

# Dia Mundial da Sensibilização para a Corrosão “Os Materiais e O Mar”

Lisboa, 24 Abril 2014



## CORROSÃO E PROTECÇÃO EM ESTRUTURAS *OFFSHORE*. PROJECTO WIND\_ENERMAR

Maria João Marques  
[mjoao.marques@lneg.pt](mailto:mjoao.marques@lneg.pt)

Isabel N. Alves  
Rita Gonçalves  
Teresa Cunha Diamantino

LMR - Laboratório de Materiais e Revestimentos

Estrada do Paço do Lumiar, 22, Ed. E, R/C  
1649 -038 Lisboa, Portugal



MINISTÉRIO DO AMBIENTE,  
ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA

# ENERGIAS RENOVÁVEIS OFFSHORE

O desenvolvimento de projectos associados à exploração de energia marinha tem vindo a ser alvo de crescente interesse por parte de diferentes sectores da indústria, conscientes do potencial económico e das opções de crescimento.

Entre 2000 - 2010 foram financiados com fundos da UE, 44 projectos direccionados especificamente para as energias marinhas, num valor total de 77 milhões de euros.

**Distintas Tecnologias ...**

**Diferentes Níveis de Desenvolvimento Tecnológico ou Industrial...**

**Um denominador comum**

**A ELEVADA CORROSIVIDADE DO MEIO MARINHO**  
mais inóspito e menos acessível do que o meio terrestre



Eólica Flutuante



Ondas



Correntes



Marés



Eólica c/  
Fundações



# CORROSÃO de MATERIAIS em ESTRUTURAS OFFSHORE

## Materiais em distintas zonas de exposição:

- ▶ Atmosférica
- ▶ Salpicos (zona de corrosão severa)
- ▶ Tidal (variação da maré)
- ▶ Imersão total
- ▶ Enterrada



## Diferentes tipologias de corrosão:

- ▶ Corrosão uniforme
- ▶ Corrosão localizada
- ▶ Corrosão Microbiologicamente Influenciada (MIC)
- ▶ Corrosão por picada
- ▶ Corrosão por fadiga, erosão ...

## Factores de corrosão com diferente impacto nas estruturas de produção de energia *offshore*, por ex.: Presença de biofouling

### Energia das ondas & marés

O crescimento e acumulação de biofouling nas superfícies de aço e compósitos, estáticas e móveis, pode ter um impacto significativo a nível da hidrodinâmica e consequentemente na produção de energia.

### Energia eólica *offshore*:

Com principal incidência nas zonas tidal e imersas, a presença de biofouling tem, neste caso, um impacto muito menor a nível da produção de energia.



# PREVENÇÃO e CONTROLO da CORROSÃO em ESTRUTURAS EÓLICAS *OFFSHORE*

O sector da Energia Eólica *Offshore* tem incidido na importância da **redução dos custos** associados aos processos de **instalação, operação e manutenção**, os quais são **significativamente superiores no meio marinho** comparativamente ao meio terrestre, constituindo um sério desafio à iniciativa Industrial.

A **Prevenção e Controlo da Corrosão** assumem um papel preponderante no ciclo de vida de uma estrutura eólica *Offshore*.



