UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JEFFERSON LISBOA MELO

ANÁLISE DAS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE ENERGIA EÓLICA – ESTUDO DE CASO

CURITIBA
2015

JEFFERSON LISBOA MELO

ANÁLISE DAS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE ENERGIA EÓLICA – ESTUDO DE CASO

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Economia e Meio Ambiente no curso de Pós-graduação em Economia e Meio Ambiente do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Dimas Agostinho da Silva
Co-orientador: Profª. Dra. Cymara Regina Oshiro

CURITIBA
2015

RESUMO

Este trabalho teve como temática analisar as etapas do desenvolvimento de projetos de energia eólica no Brasil devido à necessidade constante e aumento de consumo de energia elétrica pela sociedade atual. Esse estudo apresenta as etapas necessárias e os pontos críticos para o desenvolvimento dos projetos eólicos, por meio de um estudo de caso em uma empresa que desenvolve projetos eólicos. As etapas identificadas foram: análise preliminar de viabilidade, prospecção e arrendamento de áreas da poligonal, medição e avaliação dos recursos e engenharia, *micrositing* e certificação. O estudo possibilita compreender o tempo total médio de duração da etapa de desenvolvimento, que é de quatro anos, e em especial os pontos críticos do processo, como a demora para obtenção de licenciamento ambiental para torres anemométricas e obtenção de licença prévia (LP), que podem impactar significativamente esses projetos. Dessa forma, a presente pesquisa auxilia no entendimento sobre esse tema relevante e emergente, e de literatura escassa.

Palavras-chave: energias renováveis, desenvolvimento de projetos eólicos, aspectos ambientais de projetos eólicos.

ABSTRACT

This paper was to analyze thematic stages of the development of wind energy projects in Brazil due to the constant need and increased electricity consumption by society today. This study presents the necessary steps and critical to the development of wind projects, through a case study of a company that develops wind projects. The identified steps were preliminary feasibility analysis, prospecting and leasing of areas of polygonal, measurement and evaluation of resources and engineering, micrositing and certification. The study makes it possible to understand the average total duration of the development stage, which is four years, and especially the critical points of the process, as the delay in obtaining environmental licensing for anemometric towers and obtain preliminary license (LP) which can significantly impact these projects. Thus, this research helps in the understanding of this important and emerging issue, and little literature.

Key words: renewable energy, development of wind projects, environmental aspects of wind projects.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - VELOCIDADE DE VENTO PARA USO EM ENERGIA EÓLICA 16
TABELA 2 - ANÁLISE DA ETAPA PRELIMINAR DE VIABILIDADE 42
TABELA 3 - PROSPECÇÃO E ARRENDAMENTO DE ÁREAS DA POLIGONAL 42
TABELA 4 - MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RECURSOS 43
TABELA 5 - ENGENHARIA, *MICROSITING* E CERTIFICAÇÃO 44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- TORRE ANEMOMÉTRICA 17
FIGURA 2- AEROGERADOR 18
FIGURA 3- PARQUE EÓLICO 19
FIGURA 4- COMPLEXO EÓLICO 19
FIGURA 5- EXEMPLO DE MESOESCALA 21
FIGURA 6- ATLAS EÓLICO DO BRASIL 23
FIGURA 7- ATLAS EÓLICO DO ESTADO DA BAHIA 24
FIGURA 8- ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO EÓLICO 29
FIGURA 9- FLUXO DE PROCESSO DE ANÁLISE PRELIMINAR DE VIABILIDADE 30
FIGURA 10- EXEMPLO DE POLIGONAL TOPOGRÁFICA COM AS ÁREAS DE INTERESSE 31
FIGURA 11- FLUXO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EÓLICO 32
FIGURA 12- FLUXO DE MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECURSOS 36
FIGURA 13- FLUXO DE ENGENHARIA, *MICROSITING* E CERTIFICAÇÃO 39
FIGURA 14- LINHA DO TEMPO DE UM PROJETO EÓLICO 45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 OBJETIVOS 9
2.1 OBJETIVO GERAL 9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9
3 REVISÃO DE LITERATURA 10
3.1 CONCEITO DE PROJETOS 10
3.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS 11
3.2.1 Etapas de Gerenciamento de Projetos 12
3.3 ÁREAS DE CONHECIMENTO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS 13
3.4 ENERGIA EÓLICA 14
3.4.1 Principais aspectos técnicos de energia eólica 16
3.5 ENERGIA EÓLICA NO BRASIL 22
3.6 ASPECTOS AMBIENTAIS DOS PROJETOS DE ENERGIA EÓLICA 25
4 MATERIAL E MÉTODOS 27
4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 27
4.2 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES 27
4.3 TÉCNICA DE ANÁLISE DOS DADOS E INFORMAÇÕES 28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 29
5.1 CICLOS E ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EÓLICO 29
5.1.1. Etapa 1 – análise preliminar de viabilidade de projetos eólicos 29
5.1.2 Etapa 2 – prospecção e arrendamento das áreas da poligonal 32
5.1.3 Etapa 3 – medição e avaliação dos recursos 35
5.1.4 Etapa 4 - engenharia, *micrositing* e certificação 38
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS 42
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 46
REFERÊNCIAS 48
APÊNDICE 52

1 INTRODUÇÃO

Muito se tem discutido sobre as questões relacionadas à energia elétrica no Brasil. Discussões estas que se acentuaram no início do ano de 2015, devido a um grande risco de déficit no fornecimento de energia elétrica oriundo da escassez de chuvas e aumento da temperatura. O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) indicava que nas regiões sudeste e centro-oeste do Brasil, o risco de déficit de energia em janeiro/2015, era de 4,9% (BRASIL, 2015).

A escassez de chuva aumenta o risco de falta de energia em função da representatividade da geração de energia hidrelétrica na matriz energética do país. De fato, conforme a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), no ano de 2013, mais de 74% da geração de energia era proveniente da fonte hidrelétrica (EPE, 2014).

Além disso, a sociedade como um todo e os ambientalistas têm feito constantes pressões ao governo para aumento da geração de energia a partir de fontes renováveis, a chamada energia limpa.

Uma das possíveis fontes de energia renovável é a produção de energia eólica que encontra potencial no Brasil. No entanto, o desenvolvimento de projetos eólicos no país possui vários aspectos complexos e críticos que precisam ser considerados no planejamento para que se obtenha êxito.

Nesse cenário, o presente estudo tem alta relevância por tratar de um assunto emergente, com pouca literatura especializada disponível e que é de grande interesse para o meio acadêmico, ambientalistas e a sociedade como um todo, objetivando responder sobre quais são os pontos críticos no desenvolvimento de projetos de energia eólica no Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar os pontos críticos no desenvolvimento de projetos de energia eólica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os processos necessários para o desenvolvimento de projetos de energia eólica.
- Avaliar, nas etapas do desenvolvimento de projetos de energia eólica, os pontos mais relevantes e indicativos de viabilidade do projeto.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CONCEITO DE PROJETOS

O dicionário Michaelis (2009) define projeto como sendo um plano para a realização de um ato, ou uma intenção. Machado (2002) menciona que projeto possui a etimologia derivada de uma palavra do *latim* descrita como *projectus*, que tem por significado: “lançar algo para frente”. Dessa forma, pode-se concluir que o sentido de projeto envolve planejar, tendo como foco algo a frente, ou um resultado futuro.

Essa definição é corroborada por ONU (1984) *apud* Prochnow e Schaffer (1999), que considera um projeto como um empreendimento planejado que contempla atividades inter-relacionadas e coordenadas para o alcance de determinados objetivos e dentro de um tempo e orçamento pré definidos.

O guia de melhores práticas em gerenciamento de projetos PMBOK®, do *Project Management Institute* (PMI) complementa essa definição quando relaciona um projeto a um esforço temporário, único e suscetível a riscos (PMI, 2013). Ainda Melo *et al.* (2015) mencionam que os projetos possuem como características as mudanças, a temporariedade, interfuncionalidade, exclusividade e incertezas que os diferencia das operações comuns do negócio. Com base nessas características pode-se perceber que os projetos estão íntrinsecos no cotidiano das pessoas e organizações, embora em muitas situações não se deêm conta disso.

No ambiente empresarial, devido à concorrência existente entre as empresas atuantes no mercado, torna-se necessário obter algum tipo de vantagem competitiva, o que leva muitas organizações a trabalharem em uma estrutura mais orientada a projetos para se tornarem mais eficientes (PORTER, 2004). Por isso, as empresas adotam práticas de gerenciamento de projetos, que são ferramentas gerenciais e possibilitam que as organizações desenvolvam um conjunto de habilidades necessárias para a gestão dos recursos, atividades, controle de tempo, custos e riscos (VARGAS, 2006). Para um maior entendimento sobre essas habilidades torna-se necessário o aprofundamento nas práticas de gerenciamento de projetos.

3.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O termo gerenciamento é descrito nos dicionários da língua portuguesa como o ato de gerir, administrar, dirigir, regular ou governar algo (HOUAISS; VILLAR, 2003). Quando aplicados os conceitos de gestão nos projetos, têm-se o que é comumente denominado de gerenciamento de projetos.

O PMI (2013) define gerenciamento de projetos como sendo a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para que se possam gerenciar os projetos de forma eficaz. Essas técnicas devem possibilitar o alcance dos objetivos estratégicos organizacionais por meio de uma correta execução e entrega dos projetos, resultando em maior eficiência e competitividade das organizações. Ainda Kerzner (2006) define o gerenciamento de projetos como o planejamento, a programação e o controle de várias tarefas integradas para que se alcance os objetivos estabelecidos.

As técnicas de gerenciamento de projetos se difundiram nos últimos anos entre as empresas, o que impulsionou o crescimento da gestão de projetos e dos profissionais que atuam na área (ORTH; PRIKLADNICKI, 2009). Em decorrência disso, muitas empresas da atualidade trabalham com estruturas organizacionais baseadas em projetos (PATAH e CARVALHO, 2002).

Torna-se cada vez mais comum as organizações que possuem áreas internas de gerenciamento de projeto, com equipes dedicadas nas atividades relacionadas a projetos, e que não compartilham o tempo de trabalho com outras atividades concorrentes. É fato que ao se trabalhar com esse tipo de estrutura, muitas necessidades do negócio são convertidas em projetos. Nesse contexto, as empresas precisam priorizar seus projetos, pois possuem necessidades ilimitadas e recursos limitados, mas para que se tornem eficientes é necessário definir critérios de seleção (SAMUELSON; NORDHAUS, 2010).

Vargas (2006) discorre sobre o aumento da utilização de práticas para o gerenciamento de projetos e enfatiza que isso foi impulsionado pelo crescimento da competitividade empresarial. Nesse cenário, ser eficiente é fundamental para que se tenha êxito em um ambiente de acirrada concorrência (PORTER, 2004).

3.2.1 Etapas de Gerenciamento de Projetos

Para que possa ser executada a gestão dos projetos, o Project Management Institute (PMI, 2013), elaborou um guia de práticas para o gerenciamento de projetos que é chamado de guia PMBOK® (sigla de *Project Management Body of Knowledge*). Esse guia divide as etapas do gerenciamento de projetos em cinco grupos de processos, que são:

• Grupo de processos de iniciação - envolve a definição de um novo projeto, através da obtenção da autorização para iniciação do projeto. Nessa etapa, deve-se definir o escopo e orçamento que serão comprometidos, bem como avaliar a viabilidade do projeto, pois se constatado que o projeto é inviável, ele deve ser descontinuado para que não ocorra um prejuízo maior.

• Grupo de processos de planejamento - nessa etapa os objetivos do projeto são refinados e as ações necessárias para o alcance desses objetivos são definidas. Após o projeto ser considerado viável, deve-se considerar então o plano para a gestão de tempo, escopo e orçamento. Esse planejamento é progressivo, na medida em que o projeto evolui e as informações são coletadas, o planejamento também é refinado. Além disso, a forma como a execução do projeto irá ocorrer deve ser planejado nessa etapa.

• Grupo de processos de execução - envolve a gestão para que o que foi planejado seja executado de forma correta. A maior parte do orçamento do projeto é comprometida nessa etapa, em consequência disso, pode-se identificar a necessidade de ajustes no planejamento e alteração de planos de gerenciamento.

