



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

BRUNA ISABELA SANTOS MACEDO

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA
USINA EÓLICA NO ESTADO DO PIAUÍ**

CARAÚBAS

2021

BRUNA ISABELA SANTOS MACEDO

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA
USINA EÓLICA NO ESTADO DO PIAUÍ**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Daniel Carlos de Carvalho Crisóstomo, Prof. Me.

CARAÚBAS

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M141a MACEDO, BRUNA ISABELA SANTOS.
Análise do planejamento e execução da
implantação de uma usina eólica no estado do Piauí /
BRUNA ISABELA SANTOS MACEDO. - 2021.
85 f. : il.

Orientador: Daniel Carlos de Carvalho
Crisóstomo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2021.

1. Gerência de projetos. 2. Construção. 3.
Engenharia. 4. Energia eólica. I. Crisóstomo,
Daniel Carlos de Carvalho , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

BRUNA ISABELA SANTOS MACEDO

**ANÁLISE DO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UMA
USINA EÓLICA NO ESTADO DO PIAUÍ**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

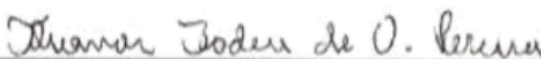
Defendida em: 11 /11 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

**DANIEL CARLOS DE
CARVALHO CRISOSTOMO
10137710445**

Assinado digitalmente por DANIEL CARLOS DE CARVALHO CRISOSTOMO:
10137710445
DN: CN=DANIEL CARLOS DE CARVALHO CRISOSTOMO:10137710445,
OU=UFERSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, O=ICP Edu, C=BR
* Razão: Eu estou aprovando este documento com minha assinatura de
* vinculação legal
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2021.11.16 09:23:22-03'00'
Font Reader Versão: 10.1.1

Prof. Me. Daniel Carlos de Carvalho Crisóstomo (UFERSA)
Presidente



Prof. Me. Thomas Tadeu de Oliveira Pereira. (UFERSA)
Examinador Interno

**Alexandre Henrique Soares
de Oliveira_ 07853143427**

Digitally signed by Alexandre Henrique Soares de Oliveira,
07853143427
DN: C=BR, CN=Alexandre Henrique Soares de Oliveira_ 07853143427,
E=alexandrehs@gmail.com
Location: your signing location here
Date: 2021-11-11 18:12:54

Prof. Me. Alexandre Henrique Soares de Oliveira. (UFCEG)
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, me concedendo força e coragem para não desistir.

A minha mãe, que é o motivo principal da realização desse trabalho, por ser minha inspiração e o motivo que me faz sair da cama. Obrigada por todo incentivo, compreensão e amor. Sei que não foram fáceis os dias de choro, ausência e ansiedade. Saiba que de 10 vidas, 11 eu te daria.

Aos meus amigos, em especial Luan Douglas, Antônio Luís, Tulio Atson, João Gabriel, Ramonn, Geneses, Wesley Bessa, Tulio Emmanuel, Cristiane, Brenda Lorrany, Ana Júlia, Karine, Ruth, Carlos César, Rangel Borges e Tâmilis Gabriela, por toda a amizade incondicional, pelo apoio e por saber que sempre poderei contar com vocês. Vocês têm um espacinho reservado no meu coração.

A Wesley Bento Moreira, que apesar do pouco tempo, foi fundamental na elaboração desse trabalho me fornecendo todo o suporte, atenção, tempo e paciência.

À Elastri Engenharia e aos colegas trabalho, pela disponibilização de todos os dados e informações utilizados no meu estudo de caso, além de toda a experiência adquirida durante os 7 meses que estamos juntos, está sendo gratificante fazer parte desta equipe.

Deixo aqui um agradecimento especial ao Engenheiro Projetista Jean da Silva, por estar ao meu lado durante todo o percurso, além de me ajudar a concluir este trabalho tirando todas as minhas dúvidas, não me deixando dormir (às vezes) e sempre me oferecendo café. Obrigada por sempre me dizer “vdc”, que ia dar tempo, por não me deixar desistir, pelo carinho, atenção e paciência. Sou grata por ter te conhecido.

Agradeço também aos que não citei aqui, mas que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para que o meu Trabalho de Conclusão de Curso fosse possível.

Por fim, meu último agradecimento é para o meu professor e orientador, Me. Daniel Carlos, pela confiança depositada na minha proposta de projeto, além de ter me motivado durante todo o andamento do processo, me dando todo o suporte, ensinamentos, e principalmente, por não desistir de mim.

“As escolhas mais difíceis requerem as atitudes mais fortes”.

Thanos (Vingadores: Guerra Infinita)

RESUMO

A energia eólica está se desenvolvendo rapidamente em todo o mundo, buscando atender às necessidades de energia, bem como atingir metas econômicas e ambientais de baixo carbono. Há uma grande demanda por profissionais altamente qualificados com diferentes formações para liderar projetos interdisciplinares de energia eólica. A produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis de energia, como água, solar e eólica, é essencial para reduzir as emissões de dióxido de carbono em todo o mundo. Atualmente, a energia eólica aumentou sua participação na eletricidade em alguns países como a Suécia de 2,4% em 2010 para 17,2% em 2020. O rápido desenvolvimento continuará e em 2040 toda a eletricidade nestes países em desenvolvimento como a Suécia, virá de fontes renováveis. Objetivos e desenvolvimentos semelhantes podem ser observados em vários países europeus e em muitas partes do mundo. Assim, existe uma grande demanda por profissionais altamente qualificados e com diferentes formações para liderar projetos interdisciplinares de energia eólica. Sabe-se que todos os projetos são diferentes. Eles têm diferentes requisitos, horários, pressões, preocupações e características. Ainda assim, cada projeto funciona como parte de um sistema. Os canteiros de obras são seu próprio sistema e estão contidos em um sistema maior que, eventualmente, chega ao objetivo comum de conclusão do projeto dentro dos prazos acordados. Para ter uma gestão de canteiro de obras eficiente e eficaz, deve-se ter uma compreensão centralizada do sistema geral e de cada sistema independente. Desta forma, este objeto de estudo retrata a importância da gestão de projetos e gestão de qualidade em otimizações das atividades sem aumento de custos, aplicada em uma construção de um parque eólico, evidenciando as etapas de sua execução ligadas à um cronograma que, por inúmeras razões, encontrou obstáculos durante sua execução.

Palavras-chave: Gerência de projetos. Construção. Engenharia. Energia eólica.

ABSTRACT

Wind energy is developing rapidly around the world, seeking to meet energy needs as well as achieving low carbon economic and environmental goals. There is a great demand for highly qualified professionals with different backgrounds to lead interdisciplinary wind energy projects. The production of electricity from renewable energy sources, such as water, solar and wind, is essential to reduce carbon dioxide emissions worldwide. Currently, wind power has increased its share of electricity in some countries like Sweden from 2.4% in 2010 to 17.2% in 2020. The rapid development will continue and by 2040 all electricity in these developing countries like Sweden will come from renewable sources. Similar goals and developments can be observed in several European countries and in many parts of the world. Thus, there is a great demand for highly qualified professionals with different backgrounds to lead interdisciplinary wind energy projects. It is known that all projects are different. They have different requirements, schedules, pressures, concerns and more. Still, each project works as part of a system. The construction sites are their own system and are contained in a larger system that eventually reaches the common goal of completing the project within the agreed deadlines. To have efficient and effective construction site management, you must have a centralized understanding of the overall system and each independent system. Thus, this object of study portrays the importance of project management and quality management in optimizations of activities without increasing costs, applied in a construction of a wind farm, evidencing the stages of its execution linked to a schedule that, for numerous reasons, encountered obstacles during its execution.

Keywords: Project management. Construction. Engineering. Wind power.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Moinho de vento holandês.....	19
Figura 2 – Matriz energética brasileira.....	20
Figura 3 – Matriz elétrica brasileira	21
Figura 4 – Exemplos de saída de WFDT	22
Figura 5 – Wireframe de uma topografia	23
Figura 6 – Esquema de conexão entre a aerogerador a rede local.....	26
Figura 7 – Caminhão tanque pulverizando o local	34
Figura 8 – Caminhão tanque pulverizando o local	37
Figura 9 – Histórico evolutivo da gerência de projetos.....	42
Figura 10 – Planejamento e Gerenciamento da Qualidade.....	48
Figura 11 – A influência dos riscos nos resultados dos projetos.....	54
Figura 12 – Processo de gerenciamento de riscos	54
Figura 13 – Localização do Parque Eólico Lagoa dos Ventos III.....	63
Figura 14 –Parque Eólico Lagoa dos Ventos	64
Figura 15 –Cronograma executivo contratual	65
Figura 16 – Canteiro de obras em execução.....	67
Figura 17 – Atividade de concretagem de base.....	68
Figura 18 – Precipitação de chuvas por mês em São João do Piauí.....	69
Figura 19 – Aspecto do substrato rochoso pertencente à Formação Barra Bonita, sondagem VSR-01.03.	70
Figura 20 – Detalhe dos primeiros metros de perfuração de sondagem VSR-02.01.....	70
Figura 21 – Trânsito do filito ao micaxisto a 22 m na sondagem VSR-18.04.	71

Figura 22 – Volumes obtidos do desmonte de rocha para extração de material de 3ª categoria	71
Figura 23 – Cronograma executivo contratual reformulado após atrasos	72
Figura 24 – Variação dos custos em relação ao orçamento planejado	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de um plano de ação.....	53
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 PROBLEMÁTICA	15
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 USINA EÓLICA: DIRETRIZES E PROCESSOS	18
2.1.1 Concepção histórica.....	18
2.1.2 A otimização da produção de energia.....	21
2.1.3 Diretrizes da construção (influencia visual, barulho, cargas da aerogerador).....	22
2.1.4 Infraestrutura e o trabalho Civil.....	24
2.1.5 Obras elétricas	25
2.1.6 SCADA e Instrumentos.....	27
2.1.7 Problemas decorrentes durante a construção.....	28
2.1.8 Custos, Comissionamento, Operação e Manutenção	29
2.1.9 Etapas da construção de um parque eólico	31
2.1.9.1 O controle da poeira e a supressão vegetal.....	34
2.1.9.2 Terraplanagem	35
2.1.9.3 Drenagem	36
2.1.9.4 Fundação.....	38
2.1.9.5 Montagem e distribuição de energia.....	40
2.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS E RISCOS	40

2.2.1 Gerenciamento projetos: concepção histórica	40
2.2.2 Gerenciamento projetos e principais agentes	42
2.2.3 A visão das organizações sobre o gerenciamento de projetos e suas fases	43
2.2.4 Características dos processos em gerenciamento de projetos	45
2.2.5 Gestão da qualidade aplicada ao gerenciamento de projetos.....	47
2.2.6 Análise de Riscos em projetos	52
2.2.7 Aplicações de gerenciamento de projetos para usinas Eólicas	54
3. METODOLOGIA.....	61
4. ESTUDO DE CASO	63
4.2 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO E O CENÁRIO ATUAL	63
4.3 PROBLEMA DO CENÁRIO ATUAL	64
4.4 ANÁLISE DOS DADOS	74
4.5 SUGESTÕES	76
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
5. CONCLUSÃO.....	79
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	81

1. INTRODUÇÃO

O projeto inicial de um parque eólico pode ter implicações profundas em sua lucratividade futura (MAGALHÃES, et. al., 2020). A estrutura de um parque eólico pode ser *onshore*, ou seja, a energia elétrica é gerada em localidades de terra a partir do vento, criando maior demanda para substratos de solo e a geologia subterrânea necessária para apoiá-las, assim como as infraestruturas *offshore*, onde a energia é gerada captando a força do vento que sopra em alto-mar.

Uma vez identificado o local e tomada a decisão de investir em seu desenvolvimento, o processo de projeto do parque eólico é iniciado. Segundo Dutra (2008), o objetivo fundamental é maximizar a produção de energia, minimizar os custos de capital e operacionais e ficar dentro das restrições impostas pelo local. Como as restrições e custos estão todos sujeitos a algum nível de incerteza, o processo de otimização também busca minimizar o risco.

Santos et. al., (2013) relata que algumas tarefas durante a implantação de uma usina eólica, precisam ser analisadas, verificadas, checadas, entre outros como: definir as restrições ao desenvolvimento como a capacidade máxima instalada (devido à conexão à rede, etc.), verificar o limite do local, recuar estradas, residências, linhas aéreas, dimensionar as restrições ambientais, marcar a localização de habitações sensíveis ao ruído e critérios de avaliação e a localização de pontos de vista visualmente sensíveis.

Essas restrições podem mudar à medida que as discussões e negociações com várias partes progridem, portanto, este é inevitavelmente um processo iterativo. Quando as prováveis restrições são conhecidas, um projeto preliminar do parque eólico pode ser produzido. Para o propósito de definir o esboço preliminar, é necessário definir aproximadamente quais tamanhos de aerogerador estão sendo considerados. A seleção de um modelo específico de aerogerador geralmente é melhor deixar para a fase de projeto mais detalhado, quando os termos comerciais dos fornecedores potenciais de aerogeradores são conhecidos (SANTOS, et. al., 2013).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Brasil se encontra entre os maiores produtores de energia eólica, e a expectativa é que a sua expansão avance com o passar dos anos. Nos acompanhamentos anuais da ANEEL nos projetos em construção realizados pelo Ambiente de Contratação Regulado (ACR), nem todas as obras estão

de acordo com o cronograma planejado, pois as atividades de montagem de usinas eólicas têm se apresentado como complexas e de difícil execução, já que envolvem diversos fatores, tais como projetos de máquinas e operações com guindastes em uma das etapas de montagem.

Neste contexto, necessita-se buscar excelência de planejamento e realização de cada etapa do projeto, pois se trata de uma questão de sobrevivência para os empreendedores deste ramo. Com o atraso das execuções das atividades, o custo final do projeto pode ficar maior que o planejado, resultando em prejuízos e em casos mais extremos, falência empresarial.

1.1 PROBLEMÁTICA

De acordo com os dados apontados pela ANEEL (2021), do total de 1068 empreendimentos fiscalizados em 2021, em relação as usinas já outorgadas no país e em fase de construção, apenas 735 delas estão em operação. Outras 165 com sua construção atrasada e 168 ainda não iniciaram e não apresentam previsão para início das atividades.

As razões podem ser diversas, tais como: atraso nas documentações, problemas judiciais, falta de mão de obra especializada, mobilização de equipamentos, entre outros. Em tese, os atrasos partem desde as obras civis para a fundação dos aerogeradores até a fase final, que é a operação da usina eólica. Na fase inicial, que é a terraplenagem, são necessários licenciamentos ambientais para apropriação da área a ser implantada a usina.

As licenças, podem demorar até 06 meses para serem analisadas e aprovadas (Resolução Conama nº 237/97). Em muitos casos, esse atraso das documentações não é levado em consideração no contrato com prazos de entrega. Outro fator, não muito menos importante, é o estudo das condições climáticas do local, que pode inviabilizar as atividades a serem executadas.

Logo, fazer o planejamento adequado, realizar os controles na fase de execução e estabelecer metas para cumprimentos das especificações técnicas e do marco de início e finalização da atividade é de extrema importância para a garantia e a viabilidade do empreendimento. Esse ramo possui um elevado custo de investimento, necessitando-se buscar a excelência do planejamento e da execução do projeto cumprindo com os prazos planejados e acordados. Com isso, surge a seguinte questão: será que as práticas de planejamento, gerenciamento de projetos e execução das usinas eólicas estão mantendo os desvios entre os limites aceitáveis do planejado e o executado?

1.2 JUSTIFICATIVA

Com o elevado crescimento da energia eólica no Brasil, além da necessidade da mão de obra especializada, a demanda pelos componentes necessários para a execução do projeto só aumenta (MAGALHÃES, et. al., 2020). Nesse sentido, em sua maioria, as usinas eólicas estão localizadas em regiões que apresentam carência dos recursos necessários para sua implantação. Entretanto, as empresas especialistas no ramo são de origem estrangeiras, já que o pioneirismo partiu da Espanha e dos Estados Unidos (FILHO, 2017).

Com isso, os componentes dos aerogeradores eólicos precisam ser transportados a longas distâncias devido a localização geográfica do Brasil em relação a tais países, antes de sua operação. Além disso, no período de execução de um parque eólico, a incidência de chuva, raios e ventos fortes que podem interferir na realização das atividades de fundação e da montagem dos aerogeradores, nem sempre são consideradas como risco de garantia para a entrega das atividades dentro do prazo. Logo, ocasionará desvios no tempo de execução das atividades e consequentemente, aumentará os custos para o projeto.

A realização desse trabalho foi motivada devido a observações feitas nos atrasos de entregas das atividades, aumento do custo planejado de execução e o mau gerenciamento do escopo do projeto para execução da parte civil (terraplenagem, drenagem e fundação) do Parque Eólico Lagoa dos Ventos III, que são passíveis de melhorias.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a fase de planejamento até a fase de execução de um parque eólico, ainda em construção, considerando a ferramenta PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) e o software *Microsoft Project* para análise de dados.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Descrever as práticas e procedimentos técnicos utilizados na execução de uma usina eólica;
- Levantar informações desde a fase de planejamento até a fase de execução da construção civil do Parque Eólico Lagoa dos Ventos III;

- Identificar os desvios e suas causas, observados entre o planejado e o executado na construção do Parque Eólico Lagoa dos Ventos III;
- Recomendar boas práticas que possam contribuir para diminuir os desvios observados no projeto em estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção explana-se sobre a revisão da literatura. Trás conceitos sobre a Usina Eólica dissertando sobre sua concepção histórica, os processos de produção de energia, a infraestrutura e instrumentos utilizados, além de enfatizar dados sobre custos, operação, manutenção, etc. Já sobre o Gerenciamento de projetos e riscos, explora-se além da concepção histórica, retrata a importância de se ter um bom planejamento, as características de um bom planejamento, traz evidências sobre a gestão da qualidade, entre outros.

2.1 USINA EÓLICA: DIRETRIZES E PROCESSOS

Para um bom planejamento e execução de uma usina eólica torna-se importante o conhecimento de todos os processos e diretrizes nela envolvidos. Por isso, nesta seção é apresentado sua concepção histórica, processos e problemas decorrentes de sua construção, bem como entender o seu funcionamento, custos envolvidos, operação e manutenção.

2.1.1 Concepção histórica

As pessoas usaram a energia eólica para impulsionar os barcos ao longo do rio Nilo já em 5.000 a.C. Por volta de 200 a.C., bombas d'água simples movidas a vento eram usadas na China, e moinhos de vento com lâminas de junco trançadas estavam moendo grãos na Pérsia e no Oriente Médio (LEITE; SOUZA, 2015).

Novas formas de usar a energia eólica eventualmente se espalharam pelo mundo. Por volta do século 11, as pessoas no Oriente Médio estavam usando bombas de vento e moinhos de vento extensivamente para a produção de alimentos. Viajantes trouxeram a tecnologia eólica para a Europa. Os holandeses desenvolveram grandes bombas de vento para drenar lagos e pântanos no delta do rio Reno como mostrado na Figura 1. Imigrantes da Europa eventualmente levaram a tecnologia de energia eólica para o hemisfério ocidental (MAGALHÃES, et. al., 2020).



Figura 1 - Moinho de vento holandês

Fonte: (MAGALHÃES, et. al., 2020) – modelo adaptado pelo autor

Os colonos americanos usaram moinhos de vento para moer grãos, bombear água e cortar madeira em serrarias. Fazendeiros instalaram milhares de bombas de vento ao se estabelecerem no oeste dos Estados Unidos. No final dos anos 1800 e no início dos anos 1900, pequenos geradores elétricos eólicos (aerogeradores eólicos) também eram amplamente usados (LEITE; SOUZA, 2015).

O número de bombas de vento e aerogeradores eólicas diminuiu à medida que os programas de eletrificação rural na década de 1930 estendiam as linhas de energia para a maioria das fazendas e ranchos em todo o país. No entanto, algumas fazendas ainda usam bombas de vento para fornecer água para o gado. Os pequenos aerogeradores eólicos estão se tornando mais comuns novamente, principalmente para fornecer eletricidade em áreas remotas e rurais (SATO, 2015).

A escassez de petróleo da década de 1970 mudou o ambiente energético dos Estados Unidos e do mundo. A escassez de petróleo criou o interesse em desenvolver formas de usar fontes alternativas de energia, como a energia eólica, para gerar eletricidade. O Governo Federal dos EUA apoiou a pesquisa e o desenvolvimento de grandes aerogeradores eólicos. No início da década de 1980, milhares de aerogeradores eólicos foram instaladas na Califórnia, em grande parte por causa das políticas federais e estaduais que incentivavam o uso de fontes de energia renováveis (MCDOWALL, et. al., 2013).

Nas décadas de 1990 e 2000, o Governo Federal dos Estados Unidos estabeleceu incentivos para o uso de fontes de energia renováveis em resposta a uma preocupação renovada com o meio ambiente. O Governo Federal também forneceu financiamento para pesquisa e desenvolvimento para ajudar a reduzir o custo dos aerogeradores eólicos e ofereceu incentivos fiscais e de investimento para projetos de energia eólica (FILHO, 2017).

Além disso, os governos estaduais promulgaram novos requisitos para a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, e os comerciantes e concessionárias de energia elétrica começaram a oferecer eletricidade gerada a partir do vento e outras fontes de energia renováveis (às vezes chamada de energia verde) para seus clientes. Essas políticas e programas resultaram em um aumento no número de aerogeradores eólicos e na quantidade de eletricidade gerada a partir da energia eólica (MCDOWALL, et. al., 2013).

