

**Jornadas de Investigação e Inovação do LNEC
Recursos naturais e Energia**

Segurança e Comportamento de Obras Marítimas

O Papel do LNEC na segurança de obras marítimas. Presente e Perspetivas Futuras
Eng. Conceição Juana Fortes

Riscos, segurança e acidentes nas obras marítimas
Eng. Fernando Silveira Ramos

A observação sistemática na prevenção de acidentes em obras marítimas
Eng. Gabriel Silva

Influência das opções do projeto na segurança das obras
Eng. Morim de Oliveira

Assunção de riscos no processo construtivo
Eng. Fernando Oliveira

Investimento público e assunção de riscos
Eng. Carlos Azevedo

Jornadas de Investigação e Inovação do LNEC

Recursos naturais e Energia

**O papel do LNEC na Segurança de
Obras Marítimas**

Presente e Perspetivas Futuras

Conceição Juana Fortes

O papel do LNEC na Segurança de Obras Marítimas Presente e Perspetivas Futuras

> Introdução

> O papel do LNEC: Presente

- Consultadoria
 - *Apoio ao projeto de obras*
 - *Apoio à construção de obras*
 - *Apoio à manutenção e reparação de obras*
- Investigação
- Peritagem

> O papel do LNEC: Perspetivas Futuras

The logo of LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) is displayed in white text within a large, light gray oval background. The letters are stylized and bold.

Introdução

> Obras marítimas de abrigo para portos e marinas

- Quebra-mares
- Molhes



Calheta



Sines



Leixões

Introdução

Tipos de intervenção do LNEC

> Consultadoria

- Empresas de projeto e construção
- Entidades públicas (IPTM, INAG, ICN, Governos Regionais...)
- Administrações portuárias

