PORTO DE SINES

NOVO CAIS DE CARGA GERAL

PAD.PR.23.004



ESTUDO PRÉVIO

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

VOLUME 02 – ANEXOS

Co-funded by the European Union

PORTO DE SINES

NOVO CAIS DE CARGA GERAL

PAD.PR.23.004

ESTUDO PRÉVIO

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

VOLUME 02 – ANEXOS

Informação do documento

	Nome	Data	Assinatura
Realizou	Nemus (Quadro 1, Volume 01)	14 jul 2025	
Verificou	Maria Grade	14 jul 2025	
Aprovou	Pedro Bettencourt	14 jul 2025	
			Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente

Controlo de versões / Registo de alterações

Versão	Data	Identificação das alterações no documento	Descrição das alterações
1	12 dez. 2025	Alteração de peça desenhada em função de comentário da APS de 2 dez. 2025	Ajuste da localização do cais de carregamento de enrocamento e de uma das vias de acesso em fase de obra
2	9 jul. 2026	Alterações em função de Pedido de Elementos Adicionais da APA de 28 abr. 2026	Alterações decorrentes da introdução de esclarecimentos no Relatório Síntese e apresentação de elementos adicionais para efeitos de conformidade do EIA, nomeadamente ao nível do clima e alterações climáticas, ruído, vibrações, entre outros

Co-funded by the European Union

PORTO DE SINES

NOVO CAIS DE CARGA GERAL

PAD.PR.23.004

ESTUDO PRÉVIO

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

ÍNDICE GERAL DO ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

Volume 00 – Resumo Não Técnico

Volume 01 – Relatório Síntese

Volume 02 – Anexos

Co-funded by the European Union

PORTO DE SINES

NOVO CAIS DE CARGA GERAL

PAD.PR.23.004

ESTUDO PRÉVIO

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

VOLUME 02 – ANEXOS

ÍNDICE

ANEXO 1 – PEÇAS DESENHADAS 7

ANEXO 2 – CLIMA E ALTERAÇÕES CLIMATICAS: EMISSÕES DE GEE 23

ANEXO 3 – QUALIDADE DO AR 30

Anexo 3.1 – Emissões de poluentes atmosféricos 30

Anexo 3.2 – Descrição dos modelos utilizados 32

Anexo 3.3 – Condições para interpretação dos resultados do estudo de dispersão 34

ANEXO 4 – PATRIMÓNIO 35

Anexo 4.1 – Correspondência 35

Anexo 4.2 – Levantamento Hidrográfico Multifeixe e Campanha de Prospeção Magnética 37

ANEXO 5 – ATUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE MODELAÇÃO DA AGITAÇÃO MARÍTIMA 69

ANEXO 6 – RUÍDO: RELATÓRIO ACREDITADO DE MEDIÇÃO 160

ANEXO 7 – VIBRAÇÕES: CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO VIBRÓMETRO 176

ANEXO 8 – ESTUDO DE SIMULAÇÃO DE MANOBRAS PARA A APROXIMAÇÃO DE NAVIOS METANEIROS AO TERMINAL DE DESCARGA DA REN ATLÂNTICO 180

Co-funded by the European Union

ANEXO 9 – QUALIDADE DOS SEDIMENTOS: BOLETINS DE ANÁLISE DA CAMPANHA EFETUADA NO ÂMBITO DO EIA 210

Co-funded by the European Union

ÍNDICE DE QUADROS

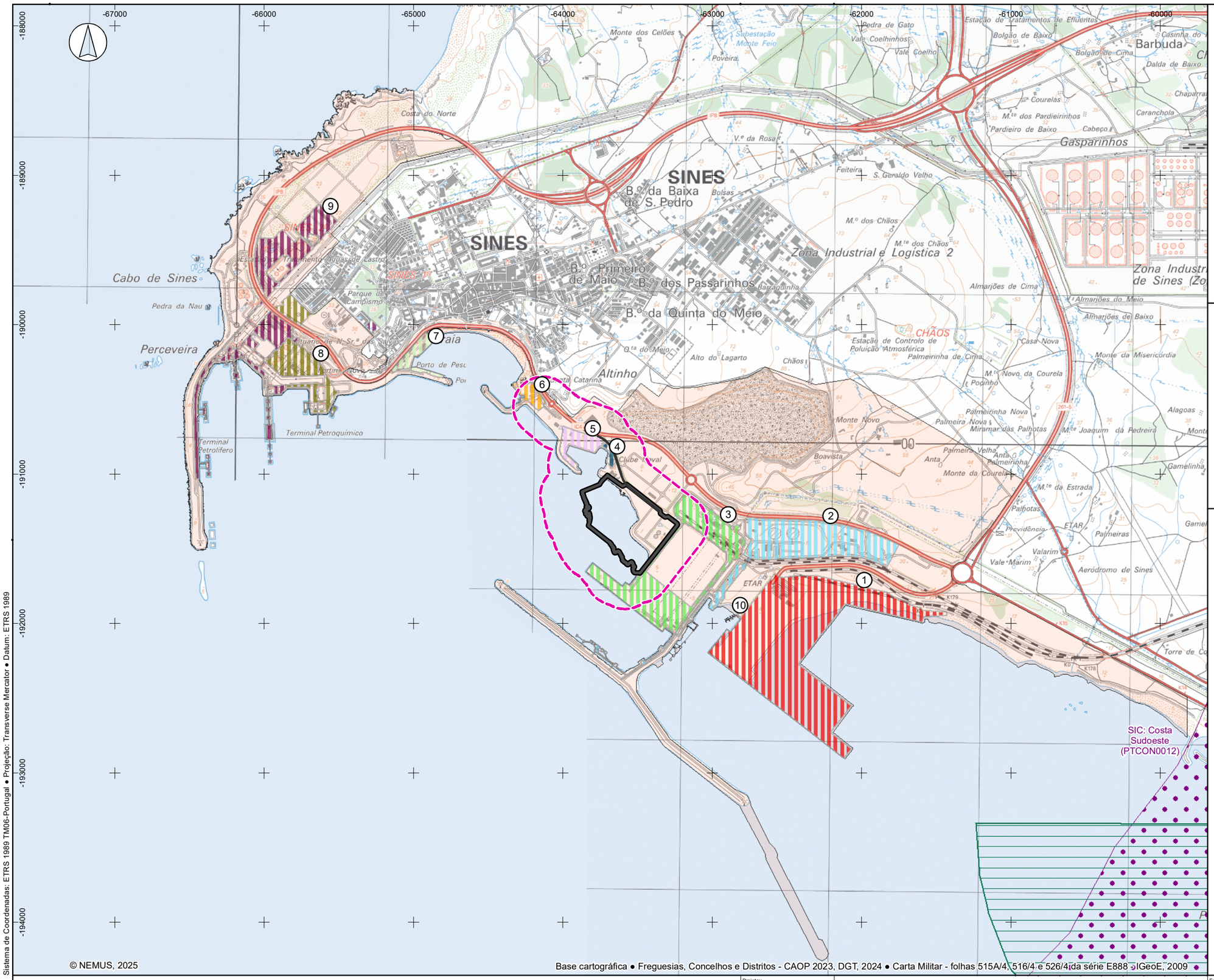
Quadro 1 – Características das máquinas não rodoviárias, para a situação atual 23
Quadro 2 – Emissões GEE das máquinas não rodoviárias, para a situação atual 23
Quadro 3 – Volume de tráfego médio diário (TMD) para as vias de acesso ao Porto de Sines, para a situação atual 23
Quadro 4 – Emissões GEE das vias de acesso ao Porto de Sines, para a situação atual 23
Quadro 5 – Tipologia e número de navios que se movimentam no Porto de Sines, para a situação atual 23
Quadro 6 – Emissões de GEE do tráfego marítimo associado ao Porto de Sines, para a situação atual 24
Quadro 7 – Emissões de GEE do tráfego ferroviário associado ao Porto de Sines, para a situação atual 25
Quadro 8 – Emissões de GEE associadas ao consumo energético do Porto de Sines, para a situação atual ... 25
Quadro 9 – Síntese de emissões de GEE determinadas para os diferentes grupos emissores considerados na avaliação, para a situação atual 25
Quadro 10 – Características das máquinas não rodoviárias, para a situação futura 25
Quadro 11 – Fatores de emissão e emissões de GEE das máquinas não rodoviárias, para a situação futura ... 26
Quadro 12 – Volume de tráfego médio diário (TMD) para as vias de acesso ao Porto de Sines, para a situação futura 26
Quadro 13 – Fatores de emissão e emissões de GEE das vias de acesso ao Porto de Sines, para a situação futura 26
Quadro 14 – Tipologia, potência e número de navios que se movimentam no Porto de Sines, para a situação futura 27
Quadro 15 – Fatores de emissão e emissões de GEE do tráfego marítimo associado ao Porto de Sines, para a situação futura 28
Quadro 16 – Emissões de GEE do tráfego ferroviário associado ao Porto de Sines, para a situação futura 28
Quadro 17 – Emissões de GEE associadas ao consumo energético do Porto de Sines, para a situação futura 28
Quadro 18 – Síntese de emissões de GEE determinadas para os diferentes grupos emissores considerados na avaliação, para a situação futura 29
Quadro 19 – Emissões de poluentes atmosféricos das máquinas não rodoviárias, para a situação atual 30
Quadro 20 – Volume de tráfego médio anual (TMA) para o IP8 e N120-1 30
Quadro 21 – Emissões de poluentes atmosféricos das vias existentes no domínio em estudo, para a situação atual 30
Quadro 22 – Emissões de poluentes atmosféricos do tráfego marítimo associado ao Porto de Sines, para a situação atual 30
Quadro 23 – Síntese de emissões poluentes atmosféricos determinadas para os diferentes grupos emissores considerados na avaliação, para a situação atual 30
Quadro 24 – Emissões de poluentes atmosféricos das máquinas não rodoviárias, para a situação futura 31
Quadro 25 – Emissões de poluentes atmosféricos das vias existentes no domínio em estudo, para a situação futura 31
Quadro 26 – Emissões de poluentes atmosféricos do tráfego marítimo associado ao Porto de Sines, para a situação futura 31
Quadro 27 – Síntese de emissões poluentes atmosféricos determinadas para os diferentes grupos emissores considerados na avaliação, para a situação futura 31

Co-funded by the European Union

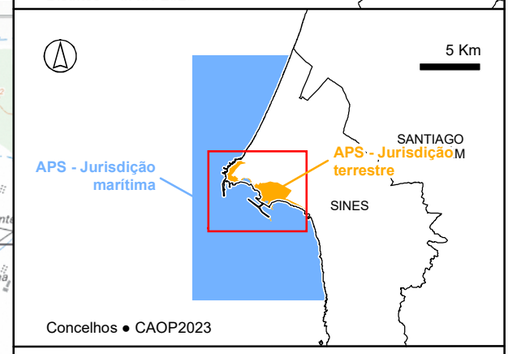
ANEXO 1 – PEÇAS DESENHADAS

PRJ1	Localização e enquadramento geográfico do projeto
PRJ2	Implantação do projeto
OT1	Extrato do Modelo Territorial (Folhas Q, R e S) do Programa de Orla Costeira Espichel-Odeceixe
OT2	Extrato da Carta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Sines
OT3	Extrato da planta da REN do concelho de Sines
PAI1	Hipsometria
PAI2	Declives
PAI3	Exposição das encostas
PAI4	Unidades e subunidades locais de paisagem
PAI5	Qualidade visual da paisagem
PAI6	Capacidade de absorção visual da paisagem
PAI7	Sensibilidade visual da paisagem
PAI8	Bacia visual do projeto
PAT1	Património arquitetónico e arqueológico inventariado
PAT2	Carta de visibilidades - património

Co-funded by the European Union







IMPLANTAÇÃO DO PROJETO (LIMITE EXTERIOR)

FAIXA DE 200 M EM TORNO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

ATUAIS TERMINAIS E PORTOS DO PORTO DE SINES

1) Terminal de Contentores (TCS/TXXI)
2) Terminal de Gás Natural (TGN)
3) Terminal Multipurpose (TMS)
4) Clube Náutico de Sines (CNS)
5) Porto de Serviços (PS)
6) Porto de Recreio (PR)
7) Porto de Pesca (PS)
8) Terminal Petroquímico (TPQ)
9) Terminal de Granéis Líquidos (TGL)
10) Porto de Abrigo (PA)

ÁREA PROTEGIDA

Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina

REDE NATURA 2000

Sítios de Importância Comunitária e da Lista Nacional

© NEMUS, 2025

Base cartográfica ● Freguesias, Concelhos e Distritos - CAOP 2023, DGT, 2024 ● Carta Militar - folhas 515A/4, 516/4 e 526/4 da série E888 - IGeoE, 2009

Sistema de Coordenadas: ETRS 1989 TM06-Portugal ● Projeção: Transverse Mercator ● Datum: ETRS 1989

nemus empowering sustainability

Projetou	Maria Grade
Verificou	Maria Grade
Desenhou	João Nunes Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Localização e enquadramento geográfico do projeto

Escala	1:25 000
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PRJ1
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_PRJ1_Enquadramento



IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

- Rampa Ro-Ro
- Plataforma de carga da via férrea
- Terrapleno
- Reserva para edifícios técnico-administrativos, sub-estação e parqueamento de viaturas ligeiras
- Edifício da portaria
- Ramal de acesso ferroviário
- Área de dragagem

FAIXA DE 200M EM TORNO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

ESTALEIROS DE OBRA E VIAS DE ACESSO

- Carregamento de enrocamento por via marítima
- Estaleiro de obra
- Vias de acesso

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

nemus
empowering sustainability

Projetou	Maria Grade
Verificou	Maria Grade
Desenhou	João Nunes Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Implantação do projeto

Escala	1:7 500
Escala gráfica	0 50 100 m
Número	**PRJ2**
Data	dezembro 2025
Folha	1/1
Código	T24003_PRJ2_Enquadramento

-68500 -65500 -62500

-188500

-191500

-194500

Bairro de São Pedro

Moinho dos Chãos

Zona marítima de proteção
- Faixa de proteção costeira
- Faixa de proteção complementar

Zona terrestre de proteção
- Faixa de proteção costeira
- Faixa de proteção complementar

Faixas de salvaguarda para terra
- Nível I
- Nível II

- Faixas de salvaguarda para o mar
- Área predominantemente artificializada
- Margem
- Áreas de instabilidade potencial
- Núcleo piscatório
- Área com especial interesse para a conservação e biodiversidade
- Área estratégica para a gestão sedimentar
- Área de intervenção
- Limite de praia
- Recursos hídricos superficiais
- Área portuária
- Onda com especial valor para os desportos de deslize
- Núcleo de recreio náutico
- Rede urbana costeira

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO (LIMITE EXTERIOR)

FAIXA DE 200 M EM TORNO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)
- - - Limite da Freguesia

BASE CARTOGRÁFICA • FREGUESIAS - CAOP2023, DGT 2024

© NEMUS, 2025

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

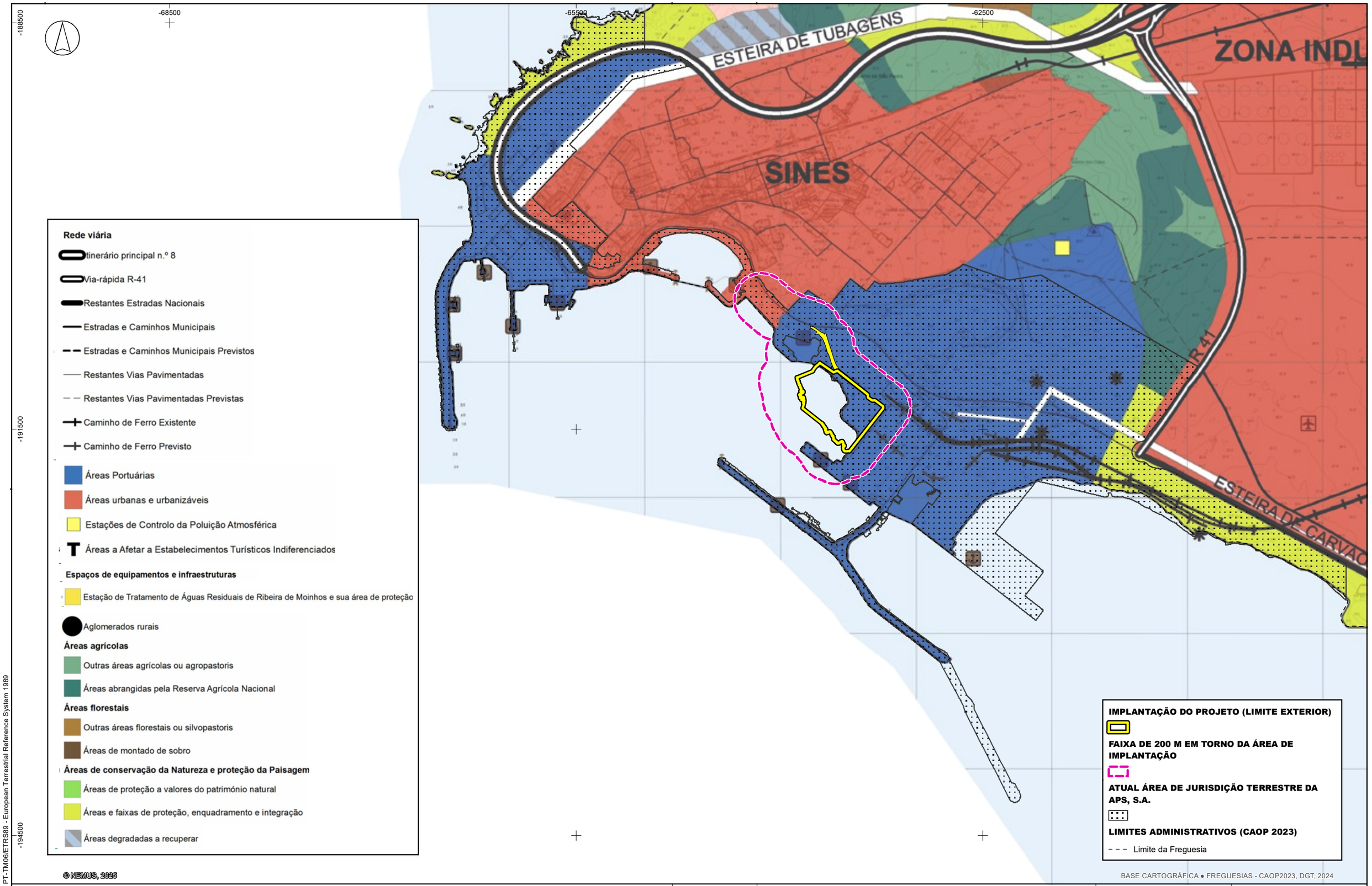
nemus empowering sustainability

Projetou	Stella Silva
Verificou	Maria Grade
Desenhou	João Nunes Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Extrato do Modelo Territorial (Folhas Q, R e S) do Programa de Orla Costeira Espichel-Odeceixe

Escala	1:25 000
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	OT1
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_OT1_POC



© NEMUS, 2025

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

nemus empowering sustainability

Projetou	Stella Silva
Verificou	Maria Grade
Desenhou	João Nunes Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Extrato da Carta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Sines

Escala	1:25 000
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	OT2
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_OT2_PDM

-68500 -65500 -62500 -59500

-188500

-191500

-194500

SINES

Zona Industrial

Gasparinhos

Porto Petroquímico

Rede Ferroviária

Rede Viária

Área de Jurisdição da APS

Zonas Industriais Existentes

REN

Leitos dos Cursos de Água (inclui 20m de faixa de protecção)

Zonas Ameaçadas pelas Cheias

Áreas de Máxima Infiltração

Áreas de Risco de Erosão

Albufeiras e Lagoas

Faixa de Protecção de Albufeiras

Praias

Dunas

Arribas

Faixa de Protecção ás Arribas

Sapais

Ilhas, Ilhéus e Rochedos emersos do mar

Batimetria 30 metros

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO (LIMITE EXTERIOR)

FAIXA DE 200 M EM TORNO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)

Limite da Freguesia

BASE CARTOGRÁFICA • FREGUESIAS - CAOP2023, DGT, 2024

© NEMUS, 2025

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

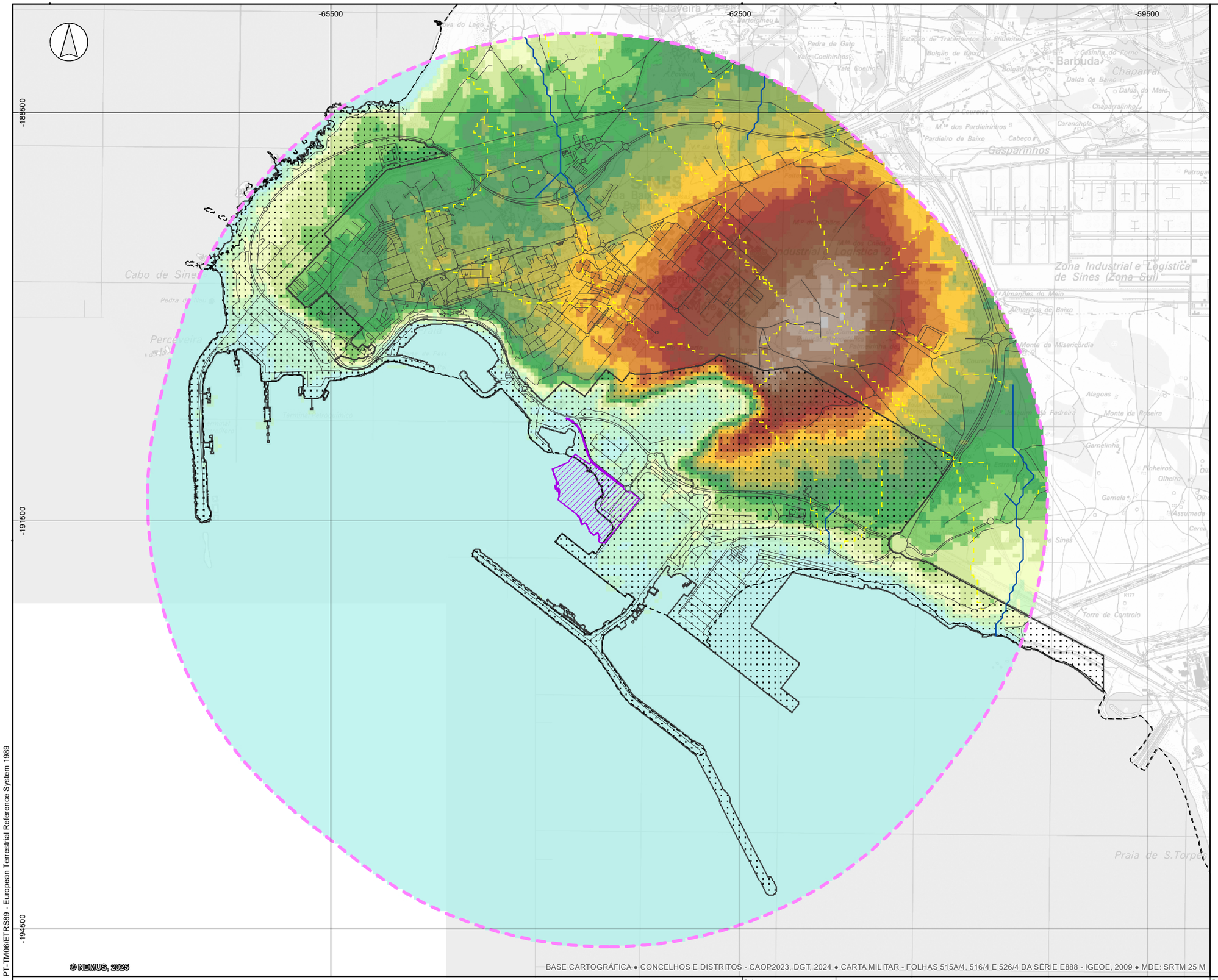
nemus empowering sustainability

Projetou	Stella Silva
Verificou	Maria Grade
Desenhou	João Nunes Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Extrato da planta da REN do concelho de Sines

Escala	1:25 000
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	OT3
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_OT3_REN



ÁREA DE ESTUDO DA PAISAGEM

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

HIPSOMETRIA

- 0 - 5
- 5,01 - 10
- 10,01 - 15
- 15,01 - 20
- 20,01 - 25
- 25,01 - 30
- 30,01 - 35
- 35,01 - 40
- 40,01 - 45
- 45,01 - 50
- 50,01 - 55
- 55,01 - 60
- 60,01 - 65
- 65,01 - 70
- 70,01 - 75
- 75,01 - 80
- 80,01 - 85
- 85,01 - 90
- 90,01 - 95
- 95,01 - 100
- 100,01 - 101

REDE VIÁRIA

LINHAS DE FESTO

TALVEGUES

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)

- - - Limite da Freguesia

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

© NEMUS, 2025

BASE CARTOGRÁFICA • CONCELHOS E DISTRITOS - CAOP2023, DGT, 2024 • CARTA MILITAR - FOLHAS 515A/4, 516/4 E 526/4 DA SÉRIE E888 - IGEOE, 2009 • MDE: SRTM 25 M

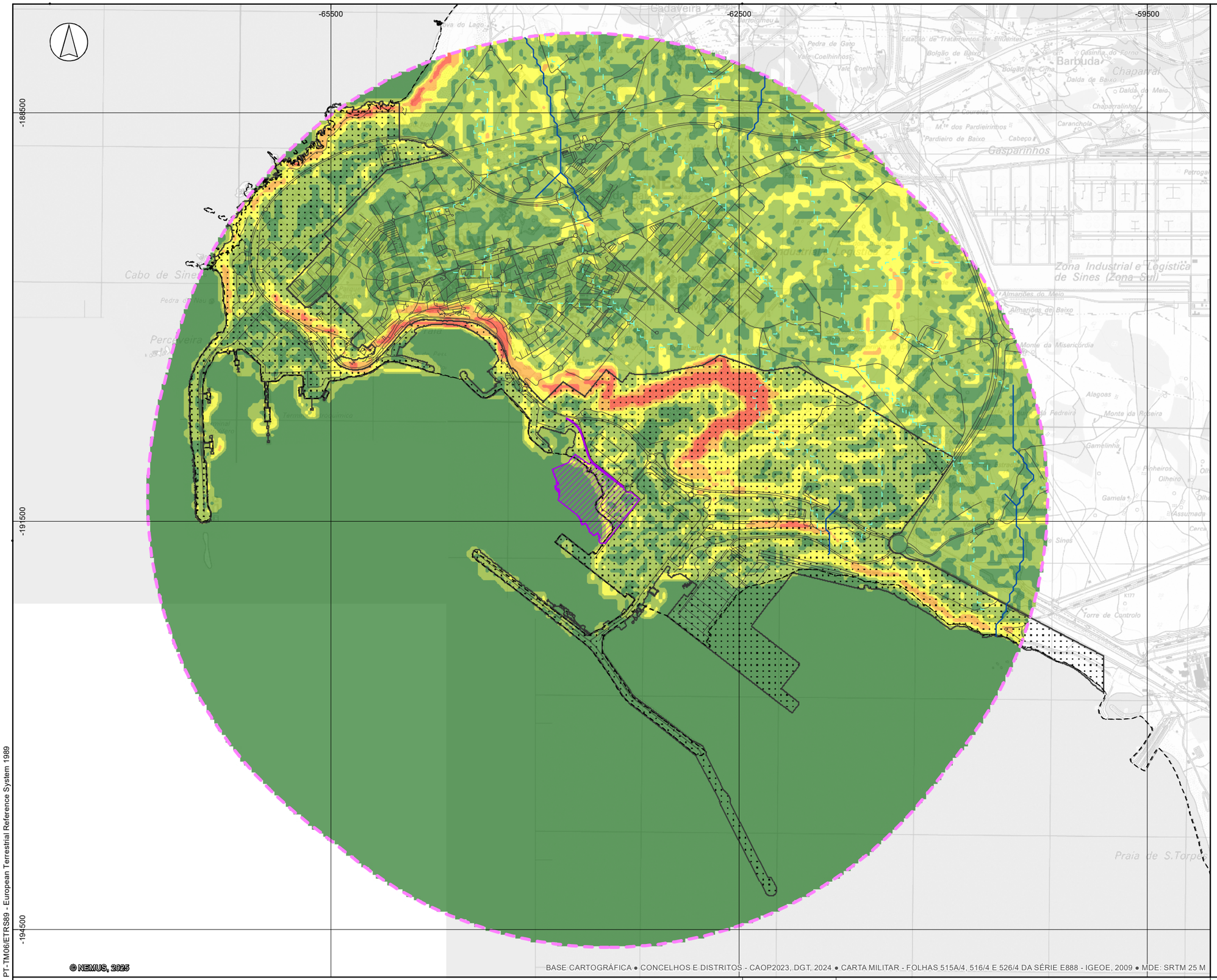
nemus
empowering sustainability

Projetou	Júlia Mendes
Verificou	Júlia Mendes
Desenhou	Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Hipsometria

Escala	1:27 500
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PAI1
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_PAI1_Hipsometria



nemus
empowering sustainability

Projetou	Júlia Mendes
Verificou	Júlia Mendes
Desenhou	Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Declives

Escala	1:27 500
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PAI2
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_PAI2_Declives

-65500

-62500

-59500

-188500

-191500

-194500

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

© NEMUS, 2025

BASE CARTOGRÁFICA • CONCELHOS E DISTRITOS - CAOP2023, DGT, 2024 • CARTA MILITAR - FOLHAS 515A/4, 516/4 E 526/4 DA SÉRIE E888 - IGEOE, 2009 • MDE: SRTM 25 M

ÁREA DE ESTUDO DA PAISAGEM

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

EXPOSIÇÃO

- Norte
- Este
- Sul
- Oeste

REDE VIÁRIA

LINHAS DE FESTO

TALVEGUES

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)

- Limite da Freguesia

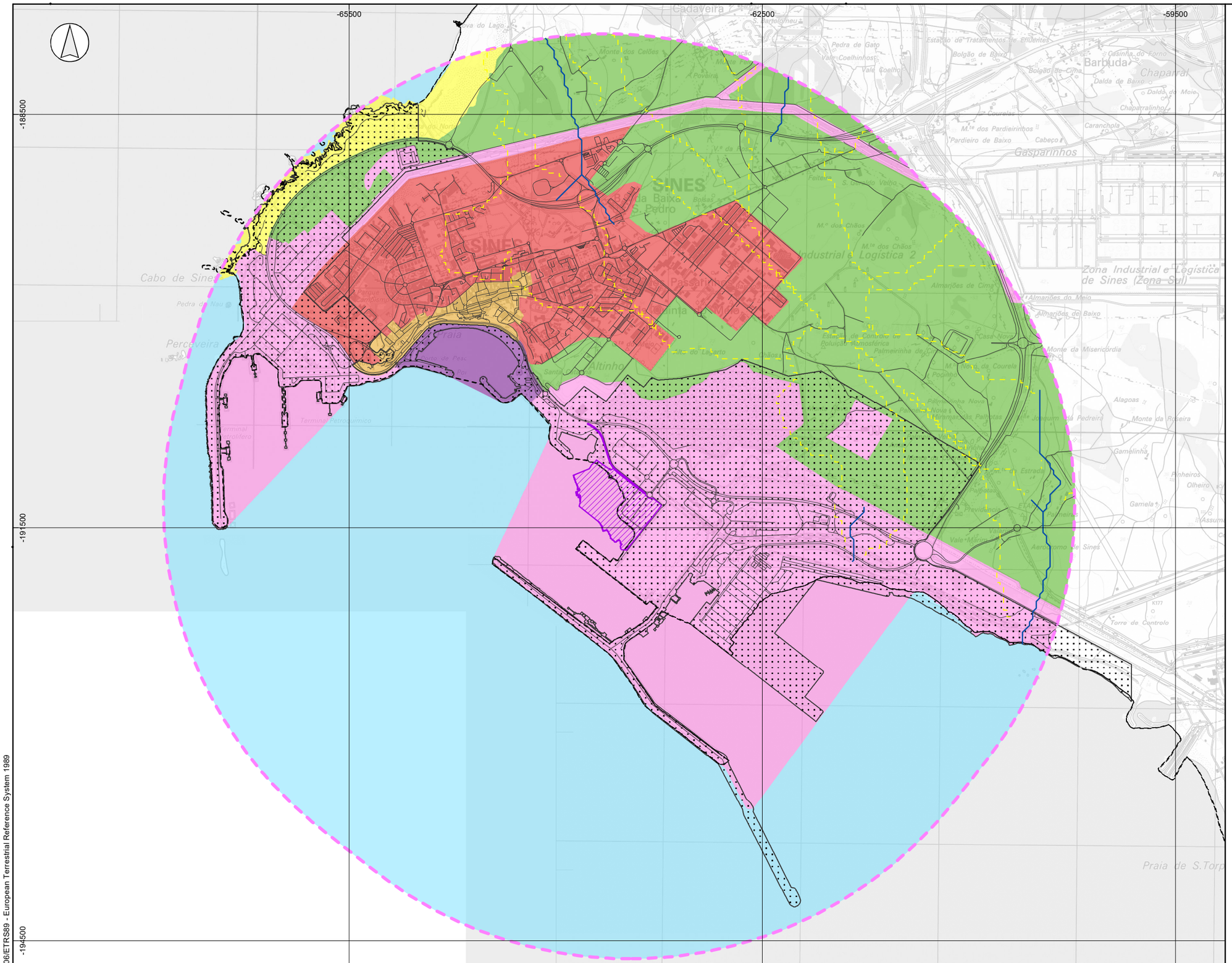
nemus
empowering sustainability

Projetou	Júlia Mendes
Verificou	Júlia Mendes
Desenhou	Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Exposição das encostas

Escala	1:27 500
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PAI3
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_PAI3_Exposicao



PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

© NEMUS, 2026

BASE CARTOGRÁFICA • CONCELHOS E DISTRITOS - CAOP2023, DGT, 2024 • CARTA MILITAR - FOLHAS 515A/4, 516/4 E 526/4 DA SÉRIE E888 - IGEOE, 2009 • MDE - SRTM 25 M

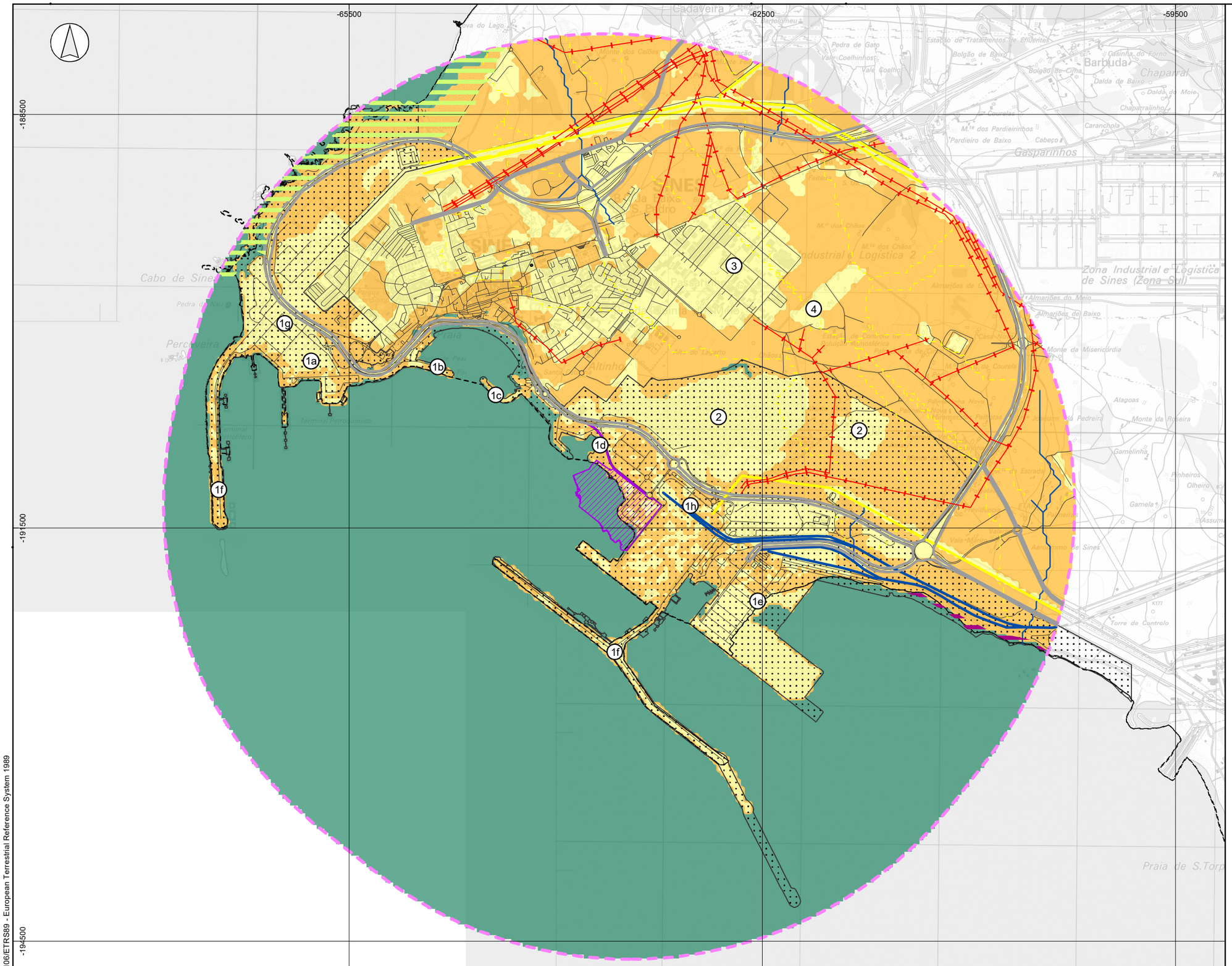
nemus
empowering sustainability

Projetou	Júlia Mendes
Verificou	Júlia Mendes
Desenhou	Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Unidades e subunidades locais de paisagem

Escala	1:27 500
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PAI4
Data	junho 2026
Folha	1/1
Código	T24003_PAI4_UnidadesPaisagem



ÁREA DE ESTUDO DA PAISAGEM

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

VALORES VISUAIS

- A. Linhas de água de menor expressão
- B. Linhas de água com maior expressão
- C. Linha de costa sem estruturas artificializantes
- D. Orla costeira naturalizada

INTRUSÕES VISUAIS

1. Porto de Sines
   - 1a. Terminal Petroquímico
   - 1b. Doca de pesca
   - 1c. Marina de Sines
   - 1d. Clube Naval
   - 1e. Terminal XXI
   - 1f. Molhes este e oeste
   - 1g. Terminal de Granéis Líquidos
   - 1h. Terminal Multipurpose
2. Pedreira de Monte Chãos
3. Zona Industrial e Logística 2
4. Campo de Aerogeradores

- Espaços Canal - Estradas
- Espaços Canal - Ferrovias
- Espaços Canal - Linhas aéreas de alta tensão
- Espaços Canal - Esteiras industriais e de tubagens (fora da zona urbana e portuária)

QUALIDADE VISUAL

- Elevada
- Média
- Baixa

REDE VIÁRIA

LINHAS DE FESTO

TALVEGUES

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)

- Limite da Freguesia

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

© NEMUS, 2026

BASE CARTOGRÁFICA • CONCELHOS E DISTRITOS - CAOP2023, DGT, 2024 • CARTA MILITAR - FOLHAS 515A/4, 516/4 E 526/4 DA SÉRIE E888 - IGEOE, 2009 • MDE: SRTM 25 M

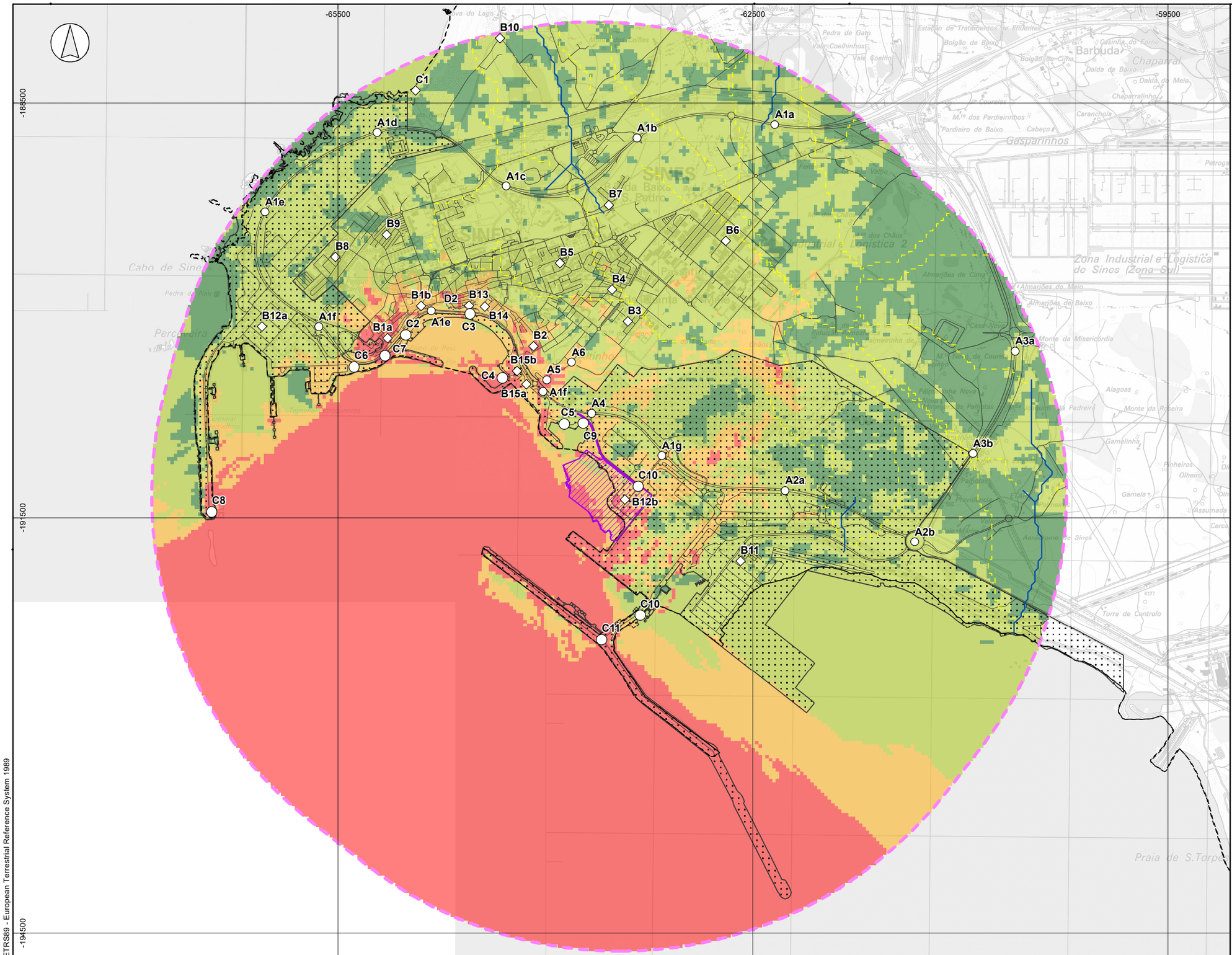
nemus
empowering sustainability

Projetou	Júlia Mendes
Verificou	Júlia Mendes
Desenhou	Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Qualidade visual da paisagem

Escala	1:27 500
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PAI5
Data	junho 2026
Folha	1/1
Código	T24003_PAI5_QualidadeVisual



ÁREA DE ESTUDO DA PAISAGEM

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

PONTOS DE OBSERVAÇÃO

- A. Principais vias
- B. Povoações/bairros
- C. Frente marítima
- D. Outros locais de interesse

CAPACIDADE DE ABSORÇÃO VISUAL

- Muito elevada
- Elevada
- Média
- Baixa

REDE VIÁRIA

LINHAS DE FESTO

TALVEGUES

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)

- Limite da Freguesia

nemus
empowering sustainability

Projetou	Júlia Mendes
Verificou	Júlia Mendes
Desenhou	Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Capacidade de absorção visual da paisagem

Escala	1:27 500
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PAI6
Data	junho 2026
Folha	1/1
Código	T24003_PAI6_AbsorcaoVisual

-65500
-62500
-59500
-188500
-191500
-194500

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

© NEMUS, 2026

BASE CARTOGRÁFICA • CONCELHOS E DISTRITOS - CAOP2023, DGT, 2024 • CARTA MILITAR - FOLHAS 515A/4, 516/4 E 526/4 DA SÉRIE E888 - IGEOE, 2009 • MDE: SRTM 25 M

ÁREA DE ESTUDO DA PAISAGEM

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

SENSIBILIDADE VISUAL

- Elevada
- Média
- Baixa

REDE VIÁRIA

LINHAS DE FESTO

TALVEGUES

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)

- - - - Limite da Freguesia

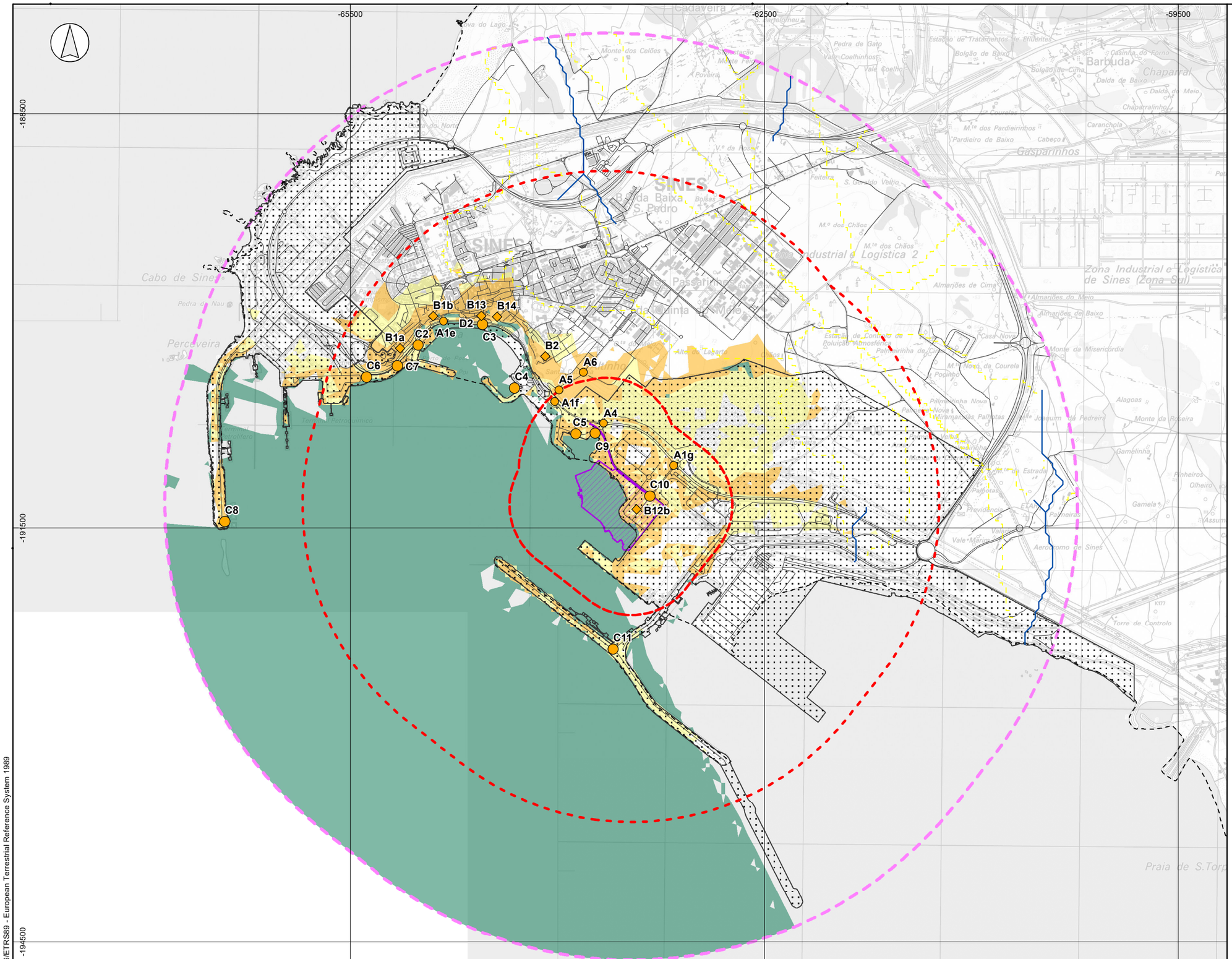
nemus
empowering sustainability

Projetou	Júlia Mendes
Verificou	Júlia Mendes
Desenhou	Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Sensibilidade visual da paisagem

Escala	1:27 500
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PAI7
Data	junho 2026
Folha	1/1
Código	T24003_PAI7_SensibilidadeVisual



ÁREA DE ESTUDO DA PAISAGEM

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

PONTOS DE OBSERVAÇÃO

- A. Principais vias
- B. Povoações/bairros
- C. Frente marítima
- D. Outros locais de interesse

QUALIDADE DA PERCEÇÃO VISUAL

- Boa (500m)
- Média/Reduzida (2000m)

BACIA VISUAL

QUALIDADE VISUAL

- Elevada
- Média
- Baixa

REDE VIÁRIA

LINHAS DE FESTO

TALVEGUES

ATUAL ÁREA DE JURISDIÇÃO TERRESTRE DA APS, S.A.

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)

- Limite da Freguesia

© NEMUS, 2026

BASE CARTOGRÁFICA • CONCELHOS E DISTRITOS - CAOP2023, DGT, 2024 • CARTA MILITAR - FOLHAS 515A/4, 516/4 E 526/4 DA SÉRIE E888 - IGEOE, 2009 • MDE: SRTM 25 M

PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

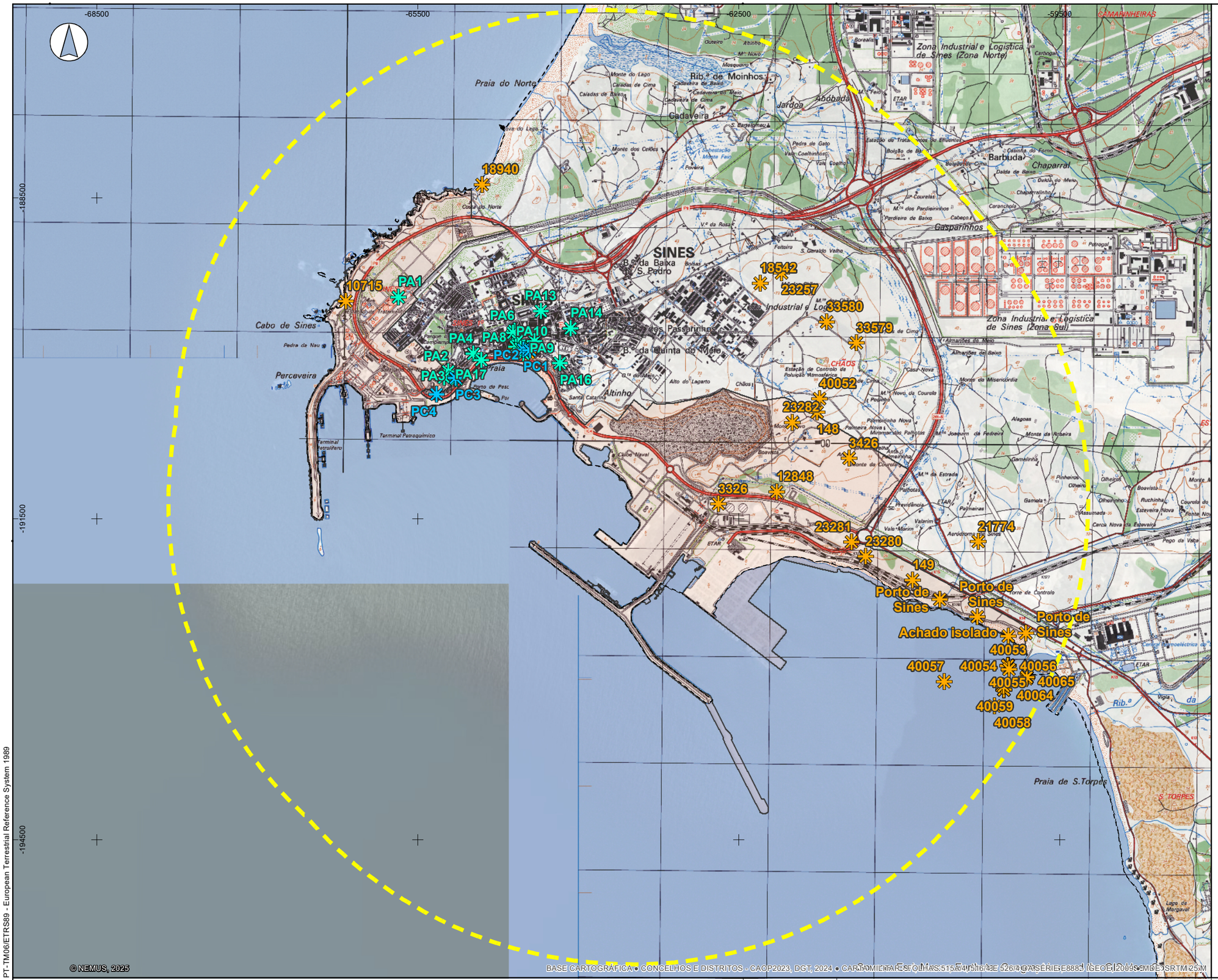
nemus empowering sustainability

Projetou	Júlia Mendes
Verificou	Júlia Mendes
Desenhou	Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Bacia visual do projeto

Escala	1:27 500
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	PAI8
Data	junho 2026
Folha	1/1
Código	T24003_PAI8_BaciaVisual



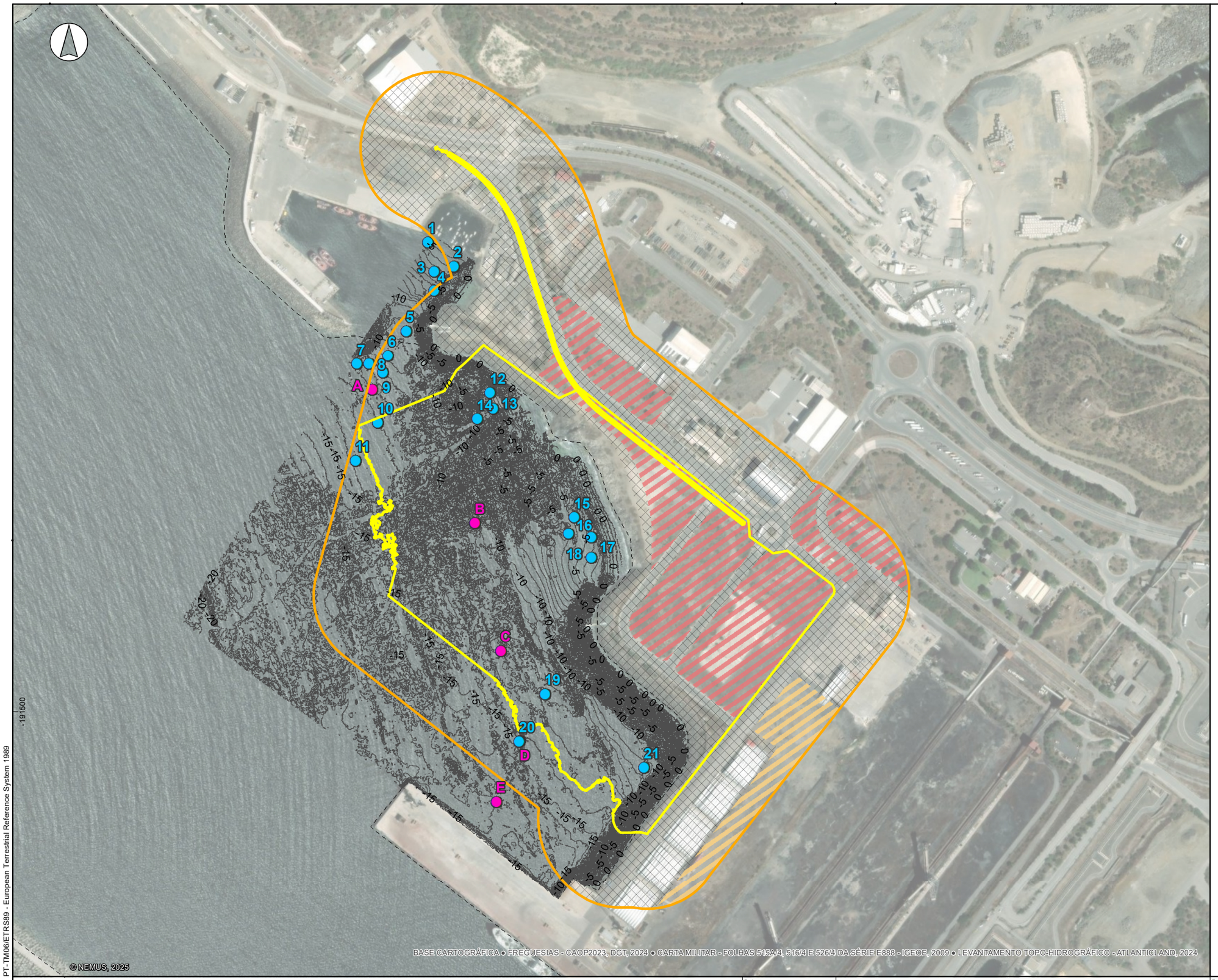
nemus
empowering sustainability

Projetou	Sofia Gomes
Verificou	Maria Grade
Desenhou	João Nunes Alexandre Domingos
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Património arquitetónico e arqueológico inventariado

Escala	1:35 000
Escala gráfica	0 250 500 m
Número	**PAT1**
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_PAT1_EnquadramentoPatrimonial



IMPLANTAÇÃO DO PROJETO (LIMITE EXTERIOR)

ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

VISIBILIDADE

Elevada

Média

ÁREA ANTROPIZADA

LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO

Alvo topográfico

Anomalia magnética

Cota (m)

Fonte: Atlanticland (2024)

LIMITES ADMINISTRATIVOS (CAOP 2023)

Limite de Freguesia

nemus
empowering sustainability

Projetou	Sofia Gomes
Verificou	Maria Grade
Desenhou	João Nunes
Aprovou	Pedro Bettencourt

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO NOVO CAIS DE CARGA GERAL DO PORTO DE SINES

Carta de visibilidades - património

Escala	1:5 000
Escala gráfica	0 50 100 m
Número	PAT2
Data	julho 2025
Folha	1/1
Código	T24003_PAT2_EnquadramentoPatrimonial

ANEXO 2 – CLIMA E ALTERAÇÕES CLIMATICAS: EMISSÕES DE GEE

Quadro 1 – Características das máquinas não rodoviárias, para a situação atual

Terminal	Equipamento	N.º	Consumo ($l \cdot h^{-1}$)	Funcionamento ($h \cdot ano^{-1}$)
Multipurpose (TMS)	Gruas móveis	1	4,6	4284
		1	3,1	4284
	Pás carregadoras	11	3,8	4284
	Total	**13**	**11,5**	**4284**
Contentores (TCS)	Empilhadores de contentores	10	- (1)	8760
	Semirreboques	96	- (1)	8760
	Total	**112**	**330,0** (1)	**8760**

(1) O consumo individual de cada equipamento está refletido no consumo total apresentado.