A parcela da geração de eletricidade eólica nos EUA cresceu de menos de 1% em 1990 para cerca de 8,4% em 2020. Os incentivos na Europa resultaram em uma grande expansão do uso de energia eólica naquele país. A China investiu pesadamente em energia eólica e agora é o maior gerador de eletricidade eólica do mundo. Em 1990, 16 países geraram um total de cerca de 3,6 bilhões de kWh de eletricidade eólica. Em 2019, 127 países geraram um total de cerca de 1,42 trilhão de kWh de eletricidade eólica (MAGALHÃES, et. al., 2020).

No Brasil, a produção de energia eólica, ainda é considerada pequena, quando comparada a outras fontes de produção de energia. Na figura 2, de acordo com o Balanço Energético Nacional (EPE, 2020), evidência as áreas de produção de energia no país. Com relação a produção de energia eólica, o Brasil enfrenta várias questões hidrológicas, aumentando as barreiras ambientais para a aprovação de projetos (BASSO, 2017).

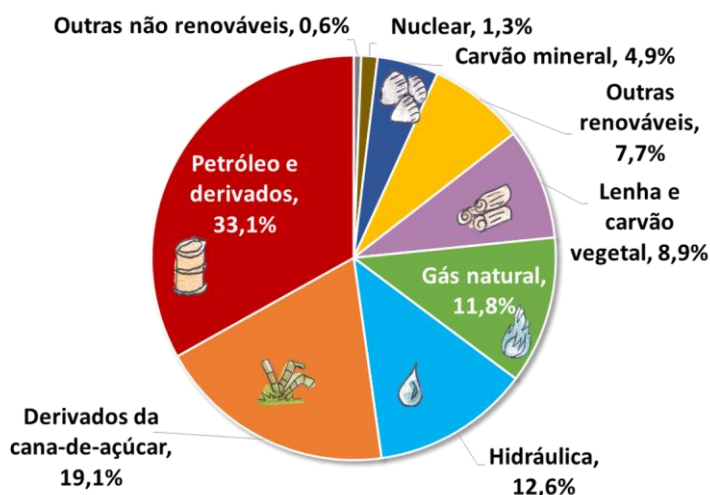


Figura 2 – Matriz energética brasileira
Fonte: (EPE, 2020) – modelo adaptado pelo autor

É fato que a matriz elétrica brasileira é ainda mais renovável do que a energética (EPE, 2020). Isso ocorre devido ao fato da produção de energia ainda destaque no Brasil ser de fontes

hidroelétricas. A energia eólica também vem crescendo bastante, contribuindo para que a matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável como mostrado na Figura 3.

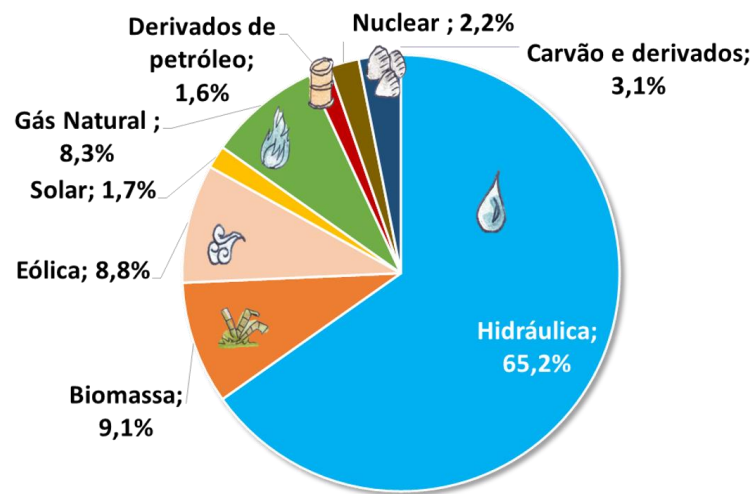


Figura 3 – Matriz elétrica brasileira
Fonte: (EPE, 2020) – modelo adaptado pelo autor

2.1.2 A otimização da produção de energia

Uma vez que as restrições do parque eólico são definidas, o escopo do parque eólico pode ser otimizado - também chamado de microlocalização do parque eólico. Para a maioria dos projetos, a economia é substancialmente mais sensível às mudanças na produção de energia do que os custos de infraestrutura (RENNKAMP, et. al., 2020).

Portanto, é apropriado usar a produção de energia como o parâmetro de projeto dominante. O projeto detalhado do parque eólico é facilitado pelo uso de ferramentas de projeto de parques eólicos *wireframe design tool* (WFDT), que significa ferramenta de projeto de estruturas de arame. Existem vários disponíveis comercialmente e outros que são ferramentas de pesquisa. Uma vez que uma análise apropriada do regime de vento no local tenha sido realizada, um modelo é configurado que pode ser usado para projetar o escopo, prever a produção de energia e tratar de questões ambientais (PINHEIRO, et. al, 2020).

Para grandes parques eólicos, muitas vezes é difícil derivar manualmente o escopo mais produtivo. Assim sendo, uma otimização computacional usando um WFDT pode resultar em ganhos substanciais na produção de energia prevista. Mesmo um ganho de 1% na produção de energia de micro-localização melhorada vale a pena, pois pode ser alcançado sem aumento nos custos de capital. O processo de otimização geralmente envolve muitos milhares de iterações e pode incluir ruído e dados visuais (RENNKAMP, et. al., 2020).

Os WFDTs permitem que muitas permutações de tamanho do parque eólico, tipo de aerogerador, altura do cubo e escopo sejam considerados de forma rápida e eficiente. Os modelos financeiros podem ser vinculados para que os retornos de diferentes opções possam ser calculados diretamente (PINHEIRO, et. al, 2020). A Figura 4 evidencia exemplos de saída de WFDT.

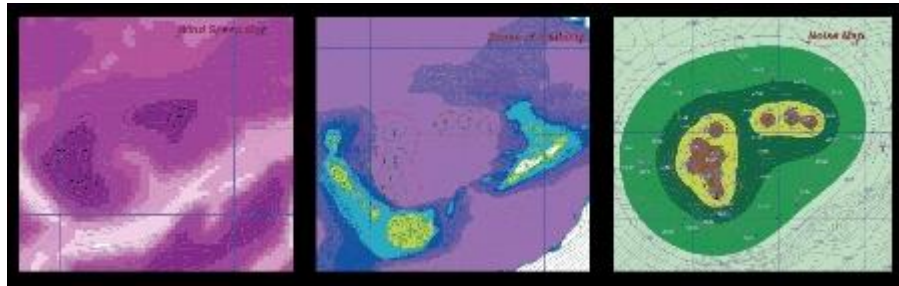


Figura 4 – Exemplos de saída de WFDT
Fonte: Pinheiro, et. al, 2020 – modelo adaptado pelo autor

2.1.3 Diretrizes da construção (influência visual, barulho, cargas do aerogerador)

A Influência visual é o termo usado para a visibilidade dos aerogeradores eólicos da área circundante (CUNHA, et. al, 2019). Em muitos países, a influência visual de um parque eólico na paisagem é uma questão importante, especialmente em regiões com alta densidade populacional. O uso de ferramentas de design computacional permite que a zona de influência visual *zone of visual influence* (ZVI), ou pegada de visibilidade, seja calculada.

Normalmente é necessário concordar uma série de casos com as autoridades licenciadoras ou outras partes interessadas, como locais de onde 50% dos cubos do aerogerador podem ser vistos, ou de onde pelo menos um cubo ou uma ponta da lâmina pode ser visto. Também é comum gerar visualizações da aparência do parque eólico a partir de pontos de vista definidos; estes podem assumir a forma de representações *wireframe* da topografia como na Figura 5 abaixo. Com mais trabalhos, podem ser produzidas fotomontagens nas quais aerogeradores são sobrepostas às fotografias tiradas dos pontos de vista definidos (PALI; VADHERA, 2016).



Figura 5 – Wireframe de uma topografia
Fonte: (Cunha et. al. 2019) – modelo adaptado pelo autor

Outros fatores também afetam a aparência visual de um parque eólico. Aerogeradores maiores giram mais lentamente do que os menores, e um parque eólico com menos aerogeradores maiores geralmente é preferível a um parque eólico com muitos outros menores. Uma área regular ou linha reta pode ser preferível em comparação com um escopo irregular.

O barulho é outro fator importante. Em países densamente povoados, o ruído às vezes pode ser um fator limitante para a capacidade que pode ser instalada em qualquer local específico (PALI; VADHERA, 2016). O ruído produzido pelos aerogeradores em operação foi reduzido significativamente nos últimos anos pelos fabricantes, mas ainda é uma restrição. Isso ocorre por duas razões principais. Em primeiro lugar, ao contrário da maioria das outras tecnologias de geração, os aerogeradores eólicos estão frequentemente localizados em áreas rurais aonde, em que os níveis de ruído de fundo podem ser muito baixos, especialmente durante a noite (PEREIRA, 2016).

Os momentos críticos são quando a velocidade do vento está na extremidade inferior da faixa de operação do aerogerador, porque então o ruído de fundo induzido pelo vento é mais baixo. As principais fontes de ruído (pontas das pás, o bordo de fuga da parte externa da pá, a caixa de engrenagens e o gerador) são elevadas e, portanto, não são protegidas por topografia ou obstáculos (PEREIRA, 2016).

Os fabricantes de aerogeradores podem fornecer certificados de características de ruído. O padrão internacionalmente reconhecido normalmente referido é Sistemas de gerador de aerogerador eólica: técnicas de medição de ruído acústico (SILVIA; VIEIRA, 2016). Técnicas padrão, levando em consideração os modelos de propagação de ruído, são usados para calcular os níveis de ruído esperados em locais críticos, geralmente nas residências mais próximas. Os resultados são então comparados com os níveis aceitáveis, geralmente definidos na legislação nacional. O padrão para tais cálculos é acústico - atenuação do som durante a propagação ao ar livre (CUNHA, et. al, 2019). Os fabricantes de aerogeradores também podem fornecer uma garantia para o ruído produzido pelos aerogeradores.

Para garantir que os aerogeradores não estejam sendo usadas fora de suas condições de projeto, o espaçamento mínimo aceitável do aerogerador deve ser obtido do fornecedor do aerogerador e cumprido. Isso depende fortemente da natureza do terreno e da localização e/ou

posicionamento das torres eólicas (SILVIA; VIEIRA, 2016). Se os aerogeradores forem espaçados mais próximas do que cinco diâmetros de rotor (5D), é provável que ocorram perdas de esteira inaceitavelmente altas. Para áreas com a rosa dos ventos predominantemente unidirecional ou bidirecional, distâncias maiores entre os aerogeradores na direção do vento predominante e espaçamento mais estreito perpendicular ao vento predominante provará ser mais produtivos (SILVIA; VIEIRA, 2016).

No entanto, o espaçamento apertado significa que os aerogeradores são mais afetados pela turbulência das correntes dos aerogeradores a montante. Isso criará altas cargas mecânicas e exigirá a aprovação do fornecedor do aerogerador se os acordos de garantia não forem afetados. Separadamente da questão do espaçamento do aerogerador, as cargas do aerogerador também são afetadas pela turbulência natural causada por obstruções, topografia, rugosidade da superfície e efeitos térmicos, bem como ventos extremos (CUNHA, et. al, 2019).

2.1.4 Infraestrutura e o trabalho Civil

A infraestrutura do parque eólico consiste em obras civis - como estradas e drenagem, aerogerador eólica, fundações de mastro e edifícios que abrigam quadros elétricos - e obras elétricas, como equipamentos no ponto de conexão, *Proof of Concept* (POC), redes de cabos subterrâneos e/ou linhas aéreas formar circuitos de alimentação radiais para colunas de aerogeradores eólicas, aparelhagem para proteção e desconexão dos circuitos alimentadores e transformadores e aparelhagem associada a aerogeradores individuais (embora isso agora esteja comumente localizado dentro da aerogerador e seja fornecido pelo fornecedor da aerogerador) (MELO, 2020).

As obras civis e elétricas, frequentemente chamadas de equilíbrio da planta ou equipamentos da usina *Balance of Plant Equipment* (BOP), são frequentemente projetadas e instaladas por um empreiteiro ou empreiteiros separados do fornecedor do aerogerador. O fornecedor do aerogerador geralmente fornece o sistema *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), que monitora e controla todos os dados obtidos do aerogerador (MELO, 2015).

Conforme discutido, a maior influência no sucesso econômico de um parque eólico é a produção de energia. No entanto, a infraestrutura do parque eólico também é significativa, pois constitui uma parte significativa do custo total do projeto. As obras civis também

apresentam riscos significativos para os custos do projeto e programa (XAVIER, 2014). Não é incomum que grandes atrasos e derrapagens de custos sejam causados por uma compreensão insuficiente das condições do solo ou pelas dificuldades de trabalhar em locais que, por definição, estão expostos ao clima e podem ter acesso difícil.

Os principais itens elétricos, como transformadores e aparelhagens, também têm prazos de entrega longos, possivelmente vários anos. As obras de conexão à rede podem representar um risco significativo para o programa, pois é provável que as obras precisem ser realizadas pelo operador da rede, efetivamente fora do controle do desenvolvedor do parque eólico (GONÇALVES, et. al., 2021).

Já com relação ao trabalho civil, as fundações devem ser adequadas para suportar a aerogerador sob cargas extremas. Normalmente, a condição de carga do projeto para as fundações é a velocidade do vento extrema uma vez em 50 anos. Na Europa, essa velocidade do vento é caracterizada pela rajada de três segundos. Para a maioria dos locais, isso ficará entre 45–70 m/s. Na extremidade inferior desta faixa, é provável que as cargas operacionais máximas sejam maiores do que aquelas geradas pela rajada extrema (XAVIER, 2014).

O fornecedor do aerogerador normalmente fornecerá uma especificação completa das cargas da fundação como parte de um pacote de licitação. Como a aerogerador normalmente será fornecida com referência a uma certificação genérica, essas cargas também podem ser definidas com referência às classes genéricas, em vez de casos de carga específicos do local. Embora extremamente importante, o processo de projeto da fundação é uma tarefa de engenharia civil relativamente simples (GONÇALVES, et. al., 2021).

Uma fundação típica terá talvez 13 metros de diâmetro, uma forma hexagonal e pode ter 1–2 metros de profundidade. Será feito de concreto armado fundido em um buraco escavado. O tempo de construção pode facilmente ser inferior a uma semana. No entanto, para parques eólicos localizados em turfeiras ou pântanos, é necessário garantir que as estradas, fundações e drenagem não afetem negativamente a hidrologia (GONÇALVES, et. al., 2021). Para locais em terras altas, geralmente é benéfico localizar o prédio de controle e a subestação em um local abrigado. Isso também reduz o impacto visual.

2.1.5 Obras elétricas

Os aerogeradores são interligados por uma rede elétrica de média tensão (MV), na faixa de 10–35 kV. Na maioria dos casos, essa rede consiste em cabos subterrâneos, mas em

alguns locais e alguns países são adotadas linhas aéreas em postes de madeira. Isso é mais barato, mas cria uma maior influência visual. Postes de madeira suspensos também podem restringir o movimento e o uso de guindastes (LIMA, 2021).

A tensão do gerador do aerogerador é normalmente classificada como baixa, em outras palavras, abaixo de 1000 V, e muitas vezes é de 690 V. Alguns aerogeradores maiores usam uma tensão do gerador mais alta, em torno de 3 kV, mas não é alta o suficiente para uma interconexão direta econômica com outros aerogeradores. Portanto, é necessário que cada aerogerador tenha um transformador para passar para a média tensão e quadro de distribuição associado. Este equipamento pode ser localizado fora da base de cada aerogerador, às vezes denominado transformadores de montagem de almofada (LIMA, 2021).

No entanto, muitos aerogeradores agora incluem um transformador como parte do fornecimento do aerogerador. Nestes casos, a tensão do aerogerador será de média tensão e pode se conectar diretamente à rede da fazenda. A Figura 6 abaixo, evidencia o esquema.

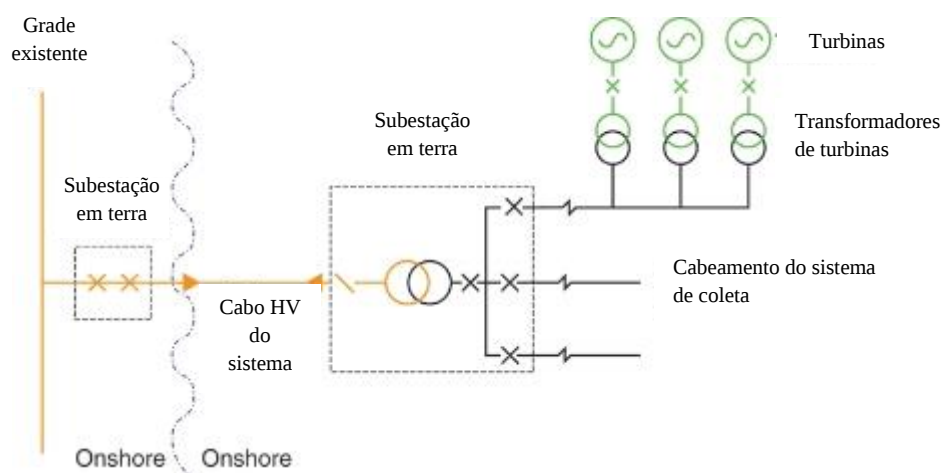


Figura 6 – Esquema de conexão entre a aerogerador a rede local

Fonte: (Cunha et. al. 2019) – modelo adaptado pelo autor

A rede leva a energia para um ponto central (ou vários pontos, para um grande parque eólico) e um escopo típico é mostrado na Figura 6, acima. A rede elétrica de média tensão consiste em alimentadores radiais, pois, ao contrário das redes de energia industriais, não há justificativa econômica para o fornecimento de arranjos em anel. Portanto, uma falha em um cabo ou em um transformador do aerogerador resultará na desconexão de todos os aerogeradores daquele alimentador (SCHEER, 2019).

As definições do ponto de conexão (POC) variam de país para país e são chamadas de ponto de entrega, ponto de interconexão ou similar. As definições são semelhantes: é o ponto

em que a responsabilidade pela propriedade e operação do sistema elétrico passa do parque eólico para o operador da rede elétrica. Os medidores para o parque eólico geralmente estarão localizados no POC ou próximo a ele. Em alguns casos, onde o POC está em alta tensão, os medidores podem estar localizados no sistema de média tensão para economizar custos e, nesses casos, é comum contabilizar as perdas do transformador (CUNHA et. al. 2019).

O ponto de acoplamento comum (PCC) - no qual outros clientes estão (ou poderiam estar) conectados - é o ponto em que o efeito do parque eólico na rede elétrica deve ser determinado. Esses efeitos incluem mudanças de nível de tensão, oscilação de tensão e correntes harmônicas. Frequentemente, o PCC coincide com o POC (SCHEER, 2019).

O sistema elétrico do parque eólico deve atender aos requisitos locais de segurança elétrica e ser capaz de ser operado com segurança, deve atingir um equilíbrio ideal entre custo de capital, custos operacionais e confiabilidade e deve garantir que o parque eólico satisfaça os requisitos técnicos do operador da rede elétrica (LOPES, 2012).

2.1.6 SCADA e Instrumentos

Um elemento vital do parque eólico é o sistema SCADA. Este sistema atua como um centro nervoso para o projeto. Ele conecta os aerogeradores individuais, a subestação e as estações meteorológicas a um computador central (MELEK, 2013). Este computador e o sistema de comunicação associado permitem ao operador supervisionar o comportamento de todos os aerogeradores eólicos e também do parque eólico como um todo.

Ele mantém um registro de 10 minutos de todas as atividades e permite que o operador determine qual ação corretiva, se houver, precisa ser tomada. Ele também registra a saída de energia, a disponibilidade e os sinais de erro - que atuam como base para quaisquer cálculos e reclamações de garantia (MELEK, 2013). O sistema SCADA também deve implementar quaisquer requisitos no contrato de conexão para controlar a produção de energia reativa, para contribuir para o controle de tensão ou frequência da rede, ou para limitar a saída de energia em resposta às instruções do operador de rede (MELEK, 2013).

O computador SCADA se comunica com os aerogeradores por meio de uma rede de comunicação, que quase sempre utiliza fibras ópticas. Frequentemente, os cabos de fibra ótica são instalados pelo eletricista e, em seguida, testados e finalizados pelo fornecedor SCADA. O sistema SCADA é normalmente fornecido pelo fornecedor do aerogerador, para

simplicidade contratual. Também existe um mercado para sistemas SCADA de fornecedores independentes (DAMAS, 2013).

Segundo (DAMAS, 2013), as principais vantagens desta rota são:

- relatórios de dados idênticos e formatos de análise, independentemente do tipo de aerogerador; isso é importante para proprietários ou operadores de parques eólicos que têm projetos usando diferentes aerogeradores eólicos
- transparência do cálculo de disponibilidade e outros possíveis problemas de garantia.

Além do equipamento essencial necessário para um parque eólico em funcionamento, também é aconselhável, se o tamanho do projeto justificar o investimento, erguer alguma instrumentação meteorológica permanente em mastros meteorológicos. Este equipamento permite que o desempenho do parque eólico seja cuidadosamente monitorado e compreendido. Se o parque eólico não estiver funcionando de acordo com seu orçamento, será importante determinar se isso se deve ao fraco desempenho mecânico ou a um recurso eólico inferior ao esperado. Na ausência de dados de vento de boa qualidade no local, não será possível fazer essa determinação. Portanto, grandes parques eólicos geralmente contêm um ou mais mastros meteorológicos permanentes, que são instalados ao mesmo tempo que o parque eólico (DAMAS, 2013).