• Grupo de processos de monitoramento e controle - após a execução, deve-se: acompanhar, revisar e monitorar o progresso e desempenho do projeto. Para tanto, torna-se necessário identificar todas as áreas nas quais serão necessárias mudanças no plano e tomar as ações necessárias para que as mudanças ocorram. Nessa etapa, o desempenho deve ser analisado e mensurado periodicamente para que se possam identificar variações em relação ao planejamento.

• Grupo de processos de encerramento - essa etapa trata de assegurar que o encerramento de todos os processos e atividades do projeto ocorra de forma correta, isso inclui a aceitação e formalização de entrega do projeto e documentação de lições aprendidas para projetos futuros.

Após o entendimento das etapas necessárias para o gerenciamento do projeto, pode-se explicar as áreas de conhecimento do gerenciamento de projetos que são agrupadas para um correto gerenciamento e obtenção de êxito na entrega do projeto.

3.3 ÁREAS DE CONHECIMENTO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O guia PMBOK® define 10 áreas de conhecimento para o gerenciamento de projetos, que são descritos na sequência, conforme o PMI (2013):

- Gerenciamento da integração - assegura que os vários elementos do projeto sejam adequadamente coordenados.
- Gerenciamento de escopo - assegura que seja entregue tudo o que foi descrito e planejado para o projeto.
- Gerenciamento de custos - garante que o orçamento seja controlado desde o início para que não ocorram aumentos inesperados que inviabilizem o projeto.
- Gerenciamento de qualidade - assegura o padrão de qualidade necessário para todas as entregas do projeto.
- Gerenciamento das aquisições - faz a gestão de todas as atividades relacionadas a aquisições (compras) do projeto.
- Gerenciamento de recursos humanos - envolve a gestão para assegurar um melhor desempenho das pessoas envolvidas no projeto.
- Gerenciamento das comunicações - envolve as atividades necessárias para que o fluxo de comunicação ocorra de maneira correta e não impacte todas as áreas de conhecimento do projeto. A comunicação é uma área crítica em todos os projetos, sendo responsável por cerca de 90% dos casos de insucesso no gerenciamento de projetos como um todo (PMI, 2013).

- Gerenciamento de risco - descreve as atividades e processos necessários para análise, prevenção e mitigação dos riscos inerentes ao projeto.
- Gerenciamento de tempo - envolve atividades relacionadas ao controle de tempo, para que as entregas ocorram no prazo planejado.
- Gerenciamento das partes interessadas – as partes interessadas (*stakeholders*) compreendem todos que possuem interesse no projeto. Dessa forma, essa área de conhecimento busca fazer a gestão de todos que têm interesse por algum motivo.

Demonstradas as áreas de conhecimento de gerenciamento de projetos, definidas pelo guia PMBOK®, serão estudados os conceitos fundamentais relacionados à energia eólica e as principais características dessa fonte de energia no Brasil.

3.4 ENERGIA EÓLICA

Atualmente, muito se tem falado sobre a chamada “energia limpa”. De fato, a atual sociedade é dependente de energia elétrica, seja para transporte, entretenimento, saúde ou educação (DIAS, 2006). Para tanto, torna-se necessária a utilização de fontes de energia renováveis, uma vez que algumas fontes de energia, entre as mais utilizadas, possuem recursos limitados (LOPEZ, 2012).

Além disso, o apelo ambiental tem crescido muito nas últimas décadas e tem impulsionado a busca por fontes renováveis e com menor impacto ao ambiente (SILVA, 2006). Esse cenário resulta em um amplo crescimento da energia eólica, ao redor de 40% ao ano no mundo (RONCAGLIO; JANKE, 2012), enquanto as fontes de energia convencionais crescem muito pouco ou estão em declínio (PRAHALAD, 2010).

Alves Filho (2003) destaca que em decorrência de um alto investimento em pesquisas em energia eólica, pode-se obter no decorrer do tempo uma redução de custo considerável, o que resulta na viabilidade financeira de muitos projetos eólicos. Soma-se a isso o aumento de produtividade e competitividade do setor, com máquinas mais potentes e menores preços.

Outro aspecto relevante, salientado por Navales e Martinez (2008), é que dentre as fontes de energia renováveis, a eólica se destaca como a mais rentável, o que tem resultado em um importante desenvolvimento industrial e possibilita o chamado desenvolvimento sustentável (SIMAS; PACCA, 2013).

Lovins e Cohen (2013) mencionam que o mercado de energia eólica está estimado em aproximadamente 63 bilhões de dólares por ano no mundo, sendo que desses uma parcela de 6 bilhões de dólares é destinada apenas com a fabricação de aerogeradores (RONCAGLIO; JANKE, 2012).

Conforme Lopes (2012) o combustível do mecanismo de energia eólica é o vento, que existe em abundância no planeta, e é influenciado pela rotação da terra, pelas diferenças entre as áreas de pressão atmosférica e possui alterações conforme a intensidade, direção e topografia. Por se tratar de um recurso abundante e renovável, a energia eólica tem potencial para suprir toda a demanda por energia elétrica do planeta (WHITE, 2011).

Villarrubia (2004) destaca as principais vantagens e desvantagens da energia eólica. Dessa forma, as suas vantagens são:

- A não emissão de gases, efluentes líquidos ou resíduos sólidos que poluem o ambiente;
- Fonte de energia renovável que não necessita de processos de extração subterrâneos ou a céu aberto;
- Os possíveis incidentes ocorridos na extração da energia eólica não geram impactos ambientais (explosões, incêndios, entre outros).

Por outro lado, Villarrubia (2004) cita também as principais desvantagens da energia eólica, que são:

- Aumento do barulho, devido ao nível de ruído dos aerogeradores;
- Impacto visual, pois muitas paisagens naturais são alteradas pela instalação dos aerogeradores e parques eólicos;
- Impacto sobre a fauna (muitas aves colidem com os aerogeradores e acabam morrendo);
- Ocupação do solo, pois se deve manter uma faixa de distância das residências para os aerogeradores;
- Interferências com transmissões eletromagnéticas.

Torna-se evidente as vantagens da energia eólica em detrimento das desvantagens e da redução do impacto ambiental, o que resultou em mais de 50% do investimento em energias renováveis fosse destinado para eólica. De fato, 82 países utilizam esse tipo de energia e, no ano de 2010, já representava 20% da geração de energia dos Estados Unidos da América (CHIARAVALLOTI; PADUA, 2011).

3.4.1 Principais aspectos técnicos de energia eólica

Um dos aspectos principais para mensurar o potencial de um projeto eólico é a velocidade do vento em m/s (metros por segundo). Para que se possa garantir uma geração eólica competitiva é necessário no mínimo 5,0 m/s, no caso de geradores eólicos isolados, no entanto, para complexos eólicos espera-se um vento de ao menos 7,0 m/s (LIMA JUNIOR, 2013). A Tabela 1 possibilita a visualização da velocidade média anual de vento e suas possibilidades de uso para energia eólica.

TABELA 1 - VELOCIDADE DE VENTO PARA USO EM ENERGIA EÓLICA

Velocidade média anual de 10 metros por segundo (m/s) acima do solo	Possibilidade de uso para energia eólica
Abaixo de 3	Usualmente não viável
de 3 a 4	Opção para bombas eólicas, mas não para geradores
de 4 a 5	Viável para geradores eólicos isolados
de 5 a 7	Viável para bombas eólicas e geradores eólicos isolados
Acima de 7	Viável para bombas eólicas e geradores eólicos isolados e conectados à rede

Fonte: LIMA JUNIOR (2013)

Após o entendimento sobre a velocidade do vento, é fundamental definir o conceito de anemômetro e torres anemométricas, que são fundamentais para o entendimento do funcionamento de energia eólica. O anemômetro é um equipamento utilizado para medir a velocidade ou força do vento, por isso amplamente utilizado para medições de comportamento e velocidade de vento nas regiões onde se pretende desenvolver projetos eólicos (BRAGA, 2013). Os anemômetros são utilizados em torres anemométricas que fazem as medições de

vento, e as torres utilizadas atualmente possuem aproximadamente 120 metros de altura. A figura 1 demonstra uma torre anemométrica instalada.

FIGURA 1- TORRE ANEMOMÉTRICA
Fonte: o autor

Outro componente essencial para o entendimento do conceito de eólica é o aerogerador, também conhecido como turbina eólica, que é a máquina que possibilita a geração da energia elétrica por meio da energia eólica. Essas máquinas desenhadas com base em princípios de engenharia aeronáutica, convertem o movimento do ar em energia. Para uma evolução continua dessa tecnologia, são feitos estudos e melhorias no *design* das pás de hélice que possuem um formato semelhante as asas de um avião (DIAS FILHO, 2003). Atualmente, um aerogerador possui aproximadamente 150 metros de altura e cada pá, possui em média 50 metros, que é demonstrado na Figura 2.

FIGURA 2- AEROGERADOR
Fonte: Alstom (2012)

De posse dos conhecimentos básicos em eólica é possível conceituar um parque eólico, que é um conjunto de aerogeradores, condutores de eletricidade, subestação de energia e outras instalações que tornam possível a produção de energia derivada da ação do vento, que podem estar situados em terra ou no mar (*offshore*). As composições dos parques eólicos são bem diferentes, desde a quantidade de aerogeradores, local e capacidade de geração de energia, pois depende da análise de cada situação (NIEVES, 2012).

Para a implantação de um parque eólico, também chamado de usina eólica deve-se fazer um estudo criterioso e detalhado das condições de vento, topologia da região, pois uma escolha inadequada da localização desses parques pode resultar na criação de complexos eólicos ineficientes e economicamente inviáveis (OLIVEIRA, 2013). A Figura 3 mostra um Parque Eólico.

FIGURA 3- PARQUE EÓLICO
Fonte: o autor

Um conjunto de Parques Eólicos que estão próximos na mesma extensão geográfica é comumente chamado de complexo eólico. Dessa forma, um projeto que contempla vários parques eólicos na mesma região pode ser denominado como um complexo eólico, conforme a Figura 4.

FIGURA 4- COMPLEXO EÓLICO
Fonte: o autor.

Para o desenvolvimento dos parques ou de um complexo eólico, torna-se necessário a concepção de um projeto básico de engenharia. A Lei Brasileira

8.666/1993, define um projeto básico como conjunto de elementos necessários e suficientes, com precisão adequada para caracterizar a obra ou complexo de obras, cuja elaboração é baseada nas indicações de estudos técnicos preliminares e que garantam a viabilidade técnica e as questões ambientais do empreendimento. O projeto deve possibilitar a mensuração de custo da obra e definir os métodos e prazos necessários para a execução (BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993).

No desenvolvimento de projetos eólicos, é necessário definir o custo com base na geração de energia, para isso, utiliza-se o cálculo de Fator de Capacidade. Salino (2011) menciona que o Fator de Capacidade (FC) é a relação entre a produção de determinada usina de energia em dado período de tempo, se essa usina opera em plena capacidade durante todo o tempo de operação. Dessa forma, o cálculo do Fator de Capacidade (FC) é dado por:

$$FC = \frac{Energia\ total\ gerada\ (MWh)}{Potência\ (MW) x Tempo\ (h)}$$

Ou

$$FC = \frac{Garantia\ física\ (MV)}{Potência\ (MV)}$$

Outra ferramenta muito utilizada nos projetos eólicos são os modelos de mesoescala. Marques (2005), define-o como sendo um processo de modelagem numérica que é utilizado para estudar a previsibilidade climática de determinada região, o que inclui entender o comportamento do vento. O mesoescala abrange os fenômenos em uma distância de 2 a 2.000 km (TORRES; DAGNINO; OLIVEIRA JUNIOR, 2009). Dessa forma, por meio desse tipo de modelagem é possível mapear as áreas que possuem o vento mais forte e direcionar o desenvolvimento dos projetos para essas áreas. A Figura 5 ilustra um mesoescala e pode-se observar a escala que indica o vento mais forte. Nesse exemplo os lugares no mapa em cor roxo possuem um vento mais forte que chega a 9,0 m/s.