> Investigação

- Universidades
- Laboratórios
- Centros de Investigação

> Peritagem

- Apoio a entidades governamentais
- Apoio a empresas

Vila do Porto, Açores



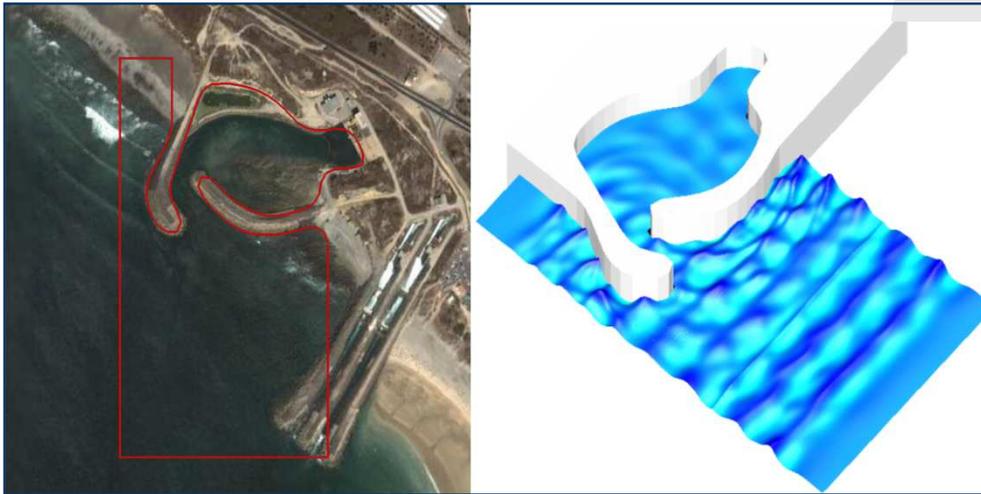
Marina de Cascais



Introdução

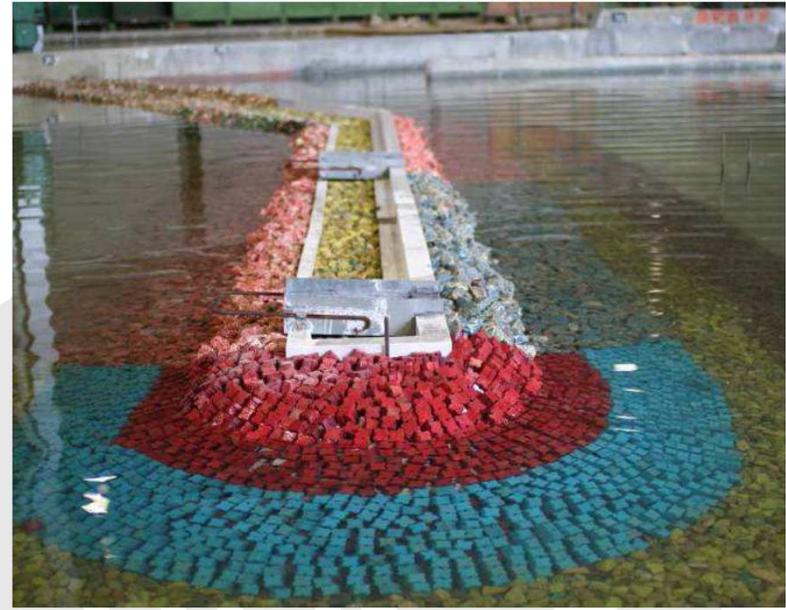
> Ferramentas

- Modelação Física
- Modelação Numérica
- Observação in-situ



Modelação Numérica

Modelação Física



Observação in situ



Introdução

> Consultadoria

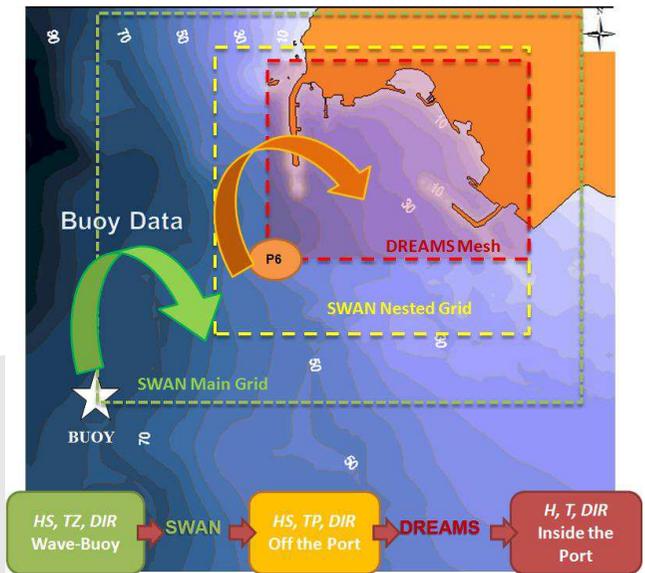
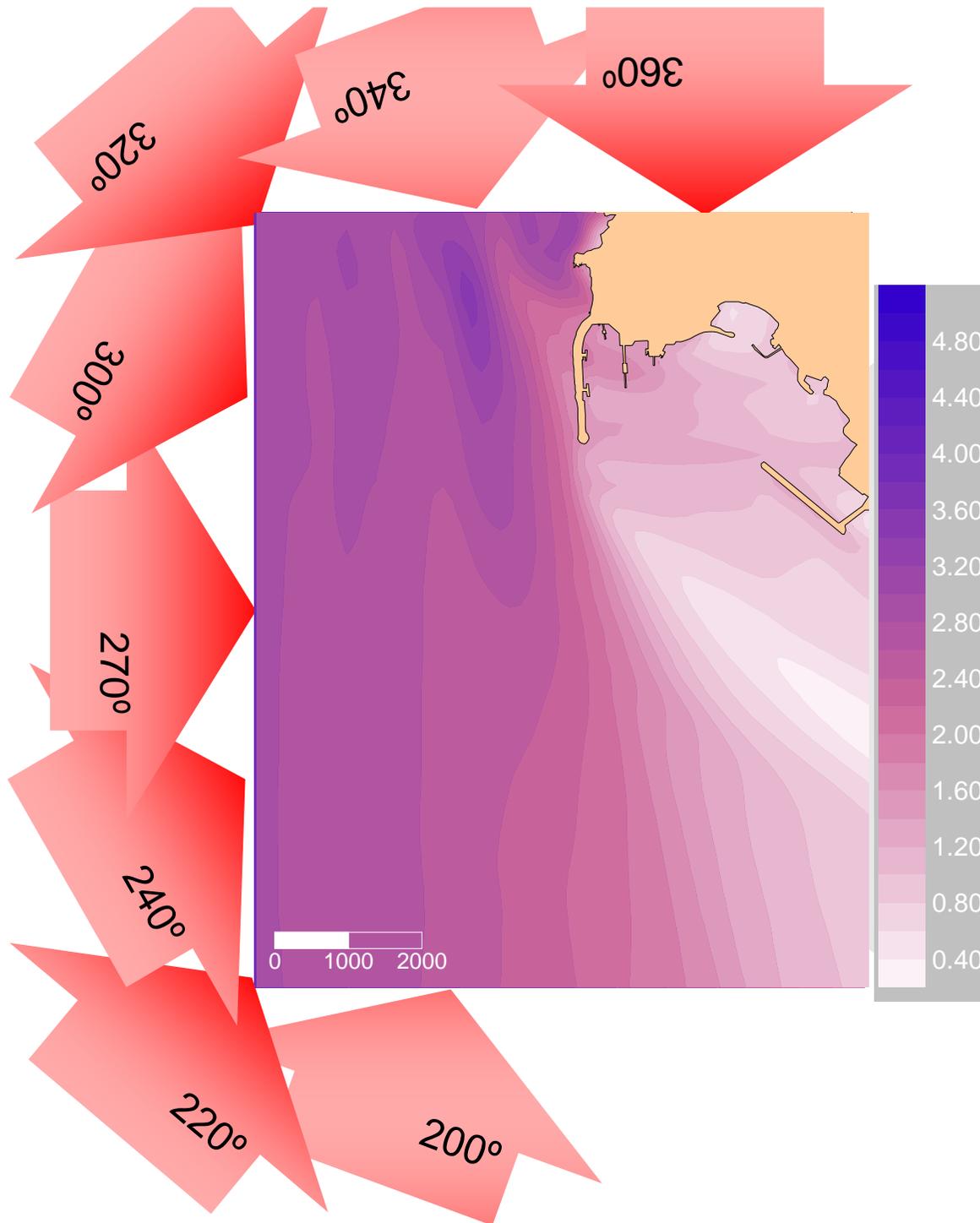
- Apoio ao projeto de obras
 - *Caracterização e simulação da agitação marítima*
 - *Comportamento de estruturas marítimas*
- Apoio na construção da obra
- Apoio à manutenção e reparação de obras

Consultadoria: Apoio no projeto de obras

Caracterização e simulação da agitação marítima

- > Propagação e deformação da agitação marítima em grandes zonas costeiras (ondas irregulares) e zonas portuárias
- > Determinação de regimes de agitação marítima
- > Estudos de ressonância





Modelo SWAN

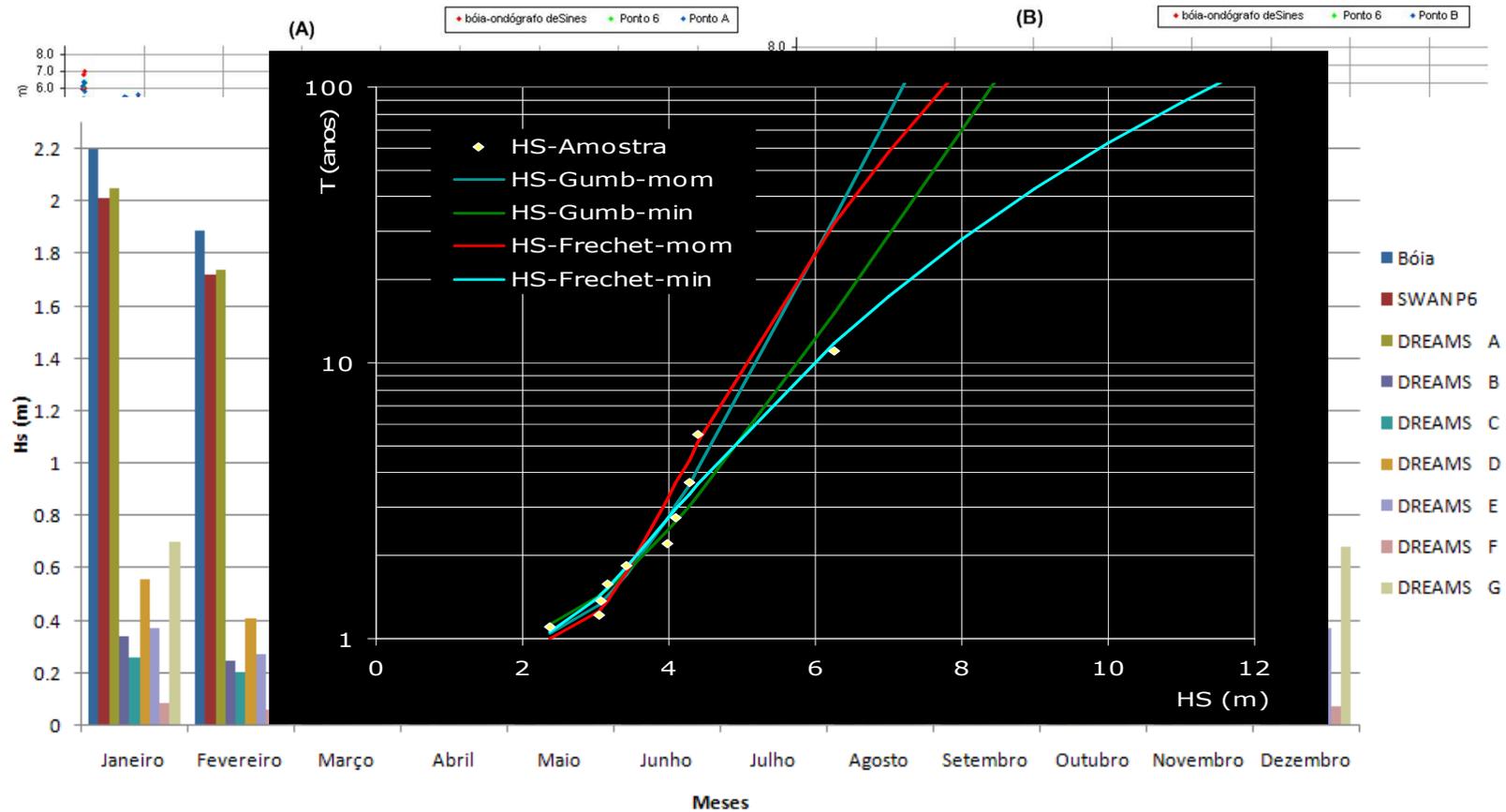
- > Modelo espectral não-linear para geração e propagação da agitação marítima

$$HS = 4.0 \text{ m} \quad TP = 10 \text{ s}$$

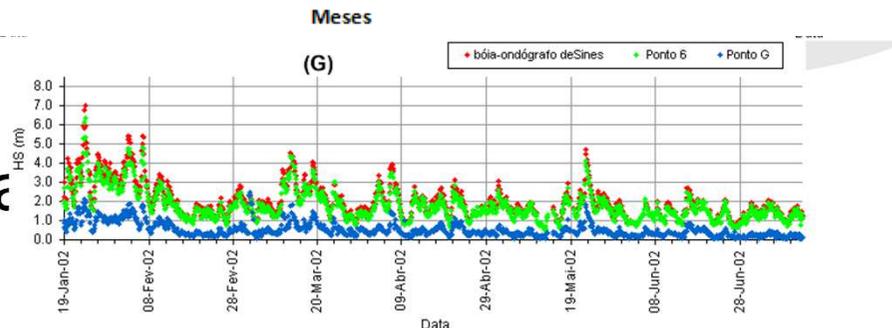
Consultadoria : Apoio no projeto de obras

