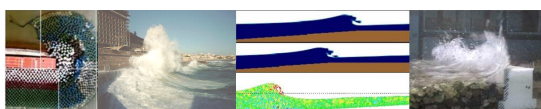


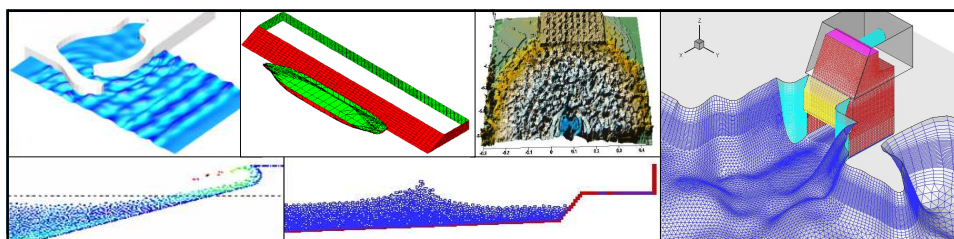
5º Encontro Técnico-Científico dos  
Laboratórios de Engenharia Civil da CPLP

## Portos e Estruturas Marítimas no LNEC



João Candeias Portugal

Conceição Juana Fortes, Maria Teresa Reis,  
Maria da Graça Neves, Rui Capitão,  
Luís Gabriel Silva, Rute Lemos, Eric Didier,  
Liliana Pinheiro, Pedro Poseiro, Diogo Neves



## Sumário

- > Introdução
- > O papel do LNEC (Investigação Aplicada)
  - Apoio ao Projeto
  - Apoio à Operação, Construção e Manutenção
  - Formação





## Introdução

### Efeitos da agitação marítima

- As situações de emergência causadas pelas ondas são muito comuns e podem ter graves consequências ao nível de:
  - Segurança de pessoas
  - Integridade de bens imóveis e de infraestruturas (vias de comunicação, zonas portuárias, etc.)
  - Normal funcionamento das infraestruturas
  - Problemas costeiros (erosão, inundação, etc.)
- Tal pode levar a perda de vidas e a graves prejuízos económicos e ambientais



## Introdução

### Efeitos da agitação marítima na segurança de pessoas



Scarborough, UK



Flórida, EUA



Hartlepool, UK

Tempestades e eventos extremos podem pôr em risco a segurança de pessoas



LABORATÓRIO  
DE ENGENHARIA

## Introdução

### Efeitos da agitação marítima na integridade dos bens-imóveis (edifícios)



Amalfi, Italy



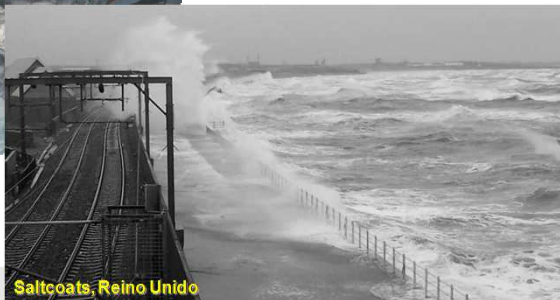
LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Efeitos da agitação marítima no transporte rodoviário e ferroviário



A ação das ondas põe em risco os veículos que circulam, bem como as vias de comunicação



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Efeitos da agitação marítima na zona costeira (galgamento e inundação)





## Introdução

Efeitos da agitação marítima na zona costeira  
(galgamento, inundação e congelamento!!!)



**INEC** LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

Efeitos da agitação  
marítima na zona  
costeira (erosão)



Costa de Caparica



a)

1998  
Summer

Vale do Lobo

**INEC** LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

Efeitos da agitação marítima em zonas portuárias (restrições às operações de carga e descarga)

Tempestade causa interrupções nas atividades de carga e descarga



Ponta Delgada, Açores  
27-09-2011



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

Efeitos da agitação marítima em zonas portuárias (restrições no funcionamento de marinas)

Tempestades causam a interrupção das operações na marina

Marina do Lugar de Baixo, Madeira



Marina de Cascais



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

Efeitos da agitação marítima em zonas portuárias (danos na mercadoria e nos próprios navios)



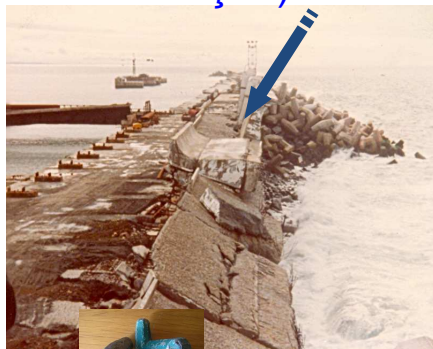
LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



Danos nas  
mercadorias

## Introdução

Efeitos da agitação marítima em estruturas de proteção (colapso da estrutura, na fase final da construção)



Dolos

Tempestade causou o colapso completo do molhe de Sines na fase final da sua construção



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



## Introdução

Efeitos da agitação marítima em estruturas de proteção (colapso da estrutura, 1 ano após a construção)

Marina do Lugar de Baixo, Madeira, 28-02-2006



Um ano depois da construção, a tempestade causou a destruição do molhe principal e de toda a infraestrutura protegida por esta

## Introdução

Efeitos da agitação marítima em estruturas de proteção (colapso da estrutura, 1 ano após a construção)

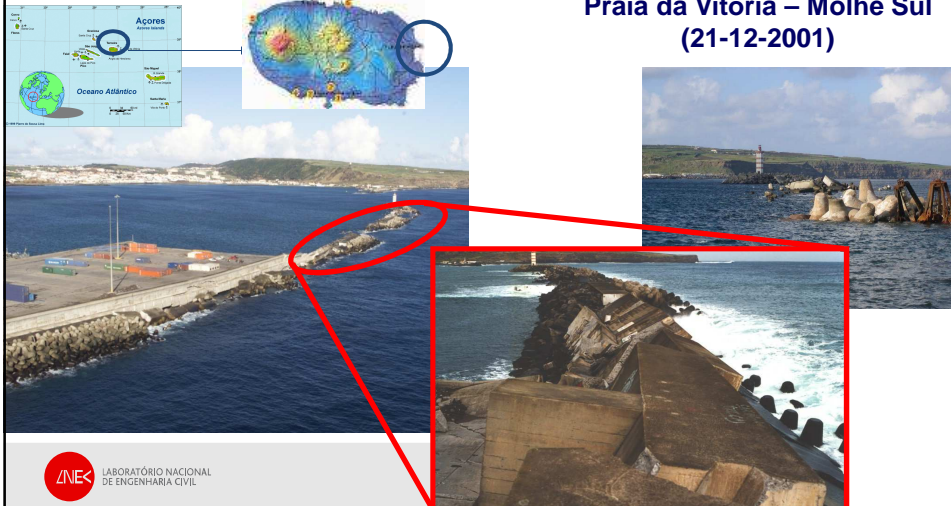


Marina  
Lugar de Baixo  
28-02-2006



## Introdução

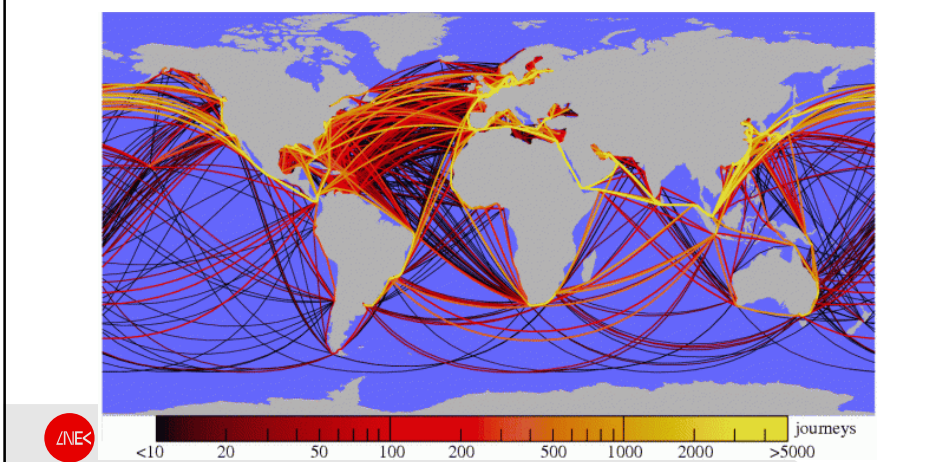
Efeitos da agitação marítima em estruturas de proteção (colapso da estrutura, vários anos após a construção)