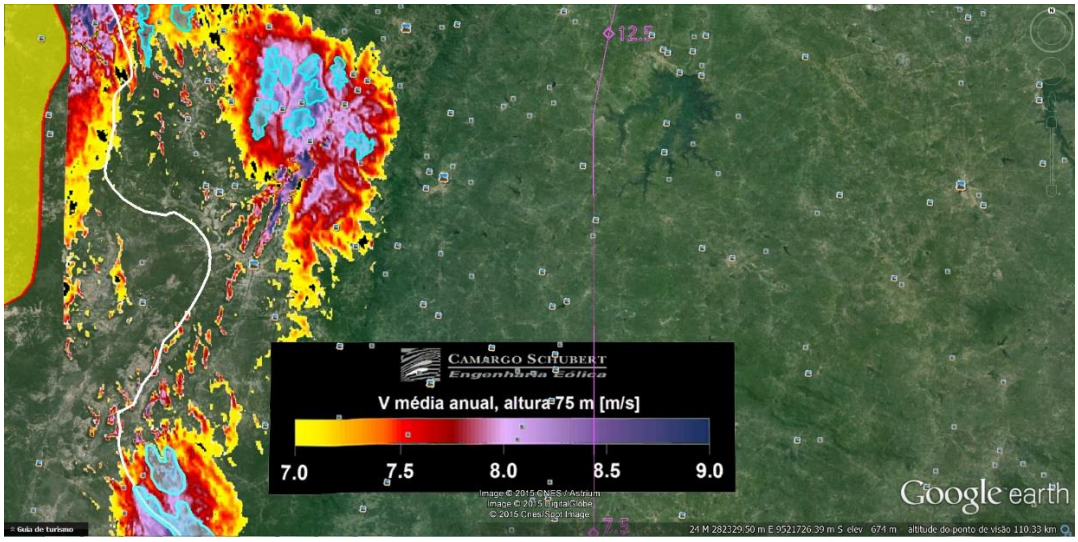

FIGURA 5- EXEMPLO DE MESOESCALA
Fonte: o autor

Para a concepção de um projeto eólico, é necessário desenvolver um estudo, chamado de *micrositing* com um *layout* final de distribuição das turbinas eólicas no sítio. Estudo esse que é bastante complexo e possui características ímpares, pois deve-se levar em consideração os perfis de velocidade de vento e seu sentido, magnitude das variações, topografia, orografia e rugosidade do terreno (FADIGAS, 2011).

Oliveira (2013) menciona ainda o sombreamento da torre e efeito esteira, pois após passar por um aerogerador, o vento sai com uma velocidade menor e uma direção diferente, criando uma turbulência muito forte que pode comprometer a geração de energia e a integridade física das máquinas se posicionadas muito próximas umas das outras. Dessa forma, deve haver um distanciamento entre os aerogeradores.

Na etapa final e para a conclusão de um projeto eólico, torna-se necessário a emissão de certificação das medições anemométricas, que deve atender aos seguintes critérios (EPE, 2014, p. 17 - 18):

> a) Ter por base um período de medições anemométricas, conforme disposto nas Portarias MME nº 21, 18/01/2008, e MME nº 29, de 28/01/2011, devendo ser informados o início e o fim do período de aquisição dos dados;
> b) As medições anemométricas e climatológicas deverão ser realizadas numa região próxima ao local do parque eólico, definido conforme o § 1º do art. 6º-A, da Portaria MME nº 21/2008.
> c) As medições deverão ser feitas em pelo menos duas alturas distintas, sendo uma a partir de 50 metros, por período não inferior a 24 (vinte e quatro) meses consecutivos, sempre iniciado a partir de dados válidos, devendo ser integralizadas a cada 10 (dez) minutos e ter uma taxa de perda de dados inferior a 10% (dez por cento), destacando-se que o período contínuo de ausência de medições não poderá superar 15 (quinze) dias;

> d) Deverão ser informadas a taxa de perda de dados e a metodologia empregada para o preenchimento das perdas dos dados medidos;
> e) Informações sobre os dados de temperatura, densidade média anual do ar, pressão atmosférica no local do parque eólico, incluindo identificação e localização das estações meteorológicas de origem dos dados, quando não medidos em instrumentos da torre anemométrica em estudo;
> f) Médias mensais de longo prazo da velocidade do vento e os respectivos parâmetros (fator de forma e fator de escala) da distribuição de Weibull, para cada mês, extrapoladas à elevação (altura) do rotor da turbina;
> OBS.: esses dados deverão ser informados na Guia "Características Técnicas/Dados Anemométricos Certificados" do AEGE.
> g) Rosa dos Ventos, com 16 setores, apresentada também, em forma de tabela, explicitando os percentuais de permanência em cada setor, conforme modelo;
> h) Velocidade de referência (Vref, 50 anos, 10 minutos), rajada máxima (Ve50, 50 anos, 3 segundos), intensidade de turbulência média (V > 4 m/s), intensidade de turbulência normal (quantil de 90%) e classe IEC do parque eólico, conforme NBR-6123/1988 e IEC-61400-3ª edição; e
> i) Os arquivos digitais em formato "Excel" com as medições anemométricas contendo dados brutos e dados tratados devem ser.
>
> Sem prejuízo aos requisitos descritos acima, que se aplicam exclusivamente para fins de cadastramento e habilitação técnica, os empreendedores que se sagrarem vencedores nos leilões de energia deverão iniciar medições anemométricas e climatológicas permanentes no local do parque de geração, em conformidade com a Portaria MME nº 29, de 28 de janeiro de 2011. Essas medições deverão cumprir os requisitos especificados na Nota Técnica da EPE, "INSTRUÇÕES PARA AS MEDIÇÕES ANEMOMÉTRICAS E CLIMATOLÓGICAS EM PARQUES EÓLICOS".

Essa certificação tem por objetivo assegurar uma velocidade média anual para a geração de energia elétrica.

3.5 ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

A energia eólica é utilizada há pouco tempo no Brasil e foi impulsionada por incentivos fiscais, mas embora seja recente, possui uma participação significativa e com perspectiva de crescimento na matriz energética (RAMPINELLI; ROSA JUNIOR, 2012).

No ano de 2001, foi publicado o primeiro atlas eólico do Brasil que mensurava a representatividade dessa fonte de energia com um potencial eólico de 143 GW, sendo que desses 52% estavam localizados na região nordeste (ROSA; FACETO; MOSCHINI-CARLOS, 2012). Porém, esse estudo não evidencia uma visão atual do cenário eólico brasileiro, pois na época se utilizavam aerogeradores

com 50 metros de altura e atualmente as máquinas possuem até 120 metros. Esse avanço tecnológico possibilita uma estimativa atual de 300 GW de potencial eólico no Brasil (SIMAS; PACCA, 2013).

A Figura 6 demonstra o atlas eólico do Brasil, onde possui uma legenda indicando os locais com maior intensidade de vento. Conforme essa legenda, os locais que possuem vento em áreas identificadas pela cor vermelha (ventos acima de 7,5 m/s), são bons e em locais identificadas pela cor roxa (ventos acima de 8,5 m/s), são muito bons.

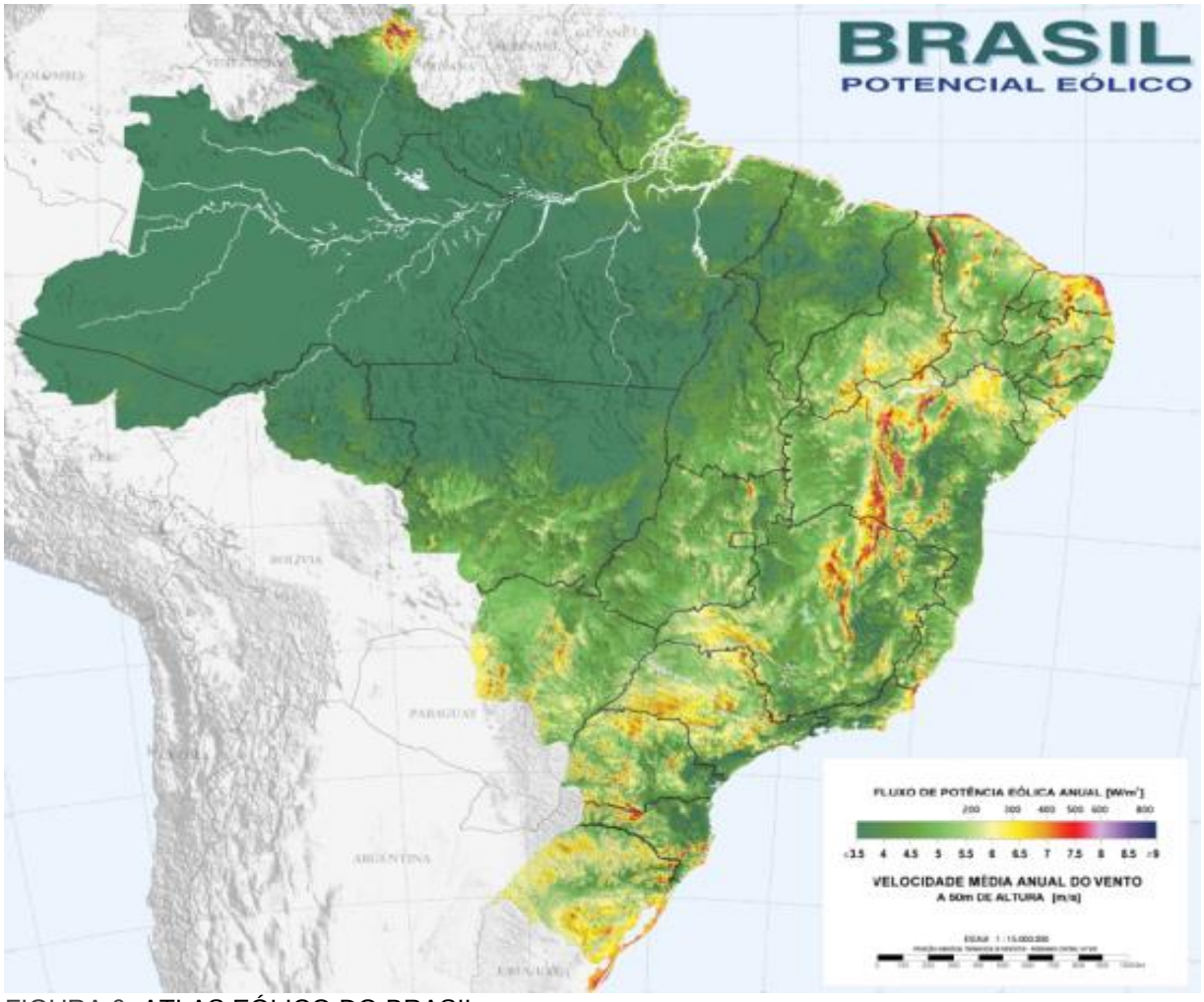

FIGURA 6- ATLAS EÓLICO DO BRASIL
Fonte: CEPEL (2001)

Em 2008, o país já possuía plantas de fabricantes para a produção de equipamentos de energia eólica para suportar o fornecimento dos países da América Latina (PINILLA, 2008). Posteriormente em dezembro de 2009, ocorreu o primeiro leilão exclusivo para energia eólica na modalidade de Leilão de Energia Reserva (LER), com o cadastro de 441 projetos que somavam mais de 10 GW de potência,

dos quais foram contratados 71 projetos, com 1.805,7 MW de potência (SIMAS; PACCA, 2013). Após o resultado do leilão, várias empresas fabricantes iniciaram linha de montagem no Brasil ou expandiram as linhas existentes (OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Esses eventos evidenciavam a consolidação da eólica como fonte de energia e sua participação no mercado energético.

Devido ao rápido desenvolvimento da energia eólica no país, vários estados brasileiros por iniciativa própria patrocinaram a elaboração de atlas eólicos estaduais, conforme a Figura 7, que demonstra o atlas eólico da Bahia. Esses atlas estaduais foram desenvolvidos com base no modelo adotado no atlas eólico nacional, porém possuem carência de informações e algumas limitações, como por exemplo, estimativas de ventos em 50 metros, quando existem aerogeradores que chegam a até 150 metros (OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Por este motivo, muitos estados têm atualizados seus atlas eólicos, mas a tecnologia se desenvolve de maneira muito mais rápida do que a atualização dessas documentações.

