



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048
Dezembro 2016

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

GUSTAVO SILVEIRA BOHME

USP - ESCOLA POLITÉCNICA
gustavo.bohme@gmail.com

JEFFERSON LISBOA MELO

PUC-SP
jefferson.melo@gmail.com

CYMARA REGINA OSHIRO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
cymara_regina@yahoo.com.br

DIMAS AGOSTINHO DA SILVA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
dimass@ufpr.br

TIAGO VILLAÇA FERREIRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
tiago.villaca@gmail.com

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

RESUMO

Este trabalho busca 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. Nele, são propostas diferentes etapas e são apresentados os pontos críticos para o desenvolvimento de projetos eólicos, por meio de um estudo de caso em uma empresa que desenvolve projetos de energia renovável. As etapas propostas são: análise preliminar de viabilidade, prospecção e arrendamento de áreas da poligonal selecionada, medição do recurso, engenharia, *micrositing* e certificação. Este trabalho possibilita compreender o tempo total médio de duração do desenvolvimento de um projeto eólico, que é de quatro anos, e chama a atenção aos pontos críticos do processo, como a demora para obtenção de licenciamento ambiental para torres de medição anemométrica e obtenção de licença prévia (LP). Estes pontos, dentre outros apresentados aqui, podem impactar significativamente os projetos. Dessa forma, a presente pesquisa auxilia no entendimento sobre este tema relevante e emergente, e de literatura escassa.

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

ABSTRACT

This paper aims to analyze the stages of the development of wind energy projects in Brazil, due to the constant need and increase in electricity consumption by the current society. This study proposes different steps and presents the critical points to the development of wind projects, through a case study of a company that develops renewable energy projects. The proposed steps are: preliminary feasibility analysis, prospecting and leasing of areas from the selected polygonal, measurement of resources, engineering, *micrositing* and certification. The study makes it possible to understand the average total duration of the development of a wind energy project, which is four years, and highlights the critical points of the process, such as the delay in obtaining environmental licensing for anemometric measurement masts and preliminary license (LP). These points, among others presented here, can significantly impact the projects. Thus, this research helps in the understanding of this important and emerging issue, which has scarce literature.

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

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 no governo para aumento da geração de energia a partir de fontes renováveis, a chamada energia limpa.

Uma das possíveis fontes alternativas de energia renovável é a de energia eólica, que possui grande 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 seja obtido o 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, para ambientalistas e para a sociedade como um todo, objetivando responder sobre quais são os pontos críticos no desenvolvimento de projetos de energia eólica no Brasil.

1.1 OBJETIVOS

Identificar os pontos críticos no desenvolvimento de projetos de energia eólica através da definição e avaliação de cada uma de suas etapas. Além disso, os objetivos específicos são:

- 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.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITO DE PROJETOS

2.2 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.

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.

2.3 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.

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).

2.3.1 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 a 10 metros de altura acima do solo (m/s)	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 do vento, sendo por isso amplamente utilizado na identificação de seu histograma em regiões onde se pretende desenvolver projetos eólicos (BRAGA, 2013). Os anemômetros são instalados em torres anemométricas, que variam atualmente entre alturas de 50 e 150 metros de altura.

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 rotação no eixo gerador. Para uma evolução contínua 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 pode possuir alturas que variam entre 80 e 120 metros e comprimentos de pá que podem variar entre 40 e 85 metros.

De posse dos conhecimentos básicos em energia 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, variando na quantidade de aerogeradores, local e capacidade de geração de energia, que dependem 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 e topologia da região, pois uma escolha inadequada da localização desses parques pode resultar na criação de complexos eólicos ineficientes e economicamente inviáveis (OLIVEIRA, 2013).

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.

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:

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

Ou

$$FC = \frac{\text{Garantia física (MW médios)}}{\text{Potência (MW)}}$$

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.