Caracterização e simulação da agitação marítima

Séries temporais para 6 meses com valores da Bóia, ponto P6 e cada um dos pontos DREAMS (A, B, C, D, E, F e G)



> Regimes de agitação marítima

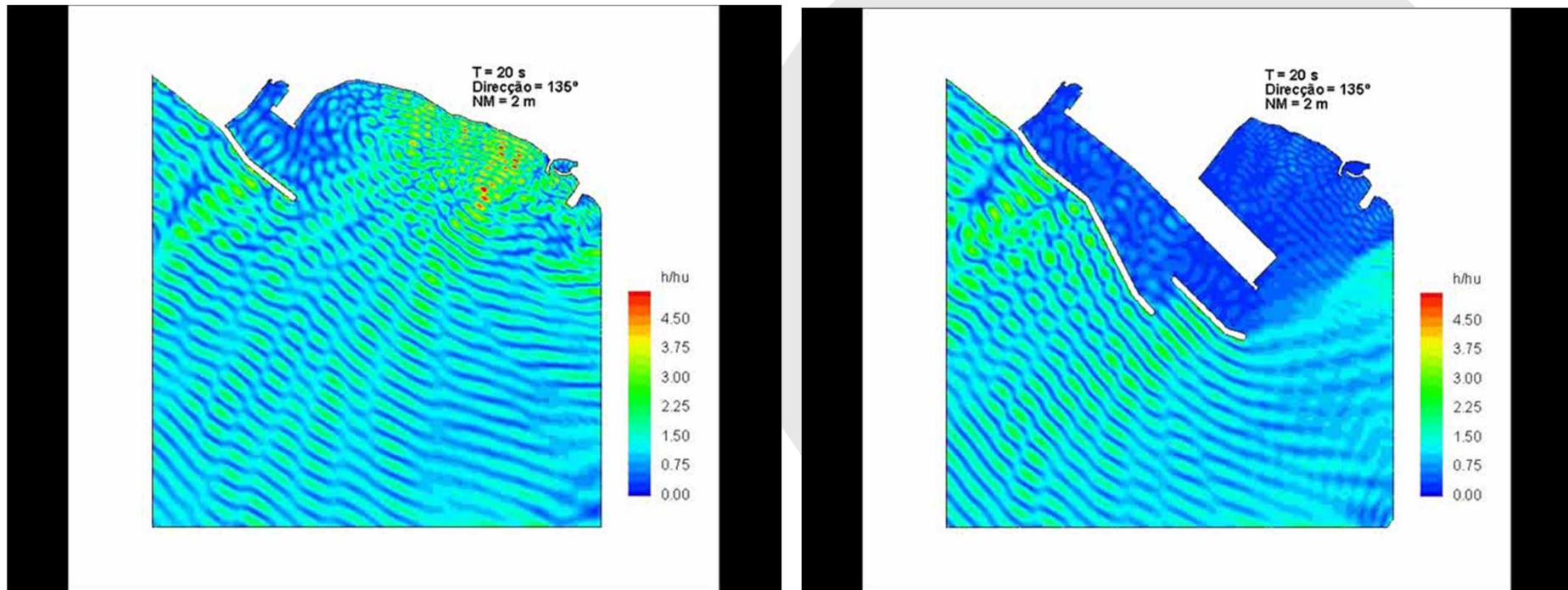


Consultadoria: Apoio no projeto de obras

Caracterização e simulação da agitação marítima

- > Estudo de ressonância do Terminal XXI do Porto de Sines

DREAMS
Modelo linear



Análise de soluções alternativas

Consultadoria: Apoio no projeto de obras

Comportamento de estruturas marítimas

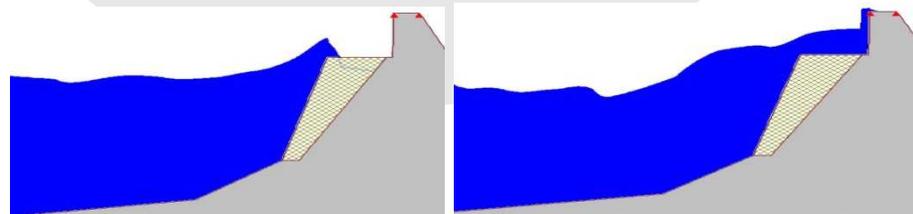
> Modelação física

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



> Modelação numérica

- Estudo dos fenómenos o *Reflexão e galgamentos*
- Aplicações numéricas



Consultadoria: Apoio no projeto de obras

Comportamento de estruturas marítimas

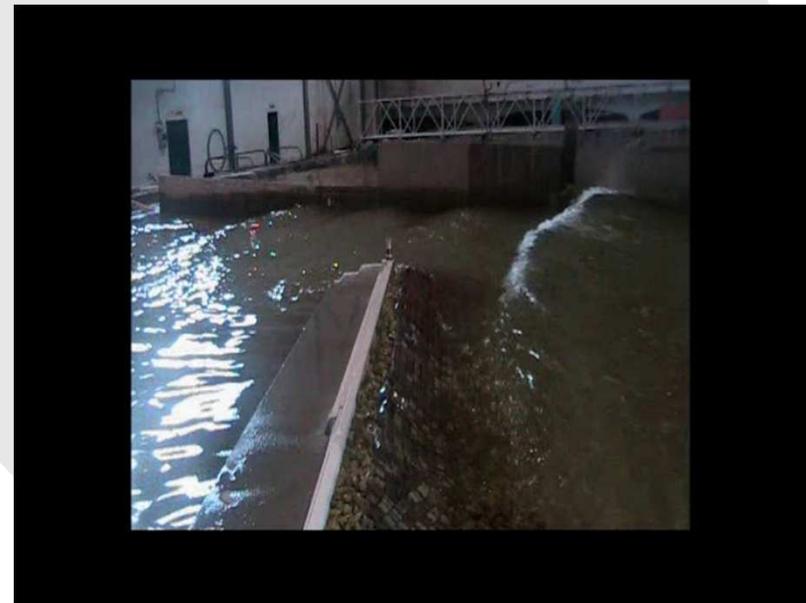
- > Estudos do galgamentos e da estabilidade de estruturas de proteção



