

Estruturas de Fixação de Aerogeradores. Instalações Offshore.

1. Introdução

Foi de forma natural que o aproveitamento do recurso eólico evoluiu dos tradicionais parques em terra (*onshore*) para locais offshore. Se por um lado os melhores locais para instalação em terra começam a escassear, a grande disponibilidade de recurso offshore permite a disponibilidade de áreas muito elevadas para a sua exploração.

Os ventos mais fortes, no mar, associados a uma rugosidade de classe zero criam condições ideais para a instalação de geradores eólicos de potência elevada tornando assim possível uma maior produtividade, que pode compensar os inerentes custos de instalação e de operação mais elevados.

No entanto existem alguns desafios que necessitam de ser mais investigados e que estão a ser alvo de investimento, tais como as torres, os sistemas de fixação e a instalação da cablagem.

2. Situação atual e previsões futuras para a Europa

Atualmente, de acordo com dados da associação europeia de energia eólica (EWEA) estão instalados, offshore, 4,3 GW. No entanto, está previsto que para 2020 se possa chegar aos 40 GW instalados, num cenário otimista.

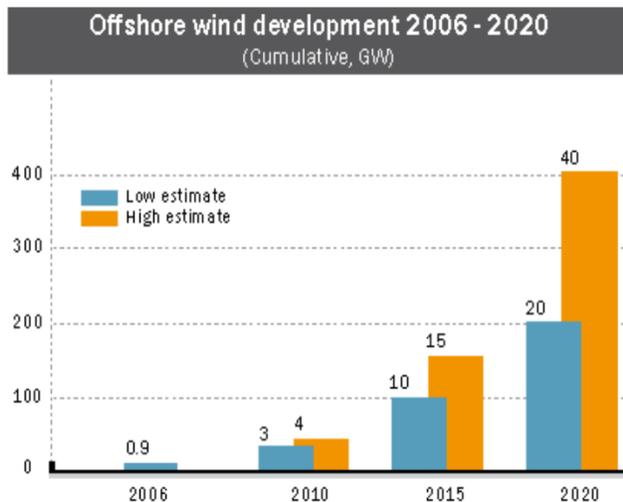


Figura 1 – Evolução do offshore até 2020 (Fonte: EWEA)

Um sinal da evolução que se tem sentido neste setor tem a ver com a dimensão dos parques offshore. Em 2007 a grande maioria dos parques eólicos offshore eram de pequena dimensão e poucos eram os que ultrapassavam, em termos de potência instalada e número de turbinas, o parque Horns Rev, instalado na Dinamarca e que possui 80 turbinas de 2 MW cada, instaladas a uma distância entre 14 e 20 km da costa e a uma profundidade que varia entre os 6 e os 12 metros.



Figura 2 – Parque eólico de Horns Rev

Em 2009 foi colocado em funcionamento o parque Horns Rev II com mais 209 MW instalados a uma distância que varia entre os 20 e os 30 km da costa e uma profundidade de 9 a 17 metros. Sendo este conjunto dos dois parques o maior complexo offshore em exploração. No entanto estão planeados e em alguns casos já em construção, parques eólicos com potências muito superiores, em países como o Reino Unido, Alemanha ou Suécia, onde se pretende explorar parques com potências instaladas superiores a 1 GW.

Com a necessidade de explorar o recurso eólico em localizações cada vez mais afastadas da costa e em águas muito profundas, torna-se imperioso desenvolver novas soluções de fixação das turbinas, de suporte e em termos dos materiais usados na conversão eólica, por forma a otimizar todo o sistema e assim reduzir os custos de instalação, exploração e manutenção dos parques.

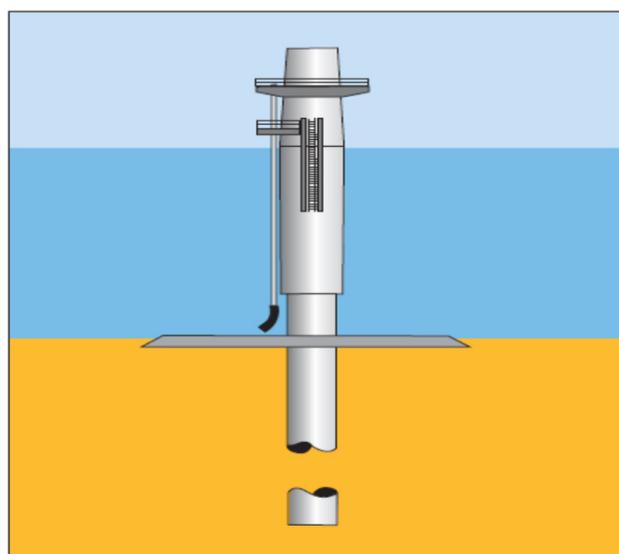
3. Fixação das Turbinas

Nos parques instalados *onshore* os sistemas de fixação das torres usados foram-se generalizando em torno de um único método, baseado numa sapata em betão, no qual depois são fixadas as torres.