Para a concepção de um projeto eólico, é necessário desenvolver um estudo, chamado de *micrositing*, que define o *layout* final de distribuição das turbinas eólicas no sítio e a geração de energia associada ao mesmo. O *micrositing* de projetos eólicos é bastante complexo e possui características ímpares, pois nele são extrapolados horizontalmente e verticalmente as informações meteorológicas obtidas empiricamente das medições locais, considerando a topografia, orografia e rugosidade do terreno (FADIGAS, 2011).

Na etapa final e para a conclusão de um projeto eólico, torna-se necessário a emissão de certificação das medições anemométricas, que no Brasil deve atender aos seguintes critérios EPE, que consiste em ter medições no período de 24 meses consecutivos e posteriormente arquivos digitais em formato “Excel” com as medições anemométricas contendo dados brutos e dados tratados. Essa certificação tem por objetivo assegurar uma velocidade média anual para a geração de energia elétrica.

2.4 ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

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).

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 instalada (SIMAS; PACCA, 2013). Após o resultado do leilão, várias empresas fabricantes iniciaram novas linhas de montagem no Brasil ou expandiram as linhas existentes (OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Esses eventos evidenciaram 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 patrocinaram por iniciativa própria 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 a 50 metros de altura, quando existem aerogeradores que chegam a até 120 metros (OLIVEIRA; PEREIRA, 2012). Por este motivo, muitos estados têm atualizado seus atlas eólicos, pois a tecnologia se desenvolveu de maneira mais rápida do que a atualização dessas documentações nesse período.

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 locais e suportar seu desenvolvimento rural. 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 auxilia 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.

2.5 METODOLOGIA

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 nacional 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 que foi realizada 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, engenharia 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. Dessa forma, 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 fonte de energia.

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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CICLOS E ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO EÓLICO

Os projetos eólicos possuem duas características importantes que são: suas incertezas associadas e seu longo período de duração. Pode-se dividir um projeto eólico em dois ciclos: desenvolvimento e implantação do projeto eólico, ilustrados na Figura 1:

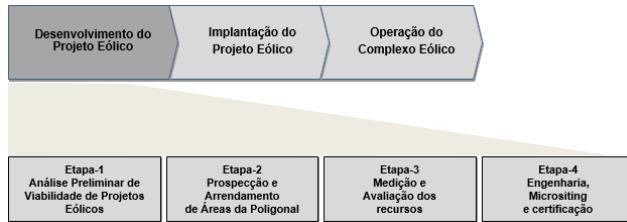


FIGURA 1- ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO EÓLICO
Fonte: o autor