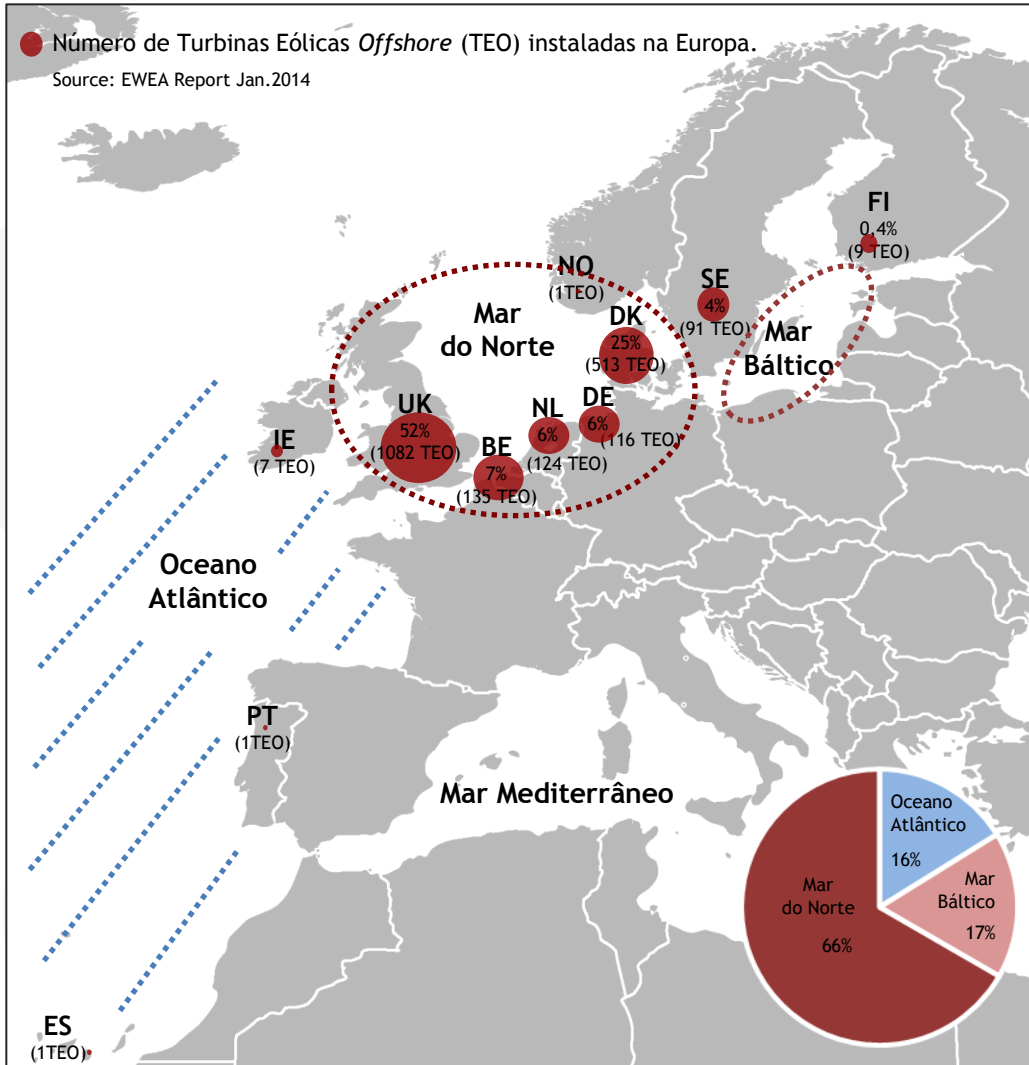
Desenvolvimento    Produção    Funcionamento & Manutenção

Transferência de conhecimentos e competências entre instituições do sistema científico e tecnológico e empresas visando otimizar processos de produção e desenvolver soluções diferenciadoras.

Minimizar os danos provocados por fenómenos de corrosão para incrementar o tempo de vida útil das estruturas e consequentemente reduzir os custos associados ao capital de investimento e processos de manutenção e reparação.

# EÓLICA OFFSHORE na EUROPA

Os países do Mar do Norte continuam a ser líderes no sector da Energia Eólica *Offshore*



O Reino Unido é líder no número de turbinas eólicas *offshore* instaladas na Europa, de acordo com dados da EWEA de janeiro de 2014.

**A região Atlântica tem igualmente potencial para contribuir significativamente para o “crescimento azul”, nomeadamente na exploração sustentável de energias renováveis marinhas.**

Plano de Acção para uma Estratégia Marítima na Região Atlântica (PT, ES, FR, IE e UK), de acordo com a Estratégia para o Atlântico da Comissão Europeia.

As actividades no Mar implicam um elevado custo, condicionando a realização de projectos de I&D no domínio da corrosão e protecção de materiais *in situ*.

Neste contexto, a rentabilização de infra-estruturas de teste e de protótipos de demonstração para actividades de I&D, são uma oportunidade única para a aquisição de conhecimento multidisciplinar.

A degradação das estruturas *Offshore* é influenciada pela localização geográfica e respectivos parâmetros ambientais.

