

Medição de Vento em Usinas Eólicas Offshore: A importância da utilização de bóias anemométricas avançadas

Mário Cassoli¹

Resumo

Com a proximidade anunciada de grandes empreendimentos no Brasil voltados para a implantação de usinas eólicas offshore é imprescindível entender a necessidade da coleta de dados de ventos e meteorológicos confiáveis que possam servir de subsídio essencial para o desenvolvimento dos projetos.

Neste sentido o emprego de dispositivos já comprovados para medição instalados em bóias é sem sombra de dúvida a melhor ferramenta disponível para coleta de dados confiáveis. Ao longo dos últimos anos foram desenvolvidos vários modelos de bóias anemométricas (também denominadas como Flidar – *Floating Lidar*) que operam a partir de perfiladores à laser de altíssima precisão transmitindo dados por satélite.

Palavras-chave: bóia anemométrica, Flidar, Lidar, Sodar, dados anemométricos, offshore

Abstract

In perspective to the great investments in Brazil in wind offshore power plants to be implemented in the coming years became necessary to understand the importance of the wind and meteorological measurements of high reliability to be employed as key element on the project development of such enterprises. In this sense it must be given special attention to devices already developed in buoys which are the best solution for reliable data gathering. The market offers today anemometric buoys (also known as Flidar – Floating Lidar) which are high precision laser profilers installed in buoys transmitting data through satellite modems.

Keywords: wind buoys, Flidar, Sodar, wind data, offshore

¹ CEO e Fundador da Ocean Meter e Solarterra Energias Alternativas. Engenheiro Eletricista formado pela Faculdade de Engenharia Industrial FEI. Email: mario.cassoli@solarterra.com.br

Introdução

É de grande importância para qualquer investidor em usinas eólicas, e em especial para usinas eólicas offshore, considerando o enorme investimento a ser desembolsado, conhecer em detalhes as características do vento num determinado site de interesse.

Nunca foi problema desenvolver parques eólicos terrestres pois para estes o uso de torres anemométricas convencionais sempre foi uma ferramenta acessível e de enorme confiabilidade com custos relativamente baixos.



Fig1 – Torre Anemométrica Trelaçada

Torres anemométricas convencionais são construídas normalmente com seção triangular trelaçada dispondo de vários anemômetros de copo e sensores de direção de vento em alturas diversas (além de outros sensores meteorológicos). Por décadas são utilizadas no Brasil e se constituem do ponto de partida para avaliar o potencial eólico de uma determinada região de interesse.

As mesmas torres também são utilizadas também como elemento de comprovação da geração de energia produzida de usinas eólicas já implantadas.

A EPE – Empresa de Pesquisa Energética determina os procedimentos para sua implantação e a forma como os dados coletados devem ser alimentados na plataforma centralizada que existe para este propósito.

Ocorre que as torres anemométricas convencionais são absolutamente inadequadas para emprego no estudo de potencial eólico quando estamos tratando de empreendimento offshore.

Por motivos óbvios sua implantação em alto mar fica restrita em locais onde já existe por exemplo uma plataforma marítima de exploração de petróleo, o que digamos é uma exceção total à regra.

Foi pensando nesta restrição imposta pela inviabilidade do uso de plataformas offshore já existentes - até porque seria absolutamente proibitivo a construção de uma plataforma marítima exclusiva para implantação de uma torre anemométrica convencional em alto mar - é que o mercado começou a conceber o desenvolvimento de bóias anemométricas para esta finalidade de coletar dados anemométricos de qualidade sem a necessidade de uma plataforma.

De uma forma mais ampla o uso de bóias para a atividade de coleta de dados meteorológicos no mar não é novidade alguma, sendo utilizado no mundo inteiro.

No Brasil a Marinha possui inclusive um Programa Nacional de Bóias – PNBOIA em operação que tem como objetivo contribuir para:

- a) Descrição e entendimento da variabilidade e previsibilidade do sistema climático em diferentes escalas espaço-temporais;
- b) Aprimoramento dos resultados dos modelos oceânicos e de previsão de tempo e clima;
- c) Descrição e previsão das condições oceanográficas e meteorológicas da superfície do oceano de forma a tornar eficientes e seguras as atividades no mar;
- d) Monitoramento dos efeitos de mudanças climáticas decorrentes dos processos de interação oceano-atmosfera;
- e) Conhecimento, preservação, utilização sustentável e restabelecimento de ecossistemas costeiros e oceânicos;
- f) Implementação de ações de gerenciamento costeiro;
- g) Melhoria da previsão de eventos extremos em apoio às ações da Defesa Civil na salvaguarda da vida humana no mar e em regiões costeiras; e

h) Fornecimento de dados para pesquisas realizadas pela comunidade científica nacional internacional.