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

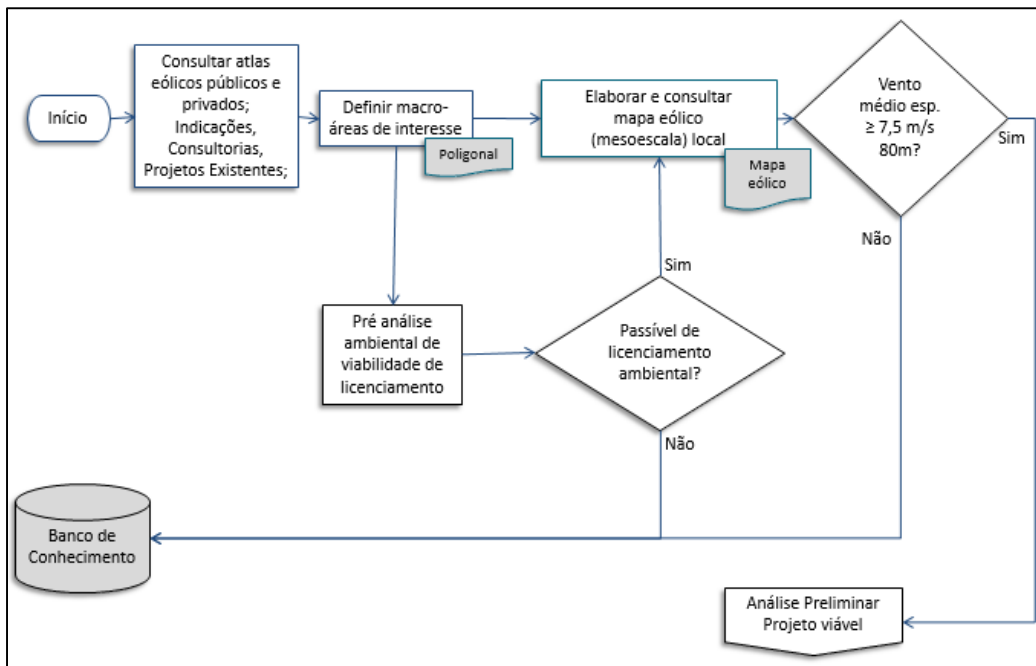


Figura 2-FLUXO DE PROCESSO DE ANÁLISE PRELIMINAR DE VIABILIDADE - fonte: o autor

O ciclo de desenvolvimento é o que possui a maior duração e é onde existem muitas incertezas. Posteriormente, no ciclo de implantação, onde a principal atividade é a construção dos parques e complexo eólico, a maior parte dos riscos e incertezas já foi mitigada. 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 e eletromecânica. Cada ciclo é composto por etapas, para tanto serão detalhadas as etapas do desenvolvimento eólico.

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

A Figura 2 demonstra todas as atividades envolvidas na análise preliminar de viabilidade de um projeto eólico, onde:

- Consulta de atlas eólicos públicos e privados - o desenvolvimento eólico se inicia com indicações de locais com ventos mais fortes por meio da análise de atlas 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 já desenvolvidos em locais próximos, pois atestam o potencial de vento da região. Os atlas eólicos possibilitam uma visão geral das regiões que possuem ventos com maior velocidade.
- Definir macro áreas de interesse – baseado nos atlas 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 de interesse. Essa poligonal geográfica define as coordenadas da área onde os esforços serão empregados.