Portugal tem a maior zona económica exclusiva (ZEE) no Atlântico Norte entre os Estados-Membros da União Europeia.

Valorização da procura de novas possibilidades e novos caminhos de desenvolvimento do país a partir de indústrias e sectores baseados na exploração sustentável do mar.

A concretização do primeiro protótipo de demonstração de energia eólica *offshore* flutuante em águas Nacionais - **Projecto WINDFLOAT**



Oportunidade única de concretizar avaliação da corrosividade marinha e eficiência de sistemas de proteção anticorrosiva em meio *offshore*

Neste contexto o LMR, estruturou o projecto **WIND\_ENERMAR**

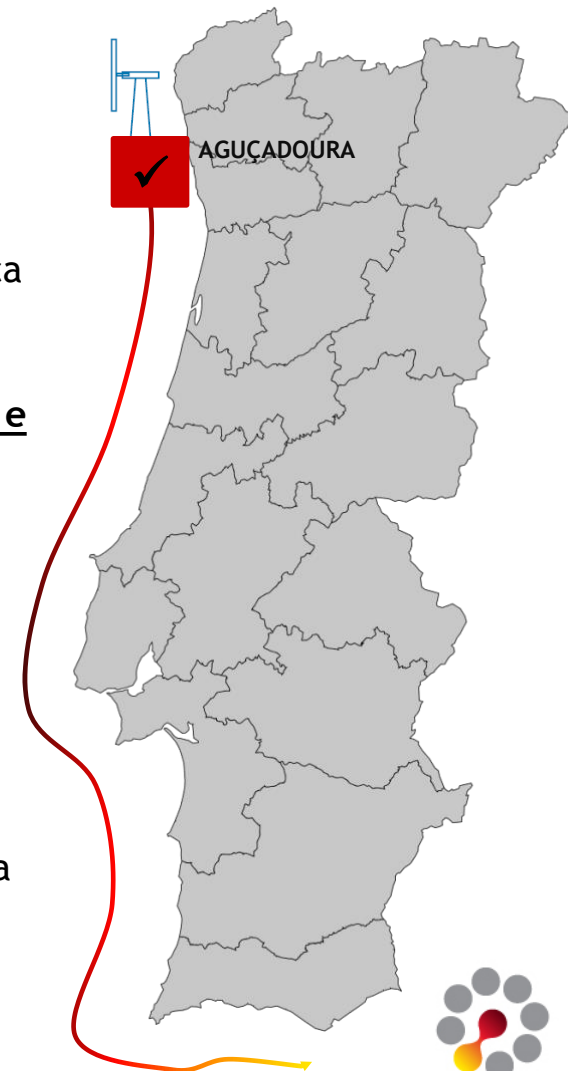
“Prevenção e Controlo da Corrosão na Exploração de Energia Eólica *Offshore*.

Estudo experimental no protótipo WindFloat.”

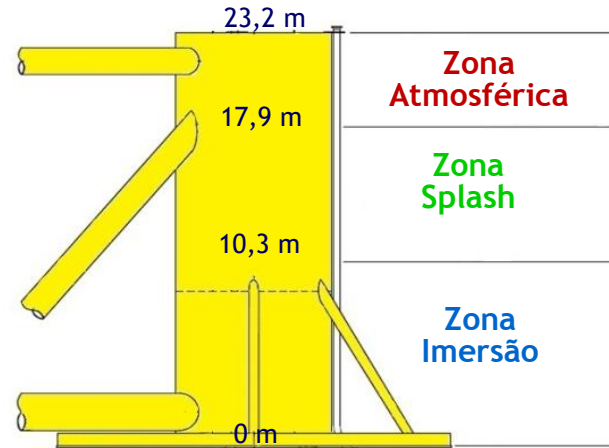


A parceria entre LMR e a empresa Principle Power, possibilitou a utilização do protótipo WindFloat como plataforma de ensaio *offshore In-situ* para a avaliação da corrosividade marinha e comportamento anticorrosivo de amostras de aço estrutural sem e com aplicação de esquemas de pintura.

Este tipo de avaliação nunca tinha sido, até à presente data, realizado em águas Nacionais.