Algumas das bóias já operadas pela Marinha inclusive possuem dispositivos para medição de velocidade de vento. Porém a medição é limitada a poucos metros de altitude, sendo portanto insuficientes para análise e avaliação de viabilidade do potencial eólico com vistas a implantação de uma planta offshore de geração de energia.

Com a maturidade alcançada pelos perfiladores à laser (Lidar) e também pelos perfiladores tipo sonar (Sodar) fabricados por várias empresas ao redor do mundo criou-se pela primeira vez a possibilidade real de instalá-los em bóias marítimas adaptadas para o propósito de realizar medições de alta qualidade em alto mar.



Fig2 – Dispositivo Lidar marca Leice modelo Windmast

Os dispositivos Lidar ou Sodar tem como principal característica técnica a obtenção com altíssima precisão das velocidades de vento (e suas direções) para qualquer altura definida no estudo a se realizar. Isto é particularmente importante para turbinas eólicas offshore que atualmente podem ser encontradas para torres que se aproximam de 200 metros de altura.

Obviamente que foram necessárias várias adequações nos perfiladores existentes no mercado, desenvolvidos originalmente para aplicações terrestres, para que fosse possível obter resultados satisfatórios e confiáveis quando utilizados em bóias marítimas sujeitas à condições climáticas bastante severas.



Fig3 – Bóia Anemométrica em Implantação

As bóias anemométricas especialmente desenvolvidas para emprego na análise de potencial de projetos eólico offshore contam com um casco modelado em computador e ensaiados em tanques oceanográficos que asseguram extrema estabilidade mesmo em condições de ondulação superiores à 20 metros.

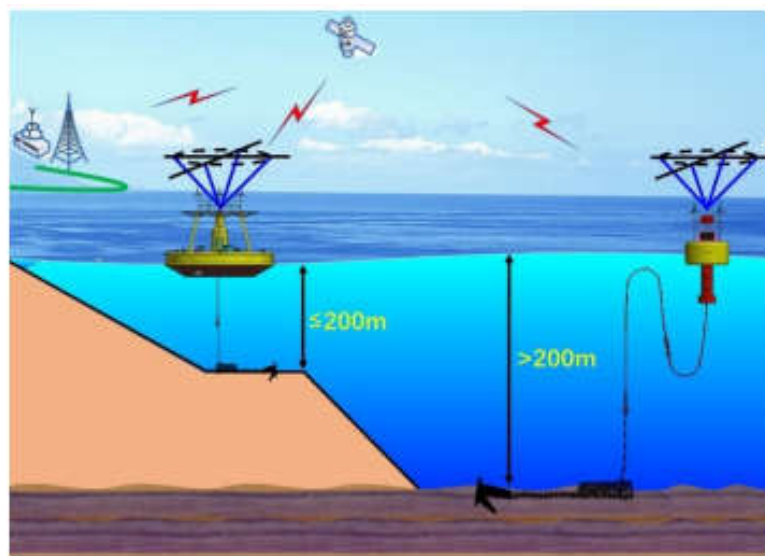


Fig4 – Esquemático Implantação Bóia Anemométrica

Tais bóias são adequadas para ancoragem em locais com profundidade de até 200 metros portanto ideais para a faixa considerada viável para as plantas eólicas offshore que estão dentro do radar para implantação no Brasil ao longo do próximos anos.

As bóias são providas de fonte primária de energia solar fotovoltaica para alimentação dos dispositivos elétricos (perfiladores, sensores, modem satélite e também sinalização náutica) com um banco de baterias estacionárias com autonomia de 7 dias de mau tempo.

A depender do grau de exigência do desenvolvedor do projeto pode-se instalar mais de um perfilador para que se tenha back-up na coleta de dados e até mesmo aumentar o grau de confiabilidade da pesquisa.

Porém o aspecto talvez mais importante na seleção de uma bóia anemométrica de alta qualidade para avaliação do potencial de um projeto offshore, até mesmo por conta das exigências de bancabilidade impostas pelos investidores, é que os dados coletados tenham evidências de consistência e baixíssima variabilidade. Para isto sugere-se fortemente que os dispositivos perfiladores tenham sido validados por alguma entidade reconhecida internacionalmente para aplicações eólicas oceânicas. Citam-se por exemplo a DNV-GL da Dinamarca ou Widguard da Alemanha.