Quadro 2 – Emissões GEE das máquinas não rodoviárias, para a situação atual

Porto	Emissão CO_2 equivalente ($kton \cdot ano^{-1}$)
Sines	107,0

Quadro 3 – Volume de tráfego médio diário (TMD) para as vias de acesso ao Porto de Sines, para a situação atual

Via tráfego	TMD			
	Dia útil		Fim-de-semana	
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
Via acesso 1 - TCS	0	193	0	0
Via acesso 2 - TGNL	0	19	0	0
Via acesso 3 - TMS	0	32	0	0

Quadro 4 – Emissões GEE das vias de acesso ao Porto de Sines, para a situação atual

Via tráfego	Emissão CO_2 equivalente ($kton \cdot ano^{-1}$)
Via acesso 1 - TCS	22,5
Via acesso 2 - TGNL	2,1
Via acesso 3 - TMS	3,5
TOTAL	**28,1**

Quadro 5 – Tipologia e número de navios que se movimentam no Porto de Sines, para a situação atual

Terminal	Tipologia navio	N.º navios por ano
Porto de Serviço (PS)	Draga	1
	Pontão	1
	Rebocador (com reboque)	2
	Rebocador (sem reboque)	2

Co-funded by the European Union

Terminal	Tipologia navio	N.º navios por ano
Contentores (TCS)	Carga Geral	4
	Estrutura Flutuante	1
	Porta-Contentores	920
	Rebocador (com reboque)	1
	Transporte Produtos Químicos	92
Granéis Líquidos (TGLS)	Navio Tanque	4
	Petroleiro	145
	Tanque	41
	Tanque / Gás Petróleo Liquefeito (LPG)	179
	Tanque / Químico (alto mar)	179
	Transporte Produtos Químicos	241
Gás Natural (TGNL)	Estrutura Flutuante	1
	Tanque / Gás Liquefeito	58
Multipurpose (TMS)	Carga Geral	60
	Draga	1
	Estrutura Flutuante	5
	Graneleiro / Granéis Sólidos	1
	Navio Escola	1
	Navio Graneleiro	3
	Petroleiro	8
	Pontão	1
	Porta-Contentores	7
	Rebocador (com reboque)	1
	Rebocador (sem reboque)	5
	RoRo	1
	Tanque	3
	Tanque / Gás Liquefeito	6
	Tanque / Gás Petróleo Liquefeito (LPG)	11
	Tanque / Químico (alto mar)	13
	Transporte Gado	42
	Transporte Produtos Químicos	108
Petroquímico (TPQ)	Tanque / Gás Liquefeito	1
	Tanque / Gás Petróleo Liquefeito (LPG)	49
	Tanque / Químico (alto mar)	3
	Transporte Produtos Químicos	4

Quadro 6 – Emissões de GEE do tráfego marítimo associado ao Porto de Sines, para a situação atual

Porto	Emissão CO_2 equivalente (kton·ano^{-1})			
	Navegação	Manobra entrada	Manobra saída	Acostagem
Sines	2690,4	12,0	11,6	54,5

Co-funded by the European Union

Quadro 7 – Emissões de GEE do tráfego ferroviário associado ao Porto de Sines, para a situação atual

Porto	Emissão CO_2 equivalente (kton·ano^{-1})
Sines	1,6

Quadro 8 – Emissões de GEE associadas ao consumo energético do Porto de Sines, para a situação atual

Terminal	Emissão CO_2 equivalente (kton·ano^{-1})
Contentores (TCS)	9,5
Granéis Líquidos (TGLS)	1,4
Gás Natural (TGNL)	6,5
Petroquímico (TPQ)	3,2
Multipurpose (TMS)	2,2
Porto de Serviço (PS)	4,8
Total	**27,8**

Quadro 9 – Síntese de emissões de GEE determinadas para os diferentes grupos emissores considerados na avaliação, para a situação atual

Emissão	Fonte emissora	Emissão CO_2 equivalente (kton·ano^{-1})
Direta	Máquinas não rodoviárias	107,0
	Tráfego rodoviário interno	28,1
	Tráfego marítimo	2768,5
	Tráfego ferroviário	1,6
Indireta	Consumo energético	27,8
Total emissão direta		**2905,3**
Total emissão indireta		**27,8**

Quadro 10 – Características das máquinas não rodoviárias, para a situação futura

Terminal	Equipamento	Nº	Consumo (l·h^{-1})	Funcionamento (h·ano^{-1})
Multipurpose (TMS)	Gruas móveis	1	4,6	4.284
		1	3,1	4284
	Pás carregadoras	11	3,8	4284
	Total	**13**	**11,5**	**4284**
Contentores (TCS)	Empilhadores de contentores	10	- (1)	8760
	Semirreboques	96	- (1)	8760
	Total	**112**	**330,0** (1)	**8760**
Vasco da Gama (TVG)	Empilhador	4	16,0	8760
	Empilhador	15	8,5	8760
	Total	**19**	**24,5**	**8760**

(1) O consumo individual de cada equipamento está refletido no consumo total apresentado.

Co-funded by the European Union

Quadro 11 – Fatores de emissão e emissões de GEE das máquinas não rodoviárias, para a situação futura

Porto	**FE (kg·ton combustível)**	**FE (g·ton combustível)**		Emissão (ton·ano^{-1})				Emissão (kton·ano^{-1})
	CO_2	N_2O	CH_4	CO_2	N_2O	CH_4	CO_2 EQUIVALENTE	CO_2 EQUIVALENTE
Sines	3.160,0	136,5	18,0	8.202,1	354,3	46,7	164.051,9	164,1

Quadro 12 – Volume de tráfego médio diário (TMD) para as vias de acesso ao Porto de Sines, para a situação futura

Via tráfego	TMD			
	Dia útil		Fim-de-semana	
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
Via acesso 1 - TCS	0	193	0	0
Via acesso 2 - TGNL	0	19	0	0
Via acesso 3 - TMS	0	32	0	0
Via Acesso - TVG	0	167	0	0

Quadro 13 – Fatores de emissão e emissões de GEE das vias de acesso ao Porto de Sines, para a situação futura

Via tráfego	Fator de Emissão (g·km^{-1}·veículo^{-1})						Emissão (ton·ano^{-1})				Emissão (kton·ano^{-1})
	CO_2		CH_4		N_2O		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2 equivalente	CO_2 equivalente
	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados					
Via acesso 1 - TCS	192,8	1155,2	$6,8x10^{-2}$	$1,6x10^{-1}$	$5,3x10^{-3}$	$2,5x10^{-2}$	22.310,7	3,0	0,5	22.523,8	22,5
Via acesso 2 - TGNL							2.068,9	0,3	$4,5x10^{-2}$	2.089,9	2,1
Via acesso 3 - TMS							3.534,0	0,5	0,1	3.569,8	3,6
Via acesso 4 - TVG							18.183,8	2,6	0,4	18.368,3	18,4
TOTAL	-	-	-	-	-	-	**46.097,4**	**6,4**	**1,0**	**46.552,0**	**46,6**

Co-funded by the European Union

Quadro 14 – Tipologia, potência e número de navios que se movimentam no Porto de Sines, para a situação futura

Terminal	Tipologia navio	N.º navios por ano	Potência (kW)
Porto de Serviço (PS)	Draga	1	2.029,0
	Pontão	1	
	Rebocador (com reboque)	2	
	Rebocador (sem reboque)	2	
Contentores (TCS)	Carga Geral	4	38.753,0
	Estrutura Flutuante	1	
	Porta-Contentores	920	
	Rebocador (com reboque)	1	
	Transporte Produtos Químicos	92	
Granéis Líquidos (TGLS)	Navio Tanque	4	7.932,0
	Petroleiro	145	
	Tanque	41	
	Tanque / Gás Petróleo Liquefeito (LPG)	179	
	Tanque / Químico (alto mar)	179	
	Transporte Produtos Químicos	241	
Gás Natural (TGNL)	Estrutura Flutuante	1	30.694,0
	Tanque / Gás Liquefeito	58	
Multipurpose (TMS)	Carga Geral	64	6.161,0
	Draga	1	
	Estrutura Flutuante	5	
	Graneleiro / Granéis Sólidos	1	
	Navio Escola	1	
	Navio Graneleiro	3	
	Petroleiro	8	
	Pontão	1	
	Porta-Contentores	7	
	Rebocador (com reboque)	1	
	Rebocador (sem reboque)	5	
	RoRo	1	
	Tanque	3	
	Tanque / Gás Liquefeito	6	
	Tanque / Gás Petróleo Liquefeito (LPG)	11	
	Tanque / Químico (alto mar)	13	
	Transporte Gado	42	
	Transporte Produtos Químicos	108	
Petroquímico (TPQ)	Tanque / Gás Liquefeito	1	4.518,0
	Tanque / Gás Petróleo Liquefeito (LPG)	49	
	Tanque / Químico (alto mar)	3	
	Transporte Produtos Químicos	4	

Co-funded by the European Union

Terminal	Tipologia navio	N.º navios por ano	Potência (kW)
Vasco da Gama (TVG)	Navio Porta-Contentores Ultra Grande	-	46.764,0
	Novo Panamax	-	
	Pós Panamax	-	
	Panamax	-	
	Navio Alimentador	-	
	Pequeno	-	
	Total	595	
Cais de carga geral	Granéis sólidos agroalimentares	71	10.043,0
	RO-RO para automóveis	34	

Quadro 15 – Fatores de emissão e emissões de GEE do tráfego marítimo associado ao Porto de Sines, para a situação futura

Porto	Fator de emissão do consumo específico de combustível (g combustível·kWh^{-1})	Poder Calorífico Inferior (TJ·kg combustível^{-1})	Fator de emissão (kg·TJ^{-1})			Emissão CO_2 equivalente (kton·ano^{-1})			
			CO_2	CH_4	N_2O	Navegação	Manobra entrada	Manobra saída	Acostagem
Sines	247,0	3,9x10^{-5}	74.800,0	7,0	2,0	**4101,1**	**17,8**	**16,7**	**68,6**

Quadro 16 – Emissões de GEE do tráfego ferroviário associado ao Porto de Sines, para a situação futura

Porto	Emissão CO_2 equivalente (kton·ano^{-1})
Sines	1,7

Quadro 17 – Emissões de GEE associadas ao consumo energético do Porto de Sines, para a situação futura

Terminal	Emissão CO_2 equivalente (kton·ano^{-1})
Contentores (TCS)	2,0
Granéis Líquidos (TGLS)	0,3
Gás Natural (TGNL)	1,4
Petroquímico (TPQ)	0,7
Multipurpose (TMS)	0,5
Porto de Serviço (PS)	1,0
Total	**5,8**

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Quadro 18 – Síntese de emissões de GEE determinadas para os diferentes grupos emissores considerados na avaliação, para a situação futura

Emissão	Fonte emissora	Emissão CO_2 equivalente (kton·ano^{-1})
Direta	Máquinas não rodoviárias	164,1
	Tráfego rodoviário interno	46,6
	Tráfego marítimo	4204,2
	Tráfego ferroviário	1,7
Indireta	Consumo energético	5,8
Total emissão direta		**4416,5**
Total emissão indireta		**5,8**

Co-funded by the European Union

ANEXO 3 – QUALIDADE DO AR

Anexo 3.1 – Emissões de poluentes atmosféricos

Quadro 19 – Emissões de poluentes atmosféricos das máquinas não rodoviárias, para a situação atual

Porto	Emissão (ton·ano^{-1})		
	NO_2	PM10/PM2,5	CO
Sines	38,9	1,4	17,5

Quadro 20 – Volume de tráfego médio anual (TMA) para o IP8 e N120-1

Via tráfego	TMA	
	Ligeiros	Pesados
1 – IP8	6519	670
2 – N120-1	2805	469

Quadro 21 – Emissões de poluentes atmosféricos das vias existentes no domínio em estudo, para a situação atual

Via tráfego	Emissão (ton·ano^{-1})		
	NO_2	PM10/PM2,5	CO
1 – IP8	$3,3x10^{-2}$	$1,6x10^{-3}$	$2,0x10^{-2}$
2 – N120-1	$1,7x10^{-2}$	$7,1x10^{-4}$	$8,6x10^{-3}$
3 – Via acesso 1 - TCS	$7,5x10^{-1}$	$2,1x10^{-2}$	$1,8x10^{-1}$
4 – Via acesso 2 - TGNL	$4,1x10^{-2}$	$1,1x10^{-3}$	$9,5x10^{-3}$
5 – Via acesso 3 - TMS	$2,3x10^{-1}$	$6,0x10^{-3}$	$5,2x10^{-2}$
TOTAL (vias externas)	**$5,0x10^{-2}$**	**$2,3x10^{-3}$**	**$2,8x10^{-2}$**
TOTAL (vias internas)	**1,0**	**$2,8x10^{-2}$**	**$2,4x10^{-1}$**
TOTAL	**1,1**	**$3,0x10^{-2}$**	**$2,7x10^{-1}$**

Quadro 22 – Emissões de poluentes atmosféricos do tráfego marítimo associado ao Porto de Sines, para a situação atual

Porto	Poluente	Emissão (ton·ano^{-1})			
		Navegação	Manobra entrada	Manobra saída	Acostagem
Sines	NO_2	48,3	401,3	388,9	48,3
	PM10/PM2,5	2,8	20,5	19,8	2,8
	SO_2	0,5	4,6	4,4	0,5
	CO	1,2	28,9	28,0	1,2

Quadro 23 – Síntese de emissões poluentes atmosféricos determinadas para os diferentes grupos emissores considerados na avaliação, para a situação atual

Fonte emissora	Emissão (ton·ano^{-1})			
	NO_2	PM10/PM2,5	CO	SO_2
Máquinas não rodoviárias	38,9	1,4	17,5	-
Tráfego rodoviário externo	$5,0x10^{-2}$	$2,3x10^{-3}$	$2,8x10^{-2}$	-
Tráfego rodoviário interno	1,0	$2,8x10^{-2}$	$2,4x10^{-1}$	-

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Fonte emissora	Emissão (ton·ano^{-1})			
	NO_2	PM10/PM2,5	CO	SO_2
Tráfego marítimo	2.656,6	135,9	189,1	30,2
TOTAL	**2.696,6**	**137,4**	**206,9**	**30,2**

Quadro 24 – Emissões de poluentes atmosféricos das máquinas não rodoviárias, para a situação futura

Porto	Emissão (ton·ano^{-1})		
	NO_2	PM10/PM2,5	CO
Sines	18,5	0,4	26,8

Quadro 25 – Emissões de poluentes atmosféricos das vias existentes no domínio em estudo, para a situação futura

Via tráfego	Emissão (ton·ano^{-1})		
	NO_2	PM10/PM2,5	CO
1 – IP8	$9,4x10^{-1}$	$2,5x10^{-2}$	$2,3x10^{-1}$
2 – N120-1	1,6	$4,2x10^{-2}$	$3,9x10^{-1}$
3 – Via acesso 1 - TCS	$7,4x10^{-1}$	$2,1x10^{-2}$	$1,9x10^{-1}$
4 – Via acesso 2 - TGNL	$4,3x10^{-2}$	$1,1x10^{-3}$	$1,0x10^{-2}$
5 – Via acesso 3 - TMS	$2,4x10^{-1}$	$6,2x10^{-3}$	$5,6x10^{-2}$
6 – Via acesso 4 - TVG	$5,4x10^{-2}$	$1,6x10^{-3}$	$1,5x10^{-2}$
TOTAL (vias externas)	**2,6**	**$6,7x10^{-2}$**	**$6,2x10^{-1}$**
TOTAL (vias internas)	**1,1**	**$3,0x10^{-2}$**	**$2,7x10^{-1}$**
TOTAL	**3,6**	**$9,7x10^{-2}$**	**$8,9x10^{-1}$**

Quadro 26 – Emissões de poluentes atmosféricos do tráfego marítimo associado ao Porto de Sines, para a situação futura

Porto	Poluente	Emissão (ton·ano^{-1})			
		Navegação	Manobra entrada	Manobra saída	Acostagem
Sines	NO_2	74,1	593,4	556,4	2291,5
	PM10/PM2,5	4,3	30,3	28,4	116,9
	SO_2	0,8	6,8	6,4	26,1
	CO	1,9	42,9	40,2	165,1

Quadro 27 – Síntese de emissões poluentes atmosféricos determinadas para os diferentes grupos emissores considerados na avaliação, para a situação futura

Fonte emissora	Emissão (ton·ano^{-1})			
	NO_2	PM10/PM2,5	CO	SO_2
Máquinas não rodoviárias	18,5	0,4	26,8	-
Tráfego rodoviário externo	1,5	$5,9x10^{-2}$	$3,9x10^{-1}$	-
Tráfego rodoviário interno	1,1	$3,0x10^{-2}$	$2,7x10^{-1}$	-
Tráfego marítimo	3513,3	180,0	250,0	40,0
TOTAL	**3536,4**	**180,5**	**277,5**	**40,0**

Co-funded by the European Union

Anexo 3.2 – Descrição dos modelos utilizados

I – Modelo de dispersão – AERMOD

O AERMOD é um modelo de dispersão avançado que incorpora tratamentos atuais da teoria da camada limite planetária, conhecimentos de turbulência, dispersão e interações com a superfície. Este modelo foi formalmente proposto pela USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) em abril de 2000 como substituto do modelo ISCST3. A última versão do modelo (utilizada neste estudo) inclui os algoritmos de *downwash* do penacho do modelo PRIME. Esta versão foi sujeita a avaliações por parte da USEPA (Documentos n.º EPA-454/R-03-002 e n.º EPA-454/R-03-003 de junho de 2003), com resultados bastante positivos, sendo recomendada a sua utilização como modelo autorizado. O AERMOD substitui desde novembro de 2005 o anterior modelo "regulatório" Americano ISC3 – *Industrial Sourcer Complex*.

O AERMOD é um modelo de dispersão de estado estacionário. Na camada limite estável, assume-se que a distribuição das concentrações é gaussiana, quer na vertical quer na horizontal. Na camada de limite convectiva, assume-se que a distribuição horizontal é gaussiana, mas a distribuição vertical é descrita com uma função de probabilidade de densidade bi-gaussiana.

O AERMOD foi concebido para tratar fontes à superfície e elevadas, em topografia simples e complexa. Tal como o modelo ISCST3, o AERMOD tem possibilidade de tratamento de fontes múltiplas (pontuais, em área ou em volume), apresentando relativamente a este último modelo as seguintes vantagens, entre outras:

- Entra em linha de conta com a temperatura e vento acima da fonte emissora, em condições estáveis, e com *updrafts* e *downdrafts* convectivos em condições instáveis;
- Relativamente aos dados de entrada meteorológicos, pode adaptar níveis múltiplos de dados a várias altitudes da fonte emissora e do penacho, para além de criar perfis verticais de vento, temperatura e turbulência;
- Utiliza tratamentos gaussianos na dispersão vertical e horizontal do penacho em condições estáveis e uma função não gaussiana de probabilidade de densidade na dispersão vertical em condições instáveis;
- Na formulação da altura da camada de mistura inclui uma componente mecânica e, ao utilizar dados de entrada horários, fornece uma sequência mais realista das alterações diurnas da camada de mistura;
- O AERMOD fornece flexibilidade na seleção das características da superfície do domínio em estudo;
- Nos efeitos de *downwash* de estruturas próximas, o AERMOD beneficia da tecnologia avançada fornecida pelos algoritmos do modelo PRIME.

O AERMOD é um sistema de modelos constituído por três módulos: (i) AERMOD (*air dispersion model*), (ii) AERMET (*meteorological data preprocessor*) e (iii) AERMAP (*terrain preprocessor*).

O AERMET é o sistema de pré processamento de dados meteorológicos do AERMOD, cujo objetivo consiste na utilização de parâmetros meteorológicos, representativos do domínio em estudo, para calcular parâmetros da camada limite utilizados para estimar perfis verticais de vento, turbulência e temperatura. O AERMET baseia-se num modelo de pré processamento já regulado pela USEPA, o MPRM (*Meteorological Processor for Regulatory Models*) e processa os dados meteorológicos de entrada no modelo em três fases. Numa primeira fase o programa efetua várias verificações de qualidade dos dados.

Numa segunda fase os dados disponíveis são agrupados em períodos de 24 horas e armazenados num único ficheiro. Numa terceira fase o programa lê os dados provenientes da segunda fase e estima os parâmetros necessários como dados de entrada no AERMOD. Nesta fase são criados dois ficheiros para o AERMOD: 1) um ficheiro para as estimativas horárias da camada limite; 2) um ficheiro de perfis verticais de velocidade e direção do vento, temperatura e desvio padrão das componentes, horizontal e vertical do vento.

Co-funded by the European Union

O AERMAP é um pré processador da superfície concebido para simplificar e estandardizar os dados de entrada no AERMOD. Os dados de entrada incluem dados de elevação dos recetores. Os outputs incluem, para cada recetor, localização e escalas de altitude, utilizados para o cálculo dos fluxos de ar.

Este modelo tem sido utilizado pela USEPA como modelo regulatório (recomendado), estando largamente testado e validado.

II – Modelo mesometeorológico – TAPM

Para a modelação da dispersão da pluma, tendo em conta os obstáculos próximos, e para a determinação da estrutura vertical da atmosfera propõe-se a utilização do modelo TAPM – *The Air Pollution Model*: Trata-se de um modelo desenvolvido pela Csiro, *Atmospheric Research*, que inclui um módulo meteorológico e um módulo de dispersão de poluentes, incluindo a formação de poluentes secundários e produção de ozono. Este modelo possui a vantagem de ser aplicável a situações complexas de topografia e campo de ventos, bem como apresentar a possibilidade de simulações de longo termo – um ano – com as vantagens da possibilidade de comparação dos resultados com a legislação aplicável.

O TAPM consiste no acoplamento de um modelo de prognóstico meteorológico e de um modelo de dispersão da concentração de poluentes atmosféricos. O modelo integra fluxos importantes para a escala local de poluição de ar, tal como brisas do mar e fluxos induzidos pelo terreno, tendo em conta um fundo de grande escala de meteorologia fornecida por análises sinópticas.

O módulo meteorológico de mesoscala utiliza como dados de entrada o forçamento sinóptico fornecido pelo "*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*", e dados de topografia e uso do solo. A componente meteorológica do TAPM é um modelo tridimensional, não-hidrostático. O modelo resolve a equação da conservação da quantidade de movimento para as componentes horizontais do vento, a equação da continuidade de um fluido incompressível para a componente vertical e equações escalares para a temperatura potencial e humidade específica.

A componente de dispersão de poluentes do TAPM utiliza a formulação Euleriana tridimensional desenvolvida para a simulação dos processos físico-químicos associados à produção, transporte, dispersão e deposição de poluentes atmosféricos reativos e não reativos. O modelo considera reações para várias espécies, entre as quais se salientam os óxidos de azoto (NO e NO_2) e ozono (O_3).

Co-funded by the European Union

Anexo 3.3 – Condições para interpretação dos resultados do estudo de dispersão

Da aplicação do AERMOD resultam ficheiros de valores de concentração dos diferentes poluentes em análise, estimados tendo em conta as emissões inseridas das fontes pontuais consideradas no estudo e as condições meteorológicas e topográficas locais. As concentrações são apresentadas para a malha de recetores considerada no estudo. Por "recetores" entendem-se pontos representativos de áreas unitárias, que constituem a grelha que cobre o domínio de estudo.

A partir dos valores estimados são efetuados mapas de distribuição de valores de concentração.

Os mapas de distribuição de longo termo (média anual) referem-se aos valores médios estimados para cada área, para o ano em análise.

Os mapas de distribuição de curto termo (médias horárias, octohorárias e diárias) referem-se ao valor máximo estimado no ano em estudo para o recetor (área) em análise. O mapa apresentado neste caso é representativo de uma compilação de vários períodos temporais nos quais se registaram valores elevados em determinado local. Trata-se, desta forma, de um cenário máximo criado apenas para avaliação dos máximos registados em cada área.

A distribuição dos valores nestes mapas pode ser referente a períodos temporais distintos, durante os quais, em determinadas áreas (ou recetores), e com determinadas condições meteorológicas, ocorreram os valores máximos (horários, octohorários e diários). A análise efetuada nesta base de trabalho tem sempre de ter este facto em consideração, não podendo esta forma de apresentação ser diretamente comparável a valores limite ou de referência. Apesar disso, sempre que possível, nas escalas gráficas dos mapas de distribuição dos valores máximos são inseridos os valores limite da legislação de forma a integrar os valores estimados face aos valores de referência.

Os mapas exprimem, para cada um dos recetores (pontos considerados representativos de áreas), a concentração máxima estimada pelo modelo independentemente do dia ou da hora do ano em estudo. No fundo, esta é uma perspetiva virtual onde se condensam todas as piores situações, recetor a recetor, numa imagem única, resultando numa espécie de "fotografia" dos piores casos, ponto a ponto, como se tivessem ocorrido todos em simultâneo.

No caso de poluição atmosférica, o pior cenário poderá ser a conjunção de um período (horário, octohorário ou diário) ou vários períodos onde simultaneamente teriam ocorridos valores elevados de vários poluentes. Esta análise é de elevada complexidade, dada a infinidade de variáveis em jogo, pelo que está convencionada a apresentação gráfica dos valores máximos, em períodos temporais distintos, tal como é efetuado neste estudo.

A comparação entre as concentrações máximas estimadas pelo modelo de simulação e os valores de referência ou legalmente aplicáveis é efetuada em forma de tabela a seguir aos mapas de distribuição de valores. Chama-se a atenção para o facto de os valores presentes nestas tabelas corresponderem aos valores máximos estimados (VE) para cada poluente em análise, dentro do universo de todos os recetores (áreas) e para as 8760 horas simuladas (ano completo).

A comparação é efetuada também através da aplicação de um fator de segurança (designado por F2) atribuído aos resultados dos modelos Gaussianos, como o utilizado neste estudo. Por aplicação deste fator entende-se que os valores reais, estatisticamente, poderão ser metade ou o dobro dos valores estimados numericamente pelo modelo.

Ao comparar os resultados das simulações com a legislação portuguesa é possível verificar se, em algum recetor (área), se prevê que haja ultrapassagem do limite legal para a qualidade do ar.

Co-funded by the European Union

ANEXO 4 – PATRIMÓNIO

Anexo 4.1 – Correspondência

Co-funded by
the European Union

Assunto: Pedido de informação
De: Sofia Gomes <sofia.gomes@nemus.pt>
Data: 24/10/2024, 14:41
Para: cultura@mun-sines.pt, geral@mun-sines.pt
BCC: Maria Grade <maria.grade@nemus.pt>

Exmo Sr. Presidente Nuno Mascarenhas

A Administração dos Portos de Sines e do Algarve, S.A. deu início ao projeto do Novo Cais de Carga Geral (entre o terminal Multipurpose e o porto de Serviços) e ao projeto do Prolongamento NW do Molhe Leste, tendo os Estudos Ambientais ficado sob a responsabilidade da empresa Nemus, Gestão e Requalificação Ambiental,lda.

O Novo Cais de Carga Geral tem como finalidade servir um conjunto multidisciplinar de indústrias, como a indústria das energias renováveis oceânicas, a indústria agroalimentar e\ou a movimentação de carga RO-RO. O Prolongamento do Molhe Leste do Porto de Sines, até 400m, deverá assegurar as necessárias condições de abrigo e manobrabilidade na bacia e no Cais de Carga Geral.

Sabendo de antemão da riqueza patrimonial da região, incluindo do património subaquático, gostaríamos de saber se a Câmara Municipal tem presentemente algum projeto em desenvolvimento em meio submerso ou em meio terrestre, na área envolvente ao Porto de Sines. Mais, vimos procurar saber se a Câmara Municipal pode disponibilizar alguma informação patrimonial que exista, tipo base de dados, que não esteja ainda divulgada nos canais oficiais da Tutela Patrimonial.

Os melhores cumprimentos,

Sofia de Melo Gomes

--
Sofia de Melo Gomes
Arqueóloga

NEMUS - Gestão e Requalificação Ambiental, Lda.
Campus do Lumiar - Estrada do Paço do Lumiar, Edifício D, r/c
1649-038 LISBOA
Telefone: 217 103 160
Fax: 217 103 169
URL: www.nemus.pt
E-mail: sofia.gomes@nemus.pt

Anexo 4.2 – Levantamento Hidrográfico Multifeixe e Campanha de Prospeção Magnética

Co-funded by the European Union

ATLANTICLAND®
CONSULTING

LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO
MULTIFEIXE E CAMPANHA DE PROSPEÇÃO MAGNÉTICA

Cais de Carga - Porto de Sines

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

nemus
empowering sustainability

outubro de 2024
Versão 02
Número total de páginas - 31

Ficha Técnica do Documento

Título:	Levantamento Hidrográfico Multifeixe e Campanha de Prospeção Magnética – *Cais de Carga – Porto de Sines*
Data de execução:	25-26 de setembro de 2024
Cliente:	NEMUS – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda.
Descrição:	O presente documento constitui o relatório técnico final correspondente à conclusão do levantamento batimétrico multifeixe e prospeção magnética executados no Cais de Carga do Porto Sines entres os dias 25 e 26 de setembro de 2024. A prestação de serviços hidrográficos respeitou as especificações e recomendações da Organização Hidrográfica Internacional (OHI) e Instituto Hidrográfico Português (IH) para o método de preparação, aquisição e processamento dos dados, assim como o cumprimento dos critérios de classificação dos levantamentos Ordem especial, conforme publicação S-44 da (OHI). Os serviços de prospeção magnética respeitaram as especificações determinadas e contratualmente acordadas bem como as recomendações e melhores práticas na preparação, aquisição, processamento e interpretação dos dados. Estes trabalhos tiveram como objetivo a atualização batimétrica, identificação de objetos imersos anómalos à morfologia de fundo e identificação de anomalias magnéticas.
Data de produção:	25 de outubro de 2024
Data da última atualização:	25 de outubro de 2024
Versão:	Versão 01
Desenvolvimento e produção:	AtlanticLand Consulting, Lda
Coordenador de Projeto:	Victor Silva, AtlanticLand Consultores, Lda
Gestão de Projeto e aprovação técnica (geofísica):	Carlos Grangeia, Geosurveys, Consultores em Geofísica, Lda.
Execução técnica (geofísica):	Jorge Carvalho, Geosurveys, Consultores em Geofísica, Lda.
Estado do documento	Finalizado
Nome do ficheiro digital:	RTF_LH_MAG_202409_CaisCarga_Sines.docx

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

Índice

1 INTRODUÇÃO 5

2 LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO 6

Documentos consultados 6

2.1 Localização 7

2.2 Apoio Topográfico 7

2.1.1. Sistema de Referência 7

3 LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO MULTIFEIXE 8

3.1 Ordem do levantamento 8

3.2 Preparação 8

3.3 Execução 9

3.3.1 Determinação do posicionamento e atitude da embarcação 9

3.3.2 Medição das profundidades 10

3.3.3 Maré RTK 10

3.3.4 Medição da velocidade de propagação do som 10

3.3.5 Aquisição, controlo e gravação da informação hidrográfica 10

3.3.6 Processamento 10

3.4 Alvos Topográficos 12

4 PROSPEÇÃO MAGNÉTICA 17

4.1 Área de prospeção e aquisição de dados 18

4.2 Controlo de qualidade dos dados 21

4.3 Processamento de dados e resultados 22

4.4 Interpretação de resultados 24

5 EQUIPAMENTOS 25

6 RESPONSABILIDADES E EQUIPA TÉCNICA 29

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

7 PRODUTOS FINAIS 29

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 31

Índice de Figuras

Figura 1| Localização do levantamento (GoogleEarth). 7

Figura 2 | Embarcação de apoio ao levantamento hidrográfico 9

Figura 3| Dados adquiridos de prospeção magnética (ETRS89/ Portugal TM06). 18

Figura 4| Magnetómetro de Césio G882AR (Geometrics) e configuração utilizada em campanha. 19

Figura 5| Aquisição de dados magnéticos na área de prospeção. 19

Figura 6 | Profundidade do magnetómetro durante a campanha de prospeção. 20

Figura 7|Exemplo de configuração geométrica do sistema de aquisição. 21

Figura 8| Mapa de dados magnéticos de campo total. 23

Figura 9| Mapa de dados magnéticos de campo residual – U12. 23

Figura 10| Mapa de dados magnéticos de campo residual – U7. 24

Figura 11|Mapa interpretativo das áreas anómalas identificadas sobre o mapa de dados magnéticos de campo residual - U7. 25

Figura 12| Transdutor do sistema multifeixe NORBIT iWBMS. 26

Figura 13| Sistema de navegação Applanix POS MV WAVEMASTER II. 27

Figura 14| Sensores SV e SVP AML. 27

Figura 15| Recetor GNSS Trimble R10-2. 28

Figura 16 | Magnetómetro de Césio G882AR da Geometrics. 28

Figura 17| Superfície do modelo batimétrico georreferenciada 30

Índice de Tabelas

Tabela 1 | Pontos topográficos de apoio ao levantamento 8

Tabela 2| Alvos topográficos de possível interesse 12

Tabela 3| Produtos finais de entrega. 30

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

1 INTRODUÇÃO

O presente documento destina-se a descrever os procedimentos técnicos adotados no âmbito da realização de um levantamento hidrográfico, com sistema multifeixe, para atualização batimétrica e identificação de objetos e/ou estruturas localizados na camada à superfície, completado por prospeção geofísica, pelo método magnético em contexto arqueológico. Através da análise da magnetometria, será possível uma identificação de corpos de natureza ferromagnética em posição mais superficial e/ou de maior dimensão. Num estudo de conjunto permitirá interpretar uma potencial correlação com corpos anómalos posicionados em profundidade.

Os levantamentos foram realizados com a aplicação de equipamentos e metodologias de elevada precisão e qualidade, no objetivo de assegurar a recolha de dados que permitam ser utilizados como indicadores de diagnóstico, contribuindo para uma maior racionabilidade e sustentabilidade das opções tomadas pelos decisores.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

2 LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO

Da realização de um levantamento hidrográfico resulta um conhecimento do fundo marinho que pode e deve ser caracterizado e que, face aos métodos atuais de execução, permite descrevê-lo com elevado detalhe.

Neste caso específico os objetivos do levantamento hidrográfico são:[1]

1. Aquisição de dados georreferenciados com recurso a levantamentos efetuados no mar relacionados com:
    a) Profundidades nas áreas de interesse;
    b) Deteção de objetos e anomalias;
    c) Composição do fundo marinho.
2. Processamento da informação adquirida de forma a ser possível alimentar a produção de projetos de engenharia, mapas temáticos, cartas náuticas e outro tipo de documentação com os seguintes propósitos:
    a) Estudos de engenharia e científicos.
    b) Administração de zonas costeiras;
    c) Preservação do meio marinho.

Cada levantamento hidrográfico é desenvolvido por Geómetras, Geofísicos e Hidrógrafos Certificados, acreditados pela *Organização Hidrográfica Internacional* (OHI), *Fédération Internationale de Géomètres* (FIG) e *International Cartographic Association* (ICA), projetado de modo a cumprir as atuais especificações da OHI e de acordo com as "Especificações técnicas para planeamento execução e processamento de levantamentos hidrográficos" produzida pelo *Instituto Hidrográfico* Português (IH).

DOCUMENTOS CONSULTADOS

A existência de uma sustentabilidade documental é fundamental e de elevada importância, para a realização dos trabalhos com rigor e segurança. Foram consultados os seguintes documentos:

- Plantas de localização, das áreas de atuação e pontos de apoio ao geoposicionamento;
- Carta de Navegação de aproximação de cada área;
- Avisos aos Navegantes, promulgado pelas Autoridades Marítimas e Portuárias;
- Tabela das marés 2024, IH;

[1] Organização Hidrográfica Internacional, Mónaco, National Maritime Policies and Hydrographics Services (M-2), P-13.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

2.1 LOCALIZAÇÃO

A área de levantamento localiza-se no Cais de Carga do Porto de Sines, como representado na Figura 1.

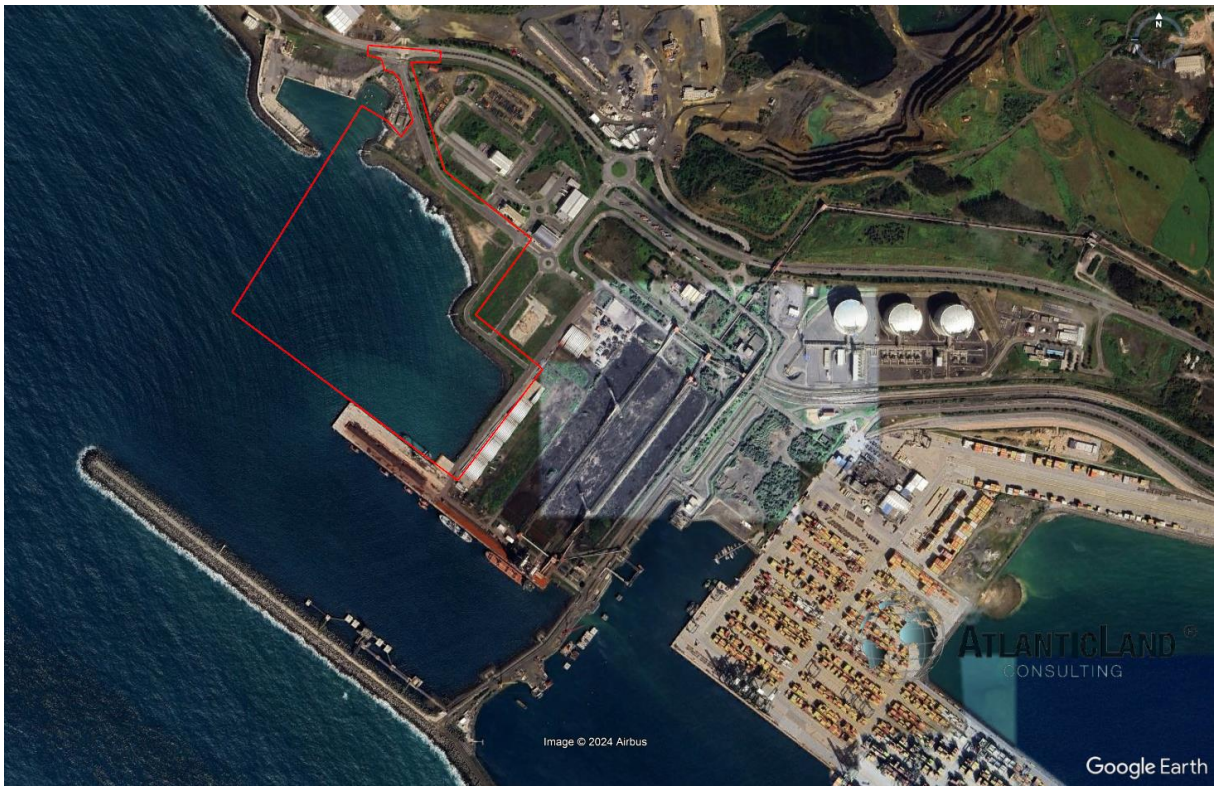


Figura 1| Localização do levantamento (GoogleEarth).

2.2 APOIO TOPOGRÁFICO

2.1.1. SISTEMA DE REFERÊNCIA

Para a execução do levantamento foi necessária a ligação à Rede Geodésica Local para consequente georreferenciação dos dados adquiridos através do posicionamento em tempo real utilizando a técnica RTK. Na Tabela 1 estão apresentados os pontos topográficos de apoio utilizados para a georreferenciação do levantamento. Estes pontos encontram-se no sistema de coordenadas PT-TM06/ETRS89, referido altimetricamente ao Zero Hidrográfico (ZH), situado 2.00 metros abaixo do Nível Médio Adoptado (NMA) da água do mar em Cascais (Datum Altimétrico de Cascais Helmert 38).

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

Tabela 1 | Pontos topográficos de apoio ao levantamento

Ponto	X	Y	Z (ZH)
⊙AL08	-63790.378	-190852.385	6.022
⊙AL09	-63607.352	-191008.070	9.445
⊙AL10	-63166.330	-191068.007	13.374
⊙AL31	-63788.275	-190857.431	6.138

3 LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO MULTIFEIXE

3.1 ORDEM DO LEVANTAMENTO

Segundo a publicação "Normas para Levantamentos Hidrográficos" (S-44)[2] estabelecida pela OHI, classifica-se o presente levantamento de Ordem Especial e Cobertura Completa, com os requisitos mínimos associados em função das máximas incertezas admissíveis, horizontal e vertical, e das dimensões mínimas das estruturas a detetar.

3.2 PREPARAÇÃO

No início das operações de sondagem foi efetuada a calibração do sistema sondador, de modo a efetivar a correta determinação dos desvios de orientação. Estas, consistem na medição dos desvios da origem de medição do balanço, do cabeceio e proa. O atraso em tempo é corrigido pelo sensor de posicionamento, eliminando-se assim a existência de latência na troca de informação entre equipamentos. Foram verificados e utilizados, durante a aquisição de dados e de forma a permitir a correção prévia dos dados gravados, os parâmetros de calibração do Sistema Multifeixe. Após a aquisição dos dados, os parâmetros foram novamente verificados e utilizadas as correções necessárias através do ficheiro de configuração da embarcação, a ser utilizado para processamento final dos dados.

[2]Esta publicação, "Standards OHI para pesquisas hidrográficas" (S-44), compõe-se de uma série de normas desenvolvidas pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI), para ajudar a melhorar a segurança da navegação.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt



Figura 2 | Embarcação de apoio ao levantamento hidrográfico

3.3 EXECUÇÃO

A sondagem foi executada numa embarcação com dimensões apropriadas ao bom funcionamento e instalações dos equipamentos, durante o período de preia-mar. As condições ambientais predominantes foram satisfatórias para a prática dos trabalhos de sondagem.

3.3.1 Determinação do posicionamento e atitude da embarcação

O sistema de posicionamento utilizado foi suportado pela técnica *Real Time Kinematic* (RTK), com transmissão de dados diferenciais no modo *Ultra High Frequency* (UHF). Num ponto de coordenadas conhecidas, em terra ligada a um rádio de modo a serem enviadas as correções diferenciais para o recetor/sensor de posicionamento *SIMRAD Seapath 380*, localizado a bordo da embarcação. Este sensor é um módulo de integração dos dados de posicionamento com dados de atitude do sensor inercial, que se baseia na informação obtida por um sensor inercial, dois recetores *Global Positioning System* (GPS) e uma estação de referência. Esta unidade calcula e envia para a unidade de processamento do sondador a posição, a atitude e a proa da embarcação, referidos ao centro de gravidade da embarcação.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

3.3.2 Medição das profundidades

Para obtenção da superfície batimétrica, a embarcação de sondagem foi equipada com um sistema de multifeixe NORBIT – iWBMS, um sistema capaz de obter uma resolução em alcance extremamente alta, satisfazendo facilmente os requisitos mínimos da Ordem Especial da IHO-S44.

A precisão digital de formação, focagem dos feixes e a alta taxa de amostragem das sondas obtidas proporcionam um valor de profundidade de elevada precisão. Inclui algoritmos altamente eficientes para sinalização automática de sondagens que deviam ser eliminados da pesquisa. Estas sondas não são removidas, simplesmente marcadas como inválidas, por isso, é sempre possível inverter a decisão facilmente.

3.3.3 Maré RTK

Os dados de variação do nível de água foram obtidos em modo RTK, possibilitando a bordo da embarcação visualizar a cota de fundo relativa ao plano de referência vertical. A leitura desses valores ocorre em simultâneo com a obtenção de profundidades, conseguida por via de junção de sensores de posicionamento com elevada exatidão. O método aplicado é o de transmissão de dados via rádio link, proporcionando uma ligação robusta e com baixa latência. Com este sistema, a correção altimétrica é focada ao local real de medição de profundidade e não em função de uma zona estabelecida para a interpolação da correção dos seus valores, que tentariam dessa forma minimizar o desfasamento temporal da curva de variação. No tratamento destes são aplicados algoritmos matemáticos específicos para a filtragem dos dados brutos, para correta definição da curva sinusoidal de variação altimétrica.

3.3.4 Medição da velocidade de propagação do som

Para a medição da velocidade de propagação do som ao longo da coluna de água, e para calibração do transdutor, foi utilizado um *Sound Velocity Profiler* (SVP), modelo AML minos-X. No início de cada sessão de sondagem, e sempre que verificado uma variabilidade espacial e temporal dos valores, foi realizada a leitura do perfil da velocidade de propagação do som ao longo da coluna de água com recurso ao equipamento *SVP Profiler* da AML. Estes dados foram utilizados para o cálculo das correções de refração aplicadas na transmissão do feixe.

3.3.5 Aquisição, controlo e gravação da informação hidrográfica

Os dados foram obtidos e controlados em tempo real através de um *software* dedicado, permitindo ao operador ter o conhecimento da localização da sua embarcação sob a área de sondagem e o leque de varrimento do seu equipamento.

3.3.6 Processamento

Os dados foram importados para *software* de processamento. Para o efeito, foram utilizados os parâmetros de conversão do filtro de profundidade, criando uma janela de profundidades que compreende o intervalo

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

de valores entre as de sondas admissíveis obtidas. Assim, as profundidades fora deste intervalo foram rejeitadas, não tendo sido utilizadas nas fases seguintes do processamento.

Procedeu-se à seguinte sequência de operações:

- Análise dos dados de atitude, de proa e de posicionamento, com vista à deteção de eventuais erros e consequente rejeição das profundidades afetadas desses valores;
- Interpolação do caminho da embarcação com base nas posições de controlo;
- Determinação do *Total Propagator Uncertainty* (TPU), ou seja, da incerteza associada a cada medição, e eliminação de todas as sondas com uma incerteza na medição superior à exigida para levantamentos de Ordem Especial;
- Deteção, análise e eliminação de profundidades anómalas (*spikes*) registadas entre feixes de uma mesma faixa sondada (*swath*) através de filtros do sistema;
- Conversão das profundidades obtidas em sondas reduzidas, com a introdução dos valores de maré, ficando assim os valores de profundidade ao plano do ZH.

VALIDAÇÃO DO PROCESSAMENTO

Os dados de sondagem foram processados do seguinte modo:

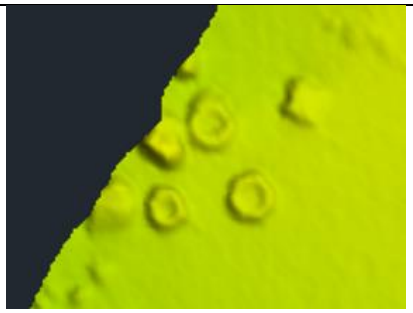
- Automaticamente, com recurso ao algoritmo *Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator* (CUBE);
- Manualmente, utilizando a visualização por perfis e por áreas, de modo a validar o processamento automático efetuado anteriormente.

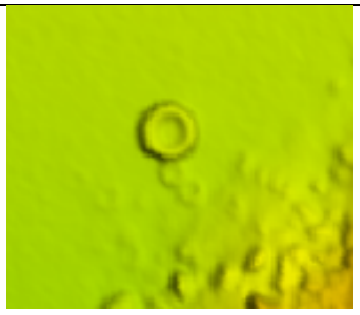
AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

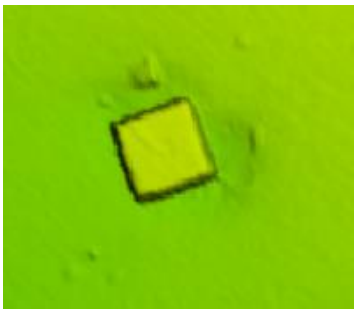
3.4 ALVOS TOPOGRÁFICOS

Após o processamento dos dados batimétricos, procedeu-se à procura e identificação de elementos anómalos à morfologia natural do fundo, a fim de criar uma base com imagens ilustrativas e localização dos mesmos. Num porto é usual e deteção de inúmeros detritos espalhados pelo fundo. Em alguns locais identificaram-se objetos de possível interesse que podem ser associados a objetos que normalmente são encontrados no fundo de portos, como por exemplo pneus e poitas, outros não é possível identificar semelhanças com objetos conhecidos. Na descrição dos alvos procurou-se caraterizar os objetos encontrados segundo a sua forma.

