RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
Ano VII, v.1 2026 | submissão: 15/08/2026 | aceito: 18/08/2026 | publicação: 21/08/2026

Avaliação do recurso eólico: metodologias e implicações na viabilidade de projetos de geração

Wind resource assessment: methodologies and implications for the feasibility of generation projects

Evaluación del recurso eólico: metodologías e implicaciones para la viabilidad de proyectos de generación

Lucas Emanuel Almeida Barboza

Resumo:
O sucesso operacional e financeiro de uma usina eólica é intrinsecamente dependente da disponibilidade e das características do vento no local de instalação. O presente artigo apresenta uma revisão bibliográfica qualitativa com o objetivo de analisar as metodologias de avaliação do recurso eólico e sua importância na mitigação de riscos em projetos de geração de energia. A metodologia fundamenta-se em uma revisão integrativa da literatura, abordando manuais clássicos de engenharia eólica e estudos recentes sobre sensoriamento remoto. Os resultados indicam que a avaliação do recurso exige campanhas de medição rigorosas in loco, aliadas à modelagem estatística, sendo a Distribuição de Weibull o padrão ouro para representar a frequência dos ventos. Conclui-se que a precisão na estimativa da produção anual de energia (AEP) é o fator determinante para a bancabilidade dos projetos, e que novas tecnologias de medição estão otimizando o mapeamento de áreas de alta complexidade topográfica.

Palavras-chave:
Recurso eólico. Anemometria. Distribuição de Weibull. Viabilidade financeira. Energia eólica.

Abstract:
The operational and financial success of a wind farm is intrinsically dependent on the availability and characteristics of the wind at the installation site. This article presents a qualitative literature review aimed at analyzing wind resource assessment methodologies and their importance in mitigating risks in energy-generation projects. The methodology is based on an integrative literature review covering classic wind-engineering manuals and recent studies on remote sensing. The results indicate that resource assessment requires rigorous on-site measurement campaigns combined with statistical modeling, with the Weibull distribution serving as the gold standard for representing wind-frequency patterns. It is concluded that accuracy in estimating annual energy production (AEP) is the determining factor in project bankability and that new measurement technologies are improving the mapping of areas with highly complex topography.

Keywords:
Wind resource. Anemometry. Weibull distribution. Financial feasibility. Wind energy.

Resumen:
El éxito operativo y financiero de un parque eólico depende intrínsecamente de la disponibilidad y de las características del viento en el lugar de instalación. Este artículo presenta una revisión bibliográfica cualitativa cuyo objetivo es analizar las metodologías de evaluación del recurso eólico y su importancia para mitigar riesgos en proyectos de generación de energía. La metodología se fundamenta en una revisión integradora de la literatura que abarca manuales clásicos de ingeniería eólica y estudios recientes sobre teledetección. Los resultados indican que la evaluación del recurso exige campañas rigurosas de medición in situ combinadas con modelación estadística, siendo la distribución de Weibull el estándar de referencia para

representar la frecuencia de los vientos. Se concluye que la precisión de la estimación de la producción anual de energía (AEP) determina la bancabilidad de los proyectos y que nuevas tecnologías de medición están optimizando el mapeo de áreas de alta complejidad topográfica.

Palabras clave:
Recurso eólico. Anemometría. Distribución de Weibull. Viabilidad financiera. Energía eólica.

1. Introdução

A viabilidade de qualquer empreendimento de geração eólica está ancorada na qualidade do seu "combustível": o vento. Diferentemente das fontes termelétricas, cujos insumos podem ser controlados e armazenados, a energia eólica é estocástica e sensível a variações climáticas, espaciais e temporais (BURTON et al., 2011). Um erro superestimado na previsão da velocidade do vento pode inviabilizar o retorno financeiro de um parque, visto que a potência extraída é proporcional ao cubo da velocidade do vento. Nesse contexto, a fase de prospecção e medição deixa de ser uma etapa preliminar simples para se tornar o alicerce estratégico de planejamento de usinas (AMARANTE et al., 2001). O objetivo deste estudo é analisar os processos metodológicos para a avaliação do recurso eólico, desde as campanhas anemométricas físicas até o tratamento estatístico dos dados observacionais, compreendendo como essas técnicas asseguram a viabilidade técnica e econômica da cadeia produtiva eólica.