2.1.7 Problemas decorrentes durante a construção

Um parque eólico pode ser uma única máquina ou pode ser um grande número de máquinas, possivelmente muitas centenas. A abordagem do projeto e o método de construção serão, no entanto, quase idênticos, qualquer que seja o tamanho do projeto previsto. O histórico da indústria eólica na construção de parques eólicos é geralmente bom (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015). Poucos parques eólicos são entregues com atraso ou acima do orçamento.

Os recém-chegados à indústria eólica tendem a pensar em um parque eólico como uma estação de energia. Existem, no entanto, algumas diferenças importantes entre esses dois tipos de geração de energia. Uma estação de energia convencional é uma grande máquina, que não irá gerar energia até que seja concluída (SOARES, 2010). Frequentemente, será necessária uma estrutura civil substancial e complicada, e o risco de construção será uma parte importante da avaliação do projeto.

No entanto, a construção de um parque eólico se assemelha mais à compra de uma frota de caminhões do que à construção de um único grande ativo (VELLOSO, 2004). Os aerogeradores serão adquiridos a um custo fixo acordado previamente e um cronograma de entrega será estabelecido exatamente como seria para uma frota de caminhões. De forma semelhante, a infraestrutura elétrica pode ser especificada com bastante antecedência, provavelmente novamente a um preço fixo.

Há alguns custos variáveis associados às obras civis, mas essa variação de custo será muito pequena em comparação com o custo do projeto como um todo (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015). O tempo de construção também é muito curto em comparação com uma usina convencional. Um parque eólico de 10 MW pode ser facilmente construído em alguns meses (SOARES, 2010). Para minimizar os custos e os efeitos ambientais, é comum obter material para estradas em pedreiras no local ou poços de empréstimo.

2.1.8 Custos, Comissionamento, Operação e Manutenção

Os custos do parque eólico são amplamente determinados por dois fatores: a complexidade do local e as prováveis cargas extremas (VELLOSO, 2004). O local pode ser considerado complexo se as condições do solo forem difíceis - rocha dura ou solo muito úmido ou pantanoso, por exemplo - ou se o acesso for um problema. Um local com muito vento e cargas extremas elevadas resultará em uma infraestrutura civil mais cara, bem como em uma especificação mais alta para os aerogeradores (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

O custo da conexão à rede também pode ser importante. Os custos de conexão à rede são afetados pela distância a um ponto de conexão de rede adequado, o nível de tensão da rede existente e os princípios do operador de rede para a cobrança das conexões e do uso do sistema elétrico (WILLIAN, 2013).

Assim que a construção for concluída, o comissionamento começará. A definição de comissionamento não é padronizada, mas geralmente cobre todas as atividades após a instalação de todos os componentes do aerogerador eólico (WILLIAN, 2013). O comissionamento de um aerogerador individual pode levar pouco mais de dois dias com uma equipe experiente. O comissionamento geralmente envolverá testes padrão para a infraestrutura elétrica, bem como para o aerogerador, e inspeção de registros de qualidade de engenharia civil de rotina (VELLOSO, 2004). Testes cuidadosos nesta fase são vitais se um parque eólico de boa qualidade deve ser entregue e mantido.

A disponibilidade de longo prazo de um aerogerador eólico comercial é geralmente superior a 97%. Este valor é superior aos valores cotados para centrais convencionais. No entanto, geralmente leva um período de cerca de seis meses para o parque eólico atingir a operação comercial plena e madura e, portanto, durante esse período, a disponibilidade aumentará de um nível de cerca de 80% -90% imediatamente após o comissionamento para o nível de longo prazo de 97% ou mais (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

É prática normal para o fornecedor do parque eólico fornecer uma garantia de dois a cinco anos. Essa garantia geralmente cobre perda de receita, incluindo tempo de inatividade para corrigir falhas e um teste da curva de potência do aerogerador (ROMERO, 2008). Caso a curva de potência seja considerada defeituosa, o reembolso será feito mediante o pagamento da indenização. Para parques eólicos modernos, raramente há qualquer problema em cumprir as curvas de potência garantidas, mas a disponibilidade, especialmente para novos modelos, pode ser menor do que o esperado nos primeiros anos de operação (SOARES, 2010).

Durante o primeiro ano de operação de um aerogerador, geralmente ocorrem alguns problemas de dentição. Para um novo modelo, este efeito é mais acentuado. Conforme o uso do modelo aumenta, esses problemas são resolvidos e a disponibilidade aumenta. Após o comissionamento, o parque eólico será entregue à equipe de operação e manutenção. Uma equipe geralmente consistirá de duas pessoas para cada 20 a 30 aerogeradores em um parque eólico (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

Para parques eólicos menores, pode não haver uma equipe de Operação e Manutenção (O&M) dedicada, mas serão feitos preparativos para visitas regulares de uma equipe regional. O tempo típico de manutenção de rotina para um aerogerador eólico moderno é de 40 horas por ano. A manutenção não rotineira pode ser de ordem semelhante (WILLIAN, 2013).

Agora há muita experiência comercial com aerogeradores eólicas modernas e altos níveis de disponibilidade são alcançados regularmente. As empresas de operações terceirizadas estão bem estabelecidas em todos os principais mercados e é provável que este elemento da indústria se desenvolva muito ao longo das linhas associadas a outras instalações rotativas e equipamentos mecânicos / elétricos (SOARES, 2010). As licenças de construção obtidas para permitir a construção do parque eólico podem ter alguns requisitos de relatórios ambientais contínuos, por exemplo, o monitoramento de ruído, atividade aviária ou outros problemas de flora ou fauna.

Da mesma forma, pode haver, dependendo das regulamentações locais, obrigações regulamentares a serem executadas em relação à operadora da rede elétrica local. Portanto, além das operações óbvias e da atividade de manutenção, geralmente há uma função de gerenciamento a ser executada em paralelo. Muitos parques eólicos são financiados por meio de financiamento de projetos e, portanto, também serão necessários relatórios regulares para os credores.

2.1.9 Etapas da construção de um parque eólico

Durante a escolha de um local ideal para construir um parque eólico, é preciso considerar todas as etapas para um bom desenvolvimento eólico. Antes de iniciar um projeto de construção de um parque eólico, deve-se levar em consideração as muitas fases e incômodos envolvidos em mover um projeto eólico para a frente. O desenvolvimento eólico vem com desafios de desenvolvimento únicos e muitas vezes sutis que podem facilmente fazer ou quebrar um projeto (SILVA *et al.*, 2015).

Ao construir um novo parque eólico, alguns dos problemas mais desafiadores ocorrem nos estágios iniciais de planejamento e construção. Novos desenvolvedores devem dedicar tempo à pesquisa e à devida diligência antes de se comprometerem com seu primeiro projeto. Uma compreensão completa dessas diferenças sutis do setor pode economizar tempo, custo e potenciais armadilhas ao desenvolver um parque eólico (SILVA *et al.*, 2015).

O desenvolvimento de parques eólicos é um processo complexo. Conforme um projeto avança pelos vários estágios de desenvolvimento, há muitas oportunidades para erros que podem afetar seriamente o resultado final e o sucesso de um parque eólico. Na verdade, alguns dos maiores erros no desenvolvimento do vento começam nos estágios iniciais e são difíceis de superar à medida que o projeto avança (SILVA *et al.*, 2015).

Segundo (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015), as fases típicas de desenvolvimento de um parque eólico são: prospecção e segurança de terrenos, avaliação de recursos eólicos, estudos de interconexão e transmissão, projeto e licenciamento de parque eólico, contratos de compra de energia, financiamento, compras, construção e operações. Já os problemas típicos que surgem da má seleção do local incluem: problemas com proprietários de terras, recursos eólicos menos do que adequados, falta de acesso à transmissão (ou nenhuma capacidade nas linhas existentes), falta de um tomador de decisões, problemas de construtibilidade, e problemas de permissão locais.

Dependendo do tamanho do projeto e da complexidade do terreno, uma série de medições no local são necessárias para validar o fluxo do vento. Uma campanha financiável de medição do vento inclui a seleção adequada de locais e alturas de medição, um instrumento de medição confiável e um plano de manutenção de equipamento. Também é necessário um alto grau de recuperação de dados e documentação completa (SOARES, 2010). A maioria dos investidores e bancos exige um mínimo de um ano de dados sobre o vento local antes de considerar o financiamento de um projeto. A maioria dos fabricantes de aerogeradores tem o mesmo requisito.

Um engenheiro independente é normalmente solicitado a verificar o regime eólico e as projeções de energia antes do fechamento financeiro, portanto, a campanha de medição do vento deve ser completamente documentada e as torres instaladas com precisão em um local de desenvolvimento potencial. Detalhes de instalação, como localização da torre, alturas de montagem, direções da lança, modelos de instrumentos, números de série, coeficientes de calibração e fotografias do local, são necessários para que o engenheiro independente execute sua tarefa com precisão (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

O licenciamento é uma parte custosa de um projeto de energia eólica, e os requisitos variam de estado para estado e de condado para condado. Uma etapa perdida pode rapidamente prejudicar ou impedir o andamento de um projeto. Por exemplo, as regulamentações estão sempre mudando com relação a morcegos, águias, rotas migratórias e espécies ou regiões ameaçadas, portanto, mantenha-se atualizado com as regras e estatutos mais recentes (VELLOSO, 2004).

Segundo menciona Willian (2013), é preciso conhecer o sistema de oposição. Estabelecer fortes conexões locais e apoio da comunidade para um projeto eólico é frequentemente a melhor maneira de antecipar e evitar oposição que pode ameaçar arrendamentos de terras, licenças de projetos e financiamento de parques eólicos. Os órgãos de licenciamento também tendem a olhar mais favoravelmente os projetos que têm forte apoio e participação local, portanto, ser proativo pode impactar com sucesso um novo projeto eólico. O tamanho dos aerogeradores eólicos que tem ficado maiores e mais altas ultimamente, também é uma consideração importante para o desenvolvimento. Os contratempos de estruturas ocupadas aumentaram devido a problemas de ruído e oscilação de sombras, o que pode eliminar parte da área revelável (WILLIAN, 2013).

À medida que os aerogeradores eólicos ficam mais altas e as pás mais longas, é fundamental medir a velocidade do vento na altura do cubo e dentro do perfil vertical da área varrida da pá. A falha em obter medições precisas do vento pode comprometer as chances de obter aerogeradores certificadas para um local (ROMERO, 2008). O tipo de instrumento de medição selecionado também é importante, e a qualidade conta. Instrumentos de qualidade inferior podem resultar em dados pobres e maior incerteza no regime de vento. Isso, por sua vez, pode levar a custos de financiamento significativamente mais altos, muitas vezes mais do que o valor economizado em uma instrumentação mais barata (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

O tipo de aerogerador eólica selecionada também é crucial para alcançar um projeto bem-sucedido e financeiramente viável. Os aerogeradores não são criados iguais. Alguns aerogeradores combinam melhor com o recurso eólico e, portanto, produzem mais eletricidade do que outras (SOARES, 2010). Alguns tipos de aerogeradores terão custos iniciais mais elevados, enquanto outros podem ter custos de operação e manutenção mais elevados. Todos esses fatores precisam ser considerados antes de selecionar o melhor modelo de aerogerador para o projeto (ROMERO, 2008).

Se a pretensão é vender energia para uma concessionária local assim que o parque eólico estiver instalado e funcionando, é uma boa ideia abrir um diálogo logo no início. Também é importante pesquisar a infraestrutura local, as atualizações propostas para os sistemas de transmissão e subestações, os planos de longo alcance para grandes projetos de transmissão e as operações gerais do sistema para aquela região. À medida que mais e mais parques eólicos são construídos em uma área, a possibilidade de serem restringidos devido ao congestionamento da transmissão torna-se mais provável e afetará a viabilidade financeira do projeto (ROMERO, 2008).

O estágio final do desenvolvimento do projeto é um momento menos do que ideal para saber que não há compradores interessados na produção do parque eólico e isso acontece de vez em quando. O motivo? Existem várias, incluindo mudanças políticas que afetam o mercado, problemas de interconexão ou transmissão que impedem o acesso ao mercado, ou expectativas irrealistas em relação aos preços de energia previstos. Não pode ser exagerado: a devida diligência adequada nos estágios iniciais de um projeto eólico pode ajudar a evitar erros caros e decepções no futuro (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

2.1.9.1 O controle da poeira e a supressão vegetal

As medidas de controle da “poeira” se aplicam a qualquer canteiro de obras onde existe o potencial de poluição do ar e da água pela poeira que se espalha pela paisagem ou pelo ar. O controle de poeira inclui práticas usadas para reduzir ou prevenir o transporte de poeira pela superfície e pelo ar durante a construção. Segundo Soares (2010), as recomendações são limpar e impactar o mínimo possível as áreas caso não sejam trabalhadas. No entanto, todos sabemos que às vezes, devido às atividades programadas, a limpeza e o arranque de todo o local são feitos de uma só vez, embora isso possa ser diferente em projetos de grande escala.

Esta é a alternativa mais utilizada, devido ao seu baixo custo de implantação e excelentes resultados. A água deve ser aplicada pelo menos três vezes ao dia ou mais, dependendo das condições atmosféricas. Além disso, deve-se estar atento à quantidade de água aplicada e evitar o excesso de água que pode causar problemas de erosão. Um caminhão-tanque é conduzido no local, pulverizando água sobre as áreas afetadas, evitando que a poeira se espalhe pelo ar.

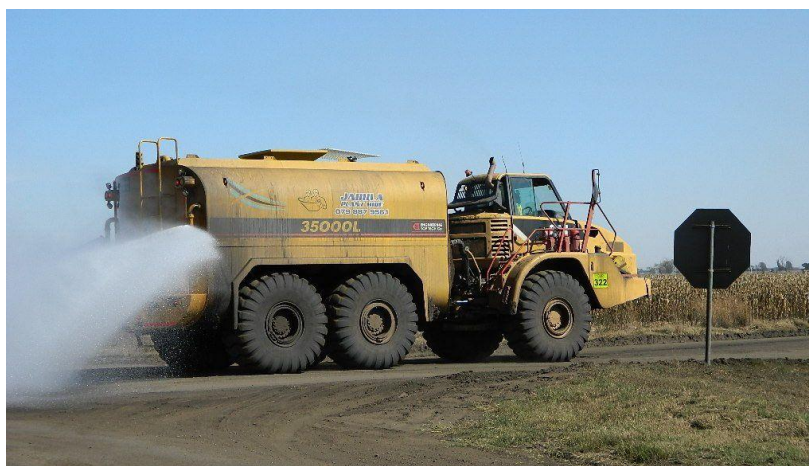


Figura 7 – Caminhão tanque pulverizando o local
Fonte: (Oliveira; Araújo, 2015) – modelo adaptado pelo autor

Oliveira; Araújo (2015), retrata para supressão vegetal, a importância da cobertura morta e a vegetação que podem ser aplicadas para proteger o solo exposto da erosão do vento e da água. Embora esse método seja ecológico, regar a vegetação pode se tornar uma dor de cabeça se não for coordenado adequadamente, pois pode trazer problemas de erosão também. Quando aplicada, esta técnica pode reduzir a erosão eólica em até 80%. A hidro-semeadura é um dos métodos de controle de poeira preferidos pelos projetos de construção. No entanto,

uma coisa importante, dependendo de onde ela está localizada, as sementes podem ser atraentes para pássaros e animais selvagens, e você pode acabar perdendo cerca de 50% de suas sementes devido aos pássaros.

2.1.9.2 Terraplanagem

Eles são feitos de modo a tornar uma área com altura e nível adequados para uma finalidade específica de construção. Segundo Pinho (2008), a terraplenagem a granel é realizada principalmente de duas maneiras: cortando ou escavando uma área de solo e ou pela construção de uma nova área, como um aterro adicionando materiais à base de terra em um determinado local.

Quando estão ocorrendo trabalhos de terraplenagem a granel, o objetivo é reutilizar o máximo possível dos materiais escavados para evitar a custosa coleta de resíduos e a entrega de materiais extras de terra. Isso é feito usando um software de computador especializado que pode calcular a quantidade de material que será removido e o que será necessário para concluir o trabalho. Os topógrafos e engenheiros visam igualar os volumes de solo sendo usados para ambos os processos. A terraplenagem a granel é necessária para que uma ampla gama de projetos de construção seja realizada. Isso pode incluir a construção de: Estradas, Bermas, Minas, Rodovias, Ferrovias, Calçada, *Levees*, Represas, Canais, Trincheiras, Edifícios, residenciais e comerciais, ou seja, pode ser aplicado em qualquer tipo de construção civil (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

A escavação pode ser classificada de duas maneiras. Em primeiro lugar, pelo tipo de material que está sendo escavado e, em segundo lugar, pela finalidade da escavação. Quando a classificação é baseada no tipo de material, é muito importante que o material seja identificado com precisão para manter os custos baixos e evitar a ocorrência de problemas técnicos. Os topógrafos e engenheiros usam vários métodos para medir o quão fácil ou difícil é cavar a terra. Quatro categorias gerais são: Fácil - solo ou areia solta e solta, Médio - cascalho com argila, médio a duro - argila pesada úmida, rocha quebrada, cascalho com pedregulhos e Duros - materiais que requerem detonação (SOARES, 2010).

Outras classificações baseadas em materiais incluem solo superficial, rocha, terra, lama e escavações não classificadas (uma mistura de materiais terrestres). Aterros a granel também são classificados de acordo com a finalidade. Os exemplos incluem estradas, pontes, estruturas, bases, empréstimos, dragas, canais e escavações de drenagem. É necessário

equipamento de construção pesado devido às grandes quantidades de material que precisam ser deslocadas. Exemplos de equipamentos usados incluem: Classificadores, *Rollers*, Caminhões basculantes, *Bulldozers*, Escavadeiras de linha de arrasto, Pás, Escavadeiras Hidráulicas, *Diggers*, Enxadas traseiras e Carregadores (VELLOSO, 2004).

2.1.9.3 Drenagem

Como é sabido, a água é o elemento mais importante do nosso planeta. Mas, para os trabalhadores da construção, pode ser seu pior inimigo, pois pode arruinar seu trabalho. É por isso que os trabalhadores da construção geralmente trabalham primeiro para fazer a drenagem adequada, para que o excesso de água não fique entupido e afete seu trabalho. Um sistema de drenagem adequado evita que o excesso de água acumule na superfície do solo ou no subsolo. O excesso de água, especialmente da chuva, pode se acumular facilmente sem um sistema de drenagem adequado. É por isso que você deve instalar um sistema de drenagem e usá-lo para drenar a água de sua propriedade para evitar inundações e outros tipos de danos causados pela água (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

Nunca é demais enfatizar a importância da drenagem adequada em um canteiro de obras. Isso é para garantir que não haja problemas com inundações no local de trabalho. Isso é importante não apenas para a segurança dos trabalhadores, mas, mais importante, para a segurança da propriedade e daqueles que vivem nas proximidades do canteiro de obras. Sem drenagem adequada em um canteiro de obras, é inevitável que as áreas onde a água pode acumular fiquem submersas (SOARES, 2010).

A água que não é controlada pode causar uma quantidade significativa de danos a um edifício e até mesmo inundá-lo. A água coletada em um canteiro de obras também pode afetar a comunidade do entorno. Se entrar em bueiros, pode acabar prejudicando a qualidade de vida da região. Isso não só pode causar danos às pessoas que moram nas proximidades do local de trabalho, mas também pode danificar a infraestrutura que já existe nas proximidades (PINHO, 2008).

Segundo Paiva (2011), a falta de drenagem adequada significa mais trabalho. Sem a drenagem adequada em um canteiro de obras, os empreiteiros geralmente terão que remover a área pavimentada que faz parte do local para obter o funcionamento interno da fundação e o solo abaixo. Quando a água que está no solo e no material de base do edifício não é removida adequadamente, a fundação será danificada por anos de água acumulada, levando à erosão

que pode causar mais atrasos na construção. Além disso, se a água que está no topo do solo não for removida, é inevitável que a estrutura de todo o edifício acabe desmoronando.

Muitas vezes, um empreiteiro terá que remover todos os materiais que estão no local de trabalho antes de iniciar qualquer trabalho. Sem ter o dreno certo no local, esse trabalho será simplesmente impossível. Ter o dreno correto garante que todos os materiais possam ser movidos para um novo local sem absolutamente nenhum risco de ocorrer qualquer dano ao piso da área de trabalho. Se a água não puder ser removida, causará danos permanentes ao solo e a quaisquer outras áreas abaixo dele.



Figura 8 – Caminhão tanque pulverizando o local
Fonte: (Oliveira; Araújo, 2015) – modelo adaptado pelo autor

A importância de uma drenagem adequada é ainda mais evidente quando a construção está sendo feita em um complexo de apartamentos ou complexo comercial. A água que flui para a propriedade vai acabar destruindo todo o paisagismo e as passarelas. Os sistemas de sprinklers também terão dificuldade em gerenciar a situação. Todos os perigos potenciais para a saúde que podem resultar serão agravados se a água não tiver como sair do edifício (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2015).

O significado de uma drenagem adequada é ainda mais óbvio em residências privadas. Há muita responsabilidade associada à construção de uma casa. Os empreiteiros que construíram as casas provavelmente se esforçarão muito para garantir que o local de trabalho seja asfaltado de maneira adequada e as fundações sejam sólidas. O proprietário não tem a mesma responsabilidade e deve certificar-se de que as paredes e o telhado da casa estão devidamente nivelados e capazes de suportar um grande peso (PINHO, 2008).