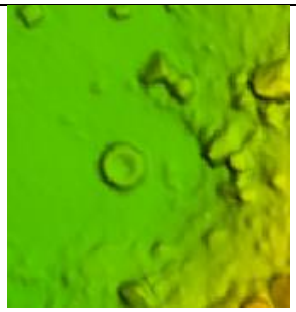
Tabela 2| Alvos topográficos de possível interesse

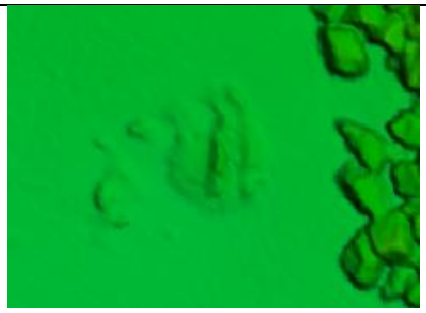
ID: M P LAT LONG	ALVO_01 -63775.86 -190871.03 37° 56’ 47.92’’ N 8° 51’ 31.27’’ W	
Descrição	Objetos semelhantes pneus	

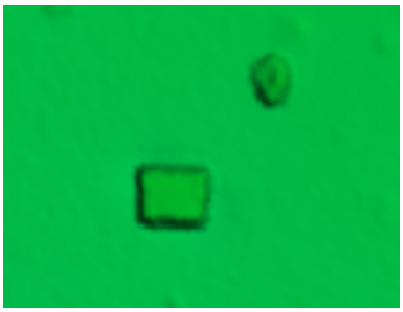
ID: M P LAT LONG	ALVO_02 -63741.64 -190903.12 37° 56’ 46.89’’ N 8° 51’ 29.85’’ W	
Descrição	Objeto semelhante a um pneu	

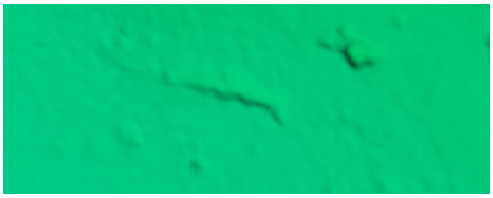
ID: M P LAT LONG	ALVO_03 -63767.68 -190910.34 37° 56’ 46.65’’ N 8° 51’ 30.92’’ W	
Descrição	Objeto possivelmente betão devido á sua forma geométrica e face plana	

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

ID: M P LAT LONG	ALVO_04 -63767.43 -190936.69 37° 56’ 45.79’’ N 8° 51’ 30.90’’ W	
Descrição	Objeto semelhante a um pneu	

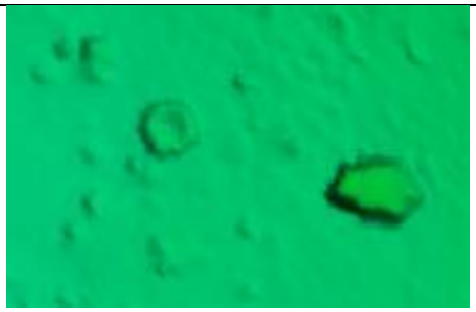
ID: M P LAT LONG	ALVO_05 -63805.17 -190990.29 37° 56’ 44.04’’ N 8° 51’ 32.43’’ W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

ID: M P LAT LONG	ALVO_06 -63829.68 -191022.40 37° 56’ 43.00’’ N 8° 51’ 33.42’’ W	
Descrição	Objeto possivelmente betão devido á sua forma geométrica e face plana	

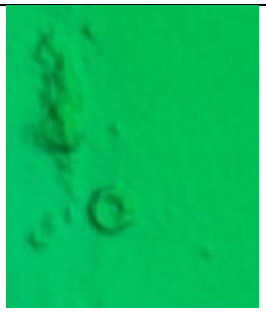
ID: M P LAT LONG	ALVO_07 -63870.94 -191034.38 37° 56’ 42.60’’ N 8° 51’ 35.11’’ W	
Descrição	Objeto alongado ou tubular	

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

ID:	ALVO_08
M	-63854.57
P	-191034.24
LAT	37° 56’ 42.61’’ N
LONG	8° 51’ 34.44’’ W
Descrição	Objeto semelhante a um pneu



ID:	ALVO_09
M	-63836.67
P	-191046.22
LAT	37° 56’ 42.22’’ N
LONG	8° 51’ 33.70’’ W
Descrição	Objeto semelhante a um pneu



ID:	ALVO_10
M	-63843.27
P	-191112.23
LAT	37° 56’ 40.08’’ N
LONG	8° 51’ 33.95’’ W
Descrição	Objeto semelhante a um pneu

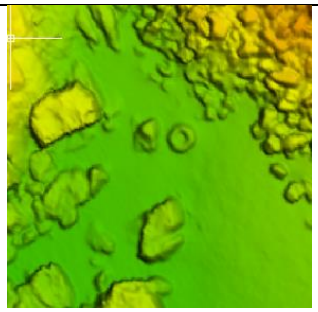


ID:	ALVO_11
M	-63872.97
P	-191163.22
LAT	37° 56’ 38.42’’ N
LONG	8° 51’ 35.15’’ W
Descrição	Objeto semelhante a um pneu

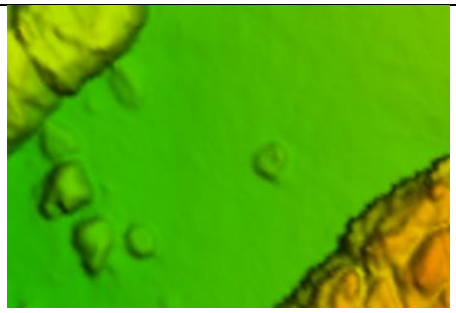


AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

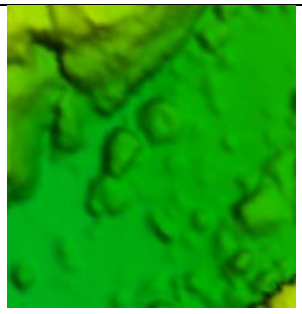
ID:	ALVO_12
M	-63693.49
P	-191073.02
LAT	37° 56'' 41.39'' N
LONG	8° 51' 27.83'' W
Descrição	Objeto semelhante a um pneu



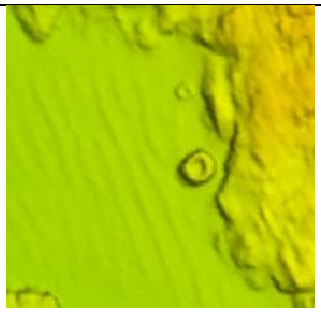
ID:	ALVO_13
M	-63689.08
P	-191094.62
LAT	37° 56' 40.69'' N
LONG	8° 51' 27.64'' W
Descrição	Objeto semelhante a um pneu



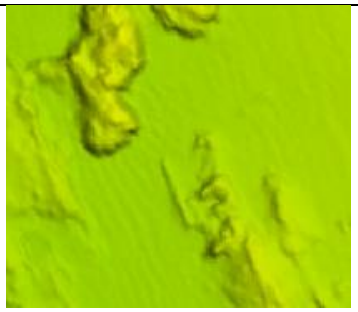
ID:	ALVO_14
M	-63710.05
P	-191107.52
LAT	37° 56' 40.27'' N
LONG	8° 51' 28.50'' W
Descrição	Objeto semelhante a um pneu

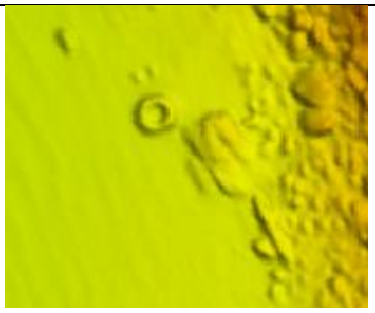


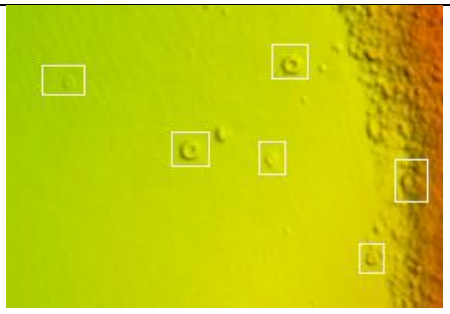
ID:	ALVO_15
M	-63580.90
P	-191239.07
LAT	37° 56' 36.03'' N
LONG	8° 51' 23.16'' W
Descrição	Objeto semelhante a um pneu



AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

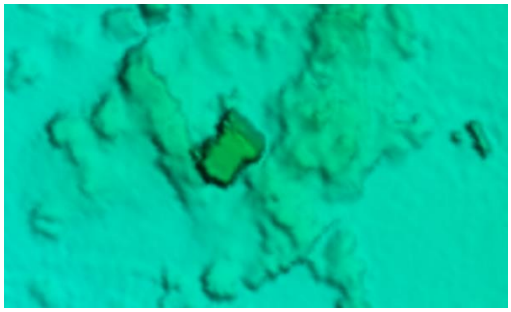
ID: M P LAT LONG	ALVO_16 -63589.13 -191260.86 37° 56’ 35.32’’ N 8° 51’ 23.49’’ W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

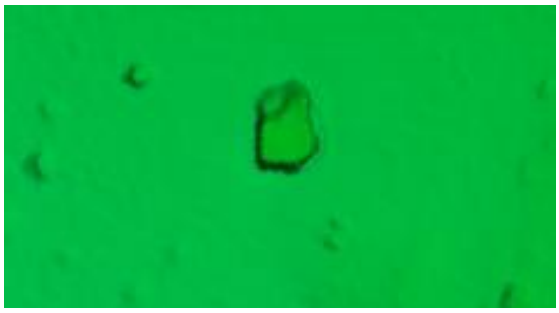
ID: M P LAT LONG	ALVO_17 -63557.83 -191266.38 37° 56’ 35.15’’ N 8° 51’ 22.21’’ W	
Descrição	Objeto semelhante a um pneu	

ID: M P LAT LONG	ALVO_18 -63558.59 -191293.86 37° 56’ 34.26’’ N 8° 51’ 22.23’’ W	
Descrição	Objetos semelhantes a pneus	

ID: M P LAT LONG	ALVO_19 -63619.66 -191474.52 37° 56’ 28.39’’ N 8° 51’ 24.68’’ W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

ID: M P LAT LONG	ALVO_20 -63654.46 -191538.93 37° 56’ 24.32’’ N 8° 51’ 57.88’’ W	
Descrição	Objeto possivelmente betão devido á sua forma geométrica e face plana	

ID: M P LAT LONG	ALVO_21 -63487.44 -191573.18 37° 56’ 25.22’’ N 8° 51’ 19.23’’ W	
Descrição	Objeto possivelmente betão devido á sua forma geométrica e face plana	

4 PROSPEÇÃO MAGNÉTICA

Toda a estratégia relacionada com o planeamento, aquisição, processamento de dados bem como a interpretação de resultados tiveram como objetivo fundamental a identificação de anomalias magnéticas de campo residual compatíveis com o interesse arqueológico e referido contexto.

Os trabalhos de prospeção magnética (aquisição de dados) ocorreram no dia 25 e26 de setembro de 2024. Os dados adquiridos foram posteriormente processados e interpretados em gabinete com recurso a software dedicado.

Os dados magnéticos foram adquiridos no sistema de coordenadas geográficas WGS84 UTM 29N. Os dados foram posteriormente transformados para o sistema de coordenadas ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG: 3763), para processamento de dados, resultados e interpretação associada.

As anomalias identificadas são interpretadas em função das suas características, em particular magnitude e extensão espacial observadas nos mapas de campo magnético total e campo magnético residual bem como em termos de contexto em que as mesmas ocorrem.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

4.1 ÁREA DE PROSPEÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS

Os trabalhos de prospeção magnética (aquisição) ocorreram no dia 25 e 26 de setembro de 2024, incidindo no Cais de Carga do Porto de Sines cobrindo uma área de cerca de 30 hectares.

A aquisição de dados de magnetometria contou com 55 linhas, adquirida em duas direções distintas. Foi estabelecido o espaçamento entre linhas de cerca de 10m, totalizando 25 km de distância cumulativa linear.

Em função das condicionantes locais, nomeadamente por proximidade à estrutura do porto, e profundidade ao leito, o plano de execução previsto foi pontualmente adaptado em função dos condicionalismos existentes à data da prospeção, em particular tendo em conta a avaliação de segurança para a embarcação, meios técnicos associados e humanos. Não foram identificados impactos significativos ao nível da execução da campanha propriamente dita nem nos resultados obtidos.

A amostragem realizada apresenta-se na Figura 3.

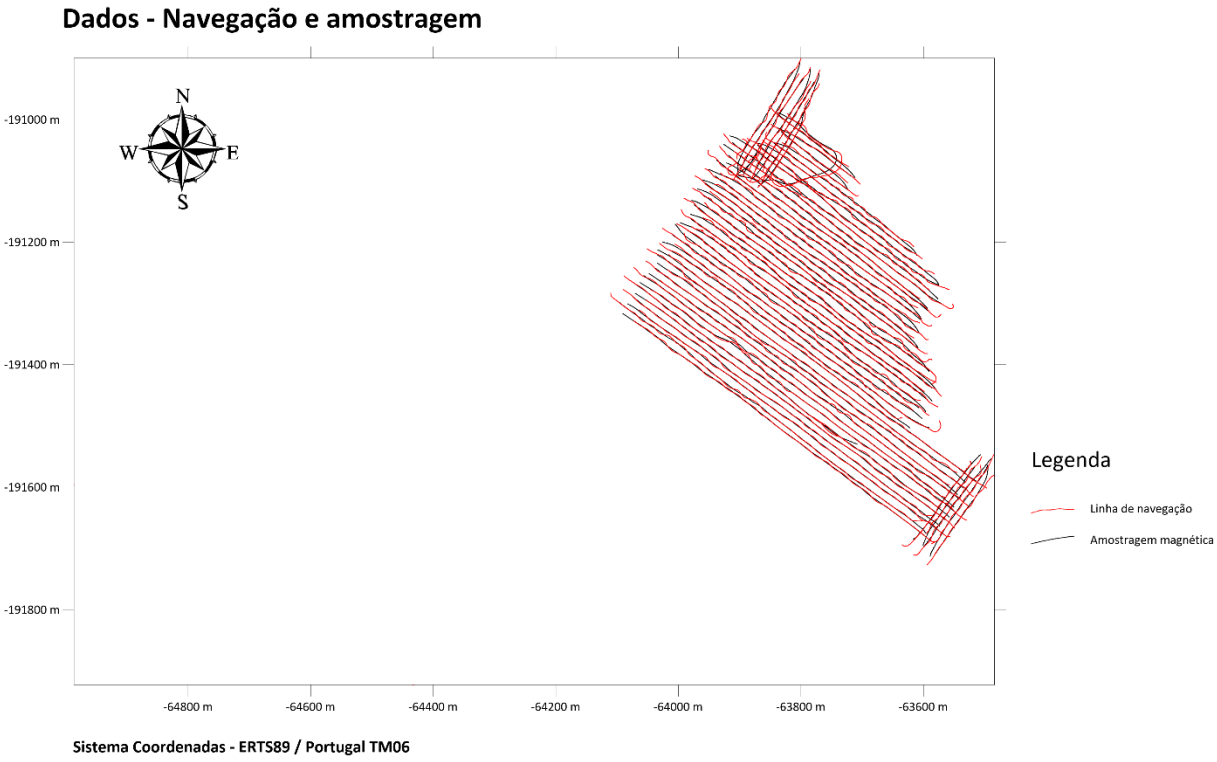


Figura 3| Dados adquiridos de prospeção magnética (ETRS89/ Portugal TM06).

O levantamento magnético foi realizado através de uma prospeção geofísica pelo método magnético tendo para o efeito sido utilizado um magnetómetro de bomba óptica do tipo vapor de césio para

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

prospeção aquática (Geometrics, modelo G882AR). A Figura 4 e a Figura 5 apresenta a configuração utilizada em campanha.

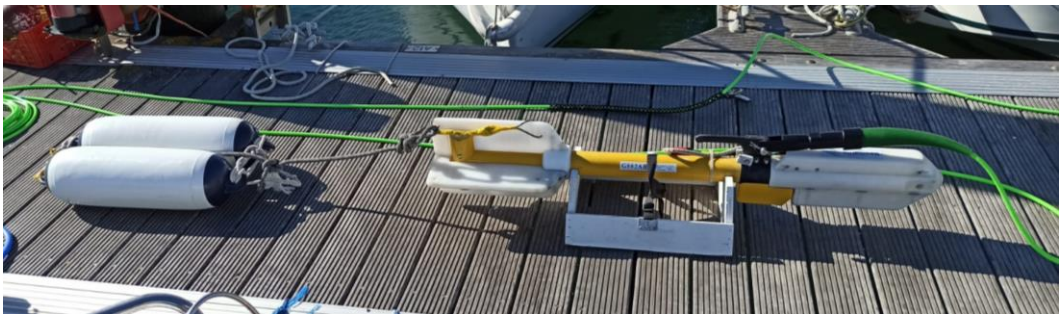


Figura 4| Magnetómetro de Césio G882AR (Geometrics) e configuração utilizada em campanha.



Figura 5| Aquisição de dados magnéticos na área de prospeção.

A profundidade de mergulho do magnetómetro foi configurada para a maior profundidade possível, observadas as limitações relativas à profundidade do leito marinho. O comprimento do cabo para layback foi cerca de 20 metros tendo sido utilizado distâncias de layback inferiores para as zonas de menor profundidade. Foi ainda considerado 1.5m de offset bombordo-estibordo uma vez que a antena de GPS se desvia nesta grandeza para bombordo em relação ao eixo longitudinal da embarcação, Figura 7.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

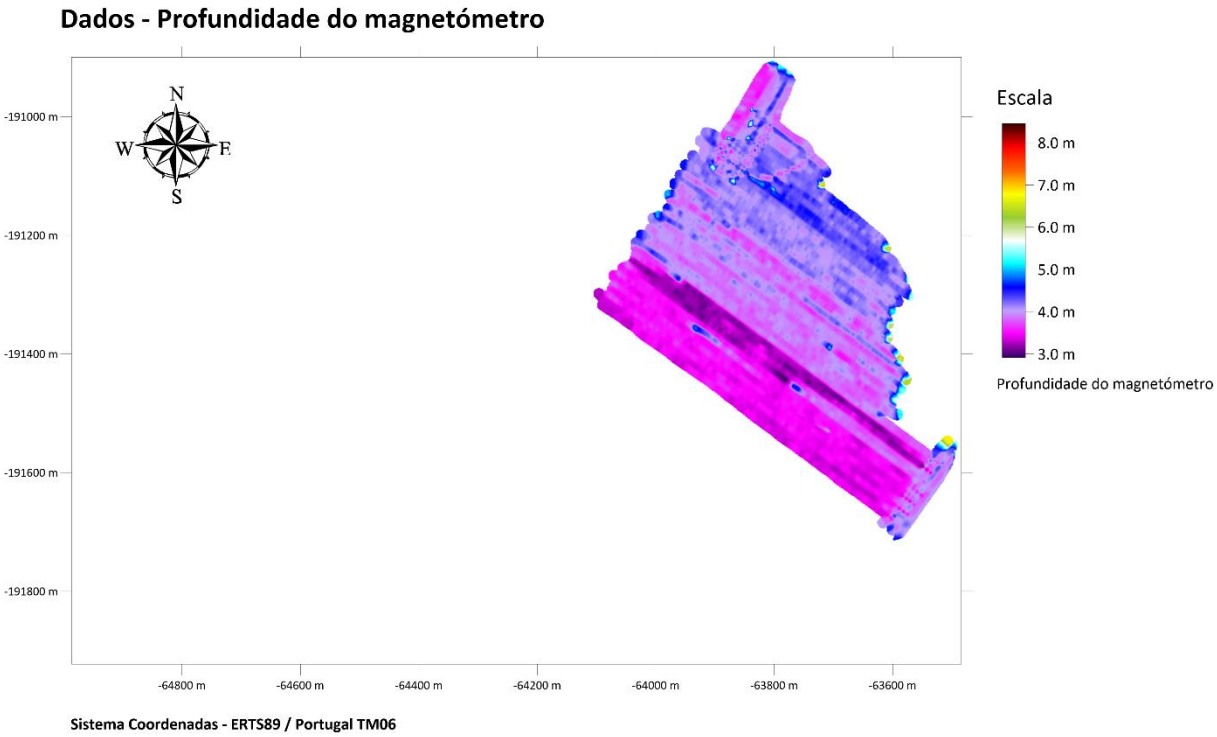


Figura 6 | Profundidade do magnetómetro durante a campanha de prospeção.

A aquisição de dados foi realizada com auxílio de uma embarcação cabinada, equipada com GPS com correção diferencial, usado para navegação e posicionamento dos dados magnéticos adquiridos. O sistema de coordenadas utilizado para a campanha de prospeção magnética foi o WGS 84 UTM 29N, posteriormente transformado para o sistema de coordenadas de projeto ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763).

Foi realizada a calibração dos valores de profundidade dados pelo magnetómetro. A aquisição de dados foi realizada a uma velocidade aproximada de 4 nós e a frequência de amostragem utilizada foi de 5 Hz. Os dados de magnética apresentam variação de espaçamento de amostragem, estando as mesmas associadas a variações na velocidade de progressão sobre o fundo oceânico. O espaçamento entre amostras varia em torno dos 0.5m.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

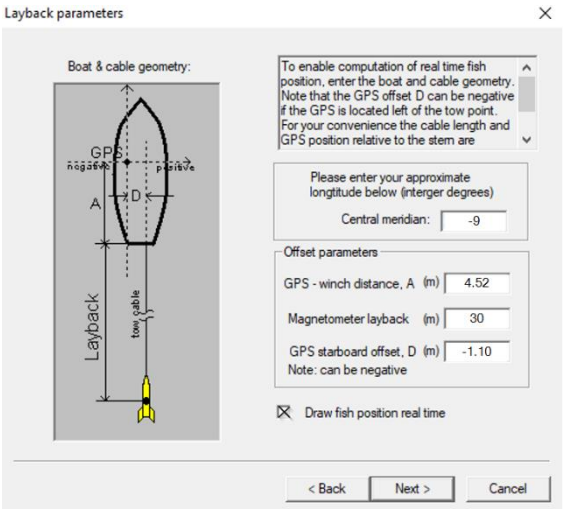


Figura 7|Exemplo de configuração geométrica do sistema de aquisição.

O software de aquisição de dados magnéticos utilizado (MagLog) disponibiliza um algoritmo para o cálculo do posicionamento em tempo real, função dos fatores geométricos utilizados e da velocidade de progressão. O método usado é fiável, no entanto por limitações óbvias não consegue calcular a posição do sensor com a mesma precisão oferecida pelo sistema de posicionamento (GPS) uma vez que são diversos os fatores que influenciam a trajetória do peixe, como por exemplo as correntes laterais não previstas pelo algoritmo ou ainda a influencia das curvaturas associadas quer à entrada quer à saída de linhas de aquisição, uma vez que o espaço de navegação foi condicionado pelo espaço de manobra disponível. Assim, é de considerar eventuais desvios no posicionamento dos dados e por conseguinte de eventuais anomalias aqui apresentadas.

4.2 CONTROLO DE QUALIDADE DOS DADOS

O controlo de qualidade de dados foi realizado após as operações de desmobilização dos diversos meios afetos à prospeção magnética (técnicos e humanos).

O controlo de qualidade dos dados diário incidiu, entre outros, sobre:

- qualidade do posicionamento na navegação;
- qualidade de sinal RTK;
- completude das linhas executadas;
- espaçamento entre linhas;
- espaçamento entre amostras do campo magnético;
- força de sinal magnético na receção;

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

- profundidade do magnetómetro (como observado pelo sensor do equipamento);
- qualidade geral do sinal observado (magnitude, nível de ruído de fundo e consistência lateral entre amostras bem como análise das anomalias registadas em fase de prospeção).

Não foram eliminados quaisquer dados provenientes de oscilações do nível de sinal uma vez que os mesmos apresentaram a qualidade necessária para processamento.

Foram eliminados dados magnéticos associados a *spikes* de muito elevada magnitude, normalmente presentes nestes ambientes.

4.3 PROCESSAMENTO DE DADOS E RESULTADOS

Os dados adquiridos em WGS 84 UTM 29N foram editados e transformados para o sistema de coordenadas de projeto ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763) para processamento.

Os dados magnéticos, quer relativos a campo total quer os associados aos resultados de processamento para campo residual, foram regularizados e interpolados em grelha com espaçamento entre nós de 0.5m.

O processamento de dados envolveu diversas operações, as quais se descrevem em seguida de forma sucinta.

Sobre os dados adquiridos realizou-se uma operação de filtragem por forma a remover ruído de período curto (spikes). Para a obtenção do campo magnético nivelado e ainda para os diversos mapas de campo magnético residual, determinaram-se diferenças locais ao campo total usando técnicas de filtragem do tipo passa alto para número de onda sucessivamente menores. Os campos residuais assim calculados permitiram destacar as anomalias magnéticas existentes na área prospetada.

Neste trabalho apenas se apresentam os resultados que apresentam diferenciação significativa e em particular para efeitos interpretativos, uma vez que o acréscimo de informação quando observada para os diversos resultados obtidos não apresentam qualquer vantagem.

O mapa de campo total é apresentado na Figura 8 e a seleção de resultados/mapas de campo residual são apresentados na Figura 9 e Figura 10 em função do filtro aplicado.

As amplitudes das escalas relativas ao campo magnético apresentadas foram calibradas de forma a realçarem as assinaturas que se mais destacam para os diversos números de onda.

Os resultados mostram consistência sistemática quer na magnitude quer na continuidade do campo observado independentemente das características do processamento realizado.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

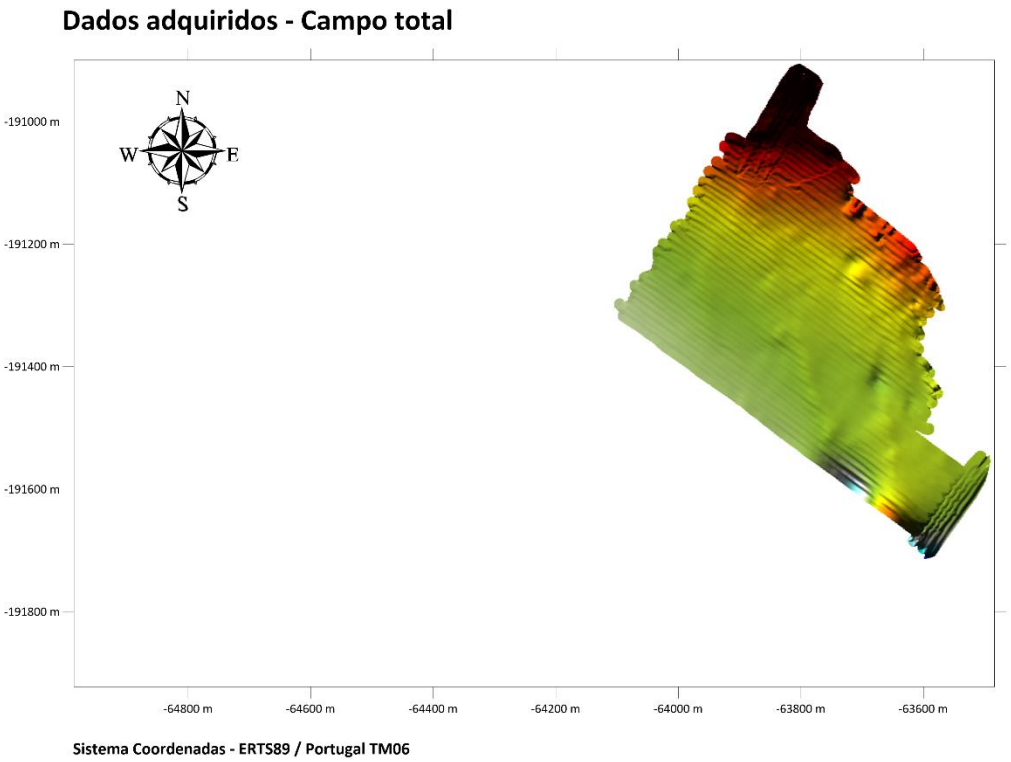


Figura 8| Mapa de dados magnéticos de campo total.

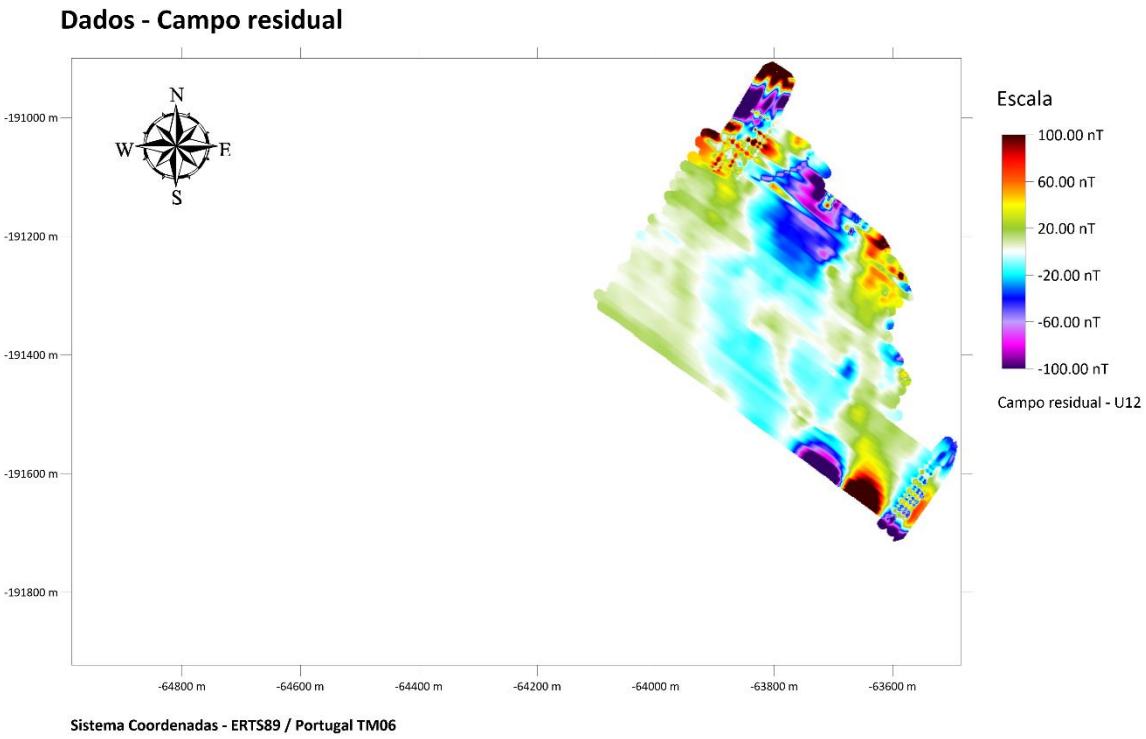


Figura 9| Mapa de dados magnéticos de campo residual – U12.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

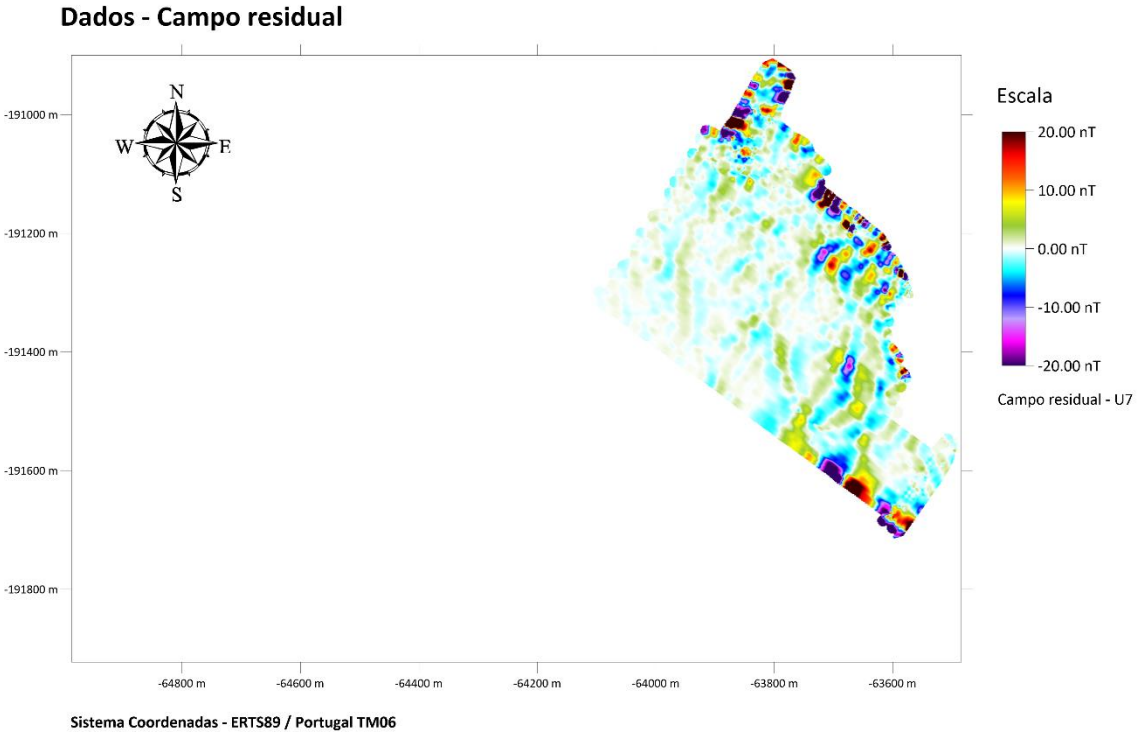


Figura 10| Mapa de dados magnéticos de campo residual – U7.

4.4 INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Em geral, anomalias magnéticas, num contexto local como o aqui exposto, refletem mudanças no campo magnético da Terra e são normalmente usadas para inferir sobre a presença de objetos com propriedades ferromagnéticas e/ou variações laterais na magnetização das rochas.

As anomalias com maior número de onda e elevada intensidade são normalmente associadas a objetos com propriedades ferromagnéticas localizados sobre a superfície do fundo ou em posições muito próximas desta, enquanto anomalias de comprimento de onda maior ou de forma inversa de menor número de onda, correspondem a variações causadas pelas diferentes propriedades ferromagnéticas das rochas ou pela presença de objetos ferromagnéticos de maior dimensão enterrados em profundidade. Desta forma, um objeto pode originar anomalias distintas em função das suas características magnéticas, da sua posição em profundidade e orientação espacial.

A interpretação foi realizada em etapas sucessivas inicialmente sobre os mapas de campo magnético total e posteriormente sobre os campos residuais de menor número de onda para os maiores números de onda.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

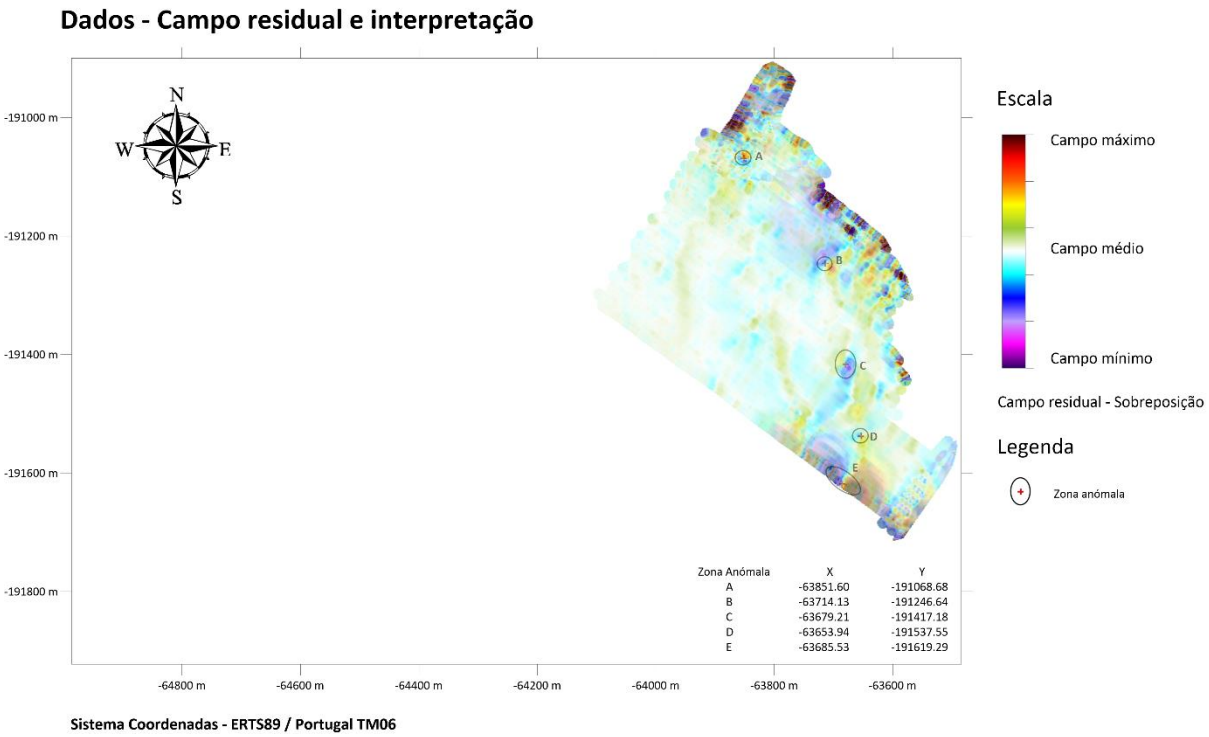


Figura 11|Mapa interpretativo das áreas anómalas identificadas sobre o mapa de dados magnéticos de campo residual - U7.

A interpretação dos resultados (Figura 11) permitiu identificar 5 zonas anómalas dispersas entre si ao longo da área analisada. As anomalias identificadas nas zonas A,B,C e E podem estar relacionadas com a presença de objetos antrópicos ferrosos ou outros ruídos de elevado campo magnético eventualmente de natureza transiente que se encontram porventura enterrados sob os sedimentos, visto não ser detetável no levantamento multifeixe qualquer objeto possível interesse arqueológico ou identificar detritos de dimensões mesuráveis espalhados pelo fundo próximo destas zonas. Na zona D foi detetado no multifeixe um objeto que pode corresponder á anomalia assinalada.

5 EQUIPAMENTOS

Para a execução dos Levantamentos Hidrográficos foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Sistema Multifeixe NORBIT – iWBMS;
- Sensor de Posicionamento e Unidade de Controlo Inercial POS MV WaveMaster II, da Applanix;
- Unidade de Controlo Inercial Kongsberg MRU-5 ;
- SVP AML Minos-X (perfilador ao longo da coluna de água);
- Recetor GNSS R10 da Trimble;
- Embarcação de Sondagem Multifeixe;

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

SISTEMA MULTIFEIXE NORBIT IWBMS

O sistema multifeixe de alta resolução NORBIT-iWBMS Narrow é um sistema multifeixe compacto e de fácil mobilização de transdutor curvo. Este sistema, apesar de compacto, é de extrema fiabilidade e precisão, adquirindo uma alta densidade de dados com uma cobertura angular de até 210°, cumprindo e até superando os requisitos mínimos da Ordem Especial e Ordem Exclusiva da IHO-S44.



Figura 12| Transdutor do sistema multifeixe NORBIT iWBMS.

Frequências	200 a 700 kHz
Setor de cobertura angular	até 210°
Resolução	< 1 cm
Abertura de feixe	0.9° x 0.9° a 400 kHz
Alcance do Sistema	0.2 - 275m
Máxima Frequência de Impulso	60 Hz
Número de sondas por Impulso	512
Espaçamento entre pontos	Equidistante e Equiangular
Tipos de impulso	CW e FM
Gravação do Backscatter	sim
Estabilização dos feixes em Balanço	sim

- ***SENSOR DE POSICIONAMENTO***

O sistema de navegação Applanix WaveMaster II (líder mundial do sistema GNSS/INS), embutido sistema Norbit iWBMS, garante uma mobilização e operação rápida e fiável, fornecendo dados de posicionamento, rumo e atitude da embarcação em tempo real da mais alta qualidade em todas as condições.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt



Figura 13| Sistema de navegação Applanix POS MV WAVEMASTER II.

Tipo de recetor	GNSS L1/L2 RTK, código C/A
Receção de Sinais	GPS, GLONASS, Galileo, Beidou e QZSS
Precisão posicional em modo RTK (X e Y)	8 mm + 1 ppm x linha base
Precisão posicional (Z)	15 mm + 1 ppm x linha base
Precisão de Proa	0.03° (2m entre antenas GNSS)
Precisão de Cabeceio/Balanço	0.02°
Precisão da Arfagem (em tempo real)	5 cm ou 5% (o que for mais elevado)
Precisão da Arfagem (sinal atrasado)	2 cm ou 2% (o que for mais elevado)
Frequência de transmissão de dados do MRU	No máximo 200 Hz
Sincronismo	1 PPS

- ***SVP - SOUNDVELOCITY PROFILER***



Figura 14| Sensores SV e SVP AML.

Variação	**1375 a 1625 m/s**
Exatidão	± 0.025 m/s
Precisão	± 0.006 m/s
Resolução	0.001 m/s
Tempo de espera	47 µs

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

RECETOR GNSS TRIMBLE R10-2

Os recetores GNSS Trimble R10-2 são recetores de alta precisão e fiabilidade, usando a mais recente tecnologia GNSS RTK. Podem ser usados em modo RTK como base ou como *rover*, sendo compatíveis com os mais recentes modos de transmissão de correções diferenciais.



Figura 15| Recetor GNSS Trimble R10-2.

Tipo de receptor	GNSS L1/L2 RTK, código C/A
Recepção de sinais	GPS, GLONASS, SBAS, Galileo, BeiDou
Precisão Horizontal (Static, RapidStatic)	3 mm + 0.5 ppm
Precisão Vertical (Static, RapidStatic)	5 mm + 0.5 ppm
Precisão Horizontal (RTK)	8 mm + 1 ppm
Precisão Vertical (RTK)	15 mm + 1 ppm

MAGNETÓMETRO G882AR



Figura 16 | Magnetómetro de Césio G882AR da Geometrics

Princípio de operação	vapor de césio de feixe dividido auto-oscilante (não radioativo)
Taxa de amostragem máxima	20 Hz
Ruído	<0.004 nT/ Hzrms. (SX (export) version: <0.02 nT/ Hzrms)

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

6 RESPONSABILIDADES E EQUIPA TÉCNICA

A aquisição dos dados foi desenvolvida por marítimos profissionais, com formação em hidrografia e manobra de embarcações hidrográficas. O processamento e validação dos dados é acompanhado por topógrafos e hidrógrafos certificados, acreditados pela *International Hydrographic Organization* (IHO), *Fédération Internationale de Géomètre*s (FIG) e *International Cartographic Association* (ICA). O levantamento hidrográfico realizado foi projetado de modo a cumprir as atuais especificações da OHI, e de acordo com as "Especificações técnicas para planeamento execução e processamento de levantamentos hidrográficos" produzida pelo Instituto Hidrográfico. Os trabalhos de prospeção magnética e tratamento de dados foi realizado por uma equipa de geofísicos profissional e experiente.

7 PRODUTOS FINAIS

Com os dados batimétricos foram criados os seguintes produtos finais:

- Ficheiro CAD, em planta, com uma grelha de pontos de 5 metros de afastamento, curvas de nível a cada 0,5 metros e uma imagem georreferenciada do modelo batimétrico;
- Ficheiros ASCII (.xyz) do modelo batimétrico representado com vários espaçamentos;
- Ficheiro KMZ, para localização do trabalho.

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

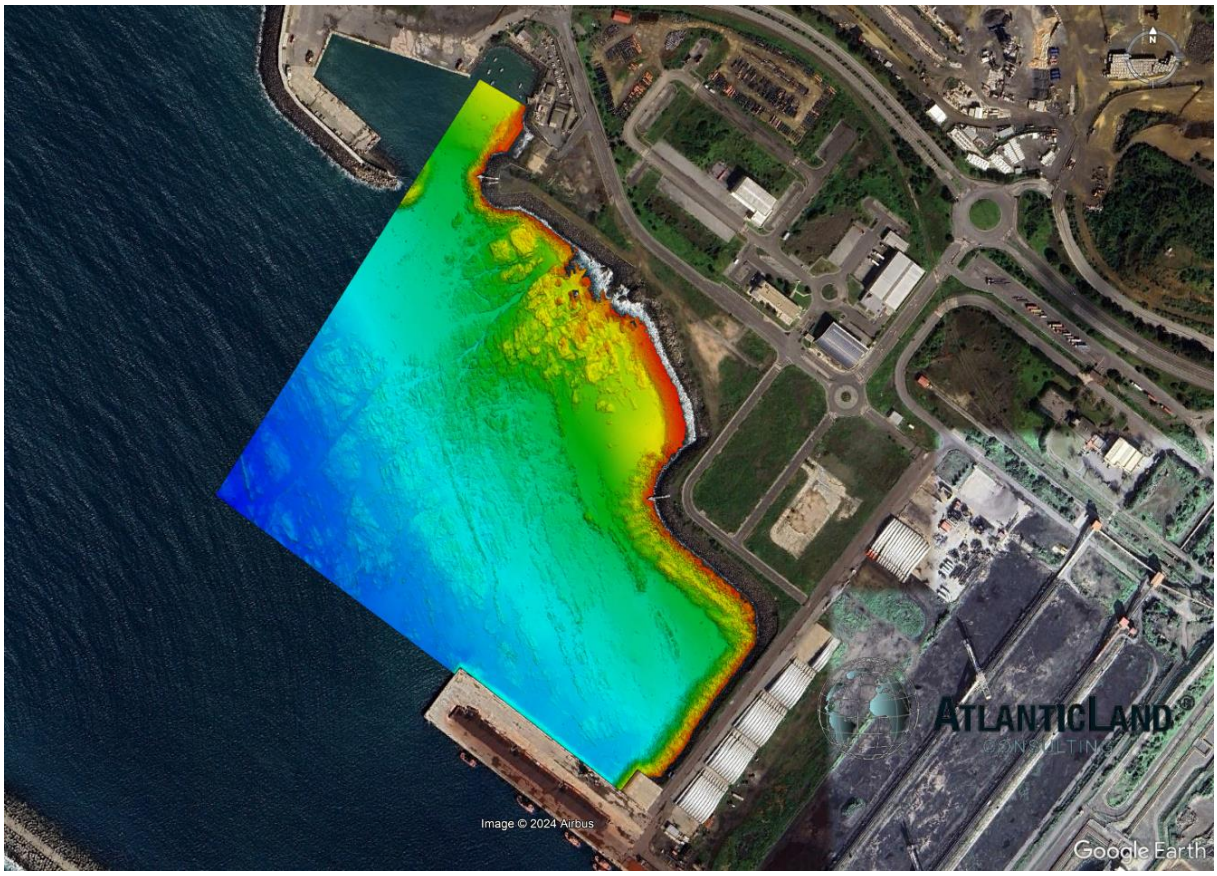


Figura 17| Superfície do modelo batimétrico georreferenciada

Com os dados de magnética foram criados os seguintes produtos finais:

- Mapas de resultados e interpretações apresentados em formato *raster* (.png);

Os produtos finais de entrega estão resumidos na Tabela 2.

Tabela 3| Produtos finais de entrega.

Entrega	Informação	Nome ficheiro	Tipo
Resultados e interpretação	Aquisição	AmostragemDadosAdquiridos.png	Raster
		ProfundidadeMagnetómetro.png	Raster
	Campo magnético total	CampoTotalAdquirido.png	Raster
	Campo magnético residual	CampoMagneticoResidualU7.png	Raster
		CampoMagneticoResidualU12.png	Raster
	Interpretação	CampoResidualInterpretacao.png	Raster

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, as anomalias magnéticas observadas encontram-se em ambientes altamente contaminados pela atividade antrópica permanente, com a presença frequente de objetos ferromagnéticos perdidos, porventura enterrados sob os sedimentos.

A identificação de anomalias de interesse arqueológico na área prospetada está fortemente condicionada pela quantidade e dispersão de anomalias observadas cuja esmagadora maioria se deve muito provavelmente à atividade comercial e de lazer associado ao Porto de Sines.

Todas as atividades referenciadas e acordados no contexto deste trabalho são aqui declaradas como cumpridas na sua totalidade.

Aveiro, AtlanticLand Consulting, 25 de outubro de 2024

AtlanticLand Consulting, Lda * Zona Industrial de Taboeira * Rua do Sol, n.º 17 * 3800-302 Aveiro - Portugal
Telefone: 234 308 106 * NIF n.º 509497896 * CRC Aveiro * Email: geral@atlanticland.pt

ANEXO 5 – ATUALIZAÇÃO DO ESTUDO DE MODELAÇÃO DA AGITAÇÃO MARÍTIMA

Co-funded by
the European Union

PORTO DE SINES

NOVO CAIS DE CARGA GERAL – ESTUDO PRÉVIO E PROJETO DE EXECUÇÃO

PAD.PR.23.004



ESTUDO PRÉVIO

ANEXO 3

MODELAÇÃO DA AGITAÇÃO MARÍTIMA

Co-funded by the European Union

PORTO DE SINES

NOVO CAIS DE CARGA GERAL – ESTUDO PRÉVIO E PROJETO DE EXECUÇÃO

PAD.PR.23.004

ESTUDO PRÉVIO

ANEXO 3

MODELAÇÃO DA AGITAÇÃO MARÍTIMA

Informação do documento

	Nome	Data	Assinatura
Realizou	SCF	Outubro, 2024	
Verificou	CMA		
Aprovou	CMA		
			Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente

Controlo de versões / Registo de alterações

Versão	Data	Identificação das alterações no documento	Descrição das alterações
A	Julho, 2025	Atualização dos dados de agitação considerados	Atualização da caracterização da agitação efetuada com base na totalidade dos registos da boia, (1988 a 2024)
B	Maio, 2026	Novo capítulo 5.4	Inclusão dos pedidos da APA

Co-funded by the European Union

NOVO CAIS DE CARGA GERAL – ESTUDO PRÉVIO E PROJETO DE EXECUÇÃO

ESTUDO PRÉVIO

ANEXO 3 – MODELAÇÃO DA AGITAÇÃO MARÍTIMA

ÍNDICE DE TEXTO

1. INTRODUÇÃO 9

1.1. ÂMBITO E OBJECTIVO 9
1.2. METODOLOGIA 10

2. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO 11

2.1. DOMÍNIO DE CÁLCULO E CONFIGURAÇÕES DE ARRANJO PORTUÁRIO 11
2.2. CONDIÇÕES DE FRONTEIRA 13
2.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 17

3. ANÁLISE PRELIMINAR DAS ALTERNATIVAS 18

3.1. MAPAS DE ÍNDICES DE AGITAÇÃO 18
3.1.1. Cenário 0 – Só novo terminal 18
3.1.2. Cenário 1 – Prolongamento do Molhe Leste 25
3.1.3. Cenário 2 – Prolongamento do Finger TMS e Molhe Leste 32
3.2. ÍNDICES DE AGITAÇÃO 39
3.2.1. Índices no novo Terminal de Carga Geral 39
3.2.2. Índices no Terminal Multipurpose (+ex-Carvão) 44
3.2.3. Índices no Terminal de Gás Natural Liquefeito 49
3.2.4. Índices no Terminal de Granéis Líquidos e Petroquímico 50
3.2.5. Análise da expansão do Porto de Recreio 55

4. OPTIMIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES 63

4.1. ANÁLISE DO PROLONGAMENTO DO MOLHE LESTE 64
4.2. ANÁLISE DO PORTO DE SERVIÇOS 67

5. CONDIÇÕES DE OPERACIONALIDADE NOS TERMINAIS 75

5.1. LIMITES DE OPERACIONALIDADE 75
5.2. CRITÉRIOS E METODOLOGIA DE CÁLCULO DA INOPERACIONALIDADE 76
5.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS 79
5.3.1. Inoperacionalidade na Situação de Referência 79
5.3.2. Inoperacionalidade no novo Terminal de Carga Geral 79
5.3.3. Inoperacionalidade no Porto de Serviços 81
5.3.4. Inoperacionalidade no Terminal Multipurpose 81
5.3.5. Inoperacionalidade no Terminal de Gás Natural Liquefeito 82
5.3.6. Inoperacionalidade no Terminal de Granéis Líquidos e Petroquímico 82

DESCRIÇÃO DO MODELO MIKE21-BW 88

Co-funded by the European Union
DUALSINES

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Esquema dos cenários a avaliar no âmbito do estudo do novo Terminal de Carga Geral do Porto de Sines....9
Fig. 2 – Localização da boia e do ponto PF na fronteira do modelo local 10
Fig. 3 – Batimetria do domínio de cálculo da Situação de Referência 11
Fig. 4 – Batimetria das várias configurações alternativas ensaiadas e respectivos domínios de cálculo 12
Fig. 5 – Batimetria dos domínios de cálculo ensaiados, para análise do efeito de uma eventual expansão do Porto de Recreio....13
Fig. 6 – Localização das áreas de análise/registo de resultados 17
Fig. 7 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s 19
Fig. 8 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s 19
Fig. 9 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s 20
Fig. 10 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s 20
Fig. 11 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s 21
Fig. 12 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s 21
Fig. 13 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s 22
Fig. 14 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s 22
Fig. 15 – Distribuição dos índices de agitação, para as várias condições, nas configurações C0 ALT1 e C0 ALT1-ESTACAS 25
Fig. 16 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s....26
Fig. 17 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s....26
Fig. 18 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s 27
Fig. 19 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s 27
Fig. 20 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s 28
Fig. 21 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s 28
Fig. 22 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s 29
Fig. 23 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s 29
Fig. 24 – Distribuição dos índices de agitação, para as várias condições, nas configurações C1 ALT1 e C1 ALT1-ESTACAS 32
Fig. 25 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s....33
Fig. 26 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s....33
Fig. 27 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s 34
Fig. 28 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s 34

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Fig. 29 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s 35
Fig. 30 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s 35
Fig. 31 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s 36
Fig. 32 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s 36
Fig. 33 – Distribuição dos índices de agitação, para as várias condições, nas configurações C2 ALT1 e C2 ALT1-ESTACAS 39
Fig. 34 – Índices de agitação médios no troço Norte (área (1)) do TCG – Cenário 0 40
Fig. 35 – Índices de agitação médios no troço Norte (área (1)) do TCG – Cenário 1 40
Fig. 36 – Índices de agitação médios no troço Norte (área (1)) do TCG – Cenário 2 41
Fig. 37 – Índices de agitação médios no troço Central (área (2)) do TCG – Cenário 0 41
Fig. 38 – Índices de agitação médios no troço Central (área (2)) do TCG – Cenário 1 42
Fig. 39 – Índices de agitação médios no troço Central (área (2)) do TCG – Cenário 2 42
Fig. 40 – Índices de agitação médios no troço Sul (área (3)) do TCG – Cenário 0 43
Fig. 41 – Índices de agitação médios no troço Sul (área (3)) do TCG – Cenário 1 43
Fig. 42 – Índices de agitação médios no troço Sul (área (3)) do TCG – Cenário 2 44
Fig. 43 – Índices de agitação médios no Finger – Prolong. Interior (área (4), do TMS – Cenário 2 45
Fig. 44 – Índices de agitação médios no Finger – Interior (área (5), do TMS – Cenário 1 45
Fig. 45 – Índices de agitação médios no Finger – Interior (área (5), do TMS – Cenário 2 46
Fig. 46 – Índices de agitação médios no Finger – Prolong. Exterior (área (6), do TMS – Cenário 2 46
Fig. 47 – Índices de agitação médios no Finger – Exterior (área (7), do TMS – Cenário 1 47
Fig. 48 – Índices de agitação médios no Finger – Exterior (área (7), do TMS – Cenário 2 47
Fig. 49 – Índices de agitação médios no Cais anteriormente dedicado ao Carvão (área (8) – Cenário 1 .48
Fig. 50 – Índices de agitação médios no Cais anteriormente dedicado ao Carvão (área (8) – Cenário 2 .48
Fig. 51 – Índices de agitação médios no Cais do TLNG (área (9) – Cenário 1 49
Fig. 52 – Índices de agitação médios no Cais do TLNG (área (9) – Cenário 2 50
Fig. 53 – Índices de agitação médios no Posto 2 (área (13)) do TGL – Cenário 1 51
Fig. 54 – Índices de agitação médios no Posto 3 (área (14)) do TGL – Cenário 1 51
Fig. 55 – Índices de agitação médios no Posto 6 (área (15)) do TGL – Cenário 1 52
Fig. 56 – Índices de agitação médios no Posto 7 (área (16)) do TGL – Cenário 1 52
Fig. 57 – Índices de agitação médios no Posto 4 (área (17)) do TGL – Cenário 1 53
Fig. 58 – Índices de agitação médios no Posto 5 (área (18)) do TGL – Cenário 1 53
Fig. 59 – Índices de agitação médios no Posto 9 (área (19)) do T. Petroq. – Cenário 1 54
Fig. 60 – Índices de agitação médios no Posto 10 (área (20)) do T. Petroq. – Cenário 1.....54

Co-funded by the European Union

Fig. 61 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s.....55
Fig. 62 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s.....56
Fig. 63 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s 56
Fig. 64 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s 57
Fig. 65 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s 57
Fig. 66 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s 58
Fig. 67 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s 58
Fig. 68 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s 59
Fig. 69 – Índices de agitação médios na área de cais (1) do novo terminal de Carga Geral – Cenário 1 e 2.....60
Fig. 70 – Índices de agitação médios na área de cais (2) do novo terminal de Carga Geral – Cenário 1 e 2.....60
Fig. 71 – Índices de agitação médios na área de cais (3) do novo terminal de Carga Geral – Cenário 1 e 2.....61
Fig. 72 – Índices de agitação médios no Molhe-Cais (área (10)) do Porto de Serviços – Cenário 1 e 2 61
Fig. 73 – Índices de agitação médios no Cais Topo (área (11)) do Porto de Serviços – Cenário 1 e 2.....62
Fig. 74 – Índices de agitação médios no Cais Frontal (área (12)) do Porto de Serviços – Cenário 1 e 2 ...62
Fig. 75 –Prolongamento do Molhe Leste (300, 400 e 500 m) 64
Fig. 76 – Batimetria dos domínios de cálculo ensaiados com diferentes prolongamentos do troço N do Molhe Leste 64
Fig. 77 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s.....65
Fig. 78 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s.....65
Fig. 79 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s 65
Fig. 80 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s 66
Fig. 81 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s 66
Fig. 82 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s 66
Fig. 83 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s 66
Fig. 84 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s 67
Fig. 85 – Batimetria dos domínios de cálculo das configurações do cenário 1, BASE e ALT2 otimizadas, e duas propostas de reformulação da entrada do Porto de Serviços 68
Fig. 86 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s 69
Fig. 87 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s 69
Fig. 88 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s 70
Fig. 89 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s 70

Co-funded by the European Union

Fig. 90 – Índices de agitação médios no Molhe-Cais (área (10)) do Porto de Serviços – antes da optimização 71
Fig. 91 – Índices de agitação médios no Molhe-Cais (área (10)) do Porto de Serviços – com otimizações 71
Fig. 92 – Índices de agitação médios no Cais Topo (área (11)) do Porto de Serviços – antes da optimização 72
Fig. 93 – Índices de agitação médios no Cais Topo (área (11)) do Porto de Serviços – com otimizações 72
Fig. 94 – Índices de agitação médios no Cais Frontal (área (12)) do Porto de Serviços – antes da optimização 1 73
Fig. 95 – Índices de agitação médios no Cais Frontal (área (12)) do Porto de Serviços – com otimizações 73
Fig. 96 –Áreas de registo de resultados e Hs limite considerado (Solução Base) 78
Fig. 97 – % de inoperacionalidade nas várias áreas operacionais do porto, para a Situação de Referência..... 79
Fig. 98 – % de inoperacionalidade nas áreas do Terminal de Carga Geral, para as várias configurações 80
Fig. 99 –Inoperacionalidade nas áreas do TCG por comprimentos de prolongamento do molhe Leste .80
Fig. 100 – % de inoperacionalidade nas áreas do Porto de Serviços, para as várias configurações 81
Fig. 101 – % de inoperacionalidade nas áreas do Terminal Multipurpose, para as várias configurações82
Fig. 102 – % de inoperacionalidade nas áreas 19 e 20 do Terminal Petroquímico 83

Co-funded by the European Union

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Distribuições conjuntas de direcções/períodos/alturas no ponto PF 14
Quadro 2 – Condições de agitação simuladas.....16
Quadro 3 – Coeficientes de reflexão, intervalos de valores adotados (Kr) 16
Quadro 4 – Identificação das várias áreas de análise/registo 18
Quadro 5 – Limites de operacionalidade em cais, extrato da Tabela 8.1 do ROM 3.1-99, Parte VIII. 76
Quadro 6 – Limites de Hs adoptados como aceitáveis para a operacionalidade na respetiva área 77

Co-funded by the European Union
DUALSINES

1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito e objectivo

O presente estudo tem como objetivo apoiar a decisão relativa ao arranjo do novo Terminal de Carga Geral do Porto de Sines, através da estimativa das correspondentes condições de abrigo e operacionalidade na bacia portuária e nas novas frentes de cais.