## Introdução

### Transporte Marítimo

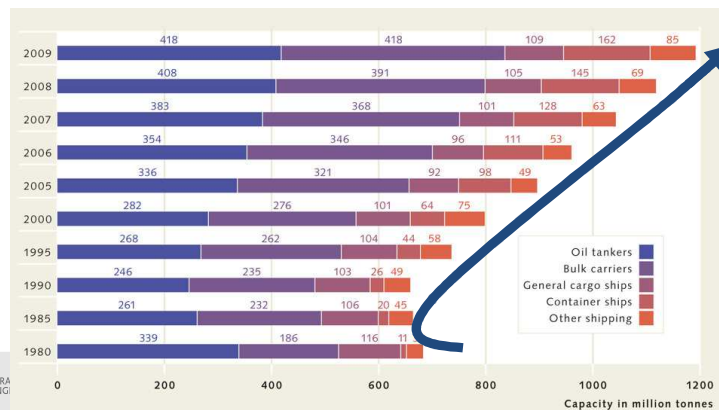
- Distribuição das rotas marítimas
  - Identificação dos pontos mais importantes geradores de tráfego marítimo



## Introdução

### Aumento do Transporte Marítimo

- É claro o aumento das mercadorias transportadas por via marítima
  - Principais cargas: petróleo e derivados e granéis sólidos



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Intervenções em zonas portuárias e costeiras

Efeitos da Agitação Marítima



Aumento do Transporte Marítimo

Intervenções em zonas portuárias e costeiras:

- Construção de novos portos comerciais, de pesca ou aumento/melhoramento dos já existentes
- Estabilidade e manutenção de estruturas marítimas
- Resolução de problemas ambientais

**Os engenheiros têm de propor soluções integradas e eficientes**



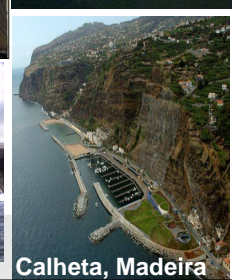
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Intervenções em zonas portuárias e costeiras

#### ➤ Intervenções muito variadas:

- Obras para abrigo portuário
- Obras de defesa costeira
- Estruturas de acostagem
- Outras obras
  - Emissários submarinos
  - Dispositivos de aproveitamento de energia das ondas
- Outras Soluções
  - Dragagens
  - Alimentação artificial



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Obras para abrigo portuário

- Quebra-mares
- Molhes



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Obras de defesa costeira: Esporões

Esporões



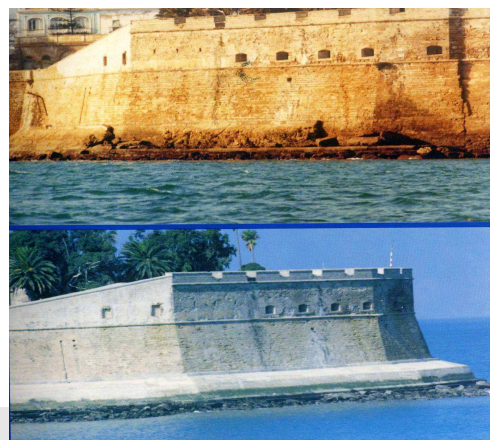
Campo de esporões



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Obras de defesa costeira: Proteções marginais e paredões

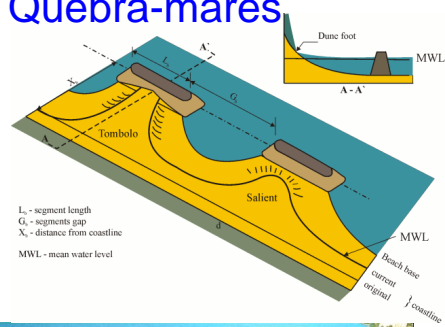


LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



## Introdução

### Obras de defesa costeira: Quebra-mares destacados



$L_s$  - segment length  
 $G_s$  - segment gap  
 $X_s$  - distance from coastline  
MWL - mean water level



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Estruturas de acostagem: Molhes



Leixões



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Outras obras



Central de energia das ondas



Emissário submarino



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

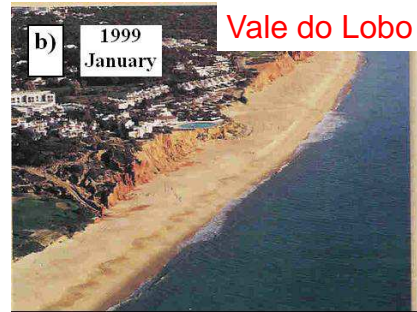
### Outras soluções: Dragagens



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Introdução

### Outras soluções: Alimentação artificial



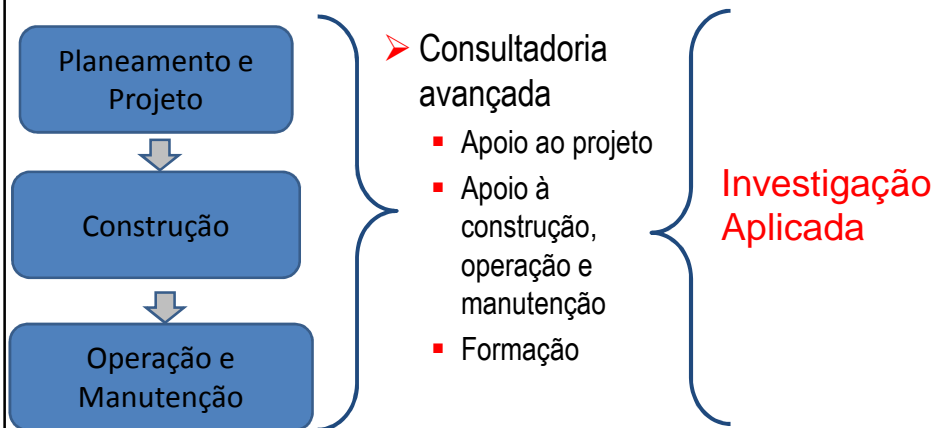
## O papel do LNEC

### Consultadoria avançada



## O papel do LNEC

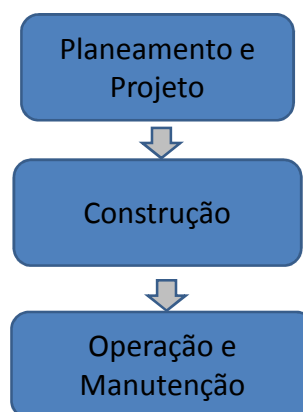
### Consultadoria avançada



## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção

- Apoio ao projeto das obras
  - Caracterização e simulação da agitação marítima
  - Comportamento de estruturas marítimas
  - Comportamento de navios em manobra e amarrados
  - Gestão de risco
- Apoio à operação, construção e manutenção das obras
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Acompanhamento de obras
    - Observação sistemática
- Formação (em todas as áreas)





## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção / Metodologias

- Apoio ao projeto das obras
  - Caracterização e simulação da agitação marítima
    - Modelação numérica e física
    - Trabalho de campo
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Modelação numérica e física
    - Trabalho de campo
  - Comportamento de navios em manobra e amarrados
    - Modelação numérica
  - Gestão de risco
    - Modelação numérica e física
    - Trabalho de campo
- Apoio à operação, construção e manutenção das obras
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Trabalho de campo
    - Modelação numérica e física
- Formação



**Modelação Física**

**Metodologias**

**Modelação Numérica**

**Trabalho de Campo**



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção / Metodologias

- Apoio ao projeto das obras
  - Caracterização e simulação da agitação marítima
  - Comportamento de estruturas marítimas
  - Comportamento de navios em manobra e amarrados
  - Gestão de risco
- Apoio à operação, construção e manutenção das obras
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Acompanhamento de obras
    - Observação sistemática
- Formação