2.1.9.4 Fundação

Após o planejamento detalhado e projeto de construção pelo arquiteto e projetista estrutural, o próximo passo para iniciar o trabalho de construção real no local. Geralmente, a maior parte do trabalho de construção começa com a construção da fundação (SOARES, 2010). A construção da fundação é a obra mais crítica entre todas as atividades nos canteiros de obras, sendo ela a principal base e suporte para todas as estruturas acima.

A construção da fundação é uma etapa crucial, pois as dimensões da fundação devem estar totalmente corretas, caso contrário, os futuros espaços serão afetados. A profundidade da fundação depende do tipo de solo e as condições do local decidem o projeto da fundação (SOARES, 2010). O escopo da fundação e os detalhes da profundidade da escavação são preparados pelo projetista estrutural e aprovados pelo arquiteto.

Soares (2010), menciona que a fundação é a parte mais inferior de qualquer estrutura, que tem a função principal de pegar a carga proveniente dos componentes superiores e transferi-la com segurança para o solo abaixo. Geralmente, as fundações são de dois tipos, a saber, fundação rasa e fundação profunda. O processo de fundação durante a construção de um parque eólico é de extrema importância. Segundo Oliveira; Araújo (2015), os diferentes tipos de fundação que podem ser utilizados são:

Fundação espalhada: Uma fundação espalhada (ou uma fundação em laje) é uma fundação que consiste em uma grande placa que aproveita a grande área para espalhar as cargas no solo. A geometria é frequentemente cilíndrica ou um prisma quadrado e o material de construção é quase exclusivamente concreto armado. O maior na área inferior existe a menor pressão sobre o solo. Isso está imitando a área da fundação para que a pressão sobre o solo não exceda a pressão máxima permitida para o solo. Além da pressão sobre o solo, a largura da placa deve ser grande o suficiente para evitar que a torre vire. Os assentamentos não devem ser muito grandes, mas o mais essencial é que os assentamentos diferenciais sejam mantidos baixos para manter a torre vertical.

Fundação rasa: é comum que uma fundação rasa seja apoiada no solo, ou logo abaixo dela. A área geralmente fica bem grande para evitar que tombe. Uma construção grossa e pesada impedirá que a construção gire, porque a força de reação resultante do solo está mais próxima do centro. Este tipo de fundação tem a vantagem de ser bastante fácil de construir; pouco trabalho de escavação e reabastecimento.

Estabilização do solo: se o solo não tiver as propriedades certas, melhorias no solo podem ser feitas para obter as propriedades certas. As propriedades que podem ser ajustadas podem ser a rigidez, a resistência ao cisalhamento, a permeabilidade ou a homogeneidade do solo. Existem muitos métodos diferentes para fazer isso. Os métodos mais comuns são apresentados e divididos em métodos de compactação / densificação e métodos de reforço do solo através da introdução de material adicional no solo.

Fundação sobre estacas: Se as propriedades do solo não forem suficientes para apoiar a fundação no solo, pode ser uma boa solução instalar estacas para conduzir a carga para um solo melhor a uma profundidade maior. Devido ao grande momento de flexão do vento, as estacas podem ser expostas a cargas tensionais que devem ser consideradas. A conexão entre as estacas e a placa é importante para a distribuição da carga. Os dois casos extremos são uma conexão presa que não permite qualquer rotação e uma conexão articulada sem rigidez rotacional. A caixa presa introduzirá um grande momento de flexão no topo da estaca, e a segunda não. O caso real não é nem amplificado, nem articulado, mas um intermediário desses dois. Se este último for o que melhor se adequa à conexão real, a força horizontal que atua sobre a fundação (proveniente da carga do vento) deve ser tratada de outra forma. Geralmente a placa é apoiada em alguma profundidade no solo, tendo solo ao seu redor, e o solo ao longo do perímetro da fundação pode resistir às forças horizontais.

Empilhamento na rocha: se a rocha estiver a uma profundidade razoável e de boa qualidade, pode ser uma boa solução cravar estacas na rocha. Neste caso, o recalque pode ser facilmente mantido em um nível baixo, pois é apenas a deformação das estacas que contribui para o recalque da fundação. Na análise deste caso, o solo é considerado como não transportando qualquer carga, o que pode não ser o caso real, mas uma suposição do lado seguro.

Fundação com estacas: este método de fundação é uma combinação dos dois métodos descritos acima, ou seja, fundação sobre estacas e fundação espalhada. O modo de funcionamento é que a fundação espalhada garante o espalhamento da carga na região superior do solo, e as estacas transferem a carga para as camadas mais profundas do solo. Para garantir que tanto a placa quanto as estacas carreguem a carga, não deve haver nenhum espaço entre a placa e o solo. É por isso que as pilhas não podem estar apoiadas na rocha ou em uma camada de solo firme.

2.1.9.5 Montagem e distribuição de energia

As linhas de transmissão transportam eletricidade em altas tensões por longas distâncias de aerogeradores eólicos e outros geradores de energia para áreas onde essa energia é necessária (PINHO, 2008). Os transformadores recebem eletricidade CA (corrente alternada) em uma voltagem e aumentam ou diminuem a voltagem para fornecer a eletricidade conforme necessário. Uma usina eólica usará um transformador elevador para aumentar a tensão (reduzindo assim a corrente necessária), o que diminui as perdas de energia que acontecem ao transmitir grandes quantidades de corrente em longas distâncias com linhas de transmissão.

Quando a eletricidade chega a uma comunidade, os transformadores reduzem a voltagem para torná-la segura e utilizável por edifícios e residências nessa comunidade (SOARES, 2010). Uma subestação liga o sistema de transmissão ao sistema de distribuição que entrega eletricidade à comunidade. Dentro da subestação, os transformadores convertem eletricidade de altas tensões em tensões mais baixas, que podem então ser entregues com segurança aos consumidores de eletricidade (PAIVA, 2011).

Feita de aço tubular, a torre sustenta a estrutura do aerogerador. As torres geralmente vêm em três seções e são montadas no local. Como a velocidade do vento aumenta com a altura, as torres mais altas permitem que os aerogeradores capturem mais energia e gerem mais eletricidade. Ventos em altitudes de 30 metros (cerca de 100 pés) ou superiores também são menos turbulentos (PAIVA, 2011). O gerador é acionado pelo eixo de alta velocidade. Os enrolamentos de cobre giram através de um campo magnético no gerador para produzir eletricidade. Alguns geradores são acionados por caixas de engrenagens (mostradas aqui) e outros são acionamentos diretos, onde o rotor se conecta diretamente ao gerador.

2.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS E RISCOS

Nesta seção, explora-se os conceitos sobre gerenciamento de projetos, seus riscos, diretrizes, a importância da gestão da qualidade aplicada ao gerenciamento de projetos, seus principais agentes, entre outros.

2.2.1 Gerenciamento projetos: concepção histórica

Começaremos este tópico fazendo uma analogia sobre a concepção da autora (TORREÃO, 2007), onde a mesma menciona sobre a importância do Gerenciamento de

Projetos para toda e qualquer grande obra. Neste caso a autora relata que mesmo na época das construções egípcias como as pirâmides, que apesar da pouca tecnologia da época, só foi possível tais realizações porque a empregabilidade do gerenciamento de projetos já era utilizada, utilizada por volta de 2700 anos a.C.

Com o passar dos anos, chegamos a tão marcante Revolução Industrial, fato ocorrido no século XIX, e que foi responsável por grandes transformações na economia global, impulsionando vários seguimentos na industrial e consequentemente alavancando grandes economias para a época em questão. Porém, justamente através desta revolução que as indústrias passaram a necessitar de forma definitiva de uma melhor gestão relacionada a seus produtos e serviços, pois as grandes demandas da época, precisavam ser atendidas e com elas veio o crescimento de forma organizada da gestão de processos através da gerência de projetos.

Segundo Torreão (2007), após a II Guerra Mundial, alguns fatores que até então foram pouco considerados, como a psicologia, relações humanas, marketing, simplesmente passaram a fazer parte da análise do negócio, possibilitando novas análises estruturais por parte das organizações, surgindo assim a real necessidade de se criar novas ferramentas que fossem capazes de auxiliar os gestores organizacionais na condução dos processos de negócios das empresas. Nesta época surgiram as técnicas conhecidas como *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), e o método do caminho crítico *Critical Path Method* (CPM), ofertando as gerências da época um controle maior dos projetos.

Através de um caso de sucesso, conhecido como projeto POLARIS por volta de 1958, que foi totalmente gerenciado pelo governo americano, utilizando a técnica de PERT mencionada acima, que na ocasião contribuiu para a construção de 200 submarinos atômicos tendo a análise de custos e duração de projeção totalmente realizados conforme o planejamento, obedecendo prazos, custos e principalmente criando condições para a qualidade do produto final (PRADO, 2000).

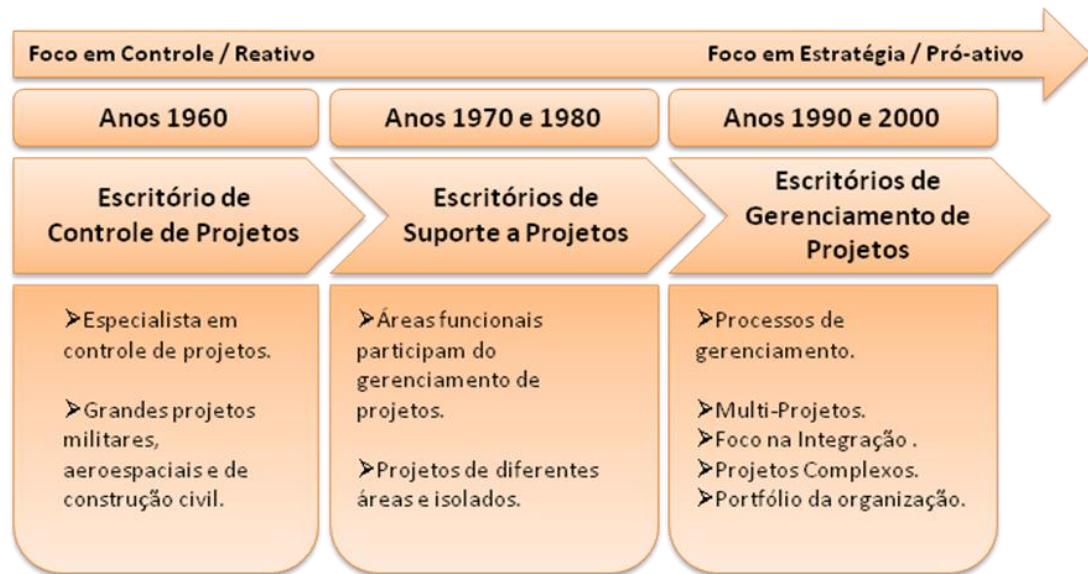


Figura 9 – Histórico evolutivo da gestão de projetos
Fonte: Possi, 2006.

Outra concepção de relevância é sobre POSSI (2006), que relata que a concepção voltada para o escopo de gestão de projetos, passou a ser considerada e referenciada a partir da década de 70, onde o autor destaca a importância do trabalho que precisa ser realizado para entregar produtos e serviços ou resultados, porém com características e funções específicas, projetadas, previstas, caracterizando assim a gestão de projetos.

2.2.2 Gerenciamento projetos e principais agentes

O gerenciamento de programas é definido como um departamento que centraliza o gerenciamento de projetos. O que isto significa é que o PMO ou o *Project Management Office* é um repositório de todos os projetos que estão sendo executados em uma organização. A Gestão do Programa atende o CIO (*Chief Information Officer*), fornecendo atualizações regulares de status relacionadas ao progresso de todos os projetos da empresa (MARTINS, 2013).

O papel do PMO é garantir que os projetos sejam financeiramente viáveis e gerar um alerta sempre que houver uma possibilidade ou ocorrência de uma sobrecarga de custo. O PMO também mantém o controle sobre o faturamento e outros detalhes relacionados ao projeto. Assim, a função do PMO é supervisionar os projetos que estão sob o seu domínio e agir como uma espécie de agência de monitoramento para eles. No cenário atual, há uma necessidade de liderança visionária pelos CIOs, além da liderança técnica. (PMBOK, 2017).

Liderança técnica é a capacidade de detectar tendências no espaço técnico e aproveitá-las para o sucesso do projeto. Isso envolve escolher a tecnologia certa e ser capaz de ficar à frente da curva em relação às novas tecnologias. Por outro lado, a liderança visionária do programa é necessária para controlar os custos e gerenciar efetivamente os aumentos de produtividade e a integração mais rigorosa dos processos. Isso é relevante no contexto da atual crise econômica, em que a ênfase está na redução de custos e na melhoria do resultado final. (MALLET, 2012).

O papel de um gerente de projeto é semelhante ao de um maestro em uma sinfonia. Individualmente, cada um dos artistas sabe o que deve ser feito para seu papel. Mas, é necessário que haja uma pessoa que tenha o panorama geral ou a visão coletiva para tornar o desempenho um sucesso. Da mesma forma, o gerente de projeto impulsiona toda a equipe do projeto na busca de objetivos comuns.

O papel do Gerente de Projeto é garantir que os objetivos gerais do projeto sejam atingidos com a participação de cada membro individual. O gerente de projeto é como o mentor principal e sua perspicácia depende de quão bem ele ou ela pode alavancar os pontos fortes dos membros individuais enquanto minimiza o impacto de suas fraquezas. (PMBOK, 2017).

Os gerentes de programa têm a mesma visão, mas em um nível muito mais alto. Seu trabalho está na linha de fundo geral para a divisão ou a empresa e eles dirigem os gerentes de projeto individuais. Isso é semelhante ao de uma pirâmide onde o CIO ou o gerente de programa está no ápice e o gerente de projeto no próximo nível, o projeto leva mais para baixo e assim por diante.

2.2.3 A visão das organizações sobre o gerenciamento de projetos e suas fases

De acordo com o guia do PMBOK, em sua sexta versão, um projeto é definido como um empreendimento temporário com começo e fim e deve ser usado para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Além disso, é progressivamente elaborado. O que essa definição de projeto significa é que projetos são aquelas atividades que não podem continuar indefinidamente e devem ter um propósito definido (PMBOK, 2017).

Um projeto é uma atividade para atender à criação de um produto ou serviço exclusivo e, portanto, as atividades realizadas para realizar atividades rotineiras não podem ser consideradas projetos. Por exemplo, se um projeto tiver menos de três meses e menos de 20

peessoas trabalhando nele, talvez não esteja trabalhando no que é chamado de projeto, de acordo com a definição do termo.

Vale ressaltar que, o termo temporário não se aplica ao resultado ou serviço que é gerado pelo projeto. O projeto pode ser finito, mas não o resultado. Por exemplo, um projeto para construir um monumento seria de duração fixa, enquanto o resultado que é o monumento pode ser por um período indefinido no tempo. Um projeto é uma atividade para criar algo único. Naturalmente, muitos dos edifícios de escritórios que são construídos são semelhantes em muitos aspectos, mas cada instalação individual é única em seu próprio caminho.

Logo, um projeto deve ser elaborado progressivamente. Isso significa que o projeto progride em etapas e continua em incrementos. Isso também significa que a definição do projeto é refinada a cada passo e, finalmente, o propósito do progresso é enunciado. Isso significa que um projeto é inicialmente definido e, em seguida, à medida que o projeto avança, a definição é revisitada e mais clareza é adicionada ao escopo do projeto, bem como as suposições subjacentes sobre o projeto.

Diante tais premissas, um projeto possui início, meio e fim, além da composição básica dos objetivos de um projeto que precisam ser explorados e cumpridos durante esta fase. As fases de um projeto compõem o ciclo de vida do projeto. É conveniente que os gerentes de projeto dividam o projeto em fases para fins de controle e rastreamento.

Cada marco em cada estágio é então elaborado e rastreado para conclusão. As fases básicas de um projeto dependem do tipo de projeto que está sendo executado. Por exemplo, um projeto de software pode ter fases de requisito, projeto, construção, teste e implementação, enquanto um projeto para construir um metrô ou um prédio pode ter nomes diferentes para cada fase.

Assim, a nomeação das fases de um projeto depende do tipo de entregas que é procurado em cada fase. Para fins de definição, as fases podem ser divididas em carta inicial, declaração de escopo, plano, linha de base, progresso, aceitação, aprovação e entrega. Essa classificação está de acordo com o PMBOK. Assim, as fases de um projeto estão estreitamente correlacionadas com as do ciclo do projeto (PMBOK, 2017).

O propósito de cada fase do projeto é um conjunto de entregas que são acordadas antes do início do projeto. Por exemplo, em um projeto de software, a fase de requisito precisa gerar os documentos de requisitos, a fase de design, o documento de design, etc. A fase de criação

em um projeto fornece o código concluído, enquanto a fase de teste é sobre o teste concluído para as entregas.

Cada fase do projeto está associada a um determinado marco e o conjunto de entregas que cada fase deve entregar é então rastreado para conformidade e fechamento. O Ciclo de Vida do Projeto consiste nos processos de início, execução, controle e fechamento do framework, conforme descrito no PMBOK. Cada um desses processos é necessário para garantir que o projeto permaneça no caminho certo e seja concluído de acordo com as especificações (PMBOK, 2017).

2.2.4 Características dos processos em gerenciamento de projetos

Um projeto em qualquer organização é a colaboração entre departamentos para alcançar um único objetivo bem definido. O processo de planejar, organizar e gerenciar recursos para atingir o objetivo organizacional é chamado de gerenciamento de projetos. (CANDIDO, et. al, 2012).

O gerenciamento de projetos é muito importante na produção de bens e serviços. Geração de ideias para produção final de produto ou serviço, cada etapa pode ser categorizada como projetos individuais. Qualquer projeto requer um gerente de projeto, que conduz o projeto à sua conclusão lógica. O gerente de projetos é responsável por indicar membros da equipe com diferentes antecedentes, mas essenciais para a conclusão do projeto. (PMBOK, 2017).

Mediante as concepções, pode-se classificar o gerenciamento de projetos, baseados da seguinte forma: (CARVALHO, 2007).

Um projeto não é uma atividade diária normal realizada pela organização, e sim uma atividade específica, não-rotineira, de prazo variável e viabilidade de impacto do negócio a longo prazo. Um projeto típico possui as seguintes características:

- **Cronograma:** Um projeto tem uma linha do tempo definida com ponto inicial e final mensuráveis.
- **Recursos:** Um projeto tem recursos limitados de capital e mão de obra.
- **Ferramentas:** Tipo especial de ferramentas e técnicas são usadas para gerenciamento de projetos (Gráficos de Gantt, etc.)

- **Equipe:** O gerenciamento de projetos exige equipe diversificada que se estende por departamentos e funções.

Ciclo de Vida do Projeto: Um projeto típico é dividido nas seguintes fases. Cada fase do projeto tem sua importância e impacto no sucesso geral do projeto.

- **Fase de Iniciação:** Nesta fase do projeto, o feedback recebido dos clientes é analisado e o brainstorming é feito para desenvolver um novo produto ou modificar o produto existente para atender às novas demandas.
- **Fase de Definição do Projeto:** Nesta fase do projeto, são feitos esforços para definir a solução para o problema proposto pelos clientes.
- **Estudo de Viabilidade:** Nesta fase, o planejamento do projeto é feito e marcos definitivos são estabelecidos.
- **Execução do Projeto:** Nesta fase, todas as atividades e marcos estabelecidos na fase anterior são executados de maneira oportuna e ordenada. Esta fase utiliza o máximo de todos os recursos.
- **Conclusão do Projeto:** Esta é a última fase do projeto. Nesta fase, o produto ou serviço final é entregue à equipe de operações para produção comercial.

Atividades de gerenciamento de projetos: As atividades de gerenciamento de projetos são divididas principalmente em três categorias principais: Planejamento, Programação e Controle.

- **Planejamento:** as atividades de planejamento incluem a definição do objetivo do projeto, o planejamento de recursos etc.
- **Agendamento:** as atividades de agendamento incluem o desenvolvimento de marcos detalhados e diretrizes para o projeto. Essas atividades são realizadas normalmente antes do início real do projeto.
- **Controle:** as atividades de controle incluem o desenvolvimento de pontos de controle de orçamento e finanças, a medição de tarefas agendadas é realizada.

Técnicas de gerenciamento de projetos: Existem várias técnicas utilizadas para gerenciamento de projetos. Algumas das técnicas são as seguintes e são usadas principalmente para agendamento de projetos.

- **Gráficos de Gantt:** Esses gráficos são usados para representar as tarefas do projeto em relação ao tempo. Ele monitora o progresso de tarefas individuais do projeto e também destaca a dependência, se houver, entre essas tarefas do projeto.
- **Técnicas de planejamento de rede:** essas técnicas mostram a relação entre as atividades do projeto, a duração do projeto, o caminho crítico, as restrições de atividades não críticas e a utilização de recursos. Existem dois tipos de técnicas de planejamento de rede, o Método do Caminho Crítico (CPM) e a Técnica de Avaliação e Avaliação do Programa (PERT).

Desta forma, compreende-se que Gerenciamento de Projetos é a arte de gerenciar todos os aspectos de um projeto, desde o início até o encerramento, usando uma metodologia científica e estruturada. O termo projeto pode ser usado para definir qualquer empreendimento de natureza temporária e com começo ou fim. O projeto deve criar algo único, seja um produto, serviço ou resultado, e deve ser elaborado progressivamente (MARTINS, 2013).

Como a definição implica, nem toda tarefa pode ser considerada um projeto. Valeria a pena manter essa definição em mente ao categorizar projetos e estudar seu papel no sucesso da organização. Com a definição acima do projeto, obtém-se uma ideia clara sobre o que é um projeto.

