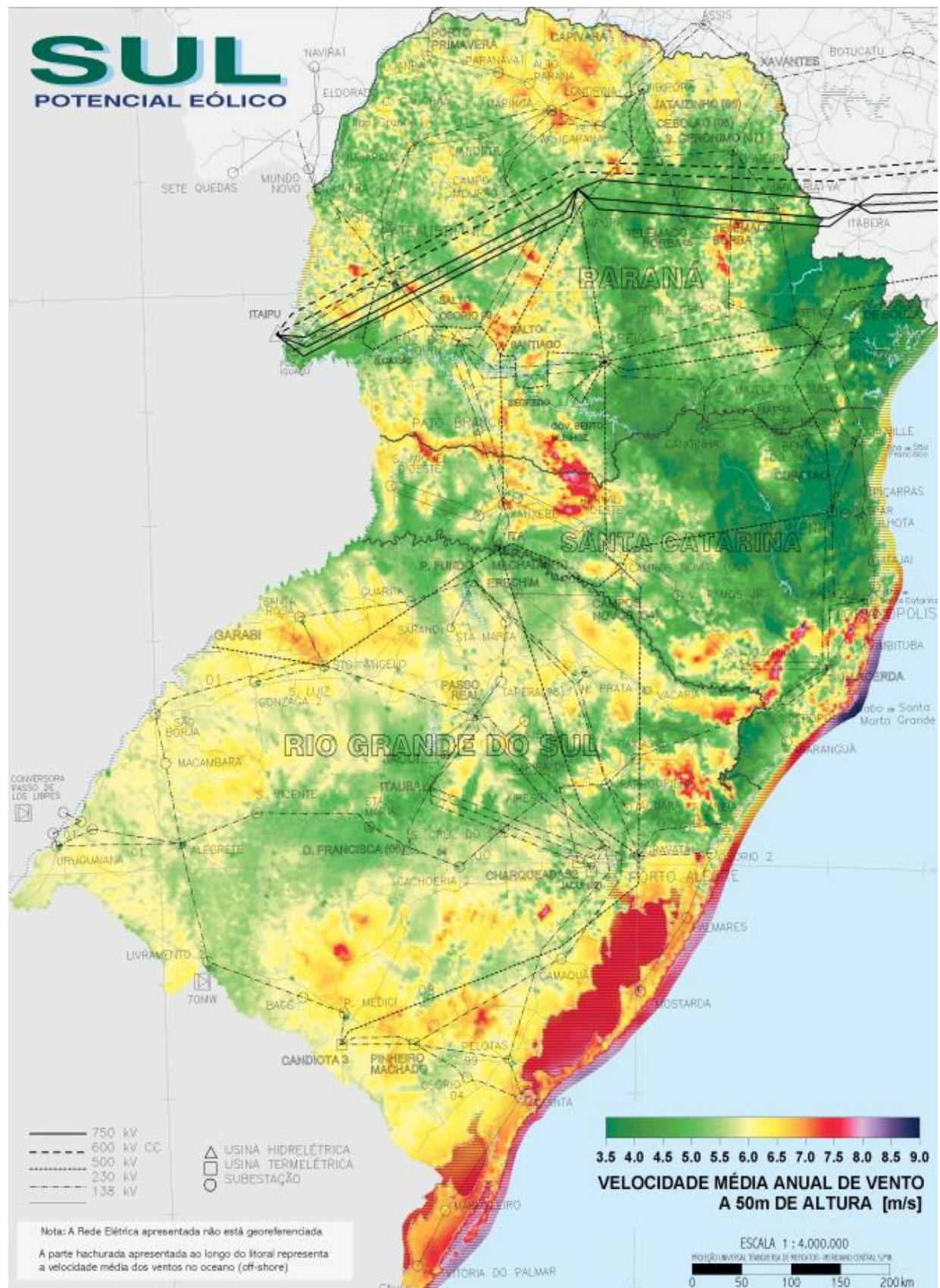


Figura 6.1: Potencial Eólico do Sul do Brasil

O Brasil era uma das apostas para em 2015 crescer seu número de capacidade instalada, mas infelizmente isto não ocorreu devido à redução dos investimentos no país.