**Modelação Numérica**

**Trabalho de Campo**

**Modelação Física**



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto

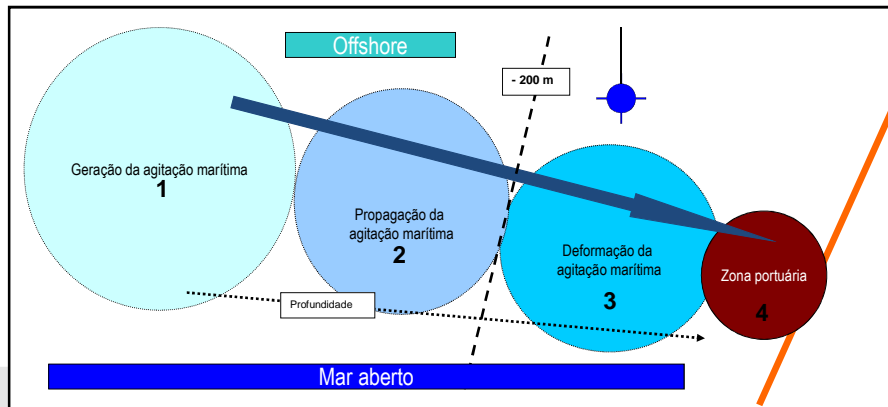
### Caraterização da agitação marítima

#### EM MAR ABERTO

- > Previsão
- > Simulação
- > Propagação e deformação

#### EM BACIAS PORTUÁRIAS

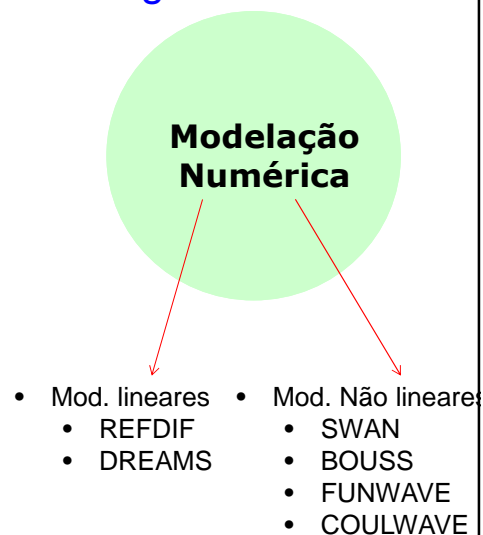
- > Tranquilidade
- > Ressonância
- > Efeitos das ondas de longo período



## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção / Metodologias

- > Apoio ao projeto das obras
  - Caracterização e simulação da agitação marítima
  - Comportamento de estruturas marítimas
  - Comportamento de navios em manobra e amarrados
  - Gestão de risco
- > Apoio à operação, construção e manutenção das obras
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Acompanhamento de obras
    - Observação sistemática
- > Formação

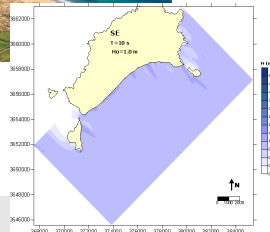


## Apoio ao Projeto

### Caraterização da agitação marítima (Mod. Num.)

- Propagação e deformação da agitação marítima em zonas costeiras (REFDIF): Porto Santo e S. Pedro do Estoril

#### Porto Santo

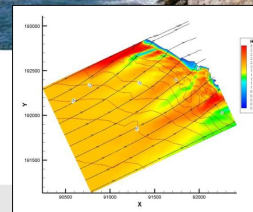


**REFDIF**  
Modelo linear



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

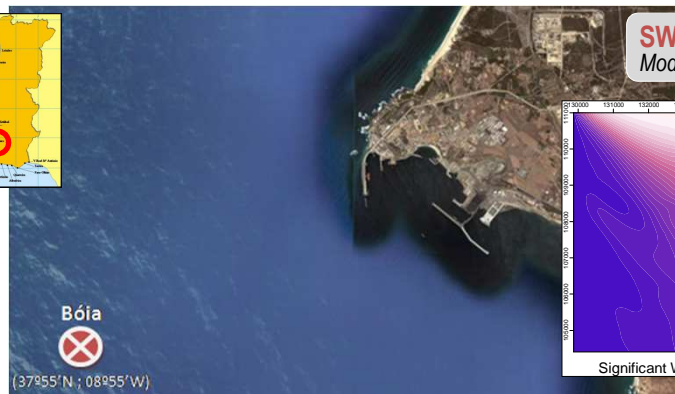
#### S. Pedro do Estoril



## Apoio ao Projeto

### Caraterização da agitação marítima (Mod. Num.)

- Propagação e deformação da agitação marítima (ondas irregulares) em grandes zonas costeiras (Porto de Sines)  
SWAN

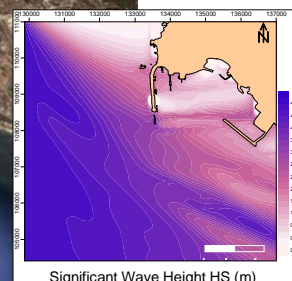


Bóia



(37°55'N ; 08°55'W)

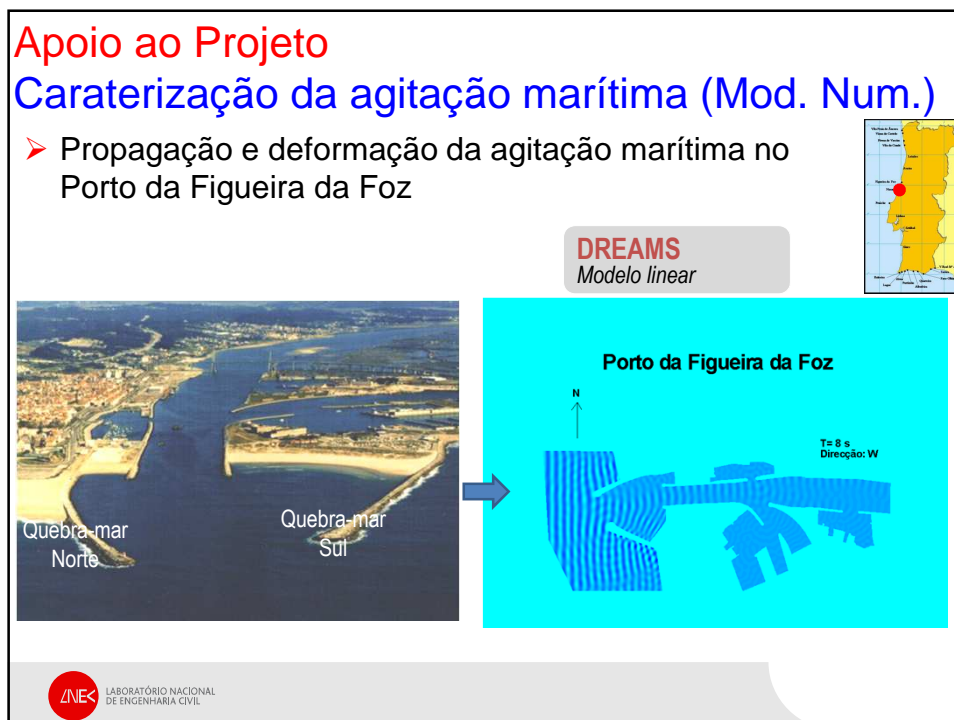
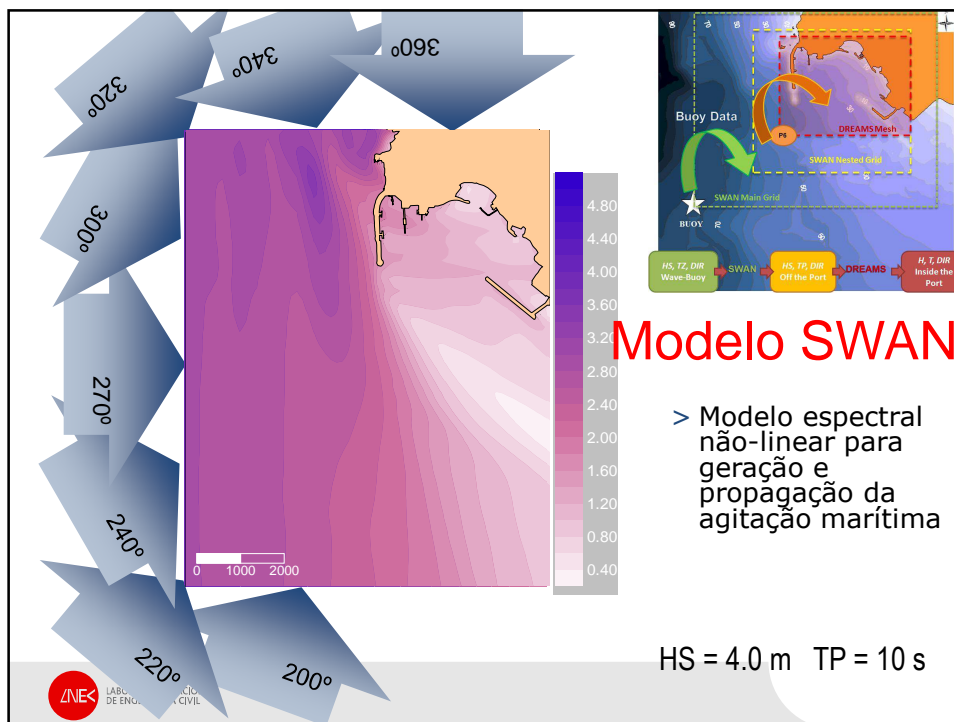
**SWAN**  
Modelo não linear