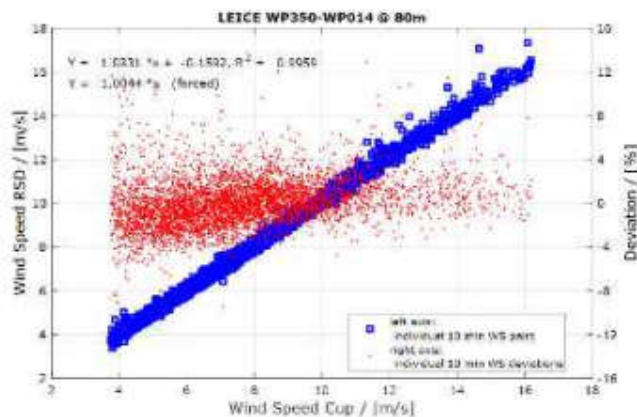


Fig 5– Gráfico Comparativo Perfilador Leice x Anemômetro Copo @ 80 m

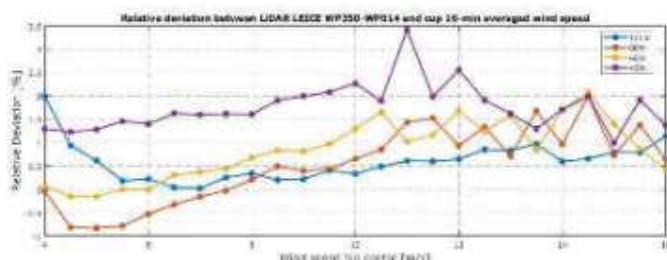


Fig 6 – Gráfico Desvio Padrão Perfilador Leice x Anemômetro (várias alturas)

Muito importante ainda que os dispositivos perfiladores tenham sido testados em condições reais quando instalados em bóias marítimas, e não apenas quando usados para aplicações terrestres. Isto é particularmente importante considerando que as condições no mar costumam ser extremas, com alto índice de névoa salina corrosiva e permanente vibração, além de temperaturas elevadas e alta umidade.

Citando o caso dos perfiladores fabricados pela empresa Leice o seu histórico de aplicação offshore é um bom indicador de confiabilidade.

Com mais de 40 bóias em operação alcançou-se um período de funcionamento ininterrupto superior à 800 dias com disponibilidade de 100% e grau de obtenção de dados contínuos superior à 95%.

Os modelos mais modernos de bóias anemométricas incorporam GPS de alta precisão e ainda sensores meteorológicos combinados para coleta de dados para verificação das ondas oceânicas (Altura 0.5 até 25m e direção), correntes marítimas (Profundidade de 5 até 50m), temperatura, condutividade elétrica (salinidade) e pressão atmosférica e nível da água (precisão 0.01m).



Fig.6 – Bóia Anemométrica Implantada

NO	Description	Parameters
1	Measurement range	8m (weather sensor), 40 ~ 350m (wind lidar)
2	Distance resolution	8m, 40 ~ 350m (24 range gates, user configurable), 1m range min. Resolution Max. 18gates to be transmitted
3	Laser wavelength	1550nm, eye-safe
4	Data refresh time	1s/1min/2min/5min/10min (user configurable)
5	Wind velocity range	0 ~ 70m/s
6	Wind velocity resolution	≤0.1 m/s
7	Wind direction resolution	< 2.5° (average wind velocity > 2m/s)
8	Scanning method	Multi-beam scanning/VAD
9	Weight	<35kg
10	Size (L*W*H)	420*300*460mm
11	Average power consumption	<80W
12	Data storage	1T solid state drive, can store data for more than 36 months
13	Power supply	AC 220V/50Hz, DC12V or DC 24V
14	Data output	Second-level wind speed and direction, specified time average wind speed and direction, maximum and minimum horizontal wind speed, wind direction, wind speed mean square error (turbulent intensity), vertical wind speed, SNR signal-to-noise ratio data, GPS location, time, system internal state data, ground atmosphere Temperature, humidity, air pressure data, etc.
15	Data format	ASCII
16	Communication method	Ethernet /CAN /3G /WIFI /LAN / Beidou short message /FTP /VPN /GPRS
17	Working environment	Operating temperature range: -40°C~55°C (with over-temperature protection);