Colwyn Bay, UK



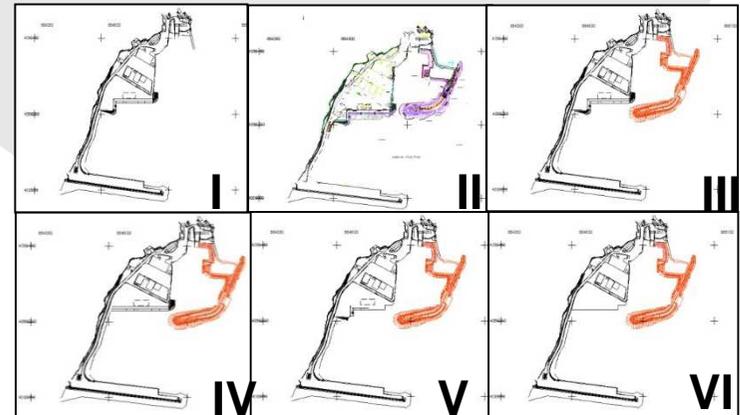
Porto de Nacala, Moçambique

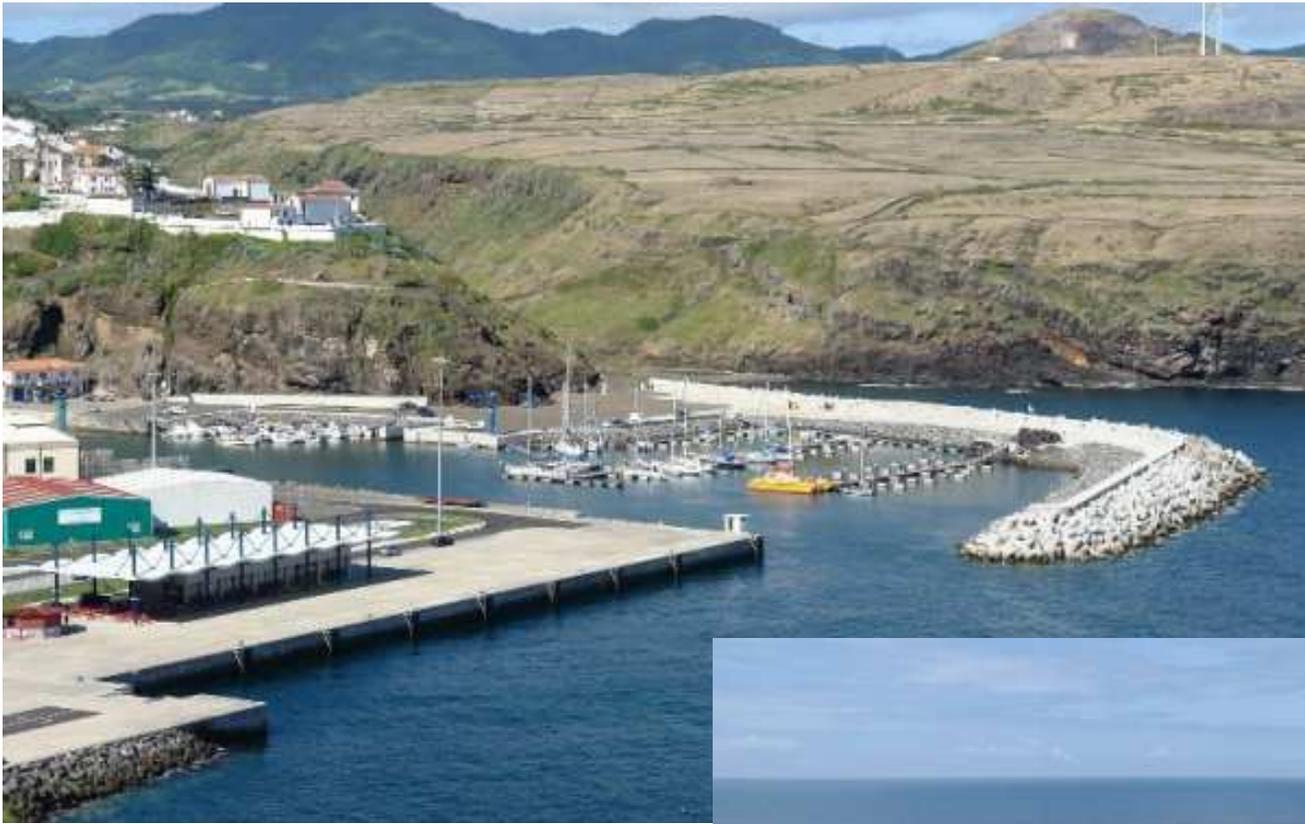


Porto das Velas, S. Jorge , Açores

Consultadoria: Apoio no projeto de obras

Estudos de agitação e estabilidade: Porto de Vila do Porto, Santa Maria, Açores – Ensaios 3D

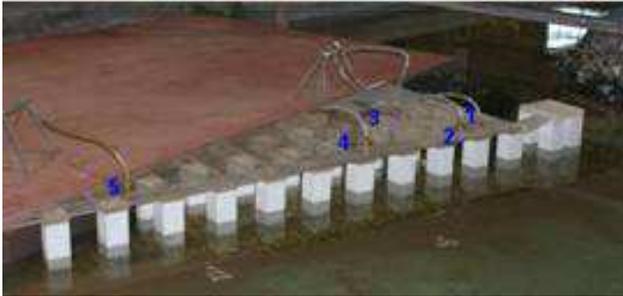




Consultadoria: Apoio no projeto de obras
Estudos de agitação, estabilidade e galgamentos: Vila do Porto, Santa Maria, Açores



Consultadoria: Apoio no projeto de obras
Estudo de pressões e estabilidade de estruturas especiais



Vila do Porto, Açores

**Novo terminal multi-purpose dos
Socorridos, Madeira**

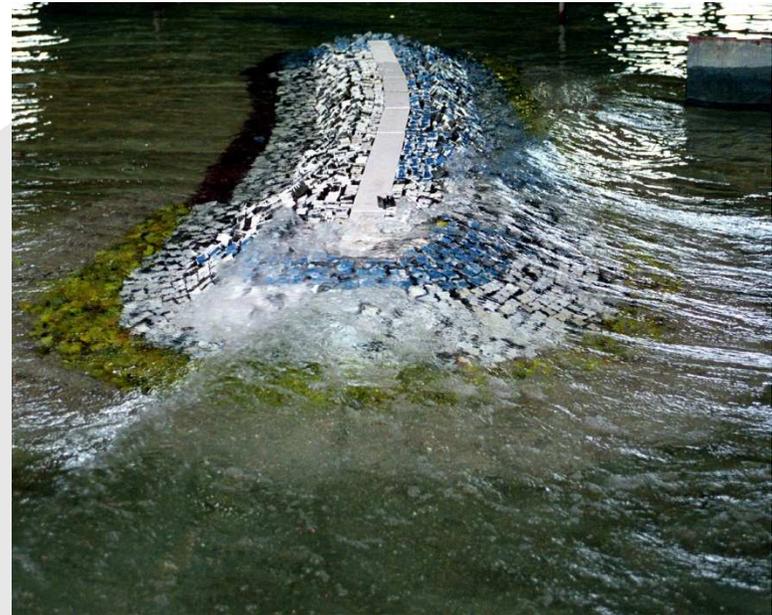


Consultadoria e Investigação

Comportamento de estruturas marítimas

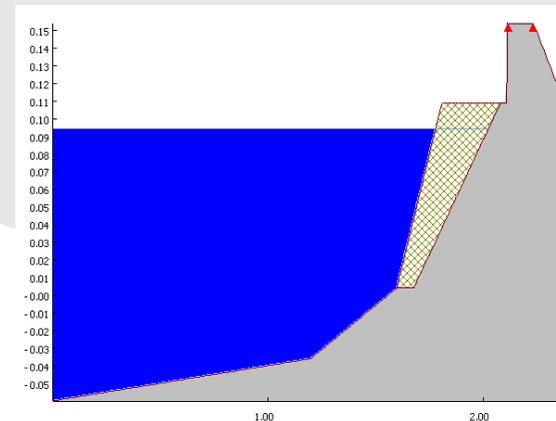
> Modelação física

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



> Modelação numérica

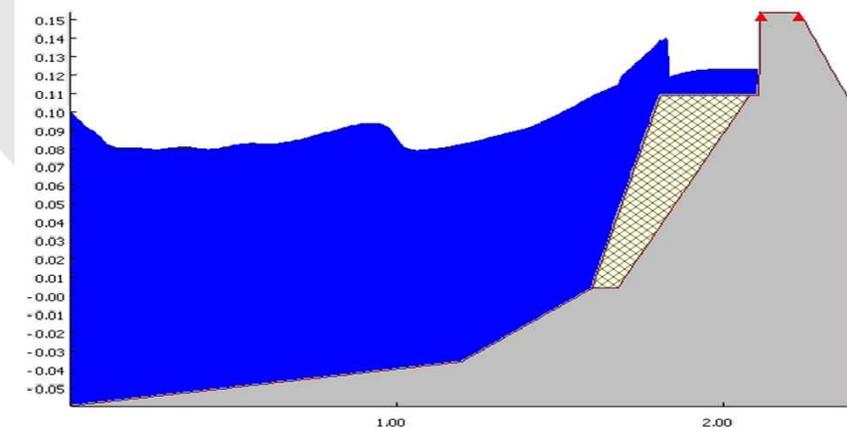
- Galgamento e espraiamento (Run-up)
- Pressões
- Interação onda-estrutura