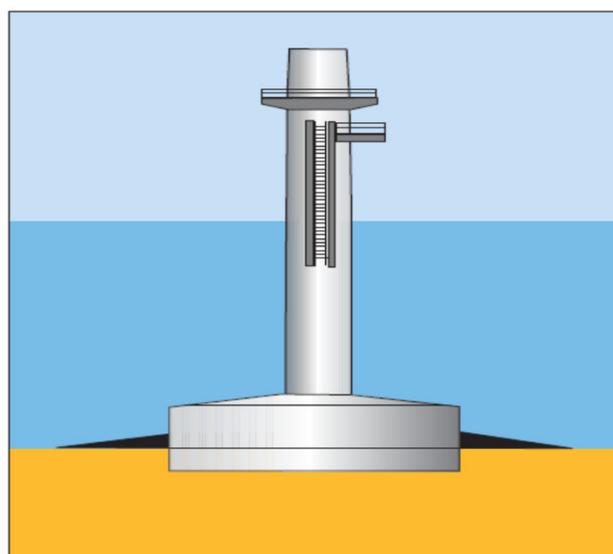


Figura 3 – Sistema de fixação de uma torre eólica onshore

No caso offshore os sistemas de fixação são variados e dependem de muitos fatores influenciados pela profundidade, pelo tipo de terreno do fundo do mar, pelo tipo de turbina a instalar e pelos custos e riscos técnicos.



Monopile



Gravity-based Structure (GBS)

Figura 4 – Fixação por monopilar e por gravidade

Os sistemas de fixação podem dividir-se em duas tecnologias, os sistemas fixos ao fundo e os sistemas flutuantes.

O primeiro tipo de tecnologia está mais desenvolvido e é muito utilizada em parques já em operação.

Os sistemas flutuantes estão ainda em fase de desenvolvimento, estando instalados alguns sistemas piloto, não se tendo ainda alcançado uma fase comercial.

Dentro da classe das fundações do tipo fixo estão desenvolvidas várias tecnologias. No entanto, podem ser classificadas em 3 tipos, fixações por monopilar, fixações por gravidade ou fixações que usam uma estrutura de pilares. Nas figuras 4 e 5 podem ser visualizadas as três tecnologias.

A maioria dos parques eólicos *offshore* em operação estão instalados a profundidades entre 20 a 25 metros e usam fundações do tipo monopilar, isto porque são relativamente simples de produzir e fáceis de instalar, tornando-se desta forma mais económicas. O segundo maior tipo de fundações é baseado em estruturas fixas por gravidade, ficando um número muito pequeno de turbinas instaladas por sistemas de fixação por estrutura de pilares.