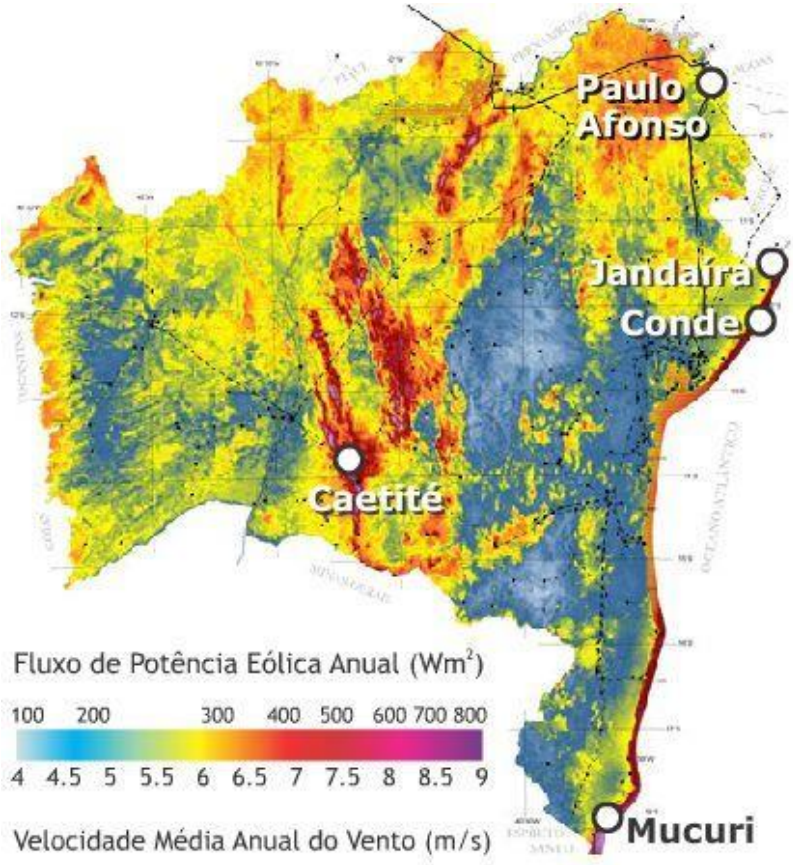

FIGURA 7- ATLAS EÓLICO DO ESTADO DA BAHIA
Fonte: Camargo Schubert (2013)

Conforme Dalmaz, Passos e Colle (2008), o Brasil possui uma das matrizes elétricas mais renováveis no mundo. Soma-se a isso o fato de que a energia eólica é

adaptável em locais isolados e pequenas comunidades rurais, o que é muito comum no Brasil. Nesse contexto, a energia eólica possibilita a inclusão social e econômica de comunidades, residências e pequenos empreendimentos. A geração de energia nesses locais permite o bombeamento de água, irrigação, iluminação pública e utilização de energia elétrica para escolas, postos de saúde e centros comunitários (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005).

De fato, a energia eólica mostra-se uma eficiente fonte de eletricidade, sobretudo no Brasil, por possibilitar várias vantagens se comparada às fontes tradicionais de geração de energia. Como exemplo, as vantagens ambientais, pois os terrenos onde são instalados os aerogeradores podem ser utilizados para outros usos, além de apoiar o crescimento econômico e sustentável das comunidades e suportar o desenvolvimento rural local. Isso se torna evidente pela geração de receita dos agricultores e proprietários que arrendam suas terras para projetos eólicos. Além disso, essa fonte de energia não emite gases de efeito estufa e por isso auxiliam no alcance das metas brasileiras de redução de emissões (EPE, 2013).

Dutra (2001) menciona que os lugares com melhor potencial de vento para instalação de projetos eólicos estão na região nordeste e norte, o que explica o fato da região nordeste ter sido a pioneira na implantação de projetos eólicos.

Esse histórico demonstra que as perspectivas para os projetos de energia eólica no Brasil são muito positivas devido ao potencial de vento, características locais e necessidade de maior representatividade de projetos renováveis na matriz energética.

3.6 ASPECTOS AMBIENTAIS DOS PROJETOS DE ENERGIA EÓLICA

Conforme Cunha *et al.* (2013), o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), documentado no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), é um documento exigido para a obtenção de licenciamento para uma atividade específica em todo o Brasil. Esse documento é comumente chamado de EIA-RIMA e deve conter informações como caracterização do empreendimento, área de influência, diagnóstico ambiental, análise dos impactos ambientais, proposta de mitigação dos impactos, juntamente com uma proposta de acompanhamento e monitoramento (BRAGA *et al*., 2005).

Para a obtenção do financiamento de um projeto eólico, os bancos internacionais e organizações envolvidas passaram a solicitar o EIA antes da licença do projeto (AQUINO, 2014). Como um projeto desse porte na maioria das situações necessita de financiamento, o documento de EIA-RIMA faz parte do escopo dos projetos eólicos.

Conforme Aquino (2014), os estudos ambientais referem-se a toda a documentação apresentada como subsídio para a análise da licença solicitada, como o relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

A resolução CONAMA 237/97, trata de licenciamento ambiental, licença ambiental, estudos ambientais e impactos ambientais (BRASIL. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997). Conforme essa resolução, o licenciamento ambiental é um procedimento administrativo, no qual órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades que possam causar degradação ambiental. Ainda descreve os tipos de licenças ambientais, que são:

- Licença Prévia (LP) – contém os requisitos necessários para localização, instalação e operação do empreendimento, considerando os planos municipais, estaduais e federais de uso do solo. Essa licença é concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento e aprova sua localização e concepção, atestando sua viabilidade ambiental. O prazo de validade da LP varia de 2 a 4 anos.
- Licença de Instalação (LI) - autoriza o início da implantação (construção) do projeto ou atividade, conforme as especificações constantes dos projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental. O prazo de validade da LI varia de 2 a 4 anos.
- Licença de Operação (LO) – permite o início da operação com as medidas de controle ambiental determinadas para a operação. É uma condição necessária para a manutenção dessa licença, a verificação do cumprimento de tudo o que consta nas licenças anteriores. O prazo de emissão da LO varia de 3 a 5 anos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida e fundamentada baseada em pesquisa de literatura e em um estudo de caso de caráter investigativo, que teve por critério de escolha a escassez de literatura referente aos objetivos propostos neste trabalho. O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa desenvolvedora de projetos eólicos no Brasil.

Gil (2002) menciona que o estudo de caso é muito relevante, pois explora situações da vida real e busca explicar variáveis que causam determinados fenômenos em situações específicas. Barros e Lehfeld (2004) destacam como vantagem desse tipo de estudo o fato de possibilitar o contato direto com o objeto do estudo, dessa forma complementando os limites da pesquisa de literatura.

Nesse contexto, optou-se pelo estudo de caso, uma vez que o tema em questão possui um impacto significativo na geração de energia renovável no Brasil e em outros países do mundo para os próximos decênios. Esse cenário justifica a realização de um estudo de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo.

O estudo de caso, realizado em uma empresa desenvolvedora de projetos eólicos, trata das etapas de desenvolvimento de um projeto eólico e seus principais entraves no Brasil, para tanto, sendo muito importante a definição das técnicas de coletas de dados e informações e consequentemente as técnicas de análise.

4.2 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES

A coleta das informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho foi feita entre os meses de março e abril de 2015. A técnica utilizada no estudo de caso foi a pesquisa no local, porque possibilita ao pesquisador observar, analisar,

interpretar e extrair conclusões que permite avaliar o cumprimento dos objetivos formulados através das estratégias de ação (YIN, 2005).

O instrumento de pesquisa no estudo ocorreu por meio de entrevistas semiestruturadas realizadas junto aos profissionais da organização estudada, a amostra de pesquisa se constituiu de seis profissionais da organização estudada, que atuam nas diferentes áreas, a saber: área de desenvolvimento eólico, regulatório, jurídico e compras. É relevante mencionar que a empresa estudada possui aproximadamente 200 funcionários e em virtude de sigilo empresarial o nome da empresa não será mencionado.

Um dos aspectos fundamentais nesse tipo de empreendimento, além do alto custo e da alta tecnologia empregada, é justamente o sigilo sobre o desenvolvimento de projetos até sua finalização, ou seja, a operação dos parques e complexos eólicos, o que justifica a falta de literatura especializada.

Assim sendo, a coleta de dados e entrevistas focou no desenvolvimento dos projetos de energia eólica, processo inicial e imprescindível para a efetivação da instalação e da operação dessa forma de obtenção de energia.

4.3 TÉCNICA DE ANÁLISE DOS DADOS E INFORMAÇÕES

A técnica utilizada para a análise dos dados e informações se deu por meio de análise qualitativa. Após a definição da metodologia e as técnicas empregadas para o desenvolvimento do trabalho, foram analisadas e descritas as informações coletadas na pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CICLOS E ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EÓLICO

Os projetos eólicos possuem duas características importantes que são: incerteza e longo período de duração. Pode-se dividir um projeto eólico em dois ciclos: desenvolvimento e implantação do projeto eólico, ilustrados na Figura 8:

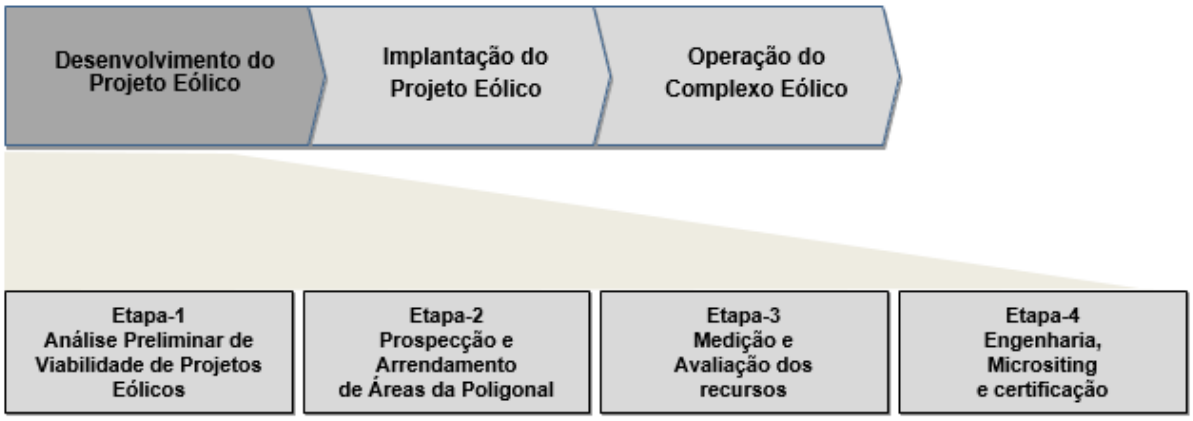

FIGURA 8- ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO EÓLICO
Fonte: o autor

Após a implantação, inicia-se a operação que não faz mais parte do conceito de projeto, que possuem o aspecto de temporariedade. Por isso, quando se finaliza a implantação, o projeto eólico dá-se por encerrado.

O ciclo de desenvolvimento é o que possui a maior duração de tempo e onde existe muita incerteza, posteriormente no ciclo de implantação a maior parte dos riscos e incertezas são mitigados e concentra-se na construção dos parques e complexo eólico. Nesse trabalho são descritas as etapas e atividades do ciclo de desenvolvimento eólico, sem o aprofundamento no ciclo de implantação do projeto eólico, que envolve a construção civil. Cada ciclo é composto por etapas, para tanto serão detalhadas as etapas do desenvolvimento eólico.