Esta nova versão do estudo, em relação à versão entregue com Estudo Prévio e o Estudo de Impacte Ambiental, incorpora a atualização efetuada do estudo de agitação, nomeadamente com o acréscimo dos dados da boia, relativos ao período entre outubro de 2016 e setembro de 2024. Para além disso foram igualmente adicionadas as solicitações efetuadas pela APA, através de um novo capítulo.

Para garantia do abrigo necessário ao novo terminal, está previsto o prolongamento do Molhe Leste (âmbito de prestação de serviços a desenvolver paralelamente ao presente estudo). Para o efeito, este estudo contribui para a identificação de qual o arranjo que se afigura mais vantajoso, incluindo os seguintes cenários e eventuais expansões:

(1) arranjo para o Terminal de Carga Geral;
(2) prolongamento do molhe Leste (400 metros);
(3) possível ampliação do *finger* do TMS (300 metros);
(4) impacto de eventual expansão do Porto de Recreio.

conforme esquematizado na Fig. 1.

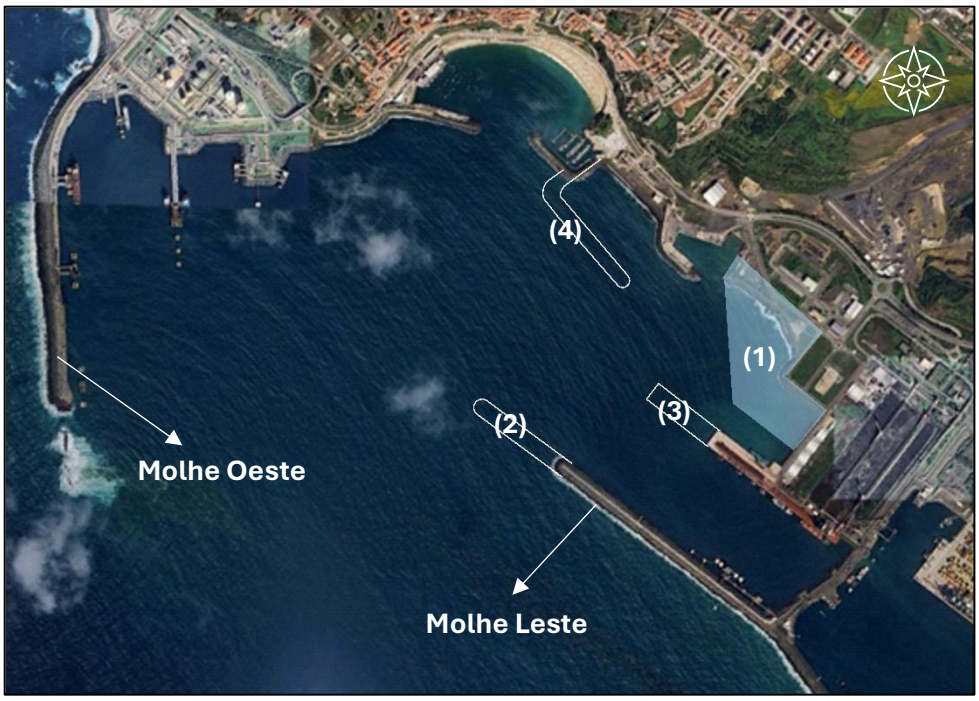


Fig. 1 – Esquema dos cenários a avaliar no âmbito do estudo do novo Terminal de Carga Geral do Porto de Sines

Co-funded by the European Union
DUALSINES

1.2. Metodologia

A análise foi feita com base na simulação da propagação da agitação de ondas curtas para o interior da bacia portuária, com recurso à modelação matemática.

Para avaliar estes efeitos no interior da bacia do Porto de Sines foi utilizado o modelo MIKE21 – BW desenvolvido pelo DHI (descrito no final deste anexo), que simula a propagação da agitação marítima, incluindo os processos de empolamento, refracção, difracção, reflexão parcial, transmissão e rebentação, bem como a dissipação por atrito no fundo, interacções não lineares entre ondas, dispersão na frequência e dispersão direccional.

Para obtenção das condições de ondulação na fronteira do modelo (aproximação ao porto) recorreu-se ao modelo matemático MIKE21 SW (DHI) aplicado a um domínio de escala regional, tal como descrito no corpo do relatório e Anexo do Projecto de Execução. A propagação no domínio regional serve para a obtenção da transformação da onda desde águas profundas até à zona costeira (profundidades intermédias/pequenas profundidades).

Para efeitos do estudo de agitação marítima, foram considerados como dados de base os registos da boia ondógrafo de Sines, localizada à profundidade de 100 m, cobrindo um período de cerca 37 anos de dados (26 de maio de 1988 a 30 de setembro de 2024).

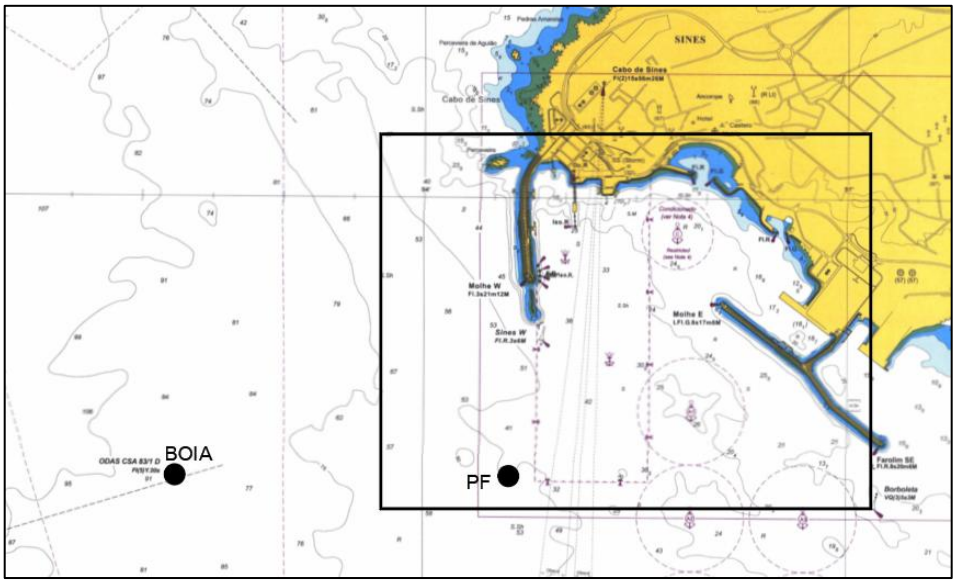


Fig. 2 – Localização da boia e do ponto PF na fronteira do modelo local

Com base nesses resultados, e considerando as características-tipo dos navios que utilizam normalmente os vários terminais/cais, bem como as consequentes características máximas de agitação marítima permitidas (em especial, a altura de onda) para a operação e permanência dos navios nos postos, foi estimada a percentagem de inoperacionalidade num ano médio, em diferentes zonas no interior da bacia portuária.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

2. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

2.1. Domínio de cálculo e configurações de arranjo portuário

Para melhor descrição dos fenómenos que ocorrem na bacia adjacente ao novo terminal de carga geral e nas restantes zonas da área portuária, e tendo em conta que estes dependem das características da agitação proveniente do largo e das transformações a que está sujeita durante o processo de propagação para a costa, foi considerado um domínio de cálculo suficientemente abrangente, de forma a incluir parte do Cabo de Sines e os Molhes Oeste e Leste, correspondendo o domínio em estudo a uma área de 5100 m x 3900 m, orientada ao Norte.

A malha apresenta dimensões das células de 6 x 6 m, com uma representação até à batimétrica dos 50 m aproximadamente, num total de 850 x 650 células (ver Fig. 3).

Na construção do domínio de cálculo foram utilizadas como informação de base:

- a carta hidrográfica do IH referente às Aproximações a Sines, N.º 26408, na escala 1:30 000, 3.ª Edição de julho 1999, com um plano de aproximação ao Porto de Sines (A) na escala 1:12 500;
- o levantamento topográfico aerofotogramétrico em ETRS89 – TM06, à escala 1:1000, datado de 2020, fornecido pela APS no âmbito deste trabalho;
- o levantamento hidrográfico em ETRS89 – TM06, à escala 1:5000, datado de 2019, fornecido pela APS no âmbito deste trabalho.

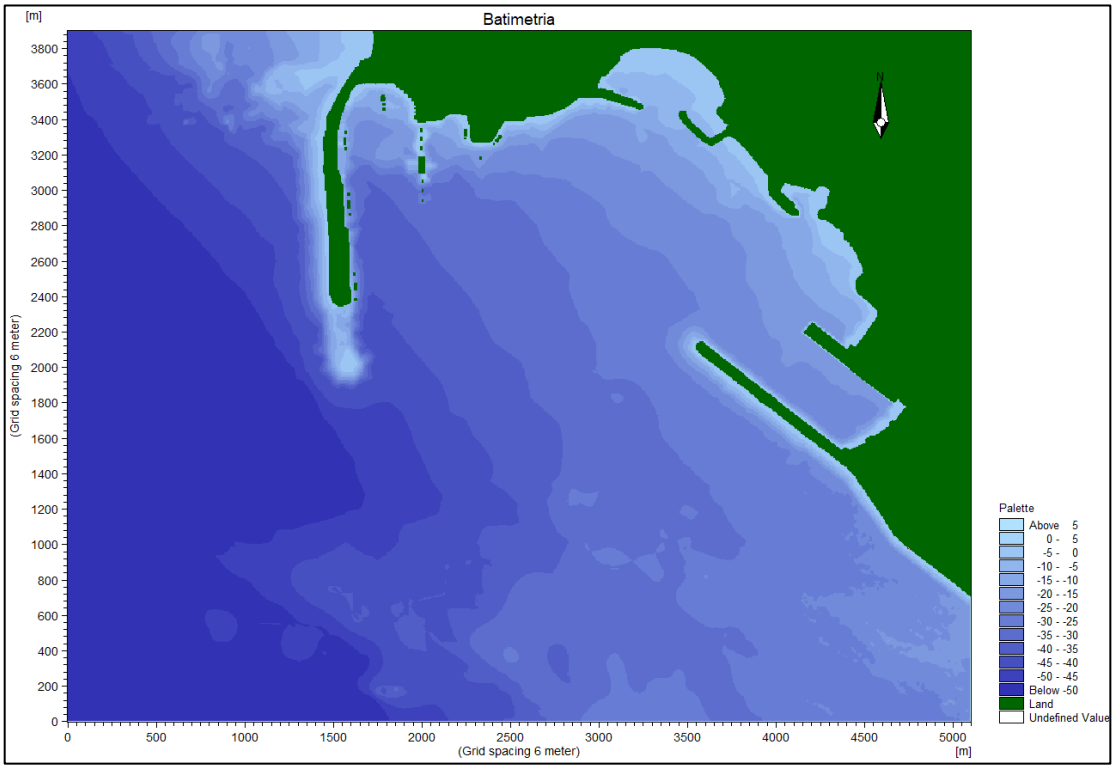


Fig. 3 – Batimetria do domínio de cálculo da Situação de Referência

Co-funded by the European Union
DUALSINES

De acordo com o especificado no Caderno de Encargos, foram ensaiados vários cenários de desenvolvimento das obras portuárias:

- Situação actual / de referência
- Cenário 0 (**C0**) – Apenas as oras do novo Terminal de Carga Geral (TCG);
- Cenário 1 (**C1**) – TCG + 400 m de prolongamento do Molhe Leste;
- Cenário 2 (**C2**) – TCG + Com 400 m de prolongamento do Molhe Leste + 300 m de prolongamento do *finger* do Terminal *Multipurpose*.

Os três cenários de desenvolvimento foram ensaiados para as várias alternativas de arranjo do Terminal de Carga Geral: Base (**BASE**), Alternativa 1 (**ALT1**) e Alternativa 2 (**ALT2**).

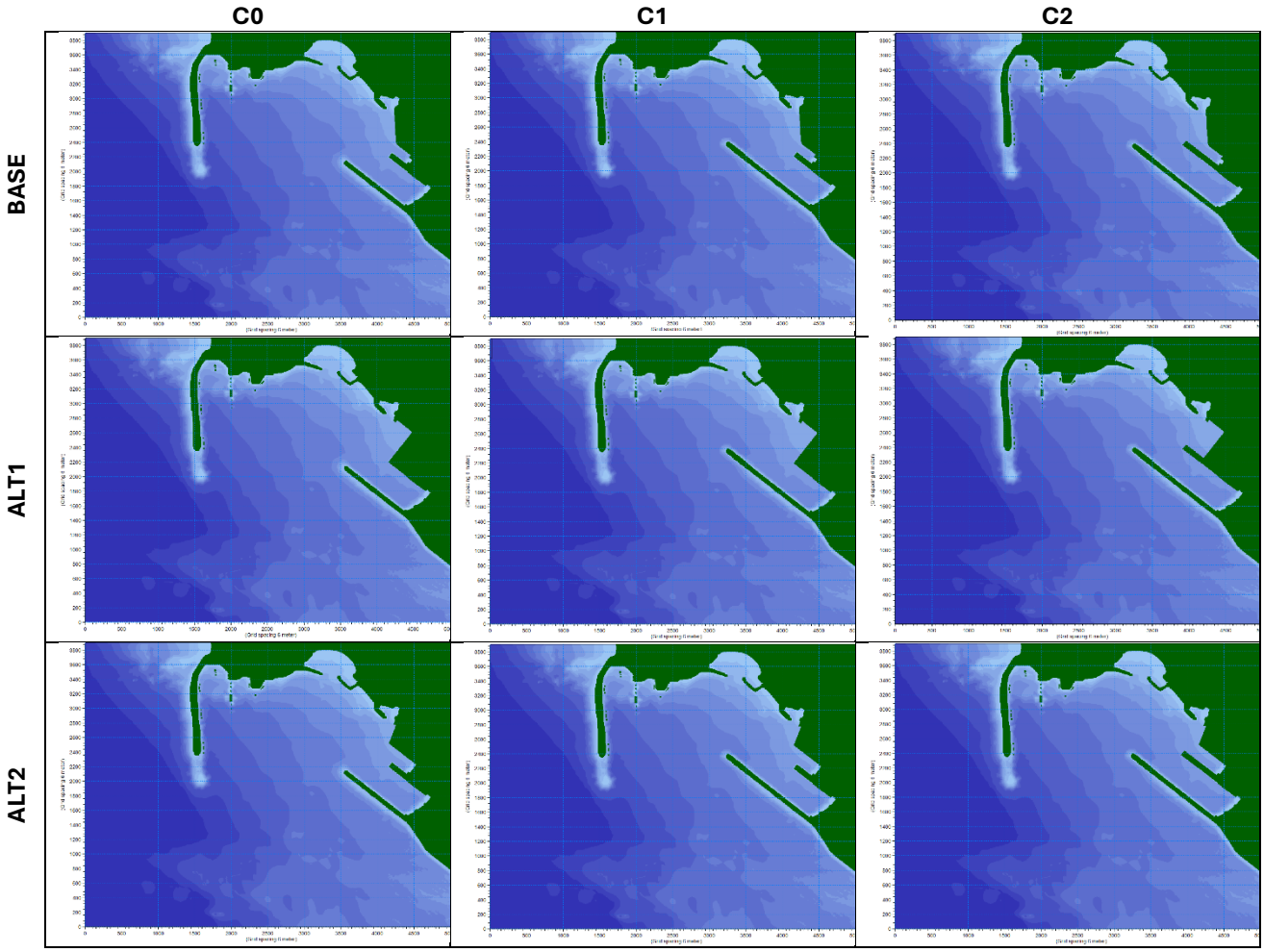


Fig. 4 – Batimetria das várias configurações alternativas ensaiadas e respectivos domínios de cálculo

Ainda como especificado no CE, foi analisado o possível efeito de uma eventual extensão do molhe do Porto de Recreio. Esta análise foi feita para os cenários 1 e 2 de desenvolvimento portuário, mas apenas

Co-funded by the European Union
DUALSINES

para a Solução Base, uma vez que, para este efeito, as restantes alternativas de configuração do TCG são irrelevantes.

Foram então simuladas as seguintes configurações:

- **C1 BASE+RECREIO** - Alternativa Base, com 400 m de prolongamento do Molhe Leste e expansão do molhe do Porto de Recreio;
- **C2 BASE+RECREIO** - Alternativa Base, com 400 m de prolongamento do Molhe Leste, 300 m de prolongamento do *finger* do Terminal *Multipurpose* e expansão do molhe do Porto de Recreio;

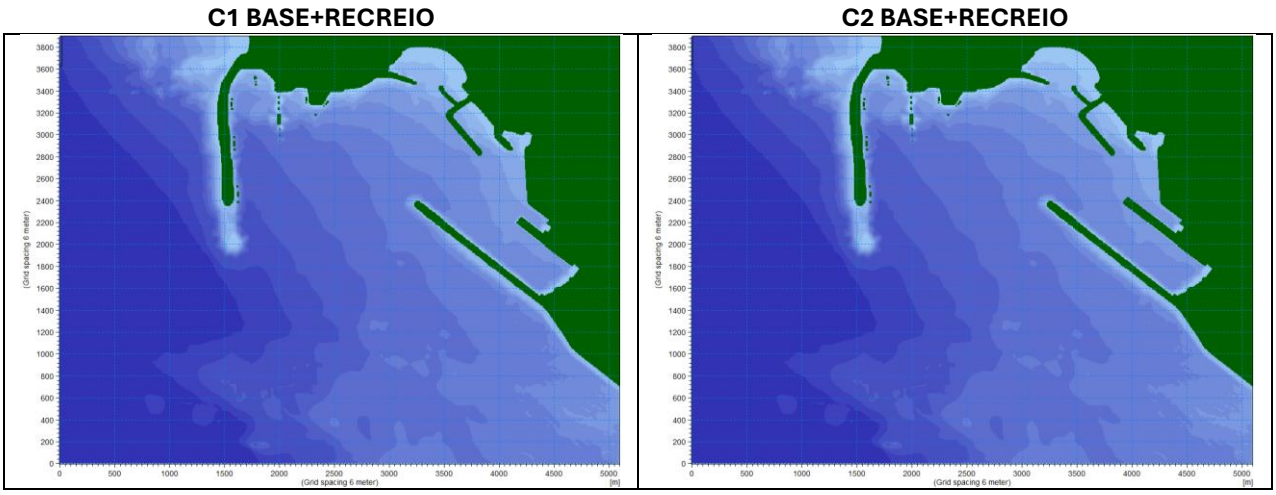


Fig. 5 – Batimetria dos domínios de cálculo ensaiados, para análise do efeito de uma eventual expansão do Porto de Recreio

2.2. Condições de fronteira

O modelo foi aplicado para um nível de maré médio, NM = 2,0 m, para condições de agitação com ondas irregulares unidirecionais, segundo o espectro JONSWAP.

As simulações foram realizadas para um conjunto de condições de agitação (direcção, altura e período) seleccionado com base na análise da estatística do clima de agitação no ponto PF, de modo a poder ser considerado representativo do regime médio na fronteira do modelo (nesta selecção foi levada em conta a frequência das condições, mas também a sua relevância para as condições finais no interior da bacia portuária, sendo privilegiadas as mais penalizantes).

Os quadros seguintes apresentam as distribuições de altura / período por direcção obtidas no ponto PF na fronteira do modelo, sendo aí indicadas, através de rectângulos a linha vermelha, as condições seleccionadas para simulação.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Quadro 1 – Distribuições conjuntas de direcções/períodos/alturas no ponto PF

Rumo	Hs/Tp	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
N	0.25	0.003%										
	0.75	0.008%	0.001%									0.012%
S	0.75	0.001%	0.002%		0.001%	0.001%						
	1.25		0.005%	0.001%	0.001%							0.010%
SSW	0.25	0.003%										
	0.75	0.010%	0.022%	0.011%	0.008%	0.002%						
	1.25	0.003%	0.034%	0.056%	0.013%	0.002%						
	1.75		0.019%	0.031%	0.026%	0.002%						
	2.25		0.016%	0.013%	0.026%							
	2.75		0.002%	0.012%	0.014%	0.001%						
	3.25				0.005%	0.003%						
	3.75			0.002%	0.002%	0.001%						
	4.25			0.001%		0.001%						0.342%
SW	0.25	0.001%	0.001%			0.001%	0.005%	0.014%	0.010%			
	0.75	0.003%	0.032%	0.028%	0.021%	0.001%	0.006%	0.005%	0.001%			
	1.25		0.053%	0.109%	0.037%	0.002%						
	1.75		0.025%	0.051%	0.065%							
	2.25		0.013%	0.078%	0.052%	0.007%						
	2.75			0.051%	0.060%	0.012%						
	3.25			0.017%	0.035%	0.017%						
	3.75			0.007%	0.020%	0.007%	0.001%					
	4.25			0.003%	0.013%	0.003%						
	4.75				0.005%	0.003%						
	5.25				0.002%	0.003%						
	5.75				0.001%							0.879%
WSW	0.25	0.001%	0.005%	0.004%	0.001%	0.001%	0.001%	0.002%	0.002%			
	0.75	0.003%	0.040%	0.118%	0.081%	0.023%	0.012%	0.001%	0.001%			
	1.25	0.001%	0.058%	0.127%	0.125%	0.024%	0.003%		0.001%			
	1.75		0.023%	0.091%	0.125%	0.021%	0.002%	0.001%				
	2.25		0.013%	0.089%	0.094%	0.009%		0.001%				
	2.75		0.001%	0.040%	0.111%	0.028%						
	3.25			0.023%	0.072%	0.035%	0.002%					
	3.75			0.010%	0.047%	0.029%	0.005%					
	4.25			0.003%	0.025%	0.019%	0.001%					
	4.75				0.010%	0.013%	0.003%					
	5.25				0.001%	0.008%	0.001%					
	5.75				0.003%	0.002%	0.001%					
	6.25				0.001%	0.001%	0.000%					1.598%
W	0.25		0.018%	0.055%	0.047%	0.015%	0.004%	0.001%	0.001%			
	0.75	0.004%	0.124%	0.408%	0.694%	0.413%	0.135%	0.032%	0.026%			
	1.25		0.071%	0.336%	0.665%	0.470%	0.216%	0.080%	0.064%			
	1.75		0.035%	0.177%	0.422%	0.314%	0.196%	0.081%	0.067%		0.001%	
	2.25		0.014%	0.096%	0.242%	0.155%	0.131%	0.065%	0.058%			
	2.75		0.001%	0.043%	0.136%	0.116%	0.077%	0.053%	0.031%			
	3.25			0.014%	0.078%	0.109%	0.051%	0.026%	0.017%			
	3.75			0.006%	0.053%	0.084%	0.037%	0.013%	0.012%			
	4.25			0.001%	0.029%	0.042%	0.022%	0.006%	0.007%			
	4.75				0.014%	0.028%	0.015%	0.010%	0.005%			
	5.25				0.004%	0.015%	0.015%	0.014%	0.011%			
	5.75				0.003%	0.010%	0.005%	0.008%	0.004%			
	6.25				0.001%	0.003%	0.003%	0.003%	0.002%			
	6.75						0.001%	0.005%				
	7.25							0.003%	0.002%			7.186%

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Quadro 1 (Cont.) – Distribuições conjuntas de direcções/períodos/alturas no ponto PF

Rumo	Hs/Tp	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
WNW	0.25	0.014%	0.040%	0.120%	0.201%	0.086%	0.018%	0.002%	0.003%			
	0.75	0.055%	0.748%	1.542%	3.779%	2.375%	0.678%	0.143%	0.109%			
	1.25	0.004%	0.594%	1.140%	3.955%	4.506%	1.540%	0.264%	0.181%			
	1.75		0.120%	0.355%	1.920%	4.215%	1.943%	0.374%	0.244%		0.003%	
	2.25		0.015%	0.142%	0.641%	2.393%	2.100%	0.502%	0.268%	0.005%	0.001%	
	2.75		0.002%	0.064%	0.341%	1.179%	1.668%	0.555%	0.294%	0.004%		
	3.25			0.016%	0.153%	0.595%	1.006%	0.489%	0.254%	0.001%		
	3.75			0.005%	0.073%	0.288%	0.521%	0.375%	0.253%			
	4.25				0.029%	0.144%	0.253%	0.207%	0.198%			
	4.75				0.012%	0.064%	0.147%	0.129%	0.151%			
	5.25				0.007%	0.031%	0.099%	0.072%	0.157%	0.001%		
	5.75				0.003%	0.020%	0.031%	0.027%	0.094%			
	6.25					0.008%	0.017%	0.012%	0.063%			
	6.75					0.002%	0.002%	0.006%	0.021%			
	7.25					0.001%	0.002%	0.004%	0.021%			
	7.75					0.001%	0.001%	0.002%	0.010%			
	8.25								0.001%			
	8.75								0.001%			
	9.75								0.001%			47.524%
NW	0.25	0.010%	0.013%	0.082%	0.130%	0.051%	0.015%	0.003%	0.001%			
	0.75	0.397%	1.022%	2.065%	3.870%	1.848%	0.457%	0.062%	0.018%			
	1.25	0.155%	2.097%	2.580%	6.185%	3.881%	1.034%	0.112%	0.038%			
	1.75		0.807%	0.886%	2.998%	3.272%	1.208%	0.144%	0.038%			
	2.25		0.068%	0.214%	0.853%	1.440%	0.998%	0.148%	0.036%			
	2.75		0.002%	0.060%	0.267%	0.598%	0.617%	0.123%	0.028%			
	3.25			0.008%	0.090%	0.272%	0.361%	0.089%	0.029%			
	3.75			0.003%	0.024%	0.092%	0.160%	0.046%	0.028%			
	4.25				0.005%	0.037%	0.057%	0.019%	0.015%			
	4.75				0.001%	0.009%	0.021%	0.012%	0.004%			
	5.25				0.001%	0.008%	0.009%	0.003%	0.002%			
	5.75						0.006%	0.001%				
	6.25					0.001%	0.001%	0.000%				42.345%
NNW	0.25	0.004%			0.001%							
	0.75	0.026%	0.005%	0.003%	0.001%	0.001%						
	1.25	0.010%	0.016%	0.003%								
	1.75		0.003%	0.001%								
	2.25		0.002%	0.001%								
	2.75			0.001%								
	3.25			0.001%								
	3.75			0.001%								0.079%
												99.975%

As fronteiras do modelo são fechadas, com a fronteira de mar definida por camadas de absorção de energia ("camadas de esponja"), de forma a garantir que não ocorrem interações entre estas e a onda gerada. Adotou-se o mesmo passo de cálculo em todas as simulações (Δt = 0,16 s).

Definiram-se as condições de fronteira de geração da agitação nos limites a oeste e sul do modelo, numa extensão com profundidades de aproximadamente -50 m (ZH). No quadro seguinte são explicitadas as condições de agitação simuladas.

Co-funded by the European Union

Quadro 2 – Condições de agitação simuladas

Direcção da agitação	Hs (m)	Tp (s)	Nível de maré (m)
WNW	2,0	12 e 16	2,0
W	1,0	8	
	2,0	12 e 16	
WSW	2,0	8	
	3,0	12	
SW	2,0	10	

Relativamente às condições de fronteira terrestre, estas foram especificadas como de reflexão total ou parcial, através da inclusão do efeito de dissipação em camadas de porosidade variável e ajustável. Os valores dos coeficientes de reflexão adotados para cada estrutura foram estimados com base nas formulações da bibliografia da especialidade, tendo sido adoptados os alores indicados no quadro seguinte.

Quadro 3 – Coeficientes de reflexão, intervalos de valores adotados (Kr)

Tipo de Estrutura	Kr
Extradorso do Molhe Oeste e Leste	0,40-0,65
Extradorso do Molhe da Pesca e do Molhe do Porto de Serviços	0,45-0,60
Extradorso do Molhe do Recreio	0,50-0,80
Taludes interiores em enrocamento	0,45-0,60
Cais Verticais	0,90-0,95
Praia Vasco da Gama	0,20-0,30

Nas várias alternativas, os limites da estrutura do terminal de Carga Geral e o prolongamento do *finger* do TMS foram considerados como paramentos verticais (estrutura em caixotões)

A transmissão através do troço final do molhe oeste, com aproximadamente 300 m de extensão, tem uma importante influência na agitação que incide diretamente na parte sul da bacia do portuária. Por isso, este troço foi definido no modelo como uma estrutura porosa, com um coeficiente de transmissão entre 0,80 e 0,90. Considera-se que os valores adotados correspondem a estimativas conservadoras, no entanto, o coeficiente real de transmissão é de menor importância para a comparação entre configurações alternativas.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

2.3. Apresentação dos resultados

Os resultados obtidos para as diversas simulações e configurações apresentam-se nos capítulos seguintes, sob a forma de mapas de distribuição do índice de agitação, que representa a relação entre a altura significativa normalizada pela altura significativa incidente na fronteira do modelo.

Em complemento, para uma análise quantitativa mais detalhada das condições junto às diferentes zonas de interesse, foram extraídos os valores dos índices de agitação médios em várias áreas seleccionadas.

As áreas de análise consideradas são indicadas na figura e quadro seguintes – estes correspondem à Solução ase, mas são aplicáveis, com as devidas adaptações, às restantes soluções.

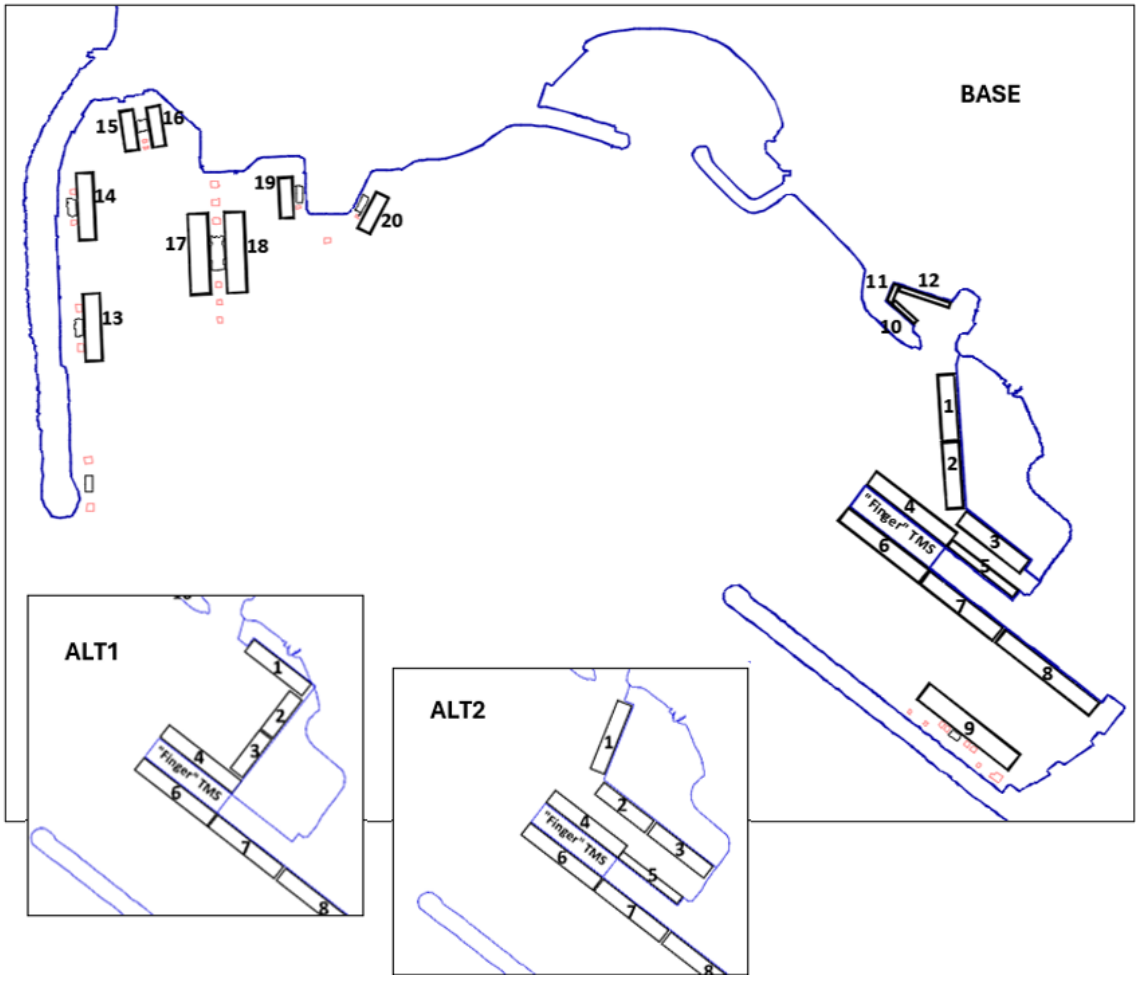


Fig. 6 – Localização das áreas de análise/registo de resultados

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Quadro 4 – Identificação das várias áreas de análise/registo

Área	Instalações portuárias	Abreviatura
1	Terminal de Carga Geral – Troço Norte	TCG - Troço N
2	Terminal de Carga Geral – Troço Central	TCG - Troço Central
3	Terminal de Carga Geral – Troço Sul	TCG - Troço S
4	Terminal *Multipurpose* – Finger- Prolongamento Interior	Finger Prolong. Int.
5	Terminal *Multipurpose* – Finger Interior	Finger Int.
6	Terminal *Multipurpose* – Finger- Prolongamento Exterior	Finger Prolong. Ext.
7	Terminal *Multipurpose* – Finger Exterior	Finger Ext.
8	Terminal *Multipurpose* -ex-Carvão	Carvão
9	Terminal LNG	LNG
10	Porto de Serviços – Molhe-Cais	P. Serv. Molhe-Cais
11	Porto de Serviços – Cais Topo	P. Serv. Cais Topo
12	Porto de Serviços – Cais Frontal	P. Serv. Cais Frontal
13	Terminal de Granéis Líquidos – Posto 2	TGL – Posto 2
14	Terminal de Granéis Líquidos – Posto 3	TGL – Posto 3
15	Terminal de Granéis Líquidos – Posto 6	TGL – Posto 6
16	Terminal de Granéis Líquidos – Posto 7	TGL – Posto 7
17	Terminal de Granéis Líquidos – Posto 4	TGL – Posto 4
18	Terminal de Granéis Líquidos – Posto 5	TGL – Posto 5
19	Terminal Petroquímico – Posto 9	T. Petroq. – Posto 9
20	Terminal Petroquímico – Posto 10	T. Petroq. – Posto 10

3. ANÁLISE PRELIMINAR DAS ALTERNATIVAS

3.1. Mapas de índices de agitação

Nos pontos seguintes são apresentados os mapas de índices de agitação para os diferentes cenários e configurações do TCG. Para facilidade de leitura / comparação, os resultados das 3 alternativas de configuração do TCG são apresentados conjuntamente e com a simulação da situação de referência (actual).

3.1.1. Cenário 0 – Só novo terminal

Neste subcapítulo são apresentados os resultados obtidos para as várias alternativas propostas para o novo terminal de Carga Geral, de acordo com o Cenário 0 (ou seja, sem prolongamento do molhe Leste e sem prolongamento do *finger* do TMS), e para as 8 condições de agitação representativas.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