Significant Wave Height  $H_S$  (m)



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

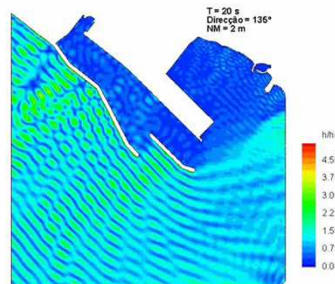
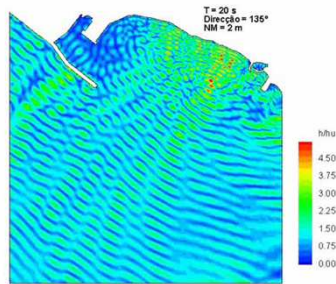




## Apoio ao Projeto

### Caraterização da agitação marítima (Mod. Num.)

- Estudo de ressonância (ondas longas) do Terminal XXI do Porto de Sines



### Análise de soluções alternativas

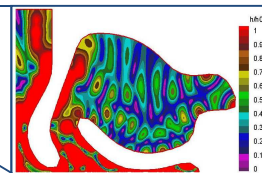
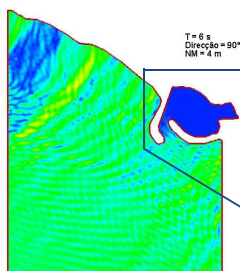
**DREAMS**  
Modelo linear



## Apoio ao Projeto

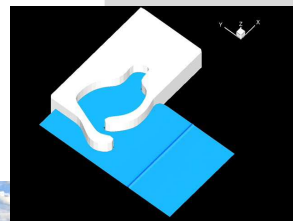
### Caraterização da agitação marítima (Mod. Num.)

- Propagação e deformação da agitação marítima em portos e zonas abrigadas (bacia da Central termoelétrica de Sines)



**DREAMS**  
Modelo linear

**BOUSSiw**  
Modelo não linear



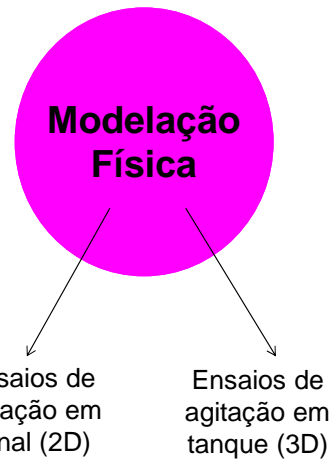
Central termoelétrica de Sines



## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção / Metodologias

- Apoio ao projeto das obras
  - Caracterização e simulação da agitação marítima
  - Comportamento de estruturas marítimas
  - Comportamento de navios em manobra e amarrados
  - Gestão de risco
- Apoio à operação, construção e manutenção das obras
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Acompanhamento de obras
    - Observação sistemática
- Formação



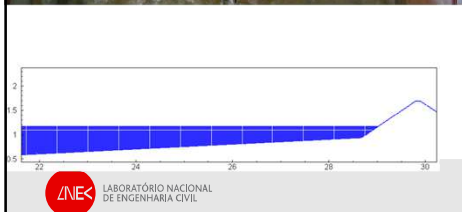
LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto / Investigação

### Caraterização da agitação marítima (Mod. Físico)

- Propagação e deformação da agitação marítima (2D – escala 1:30)

- Alturas e períodos
- Galgamentos
- Forças



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto

### Caraterização da agitação marítima (Mod. Físico)

#### ➤ Tranquilidade portuária (3D – escala 1:48.5)

- Marina de Angra do Heroísmo (Terceira, Açores - Portugal)



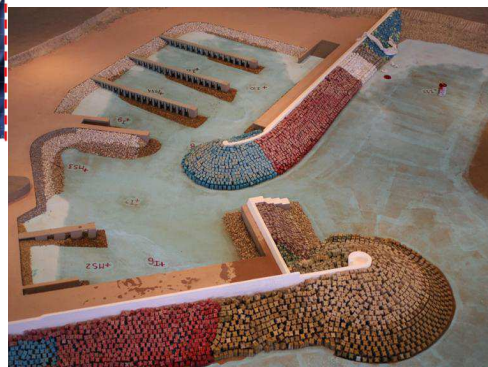
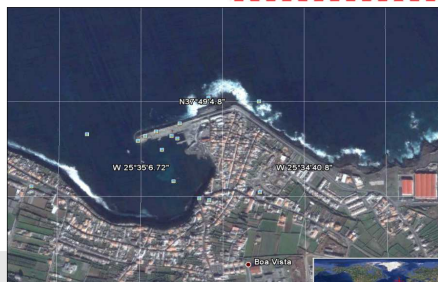
LNEC | 45

## Apoio ao Projeto

### Caraterização da agitação marítima (Mod. Físico)

#### ➤ Tranquilidade portuária (3D – escala 1:54)

- Porto de Pesca de Rabo de Peixe (São Miguel, Açores - Portugal)

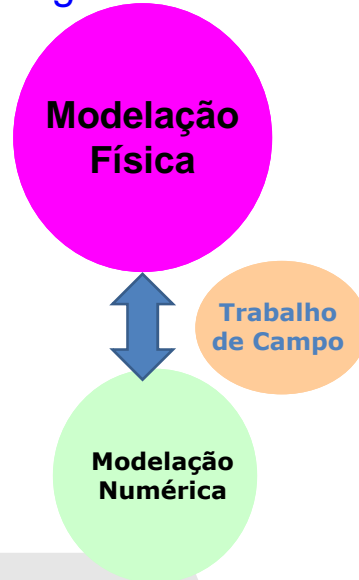


LNEC | 46

## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção / Metodologias

- Apoio ao projeto das obras
  - Caracterização e simulação da agitação marítima
  - Comportamento de estruturas marítimas
  - Comportamento de navios em manobra e amarrados
  - Gestão de risco
- Apoio à operação, construção e manutenção das obras
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Acompanhamento de obras
    - Observação sistemática
- Formação



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto

### Comp. de estruturas marítimas (Mod. Físico)

- Modelação física
  - Estudos de estabilidade e galgamentos de estruturas de proteção (quebra-mares, molhes, etc.)
  - Estabilidade de quebra-mares submersos
  - Proteção de emissários submarinos
- Modelação numérica/física
  - Estudo da interação onda-estrutura
    - Galgamentos
    - Rebentação
    - Porosidade
    - Reflexão



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

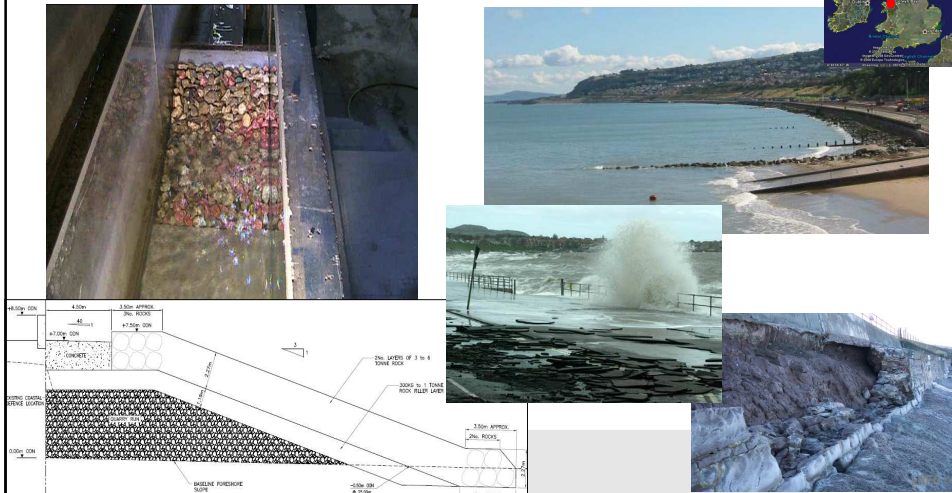


## Apoio ao Projeto

### Comp. de estruturas marítimas (Mod. Físico)

#### ➤ Estabilidade e galgamentos (2D – escala 1:25)

- Proteção da praia de Colwyn Bay (Reino Unido)