5.1.1. Etapa 1 – análise preliminar de viabilidade de projetos eólicos

A Figura 9 demonstra todas as atividades envolvidas na análise preliminar de viabilidade de um projeto eólico:

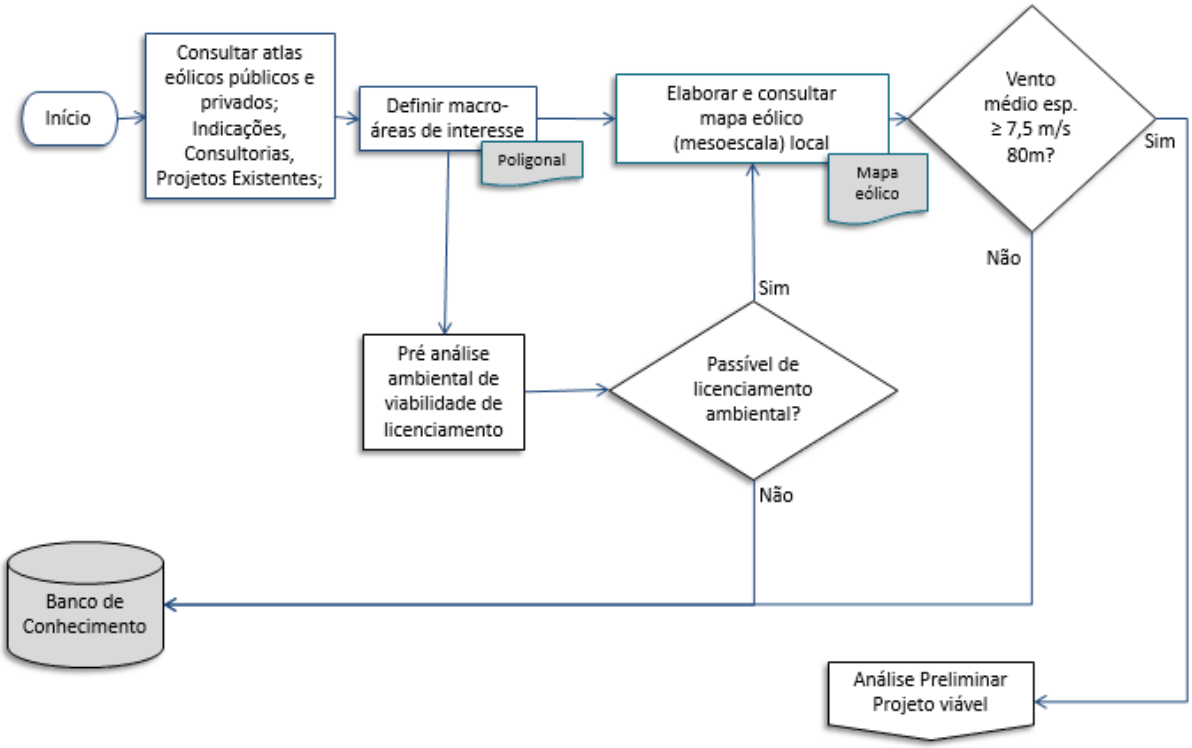

FIGURA 9- FLUXO DE PROCESSO DE ANÁLISE PRELIMINAR DE VIABILIDADE
Fonte: o autor

- Consulta de atlas eólicos públicos e privados - o desenvolvimento eólico se inicia com indicações de locais com vento forte ou com mais frequência por meio da análise de mapas eólicos que são disponibilizados pelo governo federal, estadual ou desenvolvidos por empresas privadas especializadas em estudos anemométricos. Em muitos casos os locais são apontados por consultorias ou até mesmo pela existência de projetos existentes, pois atestam o potencial de vento do local. O mapa eólico possibilita uma visão geral das regiões que possuem ventos com maior velocidade e a partir dessa informação pode-se fazer um estudo dos mapas de mesoescala e microescala da região.

- Definir macro áreas de interesse – baseado nos mapas eólicos é possível determinar uma macro área de interesse. Esta consiste em identificar as áreas no local que possuem maior potencial e para onde será direcionada a equipe de desenvolvimento do projeto. O resultado final dessa atividade é o que se chama de poligonal. Essa poligonal topográfica define as coordenadas

da área onde os esforços serão empregados. A Figura 10 demonstra uma poligonal topográfica.

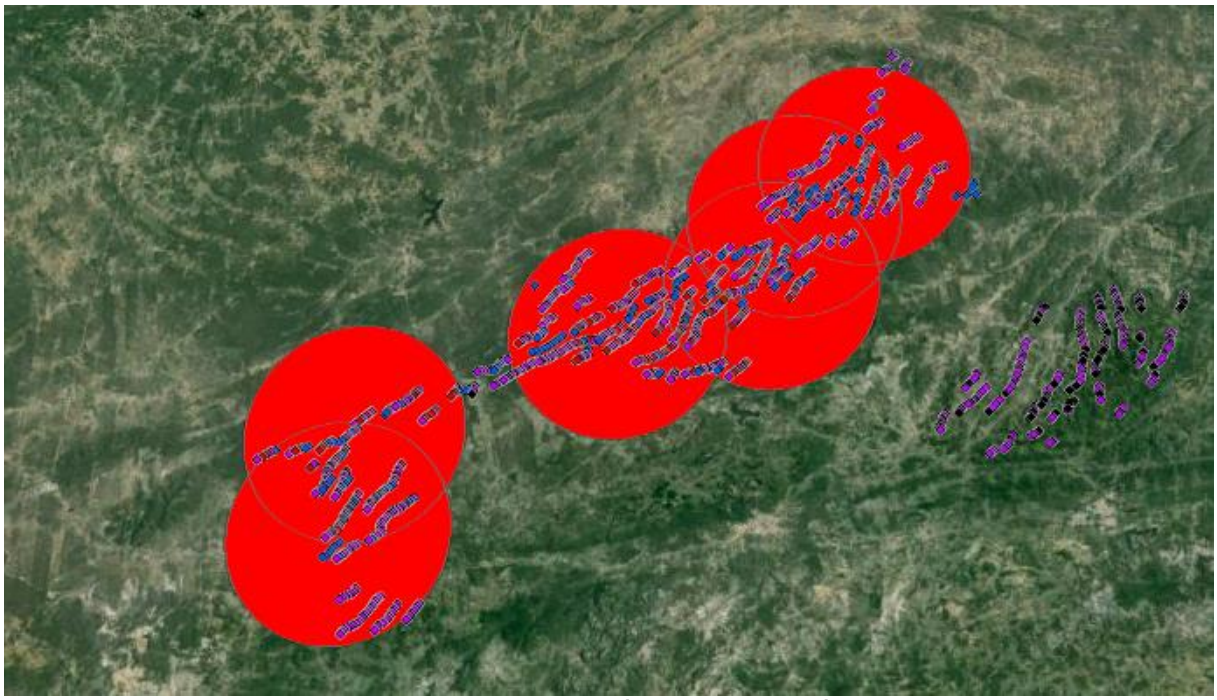

FIGURA 10- EXEMPLO DE POLIGONAL TOPOGRÁFICA COM AS ÁREAS DE INTERESSE
Fonte: o autor

- Pré análise ambiental de viabilidade de licenciamento – após a definição da macro área de interesse, deve-se fazer uma pré análise ambiental. Essa análise tem por objetivo identificar se a área de abrangência da poligonal possui algum tipo de restrição ambiental. De fato, é necessário entender se a área é passível de licenciamento ambiental, pois apenas com o licenciamento o projeto eólico pode ser continuado. Se identificado que a área não pode obter licenciamento, deve ser considerado como inviável e não será dada continuidade no projeto, sendo arquivada a análise em uma base de conhecimento da organização. No entanto, se passível de licenciamento deve ser desenvolvido um mapa de mesoescala para a região específica de onde a poligonal foi traçada.

- Elaborar e consultar mapa eólico (mesoescala) local – com a definição da poligonal de atuação, deve-se elaborar um mapa de mesoescala específico para a poligonal, pois se antes foi utilizado um mapa de mesoescala para a

região de abrangência, agora se deve desenvolver o mapa local e analisá-lo de modo a mensurar o potencial de vento da poligonal específica. Como resultado dessa atividade tem-se um mapa eólico específico, e se o vento do mapa gerado for igual ou superior a 7,5 m/s pode-se dar continuidade com base nessa pré análise. Porém, se o vento for inferior o projeto deve ser descontinuado e todas as informações arquivadas em uma base de conhecimento. É importante mencionar que nessa etapa não existe medição de vento, pois a análise é feita com mapas eólicos e análise de informações dos mapas.

5.1.2 Etapa 2 – prospecção e arrendamento das áreas da poligonal

Após o projeto passar pela análise de viabilidade preliminar, inicia-se de fato o desenvolvimento do projeto, conforme demonstrado na Figura 11, com as atividades detalhadas em sequência:

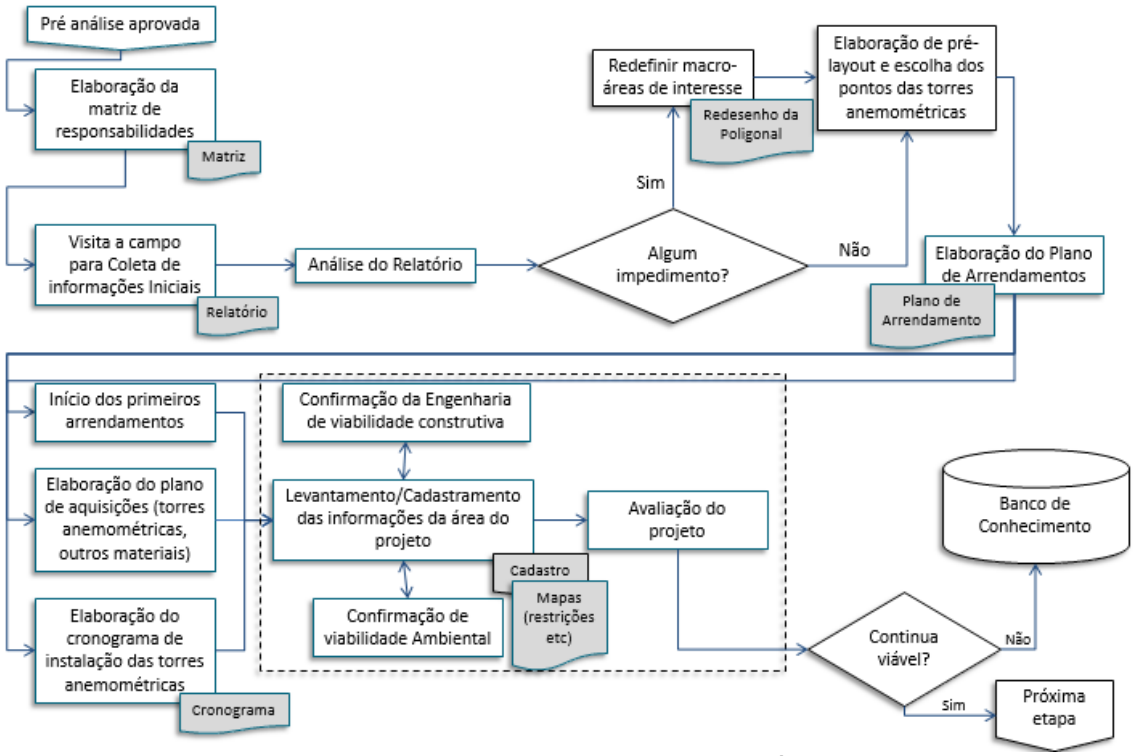

FIGURA 11- FLUXO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EÓLICO
Fonte: o autor

- Elaboração da matriz de responsabilidades – para o início do projeto torna-se necessário criar uma matriz de responsabilidades. Essa matriz deve definir os

papéis e responsabilidades de todos os envolvidos no projeto e é gerado pelo gerente do projeto. É importante também criar junto com a matriz um plano de comunicação para as partes interessadas.

- Visita a campo para coleta de informações iniciais – definida a matriz é fundamental uma visita em campo para a coleta das informações e verificar a situação real da área onde será desenvolvido o projeto. Essa visita contempla a verificação de acesso até a área do projeto, infraestrutura do local, topografia do terreno, vegetação do local, aspectos econômicos e perfil da comunidade local. O relacionamento com a comunidade é um fator crítico para o sucesso do projeto. Por isso, desde o início é necessário estreitar o relacionamento com os membros ativos da comunidade, com o intuito de esclarecer os objetivos e benefícios do desenvolvimento de um projeto eólico para a região. Como produto final dessa visita é necessário elaborar um relatório e enviar às áreas técnicas.

- Análise do relatório – após a elaboração do relatório desenvolvido na visita em campo, ele deve ser analisado pelas equipes técnicas que fazem parte do projeto para um maior entendimento sobre as necessidades específicas na região.

- Redefinir macro áreas de interesse – se identificado algum impedimento para o desenvolvimento do projeto, deve-se redefinir as áreas de interesse para concentrar as atividades em locais com melhores ventos. Essa redefinição é necessária depois da visita em campo, pois alguns locais possuem vento muito bom pelo mapa de mesoescala, porém o acesso é muito ruim ou possui algum tipo de restrição ambiental.

- Elaboração de pré *layout* e escolha dos pontos das torres anemométricas – com as informações dos mapas de mesoescala deve-se elaborar um pré *layout* com a posição das turbinas e dos melhores locais para a instalação de torres anemométricas. Essas torres devem coletar os dados de vento para estudo do local e refinamento dos *layouts* futuros. O pré *layout* é desenvolvido

nessa etapa, porém sabe-se que serão necessários vários ajustes e refinamentos para que se possa chegar ao *layout* final.