O Brasil, assim como outros países em desenvolvimento, enfrenta dificuldades no campo de energias renováveis, principalmente pela escassez de fundos. O sistema de distribuição de energia não é suficiente, a infraestrutura de transportes é pobre, há uma falta de mão de obra qualificada para manutenção e reparos, nem sempre há peças de reposição para as instalações de produção de energia, mesmo nos mercados mais maduros.

O país está ainda muito atrás quando se trata de investimento na infraestrutura, grandes obras se iniciam e não são terminadas no prazo, devido ao corte de verba ou problemas com empreiteiros e muitas vezes quando terminados, alguns parques de geração de energia não possuem ligação à rede adequada, como ocorre atualmente com parques onshore, o que gera um prejuízo ao governo.

Assim, o investimento em parques eólicos offshore no Brasil ainda pode significar um risco muito alto, pois o investimento e a manutenção deste tipo de empreendimento é muito maior, para sofrer o risco de perder capital com a falta de gerenciamento adequado ou com a demora para entrar em operação.

No entanto, com o avanço da tecnologia no mundo, irá se tornar cada vez mais viável implantar um parque eólico offshore no país. A experiência trará redução dos riscos e assim será possível a implantação de um parque com mais confiabilidade e segurança.

Além disto, o país tem um enorme potencial para a instalação de parques eólicos offshore, que causam um impacto muito menor ao meio ambiente e a vida diária da população, fora o potencial eólico que existe na costa do país já provado por estudos em terra e especialmente pelo artigo publicado por pesquisadores do potencial offshore no Sul do Brasil (PIMENTA, KEMPTON, GARVINE, 2008).

7 CONCLUSÃO

O desempenho do mercado Offshore em Parques Eólicos tem sido rentável, no entanto não houveram eventos catastróficos.

Com uma boa gestão de risco, os fatores positivos de um projeto offshore, como maior disponibilidade de vento, menor turbulência, baixa rugosidade, maior distância das cidades, maior área disponível para novos parques sem restrição de tamanho e peso, ganham evidência perante o alto custo de implantação, operação e manutenção, alto risco e restrições climáticas que são aspectos negativos que podem ser minimizados com um gerenciamento de risco adequado.

Boas práticas de condutas offshore ajudam a identificar sistematicamente os riscos em todas as fases do projeto e medidas de mitigação de riscos, para ajudar a reduzir o potencial de perda e, assim, otimizar os custos para um empreendimento mais rentável.

A maioria dos danos ocorridos nas instalações de um parque eólico são causados por erros humanos ou cálculos incorretos. Com o aumento do número de projetos offshore, maior será a experiência e assim menores as perdas.

Fora isto, sem uma proteção financeira adequada para o empreendimento, investidores não liberam dinheiro para projetos de infraestrutura, assim para uma proteção abrangente o empreendimento precisa ter um bom gerenciamento de risco e fornecedores confiáveis e experientes.

Os custos de construção no mar são maiores que em terra, mas a produção de energia também é maior, justificando assim o investimento da tecnologia eólica offshore no futuro do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A2SEA: Offshore wind installation and service solutions. Disponível em <http://www.a2sea.com>. Acesso em 15 de novembro de 2015

ABE Eólica – Associação Brasileira de Energia Eólica – Boletim Setembro 2015, Disponível em < <http://abeeolica.org.br/pdf/Boletim-de-Dados-ABEEolica-Setembro-2015-Publico.pdf>>. Acesso em 26 de outubro de 2015

ABE Eólica – Associação Brasileira de Energia Eólica – Números do setor, Disponível em < <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/nosso-setor.html>>. Acesso em 15 de novembro de 2015