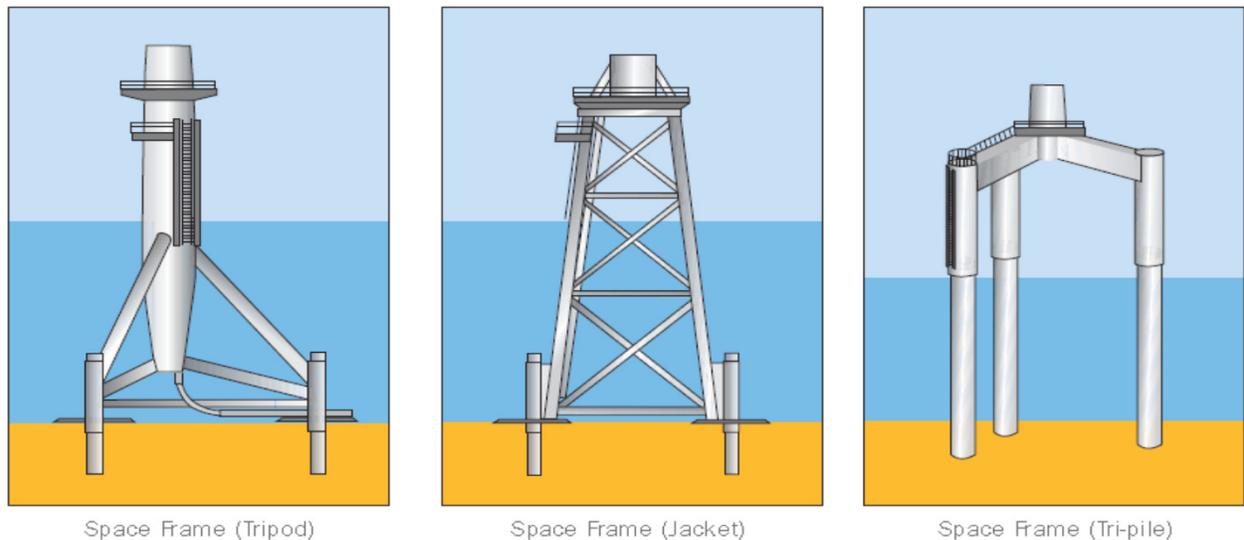


Figura 5 – Fixação por estrutura de pilares

A figura 6 apresenta o tipo de fundações usadas em parques eólicos offshore até ao ano de 2012.

O estudo prévio do fundo do mar no local da instalação é essencial pois isso vai determinar o tipo de fixação a usar e o processo de instalação, que por sua vez influenciam o método de transporte. A escolha do potencial local para o parque eólico deve ser efetuada de forma a não só escolher a melhor opção em termos técnicos mas também a que permita a viabilidade económica do parque.

3.1 Fixação por monopilar

A fixação por monopilar consiste na introdução de um pilar em aço no fundo do mar. A profundidade a que é enterrado bem como o diâmetro e espessura do pilar são determinados pela profundidade do local de instalação e pela potência do aerogerador.

Normalmente este tipo de fixação é usado para profundidades até 25 metros. Em locais mais profundos a estrutura tem tendência para tornar-se instável.

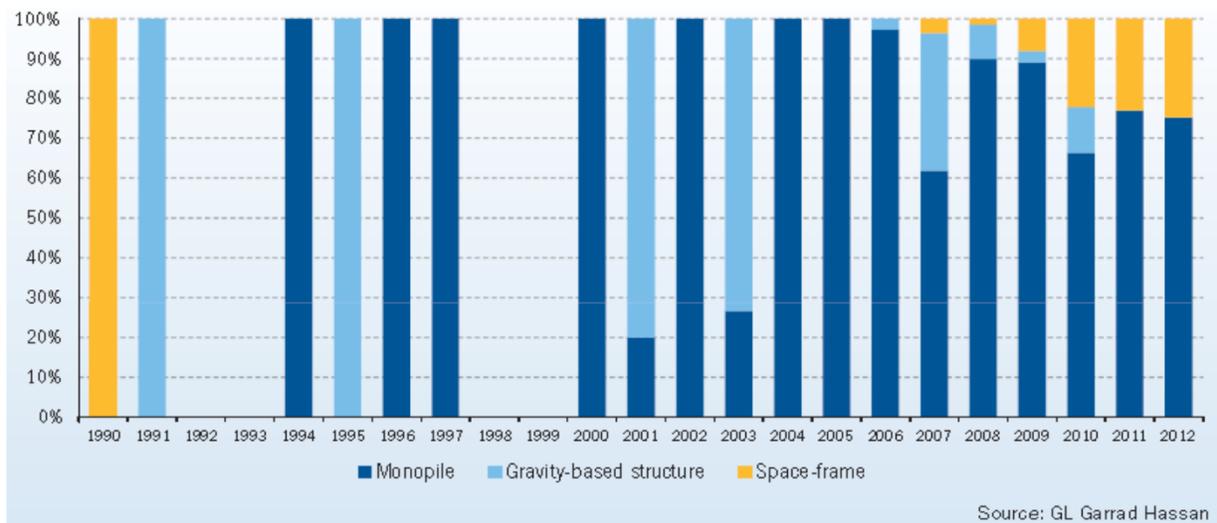


Figura 6 – Tipo de estruturas de fixação de aerogeradores em parques offshore em utilização

3.2 Fixação por bases gravíticas

Este tipo de fixação é construído em doca seca sendo depois transportado para o local de instalação. Depois de colocado no local, a base é cheia com betão ou ferro, por forma a aumentar o seu peso e assim a tornar presa ao fundo do mar.

Este tipo de fixação é adequado para profundidades até 30 metros e é dimensionada para evitar as forças de tração e de elevação existentes entre a base da estrutura e o fundo do mar.