- Elaboração do plano de arrendamento – definidas as macro áreas de interesse e pré *layout,* é necessário elaborar o plano de arrendamento dessas áreas. Para o desenvolvimento do projeto é necessário fazer um contrato de arrendamento das áreas, sendo que esse contrato deve prever em cláusulas contratuais que nos primeiros anos serão feitos estudos do vento na região e posteriormente se identificado potencial eólico serão feitas as instalações das torres anemométricas e aerogeradores. Por isso, é necessário desenvolver um plano que contemple todas as áreas que necessitarão ser arrendadas e o mapeamento de todos os proprietários que estão nessa poligonal.

- Elaboração do plano de aquisições de torres anemométricas – É necessário elaborar o plano para a aquisição das torres e dos demais materiais que envolvem a instalação e montagem de torres. Esse plano deve contemplar os gastos com logística e com a equipe terceirizada que faz a instalação no local. É importante levar em consideração o fato que a maior parte das torres possuem equipamentos importados e por isso devem ser comprados com antecedência.

- Elaboração do cronograma de instalação de torres – identificação dos prazos de entrega das torres e matérias definidas, pode-se elaborar o cronograma de instalação das torres anemométricas. Esse cronograma deve contemplar o período necessário para que os arrendamentos sejam concretizados, o licenciamento ambiental para a instalação das torres, abertura de acesso no local para que as equipes consigam instalar e demais atividades pertinentes a instalação. O desenvolvimento do cronograma é uma ferramenta importante para o gerenciamento de tempo das atividades relacionadas à instalação de torres.

- Levantamento e cadastramento das informações da área do projeto – de posse do plano de arrendamento e plano de aquisições, deve-se fazer um mapeamento completo das informações do projeto que inclui áreas

envolvidas, proprietários e órgãos públicos que precisarão ser envolvidos. Todas essas informações devem ser cadastradas e deve-se iniciar um arquivo físico ou lógico com informações do projeto.

- Confirmação de viabilidade ambiental – é necessário um refinamento dos estudos ambientais para confirmar se o projeto é viável do aspecto ambiental. Com o decorrer dos estudos, pode-se identificar características do local que inviabilizem o projeto, portanto deve ser refinado e confirmado nessa etapa e arquivado com as demais informações do projeto. Como produto final dessa atividade, têm se um mapa de restrições ambientais.

- Confirmação da engenharia de viabilidade construtiva – assim como ocorre com os estudos ambientais, deve-se confirmar a viabilidade de construção civil do projeto. Nesse momento trata-se de uma pré análise, mas é importante que seja iniciada e refinada conforme o desenvolvimento do projeto.

- Avaliação do projeto – após todas as atividades dessa etapa e com uma fonte mais consistente de informações, é feita uma avaliação para determinar se o projeto continua viável. Essa avaliação deve considerar todos os aspectos positivos e negativos do projeto até esse momento. Caso a viabilidade do projeto não se confirme, ele deve ser arquivado em uma base de conhecimento. Se considerado viável, deve prosseguir para a próxima etapa do desenvolvimento eólico.

5.1.3 Etapa 3 – medição e avaliação dos recursos

Após a etapa de prospecção e arrendamento das áreas da poligonal, e o projeto continuando viável, inicia-se a etapa de medição e avaliação dos recursos, que é demonstrada na Figura 12, com as atividades detalhadas em sequência:

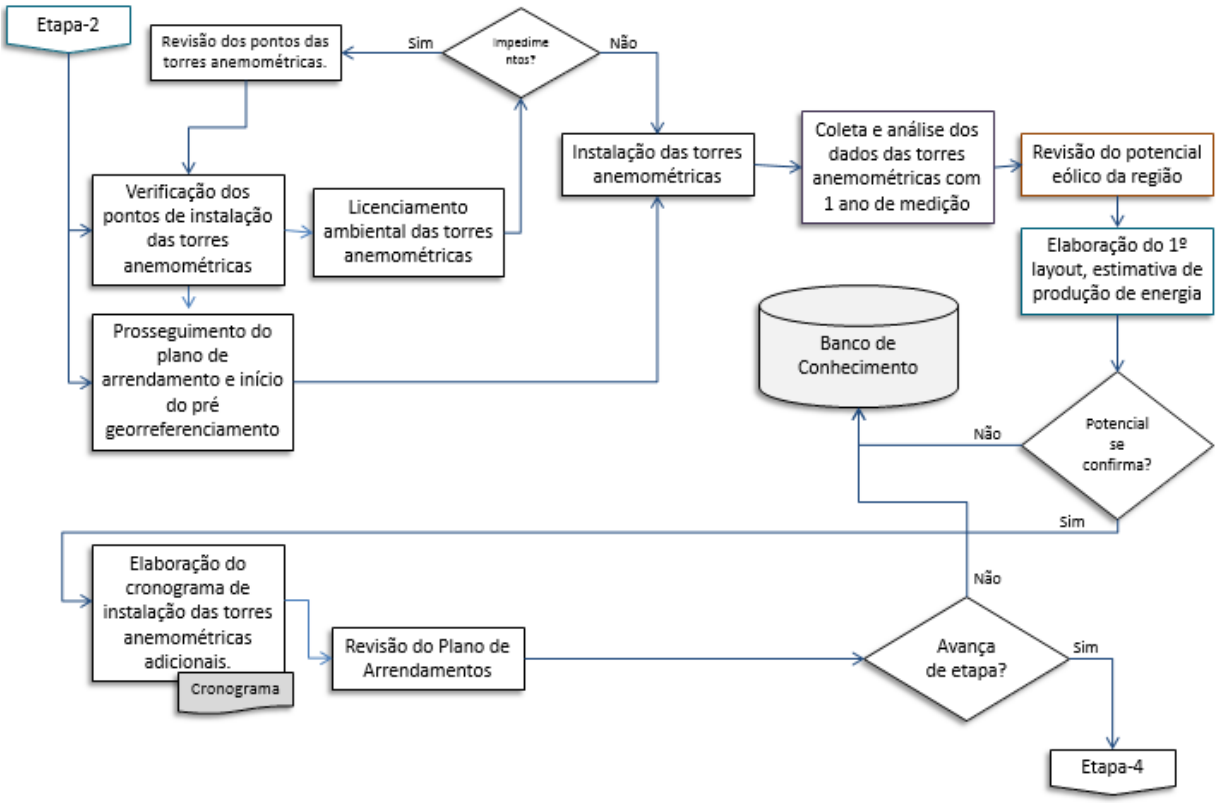

FIGURA 12- FLUXO DE MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECURSOS
Fonte: o autor

- Verificação dos pontos de instalação das torres anemométricas – à medida que o projeto evolui e ocorre um refinamento dos estudos e informações, é necessário verificar os pontos de instalação das torres anemométricas. De fato, se identificado que existe a necessidade de alterar a localização das torres, deve-se fazer o quanto antes. Essa decisão é tomada com base nos dados de vento.

- Prosseguimento do plano de arrendamento e início do pré georreferenciamento – nessa etapa o plano de arrendamento deve continuar e quaisquer ajustes necessários devem ser feitos, além disso, inicia-se o pré georreferenciamento. O georreferenciamento é necessário para todas as etapas de regularização de imóveis.

- Licenciamento ambiental das torres anemométricas – para a instalação das torres anemométricas torna-se necessário fazer o licenciamento ambiental, junto ao órgão ambiental competente. Dessa forma, nessa etapa deve-se

iniciar o processo de licenciamento. Caso ocorra algum impedimento, deve-se fazer novamente uma revisão e verificação dos pontos de torres anemométricas para que se concretize o licenciamento.

- Instalação das torres anemométricas – de posse do licenciamento ambiental pode-se iniciar a instalação das torres. Para a instalação deve-se demarcar os pontos geográficos específicos onde as torres serão instaladas, esses pontos devem ser definidos com base na indicação do melhor vento no local que é fornecida pelos mapas de mesoescala.

- Coleta e análise dos dados das torres anemométricas com 1 ano de medição – a medição das torres anemométricas é uma etapa crítica para um projeto eólico. De fato, para obter a certificação de um parque eólico é necessário coletar os dados de medição por um período de dois anos para comercialização em leilões de energia (mercado regulado) e de três anos para comercialização com empresas que demandam um alto potencial energético (mercado livre). Nessa etapa, deve-se coletar os dados dos primeiros 12 meses para análise do potencial de vento.

- Revisão do potencial eólico da região – com o refinamento das informações proveniente da coleta de dados anemométricos de 12 meses, é feita uma revisão do potencial eólico da região onde o projeto está localizado. Essa revisão é muito importante, pois o projeto no primeiro momento pode ser superestimado ou subestimado.

- Elaboração do *layout* inicial e estimativa de produção de energia - os estudos de vento auxiliam na revisão e refinamento do *layout* para que o projeto se torne o mais preciso possível e assegure a customização de configuração dos aerogeradores. Para cada cenário pode-se alterar a configuração das máquinas, ou seja, em locais com ventos mais fortes, pode-se instalar aerogeradores com uma potência inferior e vice-versa. A alteração do *layout* influi diretamente no custo do projeto e pode torná-lo viável ou inviável. Caso o potencial estimado para a viabilização do projeto não se confirme, ele deve ser descontinuado para evitar mais despesas e arquivado em uma base de

conhecimento. Porém, uma vez decidido continuar o projeto deve-se elaborar o cronograma de instalação de torres.

- Elaboração do cronograma de instalação das torres anemométricas adicionais – o refinamento do *layout* implica na necessidade de instalação de torres anemométricas adicionais, pois em determinados locais se torna necessária a redução de incerteza antes da implantação do projeto. Por isso, deve-se planejar as torres adicionais e desenvolver um cronograma para a instalação dessas torres, nos moldes do cronograma desenvolvido anteriormente.

- Revisão do plano de arrendamentos – com a possível necessidade de inclusão de torres anemométricas adicionais, o plano de arrendamentos pode ser ajustado para que englobe áreas que não estavam dentro da poligonal. Dessa forma, deve ser feita uma revisão do plano e se verificado que determinadas áreas não poderão ser arrendadas, torna-se necessário tomar uma decisão novamente sobre a continuidade do projeto. Se a decisão for descontinuar, deve-se arquivar na base de conhecimento, caso contrário, o projeto avança para a próxima etapa.

5.1.4 Etapa 4 - engenharia, *micrositing* e certificação

Após a etapa de medição e avaliação dos recursos, inicia-se a etapa de engenharia, *micrositing* e certificação, que é a etapa final do ciclo de desenvolvimento eólico, demonstrada na Figura 13, com as atividades detalhadas em sequência:

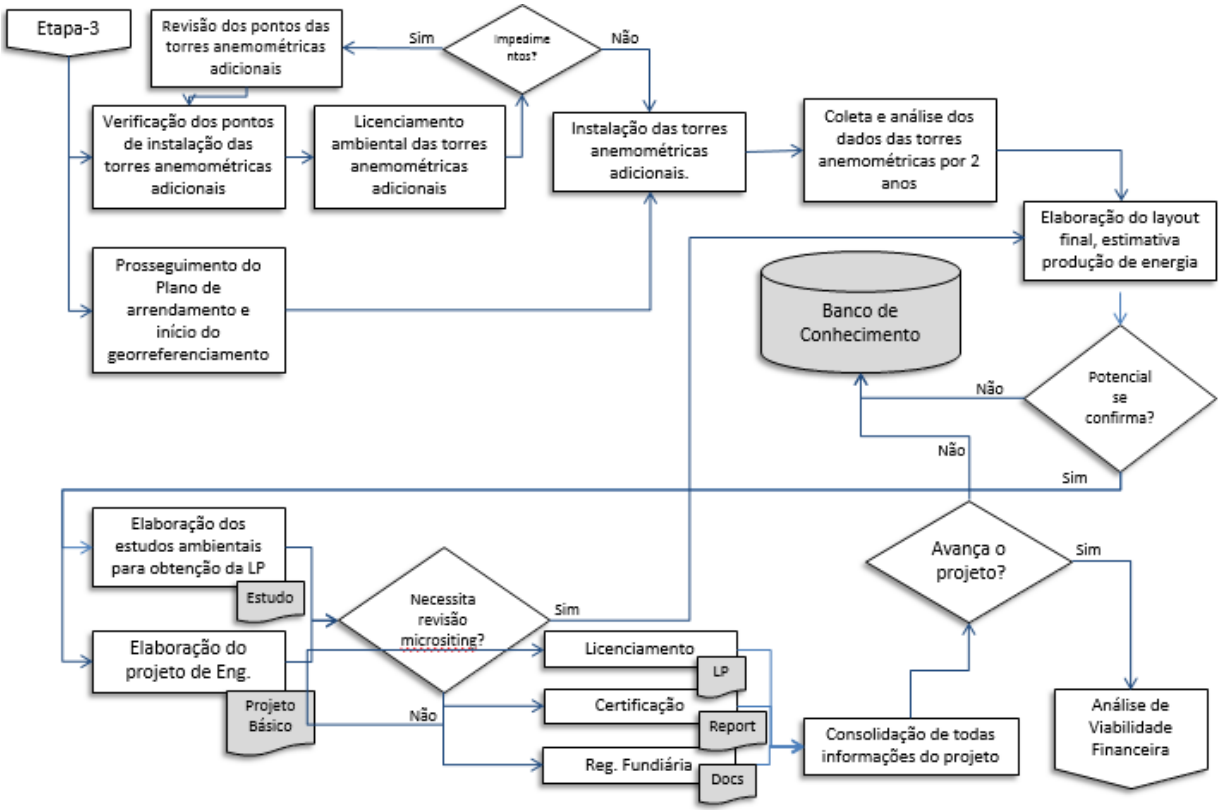

FIGURA 13- FLUXO DE ENGENHARIA, *MICROSITING* E CERTIFICAÇÃO
Fonte: o autor.