18	Ingress Protection Grade	IP67
19	Anticorrosion grade	C5-M ISO12944,ISO9226
20	Laser eye safety level	Class 1M of IEC 60825-1 standard
21	Rain and Freeze Protection	Automatic wipers/heated insulation
22	Security alert	Equipped with a high-precision original GPS positioning system, and an electronic fence is set. If the electronic fence is exceeded, the system automatically sends an alarm message to the user and informs the mobile location.
23	Dynamic data correction platform	real-time data correction

Fig.7 – Datasheet WP350MB – Marine Version

Dados Obtidos com Bóias Anemométricas X Dados Satélite

Muito se comenta sobre se realmente seriam necessárias bóias anemométricas se o mercado pode oferecer dados de satélites por um custo muito inferior ao de uma campanha completa com dispositivos instalados in loco na área de estudo.

Na verdade esta é uma discussão que cabe ao investidor decidir e quais riscos ele está disposto a assumir.

Dados de satélite realmente permitem avaliar de forma genérica o potencial de uma dada região. Isto vale para projetos terrestres ou offshore.

Mas de forma praticamente unânime todos especialistas do setor afirmam que os dados de satélite dependem muito da calibração do algoritmo para que possam traduzir com relativa precisão os parâmetros anemométricos reais de um dado local. Ou seja, são certamente uma ferramenta útil, mas pouco provável que possam ser usados isolamente para tomada de decisões.

Sabe-se inclusive que há discrepâncias significativas nas medições com torres anemométricas instaladas na faixa de areia e aquelas medidas in loco à 20km ou 30km de distância da costa. São inúmeras as variáveis que influenciam os dados anemométricos na região oceânica.

Colocado desta forma entende-se que um bom estudo para introdução de plantas eólicas offshore deve obrigatoriamente fazer uso de todas as ferramentas disponíveis no mercado para que se possa reduzir as incertezas técnicas e por conseguinte os riscos de insucesso.

As bóias anemométricas são portanto um recurso imprescindível para uma pesquisa de boa qualidade.

Considerações Finais

O atual estado das artes das bóias anemométricas encontradas no mercado permite afirmar que se constituem numa ferramenta viável e aplicável para qualquer de estudo de qualidade para determinação da viabilidade do potencial eólico offshore.

Modelos encontrados no mercado permitem realizar campanhas para áreas a partir de 10km² e para custos estimados de campanha da ordem de Usd 1.5 milhões incluindo todas as despesas para implantação, manutenção e coleta de dados por cerca de 18 meses.

Sua combinação com dados complementares obtidos através de torres anemométricas implantadas em faixa de areia e/ou dispositivos perfiladores igualmente implantados na faixa de areia constitui uma abordagem inteligente que minimizará eventuais distorções e aumentará a confiabilidade da pesquisa.

O uso isolado de medições colhidas por dados de satélite e ajustadas por modelos matemáticos exclusivos como estratégia para viabilidade de uma área parece ser atrativa do ponto de vista financeira porém irá esbarrar na falta de confiabilidade que apenas medições locais, que podem ou não ser colhidas por bóias anemométricas, é capaz de conferir para um estudo profissional.

Deve-se ter especial cuidado na seleção dos equipamentos perfiladores associados às bóias anemométricas para que sejam adequados para utilização oceânica bem como disponham de certificação internacional reconhecida para assegurar a bancabilidade dos dados colhidos.

Por fim recomenda-se que a operação das bóias anemométricas seja realizada por empresa qualificada e capacitada para realizar a manutenção corretiva e preditiva dos equipamentos de modo que os dados colhidos tenham baixíssimas interrupções. Igualmente deve-se garantir a obtenção de todas as licenças necessárias para sua utilização assim como sejam catalogadas pela Marinha do Brasil para evitar episódios de acidentes e/ou abalroamentos.

Referências

COURTNEY, M.S.; HASAGER, C.B. **Remote Sensing Technologies for Wind Measurement**. USA-UK, 2016.

LEICE. Brochure – **Lidar Enables a Greener, Safer and Sustainable World**. China, 2023.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Estudos para Expansão da Geração – Empreendimentos Eólicos – Instruções para medições meteorológicas e parques eólicos**. Brasil. Março 2023.

Marinha do Brasil. Site <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-goos-brasil/pnboia>