Consultadoria e Investigação

Modelação numérica e física- Galgamentos

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

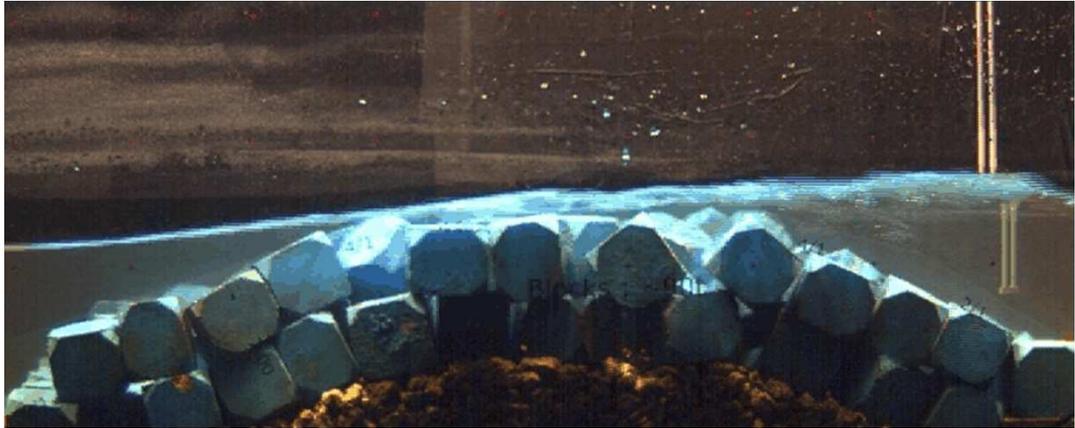


AMAZON
Non-Linear Shallow Water Model

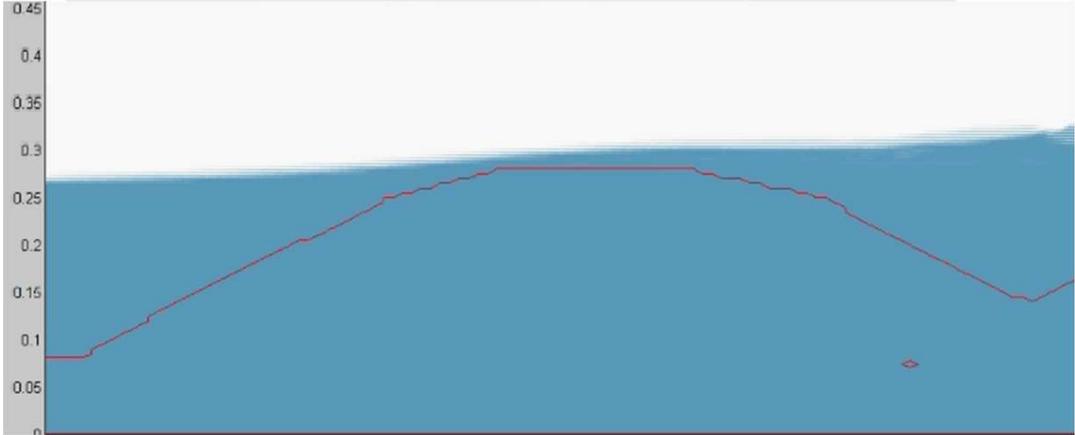
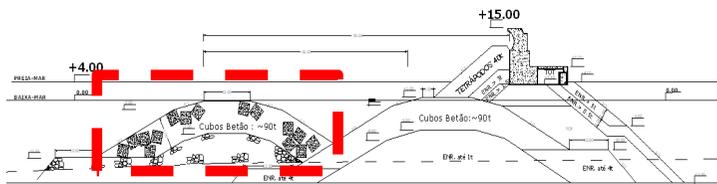
Investigação

Modelação física e numérica - rebentação

IH-2VOF
Reynolds Average
Navier-Stokes Model



ANEX

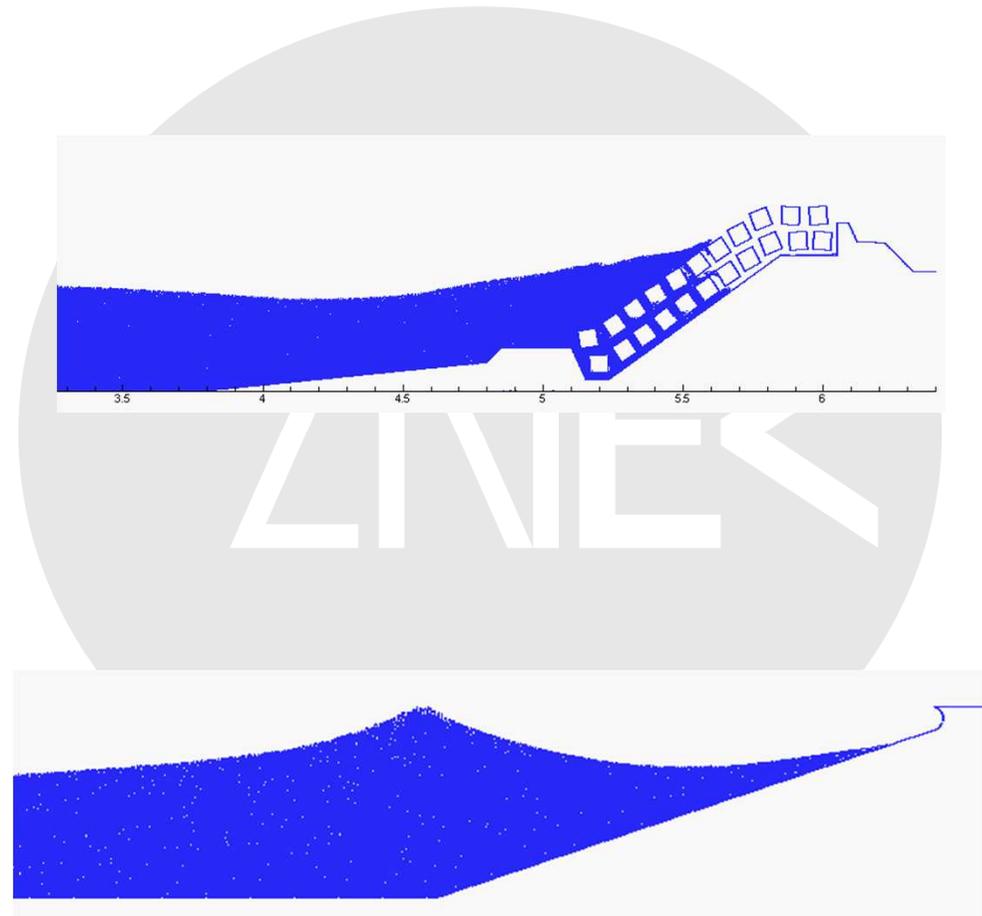


Investigação

Comportamento de estruturas marítimas

> Interação Onda-Estrutura

SPHysics
*Smoothed Particle
Hydrodynamics Model*



> Consultadoria

- Apoio ao projeto de obras
 - *Caracterização e simulação da agitação marítima*
 - *Comportamento de estruturas marítimas*