2.2.5 Gestão da qualidade aplicada ao gerenciamento de projetos

Segundo Juran (1998) um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, significando que todos os projetos possuem um início e um final definidos. O final é totalmente alcançado quando os objetivos do projeto tiverem sido atingidos, quando se tornar claro que os objetivos do projeto não serão ou não poderão ser atingidos ou simplesmente quando não existir mais a necessidade do projeto e ele for encerrado.



Figura 10 – Planejamento e Gerenciamento da Qualidade
Fonte: Bravo, 2003.

Juran (1998), ainda nos diz que os projetos são um meio de organizar atividades que não podem ser abordadas dentro dos limites operacionais normais da organização. Os projetos são, portanto, frequentemente utilizados como um meio de atingir o plano estratégico de uma organização, seja a equipe do projeto formada por funcionários da organização ou um prestador de serviços contratado. Os projetos são normalmente autorizados como um resultado de uma ou mais das seguintes considerações estratégicas:

- Uma demanda de mercado (por exemplo, uma companhia de petróleo autoriza um projeto para construir uma nova refinaria em resposta a um problema crônico de falta de gasolina);
- Uma necessidade organizacional (por exemplo, uma empresa de treinamento autoriza um projeto para criar um novo curso para aumentar sua receita);
- Uma solicitação de um cliente (por exemplo, uma companhia de energia elétrica autoriza um projeto de construção de uma nova subestação para atender a um novo parque industrial);
- Um avanço tecnológico (por exemplo, uma empresa de software autoriza um novo projeto para desenvolver uma nova geração de vídeo games após o lançamento de um novo equipamento para jogos por empresas de produtos eletrônicos);
- Um requisito legal (por exemplo, um fabricante de tintas autoriza um projeto para estabelecer diretrizes para o manuseio de um novo material tóxico)

O gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos (CAMPOS, 1992). O gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e da integração dos seguintes processos de gerenciamento de projetos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento. O autor ainda determina que o gerente de projetos é a pessoa que é totalmente responsável pela realização dos objetivos do projeto.

Segundo CAMPOS (1992), gerenciar um projeto inclui:

- Identificação das necessidades;
- Estabelecimento de objetivos claros e alcançáveis;
- Balanceamento das demandas conflitantes de qualidade, escopo, tempo e custo;
- Adaptação das especificações, dos planos e da abordagem às diferentes preocupações e expectativas das diversas partes interessadas.

Segundo BRAVO (2003), praticamente todos os projetos são planejados e implementados em um contexto social, econômico e ambiental e têm impactos intencionais e não intencionais positivos e/ou negativos. A equipe do projeto deve considerar o projeto em seus contextos ambientais cultural, social, internacional, político e físico, conforme a seguinte concepção de JURAN (1998):

Ambiente cultural e social: a equipe precisa entender como o projeto afeta as pessoas e como as pessoas afetam o projeto. Isso pode exigir um entendimento de aspectos das características econômicas, demográficas, educacionais, éticas, étnicas, religiosas e de outras características das pessoas afetadas pelo projeto ou que possam ter interesse no projeto. O gerente de projetos também deve examinar a cultura organizacional e determinar se o gerenciamento de projetos é reconhecido como uma função válida com responsabilidade e autoridade para gerenciar o projeto.

Ambiente internacional e político: talvez seja necessário que alguns membros da equipe estejam familiarizados com as leis e costumes internacionais, nacionais, regionais e locais aplicáveis, além do clima político que poderia afetar o projeto. Outros fatores internacionais a serem considerados são as diferenças de fuso horário, os feriados nacionais e regionais, a necessidade de viagens para reuniões com a presença física dos membros e a logística de teleconferência.

Ambiente físico: se o projeto afetar seu ambiente físico, alguns membros da equipe precisarão conhecer bem a ecologia local e a geografia física que podem afetar o projeto ou ser afetadas pelo projeto.

Diante tais concepções explanadas acima, entende-se que o gerenciamento de projetos é bem mais amplo e é certo dizer que este processo engloba outras fases de inserções em seu escopo, como por exemplo o gerenciamento de portfólios, gerenciamento de programas, escritório de projetos, e normalmente existe uma hierarquia de plano estratégico, portfólio, programa, projeto e subprojeto, na qual um programa constituído de diversos projetos associados contribuirá para o sucesso de um plano estratégico (JURAN, 1998).

Abaixo segue as definições sob a concepção do autor JURAN (1998), que define:

Gerenciamento de Programas: Um programa é um grupo de projetos relacionados gerenciados de modo coordenado para a obtenção de benefícios e controle que não estariam disponíveis se eles fossem gerenciados individualmente. Programas podem incluir elementos de trabalho relacionado fora do escopo dos projetos distintos no programa. Por exemplo: O programa de um novo modelo de carro pode ser subdividido em projetos para o design e as atualizações de cada componente principal (por exemplo, transmissão, motor, interior, exterior) enquanto a fabricação continua na linha de montagem.

Portfólios e Gerenciamento de portfólios: Um portfólio é um conjunto de projetos ou programas e outros trabalhos agrupados para facilitar o gerenciamento eficaz desse trabalho a fim de atender aos objetivos de negócios estratégicos. Os projetos ou programas no portfólio podem não ser necessariamente interdependentes ou diretamente relacionados. É possível atribuir recursos financeiros e suporte com base em categorias de risco/premiação, linhas de negócios específicas ou tipos de projetos genéricos, como infraestrutura e melhoria dos processos internos.

Subprojetos: Os projetos são frequentemente divididos em componentes mais facilmente gerenciáveis ou subprojetos, embora os subprojetos individuais possam ser chamados de projetos e gerenciados como tal.

Os subprojetos são normalmente contratados de uma empresa externa ou de outra unidade funcional na organização executora. Exemplos: Subprojetos baseados no processo do projeto, como uma fase específica no ciclo de vida do projeto Subprojetos que atendem aos

requisitos de habilidades de recursos humanos, como encanadores ou eletricitas necessários em um projeto de construção.

Subprojetos que envolvem tecnologia especializada, como testes automatizados de programas de computador em um projeto de desenvolvimento de software. Em projetos muito grandes, os subprojetos podem consistir em uma série de subprojetos ainda menores.

Escritório de projetos: Um escritório de projetos (PMO) é uma unidade organizacional que centraliza e coordena o gerenciamento de projetos sob seu domínio. Um PMO também pode ser chamado de “escritório de gerenciamento de programas”, “escritório de gerenciamento de projetos” ou “escritório de programas”. Um PMO supervisiona o gerenciamento de projetos, programas ou uma combinação dos dois. Os projetos apoiados ou administrados pelo PMO não podem estar relacionados de outra forma que não seja por serem gerenciados juntos.

Por último, porém não menos importante, ARAUJO (2001), menciona sobre o ciclo de vida e organização de um projeto. O autor relata em sua obra que os projetos e o gerenciamento de projetos são executados em um ambiente mais amplo que o do projeto propriamente dito.

A equipe de gerenciamento de projetos precisa entender esse contexto mais amplo para que possa selecionar as fases do ciclo de vida, os processos, as ferramentas e técnicas adequadas ao projeto.

Segundo o autor ARAUJO (2001), os tópicos incluídos aqui são:

O ciclo de vida do projeto: A organização ou os gerentes de projetos podem dividir projetos em fases para oferecer melhor controle gerencial com ligações adequadas com as operações em andamento da organização executora. Coletivamente, essas fases são conhecidas como o ciclo de vida do projeto. Muitas organizações identificam um conjunto específico de ciclos de vida para serem usados em todos os seus projetos.

As motivações que criam o estímulo para um projeto são normalmente chamadas de problemas, oportunidades ou necessidades de negócios. O efeito dessas pressões é que o gerenciamento em geral deve priorizar essa solicitação no que se refere às necessidades e demandas de recursos de outros possíveis projetos.

Partes interessadas no projeto: Partes interessadas no projeto são pessoas e organizações ativamente envolvidas no projeto ou cujos interesses podem ser afetados como resultado da execução ou do término do projeto. Eles podem também exercer influência sobre os objetivos e resultados do projeto.

A equipe de gerenciamento de projetos precisa identificar as partes interessadas, determinar suas necessidades e expectativas e, na medida do possível, gerenciar sua influência em relação aos requisitos para garantir um projeto bem-sucedido. As partes interessadas possuem diversos níveis de responsabilidade e de autoridade quando participam de um projeto e eles podem mudar durante o ciclo de vida do projeto. Sua responsabilidade e autoridade variam desde contribuições eventuais em estudos e *focus groups* até o patrocínio total do projeto, que inclui o fornecimento de apoio financeiro e político.

2.2.6 Análise de Riscos em projetos

É bastante comum percebermos através da internet, que as empresas buscam cada vez mais por novos horizontes através da tecnologia, oportunidades de processos e melhoria de seus produtos e serviços, e com certeza para isso é preciso sempre considerar os riscos que podem ocorrer durante todas as etapas no projeto.

Segundo DAMODARAN (2009), a empresa que procura não se expor a nenhum risco, provavelmente não colherá lucros, porém àquela que se expõe ao risco sem nenhum gerenciamento se sairá ainda pior.

Sendo assim é preciso considerar que a questão do gerenciamento de riscos não está ligada apenas à eliminação do risco, mas principalmente ao controle e monitoramento destes riscos. É preciso que as organizações se atentem para as etapas e procedimentos que compõem o gerenciamento de riscos, afim de planejar e garantir um plano de ação básico para aplicar-se caso haja necessidade. Baseado nestas exemplificações Damodaran (2009), exemplifica através da tabela abaixo uma relação simples de um plano de ação, para uma situação qualquer.

RISCO	PROBABILIDADE	IMPACTO	PLANO DE AÇÃO
Agendamento de Reuniões com Cliente	Positiva	Atraso em aprovações	Envio de dados com no mínimo 10 dias de antecedência, caso não confirme as reuniões presenciais as aprovações se darão por vídeo conferencia

Recursos	Positiva	Baixa qualidade na entrega de produtos e serviços	Terceirização ou contratação de profissionais com mais experiência.
----------	----------	---	---

Tabela 1 - Exemplo de um plano de ação

Fonte: DAMODARAN (2009)

As empresas precisam adotar uma visão mais abrangente do gerenciamento de riscos, onde além de criarem dispositivos de proteção contra riscos indesejáveis, possam explorar riscos que venham a contribuir para o crescimento dos negócios (DAMODARAN, 2009).

Segundo dados do PMBOK (2018), gerenciar os riscos consiste basicamente em maximizar a probabilidade e o impacto de eventos positivos e minimizar a probabilidade e o impacto de eventos negativos, se antecipando a esse evento, ou seja, pensar em ações corretivas antes do problema acontecer.

É de suma importância que a empresa considere durante a fase de projetos de qualquer produto, serviço de qualquer natureza a probabilidade de riscos emergentes ou não para o que está sendo desenvolvido, além da exploração de possibilidades futuras que poderão surgir de acordo com a expansão do negócio estudado.

Quanto mais bem projetado e analisado as condições do negócio, menos problemas ligados à estes produtos e serviços a organização encontrará no futuro, possibilitando assim uma maior probabilidade de sucesso do projeto. O gerenciamento de riscos é executado ao longo de todo o projeto, compreendendo as atividades de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas, monitoramento e controle de riscos. (PMBOK, 2018).

Segundo WARD (2000), risco é definido como “o efeito acumulativo da probabilidade de incerteza que pode afetar positivamente (oportunidade) ou negativamente (ameaça) o projeto”, o que demonstra que gerenciar riscos de forma criteriosa é fundamental para o sucesso do projeto. O PMI apresenta através da imagem abaixo, que relaciona os riscos aos impactos que estes podem gerar nos projetos (PMI, 2018):

Avaliação de Impactos dos Riscos nos Principais Objetivos do Projeto (escala não linear)					
Objetivo do Projeto	Muito Baixo 0,05	Baixo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muito Alto 0,80
Custo	Incremento de Custo insignificante	<5% de Incremento de Custo	5 - 10% de Incremento de Custo	10 - 20% de Incremento de Custo	>20% de Incremento de Custo
Prazo	Atraso insignificante	<5% de Atraso	5 - 10% de Atraso	10 - 20% de Atraso	>20% de Atraso
Escopo	Variação dificilmente detectável	Áreas não críticas são afetadas	Áreas críticas são afetadas	Redução de escopo não aceitável pelo cliente	Impossibilidade de concluir o projeto
Qualidade	Degradação da qualidade imperceptível	Apenas aplicações de alta demanda são afetadas	Redução da qualidade necessita de aprovação do cliente	Redução da qualidade inaceitável pelo cliente	Projeto perdido. Resultado desastroso.

Figura 11 – A influência dos riscos nos resultados dos projetos

Fonte: PMI, 2018 – modelo adaptado

Segundo WARD (2000), alguns projetos não necessitam de um gerenciamento de riscos, sob a análise da influência, demanda, custos de operação, grau de relevância do projeto em si, porém é de extrema importância que o projeto seja totalmente monitorado e acompanhado em todas as suas fases de implementação, operação e manutenção.

O autor ainda define que há um processo para análise e gerenciamento de riscos que devem ser considerados, segundo imagem abaixo:



Figura 12 – Processo de gerenciamento de riscos

Fonte: WARD 2000, modelo adaptado

Diante as explanações impostas acima, é fato e válido afirmar que o gerenciamento de riscos é de total importância para as organizações que buscam um sistema de avaliação dos seus processos, buscam minimizar através de ações planejadas, tarefas que norteiem e solucionem possíveis problemas que possam ocorrer em cada etapa do projeto, assim a empresa estará mais preparada, prevendo e prevenindo contra possíveis barreiras que possam acontecer durante o desenvolvimento de seus produtos e processos.

2.2.7 Aplicações de gerenciamento de projetos para usinas Eólicas

A primeira etapa no gerenciamento e planejamento de projetos é reunir uma equipe de projeto confiável. Essa equipe deve ter espírito empreendedor, liderança experiente e estrutura

de governança, pois irá orientar o projeto e prestar contas na tomada de decisões. Se este for o primeiro projeto eólico, as pessoas que seu gerente de projeto reúne podem fazer ou quebrar seu projeto. Como acontece com qualquer empreendimento de negócios multimilionário, o lançamento de um esforço comunitário de desenvolvimento eólico requer uma estrutura sólida de operações de negócios (XAVIER; CAETANO, 2020).

Isso inclui um CEO experiente, apoiado por membros da equipe, todos descritos a seguir. Se nunca presidiu uma empresa dessa escala, talvez queira fazer parceria com um executivo de projetos veterano para ajudar a se orientar nas principais decisões e questões de gerenciamento. Depois que o projeto for construído, precisará garantir uma supervisão contínua para monitoramento de manutenção, operações e relatórios sobre os vários aspectos financeiros do negócio (XAVIER; CAETANO, 2020).

Segundo VIRTEBO (2008), é definido como participantes primordiais em uma construção de um parque eólico, apoiado por um gerenciamento de projetos, como sendo:

Diretor Executivo. O desenvolvimento de um projeto comunitário de energia eólica é semelhante ao desenvolvimento de uma usina de etanol. É necessária uma equipe dedicada e diversificada para colocá-lo em produção, incluindo um forte CEO e um Conselho de Administração que manterão o projeto nos trilhos. O CEO deve ter experiência em negócios, de preferência no setor de energia, e deve ter um forte conhecimento da indústria eólica e dos riscos e recompensas associados ao desenvolvimento da comunidade eólica. O CEO é fundamental no desenvolvimento de relacionamentos com potenciais investidores e instituições financeiras. São relações das quais o projeto dependerá quando for necessário capital para avançar com as etapas de desenvolvimento. O CEO deve ser experiente o suficiente para entender quando e como exercer esses relacionamentos para garantir que se cumpra as metas de participação e retorno do investimento estabelecidas no início do projeto.

Conselho Administrativo: O Conselho de Administração deve ser diversificado e composto por membros da comunidade com experiência em energia, política rural, gestão de negócios e questões jurídicas. O trabalho do Conselho é guiar o projeto em direção aos objetivos desejados, fornecendo contribuições em vários estágios de desenvolvimento do projeto e dando conselhos quando decisões importantes devem ser tomadas envolvendo planejamento de negócios, finanças e questões legais. Os membros do conselho devem ser selecionados não apenas por essas qualidades, mas também por sua capacidade de tomar decisões de negócios sólidas que não sejam obscurecidas por emoções ou políticas locais. Um

conselho forte e diversificado ajudará o projeto a impedir os problemas antes que eles se transformem em problemas substanciais, baseando-se em suas experiências anteriores com empreendimento semelhantes e tomando decisões difíceis quando surgirem problemas. Um conselho forte também pode ajudar a atrair capital para o projeto quando necessário, porque os investidores terão a garantia de que seu dinheiro será usado de maneira responsável.

Gestor de projeto: Um gerente de projeto eficaz atua como líder da equipe de desenvolvimento. Ele ou ela é responsável por garantir que as tarefas sejam atribuídas aos membros da equipe adequados e concluídas dentro do prazo necessário para cumprir os prazos do projeto. O gerente de projeto deve ter experiência no desenvolvimento de energia eólica e ser capaz de avaliar adequadamente os riscos do projeto e os talentos dos membros da equipe. Além disso, essa pessoa é responsável por garantir que os membros da equipe troquem as informações necessárias em tempo hábil. Um gerente de projeto deve se comunicar bem, ser organizado e ser capaz de gerenciar todos os membros da equipe para garantir o uso eficiente de recursos e tempo.

O gerente do projeto, em muitos casos, será a face pública do projeto, envolvendo os membros da comunidade e se reunindo com as autoridades. Ele ou ela estará intimamente envolvido nas negociações para compra de aerogeradores, contrato de compra de energia e interconexão. Uma compreensão das métricas de negócios, no que se refere ao desenvolvimento da comunidade eólica e à política local, é essencial para um líder de equipe bem qualificado (XAVIER; CAETANO, 2020).

O gerente de projeto geralmente é um desenvolvedor eólico experiente que o proponente do projeto contrata. Pode-se contratar um gerente de projeto que tenha desenvolvido outros tipos de grandes projetos de energia, uma vez que os conjuntos de habilidades para o desenvolvimento de projetos eólicos comunitários e outras instalações de geração são semelhantes. O segredo é contratar alguém em quem se confie, pois, essa pessoa será a principal responsável por garantir que seus investidores obtenham o retorno de investimento desejado (VIRTEBO, 2008).

Segundo Possner e Caldeira (2017), para reunir a equipe certa para executar o desenvolvimento da energia eólica da comunidade é muito importante; deve-se consultar outras pessoas que concluíram projetos semelhantes para aprender sobre suas experiências com consultores, fabricantes e empresas de construção específicos. Precisa-se ter certeza de que a equipe de consultores do seu projeto consiste em pessoas experientes e confiáveis com

quem se tem um bom relacionamento. Seu projeto exigirá experiência em áreas que incluem, mas não estão limitadas a: Avaliação de recursos eólicos, Estudos de impacto ambiental, Projeto de interconexão, Gestão de construção, Projeto de fundação, Acordos legais.

A quantidade de especialistas que se decidir contratar para o seu projeto dependerá da experiência e do nível de conforto do Conselho - e do tempo que o Conselho está disposto a dedicar - em cada uma dessas áreas. Se tem pouca experiência em energia eólica, pode contratar especialistas para cada um desses aspectos de desenvolvimento do projeto. Alguns desenvolvedores de energia eólica da comunidade podem se sentir qualificados para realizar certas tarefas eles próprios.

Avaliar e documentar o recurso eólico em seu site é uma das etapas mais importantes no design de seu projeto (VIRTEBO, 2008). Para um projeto em escala comercial, precisará conduzir uma ampla coleta e análise de dados no local. Os requisitos de dados eólicos para financiar um projeto de 50 MW são muitas vezes substancialmente mais rigorosos do que os que os credores podem exigir para um projeto de 2 MW (POSSNER; CALDEIRA, 2017). Consultar um meteorologista ou profissional de avaliação de vento para obter informações sobre onde os aerogeradores devem ser localizadas é necessário para alguns subsídios federais e é recomendado para locais com terrenos complexos. Um meteorologista ou especialista em modelagem de local pode confirmar as melhores posições para o equipamento e para a produção esperada do projeto.

Para muitos projetos eólicos comunitários, uma avaliação de impacto ambiental é necessária. Cientistas profissionais podem ajudar a negociar protocolos de estudo e conduzir pesquisas de campo cientificamente confiáveis (POSSNER; CALDEIRA, 2017). Um conjunto defensável de estudos ambientais é importante para a obtenção de licenças e apoio comunitário. Muitas bolsas vêm com requisitos para quem precisa realizar o estudo e o que ele deve cobrir. Consultar com agências ambientais e ambientais locais, estaduais e federais ajudará a entender quais conhecimentos serão necessários para concluir os estudos de impacto ambiental (XAVIER; CAETANO, 2020).

A concessionária à qual seu projeto se interconectará projetará o sistema de interconexão para seu projeto eólico, mas pode ser uma boa ideia contratar um engenheiro que seja independente da concessionária para ajudar a projetar o sistema de interconexão, garantir que os planos da concessionária estejam dentro do razoável, e confirme se os custos

associados são realistas. Os gerentes de construção geralmente podem recomendar um engenheiro com experiência em interconexão (VIRTEBO, 2008).