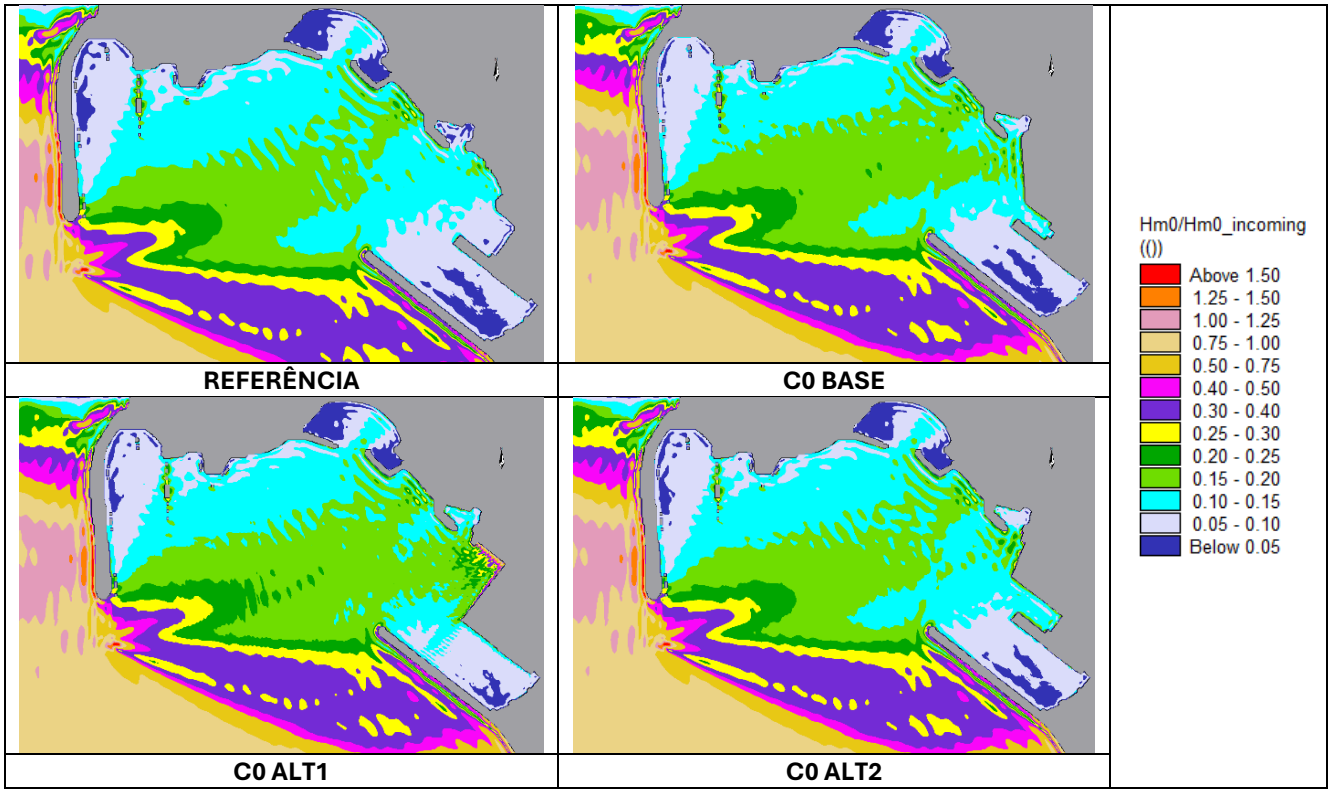


Fig. 7 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s

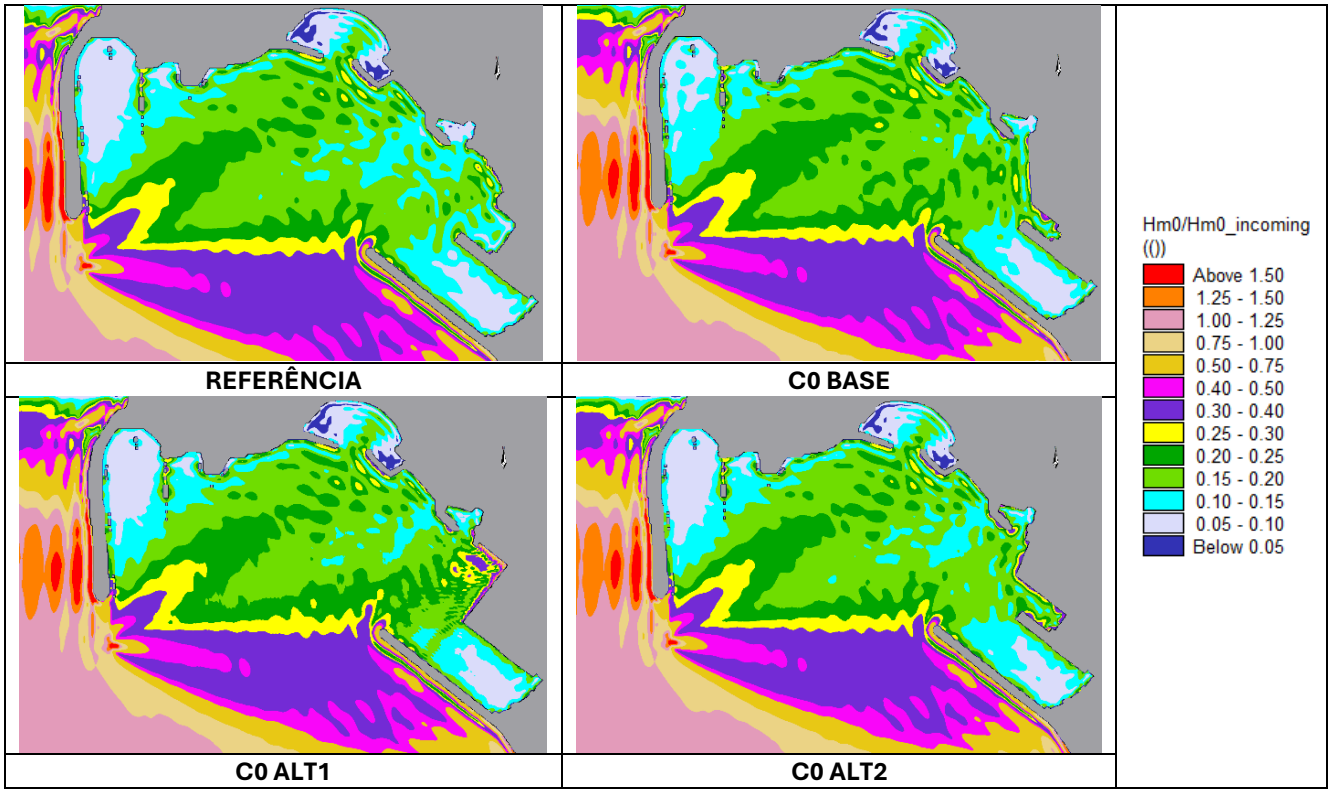


Fig. 8 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

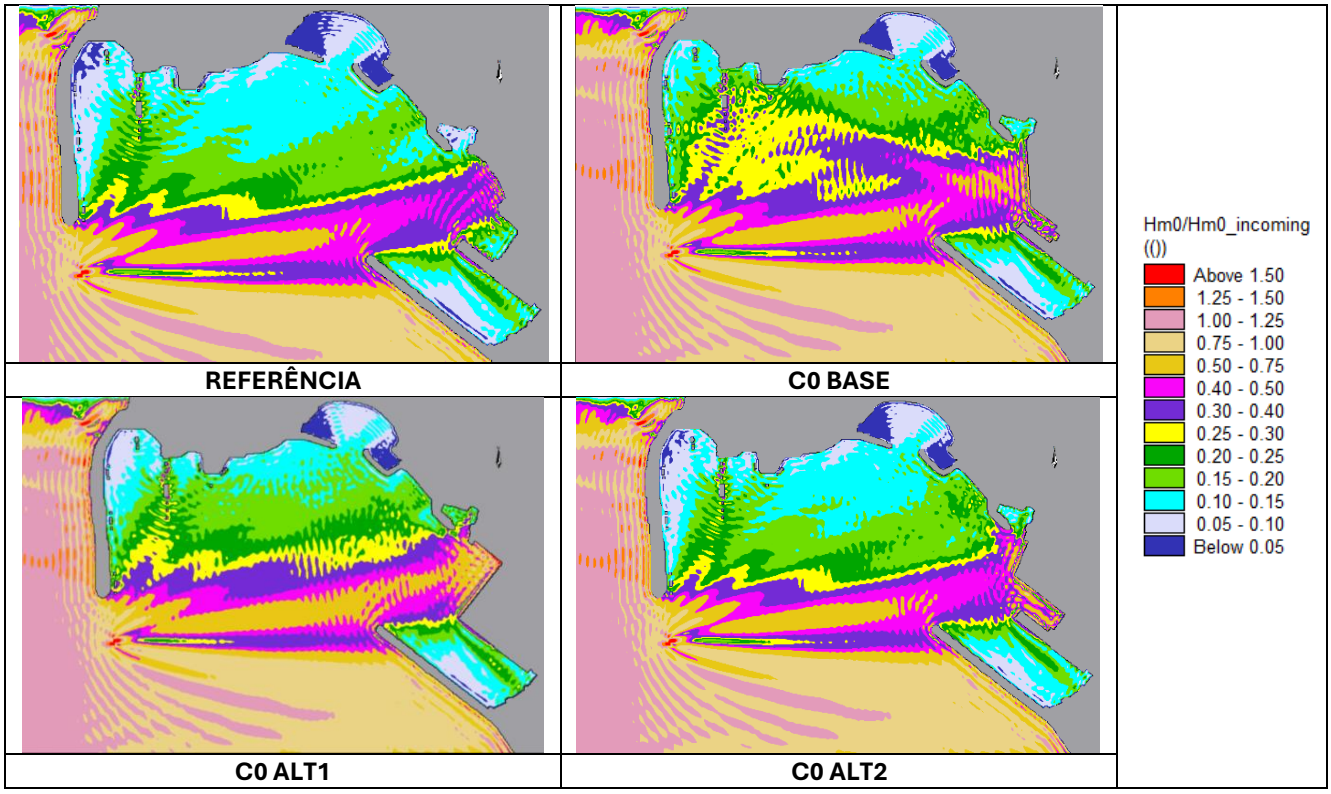


Fig. 9 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s

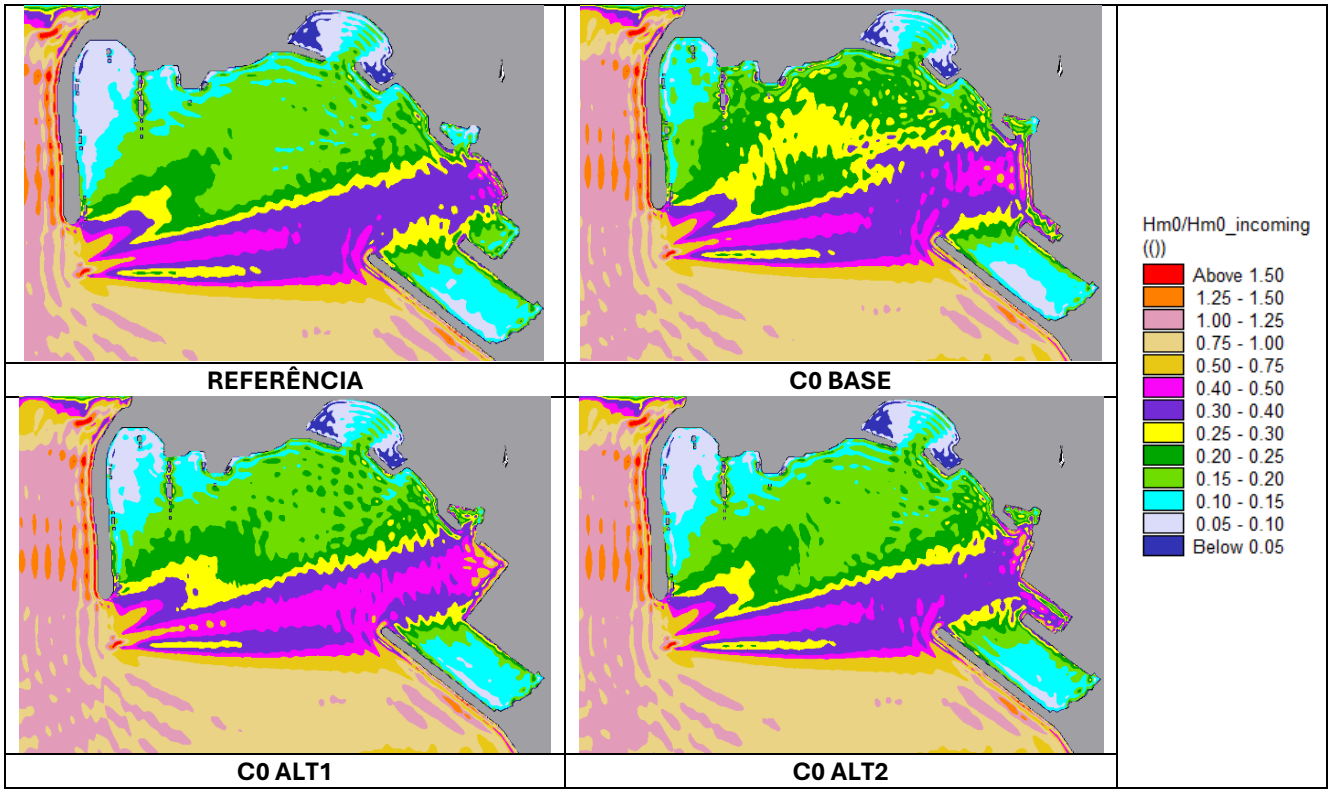


Fig. 10 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

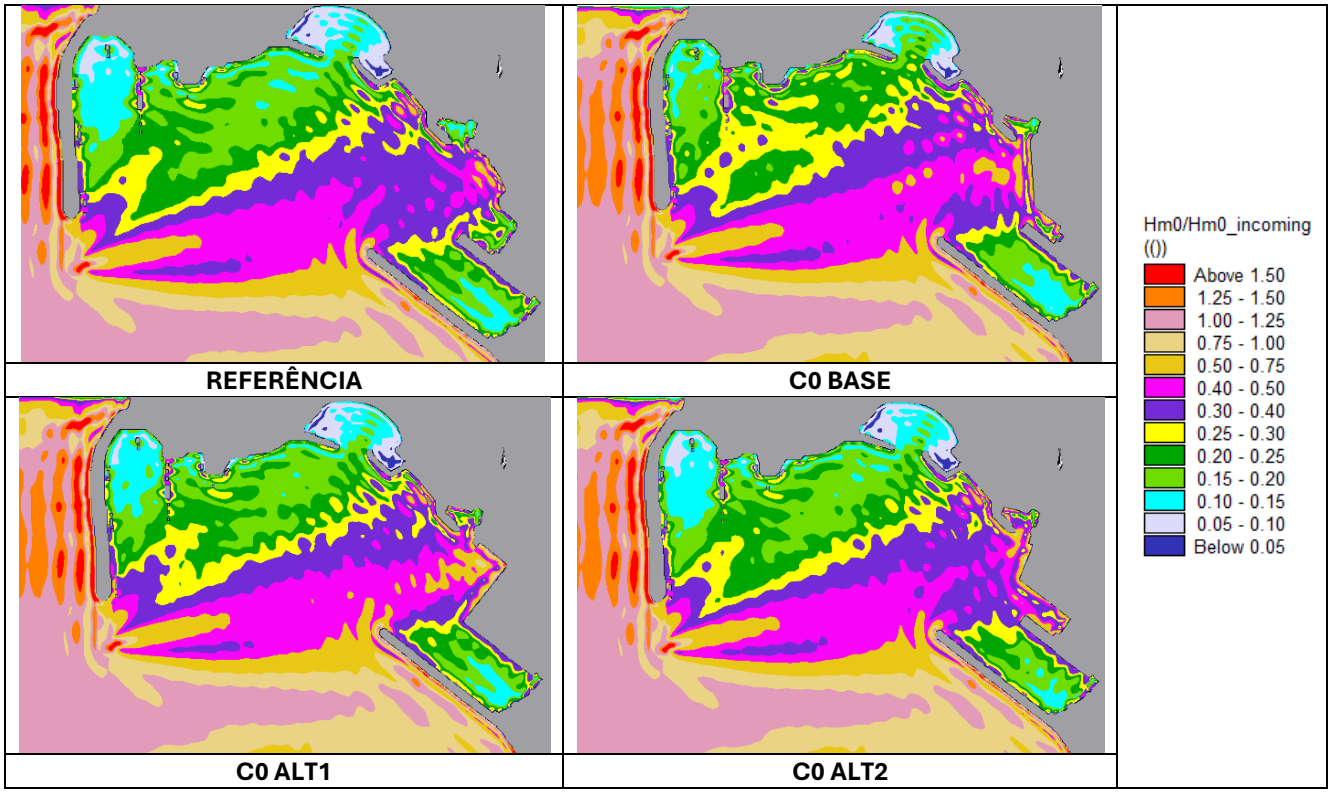


Fig. 11 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s

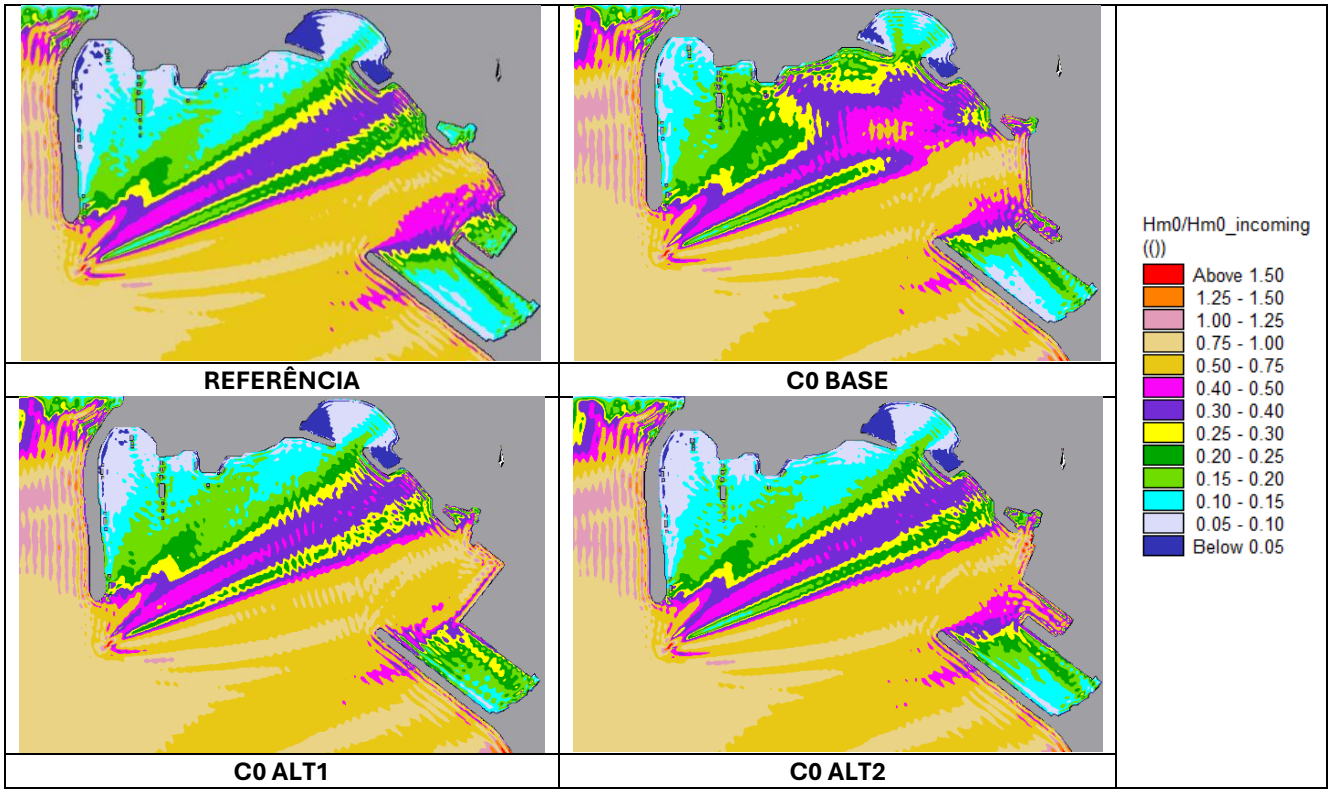


Fig. 12 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

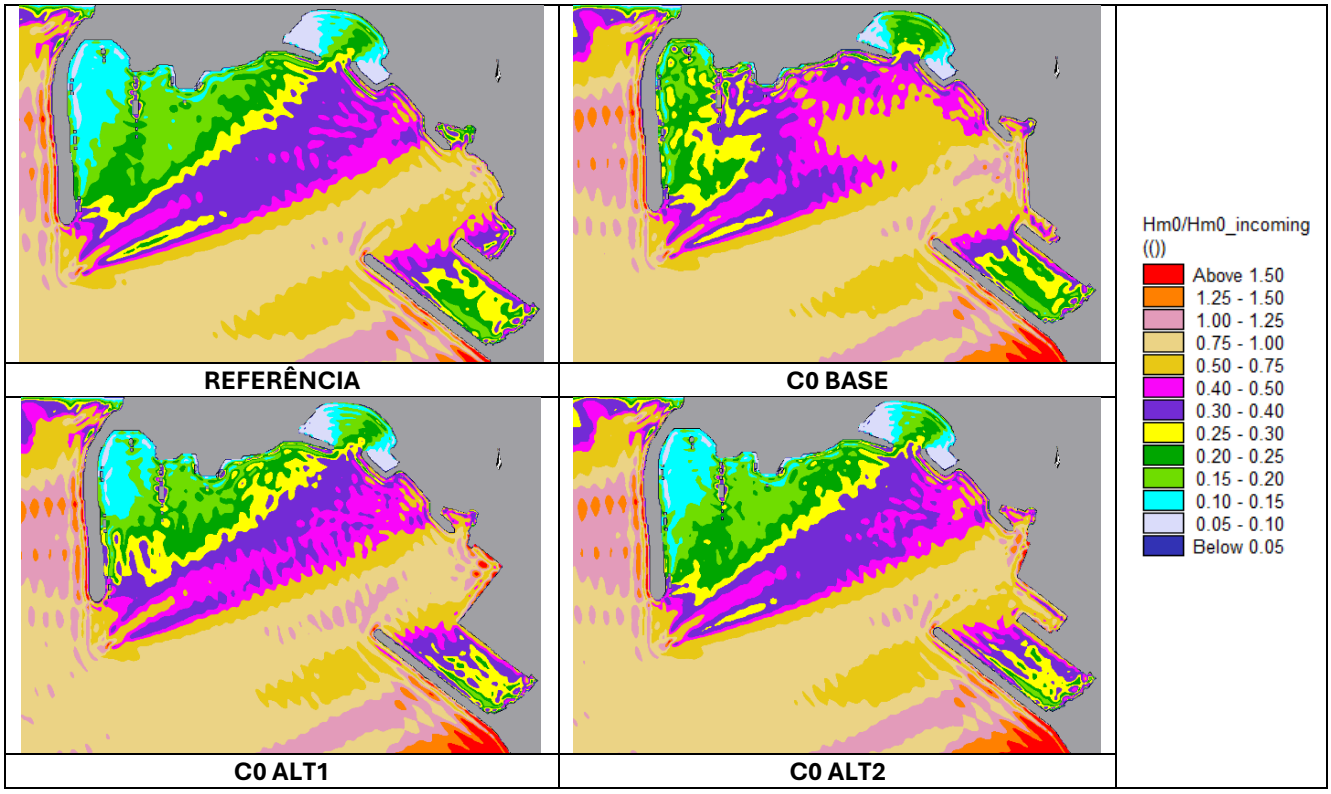


Fig. 13 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s

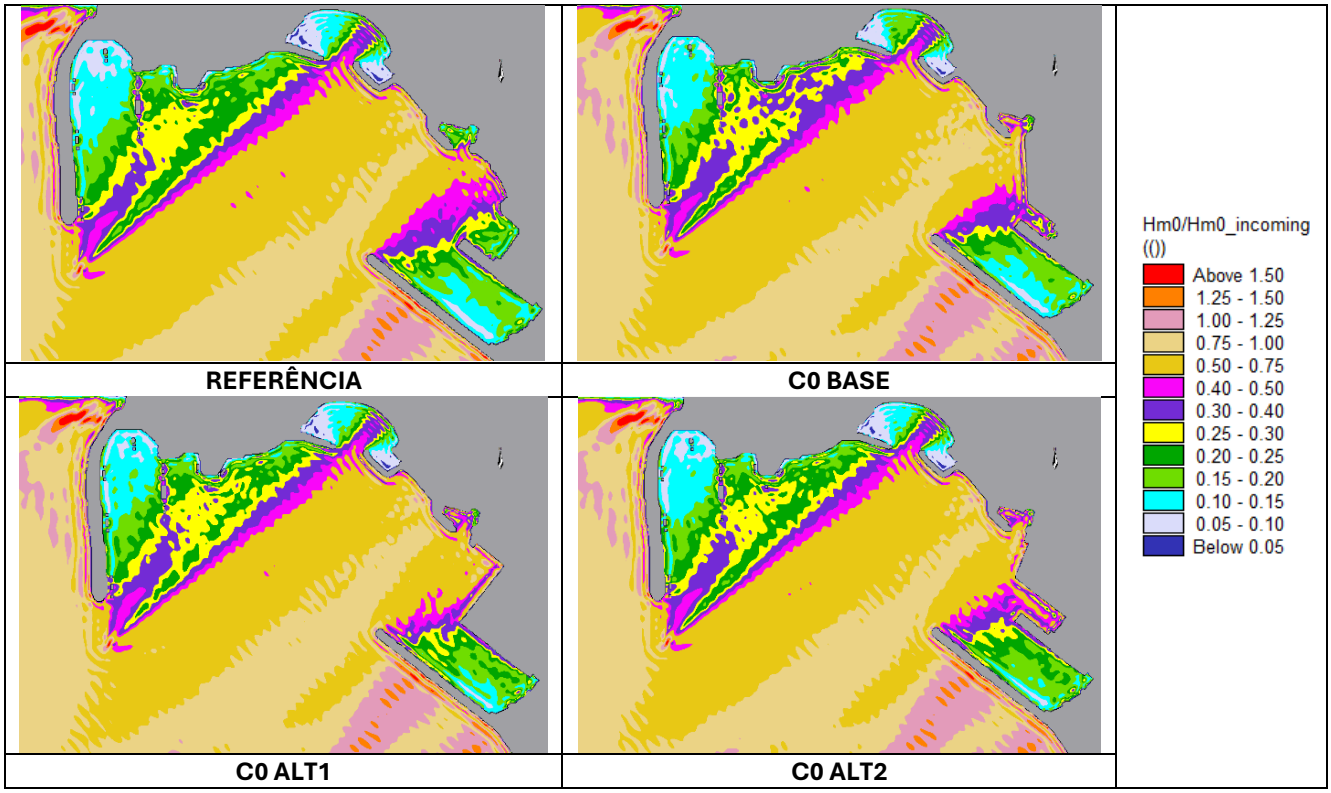


Fig. 14 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

As figuras precedentes evidenciam uma distribuição de índices de agitação típica, com uma estreita faixa centrada na cabeça do molhe oeste e orientada segundo a direcção da agitação em cause, onde os valores dos índices decrescem rapidamente, da unidade na zona não abrigada para cerca de 0.5 no enfiamento da direcção da onda e depois para valores de cerca de 0.2 na zona abrigada; mais para o interior desta última, o decréscimo nos índices de agitação é progressivamente menos acentuado.

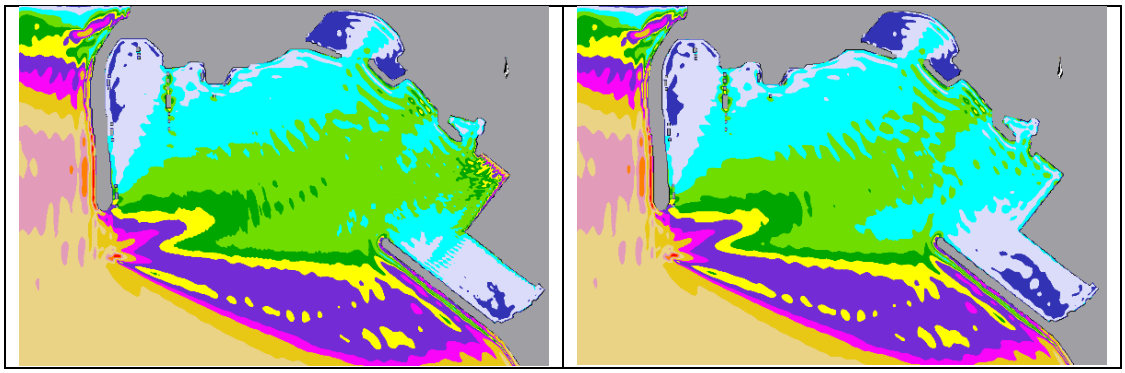
Para os rumos mais rodados a norte, WNW (e outros não simulados aqui), que são também os mais frequentes, a parte norte da bacia portuária, até ao Molhe Leste, encontra-se bem abrigada pelo Molhe Oeste. À medida que os rumos vão rodando para sul, esta zona da bacia vai saindo da zona de sombra do molhe Oeste e vai ficando menos abrigada – sendo que a zona de implantação do futuro terminal é a que fica mais exposta, pois ainda não beneficia do abrigo do Molhe Leste.

Em qualquer alternativa de configuração (**BASE**, **ALT1** e **ALT2**), o terminal de carga geral, encontra-se exposto para os rumos WSW e SW, apresentando índices de agitação que atingem valores de 0,50 a 0,75, para o rumo W, e de 0,75 a 1,00 para os rumos WSW e SW.

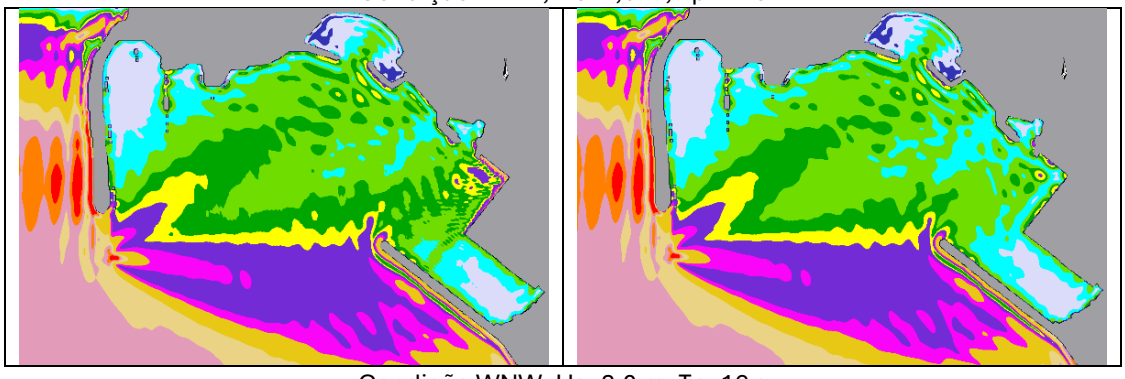
As figuras mostram para a **ALT1**, resultados sempre ligeiramente mais gravosos que para as restantes alternativas. Por esta razão e de forma a melhorar o seu comportamento, ensaiou-se uma configuração alternativa **(ALT1 – ESTACAS)**, com os cais com alinhamento N e W, a corresponderem a estruturas em estacas, com um talude em enrocamentos no tardoz (estrutura com reflexão parcial).

Os resultados destas simulações são apresentados em seguida.

C0 ALT1 | **C0 ALT1 - ESTACAS**



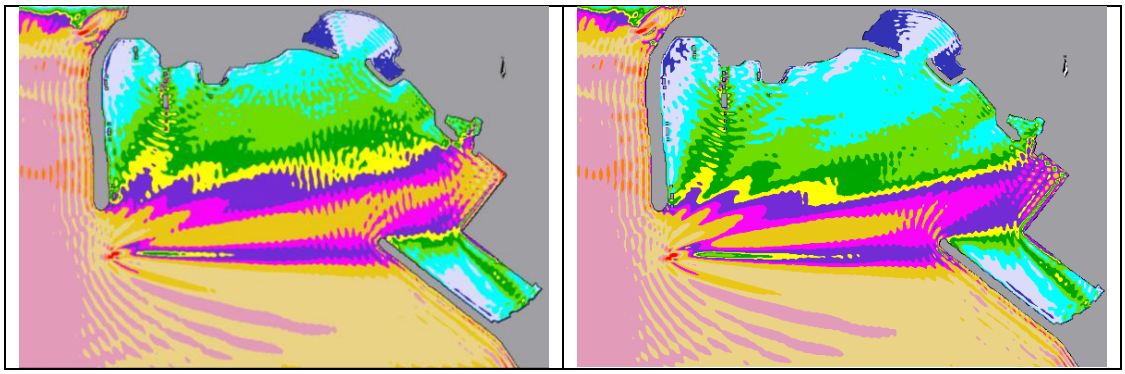
Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s



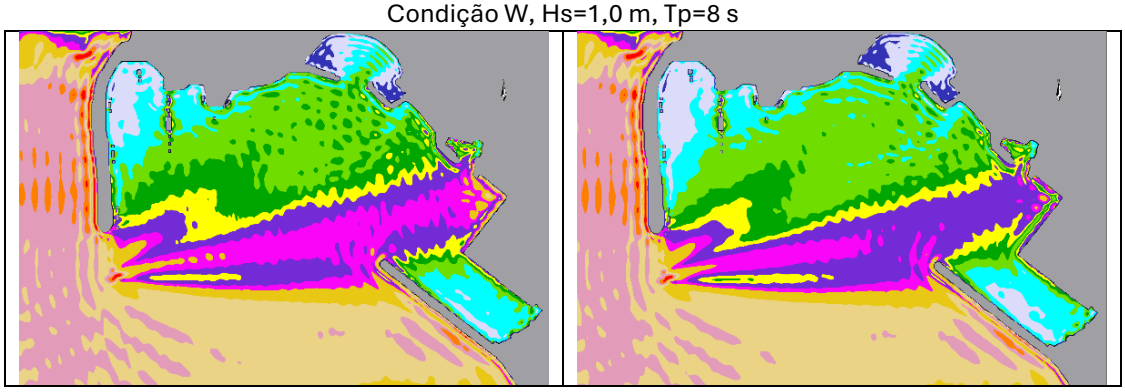
Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

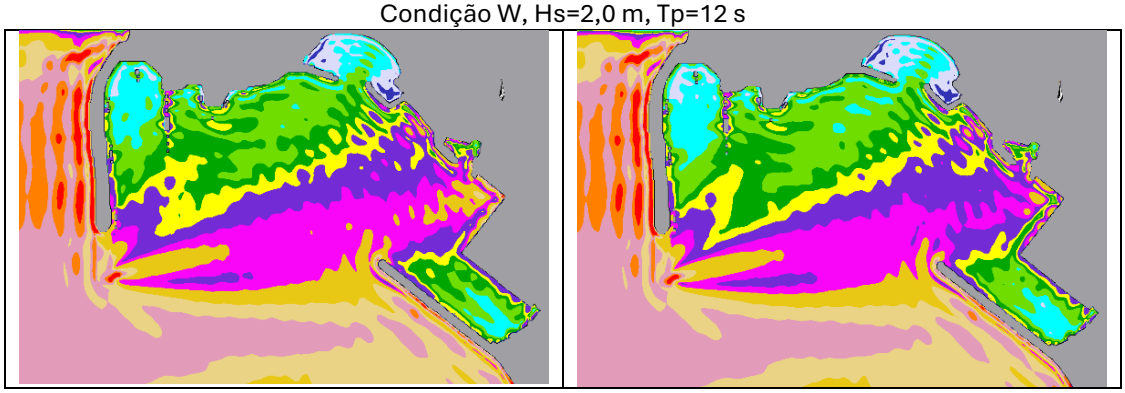
C0 ALT1 | **C0 ALT1 - ESTACAS**



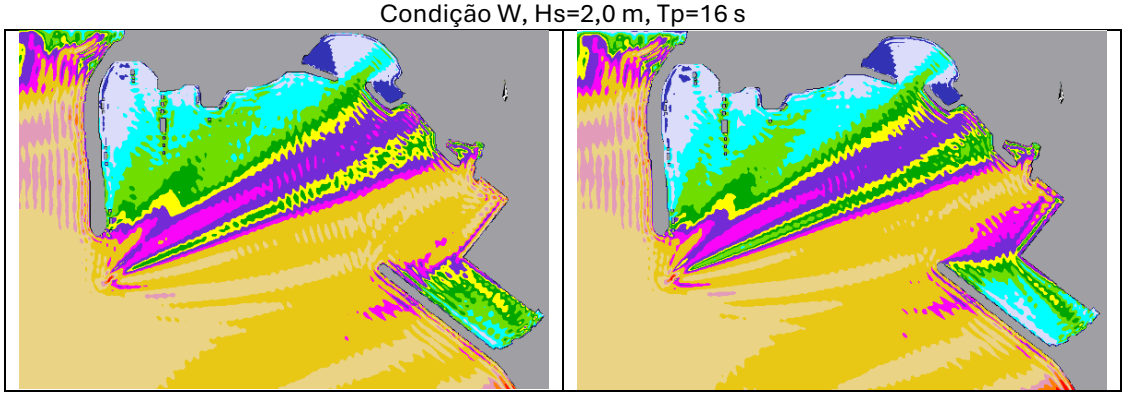
Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s



Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s



Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s



Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

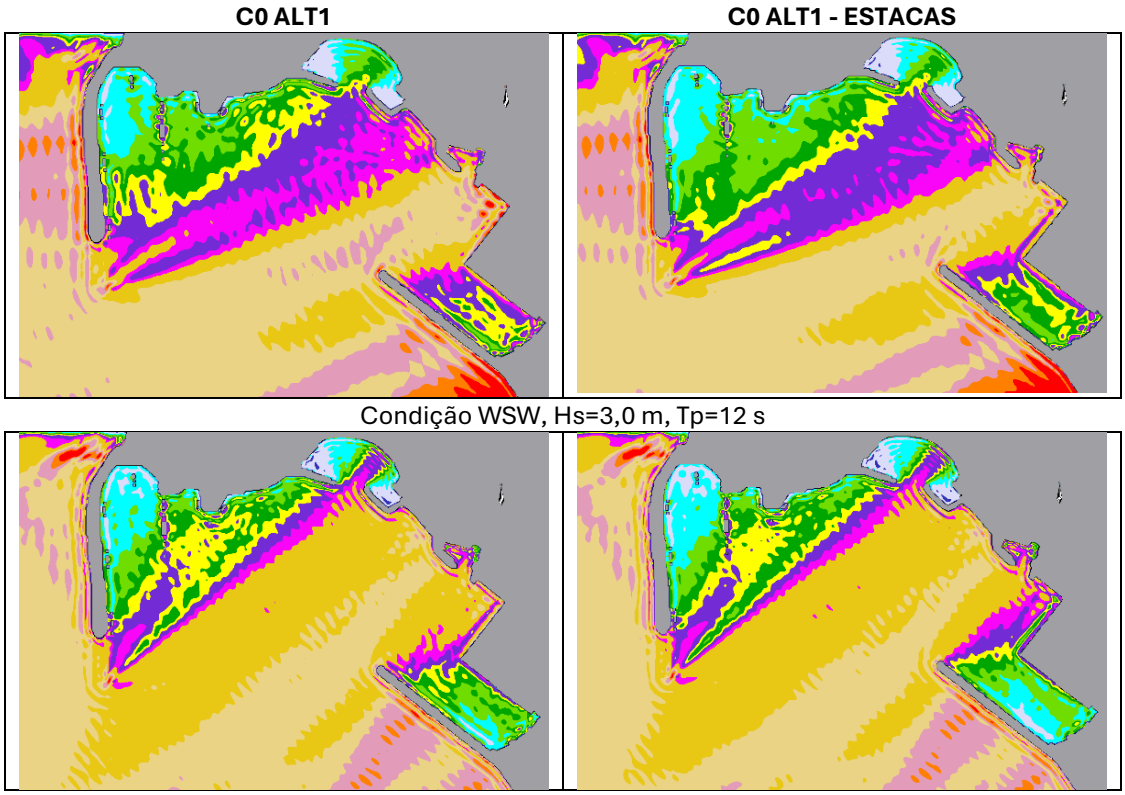


Fig. 15 – Distribuição dos índices de agitação, para as várias condições, nas configurações C0 ALT1 e C0 ALT1-ESTACAS

3.1.2. Cenário 1 – Prolongamento do Molhe Leste

De seguida apresentam-se as figuras com os resultados obtidos para as várias alternativas propostas para o novo terminal de Carga Geral, considerando um prolongamento do Molhe Leste em 400 m (Cenário 1), e para as 8 condições de agitação representativas.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

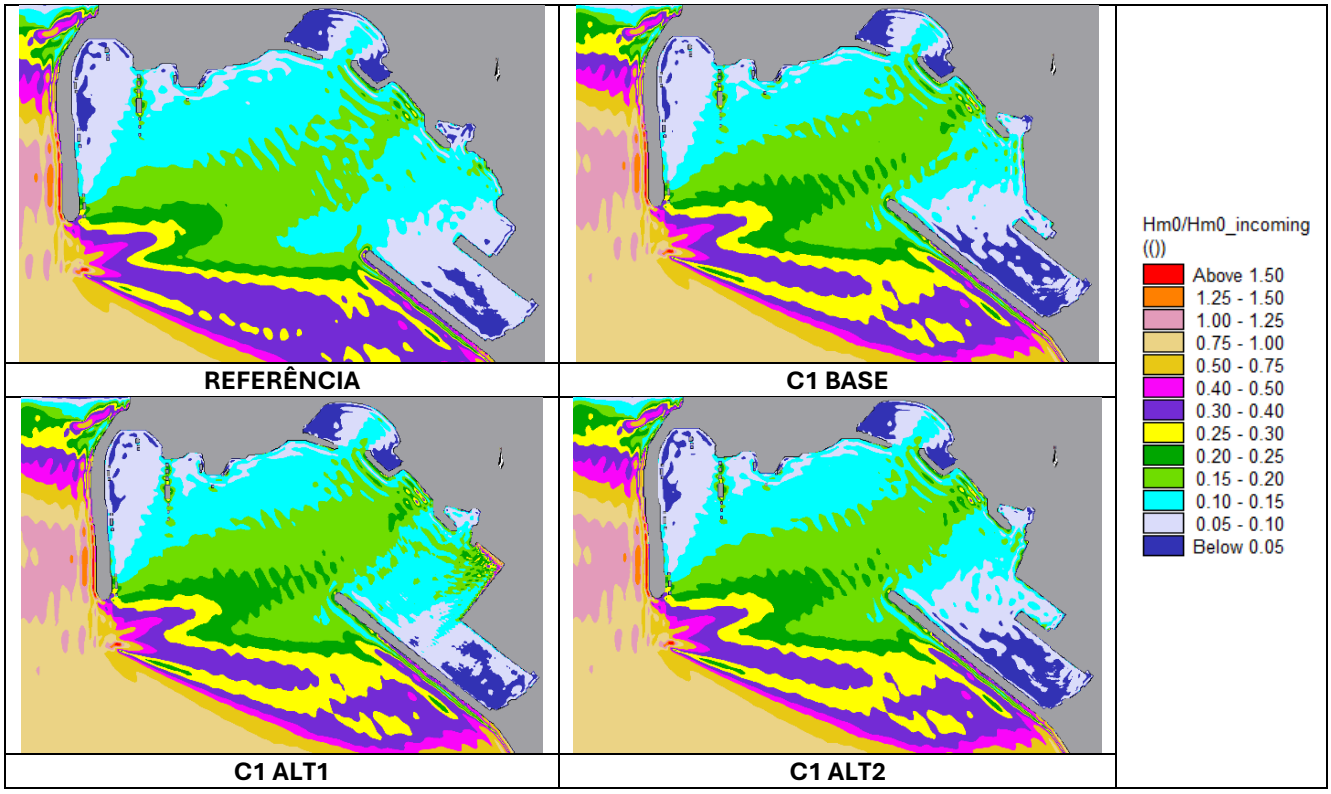


Fig. 16 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s

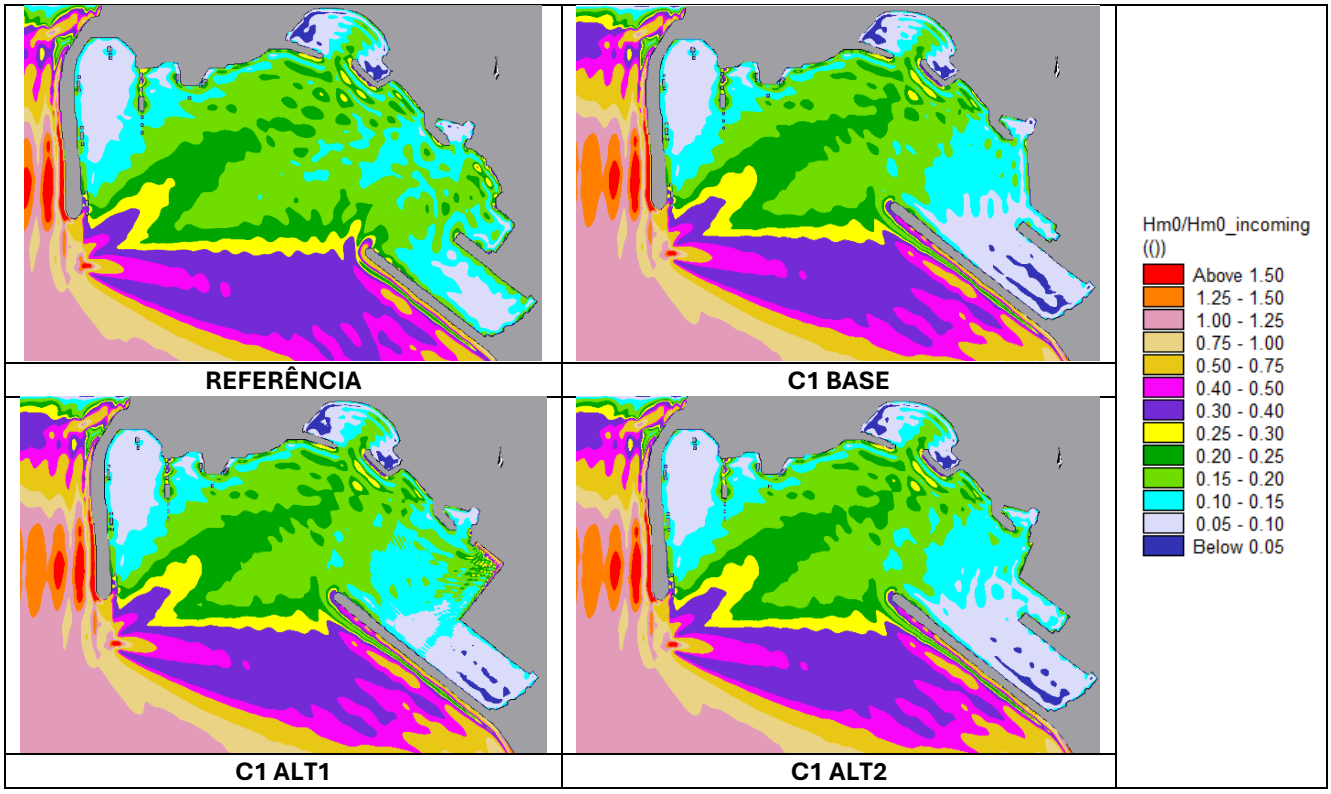


Fig. 17 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

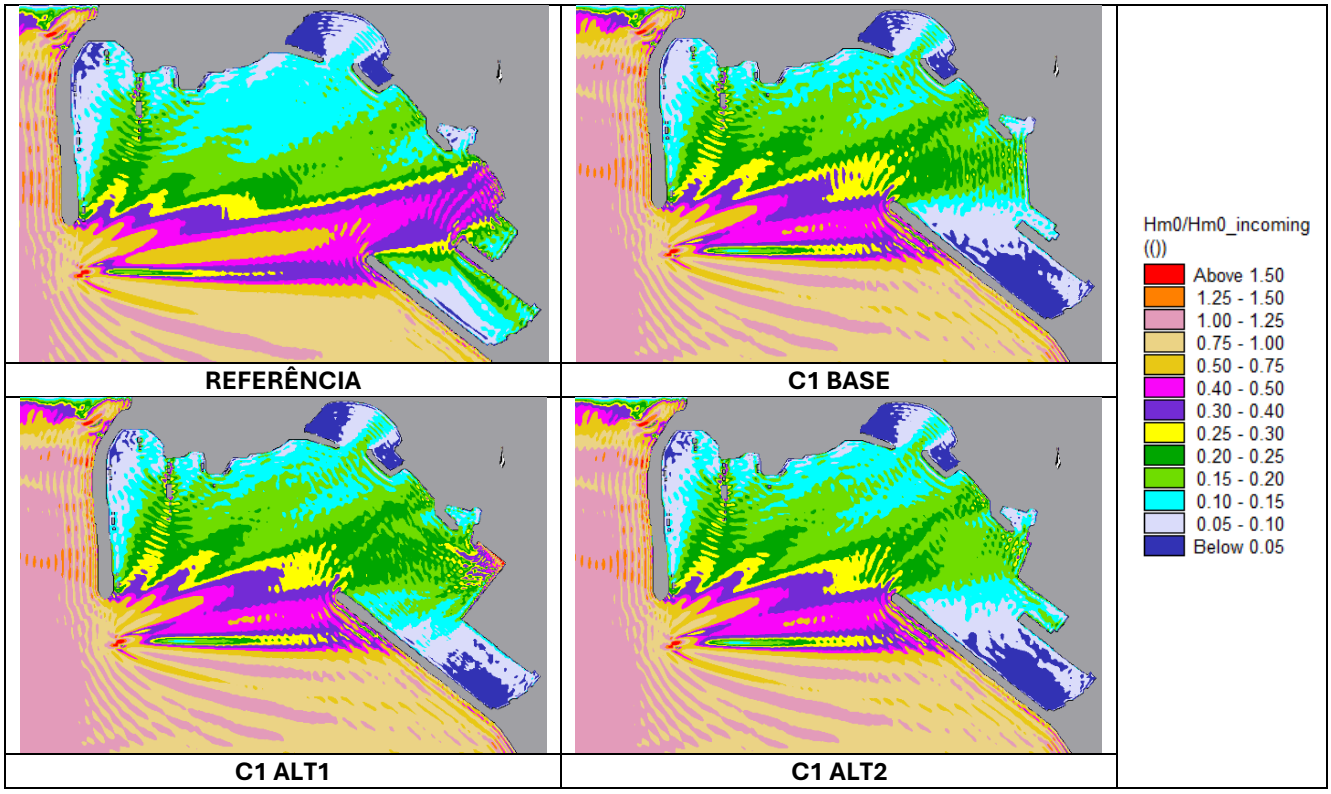


Fig. 18 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s

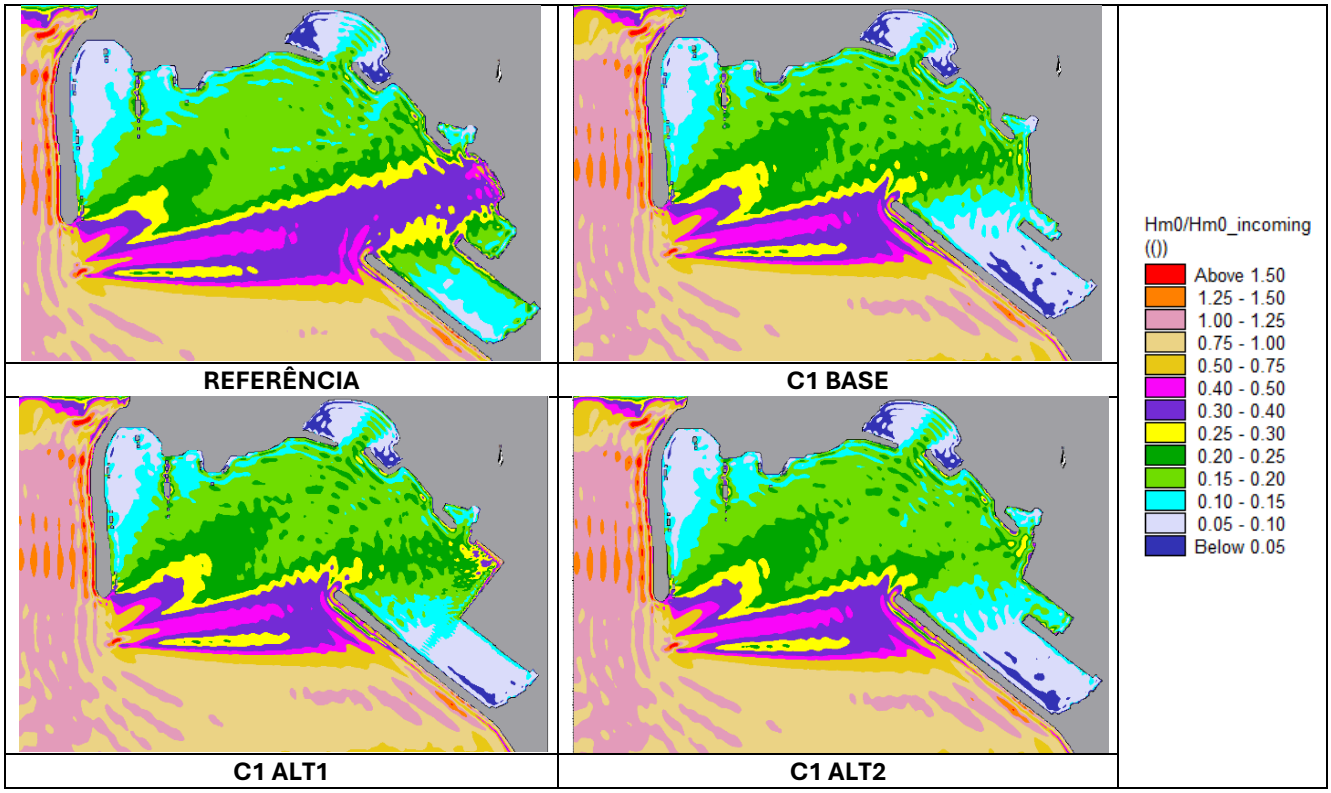


Fig. 19 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

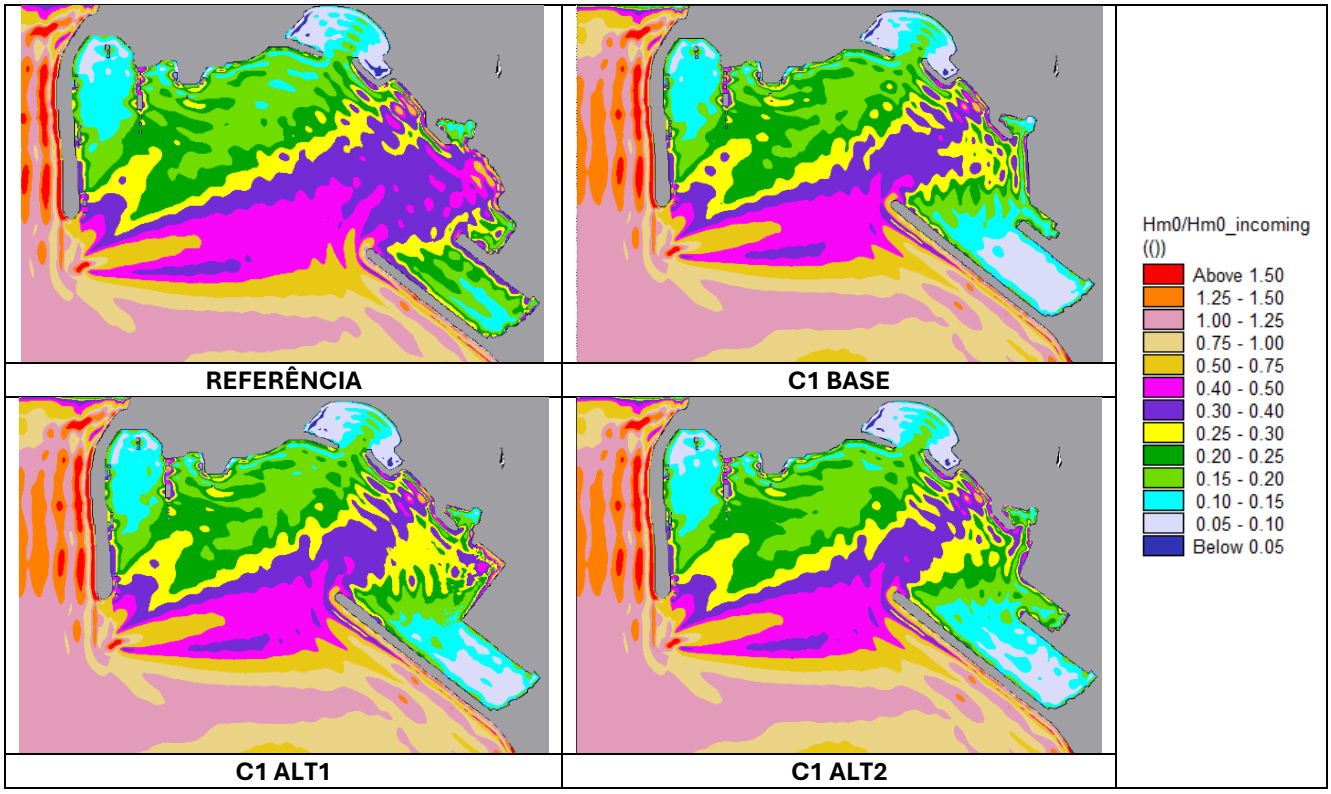


Fig. 20 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s

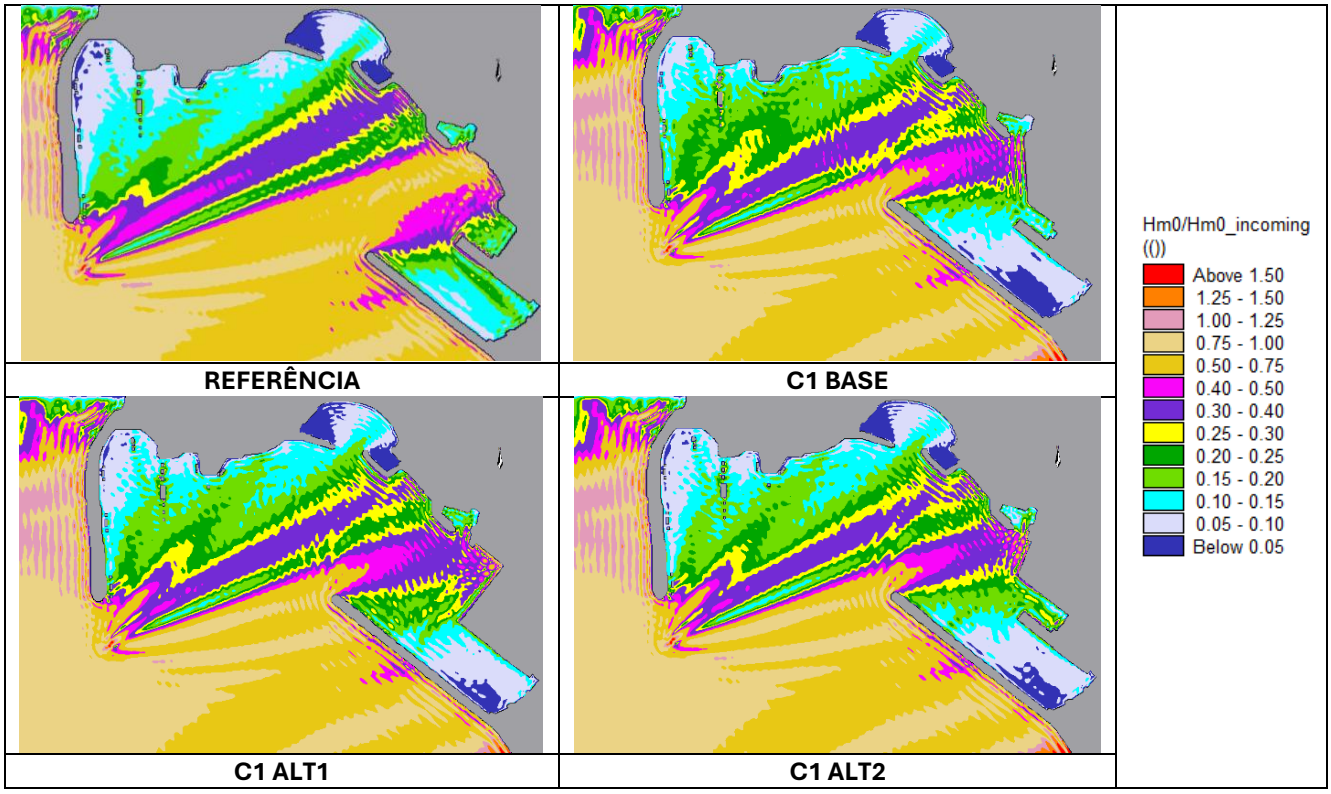


Fig. 21 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s

Co-funded by the European Union

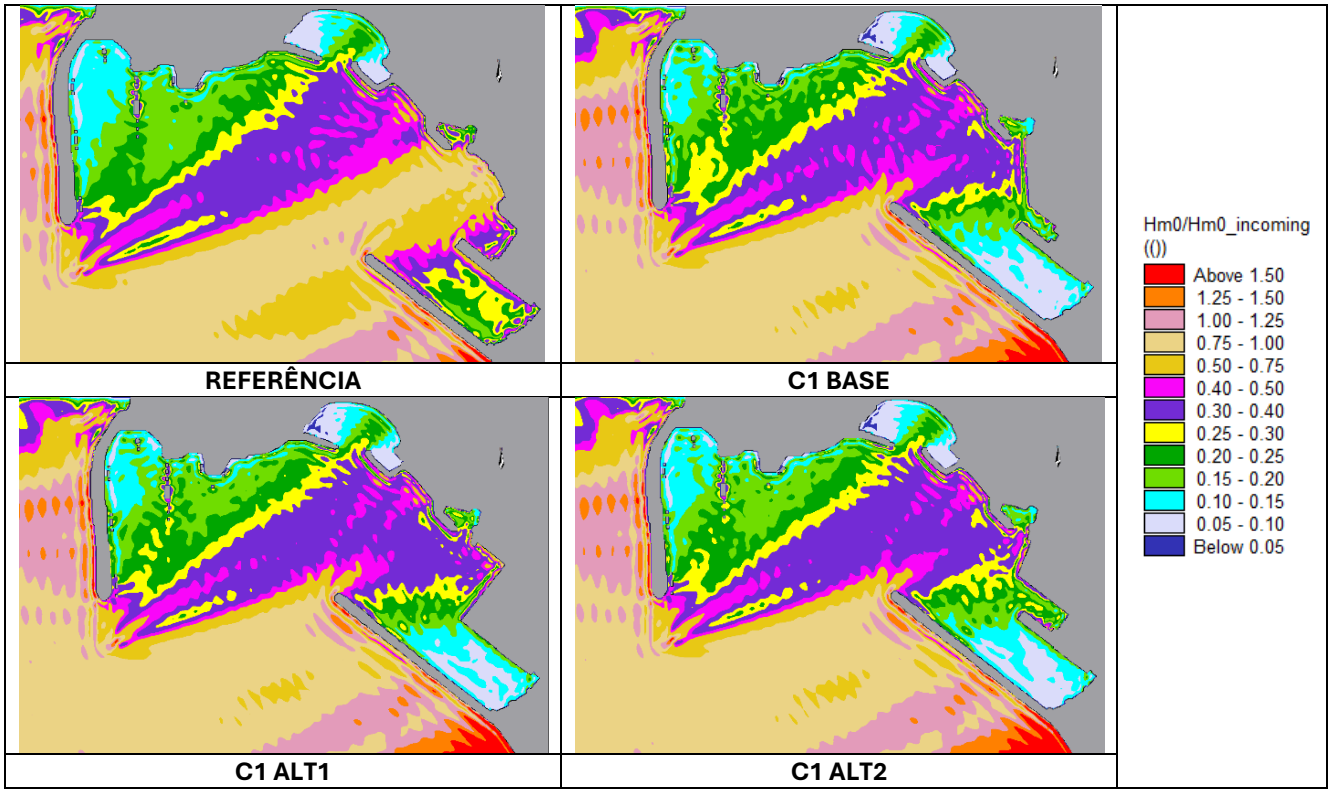


Fig. 22 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s

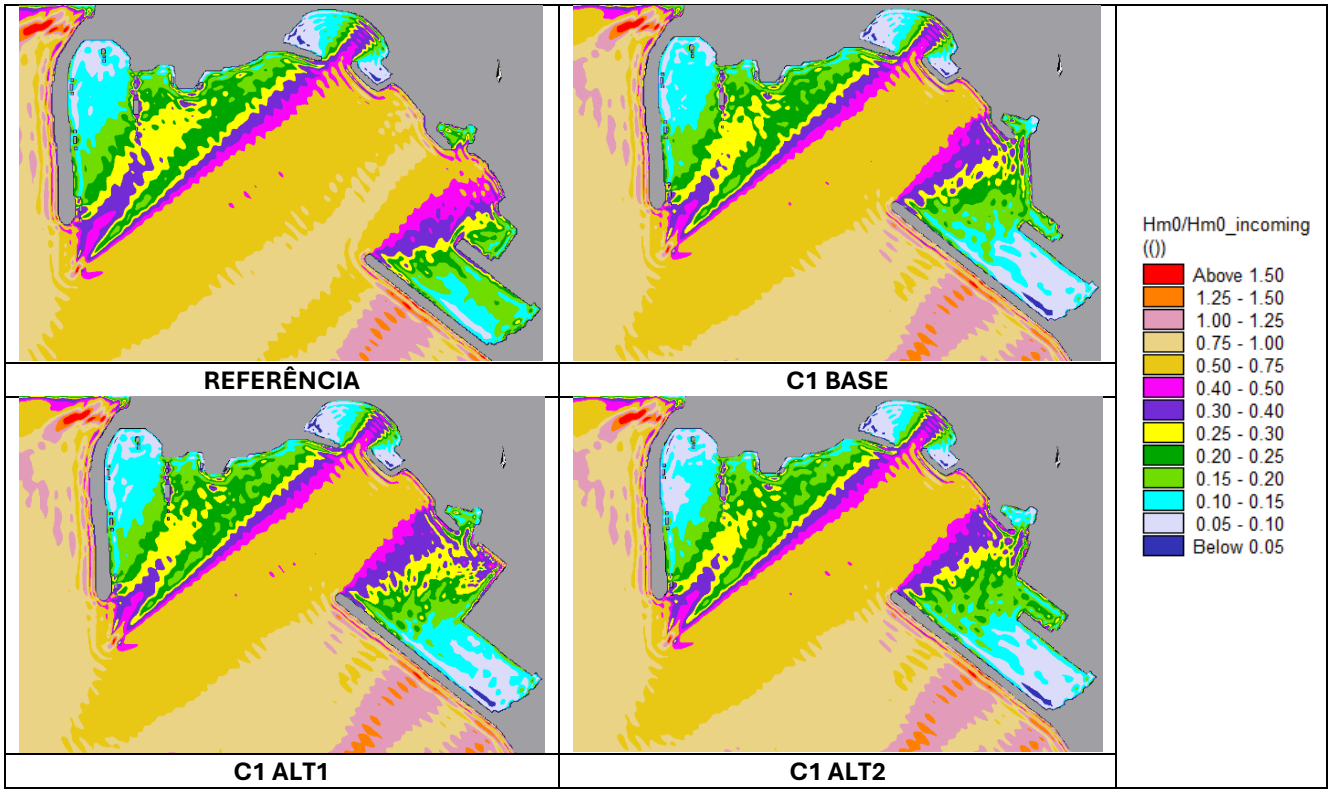


Fig. 23 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

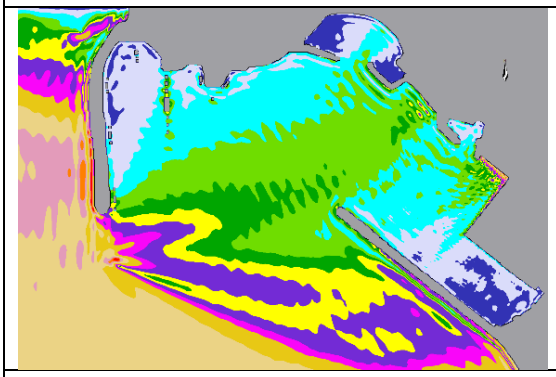
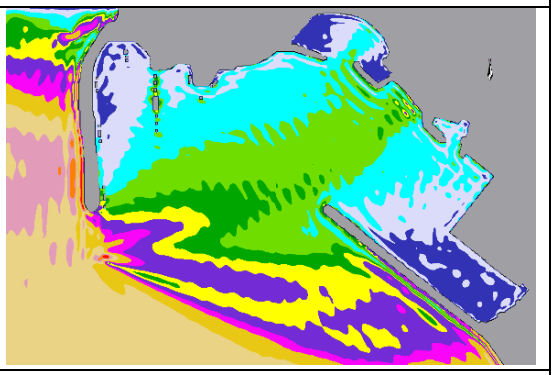
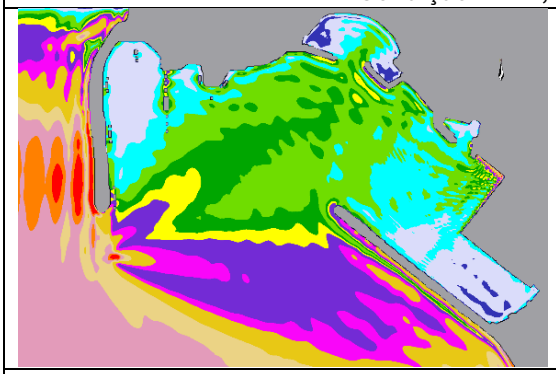
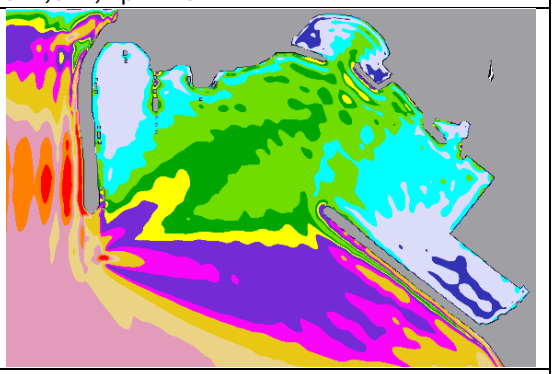
Em relação ao cenário 1 e para as várias alternativas de arranjo do terminal de Carga Geral, é visível, uma redução significativa da agitação incidente principalmente para as condições de rumos W, WSW e SW, á que o novo terminal passa a beneficiar agora do abrigo do Molhe Leste para estes rumos.

À semelhança do verificado no cenário 0, a **ALT1** do arranjo do terminal de Carga Geral, é aquela que apresenta resultados do índice de agitação mais gravosos.

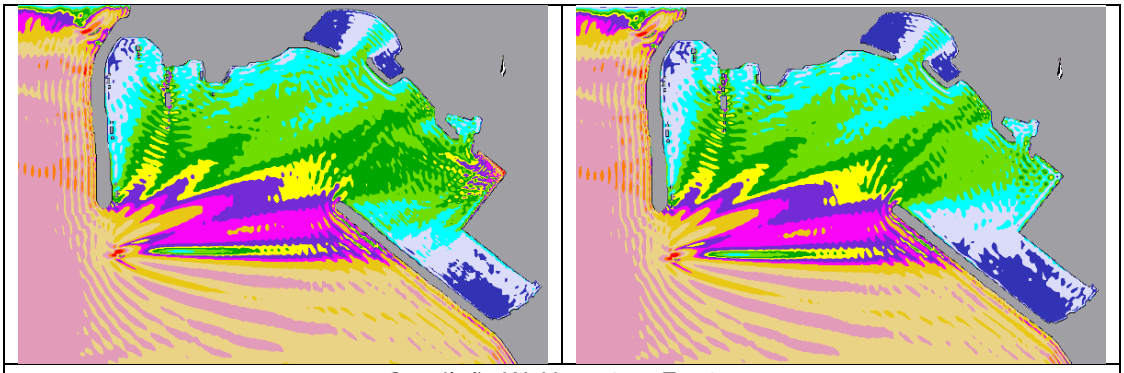
No cenário 1 (**C1**) e para as alternativas **BASE** e **ALT2**, junto aos cais do terminal de carga geral, os índices de agitação passam a apresentar valores máximos no intervalo de 0,10 a 0,20, para o rumo WNW, de 0,25 a 0,40, para o rumo O, de 0,40 a 0,50 para o rumo WSW e de 0,30 a 0,40 para o rumo SW.

Os resultados anteriores, mostram uma redução dos índices da agitação de aproximadamente 50 a 60%, concedida pelo abrigo resultante dos 400 m do prolongamento NO do molhe Leste.

Para este cenário foi igualmente ensaiada a configuração alternativa, correspondente à **ALT1-ESTACAS**. Nas figuras seguintes apresentam-se os resultados obtidos para essa configuração e para a alternativa 1 (**ALT1**).