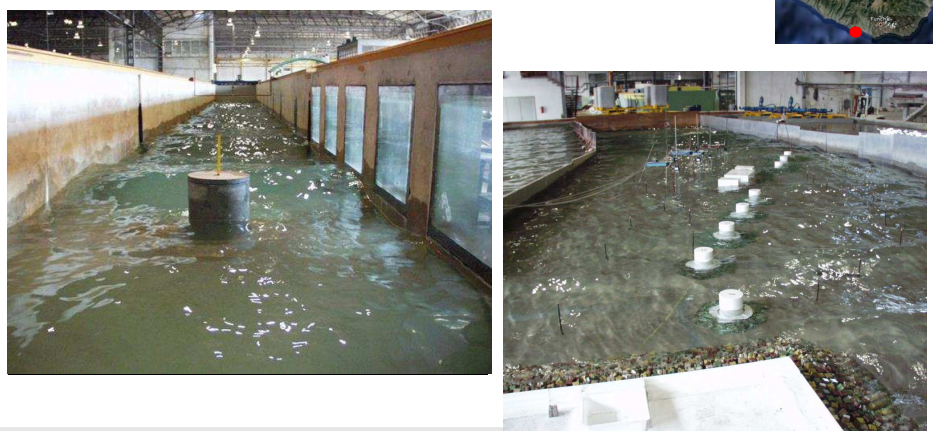


## Apoio ao Projeto

### Comp. de estruturas marítimas (Mod. Físico)

#### ➤ Estabilidade e galgamentos (2D – 1:20; 3D – 1:56)

- Terminal Multifuncional dos Socorridos (Madeira, Portugal)

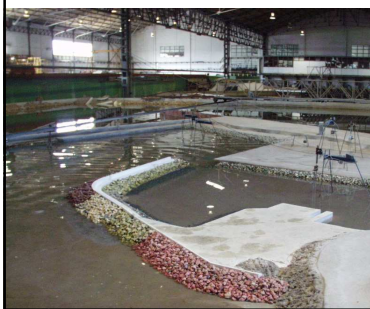


## Apoio ao Projeto

### Comp. de estruturas marítimas (Mod. Físico)



Marina



➤ Estabilidade e galgamentos (3D – escala 1:30)

- Porto de Vila do Porto, Santa Maria, Açores



Apoio ao  
Projeto  
Comp. de  
estruturas  
marítimas  
(Mod. Físico)

Vila do Porto, Santa  
Maria, Açores



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto

### Comp. de estruturas marítimas (Mod. Físico)

#### ➤ Estabilidade e galgamentos (3D – escala 1:29.2)

- Porto Amboim (Angola)



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto

### Comp. de estruturas marítimas (Mod. Físico)

#### ➤ Estabilidade e galgamentos (2D – esc. 1:20; 3D – esc. 1:30)

- Porto de Nacala a Velha (Moçambique)



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



## Apoio ao Projeto / Investigação

### Comp. de estruturas marítimas (Mod. Físico)

- Estruturas especiais – Estabilidade e pressões em emissários submarinos (3D)
  - Analisar a influência do ângulo de incidência das ondas na estabilidade do manto de proteção do emissário e nos esforços na conduta do emissário

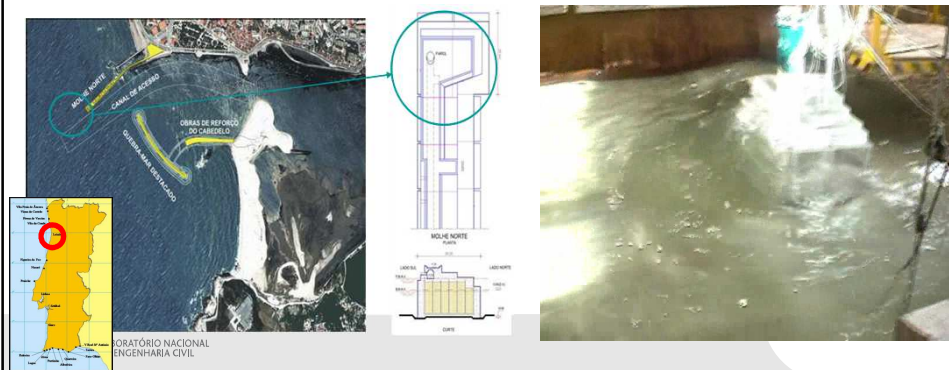


INEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto

### Comp. de estruturas marítimas (Mod. Físico)

- Estruturas especiais – Estabilidade e avaliação do fluxo de ar de uma câmara de compressão de uma central de energia das ondas (3D – escala 1:30)
  - Unidade de aproveitamento de energia das ondas integrada no Quebra-mar Norte da foz do Douro (Portugal)



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



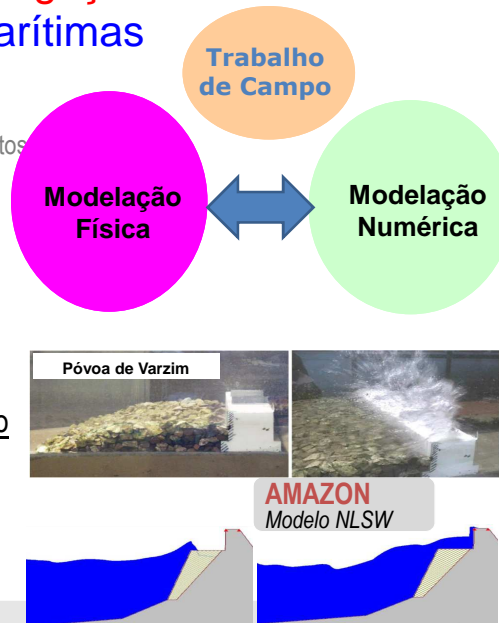
## Apoio ao Projeto / Investigação Comp. de estruturas marítimas

### • Modelação física

- Estudos de estabilidade e galgamentos de estruturas de proteção costeira (quebra-mares, molhes, etc.)
- Estabilidade de quebra-mares submersos
- Proteção de emissários submarinos

### • Modelação numérica/física/campo

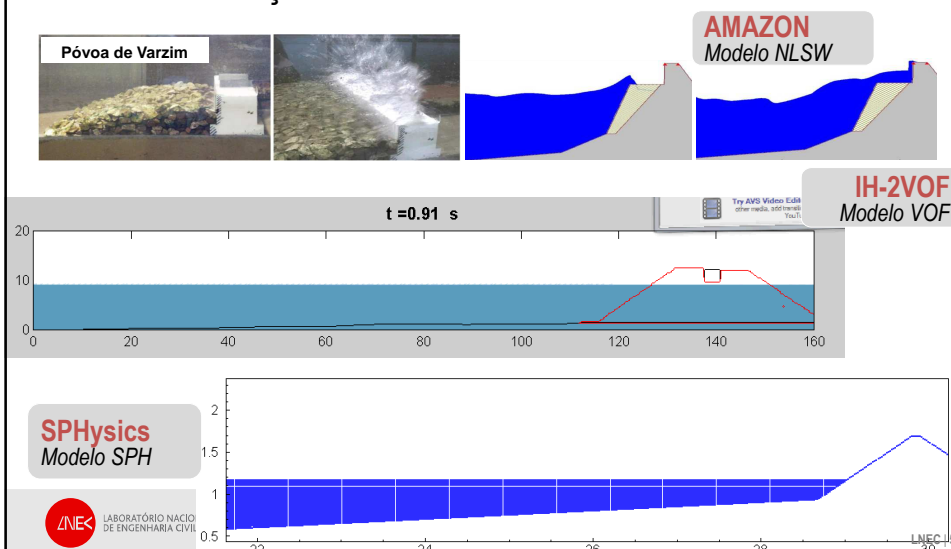
- Estudo da interação onda-estrutura
  - Galgamentos
  - Rebentação
  - Porosidade
  - Reflexão



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Investigação Comp. de estruturas marítimas (Numérico)