O Projecto Wind\_Enermar envolveu a exposição de amostras de aço sem e com aplicação de distintos esquemas de pintura, seleccionados de acordo com as diferentes zonas de exposição e solitação mecânica a que se encontra submetido o protótipo WINDFLOAT - zona atmosférica, splash e imersão.



*Design experimental baseado na norma ISO 9226, para a avaliação da corrosividade atmosférica e na actual regulamentação existente na Europa para o estudo da protecção anticorrosiva de estruturas offshore, que contempla as normas ISO 12 944, ISO 20 340 e NORSOK M 501.*

**Fase 0:** Planeamento e *design* experimental das estruturas para exposição das amostras no protótipo WindFloat

**Fase 1:** Preparação e montagem das amostras em distintas zonas da plataforma flutuante.

**Fase 2:** Estudo laboratorial das amostras recorrendo a metodologias de ensaio de acordo com a especificação e normalização existente para o sector e a técnicas específicas de caracterização de materiais.

**Fase 3:** Disseminação dos resultados.

O protótipo WindFloat está ancorado a 5 km da costa, na Praia da Aguçadora, Póvoa do Varzim, desde Outubro de 2011

Avaliação da corrosão do aço e do comportamento anticorrosivo dos esquemas de pintura antes e após exposição:

- Cor e alteração de cor (ISO 7724 - 2)
- Aderência / pull-off (EN ISO 4624)
- Brilho (ISO 2813)

- Velocidade de corrosão do aço (ISO 9226)
- Ensaios de envelhecimento artificial (ISO 20340/NORSOK M- 501)
- Técnicas avançadas de caracterização de materiais

FEVEREIRO 2014



Entrega das amostras expostas durante 2 anos na zona atmosférica.

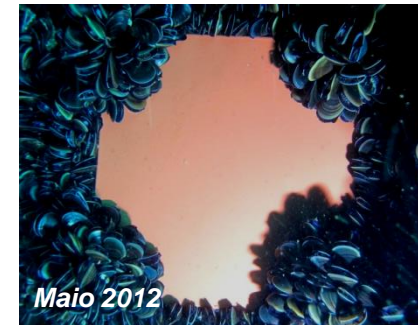
Entrega de amostras expostas durante 2 anos na zona splash.

---

O LMR pretende com o projecto Wind\_Enermar otimizar e desenvolver competências na área da protecção e durabilidade de materiais associada à exploração de energia *offshore*, possibilitando um incremento da competitividade dos diferentes parceiros industriais Nacionais directa e indirectamente afectos a este sector.



Setembro 2011



Maio 2012



Maio 2012



Outubro 2011



Dezembro 2011



Março 2012

# CORROSÃO e PROTECÇÃO de MATERIAIS vs EXPLORAÇÃO DE ENERGIA MARINHA

## Linhas Prioritárias de I&D

### Protecção

- Novos desenvolvimentos em revestimentos anticorrosivos (Revestimentos antifouling biomiméticos, revestimentos auto-reparadores...)
- Materiais compósitos resistentes à corrosão
- Protecção catódica

### Monitorização

- Sensores
- Sistemas de monitorização e diagnóstico



É crucial aglutinar sinergias multidisciplinares para conseguir desenvolver competências Nacionais no âmbito da Corrosão Marinha.

### Oportunidades para concretizar...



Programa -Quadro Horizon 2020 (2014-2020)  
Calls abertas desde janeiro 2014



Fundo de Investigação do Carvão e Aço  
Call aberta (01-04-2014 a 15-09-2014)

O Laboratório de Materiais e Revestimentos tem como objectivo a constituição de um consórcio visando uma candidatura

Potenciais interessados contactar:

[mjoao.marques@lneg.pt](mailto:mjoao.marques@lneg.pt)

[teresa.diamantino@lneg.pt](mailto:teresa.diamantino@lneg.pt)



A Equipa de projecto agradece à HEMPEL Portugal pelo apoio financeiro

e



pelo apoio logístico e por disponibilizar o protótipo WindFloat como plataforma de teste.

Obrigada pela atenção.



[www.lneg.pt](http://www.lneg.pt)



MINISTÉRIO DO AMBIENTE,  
ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E ENERGIA