- Apoio na construção da obra
- Apoio à manutenção e reparação de obras

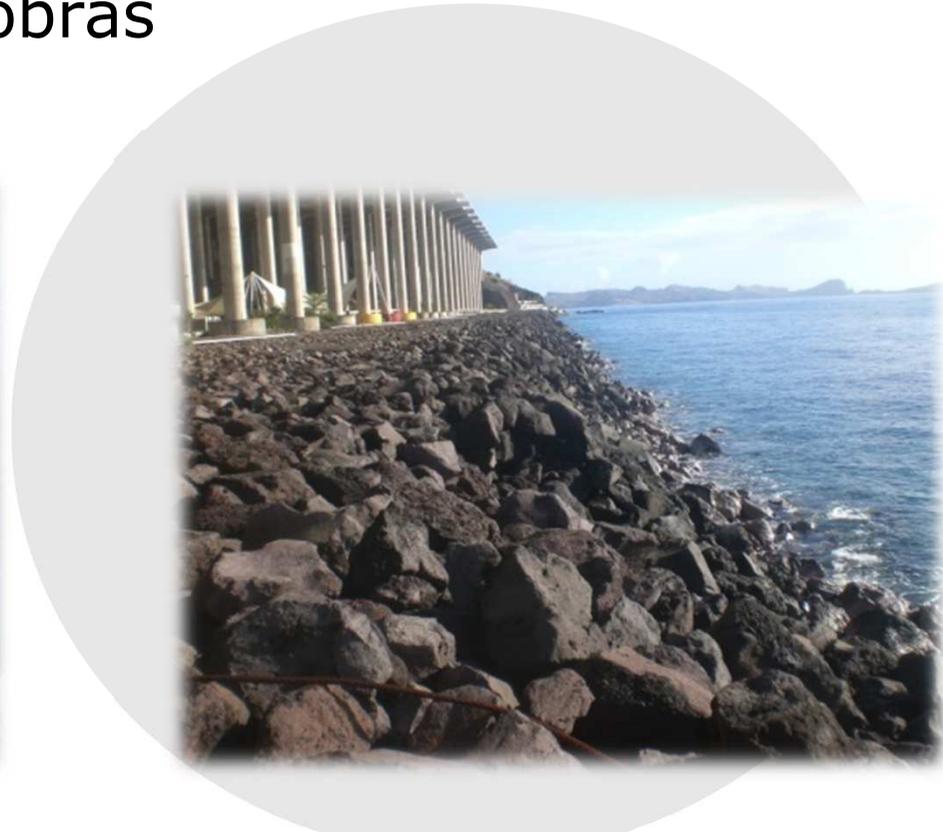
O papel do LNEC – Consultadoria

Apoio na construção de obras

> Acompanhamento de obras



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



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

> Consultadoria

- Apoio ao projeto de obras
 - *Caracterização e simulação da agitação marítima*
 - *Comportamento de estruturas marítimas*
- Apoio na construção da obra
- Apoio à manutenção e reparação de obras

O papel do LNEC – Consultadoria

Apoio na manutenção de obras – Presente



> Observação de obras marítimas

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

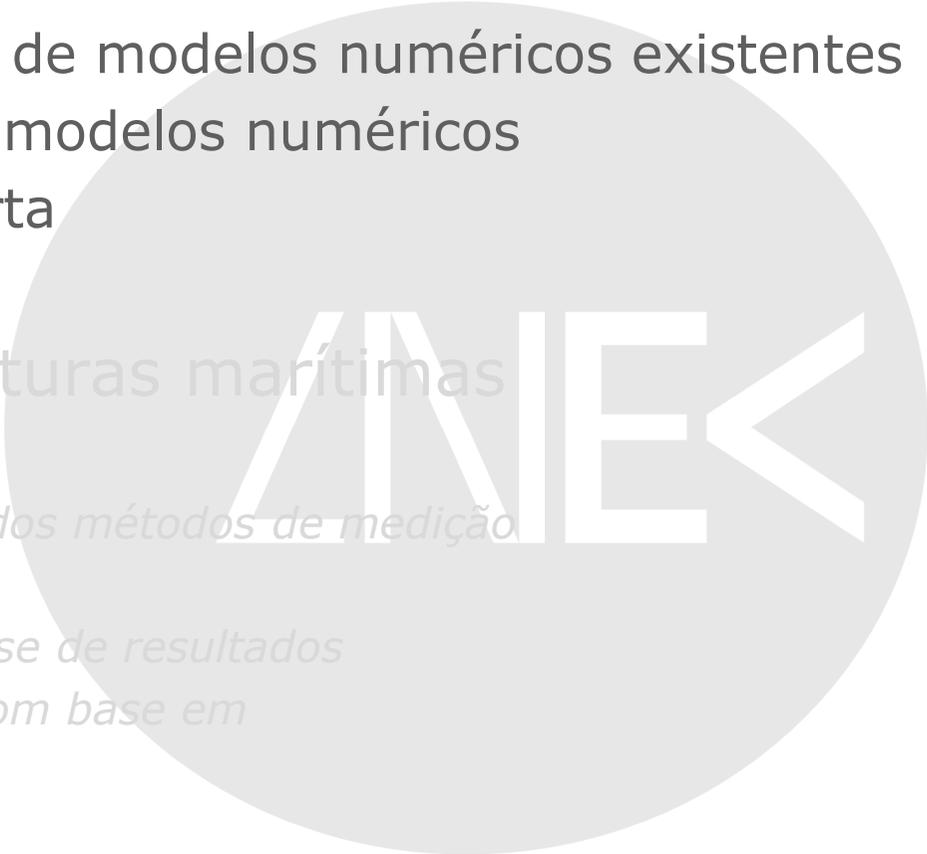
O papel do LNEC: Presente e Perspetivas Futuras

> Caracterização da agitação marítima

- Desenvolvimento/Melhoria de modelos numéricos existentes
- Ferramentas integradas de modelos numéricos
- Sistemas de previsão e alerta

> Comportamento de estruturas marítimas

- Modelação física
 - *Melhoria dos equipamentos e dos métodos de medição*
 - *Acesso remoto*
 - *Melhoria dos métodos de análise de resultados*
 - *Estudo dos efeitos de escala com base em*
 - Ensaios
 - Medições de protótipo
- Modelação numérica

The logo for LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) is displayed in white text on a light gray circular background. The letters 'LNEC' are in a bold, sans-serif font, with the 'L' and 'N' being significantly larger than the 'E' and 'C'. The 'L' and 'N' are connected at the top, and the 'E' and 'C' are connected at the bottom. The 'L' and 'N' have a unique, stylized shape, with the 'L' having a long horizontal bar and the 'N' having a long vertical bar. The 'E' and 'C' are also stylized, with the 'E' having a long horizontal bar and the 'C' having a long vertical bar. The logo is positioned on the right side of the slide, partially overlapping the text of the second section.