### ➤ Estudo da interação onda-estrutura



## Apoio ao Projeto / Investigação

### Comp. de estruturas marítimas

- Apoio ao projeto e investigação
  - Molhe Sul do Porto da Póvoa de Varzim
    - Numérico+físico
  - Quebra-mar Norte do Porto de Leixões
    - Numérico+físico
  - Recifes artificiais para surf
    - Numérico+físico
- Investigação
  - Central da energia das ondas
    - Numérico
  - Quebra-mar misto (forças no caixotão)
    - Numérico+físico
  - Quebra-mar Poente do Porto de Pesca de Albufeira (galgamento)
    - Numérico+físico+trabalho de campo



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

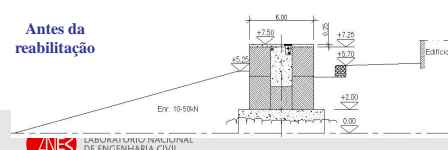
## Apoio ao Projeto / Investigação

### Comp. de estruturas marítimas (Numérico+Físico)

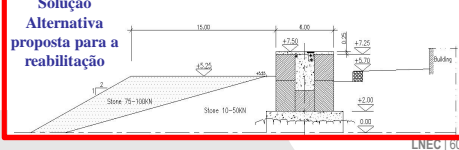
- Galgamento do Molhe Sul do Porto de Pesca da Póvoa de Varzim



Antes da  
reabilitação



Solução  
Alternativa  
proposta para a  
reabilitação



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

LNEC | 60

## Apoio ao Projeto / Investigação

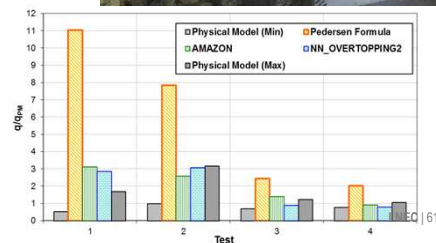
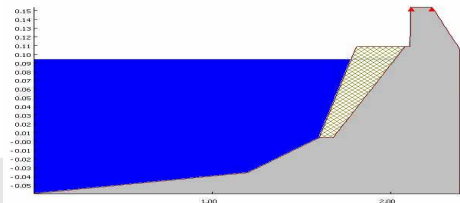
### Comp. de estruturas marítimas (Numérico+Físico)

#### ➤ Galgamento do Molhe Sul do Porto de Pesca da Póvoa de Varzim

- Apoio ao projeto
  - Modelação física (escala 1:50)
- Investigação
  - Modelação numérica (AMAZON)
  - Fórmula empírica
  - Redes neurais



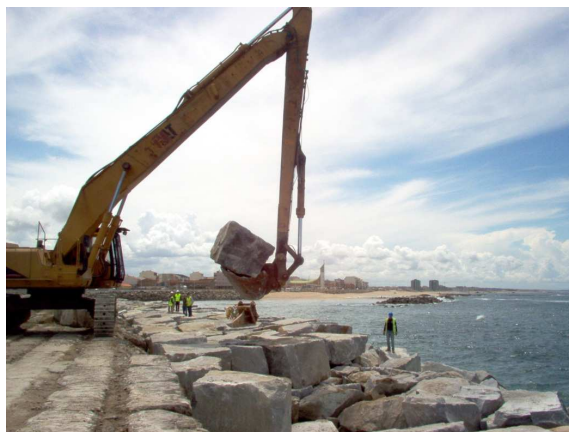
AMAZON



## Apoio ao Projeto / Investigação

### Comp. de estruturas marítimas (Numérico+Físico)

#### ➤ Galgamento do Molhe Sul do Porto de Pesca da Póvoa de Varzim



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

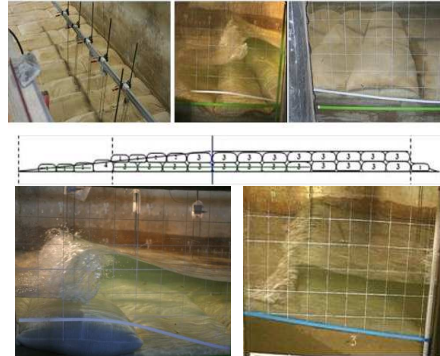
LNEC | 62

## Apoio ao Projeto / Investigação

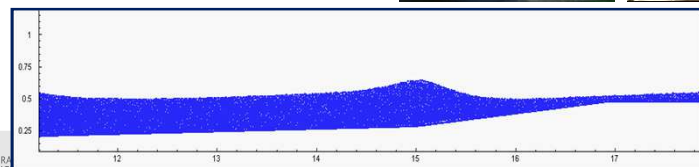
### Comp. de estruturas marítimas (Numérico+Físico)

#### ➤ Recifes artificiais para surf

- Apoio ao projeto
  - Modelação física (2D e 3D)
- Investigação
  - Modelação numérica (SPHysics)
    - O SPHysics prevê corretamente a posição e tipo de rebentação para a estrutura impermeável



SPHysics



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

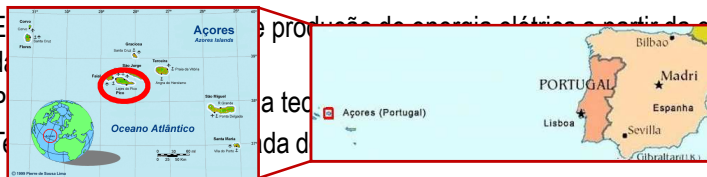
LNEC | 63

## Investigação

### Comp. de estruturas marítimas (Numérico)

#### ➤ Central de energia das ondas da Ilha do Pico, Açores

- E d
  - P
  - Te
- e produção de energia elétrica a partir de energia  
a tec  
da d



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

LNEC | 64



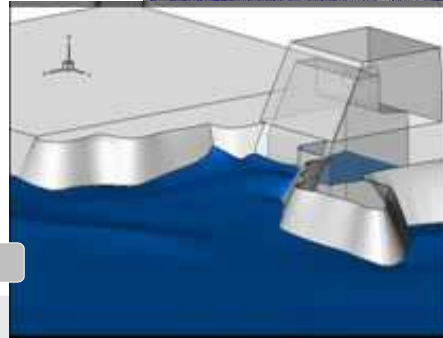
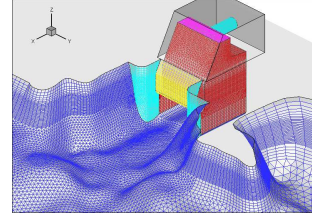
## Investigação

### Comp. de estruturas marítimas (Numérico)

#### ➤ Central de energia das ondas da Ilha do Pico, Açores

- Modelação numérica do escoamento hidrodinâmico e aerodinâmico
  - Características da turbina da central e sua geometria
  - Batimetria e características das ondas incidentes
- Resultados
  - Forças na estrutura da central
  - Escoamento no interior da central
  - Escoamento de ar na câmara de ar e na turbina

FLUENT



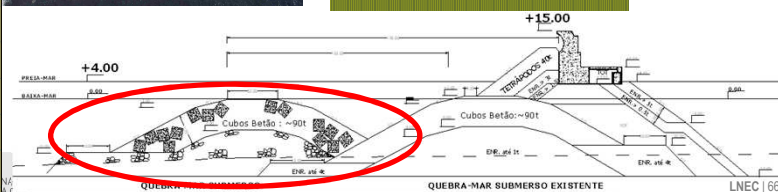
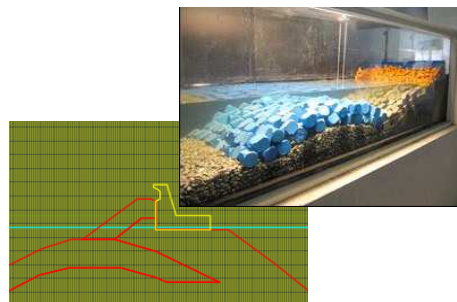
LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Investigação