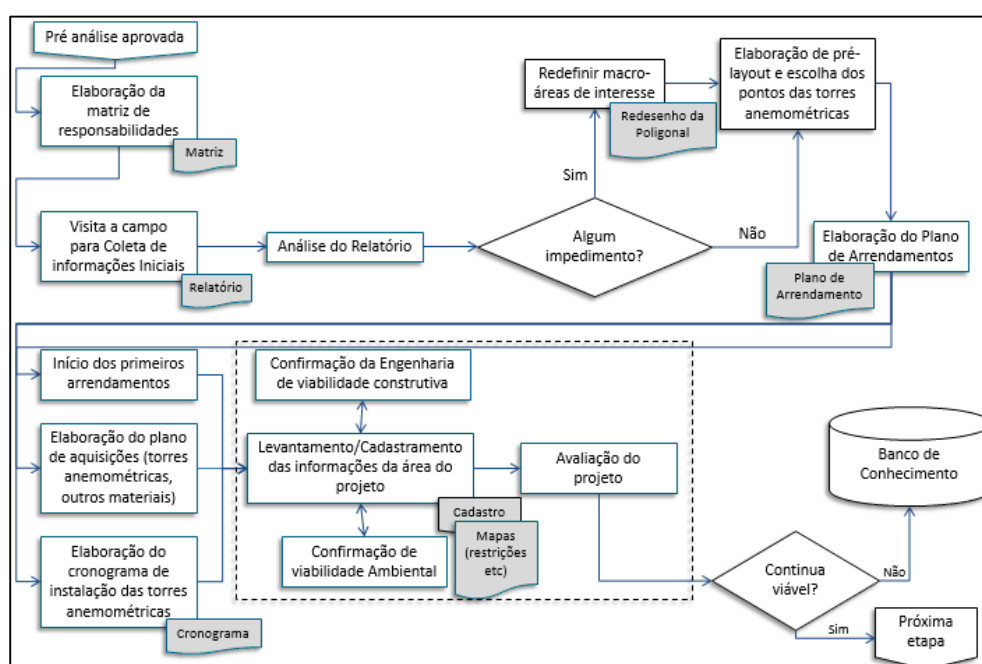


Figura 3-FLUXO DE PROCESSO DE ANÁLISE PRELIMINAR DE VIABILIDADE - fonte: o autor

- Pré análise ambiental de viabilidade de licenciamento – após a definição da macro área de interesse, deve-se fazer uma pré análise ambiental. Essa análise ainda sem visita ao campo tem por objetivo identificar se a área de abrangência da poligonal possui algum tipo de restrição ambiental, pois caso seja identificado que existe algum elemento que inviabilize o licenciamento na região, o projeto deverá ser descontinuado. A análise é então arquivada em um banco de conhecimento da organização. No entanto, se a área é passível de licenciamento, deve ser desenvolvido um mapa de mesoescala para a região em estudo.
- Elaborar e consultar mapa eólico (mesoescala) local – com a definição da poligonal de interesse faz-se necessário elaborar o mapa de mesoescala através de um processo

chamado *downscaling* de modelos globais, de forma a se obter maior precisão na previsão do recurso existente. Com isso, é verificado se vento na região é igual ou superior a 7,5 m/s, para que possa ser dada continuidade no desenvolvimento do projeto. Porém, se o vento for inferior o projeto deve ser descontinuado e todas as informações arquivadas em um banco de conhecimento. É importante mencionar que nessa etapa não existe medição de vento. A análise é feita com dados de modelos de mesoescala e informações provenientes de atlas eólicos.

3.1.2 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 3, com as atividades detalhadas em sequência.

- 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 criar também um plano de comunicação para as partes interessadas.
- Visita a campo para coleta de informações iniciais – definida a matriz, é fundamental que exista uma visita em campo para a coleta das informações e verificação da 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 e aspectos socioeconômicos 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 para sua avaliação.
- 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 a área de interesse buscando concentrar as atividades nos 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 identificada em campo.
- 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 definição da 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 ao longo do desenvolvimento vários ajustes e refinamentos para que se possa chegar ao *layout* definitivo. A definição da quantidade e local das torres de medição anemométrica tem grande impacto na redução de incerteza de geração dos parques na fase de *micrositing*. Isso se dá, pois, a extrapolação horizontal e vertical das medições nos modelos representam mais de 50% de toda a incerteza na definição do recurso local, chegando a 6% do vento ou mais em terrenos complexos (NYSERDA, 2010; LIRA, 2013 e ZHANG, 2015)

- 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 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 – Após a identificação dos prazos de entrega das torres e materiais envolvidos, pode-se elaborar o cronograma de instalação das torres anemométricas. Esse cronograma deve contemplar o período necessário para que os arrendamentos sejam concretizados, para que o licenciamento ambiental seja obtido e para que a abertura de acesso no local seja feita, de forma que as equipes consigam fazer o transporte e instalação dos materiais nos pontos definidos. 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 as áreas envolvidas, e os proprietários e órgãos públicos que precisarão ser envolvidos. Todas essas informações devem ser cadastradas e deve-se iniciar um arquivo físico ou lógico com as 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. Como produto final dessa atividade, têm-se um mapa refinado de restrições ambientais.
- Confirmação da engenharia de viabilidade construtiva – assim como ocorre com os estudos ambientais, deve-se confirmar a viabilidade de construção civil e eletromecânica do projeto. Nesse momento trata-se de uma pré análise, mas é importante que seja iniciada e refinada conforme o desenvolvimento do projeto avança.
- Avaliação do projeto – após concluídas 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 um banco de conhecimento. Se considerado viável, deve prosseguir para a próxima etapa do desenvolvimento eólico.

3.1.3 Etapa 3 – medição e avaliação dos recursos

Após a etapa de prospecção e início do arrendamento das áreas da poligonal de interesse, se o projeto continua viável, inicia-se a etapa de medição e avaliação dos recursos, que é demonstrada na Figura 4. Dessa forma são postas em ação as atividades detalhadas na sequência:

- 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.
- 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. São buscados, quando possível, pontos para as torres de medição o mais livre possível de vegetação, para que uma Dispensa de Licenciamento Ambiental (DLA) seja obtida.