ADP Global Group Limited. Disponível em <<http://www.adpglobalgroup.webs.com>>. Acesso em 15 de novembro de 2015

Codan Insurance - Insurers view of the North Sea Offshore Wind and Risk Mitigation. Acesso em 09 de Agosto de 2015

CRESESB – Centro de Referencia para Energia Solar e Eólica Sergio Brito— Atlas Do Potencial Eólico Brasileiro, Brasília, 2001, Disponível em <<http://www.creesesb.cepel.br>>. Acesso em 08 de Dezembro de 2015

EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Disponível <https://www.enbw.com>. Acesso em 28 de Dezembro de 2015

EWEA - European Wind Energy Association – Offshore Wind, Disponível em <<http://www.ewea.org/policy-issues/offshore>>. Acesso em 01 de Julho de 2015

EWEA - European Wind Energy Association – The coming of Europe's offshore wind energy industry, Disponível em <<http://www.ewea.org>>. Acesso em 16 de Agosto de 2015

EWEA - European Wind Energy Association – Wind in Power 2014 European Statistics, Disponível em <<http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2014.pdf>>. Acesso em 26 de Outubro de 2015

EWEA - European Wind Energy Association – The European Offshore Wind Industry - key trends and statistics 2014, Disponível em <<http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-European-Offshore-Statistics-2014.pdf>>. Acesso em 26 de Outubro de 2015

EWEA - European Wind Energy Association - The European offshore Wind industry – key trends and statistics 2015, Disponível em <<http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA-European-Offshore-Statistics-H1-2015.pdf>>. Acesso em 17 de Outubro de 2015

Global Marine Energy - Installing Offshore Transmission. Acesso em 04 de Agosto de 2015.

IMIA - The International Association of Engineering Insurers - Engineering Insurance of Offshore Wind Turbines / IMIA WGP 45 (06), Disponível em <<http://www.imia.com/wp-content/uploads/2013/05/wgp4506.pdf>>. Acesso em 01 de outubro de 2015

Offshore Wind Construction, Installation & Commissioning Conference - The challenges of offshore wind integration. Hamburg, 2012.

Offshore Wind Presentation - Engineering and Construction Conference 2008. Zurich, 2009. Acesso em 09 de Agosto de 2015.

Pimenta F., W. Kempton, and R. Garvine. 2008. Combining meteorological stations and satellite data to evaluate the offshore wind power resource of Southeastern Brazil. Renewable Energy

Publicação Munich Re Group - Renewable energies - Insuring a technology of the future. Munich, 2004.

Publicação Munich Re Group - Special Topic: Wind Power, 2009.

Publicação Engineering and Construction Conference 2008, PartnerRe, Zurich, Switzerland

Publicação RSA Insurance Group - Insurers view of the North Sea Offshore Wind and Risk Mitigation, 2012, Hamburgo, Alemanhã

Renewable Energy Article – Wind Energy, Disponível em <<http://www.renewables-info.com>>. Acesso em 01 de Julho de 2015

Renewable Green Energy Power – Offshore Wind Farms, Disponível em <<http://www.renewablegreenenergypower.com/offshore-wind-farms>>. Acesso em 01 de Julho de 2015.

RWE Corporate. Disponível em <http://www.rwe.com>. Acesso em 15 de novembro de 2015

Scaldis Salvage & Marine Contractors NV. Disponível em www.scaldis-smc.com. Acesso em 15 de novembro de 2015

Wind Energy Update – Offshore Energy Operations and Maintenance, Disponível em <www.windenergyupdate.com/offshore-wind-energy-operations-and-maintenance>. Acesso em 09 de Agosto de 2015

Wind Energy Update – Submarine Cable O&M cost critical strategies for Offshore Wind, Disponível em <<http://www.renewableenergyworld.com>>. Acesso em 02 de Agosto de 2015

Wind Power Monthly, Disponível em <<http://www.windpowermonthly.com>>. Acesso em 18 de Outubro de 2015