O gerente de construção é um membro crítico da equipe, responsável por supervisionar a construção do projeto e operar dentro das restrições de orçamento e cronograma que podem ser impostas por contratos de compra de energia ou expiração de incentivos. Idealmente, você poderá contratar um empreiteiro geral local com experiência anterior no gerenciamento de instalações de aerogeradores eólicos. Do contrário, o fabricante do aerogerador deve recomendar um ou mais gerentes de construção de alta qualidade (MENDES, et. al., 2016).

A fundação do aerogerador é uma estrutura específica do local e deve ser adequadamente projetada para suportar as cargas substanciais colocadas nela pelo aerogerador eólico. Um engenheiro civil será consultado para conduzir testes de solo e recomendar um projeto de fundação ou para criar um novo projeto, conforme o caso justifique. O fabricante de seu aerogerador pode fornecer uma lista de engenheiros que já projetaram as fundações de seus aerogeradores (POSSNER; CALDEIRA, 2017).

Provavelmente, terá que contratar vários advogados com diferentes áreas de especialização para levar o projeto a bom porto. Contratos de compra de energia, aquisição de aerogeradores, financiamento de projetos, controle de terras e vários contratos associados são especializados para a indústria de energia independente. Alguns advogados também são especializados em licenciamento e conformidade ambiental. Essas partes de um processo de desenvolvimento de energia eólica comunitária devem atender aos padrões da indústria. Um projeto eólico comunitário é um investimento de vários milhões de dólares e vale a pena consultar advogados com experiência em direito corporativo e tributário para ter certeza de que seus ativos estão protegidos caso o projeto não tenha o desempenho esperado.

Sobre o gerenciamento de riscos aplicado a construções de parques eólicos, (MENDES, et. al., 2016), menciona o seguinte: Projetos eólicos geralmente têm um período prolongado de investimento de risco. Até que todas as licenças, financiamentos e equipamentos sejam obtidos, permanece o risco de que o projeto não seja concluído. Portanto, é fundamental estar preparado para enfrentar e gerenciar riscos. A equipe de projeto certa, incluindo um gerente de projeto familiarizado com os riscos associados, deve ser capaz de incorporar a mitigação de riscos em um plano de gerenciamento bem-sucedido. Fatores de risco de desenvolvimento de projetos eólicos, ou fontes de risco, se enquadram em categorias

principais: Fatores de produção de energia (Recurso eólico, Equipamento, Operações e manutenção, Força maior), outros fatores de receita como o (valor da energia produzida, alocação de benefícios fiscais, Subsídios fiscais intermitentes, Transmissão) Outros fatores de sucesso ou fracasso do projeto como (Impactos ambientais, Aceitação pública / política, Controle do site e Construção).

Embora todos esses riscos possam impedir que um projeto se concretize, se pode ter mais controle sobre alguns e mais facilmente mitigar alguns do que outros. As classificações dos níveis de risco mostradas na tabela ilustram quanto de um fator cada risco desempenha no plano geral do projeto. Normalmente, é fácil lidar com uma classificação de uma estrela, se você planejou adequadamente. Cinco estrelas significam que se não tem controle sobre esse risco ou que ele deve ser avaliado no início do processo de desenvolvimento porque representa uma “falha potencialmente fatal” - aquela que pode encerrar um projeto (POSSNER; CALDEIRA, 2017).

Para determinar se recursos significativos devem ser gastos para levar um projeto adiante, é aconselhável contratar uma empresa externa para realizar um estudo de viabilidade. Este estudo o ajudará a entender melhor o mercado em que o projeto está entrando, ajudará no desenvolvimento de um plano de negócios abrangente e considerará muitos dos testes de falhas fatais antecipadamente. Existem muitas empresas de consultoria com experiência no desenvolvimento de projetos de energia eólica que podem ajudar a elaborar uma parte ou a totalidade do estudo de viabilidade. Segundo (MENDES, et. al., 2016) são: Cenário Geral e Necessidade do Projeto, Potencial de mercado (atual e futuro), Fornecimento de matéria-prima e plano de aquisição de equipamentos, Fornecimento de mão de obra e outros insumos essenciais, Características e especificações técnicas, Cronograma de Desenvolvimento e Plano de Produção, Requisitos de capital e cronograma de investimento, Plano de vendas e programação de receita, Custos operacionais projetados e receita líquida, Cronograma de Novos Benefícios - Orçamento Parcial, Viabilidade Econômica do Projeto, Plano Financeiro para Projeto, Apêndices e Notas, Requisitos de gerenciamento para o projeto.

O planejamento de um projeto de energia eólica comunitário requer o malabarismo de muitos processos ao mesmo tempo e lidar com muitas pessoas, agências e empresas diferentes. É importante estar organizado durante o desenvolvimento do seu projeto para que etapas críticas não sejam perdidas. Uma maneira de garantir que se esteja em dia com todas as

etapas e a papelada necessárias é desenvolver um plano de projeto e cronograma detalhados antes de avançar muito no desenvolvimento (POSSNER; CALDEIRA, 2017).

Seu plano de projeto deve identificar os membros da equipe do projeto, definir as tarefas que precisam ser concluídas, atribuir tarefas aos membros da equipe, determinar as dependências das tarefas e definir o cronograma do projeto. Uma boa maneira de organizar o plano do projeto é dividi-lo nas fases típicas de desenvolvimento do projeto (MENDES, et. al., 2016).

O desenvolvimento de um projeto eólico comunitário pertencente a fazendeiros tem muitas analogias com a construção de uma cooperativa de etanol. Os agricultores possuem milho e outros estoques de ração que podem ser utilizados para criar biocombustíveis. Comunidades que possuem um recurso eólico robusto têm a oportunidade de desenvolver projetos eólicos ou comercializar seus recursos naturais e ser um parceiro em seu desenvolvimento.

Participar de uma cooperativa de etanol oferece recompensas maiores do que simplesmente vender milho para uma empresa que, por sua vez, processará o milho em etanol e o venderá por uma margem muito maior do que o agricultor está recebendo pela produção da commodity. Possuir aerogeradores eólicas e se beneficiar diretamente da venda de eletricidade e incentivos gera um retorno muito maior do que simplesmente alugar um terreno para um desenvolvedor para pagamentos periódicos. Os projetos eólicos da comunidade podem ser complexos e envolver muitos especialistas e partes interessadas diferentes. Você pode ter a iniciativa e a visão para reconhecer uma oportunidade, mas pode não ter todas as habilidades necessárias para transformar essa visão em realidade. Uma equipe de projeto confiável e experiente e um plano de projeto bem definido serão fundamentais para o sucesso de seu projeto eólico (MENDES, et. al., 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Silva e Menezes (2005), a pesquisa se define como um conjunto de ações que visam buscar solucionar um determinado problema de forma racional e sistemática. Existem vários tipos de pesquisa, que variam de acordo com o foco de estudo do autor. Do ponto de vista dos objetivos, existem: pesquisa exploratória, que trata basicamente do estudo de caso e pesquisas bibliográficas, pesquisa descritiva que faz o uso de técnicas para fazer um levantamento e a pesquisa explicativa, ela determina os fatores que contribuem para o fenômeno em estudo utilizando pesquisa experimental.

Quanto aos procedimentos técnicos, faz-se uso da pesquisa bibliográfica, que são pesquisas em livros e outros trabalhos já publicados. Pesquisa documental, realizada através de materiais que não receberam tratamento analítico, bem parecida com a bibliográfica. A pesquisa experimental, é quem vai determinar as variantes que influenciam diretamente no objeto de estudo. O levantamento, que se faz uso da coleta de dados. O estudo de caso, que é um trabalho mais exaustivo por exigir um conhecimento mais detalhado, pois envolve um conhecimento mais profundo do objeto em estudo. Além dos citados, existe a pesquisa após os fatos, durante o fato e a pesquisa participante, que se desenvolve pelo pesquisador ter interação com o objeto investigado (SILVA E MENEZES, 2005, p.21 apud GIL, 1991).

Para cumprir com os objetivos deste trabalho, foi utilizada a pesquisa exploratória, uma vez que, se propõe analisar e descrever os processos de planejamento, implantação e execução da montagem de uma usina eólica.

Para o estudo, foi analisado a implantação do Parque Eólico Lagoa dos Ventos III, que conta com a construção de 72 aerogeradores com a capacidade de 396 MW, onde este é uma extensão aos Parques Eólicos Lagoa dos Ventos I e II. O Complexo Eólico Lagoa dos Ventos, está localizado nos municípios de Queimada Nova, Lagoa do Barro e Dom Inocêncio, no Piauí. É o maior parque eólico, atualmente em construção, da América do Sul, segundo dados do Governo do Estado do Piauí.

Para a realização do trabalho, foram utilizadas as técnicas de observação e estudo do cronograma executivo com relação ao programado x executado da obra, análise dos custos envolvidos para a realização das atividades, assim como a troca de informações com os colaboradores de uma empresa (A) que fornece os serviços da parte civil (terraplenagem, drenagem e fundação) para a empresa (B), que é a proprietária do Parque Eólico. Somada a

estas técnicas, foi utilizada a ferramenta do PMBOK juntamente com o uso de um software de gerenciamento de projetos (*Microsoft Project*) para o tratamento e análise dos dados coletados.

A partir do cruzamento das técnicas de observação, estudo e coleta dos dados, pode-se chegar a uma síntese com a realidade atualmente encontrada sobre as falhas do planejamento e execução de uma obra de parque eólico. Além disso, foi possível identificar as dificuldades enfrentadas para a sua instalação, bem como entender todo o seu processo de montagem para que assim, fossem apontadas recomendações de boas práticas que podem contribuir para diminuir os desvios observados.

4 ESTUDO DE CASO

4.2 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE CASO E O CENÁRIO ATUAL

Este objeto de estudo tem como objetivo base, analisar a fase de planejamento até a fase de execução de um parque eólico, considerando a ferramenta PMBOK (Project Management Institute) para análise de dados. Conforme explanado na seção metodologia, o parque eólico explorado será o Parque Eólico Lagoa dos Ventos III.

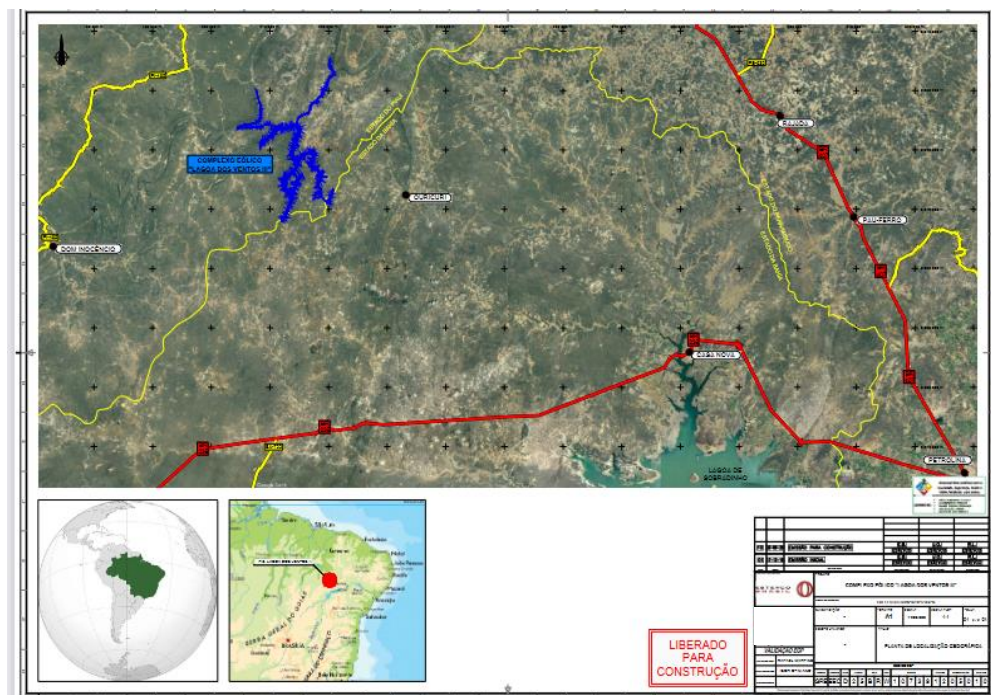


Figura 13 – Localização do Parque Eólico Lagoa dos Ventos III
Fonte: Própria autora

É válido dizer que a empresa (B), considera este projeto emblemático. Primeiro porque trata-se de um modelo para outros futuros projetos que a empresa vier instalar. Segundo porque o parque será de enorme potencial para a geração de energia no Brasil e consequentemente contribuindo significativamente para uma produção de energia limpa, renovável, em esfera global.

Segundo os engenheiros da obra, o projeto como um todo, apresenta um grau de dificuldade desafiador, porém a equipe é totalmente qualificada para as etapas do projeto, pois além da preocupação com as etapas de construção em seu devido planejamento, a equipe preza pela segurança de todos os envolvidos. Ainda é possível dizer que as obras do Parque Eólico Lagoa dos Ventos, tornou-se um modelo que permitira as futuras equipes, padrões

arrojados buscando a eficiência, inovação em tecnologia, proporcionando ganhos de economia ainda maiores.



Figura 14 –Parque Eólico Lagoa dos Ventos
Fonte: Empresa (B)

Devido as dimensões do parque, o novo projeto do parque Eólico Lagoa dos Ventos III, dispõe de aerogeradores que se baseiam em uma avaliação da intensidade relacionada aos ventos, proporcionando assim uma otimização na produção de energia. Ainda, na fase de construção, usa-se uma variedade de ferramentas que proporcionam uma inovação tecnológica como sensores de proximidade em máquinas para aumentar a segurança do local, além de drones que realizam a análise topográfica, sistemas de rastreamento inteligente e softwares avançados que controlam todas as etapas do desenvolvimento.

4.3 PROBLEMA DO CENÁRIO ATUAL

Conforme explorado na problemática deste objeto de estudo, é fato que durante a implantação de um parque eólico, muitas barreiras ocorrem, sejam elas, na área da construção civil, planejamento, licenças ambientais, entre outros. Normalmente antes de se iniciar a obra em si, realiza-se um cronograma para verificar as atividades de implantação, e espera-se o cumprimento deste cronograma a risca, estabelecendo metas e cumprindo os objetivos.

Porém estes atrasos acarretam uma série de problemas, principalmente financeiros, pois atrasos geram prejuízos em todos os sentidos. Desta forma, evidencia-se abaixo, na Figura 15 o cronograma inicial das atividades de implantação do Parque Eólico Lagoa dos Ventos III, para verificarmos os problemas do cenário atual.

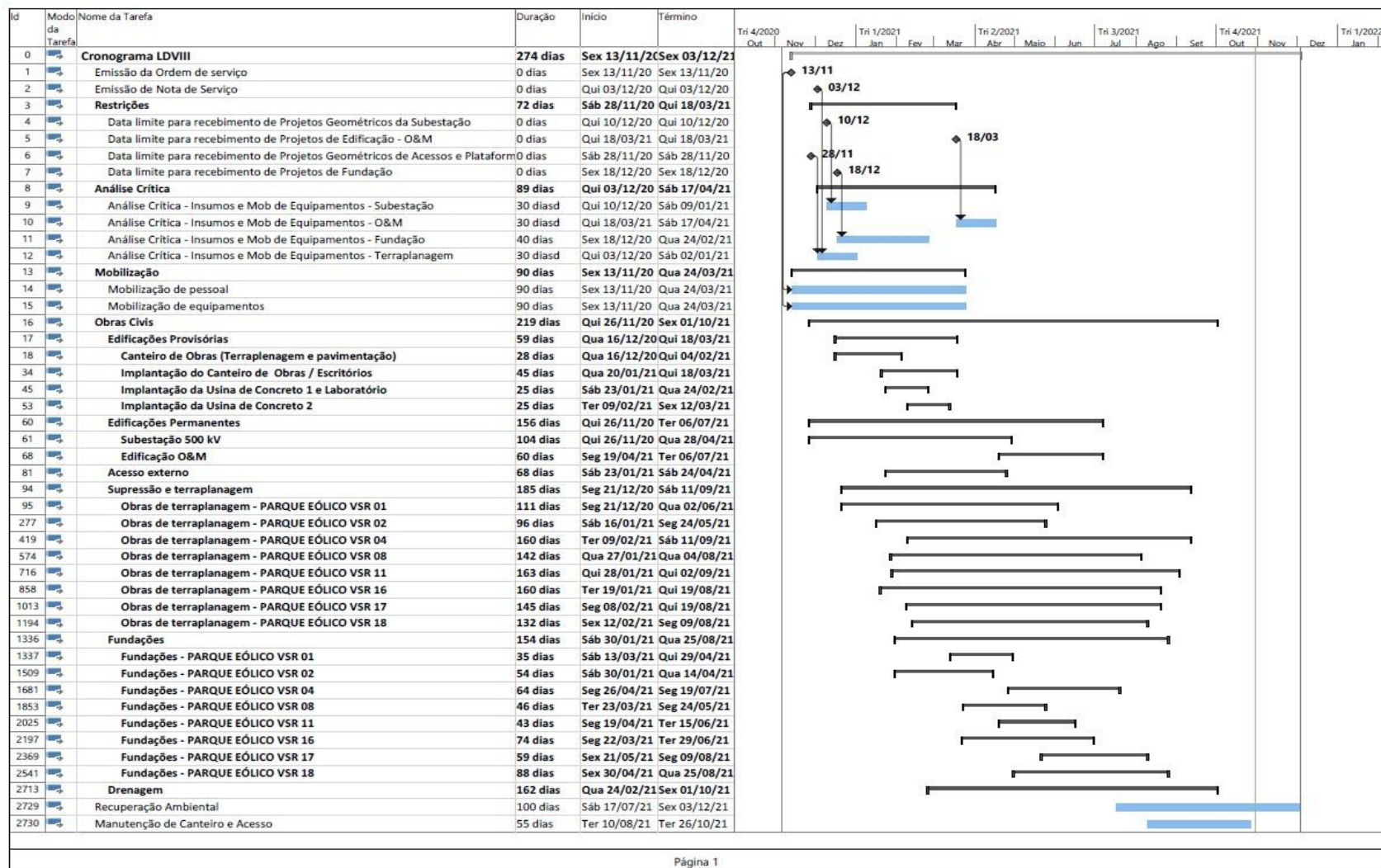


Figura 15 –Cronograma executivo contratual
Fonte: Própria autora

O prazo para a execução da parte civil do parque eólico de 72 aerogeradores, foi planejado com uma duração de 274 dias, com início em novembro de 2020 finalizando em dezembro de 2021. Segundo o Engenheiro Projetista da Empresa (A), o atraso do início do cronograma aconteceu devido a falta do licenciamento ambiental, fazendo com que a obra se iniciasse apenas em dezembro de 2020. Além disso, a pandemia do Covid-19 impactou diretamente para o início das atividades, pois os cuidados deviam ser redobrados, como por exemplo, quarentena de colaboradores com sintomas suspeitos ou que tiveram contato com alguém que havia testado positivo recentemente, além da diminuição da capacidade dos transportes para apenas 60% de sua capacidade e também a redução do número de colaboradores para que evitasse aglomerações e a proliferação do vírus.

Percebe-se que, a implantação do canteiro de obras da Empresa (A) deveria ter uma duração de 59 dias, sendo concluído até a data final para a mobilização da mão de obra, pois nele contém uma estrutura adequada para todos os colaboradores, tais como alojamentos, casas, escritórios, refeitório, ambulatório, almoxarifado, entre outras que são essenciais para a execução de uma obra. Seguindo deste, teríamos duas usinas de concreto para suprir a necessidade da concretagem de 72 fundações, que totalizaria aproximadamente 50.000m³ de concreto necessário para a conclusão das bases, de acordo com projeto enviado pela empresa (B).



Figura 16 – Canteiro de obras em execução
Fonte: Empresa (A)

Para a execução das obras civis, foi dado um prazo maior, já que envolve diversas atividades, tais como supressão vegetal (em casos de não haver acessos existentes), terraplanagem e fundação (regularização com concreto magro de 15Mpa, montagem de Anchor Cage, armação, formas externas, concreto estrutural 35Mpa e 55Mpa e a cura e controle da temperatura do concreto, podendo haver necessidades de tratamento de fissuras e impermeabilização após o processo de cura) e por fim, a drenagem (superficial e profunda), que como previsto, teria a duração de 219 dias.



Figura 17 – Atividade de concretagem de base
Fonte: Empresa (A)

A recuperação ambiental é um marco contratual e que conta na Constituição Federal Brasileira, que deve ser executada para a recuperação da área que foi degradada pela empresa para a construção do Parque Eólico. Em cronograma, ela terá a duração de 100 dias, e seria a última atividade para a entrega da parte civil para uma próxima empresa que se responsabilizaria pela montagem das Torres Eólicas.