- Verificação dos pontos de instalação das torres anemométricas adicionais – os pontos adicionais devem ser revistos, caso tenha havido alguma alteração no plano de arrendamentos. De fato, os pontos de instalação devem ser coerentes com a poligonal atual.

- Prosseguimento do plano de arrendamento e início do georreferenciamento – os arrendamentos devem continuar, porém nessa etapa do projeto torna-se necessário iniciar o georreferenciamento das áreas que estão na poligonal da área de abrangência.

- Licenciamento ambiental das torres anemométricas adicionais – as torres adicionais necessitam do licenciamento ambiental, assim como as outras torres, com solicitação imediata. Caso ocorra algum impedimento, deve ser feita uma revisão dos pontos de torres anemométricas adicionais, posteriormente verificar os pontos e submeter para o licenciamento ambiental novamente.

- Instalação das torres anemométricas adicionais – após o licenciamento deve-se proceder a instalação das torres adicionais.

- Coleta e análise dos dados das torres anemométricas por dois anos – as medições devem continuar e ao completar dois anos podem-se concluir os estudos do comportamento de vento para esse período. Os dois anos de estudos e análise de vento são premissas para a comercialização de projetos eólicos em leilões de energia (mercado regulado).

- Elaboração do *layout* final e estimativa de produção de energia *(micrositing)* – após dois anos de medição das torres anemométricas e de posse de outras informações do projeto que envolve aspectos ambientais, fundiários e viabilidade construtiva, pode-se elaborar o *layout* final dos parques eólicos e estimativa de produção de energia. Essa atividade é muito importante no ciclo de desenvolvimento eólico, pois define a disposição final dos aerogeradores e possibilita visualizar como será o complexo eólico no futuro. Caso o potencial estimado de energia não se confirme e o torne inviável, o projeto deve ser descontinuado e as informações arquivadas na base de conhecimento. Porém, se o projeto continuar viável é encaminhado para a elaboração dos estudos ambientais.

- Elaboração dos estudos ambientais para a obtenção de Licença Prévia (LP) - A Licença Prévia (LP) é emitida pelo órgão ambiental e concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento. Nessa etapa devem ser elaborados os estudos para que se possa obter a LP, para tanto devem ser analisados os requisitos básicos que necessitam ser atendidos no ciclo de implantação.

- Elaboração do projeto básico de engenharia – é desenvolvido o projeto de engenharia e juntamente com os estudos ambientais deve-se analisar se precisa de algum ajuste de *micrositing* para submeter o projeto da LP. Caso necessário, o ajuste deve ser feito e voltar para a elaboração do *layout* final, posteriormente o projeto é submetido para que se possa obter a LP.

- Obtenção da Licença Prévia (LP) – a obtenção da LP é uma atividade demorada e o prazo para que ela seja emitida varia entre os estados brasileiros. Porém, normalmente a emissão da licença ocorre entre 6 a 18 meses. Esse aspecto é muito relevante, pois sem a emissão da LP não é possível obter a certificação de energia.

- Obtenção da certificação de energia - para a conclusão do projeto é necessário obter a certificação de medições anemométricas e a certificação da produção anual de energia. Essa certificação compreende as características principais dos parques eólicos, os parâmetros e critérios adotados, metodologias e *softwares* utilizados para análises de consistência e dados de vento medidos e para cálculo da produção de energia.

- Conclusão da regularização fundiária – após a conclusão de todo o plano de arrendamento, é necessário concluir também a regularização fundiária, ou seja, a regularização de todos os imóveis envolvidos no projeto eólico. Esse aspecto é relevante no Brasil, pois existem diferentes situações de documentação imobiliária conforme os municípios e estados. Devido à complexidade essa atividade pode demorar mais tempo do que o planejado no início do projeto e deve ser acompanhada ccriteriosamente. No entanto, essa atividade é crucial para a comercialização do projeto.

- Consolidação de todas as informações do projeto e análise financeira – após a conclusão de todas as atividades, devem-se consolidar todas as informações e fazer uma análise financeira detalhada levando em consideração todos os elementos necessários. É fundamental o envolvimento de uma equipe especializada em técnicas de avaliação de ativos, para que se possa calcular a Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e *payback*.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Baseado na coleta de resultados do capítulo 5, foram listados os pontos críticos de cada etapa de desenvolvimento de um projeto eólico que estão agrupados em tabelas:

TABELA 2 - ANÁLISE DA ETAPA PRELIMINAR DE VIABILIDADE

Etapa	Descrição	Pontos críticos
1	Análise preliminar de viabilidade	Consulta a mapas eólicos – inexistência de mapeamento oficial ou privado. Pré análise ambiental – impedimentos ambientais como área em proteção ambiental, fazem com que o projeto seja descontinuado. Mapa de mesoescala – ventos em velocidade menor que 7,5 m/s devem ser descartados.

Observações:
Como as informações são escassas e preliminares, nessa etapa é feita apenas uma análise simples com as informações existentes. O objetivo das análises dessa etapa é apenas o de identificar aspectos que façam com que o projeto seja descartado antes mesmo de iniciar. Caso seja descartado, deve-se focar em outros projetos com potencial superior.

TABELA 3 - PROSPECÇÃO E ARRENDAMENTO DE ÁREAS DA POLIGONAL

Etapa	Descrição	Pontos críticos
2	Prospecção e arrendamento de áreas da poligonal	Viabilidade construtiva - identificação de aspectos que inviabilizem a construção dos parques no futuro. Litígios jurídicos na documentação imobiliária - problemas na documentação dos imóveis que inviabilizem a regularização. Áreas de proteção e de restrições ambientais – identificação de áreas de restrições ambientais e protegidas como áreas quilombolas (Fundação Zumbi dos Palmares/Incra), áreas de assentamento de terras (Incra). Todas as áreas que são protegidas devem ser negociadas com esses órgãos, e caso identificado a impossibilidade de negociação o projeto torna-se inviável.

Observações:
À medida que os estudos preliminares evoluem, deve-se avaliar a viabilidade construtiva na região e os problemas jurídicos relacionados à documentação imobiliária na região.

Além disso, as análises de restrições ambientais devem ser refinadas juntamente com as negociações de áreas quilombolas (se necessário).

TABELA 4 - MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RECURSOS

Etapa	Descrição	Pontos críticos
3	Medição e avaliação dos recursos	Licenciamento ambiental de torres anemométricas - a necessidade de supressão de vegetação pode ocasionar atraso do licenciamento de torres anemométricas. No caso dos locais em que não há necessidade de supressão de vegetação, as licenças emitidas pelo órgão responsável são chamadas de DLA (Dispensa de Licença Ambiental) e possuem um tempo médio de obtenção de 60 dias. Para os locais onde necessitam de supressão da vegetação é emitida uma licença chamada de ASV (Autorização de Supressão Vegetal), e possui um prazo médio de 270 dias para obtenção da licença. Esse prazo afeta diretamente a programação para instalação de torres anemométricas e pode inviabilizar o projeto, devido ao atraso e início de coleta dos dados. Coleta e análise dos dados de torres anemométricas com 1 ano de medição - se identificado que o vento no local possui uma média inferior a 7,5 m/s (metros por segundo), o projeto deve ser descontinuado, pois não alcança o mínimo esperado. Revisão do potencial eólico da região – caso o potencial eólico esperado não se confirme o projeto se torna inviável. Isso envolve a elaboração do primeiro *layout* de estimativa e produção de energia, se o potencial não se confirma deve ser proposta a descontinuidade.

Observações:
A instalação de torres é um fator crítico para o sucesso de um projeto eólico. Dessa forma, as torres devem ser instaladas o quanto antes para que se possa adiantar as medições e acelerar o desenvolvimento. Nesse contexto, os aspectos e restrições ambientais relacionadas ao licenciamento de torres anemométricas devem ser tratados com toda atenção.
Após isso, pode-se fazer a coleta de dados das torres com 1 ano de medição e revisar o potencial eólico do projeto. Com base nessas informações, pode-se determinar se o projeto continua viável ou não.

TABELA 5 - ENGENHARIA, *MICROSITING* E CERTIFICAÇÃO

Etapa	Descrição	Pontos críticos
4	Engenharia, *micrositing* e certificação	Licenciamento ambiental das torres anemométricas - as licenças ambientais de torres são uma constante nos projetos eólicos. E a dificuldade nessa etapa continua, pois conforme aumenta o refinamento dos estudos a necessidade de torres continuam e os entraves da etapa de medição e avaliação dos recursos permanece. Licença Prévia (LP) - a LP, que é emitida pelo órgão ambiental, pode demorar aproximadamente 18 meses entre o início dos estudos e a emissão da licença. Esse prazo varia conforme o estado do país, porém pode inviabilizar projetos eólicos caso seja necessário um rápido retorno do investimento. Revisão de *micrositing* - com o refinamento dos estudos de vento, o *micrositing* precisa ser revisto continuamente para adequar o projeto a realidade de potencial eólico do local. Porém revisões de *micrositing* podem alterar o *layout* final de modo a inviabilizar o projeto. Regularização fundiária - na etapa final do desenvolvimento torna-se necessário a regularização de todos os imóveis para atender as solicitações de comercialização. Dessa forma, essa atividade é criticada para a conclusão do projeto. Certificação - sem a certificação emitida para confirmação do potencial eólico o projeto não é homologado, por isso deve-se a atender todos os requisitos do órgão certificador. Análise financeira - após todas as atividades é necessário fazer a análise de viabilidade financeira para garantir que não haverá prejuízo para a fase de implantação do projeto

Observações:
Durante as etapas anteriores do desenvolvimento, a incerteza sobre o potencial de vento vai sendo mitigada, porém, outros aspectos ainda continuam sendo críticos como a emissão de LP, revisão de *micrositing* e regularização de imóveis (fundiária). Deve-se equalizar todas essas incertezas para que seja emitido o certificado para confirmação do potencial eólico.
Além disso, ao final de todas as atividades é necessária uma análise de viabilidade financeira para avançar até o ciclo de implantação do complexo eólico.

Com a conclusão da Etapa 4 se encerram as atividades do ciclo de desenvolvimento eólico. A Figura 14 demonstra a linha do tempo dos projetos

eólicos e possibilita a visualização de todas as etapas desse ciclo e posteriormente o ciclo de Implantação.