LNEC

O papel do LNEC: Perspetivas Futuras

Caracterização e simulação da agitação marítima

- > Desenvolvimento/Melhoria de modelos numéricos existentes

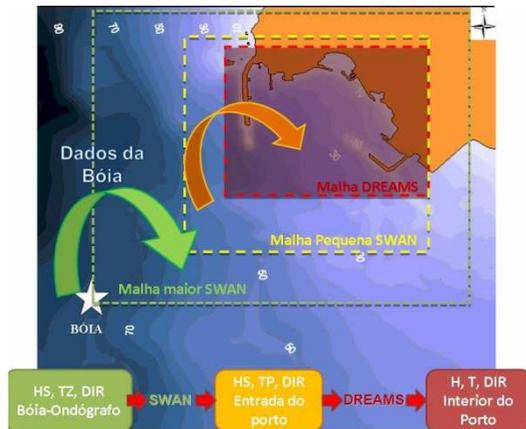


BOUSSiw
Modelo não linear

O papel do LNEC: Presente e Perspetivas Futuras

Ferramentas Integradas - GUIOMAR e MOIA

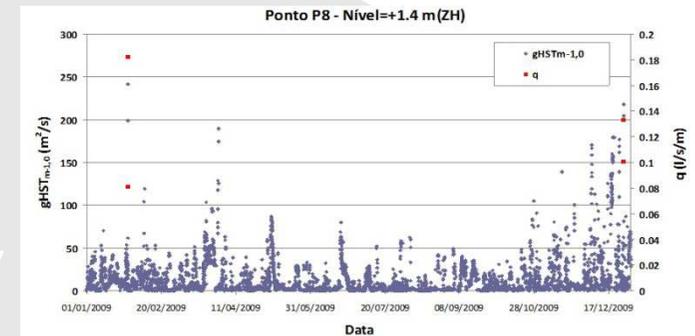
Determinação da agitação marítima



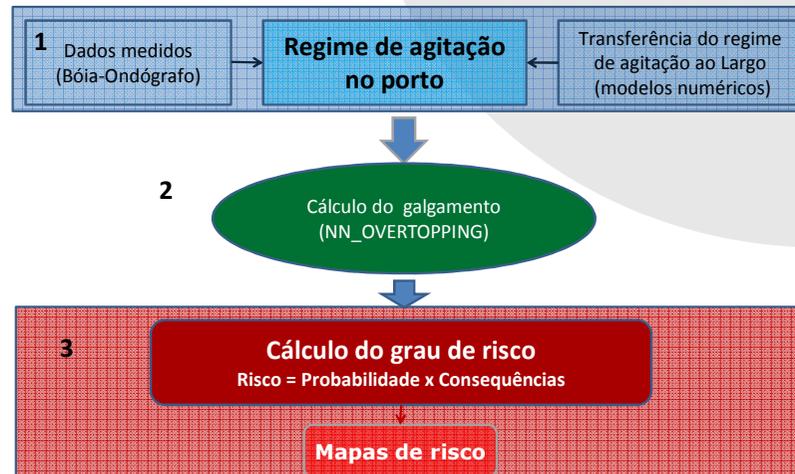
Ferramentas de cálculo de galgamentos



Cálculo dos galgamentos



☐ Avaliação do risco em três passos fundamentais:



SWAMS – Ferramenta integrada para navios amarrados

SWAN

The SWAN interface displays various input parameters for a project named 'PTA'. The 'Dados do projeto' section includes 'ID' (PTA) and 'Descrição'. The 'Malha Computacional' section shows 'X inicial' (12875), 'Y inicial' (10450), 'Q' (0), 'Larg. malha (m)' (6875), 'Alt. malha (m)' (6750), 'nr. DX' (55), 'nr. DY' (54), and 'Nível mar (m)' (3.3). The 'Dados de Saída' section includes 'Ficheiro malha' (Hesi_23.tab), 'nr. pontos' (1), 'Ficheiro linha' (LrE_23.tab), and 'Linha'. The 'Espectro Computacional' section shows 'Q min' (180), 'Q max' (300), 'Diz' (50), 'Freq. min' (0.02), 'nr. Freq. max' (0.4), and 'nr. Freq.' (31). The 'Parâmetros do Espectro' section shows 'Fronteira' (0), 'Sent. rotação' (SCPH), 'Exp. Cos' (30), 'HS (m)' (5), 'TP (s)' (18), and 'beta' (315). A map on the right shows the 'Malha Global' and a scale bar from 0 to 2000 meters.

BOUSS-WMH

The BOUSS-WMH interface displays incident wave data in a table and a 3D visualization of the wave field. The table 'DADOS DA AGITAÇÃO INCIDENTE' includes: 'Coeficiente dispersão Nwop1' (-0.531), 'TIPO DE ONDA' (REGULAR), 'AMPLITUDE DE ONDA' (0.1 m), 'PERÍODO' (10 s), 'COMPRIMENTO DE ONDA' (43.7 m), 'PROF. NA GERAÇÃO' (2 m), and 'ÂNGULO DE INCIDÊNCIA' (90 °). The 3D visualization shows a blue wave field over a white ship hull model.

WAMIT

The WAMIT interface shows a 3D model of a ship's hull and a wave model mesh. The mesh is a grid of points over the hull, with a scale from 2100 to 2400 on the vertical axis and 1250 to 1290 on the horizontal axis. The interface includes a 'Ship's CGs and wave model Mesh' section and a 'Pre-Processing Ship Data' section with buttons for 'Create Panel File', 'Create Potential File', 'Create Force File', 'Run Model', 'Run Potential', and 'Run Force'.

BAS

The BAS interface shows a spreadsheet for project data input and simulation parameters. The 'PROJECT DATA INPUT' section includes 'PROJECT HEADER' (REC2011.tod), 'JOB EXTENSIONS' (tst), and 'SIMULATION TIME PARAMETERS' (Time Length (TSM) 600 s, Slow Start Time (TSLow) 20 s, Time Step (DT) 0.1 s, Ship Factor For Output (XDRF) 1). The 'INITIAL POSITION ROTATION OF THE VESSEL' section includes 'X-direction (Surge)' (0 m), 'Y-direction (Sway)' (0 m), 'Z-direction (Heave)' (0 m), and 'X-axis (Roll)' (0 deg). A 3D model of a ship hull is shown at the bottom right with mooring lines numbered 1 to 6.