### Comp. de estruturas marítimas (Numérico+Físico)

#### ➤ Quebra-mar Norte do Porto de Leixões

- Modelação física (escala 1:60)
- Modelação numérica



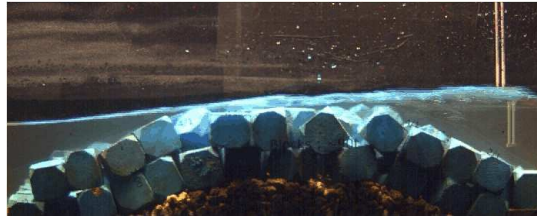
LNEC | 66

## Investigação

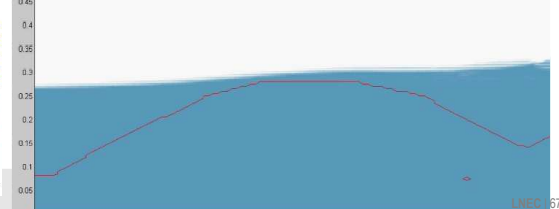
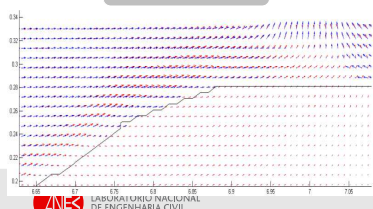
### Comp. de estruturas marítimas (Numérico+Físico)

#### ➤ Quebra-mar Norte do Porto de Leixões

- Modelação física (escala 1:60)
- Modelação numérica
  - AMAZON
  - IH-2VOF



IH-2VOF



## Investigação

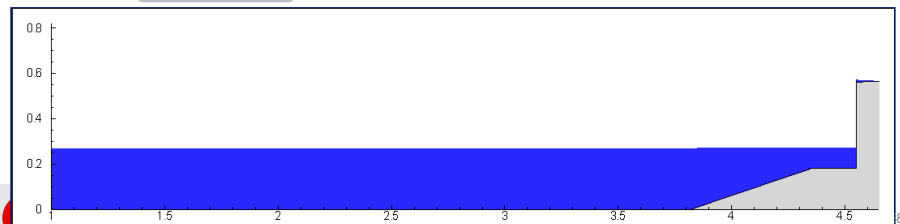
### Comp. de estruturas marítimas (Numérico+Físico)

#### ➤ Forças em quebra-mares mistos

- Modelação física
- Modelação numérica
  - O SPHysics prevê o comportamento global da evolução da pressão na estrutura quando comparado com os dados experimentais



SPHysics



## Investigação

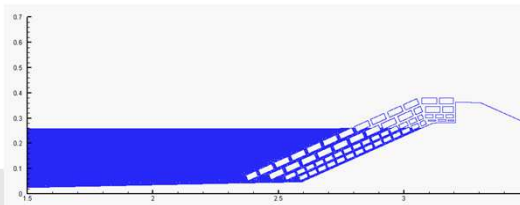
Comp. de estruturas marítimas (Numérico+Físico+trabalho de campo)

➤ Galgamento do quebra-mar Poente do Porto de Pesca de Albufeira

- Modelação numérica
- Modelação Física
- Campanhas de campo



SPHysics



## O papel do LNEC

Áreas de intervenção / Metodologias

➤ Apoio ao projeto das obras/Investigação

- Caracterização e simulação da agitação marítima
- Comportamento de estruturas marítimas
- Comportamento de navios em manobra e amarrados
- Gestão de risco

➤ Apoio à operação, construção e manutenção das obras

- Comportamento de estruturas marítimas
  - Acompanhamento de obras
  - Observação sistemática

➤ Formação

**Modelação  
Numérica**



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto Comp. de navios (Mod. Numérico)

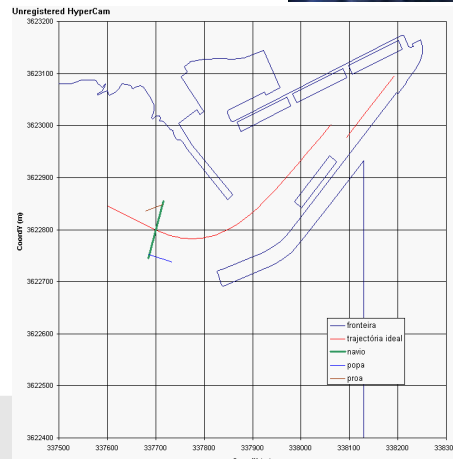
- Simulação de manobras de navios em zonas confinadas (zonas costeiras, canais de aproximação áreas portuárias)

### SIMNAV

Modelo matemático de simulação da navegação sob a ação de ondas, ventos e correntes



Porto do Caniçal - Madeira

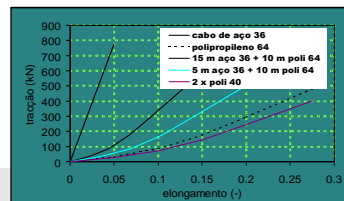
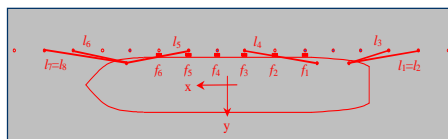
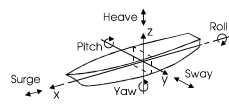
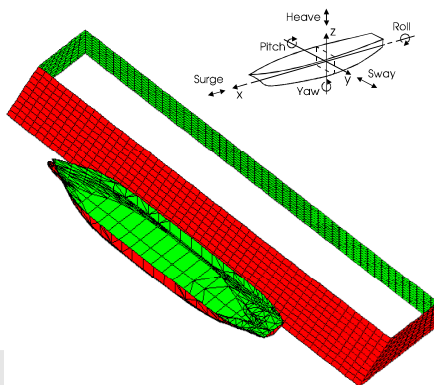


## Apoio ao Projeto Comp. de navios amarrados (Mod. Numérico)

- Comportamento dinâmico do navio amarrado

### MOORNAV

Modelo de análise dinâmica de um navio amarrado





## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção / Metodologias

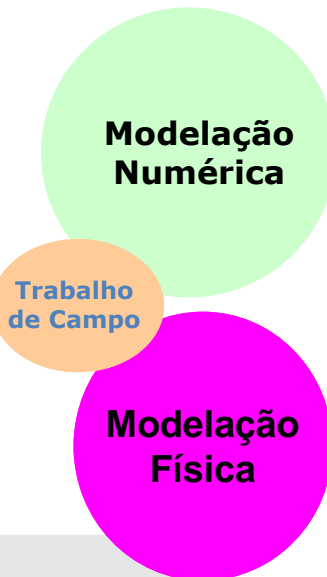
#### ➤ Apoio ao projeto das obras/Investigação

- Caracterização e simulação da agitação marítima
- Comportamento de estruturas marítimas
- Comportamento de navios em manobra e amarrados
- Gestão de risco

#### ➤ Apoio à operação, construção e manutenção das obras

- Comportamento de estruturas marítimas
  - Acompanhamento de obras
  - Observação sistemática

#### ➤ Formação



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto / Investigação

### Gestão de risco (Mod. Numérico)

#### HIDRALERTA – Sistema de Previsão e Alerta de Inundações em Zonas Costeiras e Portuárias

Ferramenta integrada de apoio à decisão que inclui:

- previsão do efeito da agitação em zonas portuárias (estruturas, navegação e operações portuárias)
- elaboração de mapas de risco para uma gestão a médio e longo prazo
- sistema de alerta das entidades portuárias

#### ➤ Risco

##### ➤ Galgamento e inundação

##### ➤ Outros

- Navegação
- Navios amarrados



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

LNEC | 74

## Apoio ao Projeto / Investigação Gestão de risco (Mod. Numérico)

### Sistema de alerta

- Permite a previsão da ocorrência de situações de emergência e o alerta às entidades responsáveis, para tomarem medidas de modo a evitar perda de vidas e a minimizar prejuízos económicos e ambientais,

Porto da Praia da Vitória  
Açores Portugal

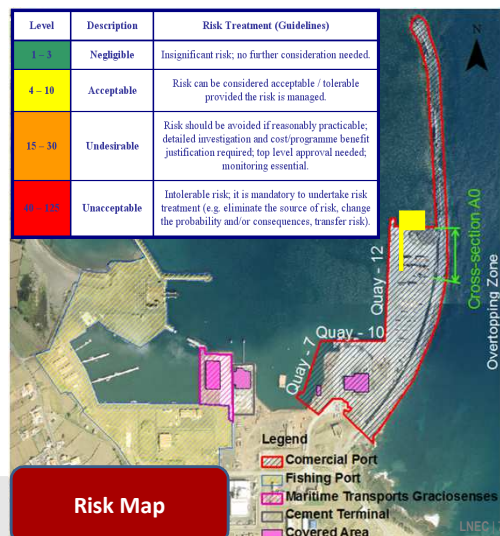


LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio ao Projeto / Investigação Gestão de risco (Mod. Numérico)