No caso de chuvas fortes e a incidência de raios, mesmo que as condições climáticas sejam previstas em uma base de dados historicamente confiável, não se deve desconsiderar o risco de não conseguir executar uma atividade, pois é uma situação sempre possível. Por tanto, é feito o estudo climatológico pela cidade mais próxima ao parque, como mostra a figura 18 a seguir:

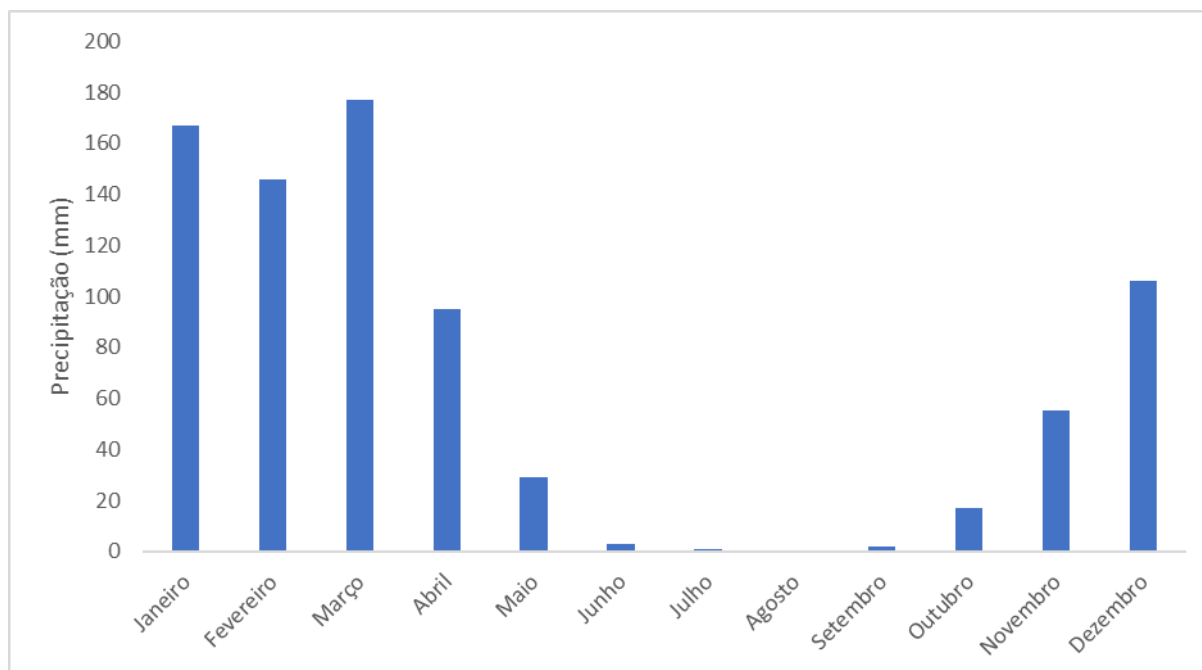


Figura 18 – Precipitação de chuvas por mês em São João do Piauí
Fonte: Empresa (A) – adaptado pela autora

Além do estudo climatológico, foram realizados os estudos geológicos ou geotécnicos, que são essenciais para a construção civil, pois nele será determinada a caracterização do solo. A partir das sondagens e dos estudos feitos pela Empresa (B), concluiu-se que a litologia predominante na área investigada dos sub parques VSR01 e VSR02 é caracterizada por metarenito cinza claro a rosado com porções avermelhadas da Formação Barra Bonita, de granulometria fina a média, com grãos de quartzo sub arredondados, medianamente selecionados, com foliação marcada pela presença de cristais orientados de moscovita, e identificando a ocorrência de áreas recristalizadas (quartzitos) ao longo de alguns trechos.

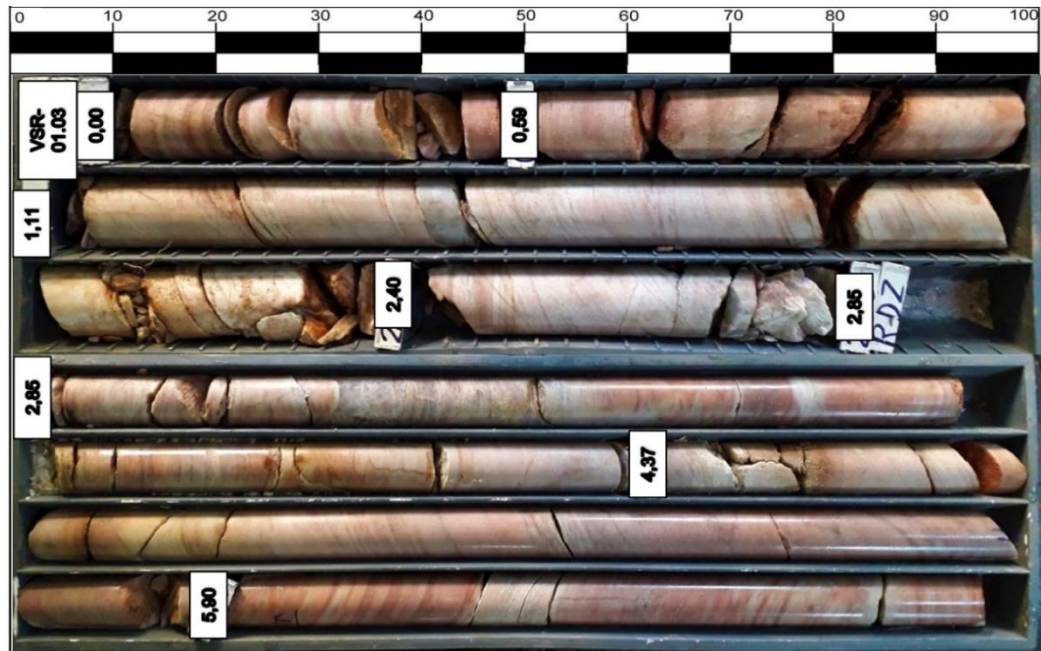


Figura 19 – Aspecto do substrato rochoso pertencente à Formação Barra Bonita, sondagem VSR-01.03.
Fonte: Empresa (B)

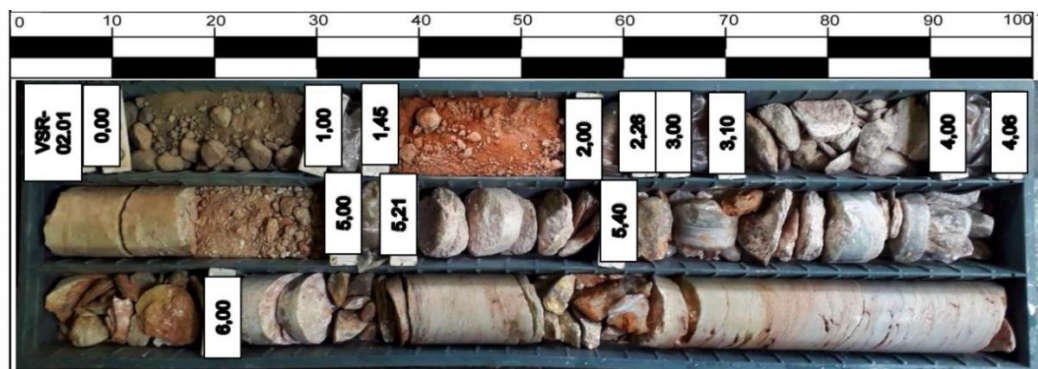


Figura 20 – Detalhe dos primeiros metros de perfuração de sondagem VSR-02.01.
Fonte: Empresa (B)

Enquanto isso, o restante dos sub parques observa-se litologia metassedimentar caracterizada pela presença de gnaiss cinza escuro de granulação fina a grossa (pórfiros), fortemente foliada, composto mineralogicamente por quartzo, feldspato, biotita e moscovita, onde as fraturas são no geral, inclinadas e sub horizontais, abertas e sem preenchimento; micaxisto cinza esverdeado com granulação fina a média com mineralogia básica de quartzo, feldspato e minerais placóides em abundância (micas); e metarenito com zonas recrystalizadas (quartzito), cinza claro com porções avermelhadas de granulometria fina a média com grãos de quartzo sub arredondados e medianamente selecionados.

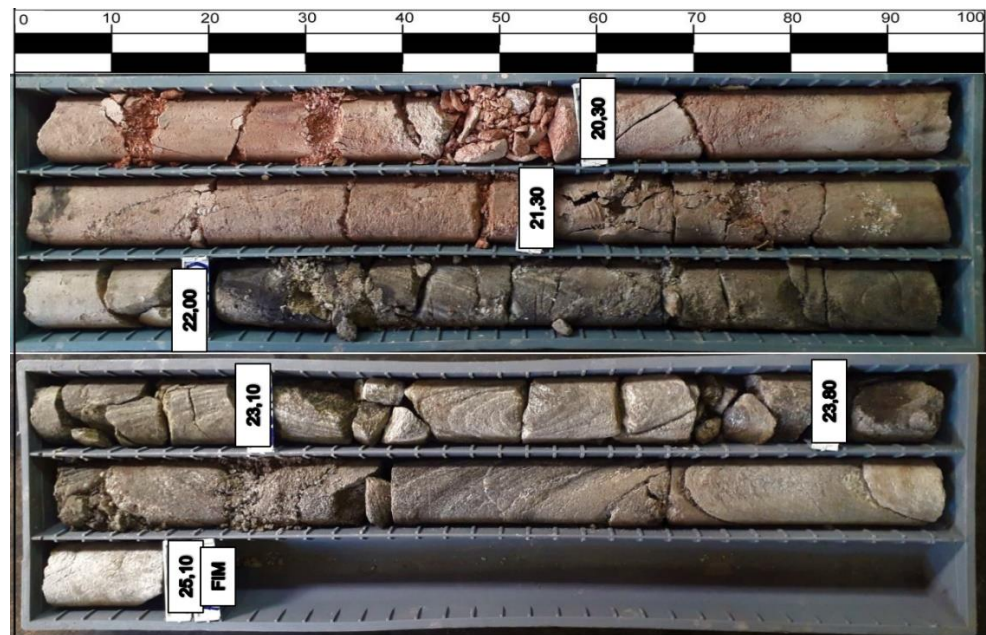


Figura 21 – Trânsito do filito ao micaxisto a 22 m na sondagem VSR-18.04.

Fonte: Empresa (B)

Com isso, foi calculado e apontado em projeto um volume total de 66.844,60m³ de material de 3ª categoria para ser extraído. Entretanto, até o momento, o realizado tem ultrapassado o previsto em escopo, como mostra a Figura 22 a seguir:

DADOS DO PLANO DE FOGO								TOTAL EXECUTADO
Plano de fogo	Data	Local	Nº de furos	Perfuração (m)	Razão de perfuração (m/m³)	Volume executado por uma terceirizada da Empresa (A) (m³)	Volume executado pela Empresa (A) (m³)	VOLUMES TOPOGRÁFICOS (m³)
1	24/abr	Subestação	576	695,21	0,1666231	4172,35	3512,06	8152,54
2	15/jun	Eixo 15	508	1889,59	0,1953992	9670,41	468,12	35553,11
3	02/jul	Eixo 15	508	1155,19	0,167702	6888,35	8892,03	
5	02/jul	Eixo 15	123	402,19	0,1874505	2145,58	6515,18	
4	03/jul	Eixo 10	508	485,42	0,1575957	3080,16	1441,56	5652,32
6	09/jul	Eixo 20	213	118,93	0,1628241	730,42	2572,16	1177,53
7	16/jul	Eixo 30	213	347,82	0,1915477	1815,84	447,11	2775,07
8	16/jul	Eixo 20	94	76,48	0,2223838	343,91	959,23	610,51
9	23/jul	Eixo 15	366	420,22	0,2103456	1997,76	266,60	3521,10
10	31/jul	Eixo 30	280	933	0,1767233	5279,44	1523,34	9719,81
11	07/ago	Eixo 30	428	970,61	0,1597249	6.076,76	4440,37	10475,81
12	07/ago	Eixo 30	163	215,9	0,1952998	1105,48	4399,05	1867,55
13	21/ago	Eixo 30	192	538,72	0,35	1523,01	762,07	3027,41
14	21/ago	Eixo 30	182	314,71	0,34	938,61	1504,40	1857,28
15	26/ago	Eixo 30 Km7+380	220	500,97	0,32	1586,48	918,67	1586,48
16	14/set	Eixo 30	43	186,45	0,27	679,53	0,00	1359,06
17	20/set	Eixo 30	200	622,04	0,19	3344,95	679,53	6689,46
18	30/set	Eixo 30 VSR 2-9	320	1469,19	0,17	8506,41	3344,51	8506,41
19	06/out	Eixo 10	30	46,5	0,84	125		250,00
20	06/out	Eixo 20 -VSR11-6	143	359,38	0,27	1334,94	125,00	2669,88
21	06/out	Eixo 20 -VSR11-7	176	270,22	0,34	805,88	1334,94	1611,76
22	14/out	Eixo 15 Acessos	160	514,61	0,18	2913,35	805,88	5826,70
23	23/out	Eixo 15 Acessos	264			1454,27	2913,35	1454,27
24	23/out	VSR2-9	140			924,2		924,20
Subtotal						67.443,09	47.825,16	115.268,25

Figura 22 – Volumes obtidos do desmonte de rocha para extração de material de 3ª categoria

Fonte: Empresa (A)

O projeto ainda se encontra em construção, ou seja, os atrasos já se iniciaram na parte civil do projeto, antes mesmo de instalarem os aerogeradores eólicos. Para isso, a Empresa (A) propôs um novo cronograma que se encontra hoje na revisão 04 (quatro), onde diversos fatores contribuíram para os novos marcos contratuais. Na figura a seguir, conseguimos ver as novas datas de início e término previsto, assim como a porcentagem concluída de cada atividade, sendo este consolidado até a data de 25 de outubro de 2021, pela Empresa (A).

Comparando os cronogramas da Figura 15 com a Figura 23 a seguir, já é possível notar os inúmeros atrasos evidenciados na obra.

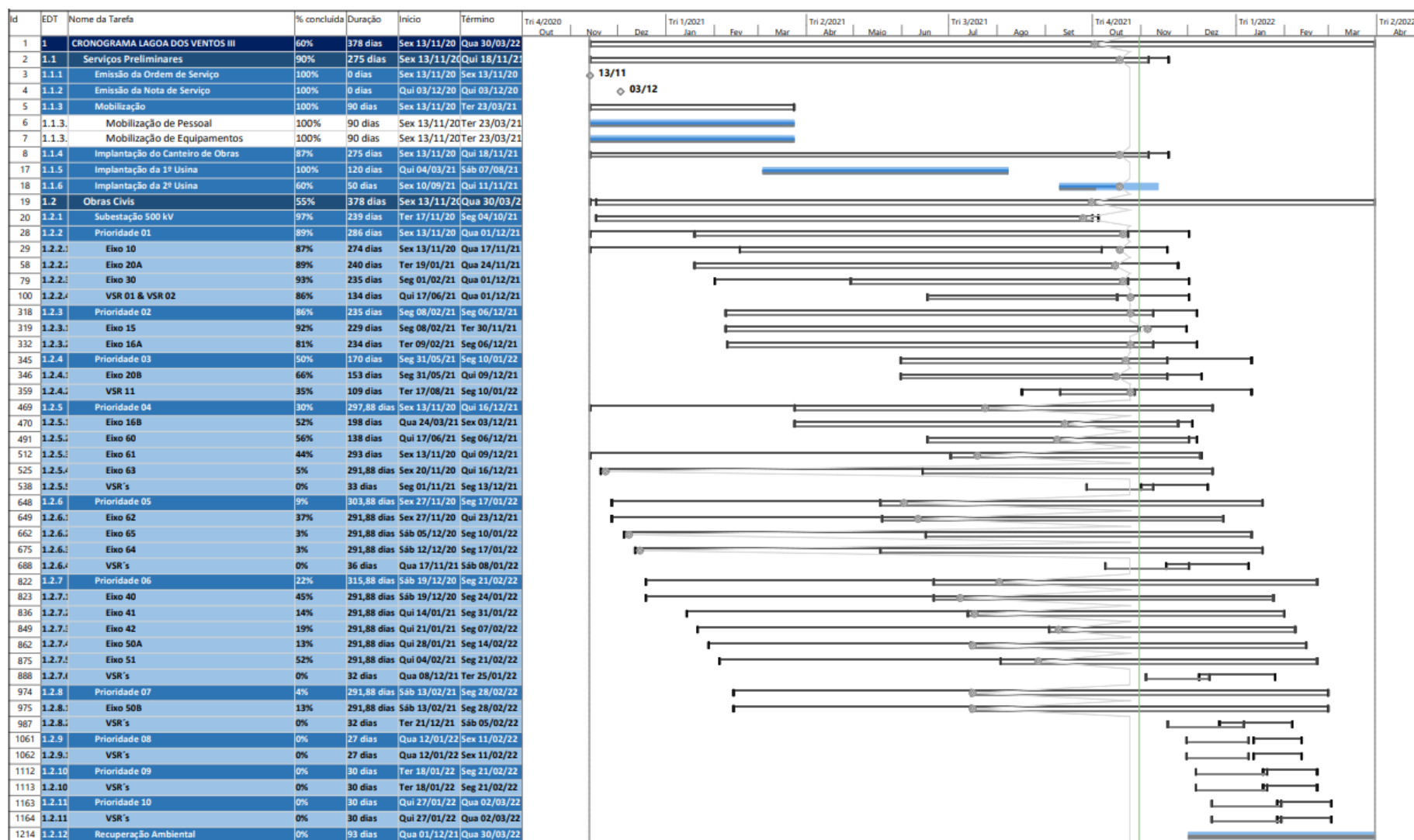


Figura 23 – Cronograma executivo contratual reformulado após atrasos
Fonte: Própria autora

Na figura 24 a seguir, pode-se ver o orçamento da obra previsto x realizado, acumulado até o mês de agosto:

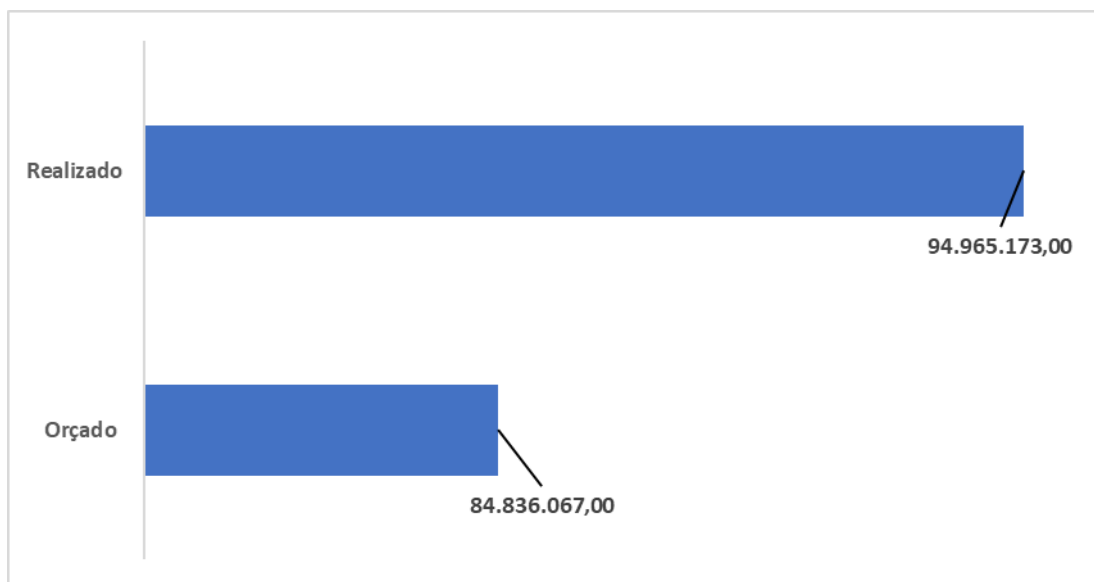


Figura 234 – Variação dos custos em relação ao orçamento planejado
Fonte: Empresa (A)

Com a figura 24, fornecido pelo setor de custos da Empresa (A), pode-se perceber que a obra está acima do orçamento planejado. Com isso, ou as atividades se encontram atrasadas, precisando de um maior recurso para serem executadas em um menor período de tempo para atingir o prazo de entrega, ou o valor total do projeto ultrapassou o planejado, que precisará ser pleiteado no fim de sua execução.

Para o cálculo do custo da obra x orçamento, foram considerados custos com pessoal, materiais, serviços e equipamentos. Enquanto que, a empreitada é calculada por preço unitário, se tornando desvantajoso já que o preço final do contrato se torna incerto, pois é baseado na estimativa de quantitativos que podem variar durante toda a execução da obra.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

A partir da aplicação de técnicas de gerenciamento de projetos, dados do planejamento da obra, análise do custo, observações da construção do Parque Eólico e estudo do cronograma executivo, foi possível observar que os desvios entre o planejado e a execução, além do expressivo aumento no custo do projeto, teve como causas principais:

- A primeira causa observada, foi a execução de várias atividades em paralelo, ou seja, várias frentes de serviço ao mesmo tempo. Isto consumiria mais horas

homens trabalhadas, além do aumento de custo de execução. Na atual revisão do cronograma pela Empresa (A), pode-se perceber que o objetivo de várias frentes de serviço trabalhando em paralelo não foram atingidas pois, não foi realizado um planejamento adequado levando em consideração a logística, já que o local do parque se encontra em uma região de difícil acesso e escassa de recursos hídricos e insumos, e que possuiria uma maior demanda por equipamentos, que conseqüentemente, demandaria um maior fluxo de caixa (maior orçamento planejado);

- Segunda causa, foram as condições climáticas e a incidência de raios, que impactaram diretamente nas atividades. Devido as várias paralisações registradas, o tempo e o custo de execução se excederam além do planejado;
- A terceira causa, foram as diversas falhas encontradas nos escopos dos projetos vindos do setor de engenharia e construção da Empresa (B). Neste caso, o impacto maior foi no tempo de execução e no custo, pois a Empresa (A) precisou de uma mão de obra mais especializada para a otimização dos projetos, além de demandar tempo para que as otimizações aconteçam e o projeto seja executado da forma correta. O volume de material de 3ª categoria não previsto em escopo, demanda mais tempo e mais recursos para ser executado, pois necessita-se de processos específicos para sua extração, como por exemplo, atividades de desmonte de rocha.

Quando comparado a duração total da obra pelo cronograma inicial (executivo contratual), em relação ao cronograma replanejado, percebe-se que a construção está há 117 dias atrasada. Em relação aos dias planejados, totaliza-se 42,7% de incremento no prazo de entrega das atividades, onde o custo também cresceu em uma proporção significativa.