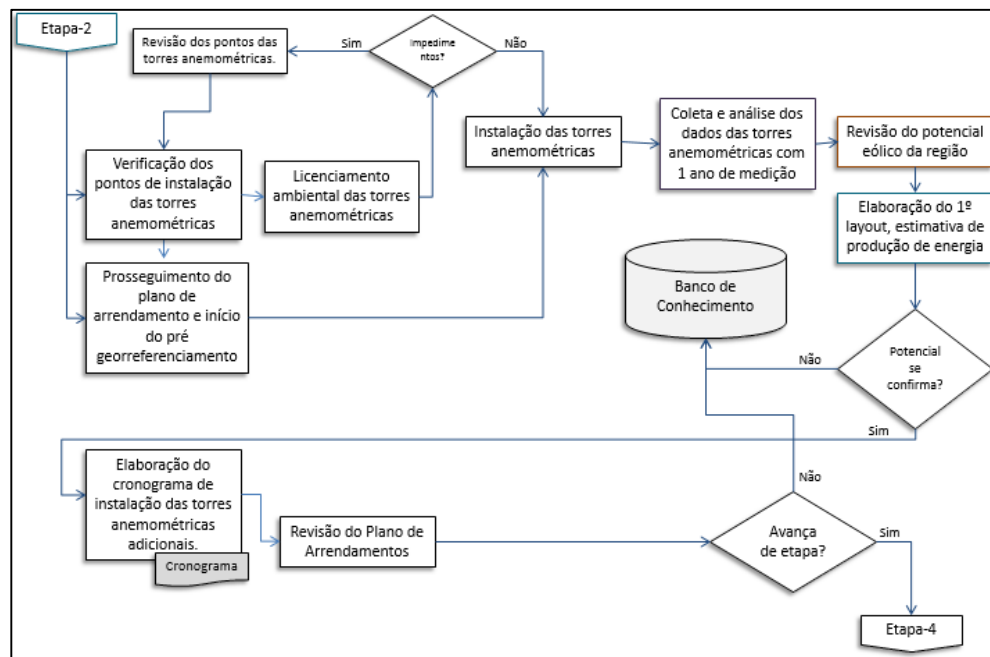


Figura 4 - FLUXO DE MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECURSOS - fonte: o autor

- 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. São buscados, quando possível, pontos para as torres de medição o mais livre possível de vegetação, para que uma Dispensa de Licenciamento Ambiental (DLA) seja obtida. Em casos onde isso não é possível, são requeridas Autorizações de Supressão Vegetal (ASV), de processo mais demorado.
- 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

considerando a indicação do melhor vento identificado na região, menor densidade de vegetação e maior representatividade das linhas de aerogeradores possível, para posterior utilização dos dados de medição nos modelos de *micrositing*. As torres devem ser alinhadas, montadas e instrumentadas seguindo a norma IEC 61400, de forma que as incertezas das medições sejam as menores possíveis.

- 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 periodicamente os dados dos primeiros 12 meses, verificando a qualidade dos dados, para que a taxa de recuperação dos dados atinja os níveis exigidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE).
- Revisão do potencial eólico da região – com os 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. São esperados 12 meses de medição, para que a revisão do potencial incorpore a sazonalidade do vento na região.
- 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 são escolhidos os aerogeradores com diferentes tamanhos de rotor e potência instalada, de forma que a adequabilidade eletromecânica dos mesmos seja obtida. 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 um banco de conhecimento. Porém, uma vez decidido continuar o projeto deve-se elaborar o cronograma de instalação de novas torres de medição para a redução das incertezas dos modelos de *micrositing*.
- 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 no banco de conhecimento, caso contrário, o projeto avança para a próxima etapa.

3.1.4 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 5, com as atividades detalhadas em sequência:

- 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.