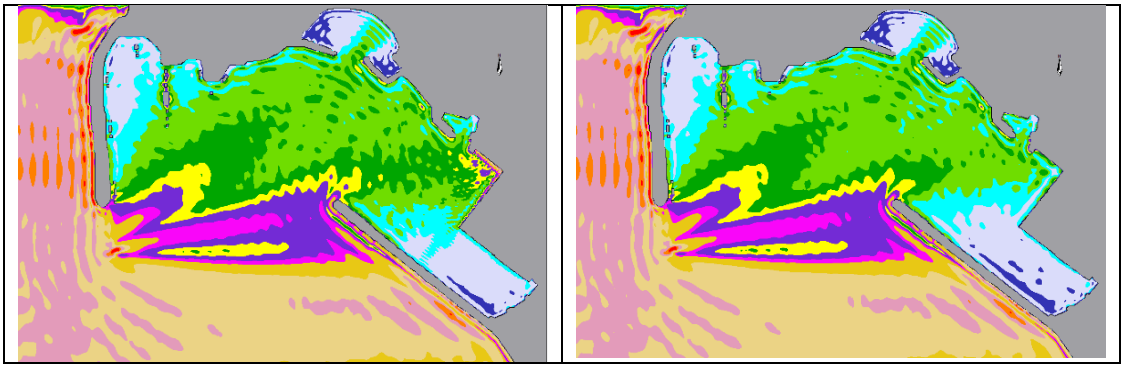
C1 ALT1	**C1 ALT1 - ESTACAS**
	
Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s	
	
Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s	

Co-funded by the European Union

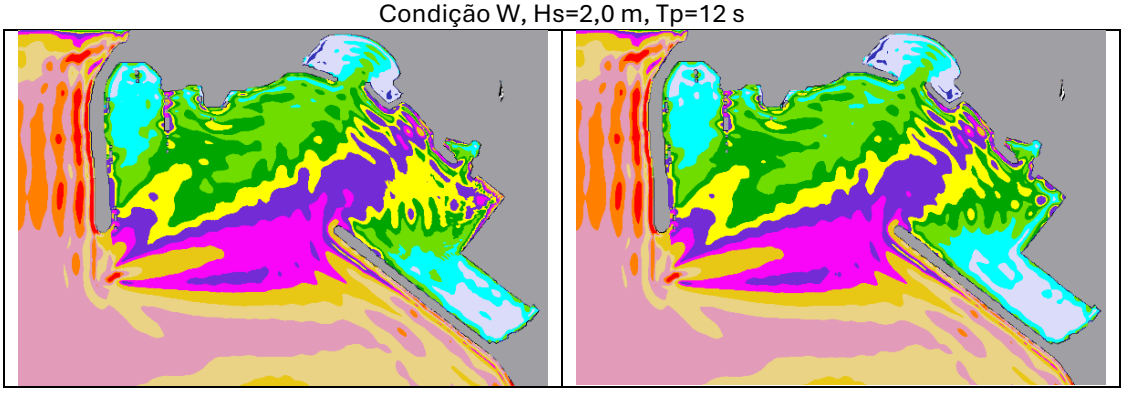


Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s

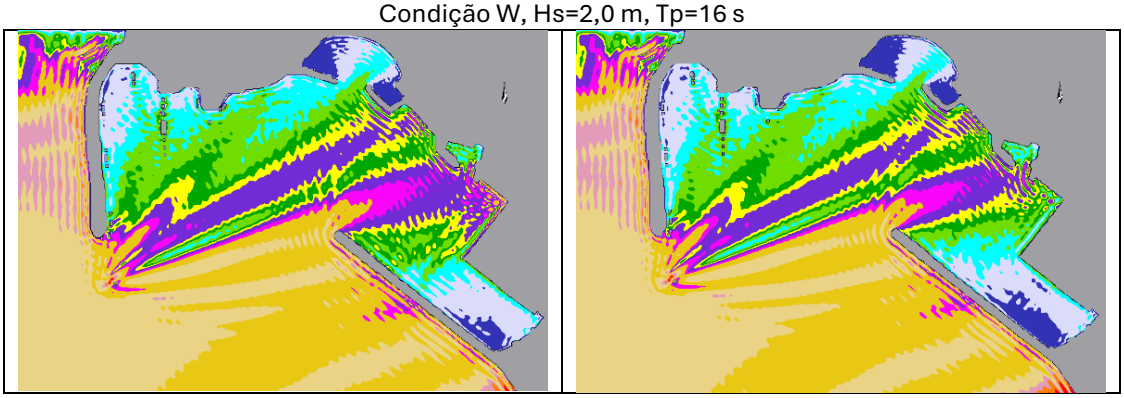
C1 ALT1 **C1 ALT1 - ESTACAS**



Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s

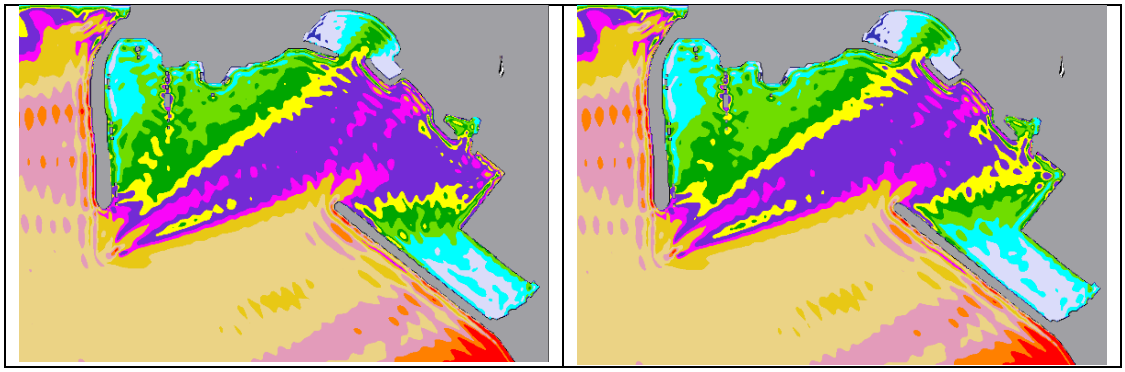


Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s



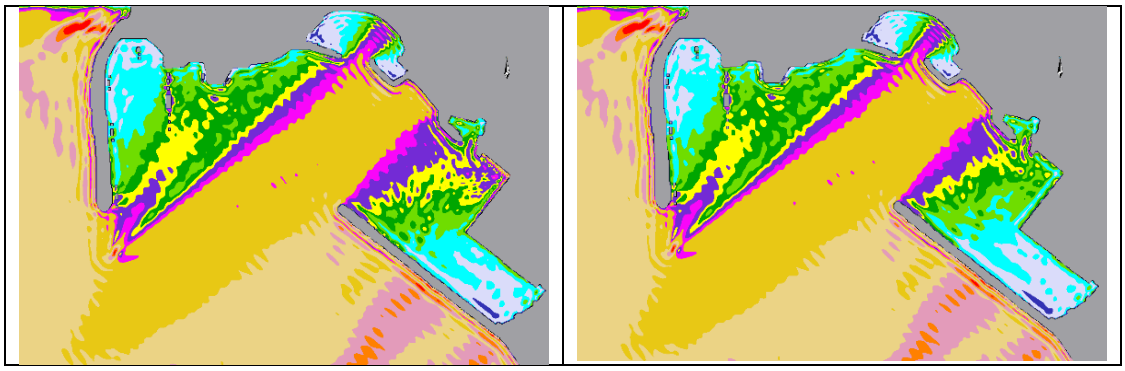
Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES



Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s

C1 ALT1 **C1 ALT1 - ESTACAS**



Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s

Fig. 24 – Distribuição dos índices de agitação, para as várias condições, nas configurações C1 ALT1 e C1 ALT1-ESTACAS

As figuras anteriores, evidenciam melhorias significativas relativamente à **ALT1** e resultados semelhantes aos das restantes alternativas, **BASE** e **ALT2.**

3.1.3. Cenário 2 – Prolongamento do Finger TMS e Molhe Leste

No presente subcapítulo apresentam-se as figuras com os resultados obtidos para as várias alternativas propostas para o novo terminal de Carga Geral, considerando não só o prolongamento do Molhe Leste, mas também o prolongamento do *finger* do Terminal *Multipurpose* em 300 m (**C2**), e para as 8 condições de agitação representativas.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

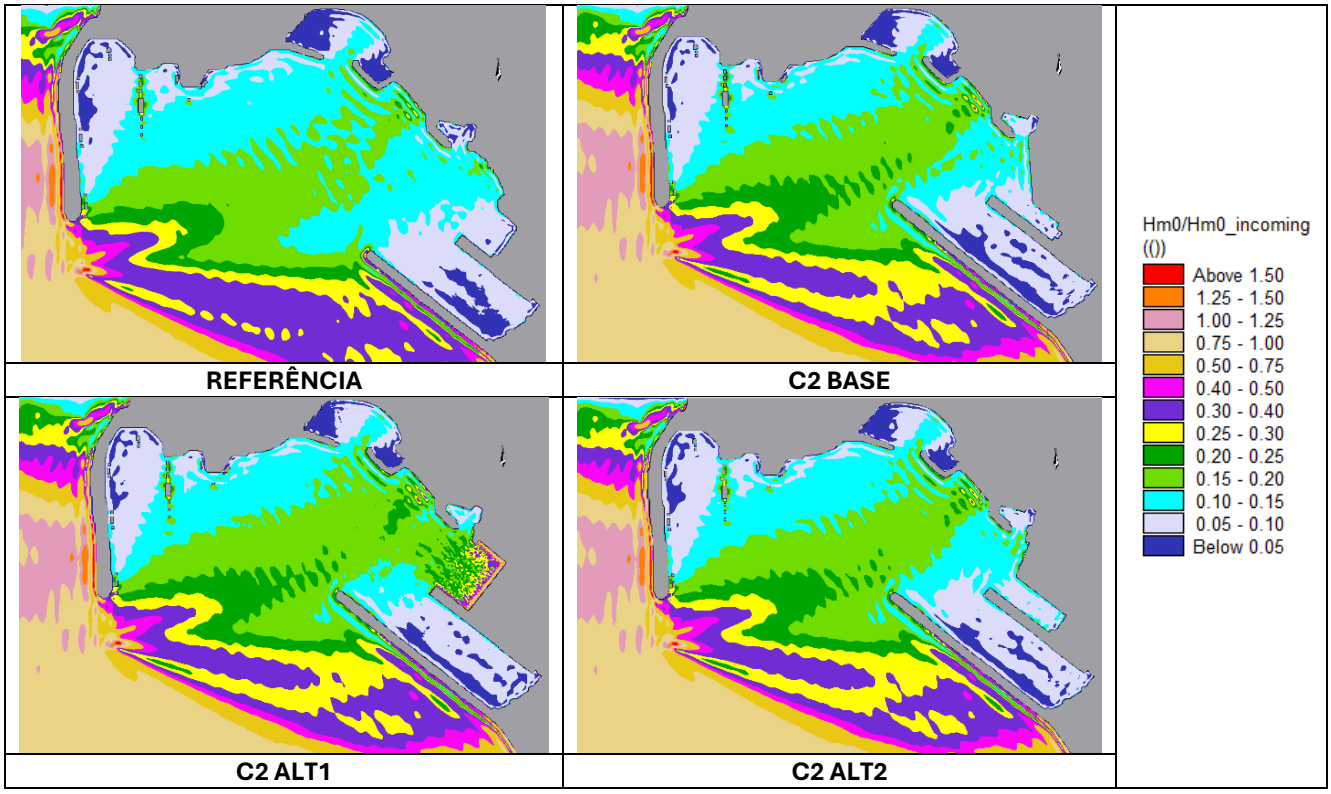


Fig. 25 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s

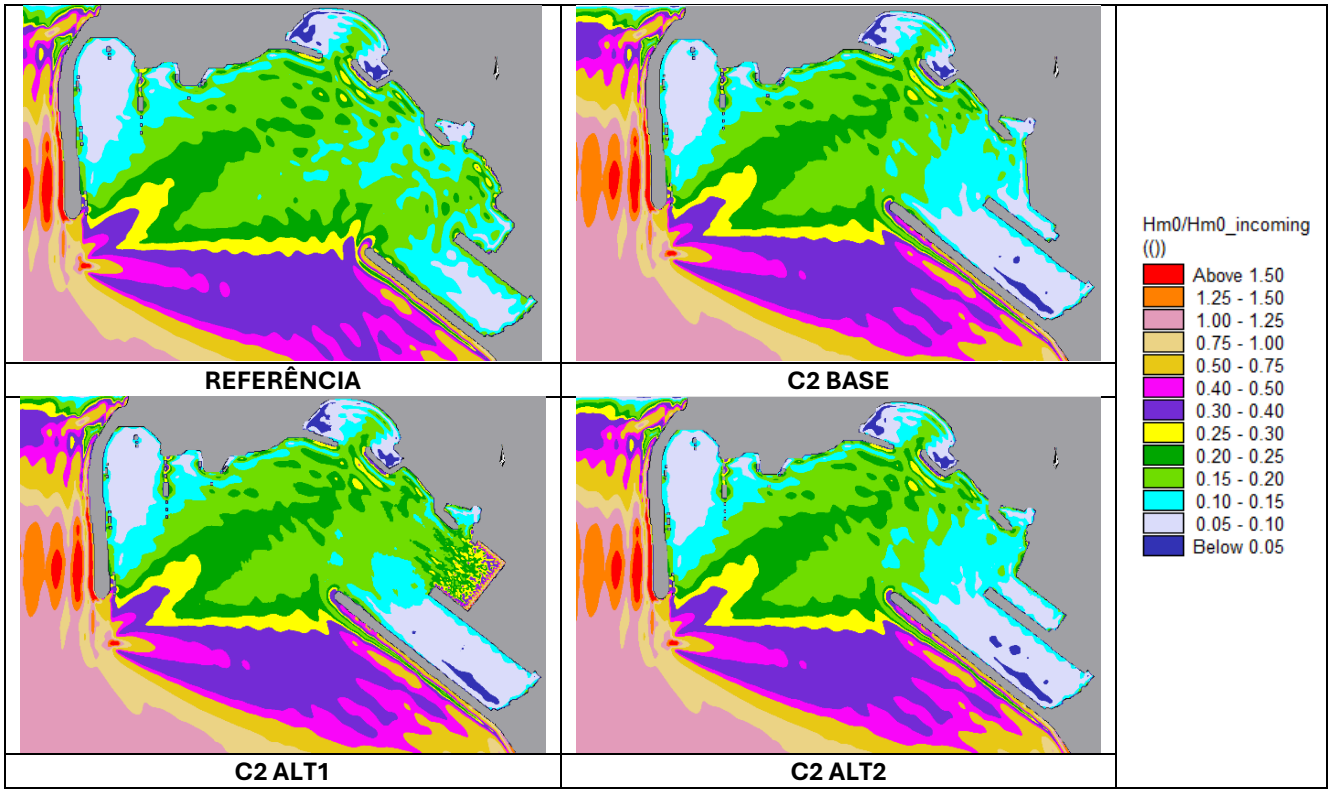
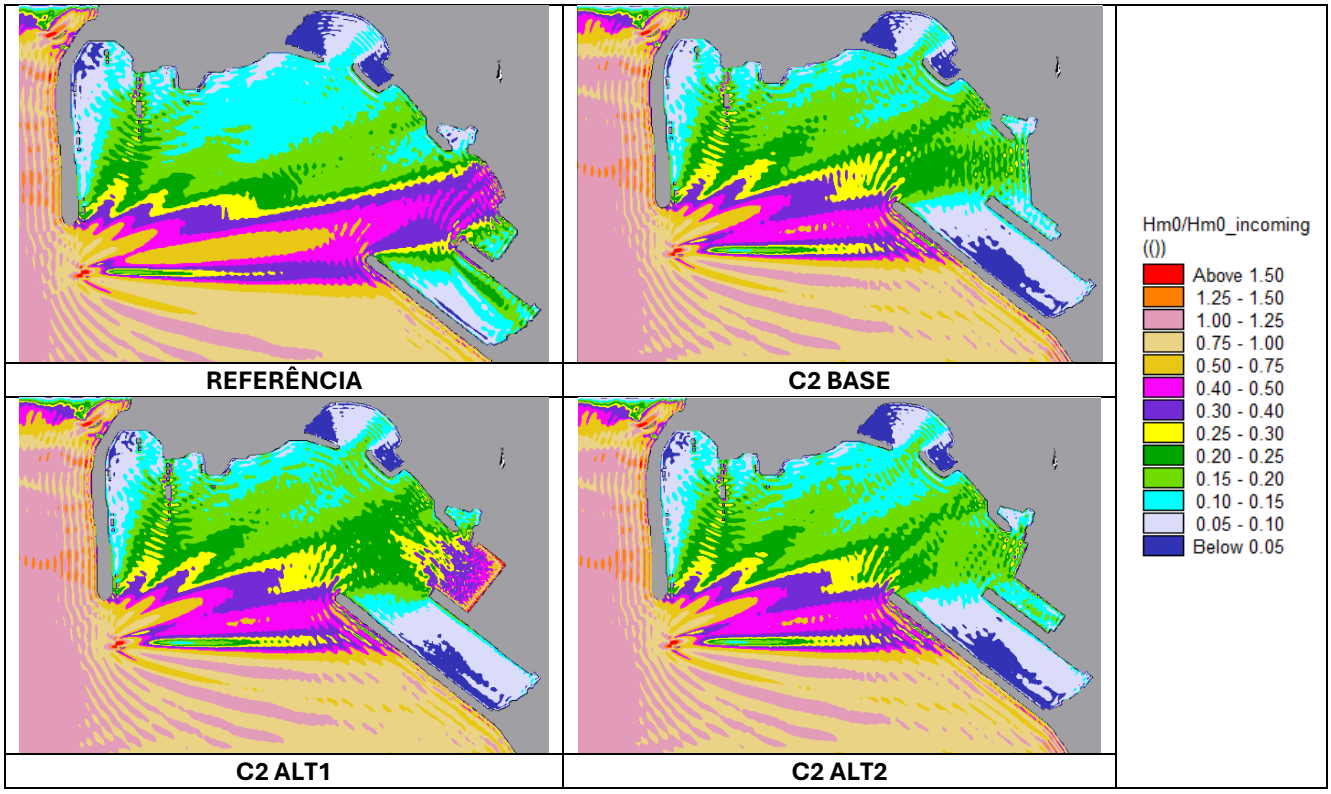


Fig. 26 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s

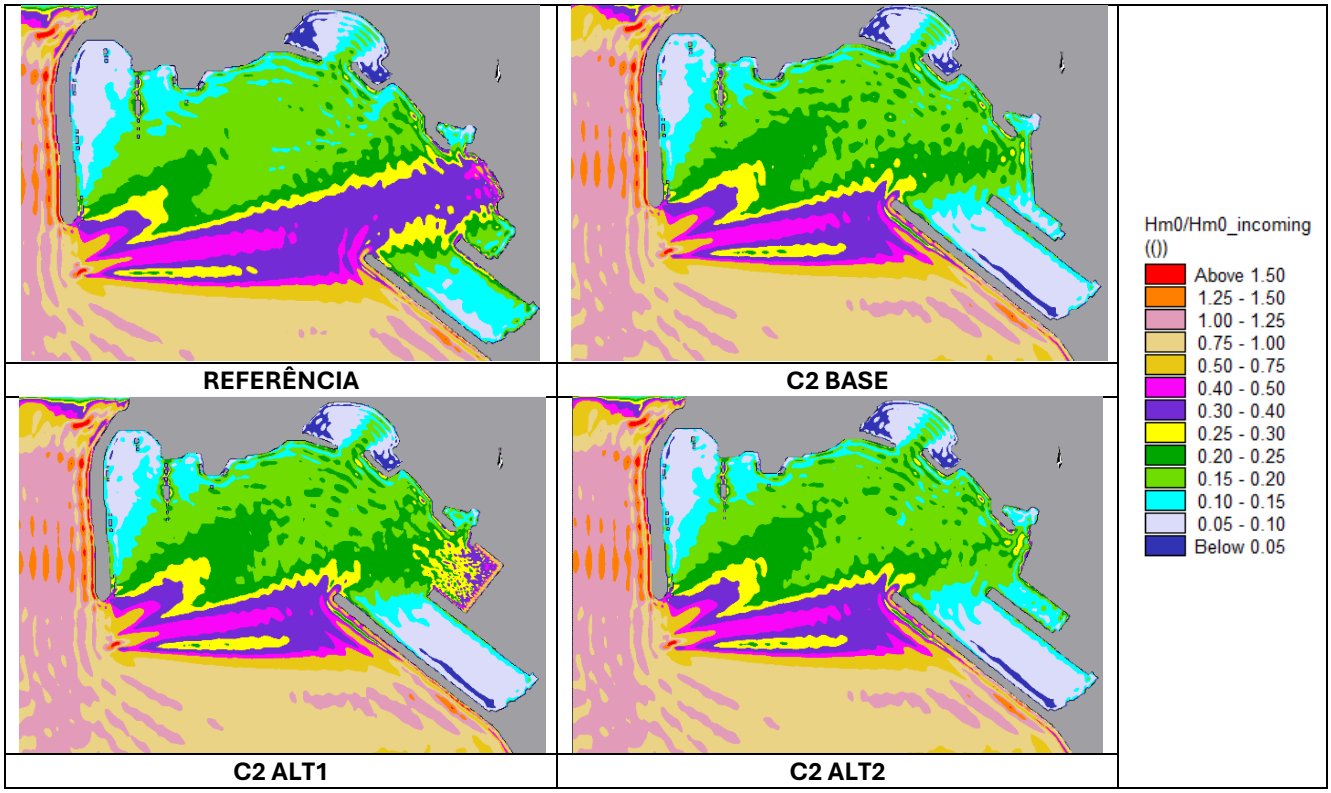
Co-funded by the European Union
DUALSINES



REFERÊNCIA | **C2 BASE**

C2 ALT1 | **C2 ALT2**

Fig. 27 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s



REFERÊNCIA | **C2 BASE**

C2 ALT1 | **C2 ALT2**

Fig. 28 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

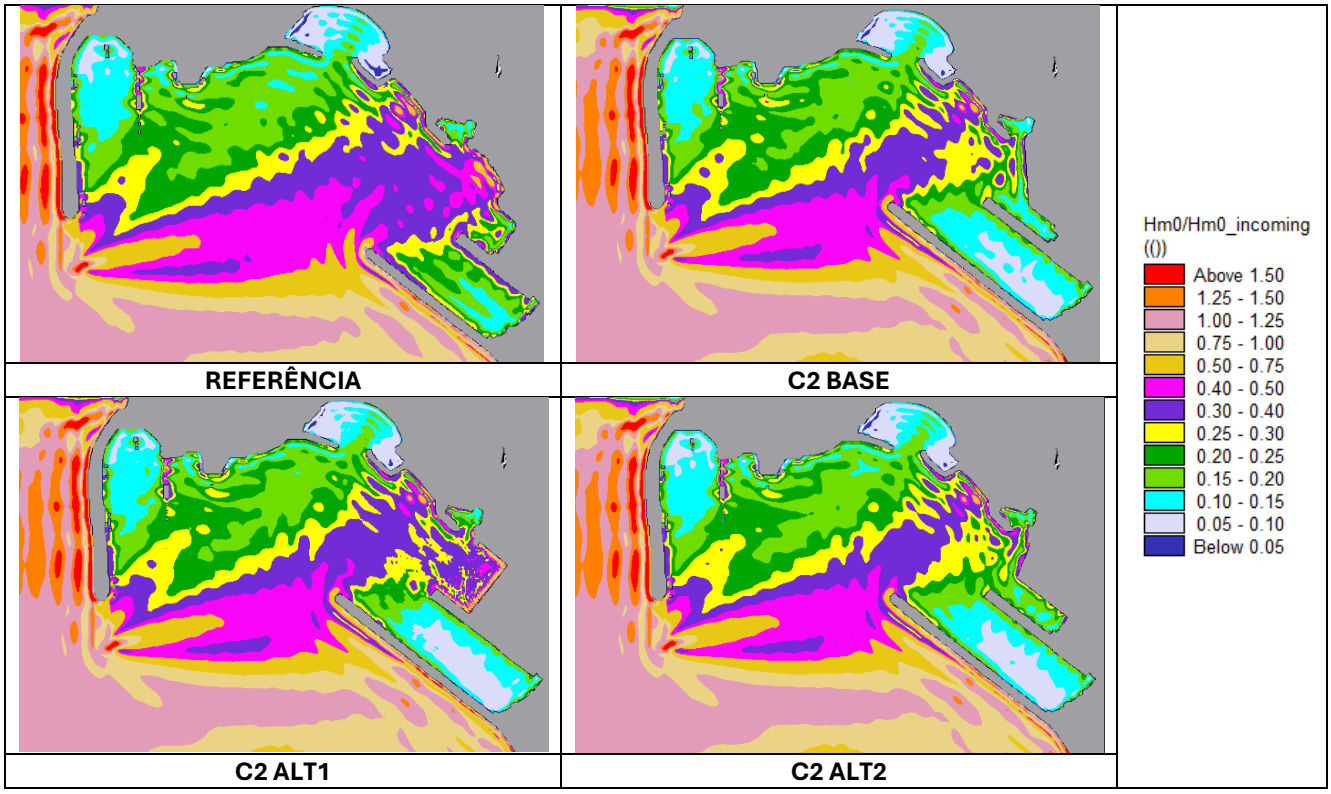


Fig. 29 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s

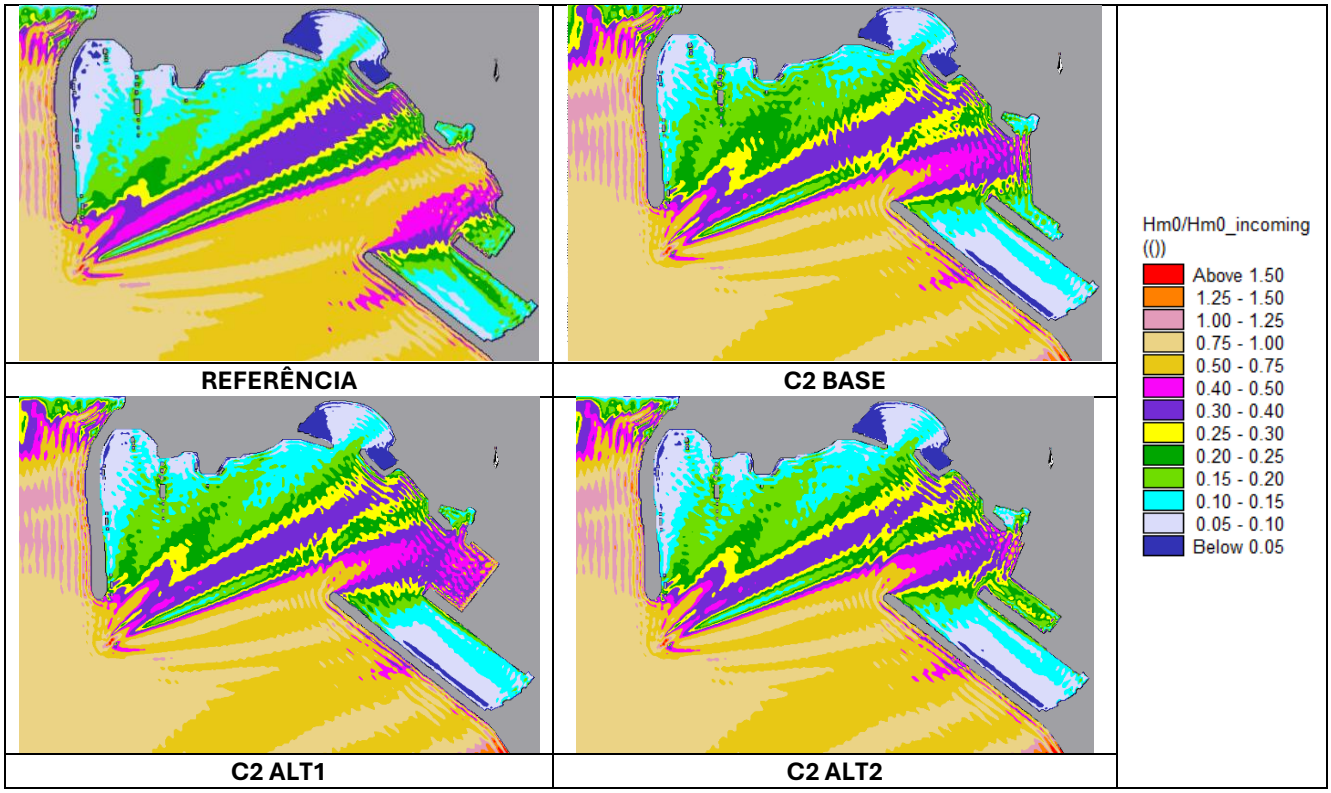


Fig. 30 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s

Co-funded by the European Union

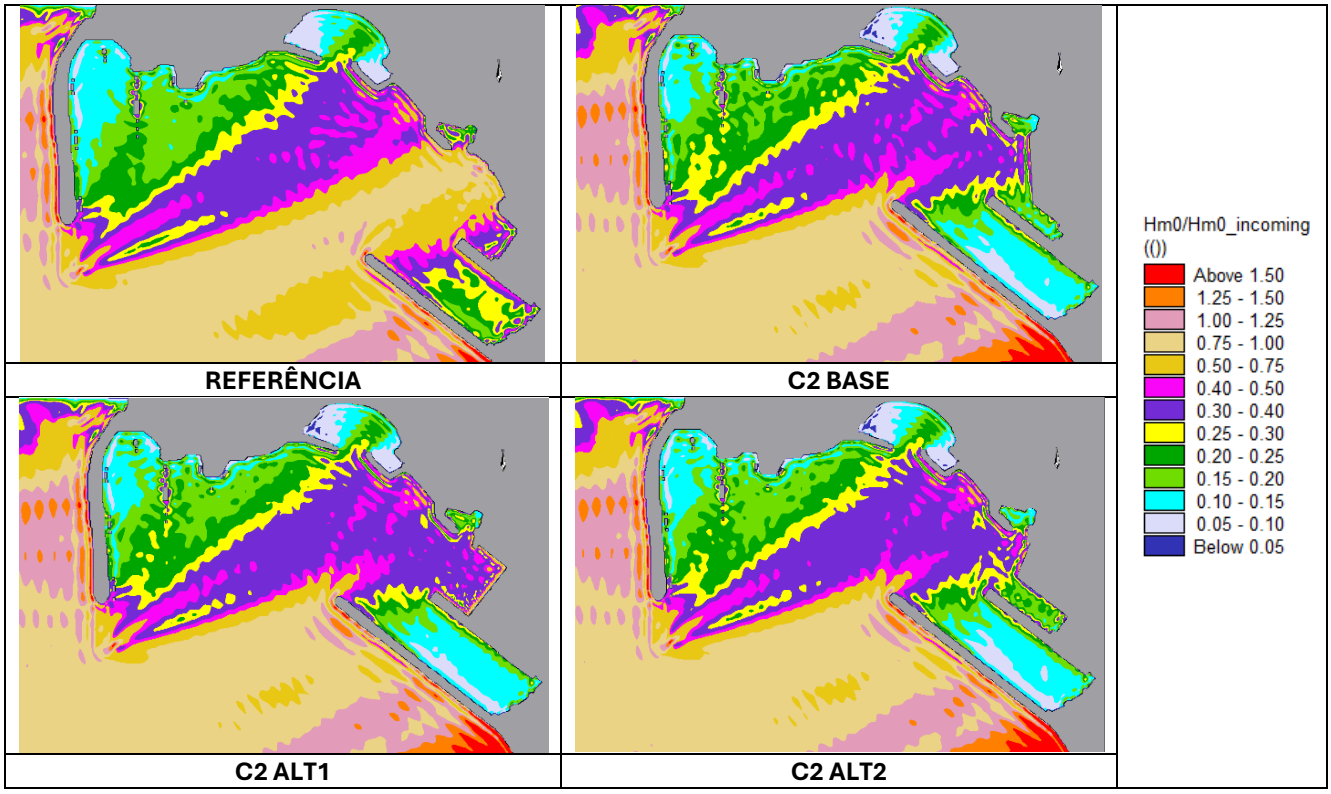


Fig. 31 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s

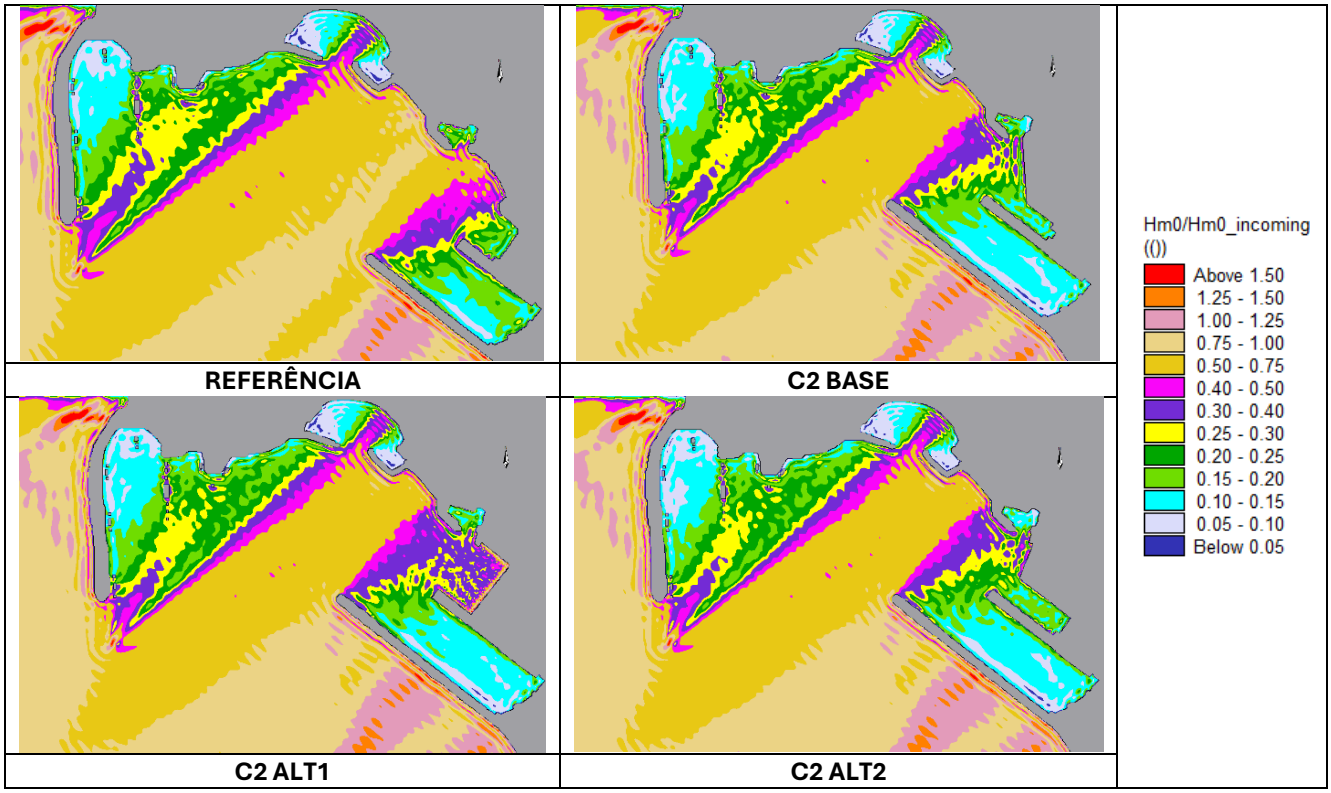


Fig. 32 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s

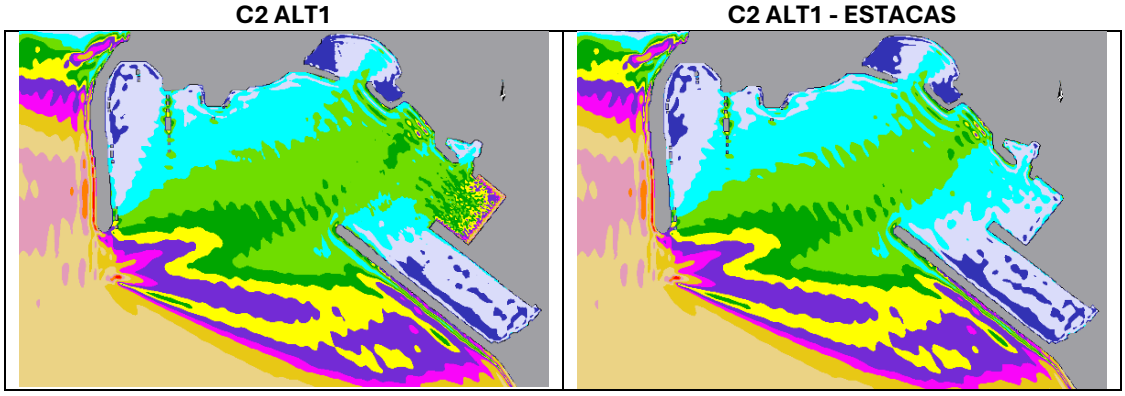
Co-funded by the European Union
DUALSINES

Como já identificado anteriormente, mas agora de forma mais evidente, a alternativa 1 (**ALT1**) apresenta resultados bastantes mais gravosos que as restantes alternativas, principalmente para as condições de ondas provenientes de W e WSW.

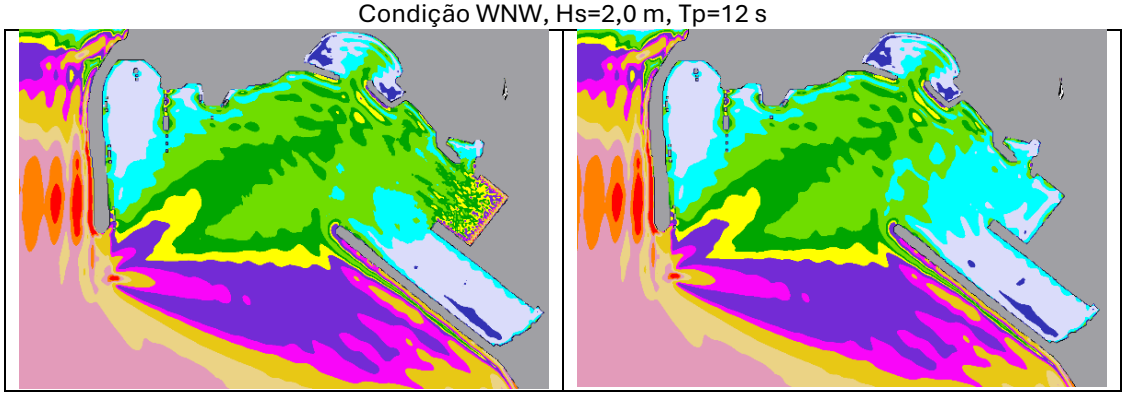
Este facto, deve-se às múltiplas reflexões quase totais da onda nos três paramentos verticais da bacia definida nesta alternativa.

No que respeita às outras alternativas (Base e Alternativa 2) o efeito do prolongamento do *finger* é pouco perceptível.

À semelhança do efetuado para os anteriores cenários, também para este foi igualmente ensaiada a configuração alternativa, correspondente à **ALT1-ESTACAS**. Nas figuras seguintes apresentam-se os resultados obtidos para essa configuração e para a alternativa 1 (**ALT1**).



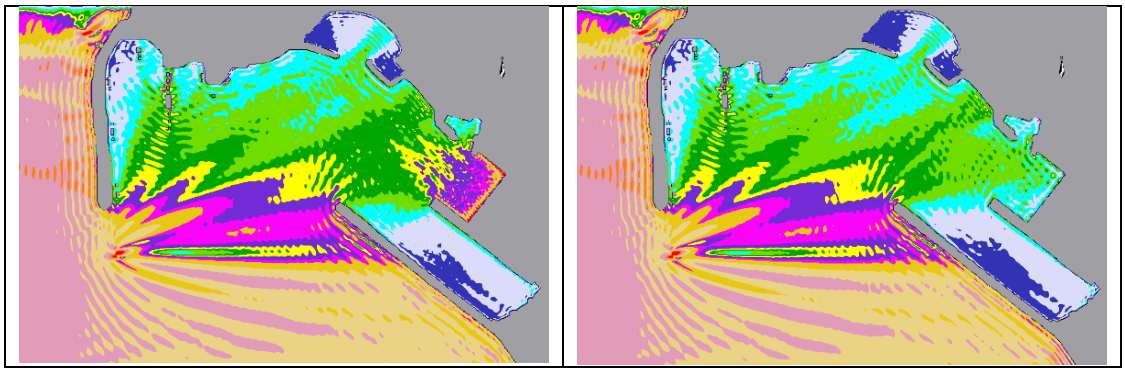
Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s



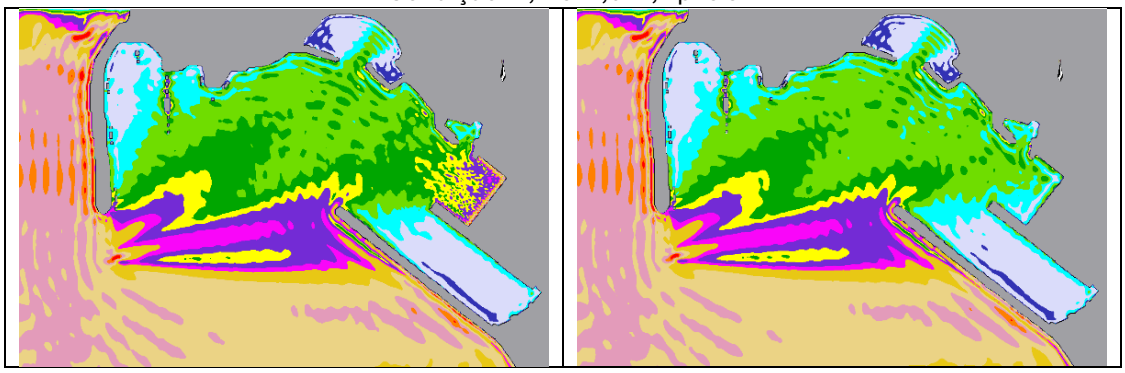
Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s

Co-funded by the European Union

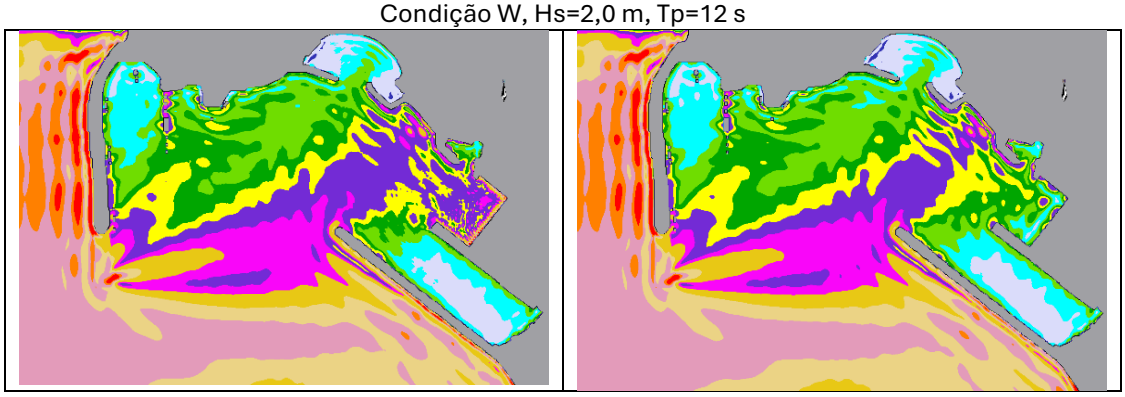
C2 ALT1	C2 ALT1 - ESTACAS



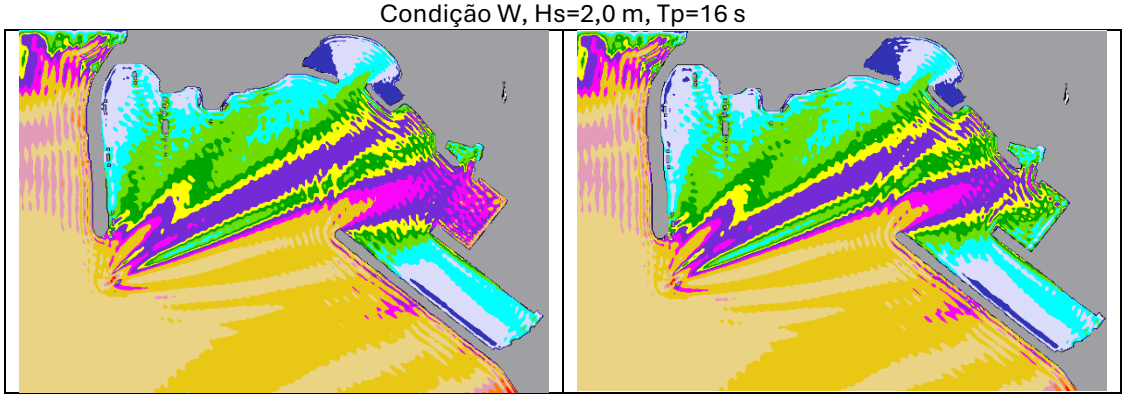
Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s



Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s



Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s



Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

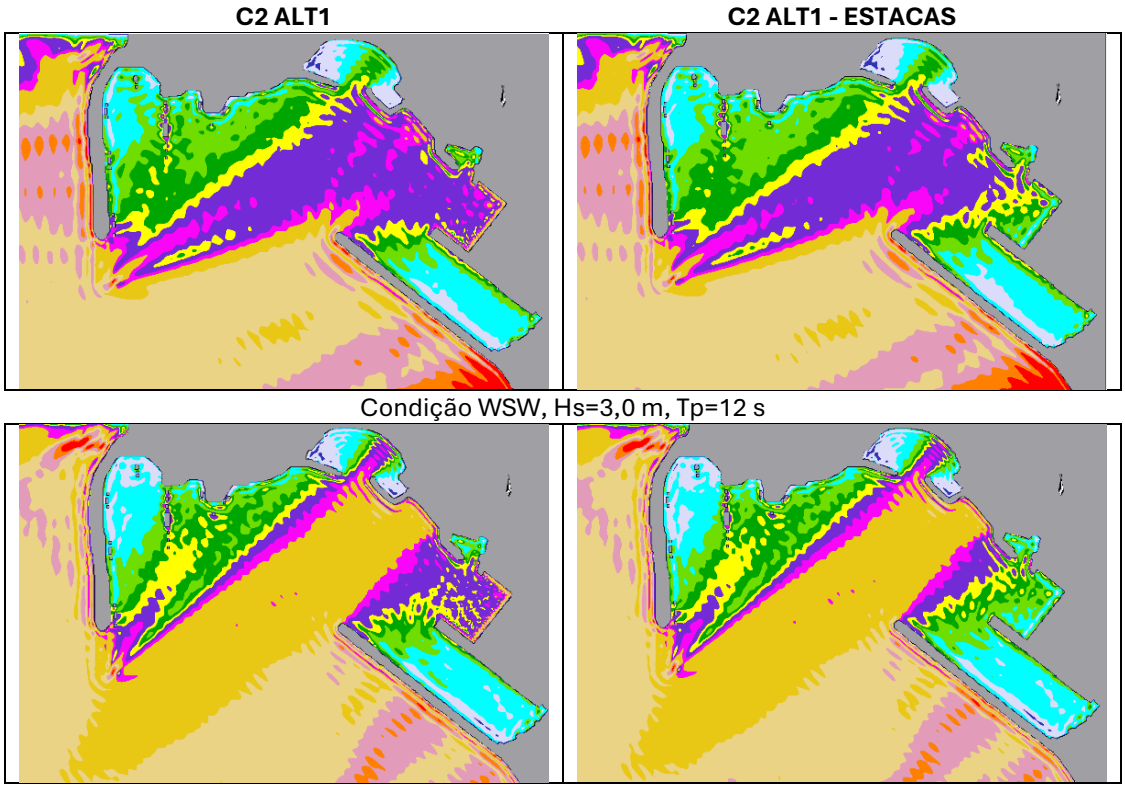


Fig. 33 – Distribuição dos índices de agitação, para as várias condições, nas configurações C2 ALT1 e C2 ALT1-ESTACAS

3.2. Índices de agitação

Como referido anteriormente, apresentam-se em seguida os resultados da modelação de modo quantitativo, sob a forma dos alores médios dos índices de agitação num conjunto de áreas seleccionadas.

Para o terminal de carga geral os resultados são apresentados para os três cenários de desenvolvimento (0, 1 e 2). Para as restantes zonas, não são apresentados os resultados para o Cenário 0 (construção do TCG sem o prolongamento do molhe,) pois esse cenário é, nessas outras zonas, idêntico à situação de referência. Quanto ao Cenário 2 (prolongamento do finger, para além do do molhe), os resultados são apenas apresentados para a zona da bacia entre o Molhe Leste e o TMS única que pode ser afectada por este cenário; para as restantes zonas são assim, apresentados apenas os resultados para o Cenário 1.

3.2.1. Índices no novo Terminal de Carga Geral

Os resultados obtidos nas áreas correspondentes aos cais do novo terminal de Carga Geral servem para avaliar as condições de abrigo de cada alternativa para posterior avaliação das condições de operação e permanência das embarcações nesses cais.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Nos gráficos seguintes apresentam-se os índices de agitação médios obtidos para cada área do terminal de carga geral (áreas 1, 2 e 3), em cada cenário e alternativa de configuração e de acordo com a condição de agitação.