### Avaliação de risco

- Permite a elaboração de mapas de risco, constituindo-se assim uma ferramenta útil para o planeamento e gestão integrada/sustentada das zonas costeiras/portuárias



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

Risk Map

## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção / Metodologias

- Apoio ao projeto das obra/Investigação
  - Caracterização e simulação da agitação marítima
  - Comportamento de estruturas marítimas
  - Comportamento de navios em manobra e amarrados
  - Gestão de risco
- Apoio à construção, operação e manutenção das obras
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Acompanhamento de obras
    - Observação sistemática
- Formação

**Modelação  
Numérica**

**Trabalho  
de Campo**

**Modelação  
Física**



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio à construção, operação e manutenção de obras

### Acompanhamento de obras (Trabalho de campo)



Acompanhamento das obras de reabilitação do quebra-mar do porto da Ericeira



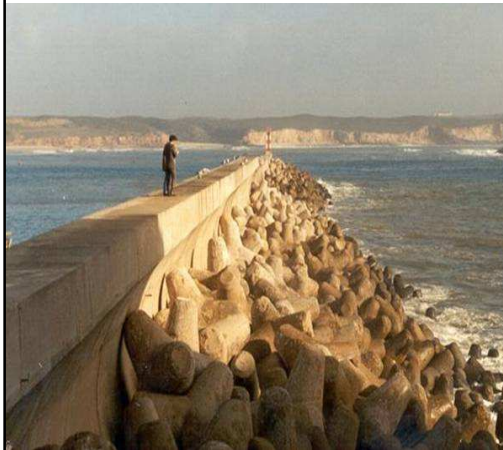
Acompanhamento das obras de reabilitação do quebra-mar do aeroporto da Madeira



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Apoio à construção, operação e manutenção de obras

### Observação sistemática (Trabalho de campo)



INES LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

- Avaliar estado da estrutura e sua evolução
- Caracterizar comportamento da estrutura "in-situ", para melhorar o projeto de estruturas semelhantes
- Aumentar a eficiência dos planos de manutenção / reparação destas estruturas, logo reduzir custos

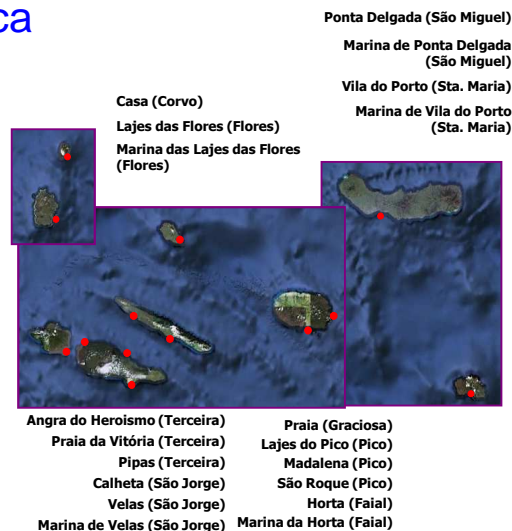
## Apoio à construção, operação e manutenção de obras

### Observação sistemática



Vila Praia de Âncora  
Viana do Castelo  
Póvoa de Varzim  
Vila do Conde  
Douro  
Figueira da Foz  
Nazaré  
Peniche  
Ericeira  
Baleeira  
Lagos  
Alvor  
Portimão  
Albufeira  
Quarteira  
Faro-Olhão  
Tavira  
V. Real Stº António

Portugal  
INES LABORATÓRIO NACIONAL  
4 quebra-mares



Ponta Delgada (São Miguel)  
Marina de Ponta Delgada (São Miguel)  
Vila do Porto (Sta. Maria)  
Marina de Vila do Porto (Sta. Maria)  
Casa (Corvo)  
Lajes das Flores (Flores)  
Marina das Lajes das Flores (Flores)  
Angra do Heroísmo (Terceira)  
Praia da Vitória (Terceira)  
Pipas (Terceira)  
Calheta (São Jorge)  
Velas (São Jorge)  
Marina de Velas (São Jorge)  
Praia (Graciosa)  
Lajes do Pico (Pico)  
Madalena (Pico)  
São Roque (Pico)  
Horta (Faial)  
Marina da Horta (Faial)

Açores  
19 quebra-mares



## Apoio à construção, operação e manutenção de obras

### Observação sistemática



## Apoio à construção, operação e manutenção de obras

### Observação sistemática (Trabalho de campo)

#### ANOSOM

Base de dados com poder decisório

[C:\Documents and Settings\RLemos\My Documents\ANOSOM\_Medires\ANOSOM.mdi]

**DADOS**

QUEBRA-MARES

LEVANTAMENTOS

TROÇOS

TRAÇOS

FOTOGRAFIAS

DADOS DA OBSERVAÇÃO VISUAL

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

INTERVENÇÕES

SAIR

**ANÁLISE DE DADOS**

GERAR GRELHA

COMPARAR GRELHAS

COMPARAR PERFIS

ESTADO ACTUAL

ESTADO DE EVOLUÇÃO

ESTADO DE RISCO

MATERIAIS POR ELEMENTO DO QUEBRA-MAR

MATERIAIS POR TROÇO DO QUEBRA-MAR

PESQUISAR NO MAPA

VER FOTOGRAFIAS

**Funcionalidades da Base de Dados ANOSOM- Análise da Observação Sistemática de Obras Marítimas**

- ❖ Armazenamento dos dados sobre a caracterização física e geométrica de cada um dos troços dos quebra-mares observados, tais como dimensões, materiais utilizados e intervenções sofridas
- ❖ Armazenamento dos dados de Observação Visual recolhidos anualmente para todos os quebra-mares
- ❖ Produção de relatórios sobre o **ESTADO ACTUAL** e o **ESTADO DE EVOLUÇÃO** de cada quebra-mar mediante a aplicação de critérios pré-definidos. Tendo em conta os resultados obtidos, permite fazer o diagnóstico do troço, traduzido no **ESTADO DE RISCO** do mesmo.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

## O papel do LNEC

### Áreas de intervenção

- Apoio ao projeto das obras/Investigação
  - Caracterização e simulação da agitação marítima
  - Comportamento de estruturas marítimas
  - Comportamento de navios em manobra e amarrados
  - Gestão de risco
- Apoio à operação, construção e manutenção das obras
  - Comportamento de estruturas marítimas
    - Acompanhamento de obras
    - Observação sistemática
- Formação



## Formação

- Cursos
- Orientação
  - Estágios (final de curso, ordem dos engenheiros, profissionais)
  - Teses (mestrado, doutoramento)
  - Sabáticas



### Curso de Obras Marítimas e Portuárias



**Organização**  
Núcleo de Portos e Estruturas Marítimas,  
Departamento de Hidráulica e Ambiente

**Duração:** 5 dias. Carga horária: 5 horas/dia

**Destinatários:** Técnicos de empresas e de administração pública ou estudantes de licenciatura ou de pós-graduação que queiram aprofundar os seus conhecimentos nos domínios da engenharia costeira e portuária. Pressupõe-se formação básica em engenharia, oceanografia ou experiência profissional nestes domínios.

**Conteúdos programáticos**

- Introdução
- Agitação Marítima
- Obras Marítimas e Portuárias
- Visita Técnica

**Formadores:**

- Eng.º Gregório Neves
- Eng.º José Montenegro
- Eng.º Conceição Fortes
- Eng.º Rui Capelão
- Eng.º Teresa Rato
- Eng.º Gabriel Silva
- Eng.º Rute Lemos



## Formação

### Cursos: Modelação Numérica

- PROPAGAÇÃO DE ONDAS MARÍTIMAS EM ZONAS COSTEIRAS: Modelação teórica, numérica e física
- MODELOS DE BOUSSINESQ: Aspectos teóricos e práticos
- COMPORTAMENTO DE NAVIOS EM MANOBRA E AMARRADOS: aspectos teóricos e práticos
- SISTEMAS DE PREVISÃO E ALERTA EM ZONAS COSTEIRAS E PORTUÁRIAS



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Formação

### Cursos: Modelação Física

- Modelação Física em Hidráulica Marítima
- SAM - Aplicações de simulação, geração e aquisição de ondas em canais e tanques
- Iniciação à Programação em *Labview*



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

## Formação

### Cursos: Modelação Combinada

#### ➤ FERRAMENTAS DE APOIO AO PROJETO DE OBRAS MARÍTIMAS

- Estudos de interação onda-estrutura
- Estabilidade de estruturas marítimas