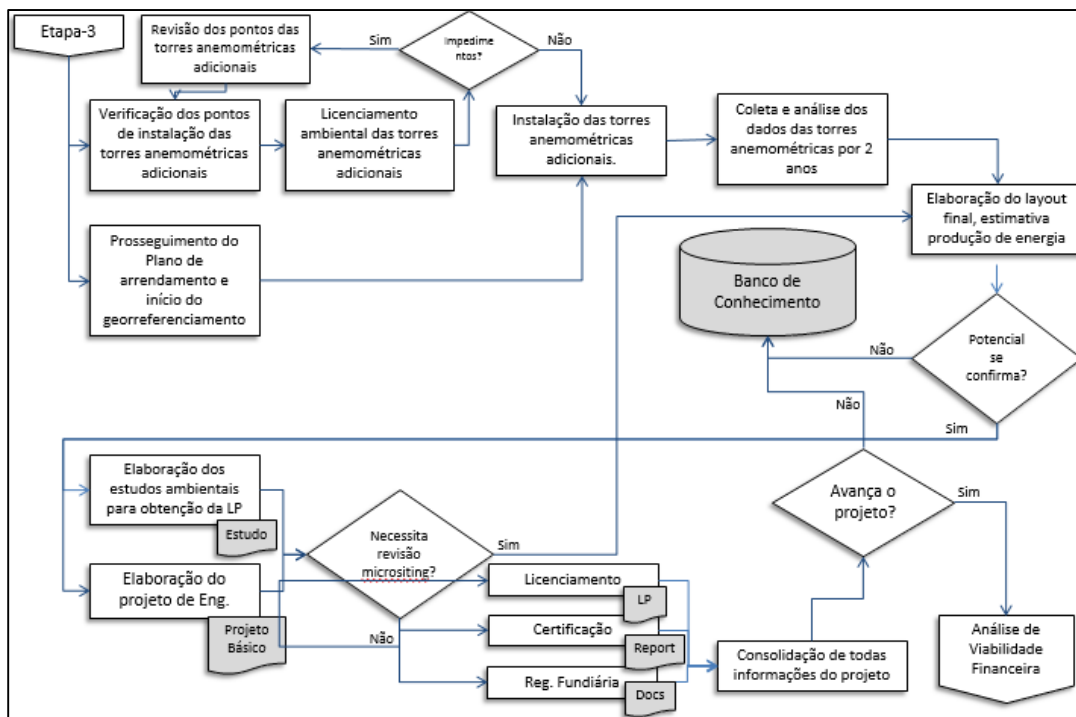


Figura 5 - FLUXO DE ENGENHARIA, MICROSITING E CERTIFICAÇÃO - fonte: o autor

- 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 de avaliação do recurso eólico através do *micrositing*. 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 no banco de conhecimento. Porém, se o

projeto continuar viável é encaminhado para a elaboração dos estudos ambientais. Nessa fase deve-se tomar todas as medidas possíveis para que a incerteza no valor de geração esperada de longo prazo seja a menor possível. Dentre essas medidas podem ser citadas: a correção de longo prazo da série histórica dos dados de medição; a aplicação de diferentes modelos de escoamento para verificação de qual deles se adequa melhor à região; qual parametrização das variáveis físicas e meteorológicas gera a melhor aderência dos mapas de recurso às medições; aplicação de campanhas de sensoriamento remoto para validação dos modelos; levantamento de perfilamento a *laser* da topografia local; refinamento do mapa de rugosidade aplicado aos modelos; entre outras (NYSERDA, 2010; LIRA, 2013 e ZHANG, 2015).

- 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 habilitação do parque em leilões do mercado regulado ou em pedidos de outorga para o mercado livre.
- 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, metodologias e *softwares* utilizados nas análises de consistência dos dados de vento medidos e no 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 sua complexidade essa atividade pode demorar mais tempo do que o planejado no início do projeto e deve ser acompanhada criteriosamente. 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* dos projetos ou complexo.

4 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/18666cons.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.

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.

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

LOPEZ, M. V. **Ingeniería de la energía eólica: nuevas energías.** 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

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.

NAVALES, A. P. T.; MARTINEZ, E. T. **Energías renovables: Energía Eólica.** 1ª ed. Zaragoza: Prensas Universitarias 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.** 7º 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.

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

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.

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=i>. 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.