2. Marco teórico

2.1. Campanhas anemométricas e coleta de dados

A avaliação primária de um sítio eólico exige a instalação de torres anemométricas equipadas com sensores calibrados (anemômetros, wind vanes, termômetros e barômetros) dispostos em diferentes alturas. Segundo Manwell, McGowan e Rogers (2010), essas campanhas devem durar, no mínimo, um ciclo anual completo para capturar a sazonalidade do clima local, embora períodos de dois a três anos sejam preferíveis para reduzir incertezas interanuais. Além das medições físicas, a rugosidade do terreno e a orografia (relevo) impactam severamente o perfil vertical de cisalhamento do vento. Para capturar essas nuances em alturas que ultrapassam a viabilidade das torres tubulares convencionais, a literatura recente aponta para a crescente adoção de sensores remotos baseados em acústica e óptica, como o SoDAR (Sonic Detection and Ranging) e o LiDAR (Light Detection and Ranging) (BROWER, 2012).

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 15/08/2026 | aceito: 18/08/2026 | publicação: 21/08/2026

2.2. Tratamento estatístico e a Distribuição de Weibull

Os dados brutos coletados em campo formam séries temporais extensas que precisam ser sumarizadas para prever a Produção Anual de Energia (AEP). A modelagem mais aceita para descrever a frequência do regime de ventos em um determinado local é a função de densidade de probabilidade de Weibull, uma distribuição matemática contínua (PINTO, 2013). A Distribuição de Weibull utiliza dois parâmetros fundamentais: o fator de forma (k), que indica a variabilidade das velocidades (quanto maior, mais constantes são os ventos), e o fator de escala (c), que é diretamente proporcional à velocidade média do local (BURTON et al., 2011). A combinação da curva de Weibull do sítio com a curva de potência certificada do aerogerador permite calcular a energia gerada esperada.

3. Material e método

A pesquisa caracteriza-se como um estudo qualitativo baseado em uma revisão integrativa da literatura, buscando sintetizar o estado da arte na avaliação de recursos eólicos. A coleta de material abrangeu livros fundamentais da engenharia atmosférica, atlas eólicos e artigos científicos indexados em bases de dados no período de 2010 a 2024. Foram priorizados estudos que cruzam a meteorologia observacional com a engenharia de energia. A análise de dados pautou-se na técnica de categorização temática, dividindo os achados em métodos de coleta em campo e métodos de extrapolação estatística.

4. Resultados e discussão

Os resultados da revisão destacam que o rigor na avaliação do recurso eólico é o principal mitigador de riscos financeiros. Brower (2012) reforça que instituições financiadoras exigem certificações independentes de vento, exigindo margens de incerteza calculadas com valores de probabilidade de excedência (como o cenário P90, onde há 90% de probabilidade de a energia gerada exceder o valor estimado). A discussão técnica contemporânea centra-se na dificuldade de modelagem em terrenos de alta complexidade topográfica e florestal. A extrapolação dos dados medidos na torre para o restante do parque eólico utilizando modelos de fluxo lineares clássicos, como o WAsP (Petersen et al.), muitas vezes apresenta limitações nesses terrenos acidentados. Consequentemente, observa-se uma migração das metodologias convencionais para simulações de fluidodinâmica computacional (CFD), que conseguem

mapear com mais fidelidade o escoamento do vento sobre relevos não uniformes e o efeito de esteira entre as turbinas (PINTO, 2013).

5. Considerações finais

O presente artigo conclui que a avaliação do recurso eólico é o pilar que sustenta a viabilidade dos investimentos em energia eólica. A transição metodológica de torres convencionais para simulações tridimensionais (CFD) e medições a laser (LiDAR) demonstra a evolução do setor na busca por estimativas de energia cada vez mais precisas. A contribuição deste trabalho é sintetizar o fluxo metodológico que transforma o vento, um fenômeno caótico, em um ativo financeiro previsível por meio da estatística de Weibull. Para investigações futuras, recomenda-se analisar o impacto que as mudanças climáticas e o aquecimento global a longo prazo podem exercer sobre os padrões interanuais de vento e, consequentemente, sobre a vida útil financeira dos parques em operação.

Referências

AMARANTE, O. A. C. et al. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Brasília: CRESESB/CEPEL, 2001.

BROWER, Michael C. Wind Resource Assessment: A Practical Guide to Developing a Wind Project. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.

BURTON, Tony et al. Wind Energy Handbook. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

MANWELL, James F.; MCGOWAN, Jon G.; ROGERS, Anthony L. Wind Energy Explained: Theory, Design and Application. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2010.

PINTO, Milton de Oliveira. Fundamentos de Energia Eólica. Rio de Janeiro: LTC, 2013.