O aumento no custo do projeto de execução de um Parque Eólico, revela uma situação de extrema preocupação sobre a viabilidade do projeto em questão. O aumento de aproximadamente 12% em relação ao valor orçado é maior que qualquer previsão racional, que pode estar associada a qualquer risco que possa não ter sido previsto/planejado. Com isso, percebemos que o não cumprimento do marco de início do cronograma executivo agravou ainda mais a situação econômica para execução do projeto.

4.5 SUGESTÕES

Para diminuir os desvios encontrados entre a fase de planejamento e implantação de uma usina eólica, seguem algumas recomendações de boas práticas que podem contribuir para a redução dos atrasos e aumento do custo de execução:

- Antes da assinatura do contrato, é de suma importância um estudo do projeto seguido da visita em campo, para elaboração de uma proposta orçamentária justa, e caso necessário, uma mudança ou alteração no escopo proposto. Esta análise contribui para o conhecimento e entendimento de possíveis conflitos que possam haver durante a execução do projeto. Devendo ser verificadas todas as características do local e da região onde será implantado o Parque Eólico, tais como o histórico de chuvas e incidência de raios, acessos, disponibilidade de recursos (água, hotéis, agregados, suprimentos alimentícios, unidade básica de saúde, rede de esgoto, energia e internet, mão de obra, serviços terceirizados, etc.), geologia, entre outras.
- Elaboração de um plano de ataque, estabelecendo com antecedência as ações, os meios e recursos necessários para a execução do projeto dentro do prazo previsto em cronograma, considerando todos os possíveis riscos de interrupção das atividades.
- Possuindo um plano de ataque, é imprescindível a elaboração de um detalhado plano de mobilização de equipamentos e mão de obra, para que atenda a necessidade do projeto obedecendo os prazos para realização das atividades. É recomendável que a empresa possua mão de obra local, sendo benéfico para a região que irá gerar emprego e circular capital, e também para a empresa, onde irá diminuir os custos com alojamentos, visita a família, transporte, etc., além de manter um bom relacionamento na localidade. Porém, na carência de mão de obra especializada local, busca-se o recrutamento em outras cidades, levando em consideração a qualidade do projeto. Além disso, com um bom relacionamento local, a facilidade de encontrar fornecedores de serviços se torna mais fácil. A negociação com as locadoras de máquinas e equipamentos precisa ser feita com antecedência e de forma planejada, pois, além do seu deslocamento até a obra, a supervisão precisa verificar todos os documentos e fazer a inspeção antes da liberação para operação.

- Por fim, e talvez mais importante, pois possui maior impacto nos resultados do projeto, é a escolha de um gerente de projeto para a gestão de comunicação entre as partes interessadas e que possua um poder de liderança equilibrado, ou seja, deve estar ciente das limitações e requisitos do projeto, sendo responsável pelo seu gerenciamento. Ele deve exercer uma visão ampla do planejamento, acompanhar todo o avanço da obra sem comprometer a qualidade. Logo, precisa ser hábil o suficiente para a tomada de decisão, pois quando acionado, possa aplicar a contingência mais adequada suprimindo a necessidade do projeto.

Antes do início de execução da obra, todo o seu planejamento deve estar concluído, desde a fase inicial de mobilização até a fase final, que é a entrega do projeto. Isso requer de toda a equipe de planejamento, um detalhado conhecimento sobre todo o processo de montagem de um Parque Eólico, especificações técnicas, condições que possam ser ou não favoráveis do local, sejam elas climáticas, ambientais, sociais, burocráticas, etc., além da experiência em projetos anteriores. Com isso, é possível definir estimativas de baixo risco, não só para a construção civil, como foi abordado no estudo de caso, mas para todas as etapas de montagem de torres eólicas.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de um parque eólico é bastante complexa e de difícil execução. Existe uma série de fatores que precisam ser analisados e condicionantes que precisam ser cumpridos, antes e depois de sua execução. Quaisquer riscos que possam causar atrasos ou comprometer a qualidade do projeto, reflete diretamente nos resultados e na viabilidade de sua realização.

A construção civil de uma usina eólica é apenas uma das partes necessárias para implantação do parque eólico. Sua execução não se trata apenas de aplicar técnicas de engenharia, tecnologias e habilidades em operar máquinas e equipamentos. Existe uma gama de competências que vão além da engenharia civil, mecânica e produção. Para isso, é necessário um gestor com bastante conhecimento sobre gerenciamento de projetos e experiência em planejamento, além de ser o tomador de decisões dentro de uma obra para abarcar qualquer necessidade do projeto.

Foram verificados desvios entre o planejado e o executado, que, por sua vez, afetaram no custo do projeto em estudo neste trabalho. Existem diversos fatores que podem ter

contribuído para tais atrasos, porém, as falhas são, na maioria dos casos, atribuídas a um planejamento de baixa aderência, ou seja, a uma equipe de planejamento que não conseguiu prever as imprecisões.

Com a análise do valor orçado e do realizado, percebemos um desvio relativamente alto entre o planejado e o executado. As empresas contratadas para realizarem o trabalho de construção de um parque eólico, correm riscos constantes de falência empresarial caso hajam atrasos nas atividades que refletem diretamente no custo. A empresa falha quando: não realiza um estudo mais profundo sobre o projeto antes de assinarem o contrato, com detalhamento de riscos, e por não possuírem alguém com experiência e competência para um bom planejamento e gerenciamento das obras.

Em geral, as empresas são contratadas pelo custo médio unitário, ou seja, recebem por unidade aquilo que produzem de acordo com os marcos contratuais. Os escopos são recebidos para serem executados, onde normalmente estes, podem vir com falhas. Quando não se tem um bom planejamento, é realizado um mal orçamento, que conseqüentemente, pode ocasionar perdas de retornos maiores para o projeto. Para isso, é utilizado o pleito, para serem considerados os volumes não constados em contrato, paralisações por parte da contratante que fazem estender o prazo para a execução das atividades, entre outras divergências que, não era marco contratual, mas gerou custo para a contratada.

5 CONCLUSÃO

É fato que o gerenciamento eficaz de projetos de construção beneficia os proprietários, aumentando o potencial de conclusão bem-sucedida do projeto - no prazo, dentro do orçamento e sem complicações financeiras ou legais. O gerenciamento de uma construção é um serviço profissional que usa técnicas especializadas de gestão para supervisionar o planejamento, design e construção de um projeto. Enquanto os serviços de supervisão do projeto evoluem ao longo do seu avanço, o gerenciamento da construção tem como objetivo otimizar as melhores práticas do setor, a tomada de decisões de gerenciamento prudente e os controles e métodos de relatório eficazes e transparentes.

O gerenciamento de uma construção é particularmente vital para projetos de grande escala que têm mais potencial para problemas que podem atrasar significativamente o projeto e custar dinheiro. Um gerente de construção mede cada decisão de projeto com uma análise cuidadosa que calcula o impacto que essa decisão terá no orçamento e no cronograma. Sem uma equipe profissional de gerenciamento de construção, um problema imprevisto corre o risco de inviabilizar todo o projeto. Quando um projeto inclui um gerente de construção no início do processo, o gerente de construção não só é capaz de planejar melhor os problemas potenciais, como também se beneficia da capacidade do gerente de construção de encontrar oportunidades de redução de custos e economia de tempo.

O gerenciamento de projetos também pode fornecer linhas claras de responsabilidade. Com uma equipe de gerenciamento de construção instalada, há pouca confusão sobre quem é o tomador de decisões ou quais são os objetivos do projeto. O gerente de construção direciona o foco da equipe geral do projeto para que todos entendam o que devem estar fazendo e por quê. A visão global do projeto pelo gerente de construção permite o gerenciamento ágil dos riscos em evolução conforme eles ocorrem.

Foi percebido ao longo deste objeto de estudo que a primeira etapa do gerenciamento de projetos é o estágio de planejamento e organização. A função de gerenciamento de projetos envolve a criação de planos, processos, orçamentos e a alocação de recursos. A função de gestão da construção continua, no início do projeto, como a primeira linha de controle de qualidade sobre a execução da obra. Vimos que, uma equipe de planejamento é essencial para se obter um bom andamento das atividades, pois é ele quem planeja cada etapa de execução de acordo com os recursos e necessidades, além de realizar a análise da produtividade e desvios.

O investimento em escopos de parques eólicos é elevado, e para garantir o sucesso no projeto, é imprescindível um estudo bem detalhado sobre o escopo, local, características e as maiores dificuldades encontradas para sua implantação. Uma boa gestão vai além de técnicas para aplicações em campo, ela prevê riscos e trabalha com probabilidades para que, caso necessário, as contingências adequadas sejam tomadas. Conhecimento e experiência são fundamentais, além de uma boa comunicação e negociação. O gestor deve buscar um orçamento justo, através das negociações com clientes, permitindo que alterem seus escopos para um trabalho com maior qualidade e adequado as peculiaridades e dificuldades encontradas que possam comprometer os marcos contratuais.

Por fim, é importante frisar que, a energia eólica é uma realidade que a cada dia tem crescido cada vez mais. Para os empresários do ramo, é importante estarem sempre atentos aos novos métodos e tecnologias que os diferenciem no mercado de trabalho. Buscar soluções, ferramentas e aprimorar-se em gerenciamento de projetos com auxílios de softwares, não serão custos se estes os ajudarem a otimizar suas atividades e obterem um maior lucro. Com isso, é possível manter os desvios dentro do programado sem que aumente o custo para execução do projeto.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABEEólica. Infovento 21. Associação Brasileira de Energia Eólica. São Paulo, 2002.

ANDRADE, Marília. Piauí tem maior parque eólico em construção na América do Sul. Governo do Piauí, Piauí, 17 de set. de 2019. Disponível em: <<https://www.pi.gov.br/noticias/piaui-tem-maior-parque-eolico-em-construcao-na-america-do-sul/>>. Acesso em: 24 de out. de 2021.

ANEEL. Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/siga>>. Acesso em: 01 de agosto de 2021.

ANEEL. Atlas Energia Elétrica do Brasil. Agencia Nacional de Energia Elétrica. Brasília, 2008.

ARAUJO, L. César G. de. Tecnologias de gestão organizacional. São Paulo: Atlas, 2001

BASSO, T.M. Análise técnico-econômica de um sistema de geração eólica para uma unidade armazenadora e secadora de grãos. 94p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Licença Ambiental. Publicado no D.O.U. de 22 de dezembro de 1997.

BRAVO, I.; Gestão de qualidade em tempos de mudanças. Campinas: Alínea, 2003.

CAMPOS, Rodrigues Fernando Luiz. Gestão de Projetos. Rede e-Tec Brasil. Curitiba-PR, 2012.

CAMPOS, Vicente F.; Qualidade Total: Padronização de Empresas. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CANDIDO, Roberto. Et. al. (2012). Gerenciamento de Projetos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2061/1/gerenciamentoprojetos.pdf>>. Acessado em: 20 out. 2021.

CARVALHO, Gisele S. B. Passo a Passo do Gerenciamento de Projetos. 2007. Gestão é Tecnologia de Projetos, revista eletrônica. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/viewFile/50908/54989>>. Acessado em: 20 out. 2021.

CUNHA, E. A. A., SIQUEIRA, J. A. C., NOGUEIRA, C. E. C., e DINIZ, A. M. Aspectos históricos da energia eólica no brasil e no mundo. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 8, n. 4, 2019

DAMAS, Leonardo Balvedi. Aplicação da metodologia MCP para análise da geração em dois parques eólicos em operação no Brasil. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/130901>> Acesso em: 20 out. 2021.

DAMODARAN, A. Gestão Estratégica do risco. Porto Alegre: Bookman, 2009.

DUTRA, Ricardo. Energia Eólica: Princípios e Tecnologias. CEPEL. [S.I.], 2008. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso em: 01 de agosto de 2021.

EPE (2020) Empresa de Pesquisa Energética. Matriz energética e elétrica. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 28 set. 2021.

FILHO, S.C.D. Análise de projetos de montagem de aerogeradores eólicas. Fortaleza, 2017.

GONÇALVES, Sabrina Rodrigues; MOTA, Bruno Cavalcante; OLIVEIRA, Francisco Heber Lacerda de; SIQUEIRA, Evanilson de Lima; FREIRE, Jair Carvalho. A aprendizagem baseada em projetos no ensino remoto: aplicação na disciplina de Projeto e Construção da Infraestrutura Viária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XLIX.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DA ABENGE, IV., 28 a 30 set. 2021, evento online. Anais[...], 2021. Evento online. Tema: “Formação em Engenharia: tecnologia e sustentabilidade.”

IBERDROLA. ENERGIA EÓLICA O que é a energia eólica, como ela se transforma em eletricidade e quais são suas vantagens?. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/meio-ambiente/energia-eolica>. Acesso em: 19 nov. 2021.

JURAN, J. M.; Qualidade Desde O Projeto: Novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços, Cengage Learning 1998 São Paulo.

JURAN, J.M. Qualidade no século XXI. HSM Management, n°. 3, pgs. 96 a 104, São Paulo. Ed. Savana Ltda., 1997.

KERZNER, H; SALADIS, F. P. O Que os Gerentes Precisam Saber Sobre Projetos. Bookman. São Paulo, 2014.

LEITE, Djane B., SOUZA, Enio P. Tendências do cenário energético brasileiro: a energia de fonte eólica e o “olhar” dos atingidos. Ciência e Natura, v. 37, p. 243-250, 2015, DOI: <<http://dx.doi.org/105902/2179460X17322>> Acesso em: 21 out. 2021.

LIMA, Daniel Vinícius Faustino de. Análise sobre os impactos da implantação de usinas eólicas no município de Lajes. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA – 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6608>>. Acesso em: 21 out. 2021.

LOPES, R.A. Energia eólica. 2 ed. São Paulo: Liber, 2012.

MAGALHÃES, João Victor Moreira, GÓES, Maria de Fátima Barbosa, SILVA, Marcelo Santana, ANDRADE, José Célio Silveira. Análise estratégica do setor de energia eólica no Brasil. Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios – UNISUL, 2020. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/EeN/article/view/6834>>. Acesso em: 28 set. 2021.

MALLET, Ricardo. Como liderar uma equipe. 2012. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2013-06/como-liderar-uma-equipe-16-01-2012.pdf>>. Acessado em: 20 out. 2021.

MARKONI, A.M; LAKATOS, M.E. Fundamentos da metodologia científica. ATLAS S.A. São Paulo, 2003.

MARTINS, Carlos Eduardo. Gerencia de Projetos – Teoria e Prática. ENAP – Diretoria de Desenvolvimento Gerencial – Coordenação Geral de Educação à Distância. 2013. Brasília – DF.

MARTINS, Marcos Amâncio P. Gestão Educacional: planejamento estratégico e marketing. 1. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

MCDOWALL, W., EKINS, P., RADOŠEVIĆ, S., ZHANG, L. *The development of wind power in China, Europe and the USA: how have policies and innovation system activities co-evolved*. Technology Analysis & Strategic Management, v. 25, nº 2, p. 163–185, 2013.

MELEK, Vinícius Caldeira. Diagnóstico energético de uma empresa de transporte público Estudo comparativo de viabilidade econômica entre uma usina eólica e uma usina híbrida (eólica-fotovoltaica). 2013. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MELO, S. F. S. Gerenciamento na construção civil: práticas, impactos e lições aprendidas na obra de um canal de irrigação. Monografia (Pós-Graduação em Gerenciamento de Projetos). Rio de Janeiro: FGV, 2015. 109p.

MELO, Sirley de Fátima dos Santos de. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil: ráticas e lições aprendidas em uma obra de infraestrutura. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – 2020. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2020/VII-024.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2021.

MENDES, J. S.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Diagnóstico Participativo e Cartografia Social Aplicados aos Estudos de Impactos das Usinas Eólicas no Litoral do Ceará: O Caso da Praia de Xavier, Camocim. Geosaberes, v. 6, n. 3, p. 243–254, 2016.

OLIVEIRA, Clóvis Bôsko Mendonça., ARAÚJO, Renato Samuel Barbosa de. Guia do Setor Eólico do Rio Grande do Norte Mercado - Prospecção - Construção e Montagem, Operação e Manutenção - Barreiras e Perspectivas. SEBRAE – RN, 2015.

PAIVA, João Maria Vital de “Identificação de Oportunidade de Negócio no Mercado de Energia Eólica com Base nos Parques Eólicos”, Trabalho de Conclusão de Curso de curso lato sensu em Energia Eólica da UFRN/CTGAS-ER orientado pelo Prof. Dr. Clóvis Bôsko Mendonça Oliveira, 2011.

PALI, B. S.; VADHERA, S. *Renewable Energy Systems for Generating Electric Power: A Review*. 1st IEEE International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES), 2016.

PEREIRA, M. V. R. Impacto da altura de aerogeradores sobre a velocidade do vento, energia, efeito de esteira e intensidade de turbulência: Estudos de caso em três projetos eólicos localizados no Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2016.

PINHEIRO, Vinicius Marcos, GOMES, Luciano Coutinho, OLIVEIRA, Cássio Alves de BELETTI, Mateus Araújo. Análise do setor de energia eólica no Brasil. Revista Científica

UMC, 2020. Disponível em: <<http://seer.umc.br/index.php/revistaumc/article/view/976>>. Acesso em: 28 set. 2021.

PINHO, António Monteiro; Gestão de Projetos de Parques Eólicos; Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

PMBOK, Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos, 6ª Edição, 2017. Disponível em: <<https://blog.pmttech.com.br/pmbok6/?format=pdf>>. Acessado em: 20 out. 2021.

POSSI, Marcus. Gerenciamento de Projetos: Guia do Profissional – Abordagem Geral e Definição de Escopo. V.I. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

POSSNER, A. & CALDEIRA, K. Geophysical potential for wind energy over the open oceans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 114, n. 43, p. 11338-11343, 24 out. 2017. Disponível em: <<http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.1705710114>>. Acesso em: 18 out. 2021.

PRADO, Darci Santos. Gerenciamento de projetos nas Organizações, Vol-I, Belo Horizonte: FDG, 2000.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMI Publishing Division, 2004. Disponível em: <<https://www.pmi.org/>>. Acesso em: 20 out. 2021.

RENNKAMP, Britta., WESTIN, Fernanda Fortes., GROTTERRA, Carolina. Política de conteúdo local e incentivos financeiros no mercado de energia eólica no Brasil. *Economic Commission for Latin America and the Caribbean* - 2020. Disponível em: <<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/45598>>. Acesso em: 28 set. 2021.

ROMERO, Thiago. Brasil usa apenas 1% do potencial eólico brasileiro - INPE, Fonte: Agência FAPESP, 2008. Disponível em: <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/?item=73&id=720332>>. Acesso em: 20 out 2021.

SANTOS, Bruno; PAZZINI, Davi; RIBEIRO, Filipe; BARBOSA, Larissa. Energia eólica: vantagens e desvantagens. In: *Anais do Salão de Iniciação Científica e Tecnológica e Salão de Extensão do IFRS - Campus Canoas*, v. 3, n. 1, 2013.

SATO, M. Avaliação do potencial eólico em microescala de Cascavel e região. 87p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.

SCHEER, Herman. O Imperativo Energético: 100% de energias renováveis Já!, CEPEL. Rio de Janeiro, 2019.

SILVA, A. M.; VIEIRA, R. M. F. Energia eólica: conceitos e características basilares para uma possível suplementação da matriz energética brasileira. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 6, n. 2, 2016.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. UFSC. Florianópolis, 2005.

SILVA, Leilton Cavalcanti da *et al.* IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICO NO BRASIL. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. **IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICO NO BRASIL**. Fortaleza: Enegep, 215. p. 1-19. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_222_27524.pdf. Acesso em: 21 out. 2021.

SOARES, Luciane Teixeira. Planejamento e Implantação de um Parque Eólico. 2010. 76f. Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, 2010.

TORREÃO, Paula Geralda B.C. Gerenciamento de Projetos. FGV, 2007. Disponível em: <https://pontogp.wordpress.com/2007/04/23/historia-do-gerenciamento-de-projetos/>. Acessado em: 20 out. 2021.

VELLOSO, Dirceu A. LOPES, Francisco R. Fundações – Critérios de Projeto – Investigação do Subsolo – Fundações Superficiais. Editora Oficina de Textos, 2004.

VIRTEBO, J.C. Geração de energia elétrica a partir da fonte eólica offshore. 2008. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 168 p., São Paulo, 2008.

WARD, J. LeRoy: Project Management Terms: A Working Glossary, ESI International, 2000.

WILLIAN, Ricarte Dantas, “Identificação de Oportunidade de Micro e Pequenas Empresas e Capacitação do Trabalhador na Construção de Parques Eólicos”, Trabalho de Conclusão de Curso de curso lato sensu em Energia Eólica da UFRN/CTGAS-ER orientado pelo Prof. Dr. Clóvis Bôsko Mendonça Oliveira, 2013.

XAVIER, C. M. S.; Melo, M.; Xavier, L. F. S. Gerenciamento de Projetos de Construção Civil. Rio de Janeiro: Brasport, 2014. 252p.

XAVIER, Thomaz Willian de Figueiredo; CAETANO, Adryane Gorayeb Nogueira; BRANNSTROM, Christian. Parques eólicos offshore no Brasil e os potenciais impactos sociais: aplicação de Matrizes SWOT. Arquivo de Ciências do Mar. Fortaleza, v. 53, n. 2. (Especial), p.89-99, 2020. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/42667>. Acesso: 21 out 2021.