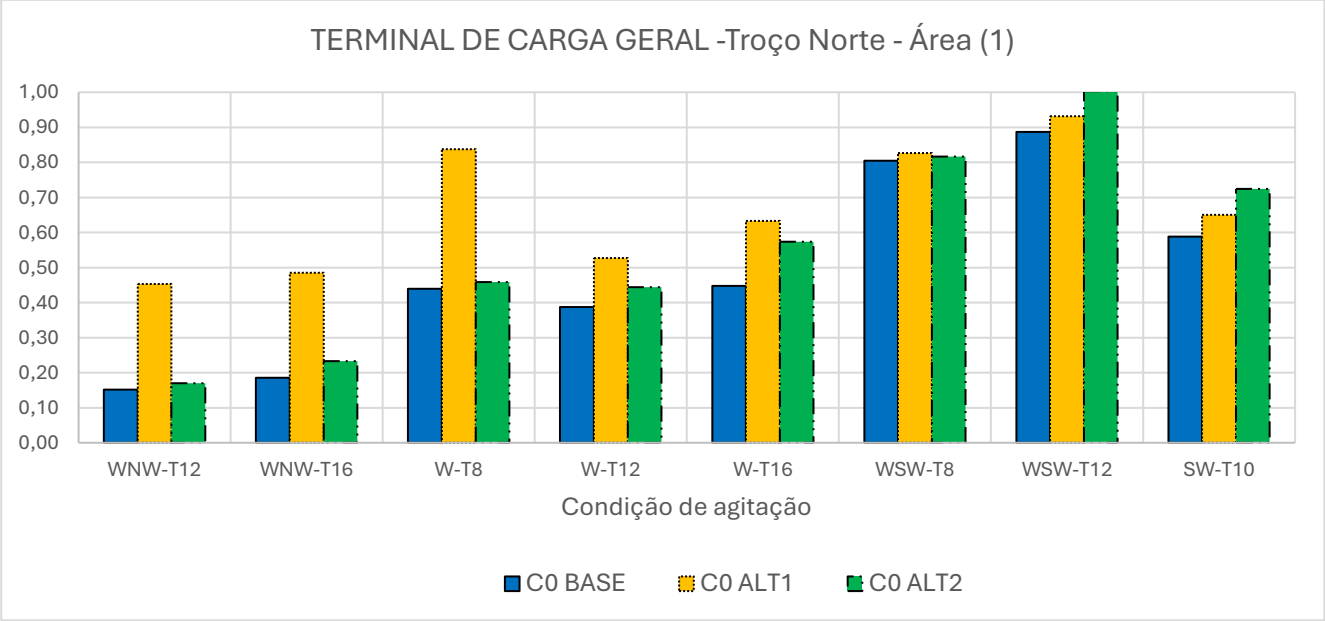


Fig. 34 – Índices de agitação médios no troço Norte (área (1)) do TCG – Cenário 0

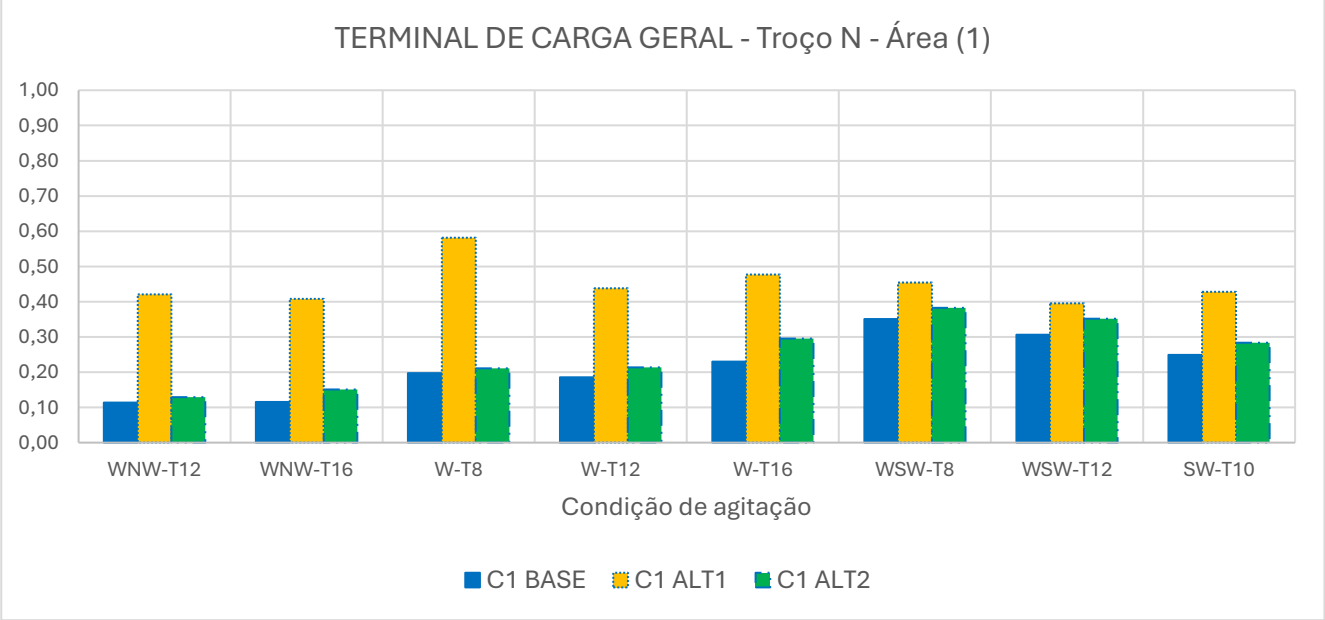


Fig. 35 – Índices de agitação médios no troço Norte (área (1)) do TCG – Cenário 1

Co-funded by the European Union

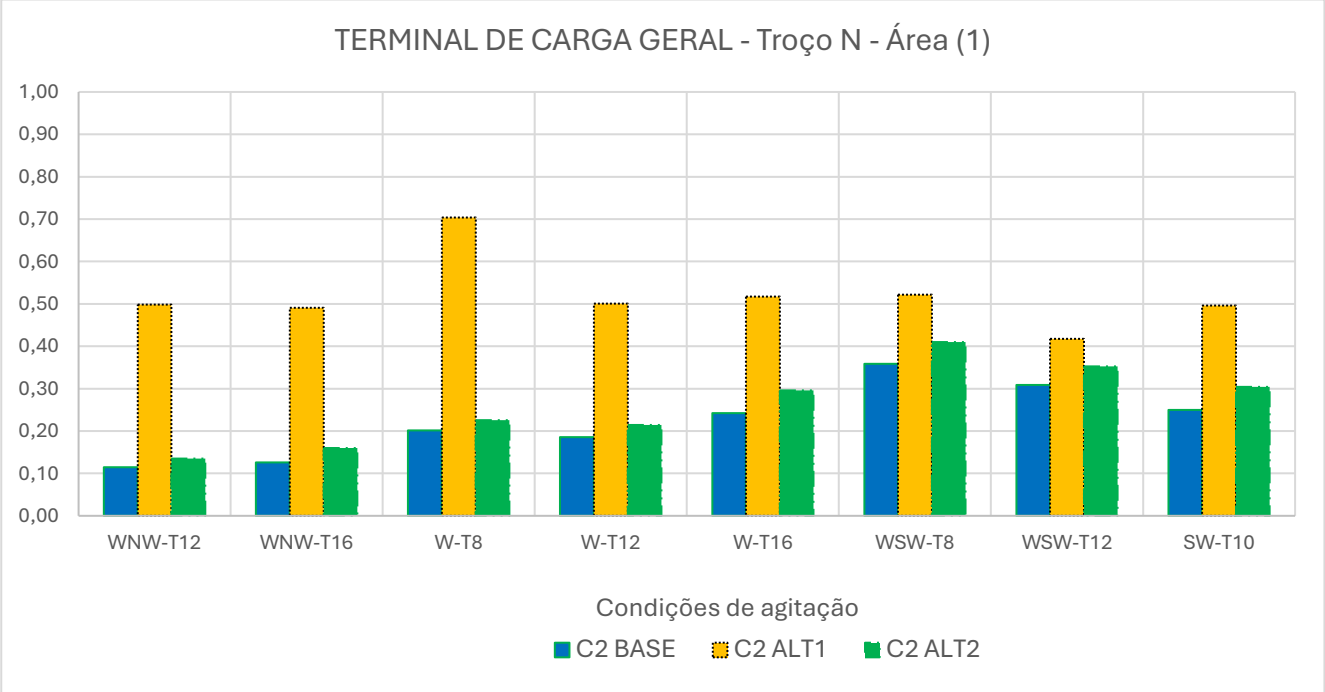


Fig. 36 – Índices de agitação médios no troço Norte (área (1)) do TCG – Cenário 2

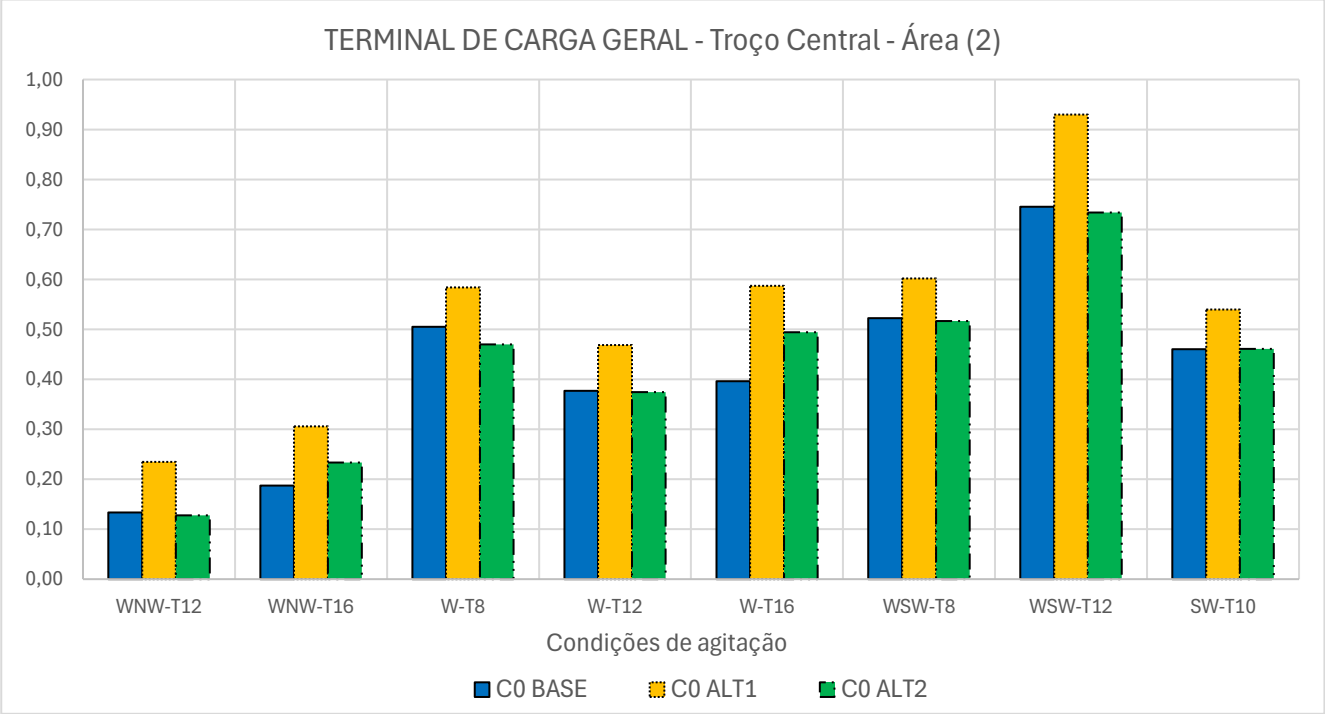


Fig. 37 – Índices de agitação médios no troço Central (área (2)) do TCG – Cenário 0

Co-funded by the European Union
DUALSINES

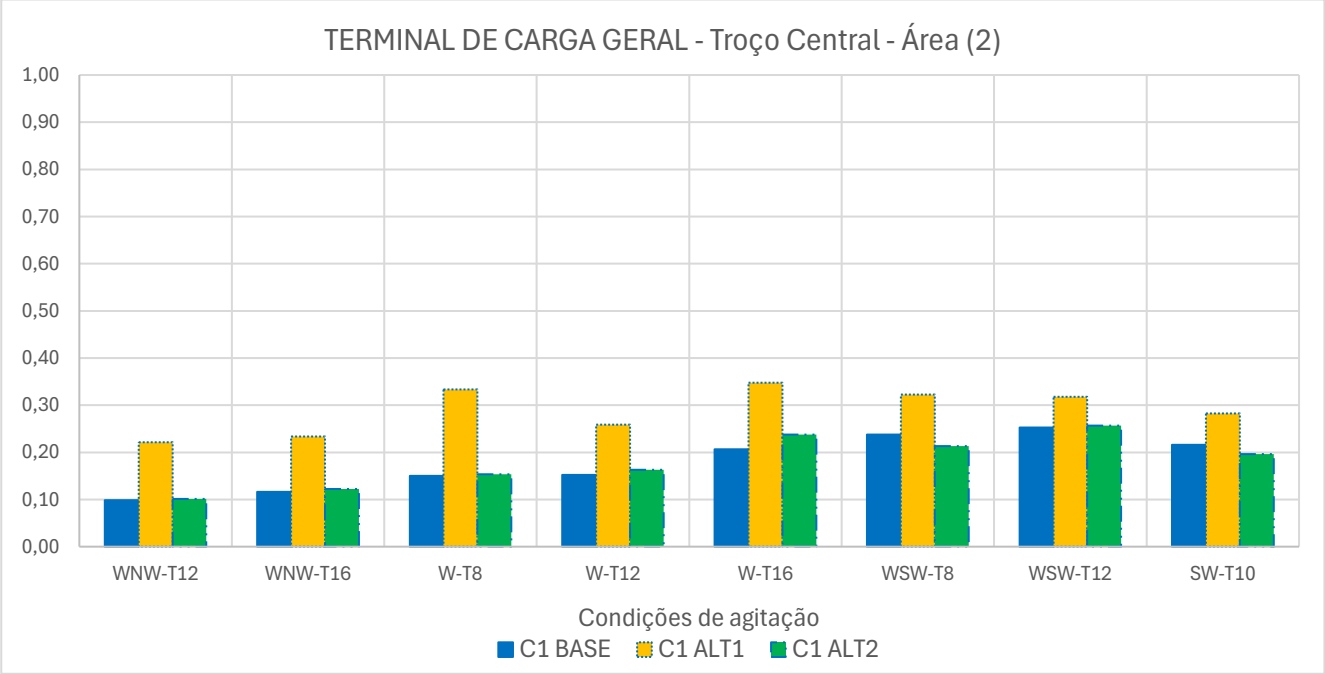


Fig. 38 – Índices de agitação médios no troço Central (área (2)) do TCG – Cenário 1

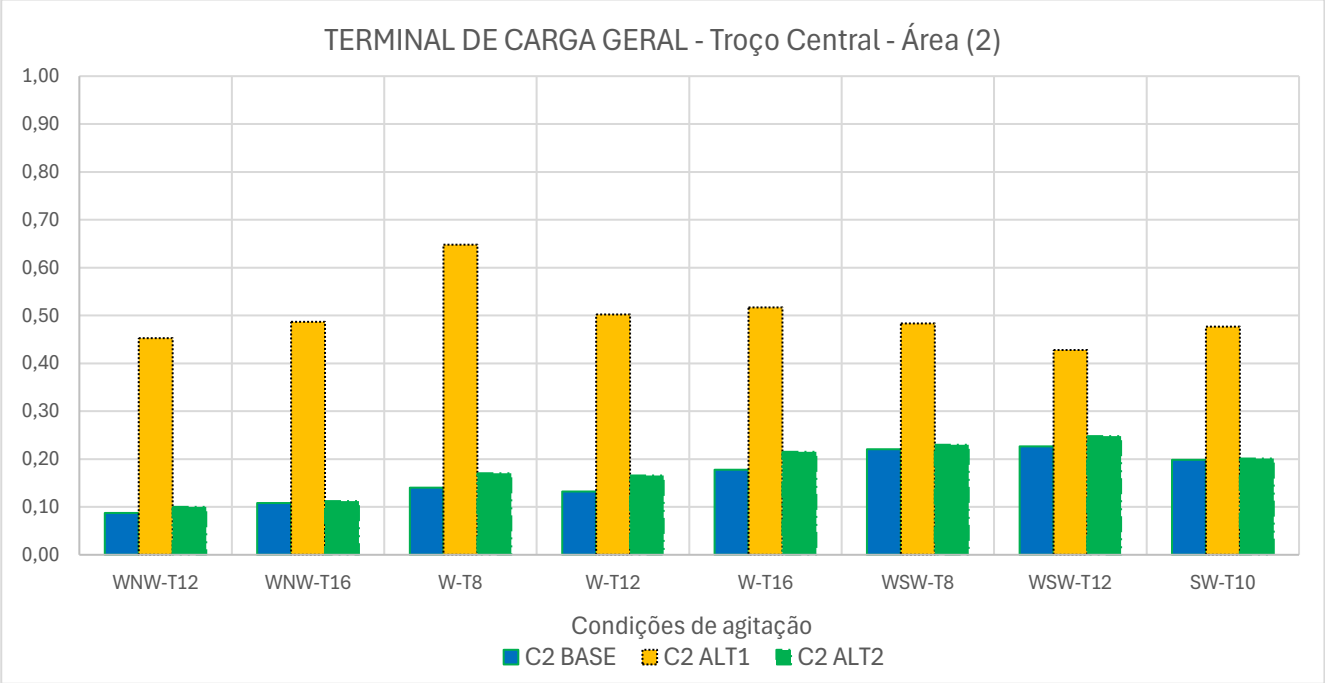


Fig. 39 – Índices de agitação médios no troço Central (área (2)) do TCG – Cenário 2

Co-funded by the European Union
DUALSINES

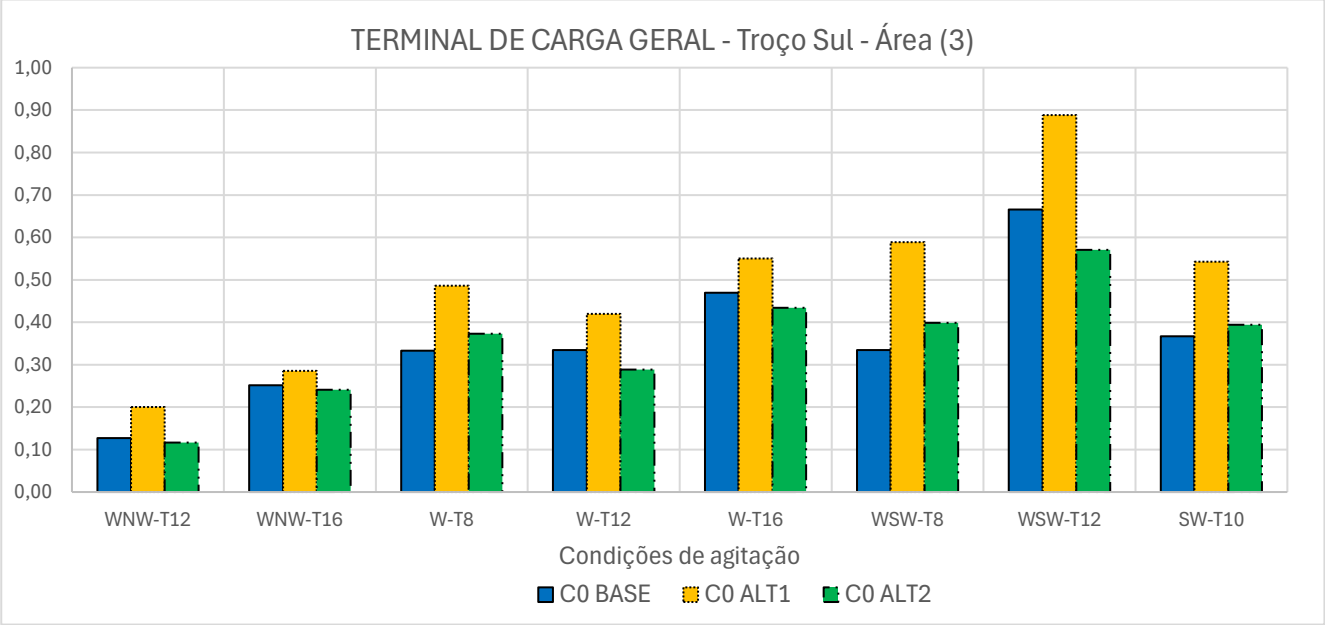


Fig. 40 – Índices de agitação médios no troço Sul (área (3)) do TCG – Cenário 0

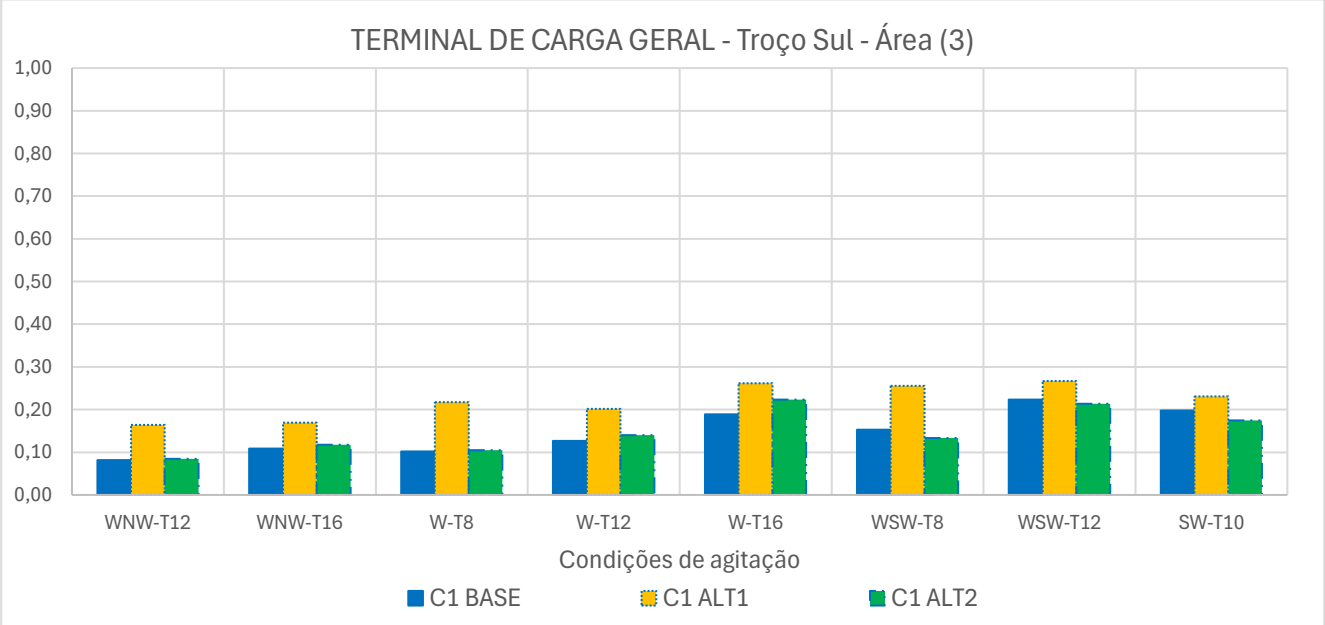


Fig. 41 – Índices de agitação médios no troço Sul (área (3)) do TCG – Cenário 1

Co-funded by the European Union
DUALSINES

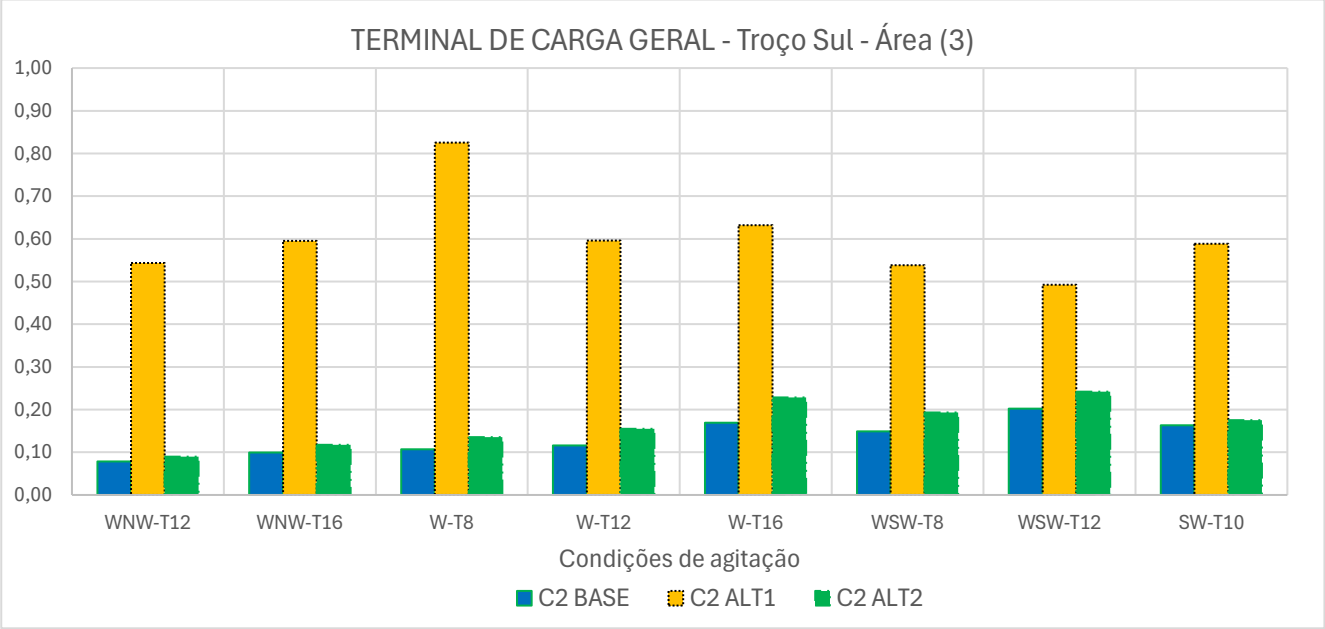


Fig. 42 – Índices de agitação médios no troço Sul (área (3)) do TCG – Cenário 2

Este conjunto de gráficos vem confirmar o mau comportamento da Alternativa 1, com valores dos índices muito superiores às restantes.

Verifica-se que o cenário 0 é o que apresenta índices superiores para qualquer das alternativas, sempre com aproximadamente o dobro do valor do índice quando comparado com as alternativas correspondentes dos cenários 1 e 2, sendo os índices registados nestes cenários para a Solução Base e Alternativa 2 muito semelhantes, podendo-se concluir que:

- O prolongamento a NW do Molhe Leste, confere uma redução da agitação incidente na bacia do terminal de carga geral;
- O prolongamento do *finger* do TMS, não provocará alterações nas condições de tranquilidade da bacia.

Verifica-se ainda, como seria de esperar, que a zona norte do terminal apresenta índices mais elevados, pois está menos abrigada.

3.2.2. Índices no Terminal *Multipurpose* (+ex-Carvão)

Nos gráficos seguintes apresentam-se os índices de agitação médios obtidos para cada uma das áreas (áreas 4 a 8) do terminal *Multipurpose*, para cada condição de agitação e configuração portuária.

Para as áreas 4 e 6, são apenas apresentados os valores para o Cenário 2, já que estes cais, não existem atualmente, nem nos restantes cenários (Cenário 0 e 1).

Co-funded by the European Union
DUALSINES

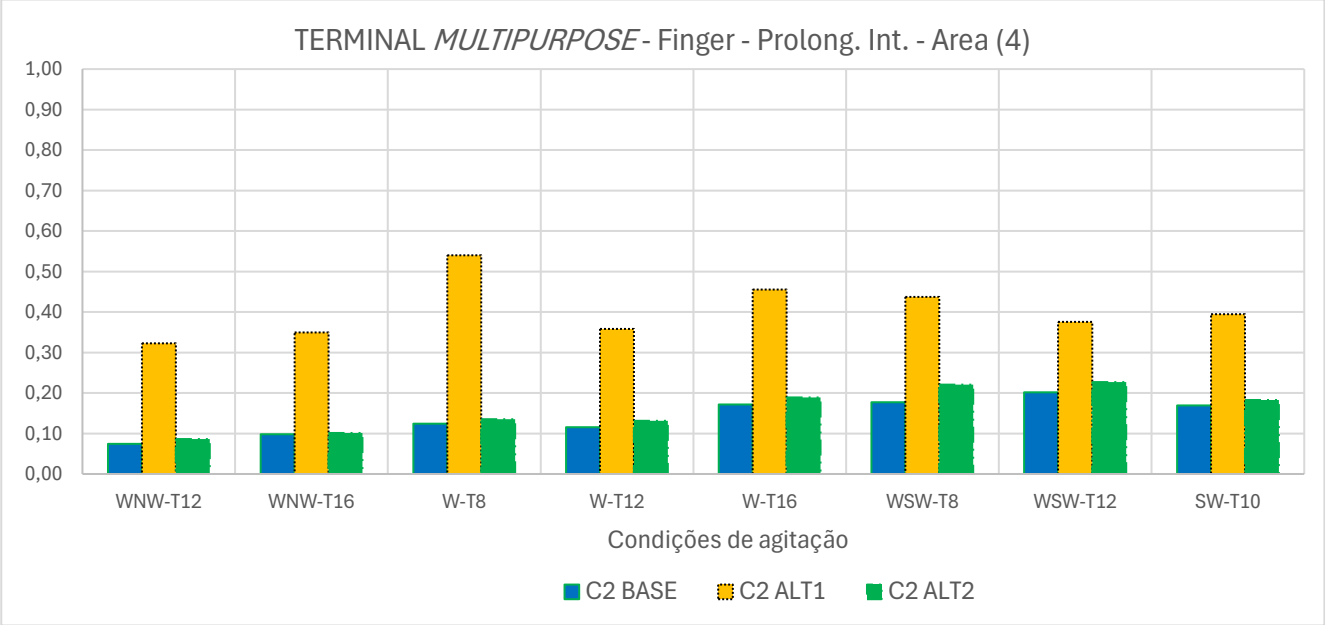


Fig. 43 – Índices de agitação médios no Finger – Prolong. Interior (área (4), do TMS – Cenário 2

A área 5, zona interior do *finger*, não apresenta resultados na alternativa 1 (**ALT1**), para qualquer cenário, visto esta área, não existir nesta alternativa, já que se encontra aterrada, pertencendo a espaço do terrapleno.

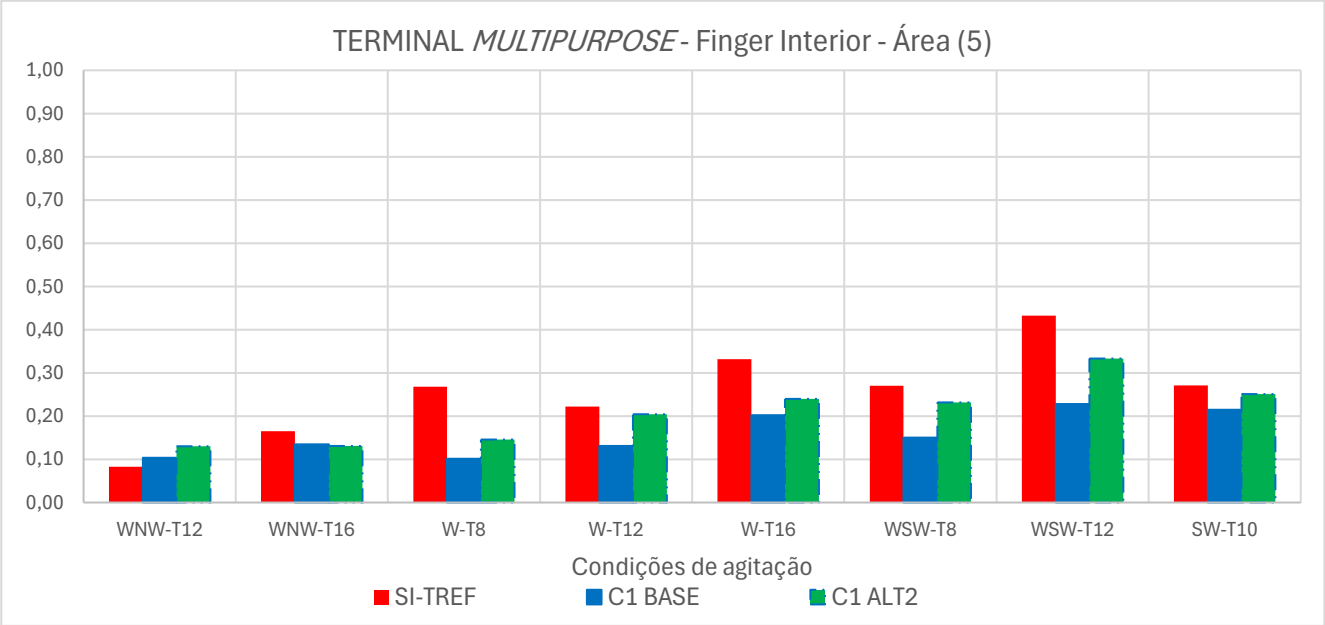


Fig. 44 – Índices de agitação médios no Finger – Interior (área (5), do TMS – Cenário 1

Co-funded by the European Union
DUALSINES

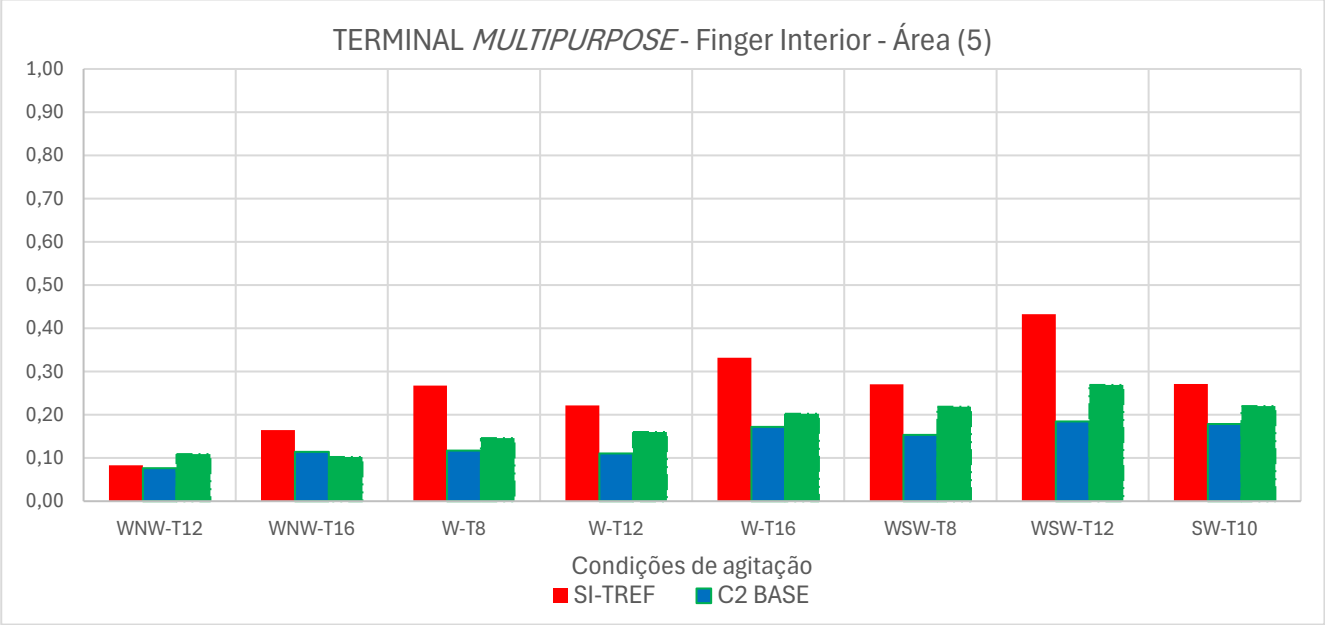


Fig. 45 – Índices de agitação médios no Finger – Interior (área (5), do TMS – Cenário 2

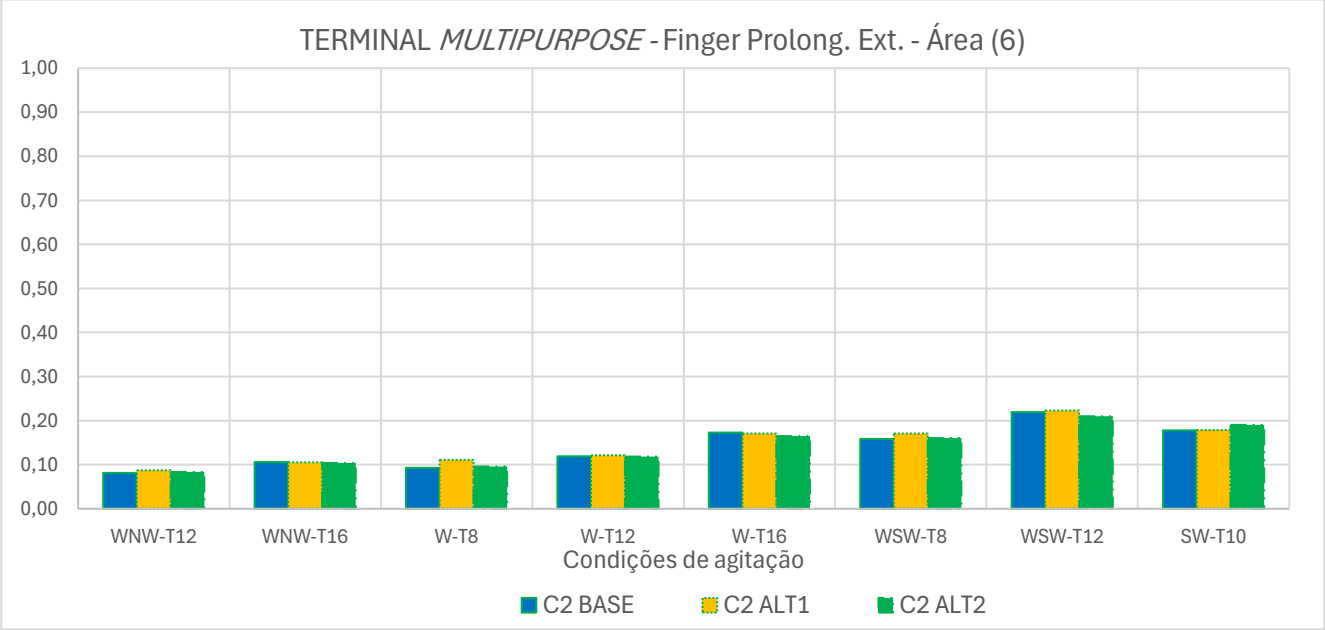


Fig. 46 – Índices de agitação médios no Finger – Prolong. Exterior (área (6), do TMS – Cenário 2

Co-funded by the European Union
DUALSINES

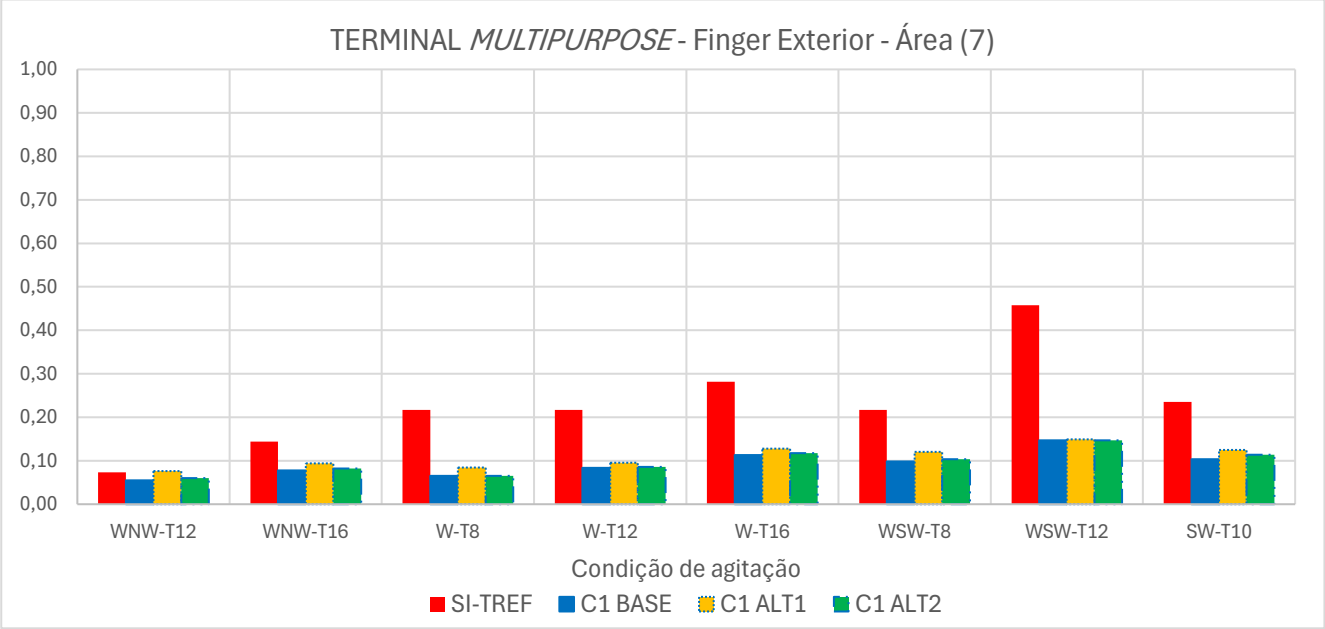


Fig. 47 – Índices de agitação médios no Finger – Exterior (área (7), do TMS – Cenário 1

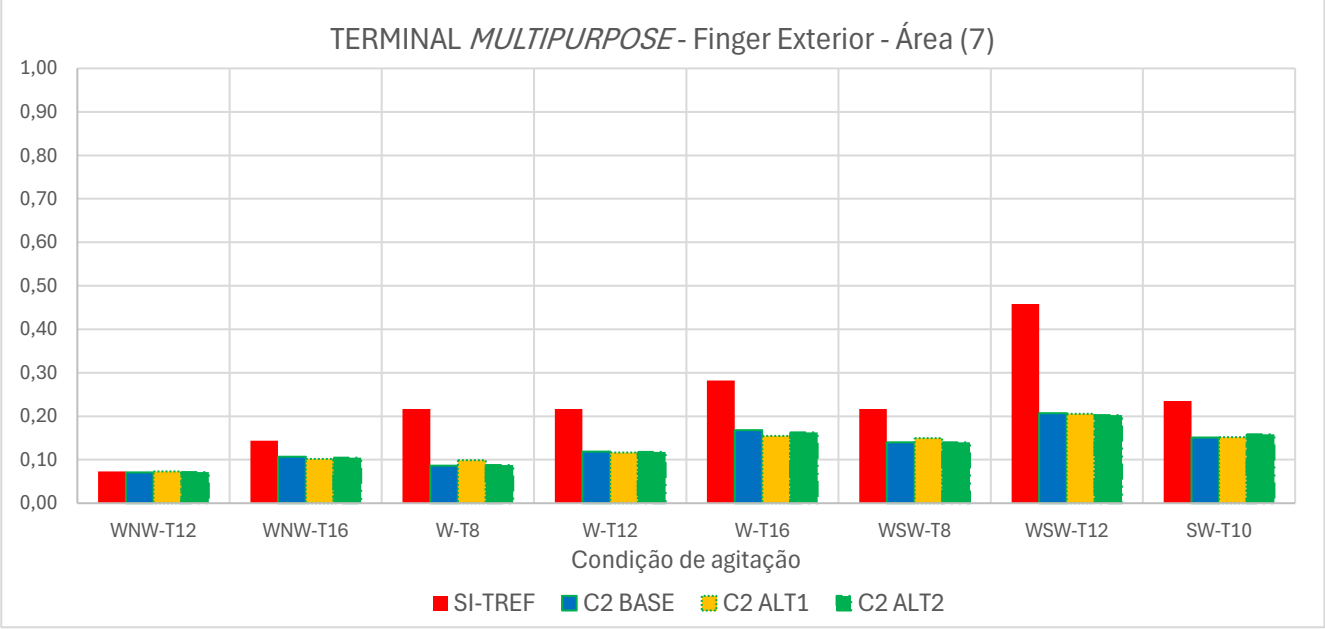


Fig. 48 – Índices de agitação médios no Finger – Exterior (área (7), do TMS – Cenário 2

Co-funded by the European Union
DUALSINES

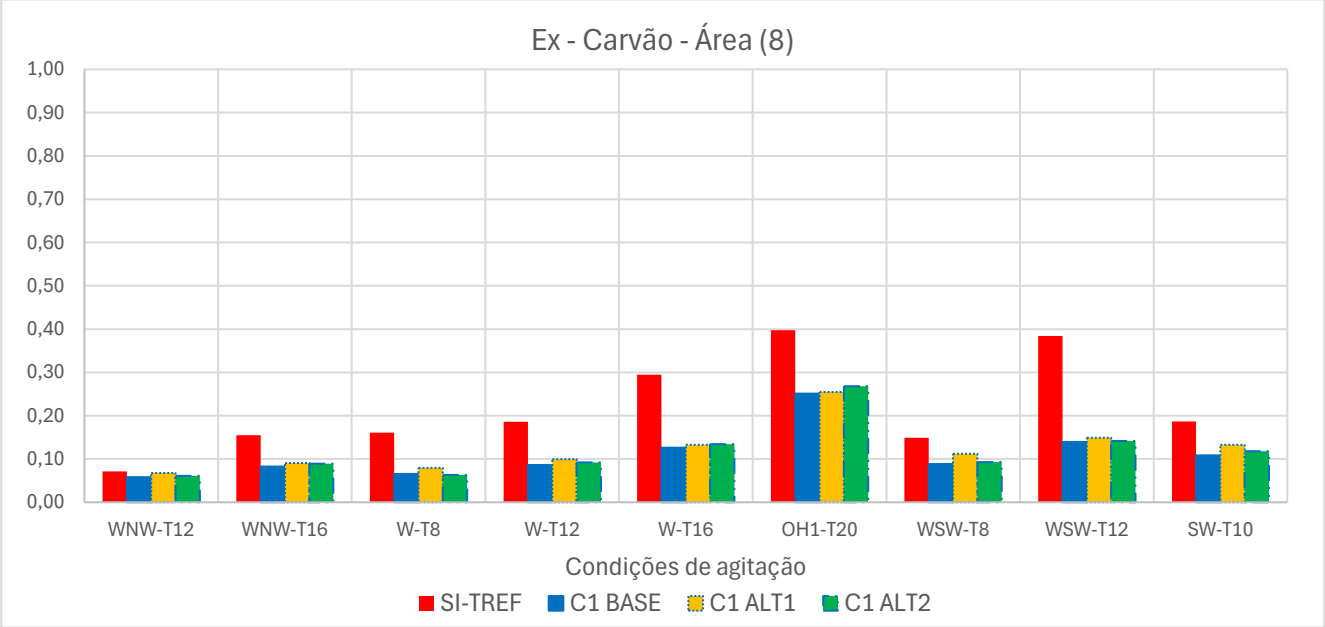


Fig. 49 – Índices de agitação médios no Cais anteriormente dedicado ao Carvão (área (8) – Cenário 1

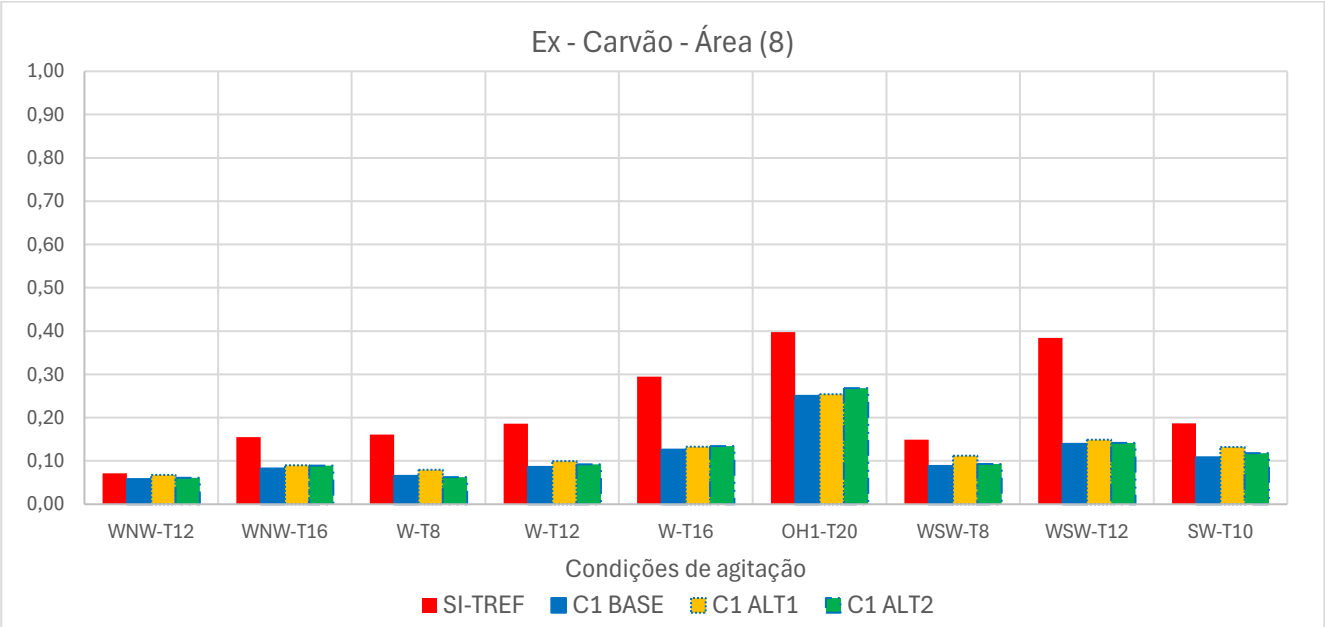


Fig. 50 – Índices de agitação médios no Cais anteriormente dedicado ao Carvão (área (8) – Cenário 2

Verifica-se que em ambos os cenários aqui analisados as condições no TMS melhoram em relação à situação actual – não propriamente devido à construção do novo TCG, mas ao prolongamento do Molhe Leste. Os alores dos índices nas diferentes alternativas do TCG são semelhantes, mas a Alternativa 2 apresenta resultados ligeiramente mais desfavoráveis.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Os índices nas árias áreas são muito semelhantes para os cenários 1 e 2, embora para a área 7 (lado exterior do finger actual) sejam um pouco piores para o Cenário 2 – o que significa que o prolongamento do finger não produzirá efeitos sensíveis na bacia entre o Molhe Leste e o TMS, mas pode agravar ligeiramente as condições no lado exterior do actual finger.

3.2.3. Índices no Terminal de Gás Natural Liquefeito

No gráfico seguinte apresentam-se os índices de agitação médios obtidos na área 9 (Terminal LNG), para cada condição de agitação e configuração portuária.

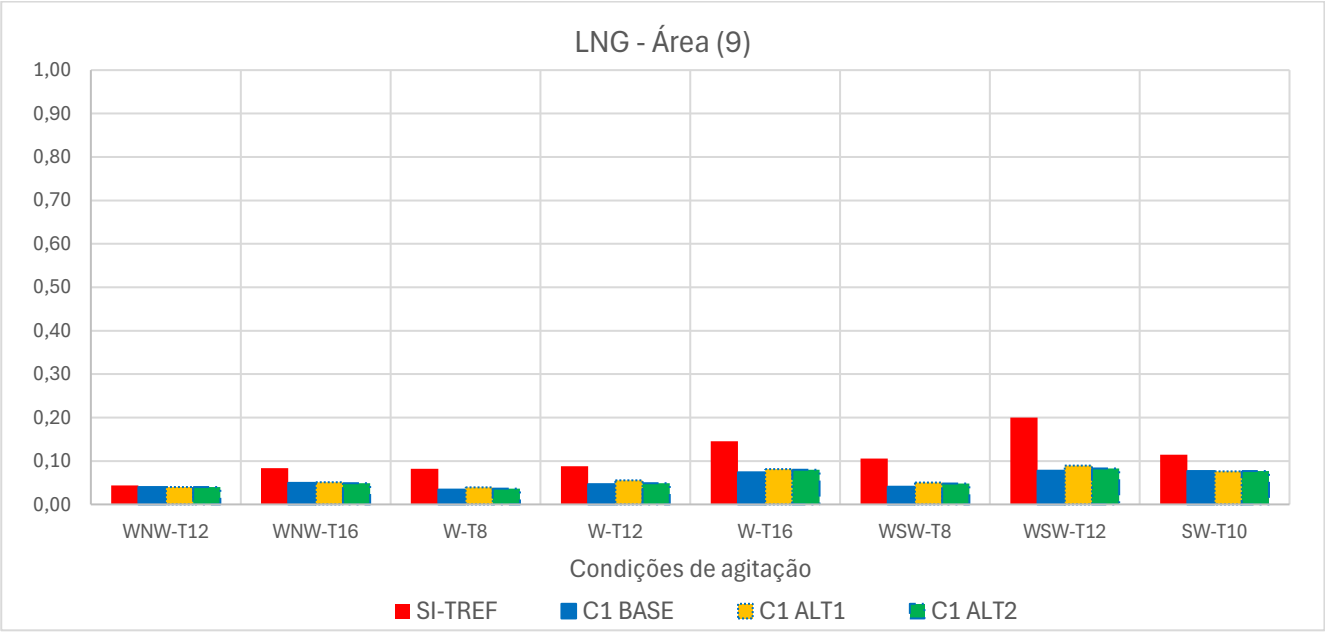


Fig. 51 – Índices de agitação médios no Cais do TLNG (área (9) – Cenário 1

Co-funded by the European Union

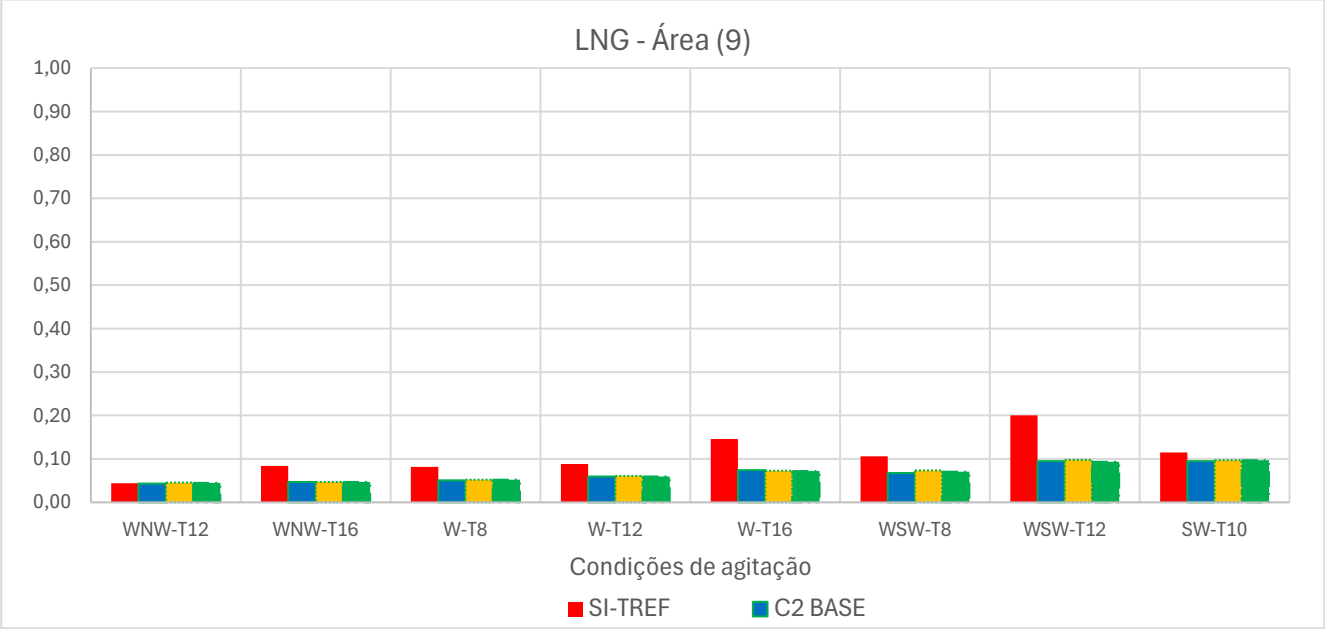


Fig. 52 – Índices de agitação médios no Cais do TLNG (área (9) – Cenário 2

Verifica-se que as condições melhoram relativamente à situação actual, sendo essa melhoria mais sensível para o rumo WSW. O prolongamento do finger do TMS não traz benefícios adicionais, podendo ir a agravar ligeiramente a situação relativamente ao Cenário 1 (só prolongamento do Molhe Leste), mas, de qualquer modo, melhor do que a situação actual.