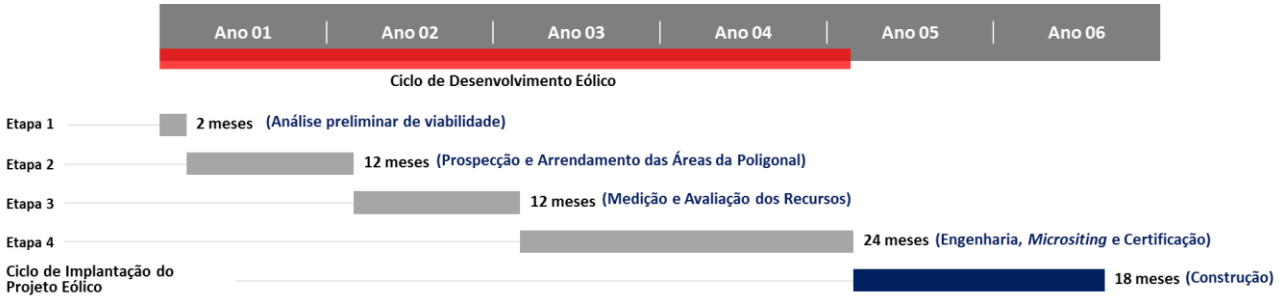

FIGURA 14- LINHA DO TEMPO DE UM PROJETO EÓLICO
Fonte: o autor

Com base nessa figura, pode-se identificar que a etapa de desenvolvimento possui um período de duração aproximado em quatro anos, que contempla desde a Etapa 1 até a Etapa 4. Muitos aspectos colaboram para que o ciclo de desenvolvimento seja tão longo, conforme os pontos críticos analisados nesse capítulo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais considerações desse estudo consistem em identificar os pontos críticos no desenvolvimento de projetos de energia eólica, onde foram mencionadas as questões relacionadas a viabilidade construtiva, problemas com documentação imobiliária dos imóveis que estão na área do projeto eólico, restrições ambientais, projetos em áreas protegidas, licenciamento ambiental de torres anemométricas, potencial de vento e análise de viabilidade financeira.

Esses aspectos críticos ocorrem em diferentes momentos durante as etapas de desenvolvimento dos projetos eólicos e devem ser monitorados desde o início para que possam ser mitigados de forma que o projeto obtenha êxito. Para que possa ser feito o controle desses pontos críticos, torna-se necessária a identificação dos itens por meio do mapeamento de atividades e processos.

A identificação desses itens possibilita um maior entendimento sobre o desenvolvimento dos projetos eólicos, pois alguns aspectos resultam em um desdobramento de outros, como por exemplo, a pré análise ambiental na Etapa 1, que pode prevenir problemas com restrições ambientais na Etapa 2, dificuldades para o licenciamento ambiental na Etapa 3 ou até mesmo para a emissão da Licença Prévia (LP) na Etapa 4.

É importante enfatizar o impacto na dificuldade e demora para a obtenção de licenciamento ambiental para torres anemométricas e da Licença Prévia, ambos concedidos pelos órgãos ambientais competentes para a entrega do projeto eólico. De fato, a morosidade e complexidade das leis e dos órgãos públicos no Brasil resultam em um período de desenvolvimento extenso.

Por outro lado, a utilização de melhores práticas ou uma metodologia de gerenciamento de projetos e processos auxilia nessa atividade, pois permite estruturar e coordenar todas as atividades e procedimentos em etapas que precisam ser gerenciadas com os devidos pontos de controle.

Dessa forma, esse estudo se mostrou relevante por abordar um tema recente, que impacta a sociedade atual e com pouca literatura especializada. Lembrando, no entanto, que se deve levar em consideração o caráter limitado deste estudo por abordar o ciclo de desenvolvimento de projetos eólicos, o que aponta para a

necessidade de pesquisas mais amplas, incluindo o ciclo de implantação dos projetos eólicos, o desenvolvimento das comunidades impactadas pelos projetos eólicos no Brasil e seus aspectos ambientais.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J. A. **Matriz energética brasileira:** da crise a grande esperança. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2003.

AQUINO, I. B. **Aspectos do licenciamento ambiental e produção de energia eólica no litoral do estado do Ceará.** 2014. 101 p. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, 2014.

BARROS, A. J. S, LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica.** 2ª ed. ampliada. São Paulo: Pearson Makron Books, 2004.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; LOTUFO CONEJO, J.G. **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2ª ed., 2005.

BRAGA, N. C. **Projetos eletrônicos educacionais com energia alternativa.** 1ª ed. São Paulo: NCB, 2013.

BRASIL. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.** Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm. Acesso em 06/05/2015.

_____. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 15/04/2015.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME). Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE). Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cmse>. Acesso em: 15/04/2015.

CHIARAVALLOTI, R. M.; PADUA, C. V. **Escolhas sustentáveis:** discutindo biodiversidade, uso da terra, água e aquecimento global. 1ª ed. São Paulo: Urbana, 2011.

CUNHA, G. F.; PINTO, C. R. D.; MARTINS, S. R.; CASTILHO, A. B. Princípio da precaução no Brasil após a Rio-92: impacto ambiental e saúde humana. **Ambient. soc.**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 65-82, Sept. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414753X2013000300005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15/05/2015.

DALMAZ, A.; PASSOS, J. C.; COLLE, S. Energia eólica para geração de eletricidade e a importância da previsão. **Revista ABCM** – Engenharia, v. XIII - n.1, 2008.a. Disponível em: <http://www.abcm.org.br/pt/wp-content/downloads/abcm_engenharia_vol13_num01_ago2008.pdf>. Acesso em 27/04/2015.

DIAS, G. F. **Atividades interdisciplinares de educação ambiental.** 2ª ed. São Paulo: Editora Gaia, 2006.

DUTRA, R. M. **Viabilidade técnico-econômica da energia eólica face ao novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro.** 2001. 309 p. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

EPE, **Expansão da geração:** empreendimentos eólicos. Instruções para solicitação de cadastramento e habilitação técnica com vistas à participação nos leilões de energia elétrica. No EPE-DEE-017/2009-r11. 2014. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%B5es%202014/EPE-DEE-017_2009_R11_EOL.pdf>. Acesso em 27/04/2015.

EPE, **Plano decenal de expansão de energia 2022.** Empresa de Pesquisa Energética, 2013. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/20140124_1.pdf>. Acesso em 27/04/2015.

FADIGAS, E. A. F. A.; **Energia eólica.** Barueri: Manole, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2003.

LOPES, R. A. **Energia eólica.** 2ª ed. São Paulo: Artliber, 2012.

LOPEZ, M. V. **Ingeniería de la energía eólica:** nuevas energia. 1ª ed. Barcelona: Marcombo, 2012.

LOVINS, L. H.; COHEN, B. **Capitalismo climático:** liderança inovadora e lucrativa para um crescimento econômico sustentável. 1ª ed. São Paulo: Cultrix, 2013.

KERZNER, H. **Gestão de projetos:** as melhores práticas. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006

LIMA JUNIOR, L. C. M. **Avaliação experimental das perturbações causadas pelos diferentes tipos de sistema de controle eletrônico nas usinas eólicas e seus impactos.** 2013. 158 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, 2013.

MACHADO, N. J. **Cidadania e Educação:** coleção ensaios transversais. 4.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

MARQUES, G. C. **Física:** tendências e perspectivas. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

MELO, J. L.; OLIVEIRA, A. V.; ROSAMILHA, N.; MACEDO, J.; RIBEIRO, M.; SANTOS, C. P. **Guia preparatório para a certificação PRINCE2 Foundation:** gerenciamento de projetos em ambiente controlado. 1ª ed. Rio de Janeiro: Novaterra, 2015.

MICHAELIS, Editora Melhoramentos Ltda. **Projeto.** 2009. Disponível em: http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues_portugues&palavra=projeto. Acesso em 19/04/2015.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Plano estratégico de desenvolvimento sustentável do semi-árido.** 1ª ed. Brasília: Adene, 2005.

NAVALES, A. P. T.; MARTINEZ, E. T. **Energías renovables:** Energia Eólica. 1ª ed. Zaragoza: Prensas Universitárias de Zaragoza, 2008.

NIEVES, A. A. **Gestión del mantenimiento de instalaciones de energía eólica.** 1ª ed. Barcelona: Vértice, 2012;

OLIVEIRA, K. L. M., ARAUJO, D. R. R. P., ARAUJO, L. R. **Projeto básico de um parque eólico e estudos de conexão.** 7° PDPETRO - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás. Aracaju/SE. Outubro de 2013.

OLIVEIRA, A; PEREIRA, O. **Energia eólica.** 1ª ed. São Paulo: Senac, 2012.

ORTH, A. I.; PRIKLADNICKI, R. **Planejamento e gerência de projetos.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009. 179 p.

PINILLA, A. **El poder del viento.** rev.ing., Bogotá, n.28, Nov.2008. Disponível em <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012149932008000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 27/04/2015.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva:** técnicas para análise de indústrias e a concorrência. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier, 2004.

PRAHALAD, C. K. **A riqueza na base da pirâmide:** erradicando a pobreza com o lucro. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

PROCHNOW, M.; SCHAFFER, W. B. **Pequeno manual para elaboração de projetos.** Rio do Sul: Ed. UFRS, 1999.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia de conjunto de conhecimentos em gerenciamentos de projetos:** Guia PMBOK. 5ª ed. Pensilvânia: Four Campus Boulevard, 2013.

RAMPINELLI, G. A.; ROSA JUNIOR, C. G. **Análise da geração eólica na matriz brasileira de energia elétrica.** Revista de Ciências Exatas Naturais, v. 14, p. 273-302, 2012.

RONCAGLIO, C.; JANKE, N. **Desenvolvimento sustentável.** 1ª ed. Curitiba: IESDE, 2012.

ROSA, A. H.; FACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentbilidade.** 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

SALINO, P. J. **Energia eólica no Brasil:** uma comparação do PROINFA e dos novos leilões. 2011. 113 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação - Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

SAMUELSON P.A.; NORDHAUS, W. **Economia.** 19ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SANTOS, A. J. R.; **Gestão estratégica:** conceitos, modelos e instrumentos. 1ª ed. Lisboa: Escolar, 2008.

SIMAS, M.; PACCA, S. **Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável.** Estud. av., São Paulo, v.27, n.77, p.99-116, 2013. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142013000100008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 26/04/2015.

SILVA, N. F. **Fontes de energias renováveis complementares na expansão do setor elétrico brasileiro:** O caso da energia eólica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2006.

TORRES, F. T. P.; DAGNINO, R. S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. **Contribuições geográficas.** 1ª ed. Ubá: Geographica, 2009.

VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos:** estabelecendo diferenciais competitivos. 6ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

VILLARRUBIA, M. **Energia eólica:** energias alternativas y medio ambiente. 1ª ed. Barcelona: CEAC, 2004.

WHITE, F. M. **Mecânica dos fluídos.** 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

YIN, R, K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE

Roteiro de Entrevistas

Área Engenharia Eólica

1) Como é o fluxo de atividades durante a etapa de desenvolvimento de projetos eólicos?
2) Quais as principais dificuldades relacionadas a área na etapa de desenvolvimento?
3) O que poderia ser mudado para otimizar as etapas do ciclo de desenvolvimento de projetos eólicos?

Área Prospecção Eólica

1) Como é o fluxo de atividades durante a etapa de desenvolvimento de projetos eólicos?
2) Quais as principais dificuldades relacionadas a área na etapa de desenvolvimento?
3) O que poderia ser mudado para otimizar as etapas do ciclo de desenvolvimento de projetos eólicos?
4) Como é o cenário do Brasil no tocante a regularização de imóveis?

Área Regulatório

1) Como é o fluxo de atividades durante a etapa de desenvolvimento de projetos eólicos?
2) Quais as principais dificuldades relacionadas a área na etapa de desenvolvimento?
3) O que poderia ser mudado para otimizar as etapas do ciclo de desenvolvimento de projetos eólicos?
4) Quais as principais questões regulatórias que são específicas do Brasil para o desenvolvimento dos projetos eólicos?

Área Torres Anemométricas

1) Como é o fluxo de atividades durante a etapa de desenvolvimento de projetos eólicos?
2) Quais as principais dificuldades relacionadas a área na etapa de desenvolvimento?
3) O que poderia ser mudado para otimizar as etapas do ciclo de desenvolvimento de projetos eólicos?
4) Considera o licenciamento ambiental de torres anemométricas algo crítico para os projetos eólicos?

Área Meio Ambiente

1) Como é o fluxo de atividades durante a etapa de desenvolvimento de projetos eólicos?
2) Quais as principais dificuldades relacionadas a área na etapa de desenvolvimento?
3) O que poderia ser mudado para otimizar as etapas do ciclo de desenvolvimento de projetos eólicos?
4) Quais as particularidades do Brasil com relação as questões ambientais para o desenvolvimento de projetos eólicos?

Área Jurídico

1) Como é o fluxo de atividades durante a etapa de desenvolvimento de projetos eólicos?
2) Quais as principais dificuldades relacionadas a área na etapa de desenvolvimento?
3) O que poderia ser mudado para otimizar as etapas do ciclo de desenvolvimento de projetos eólicos?
4) Como se pode otimizar as etapas do gerenciamento eólico, levanto em questão os aspectos jurídicos no Brasil?