O papel do LNEC: Presente e Perspetivas Futuras

Comportamento de estruturas marítimas

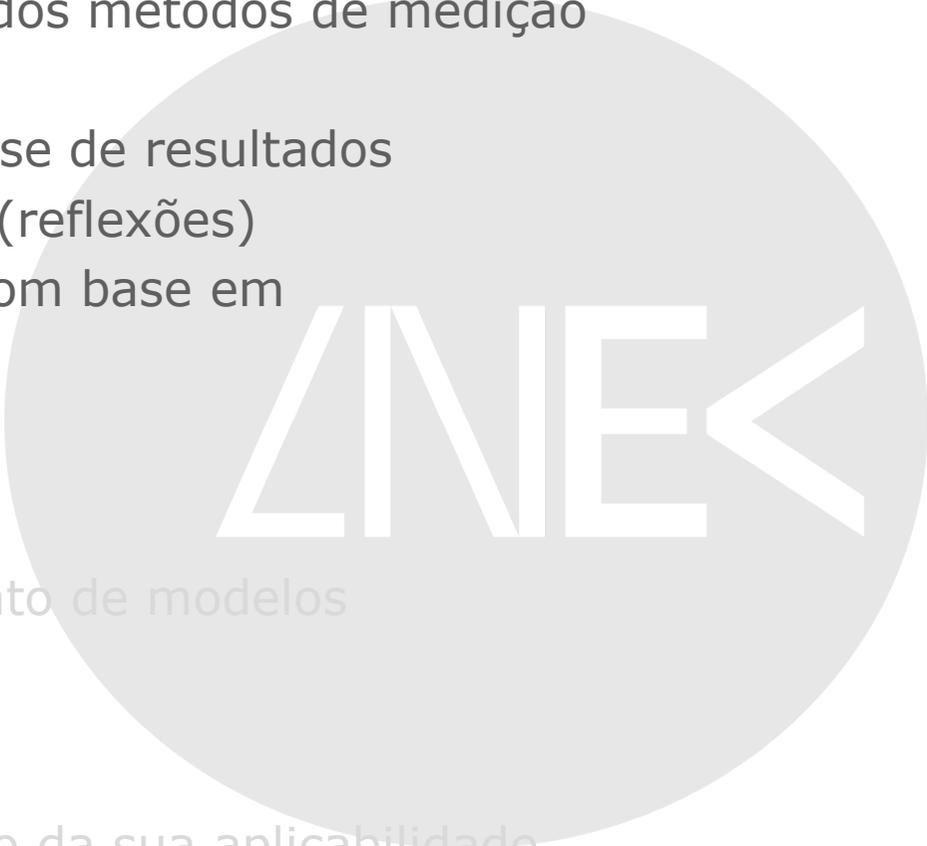
> Modelação física

- Melhoria dos equipamentos e dos métodos de medição
- Acesso remoto
- Melhoria dos métodos de análise de resultados
- Redução dos erros do modelo (reflexões)
- Estudo dos efeitos de escala com base em
 - *Ensaio*
 - *Medições de protótipo*

> Modelação numérica

- Participação no desenvolvimento de modelos
- Validação
 - *Dados de ensaios em modelo físico*
 - *Dados de protótipo*
- Verificação e estudo detalhado da sua aplicabilidade

> Interação entre modelação numérica e modelação física

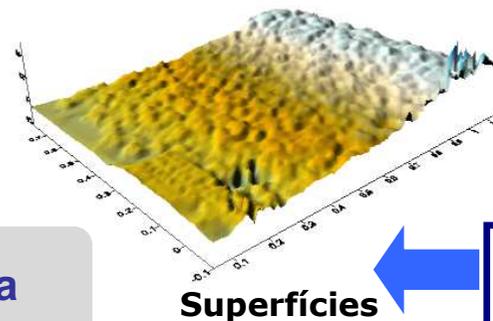
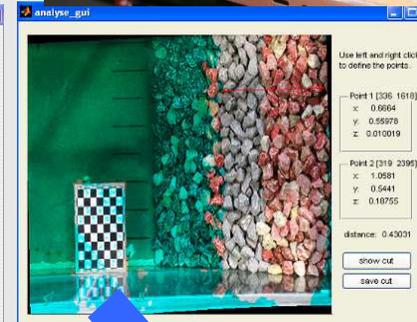
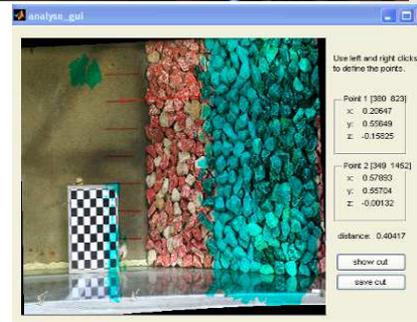
The logo for LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) is displayed in white text within a large, light gray oval background. The letters are in a bold, sans-serif font, with the 'L' and 'N' being particularly prominent.

O papel do LNEC: Presente e Perspetivas Futuras

Acesso Remoto



- > Melhoria das condições de ensaio, equipamentos e dos métodos de medição

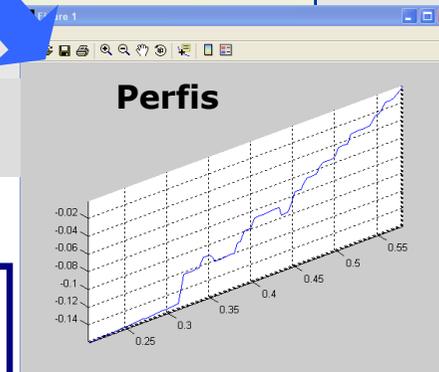


Fotogrametria

Superfícies

código MatLab™

Ficheiro de coordenadas (x,y,z)



O papel do LNEC: Presente e Perspetivas Futuras

Comportamento de estruturas marítimas

> Modelação física

- Melhoria dos equipamentos e dos métodos de medição
- Acesso remoto
- Melhoria dos métodos de análise de resultados
- Estudo dos efeitos de escala com base em
 - *Ensaaios*
 - *Medições de protótipo*

> Modelação numérica

- Participação no desenvolvimento de modelos
- Validação
 - *Dados de ensaios em modelo físico*
 - *Dados de protótipo*
- Verificação e estudo detalhado da sua aplicabilidade

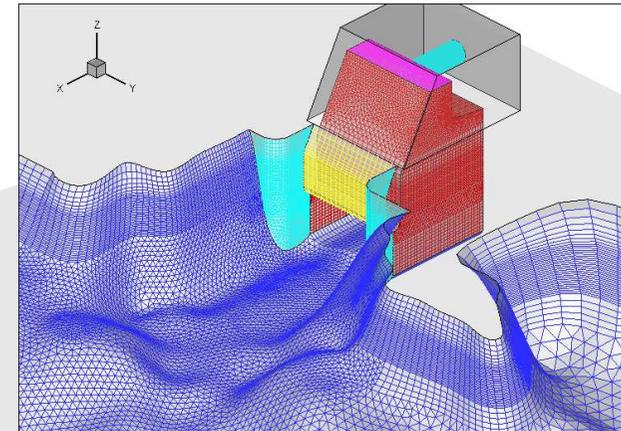
> Interação entre modelação numérica e modelação física



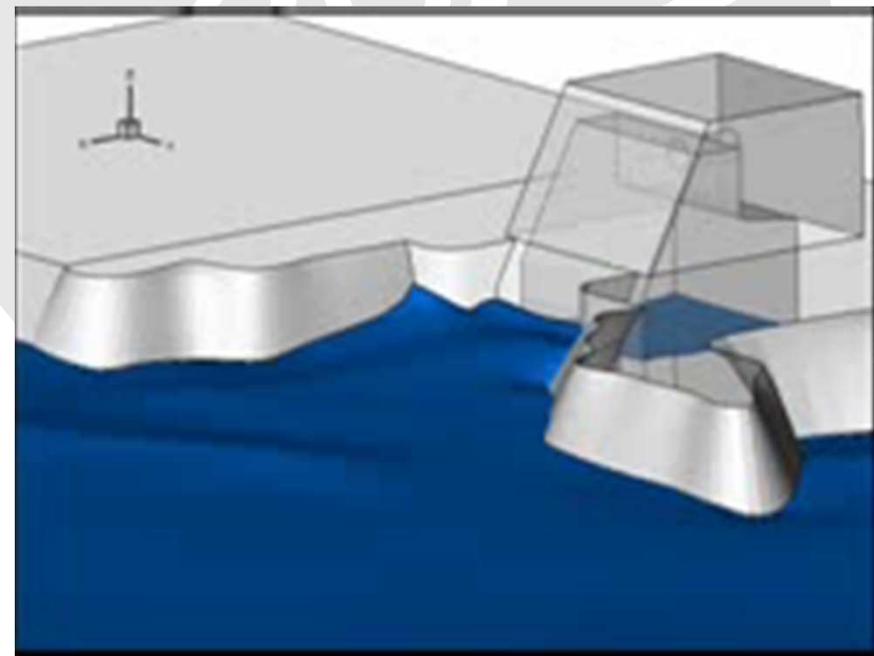
O papel do LNEC: Presente e Perspetivas Futuras

> Central de energia das ondas da Ilha do Pico, Açores

- Modelação numérica



FLUENT



O papel do LNEC na Segurança de Obras Marítimas Presente e Perspetivas Futuras

> Agradecimentos

- Graça Neves
- Teresa Reis
- Rute Lemos
- Eric Didier