3.3 Fixação por estrutura de pilares

A fixação por estrutura de pilares pode ser efetuada através de dois métodos, as estruturas multi-estaca e a estrutura entrelaçada, designada por *“jacket”*. Este tipo de estruturas são dimensionadas para transmitir as forças para o fundo do mar através dos vários pilares de fixação da estrutura. Por se tratar de um sistema composto por vários pilares, normalmente o diâmetro dos pilares de fixação é pequeno.

A estrutura designada por *tripod* é composta por 3 pilares ligados ao pilar central que por sua vez suporta a estrutura do aerogerador. A ligação dos pilares de fixação ao pilar central é efetuada abaixo do nível da água. A profundidade de fixação dos pilares pode ser ajustada de acordo com as características do terreno, tendo os pilares um diâmetro que, normalmente varia entre os 2 e 3 metros, ou seja, uma dimensão muito menor que a do pilar central.

Este tipo de estrutura de fixação é aconselhada para locais em que a profundidade se situa entre 20 a 50 metros.

A fixação por tripé (tri-pile) é caracterizada por três pilares que servem de base à torre do aerogerador. O ponto de ligação dos pilares à torre é feito acima do nível da água e é aconselhado o seu uso em locais com profundidade semelhante às dos *tripods*.

As estruturas entrelaçadas são compostas por 4 pilares que são conectados entre si por uma estrutura entrelaçada.

Uma das vantagens deste tipo de fixação em relação às anteriores é de necessitar de ocupar uma menor área, no fundo do mar.

Como a estrutura é entrelaçada, a dimensão dos pilares também pode ser menor, em comparação com a fixação por tripé ou tripod, reduzindo-se assim os custos da estrutura.

3.5 Sistemas flutuantes

Os sistemas flutuantes ainda estão em fase de investigação, no entanto existem já alguns protótipos instalados. Tendo como base as plataformas petrolíferas, que usam este tipo de fixação, estão a ser desenvolvidas plataformas para utilização em aerogeradores.

Este tipo de sistemas de fixação pode ser usado em águas muito profundas, o que se pode considerar uma vantagem em relação aos sistemas de fixação anteriores.

De entre os sistemas em investigação, destacam-se o *windfloat* (Figura 7), cujo protótipo foi construído e instalado em Portugal, no parque *offshore* da Aguçadoura e o *Hywind* (Figura 8), instalado a 10 km a sudoeste da costa da Noruega.



Figura 7 – Projeto Windfloat



Figura 8 – Projeto Hywind

Ambas as estruturas de fixação são flutuantes encontrando-se fixas ao fundo do mar por um sistema de amarração por âncoras. Por não estarem diretamente ligadas ao fundo do mar, podem ser aplicadas em águas com profundidade muito elevada, acima dos 100 metros.

Uma outra vantagem deste tipo de estruturas é que podem ser todas construídas em doca seca, sendo depois arrastadas para o local de instalação através de barcos rebocadores, evitando-se assim o uso de navios especialmente dimensionados para as instalações eólicas offshore e os inerentes custos associados ao seu uso.

Apesar de serem estruturas muito caras, tornam-se economicamente vantajosas quando a profundidade é muito elevada, onde as normais estruturas de fixação se tornam inviáveis mas onde o potencial eólico é muito elevado.

4. Conclusão

O potencial eólico offshore está, na sua grande parte, por explorar. Se por um lado o recurso eólico é enorme, os custos de instalação e exploração são muito elevados, em comparação com as instalações *onshore*.

Existem ainda muitos desafios que têm que ser ultrapassados e que têm ocupado os diversos investigadores que se debruçam sobre esta área.

A aplicação de novos materiais, mais resistentes, e as estruturas de fixação dos aerogeradores são exemplos de áreas onde é preciso evoluir mais.

Bibliografia

[1] Simon-Philippe Breton and Geir Moe, “*Status, plans and technologies for offshore wind turbines in Europe and North America*”, *Renewable Energy Journal* 34, 2009. Available at: www.elsevier.com/locate/renene

[2] EWEA, “The European offshore wind industry – key trends and statistics 1st half 2012”

[3] EWEA, “Wind in our Sails, The coming of Europe’s offshore wind energy industry”, november 2011

[4] Talisman Energy, “Beatrice, wind farm demonstrator and project scoping report” , Available at: www.beatricewind.co.uk

Sítios na Internet

www.ewea.org

www.upwind.eu