3.2.4. Índices no Terminal de Granéis Líquidos e Petroquímico

Para verificação de possíveis alterações às atuais condições de agitação nos Terminais de Granéis Líquidos e Petroquímico, na sequência da construção do novo Terminal de Carga Geral e infraestruturas de abrigo associadas, apresentam-se nos gráficos seguintes os índices de agitação médios obtidos para as várias áreas correspondentes a estes postos (áreas 13 a 20), para cada condição de agitação e configuração portuária.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

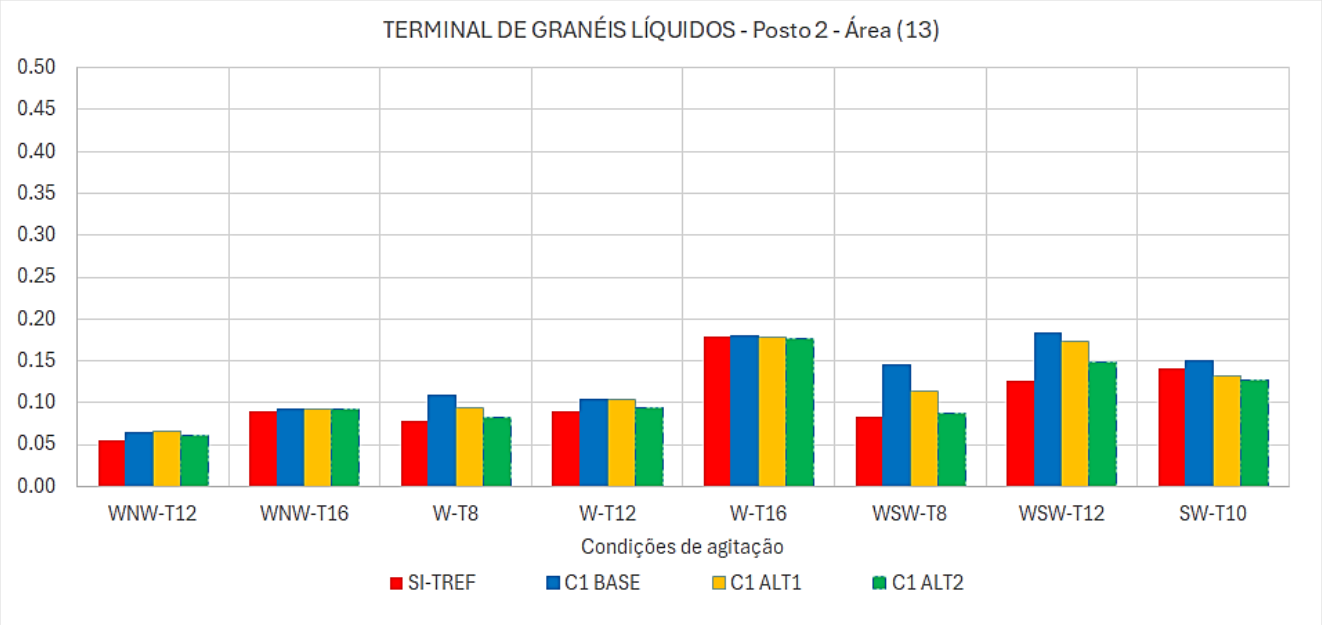


Fig. 53 – Índices de agitação médios no Posto 2 (área (13)) do TGL – Cenário 1

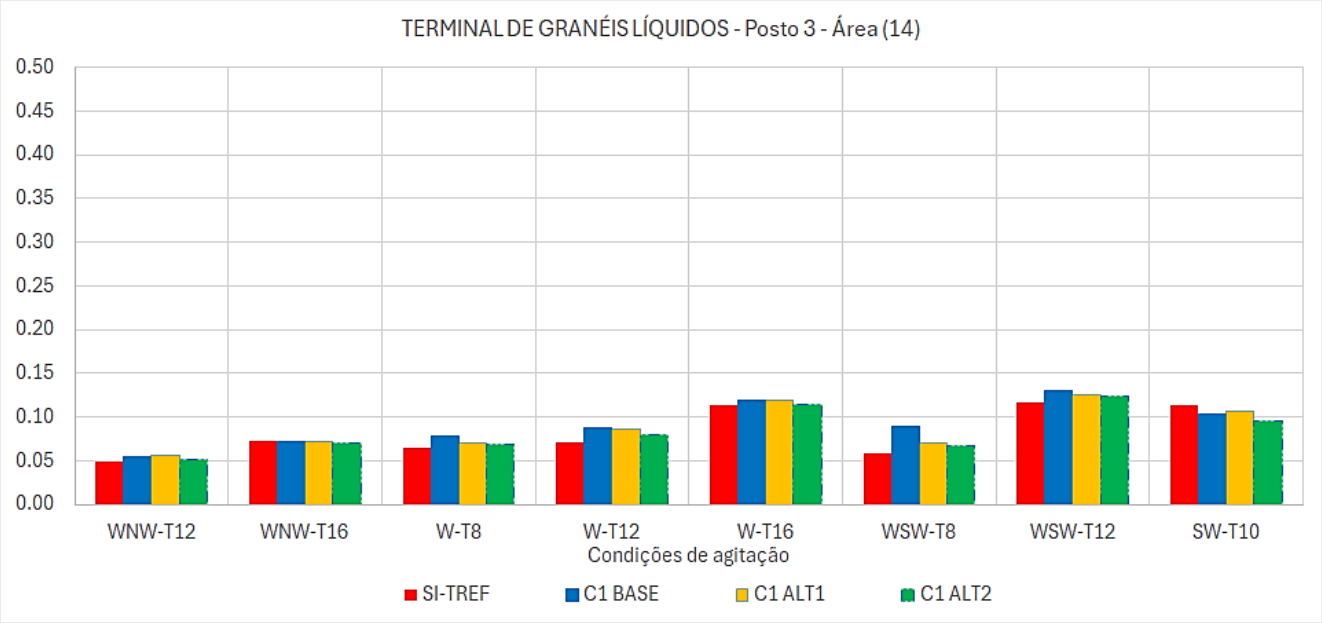


Fig. 54 – Índices de agitação médios no Posto 3 (área (14)) do TGL – Cenário 1

Co-funded by the European Union
DUALSINES

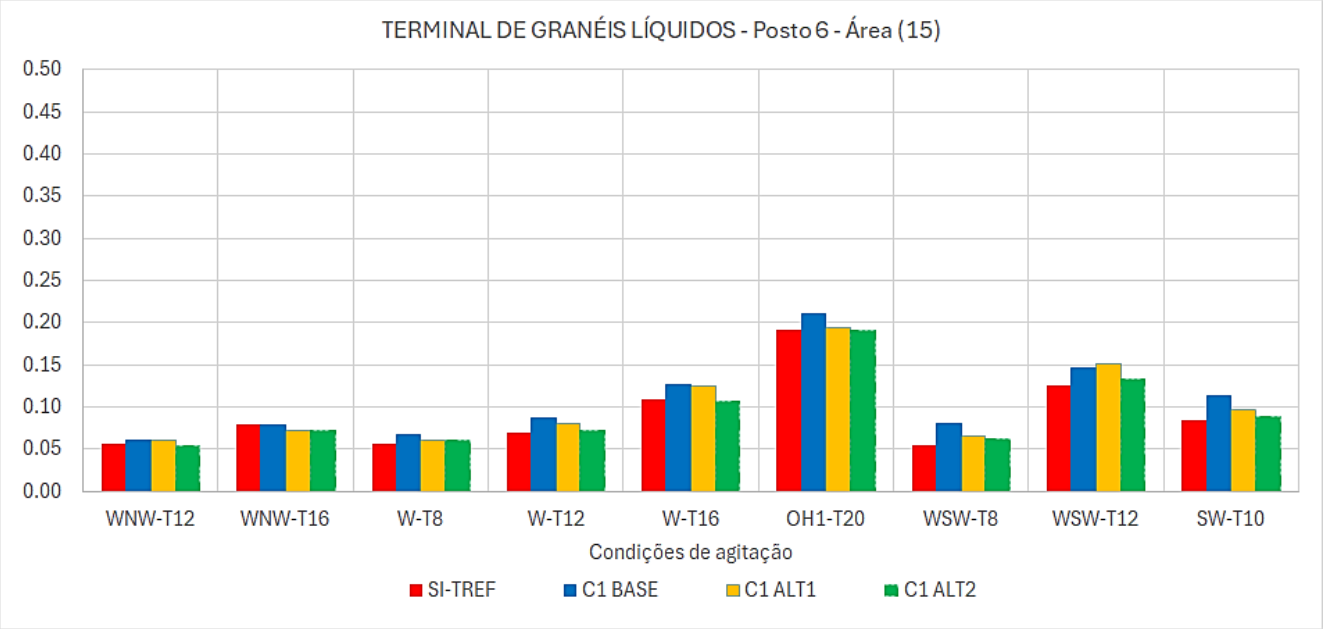


Fig. 55 – Índices de agitação médios no Posto 6 (área (15)) do TGL – Cenário 1

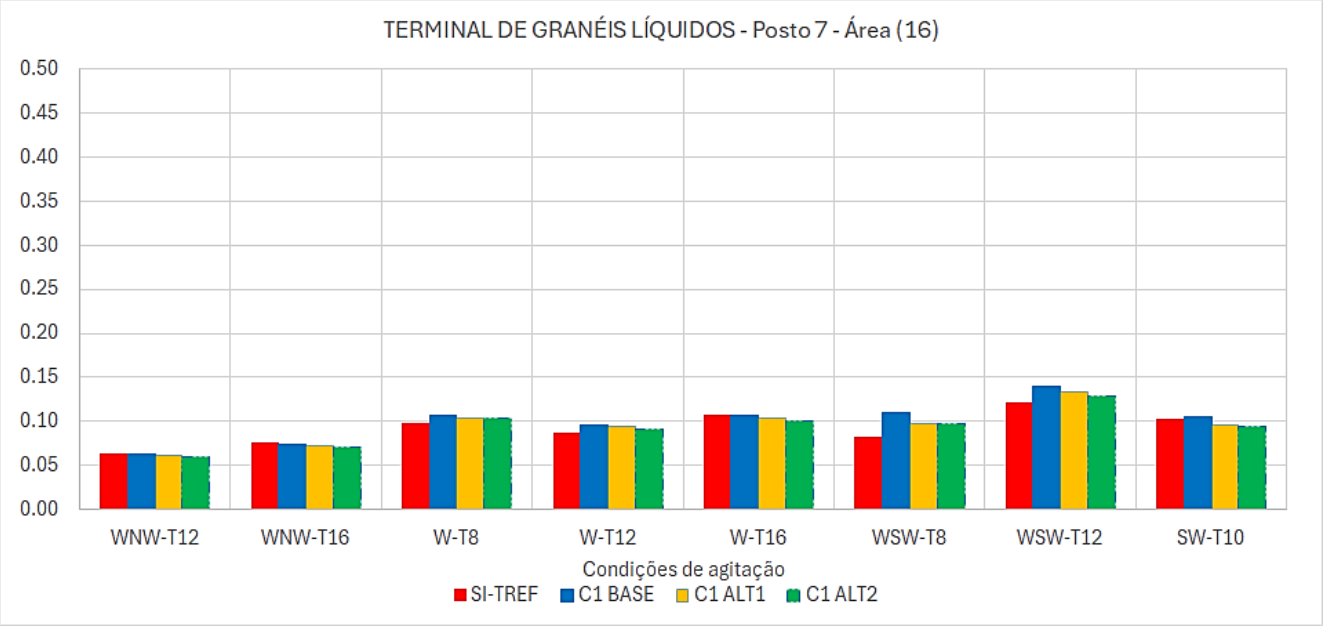


Fig. 56 – Índices de agitação médios no Posto 7 (área (16)) do TGL – Cenário 1

Co-funded by the European Union
DUALSINES

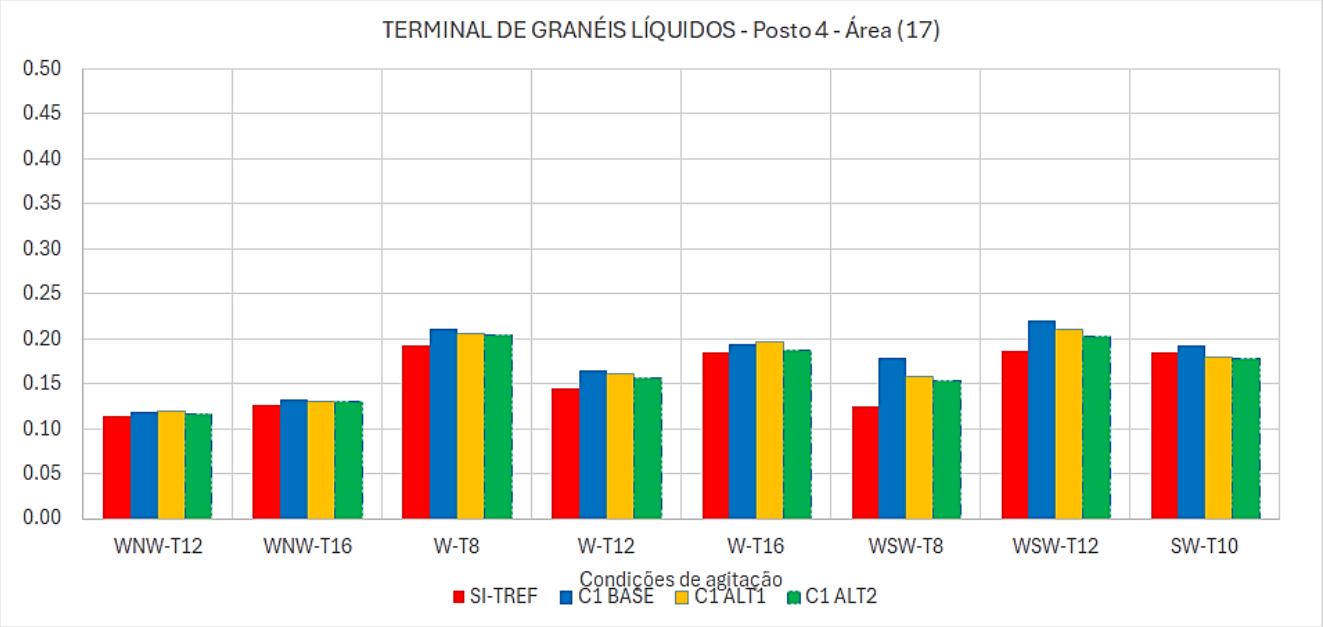


Fig. 57 – Índices de agitação médios no Posto 4 (área (17)) do TGL – Cenário 1

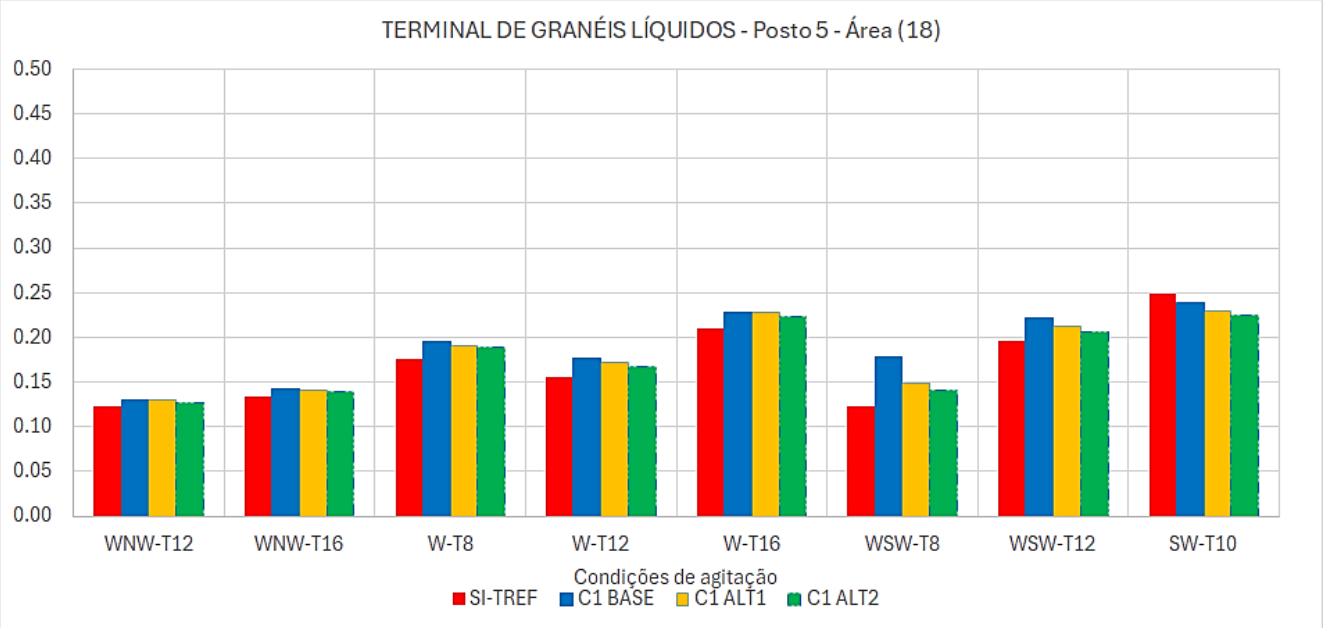


Fig. 58 – Índices de agitação médios no Posto 5 (área (18)) do TGL – Cenário 1

Co-funded by the European Union
DUALSINES

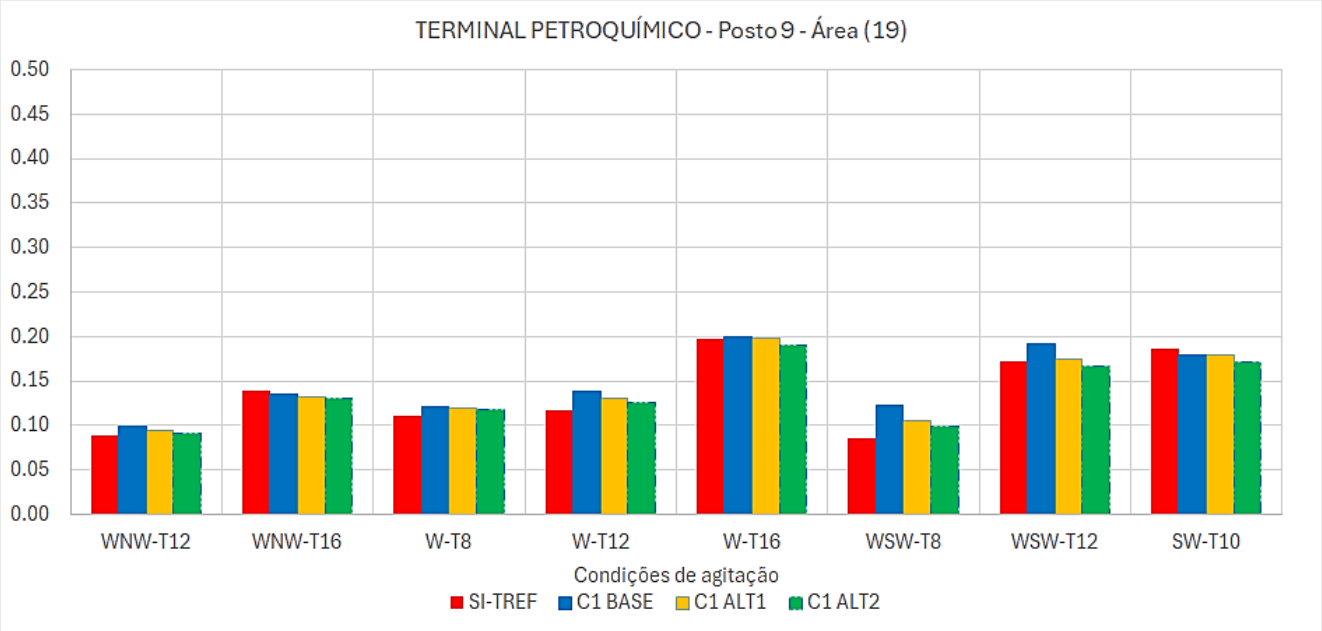


Fig. 59 – Índices de agitação médios no Posto 9 (área (19)) do T. Petroq. – Cenário 1

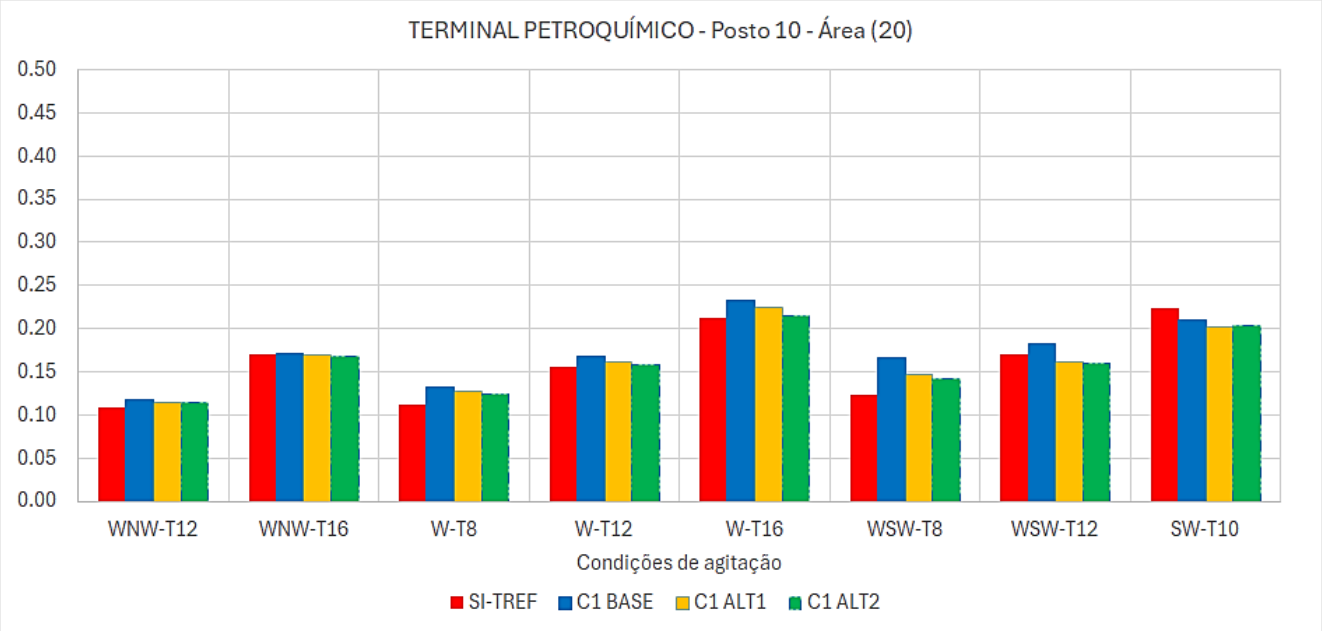


Fig. 60 – Índices de agitação médios no Posto 10 (área (20)) do T. Petroq. – Cenário 1

Verifica-se que os diferentes postos não são significativamente afectados pelas novas obras, embora possam registar um ligeiro agravamento das condições de agitação, em virtude da reflexão das ondas nessas obras. Segundo os resultados da modelação, este agravamento será mais sensível para a Solução

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Base, e menos para a Alternativa 2. Note-se, porém, que este (ligeiro) agravamento é mais visível para os rumos W e mais rodados a sul, que têm frequências bastantes reduzidas, o que significa que, na maior parte do tempo, as condições actuais não sofrerão alteração.

3.2.5. Análise da expansão do Porto de Recreio

De acordo com o esquema indicado no Caderno de Encargos foi estimado o impacto da eventual expansão do molhe do Porto de Recreio na bacia portuária, e mais especificamente no novo Terminal de Carga Geral.

Esta análise foi apenas realizada para a configuração do TCG da Solução Base, pois os seus resultados serão extrapoláveis às restantes soluções. Foram analisados os cenários 1 e 2 de desenvolvimento, sendo os resultados obtidos apresentados nas figuras seguintes.

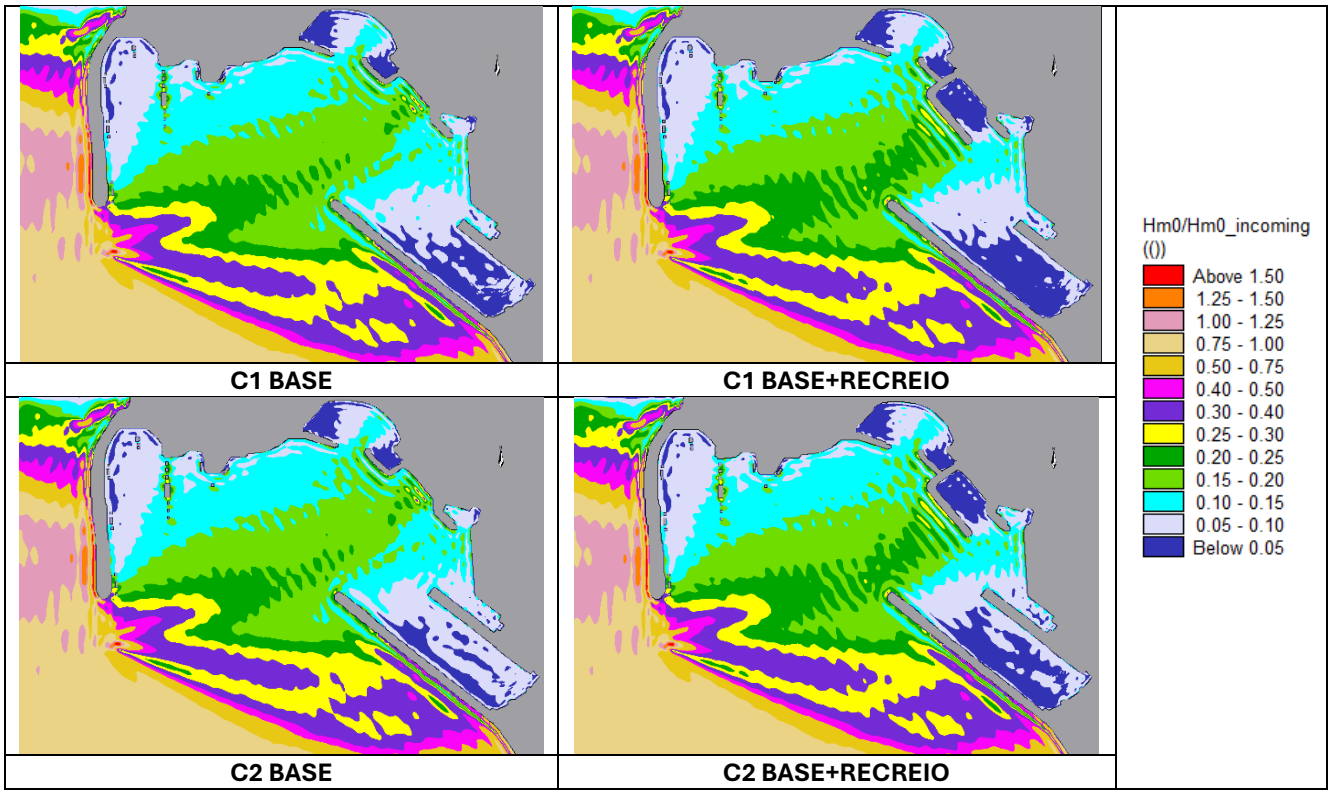


Fig. 61 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

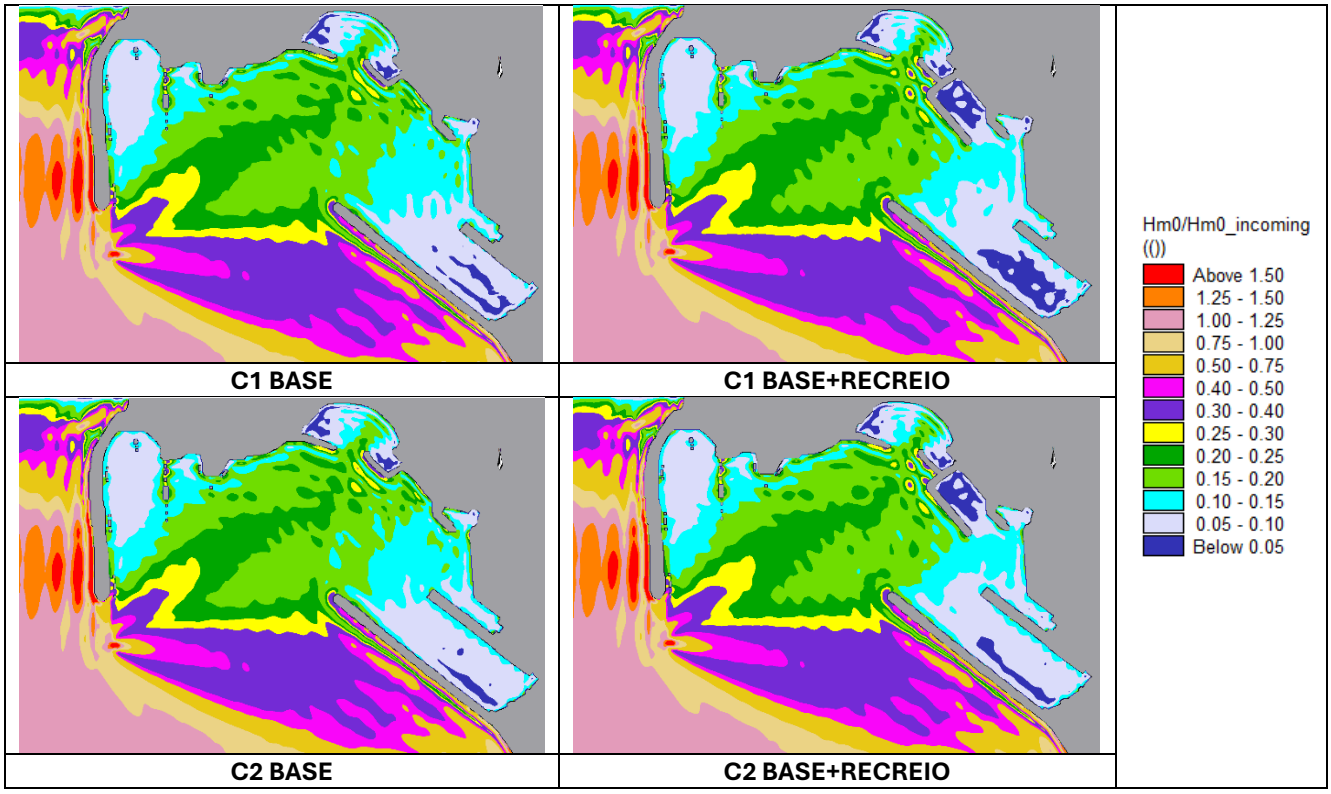


Fig. 62 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s

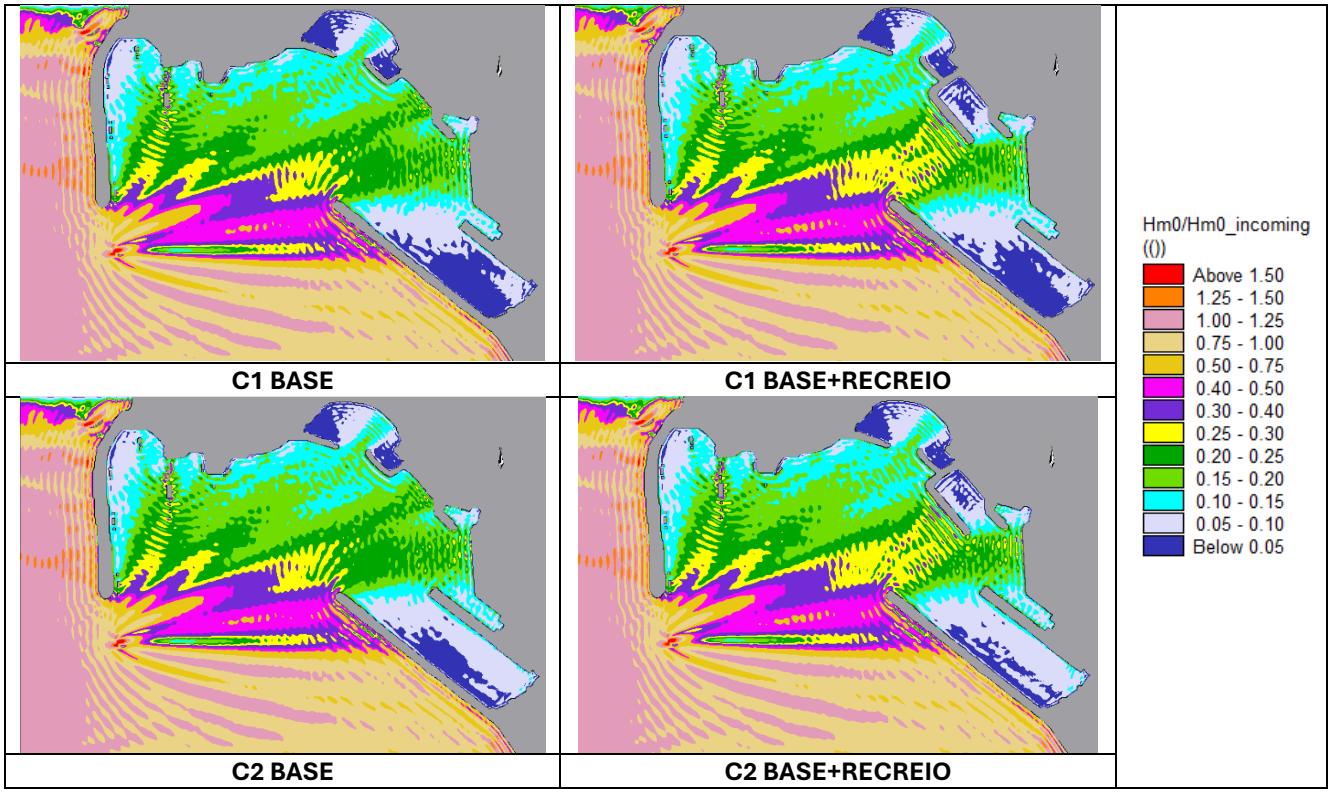


Fig. 63 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

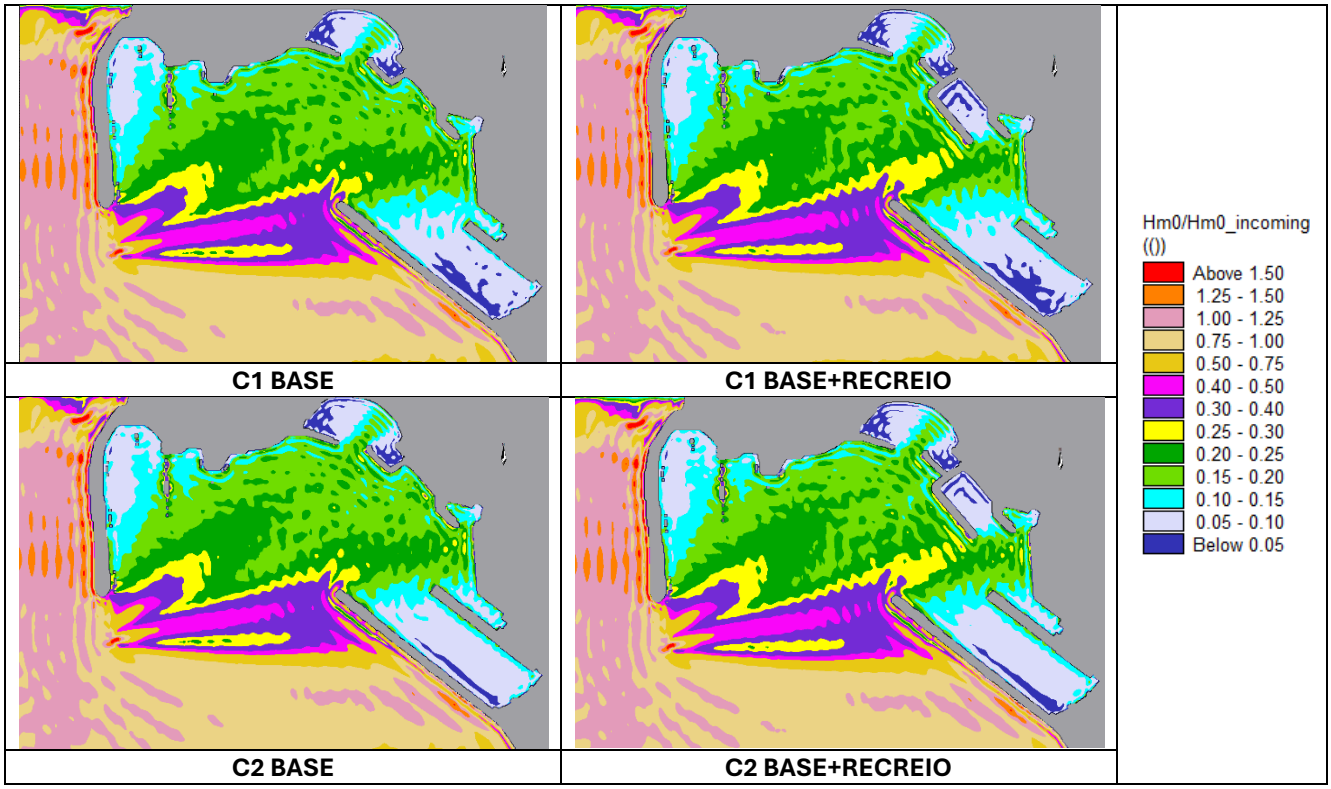


Fig. 64 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s

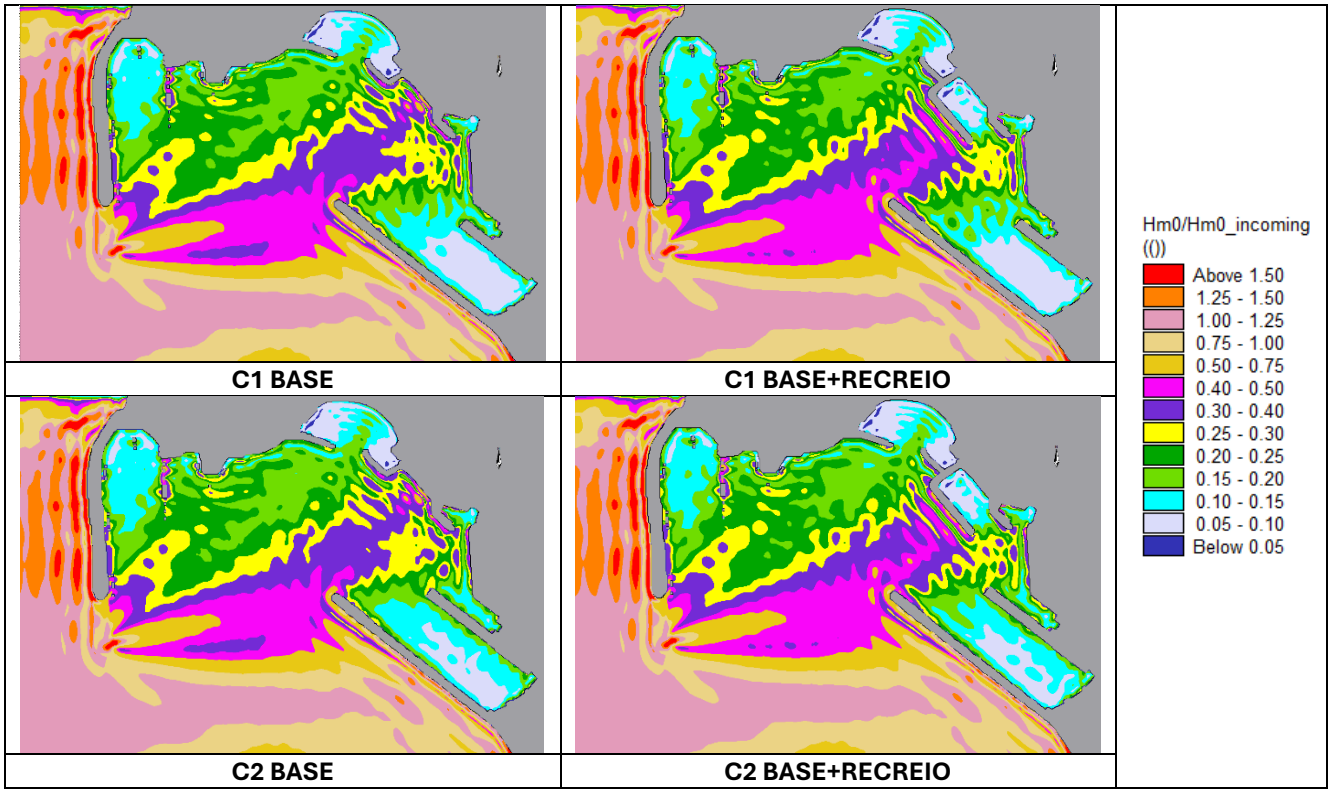


Fig. 65 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

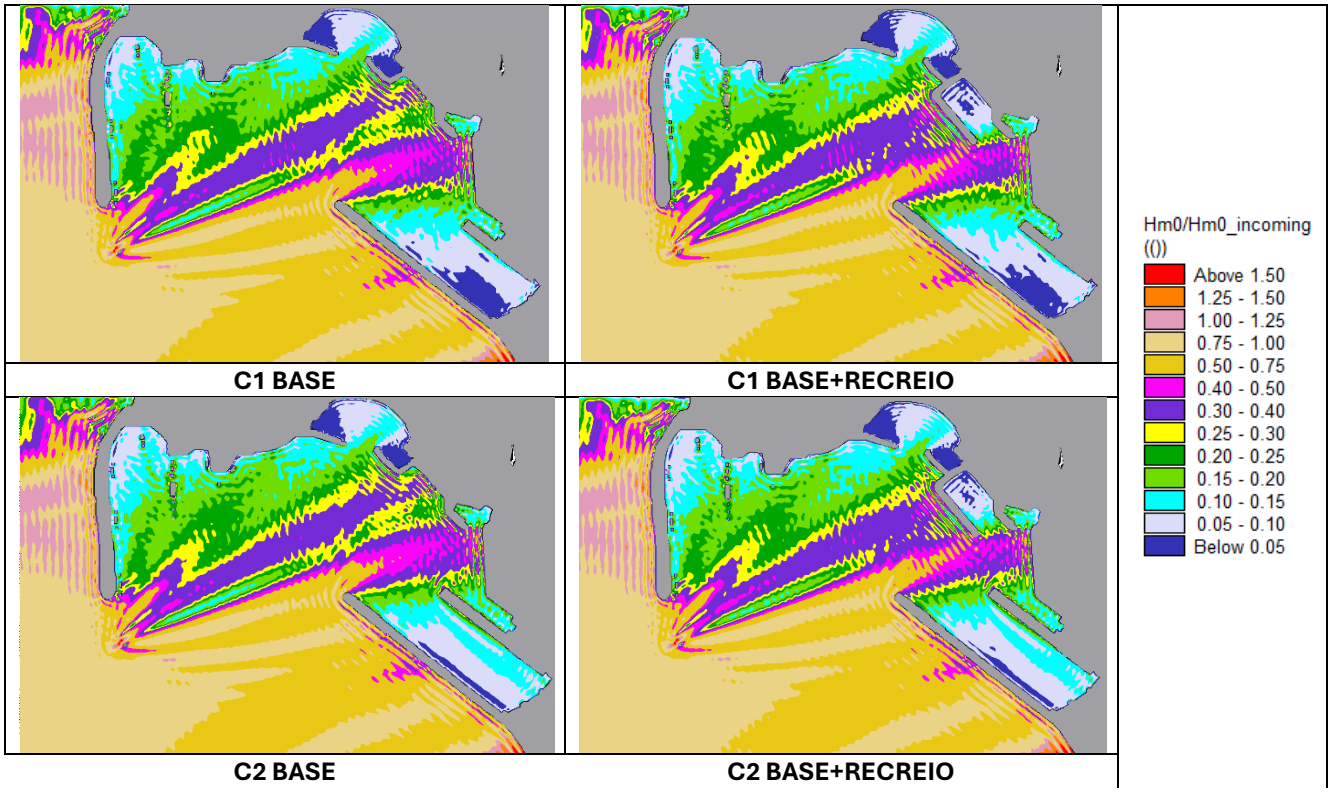


Fig. 66 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s

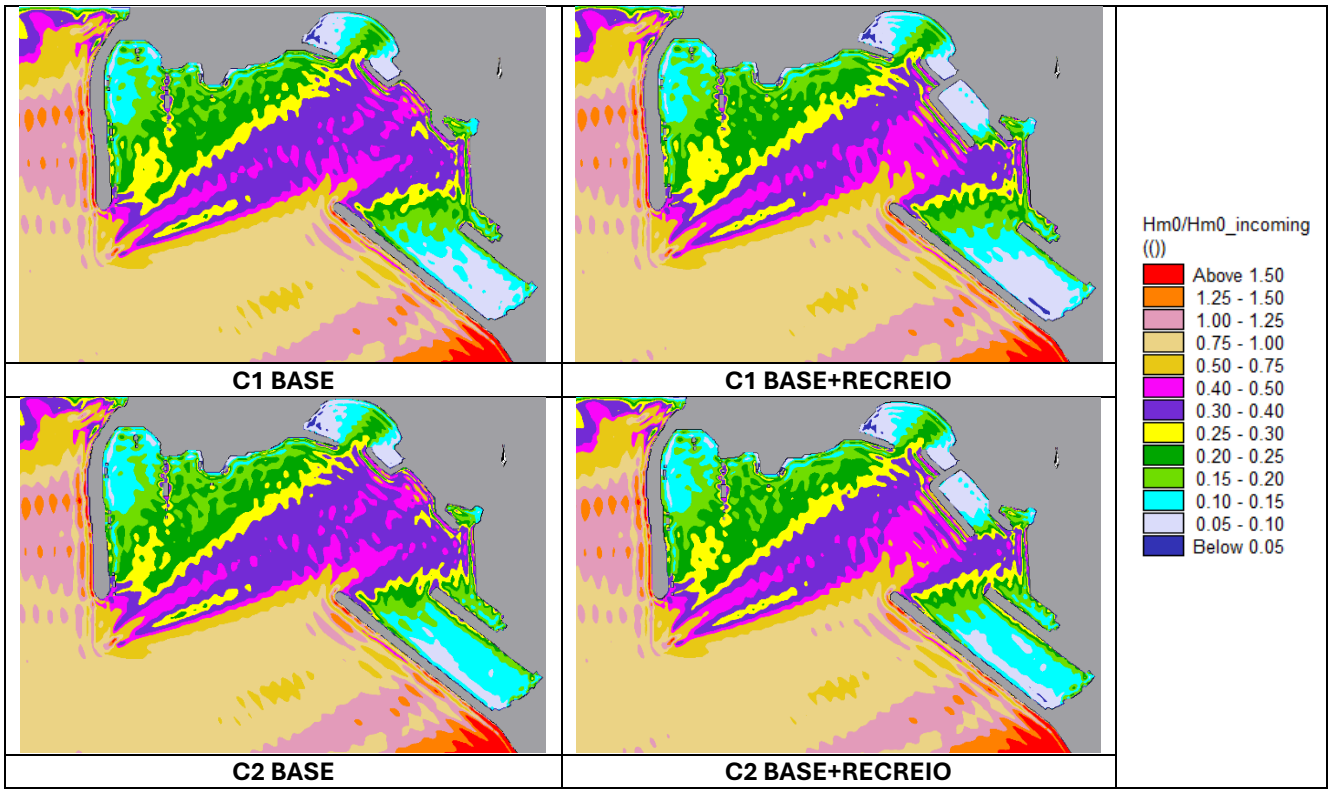


Fig. 67 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s

Co-funded by the European Union

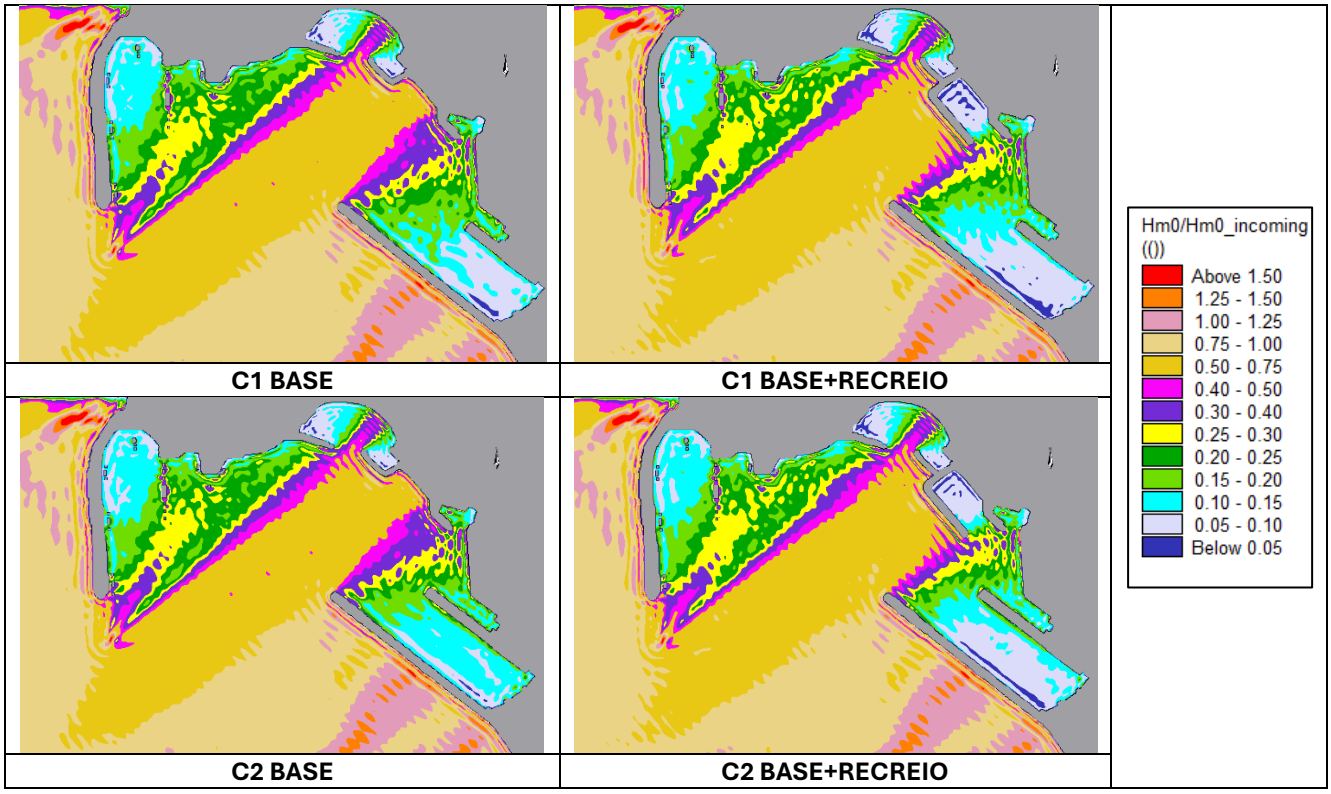


Fig. 68 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s

Da análise das figuras anteriores, é possível afirmar que a expansão do Porto de Recreio não alterará as condições tano no novo TCG como na entada do Porto de Serviços - relembra-se, no entanto, que esta análise respeita apenas ao prolongamento deste molhe de recreio conjugado com o prolongamento do Molhe Leste, não sendo extrapolável para uma situação apenas de obra no porto de recreio.

Para uma análise mais pormenorizada e quantitativa, apresentam-se nos gráficos seguintes, os valores dos índices médios registados nas áreas correspondentes aos novos cais do Terminal de Carga Geral (áreas 1, 2 e 3). e ao Porto de Serviços (áreas 10, 11 e 12), áreas mais próximas da expansão, e por isso as que podem sofrer mais efeitos.

Co-funded by the European Union

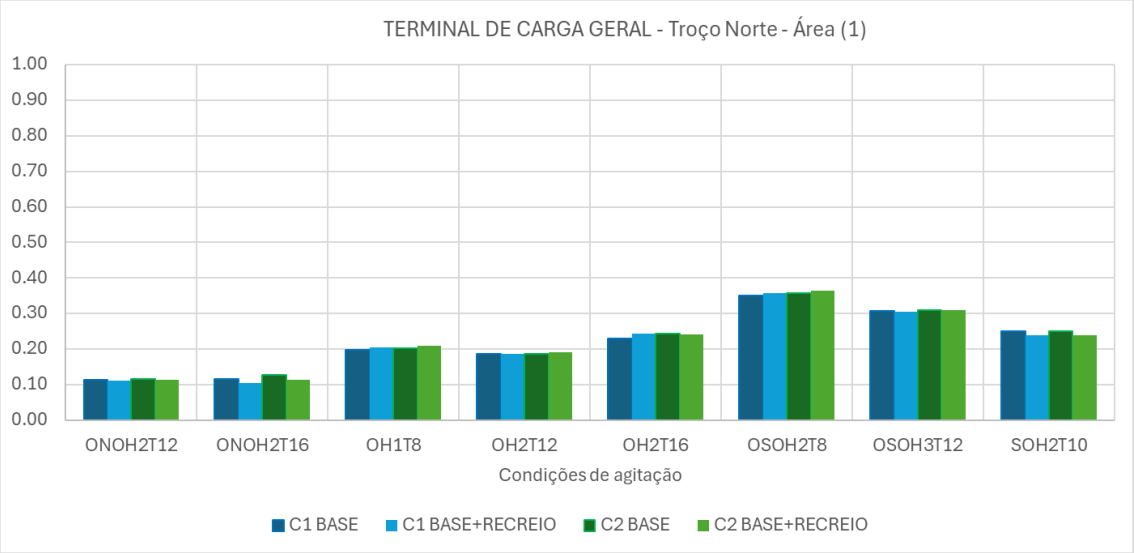


Fig. 69 – Índices de agitação médios na área de cais (1) do novo terminal de Carga Geral – Cenário 1 e 2

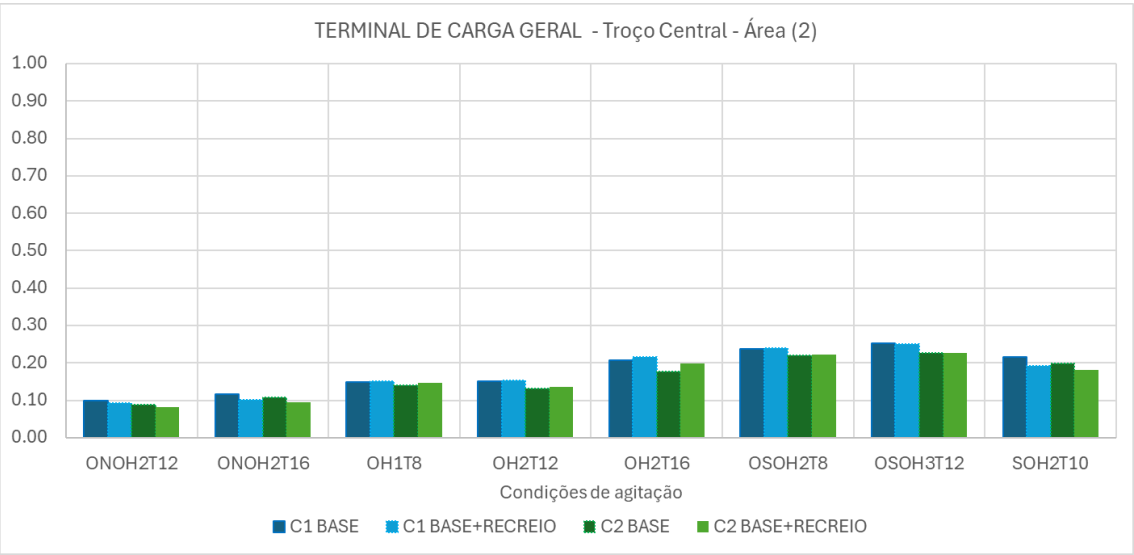


Fig. 70 – Índices de agitação médios na área de cais (2) do novo terminal de Carga Geral – Cenário 1 e 2

Co-funded by the European Union
DUALSINES

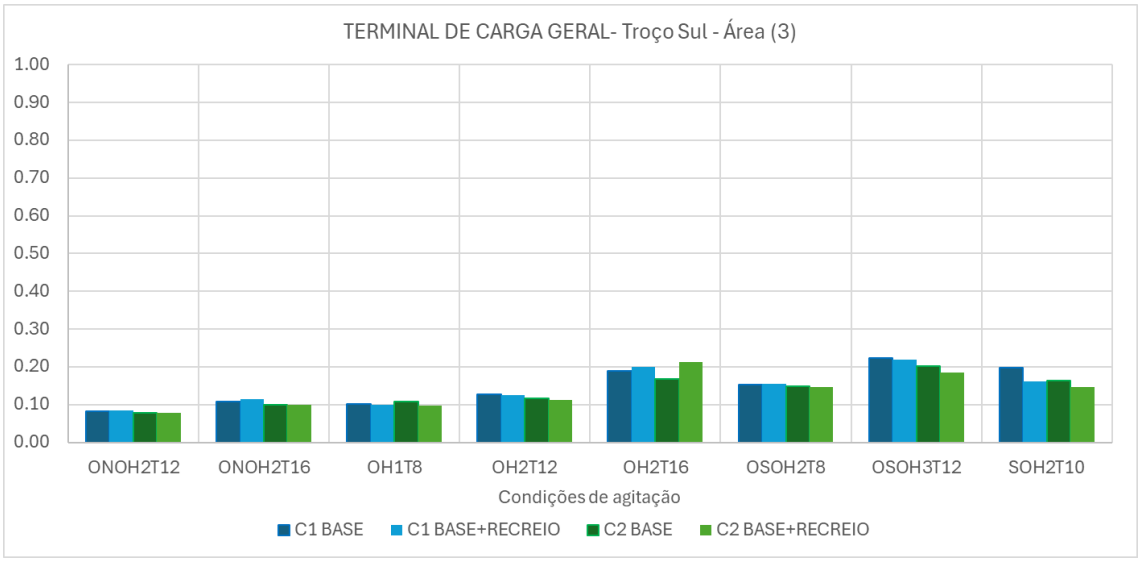


Fig. 71 – Índices de agitação médios na área de cais (3) do novo terminal de Carga Geral – Cenário 1 e 2

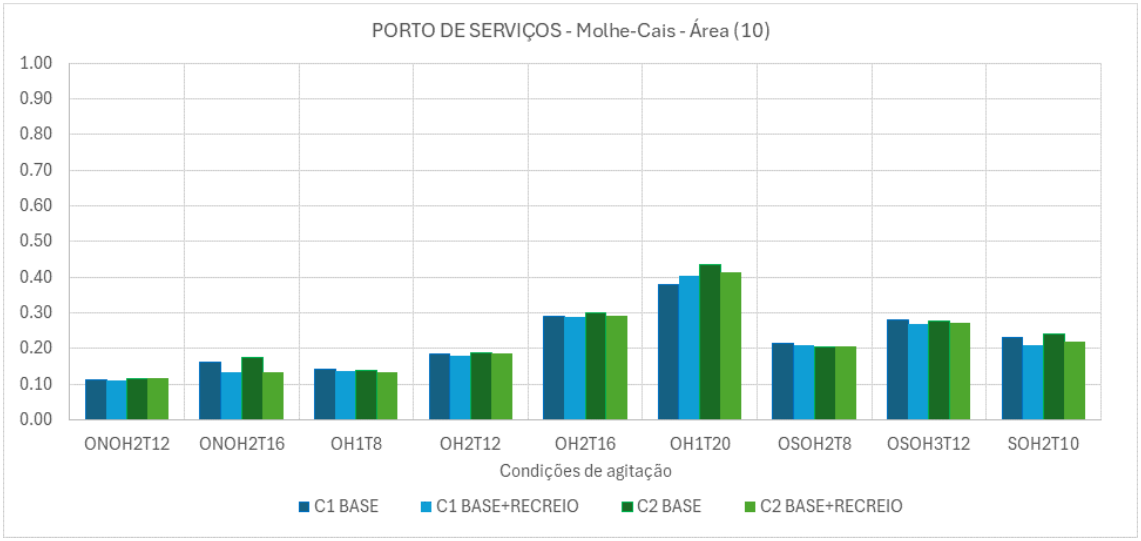


Fig. 72 – Índices de agitação médios no Molhe-Cais (área (10)) do Porto de Serviços – Cenário 1 e 2

Co-funded by the European Union

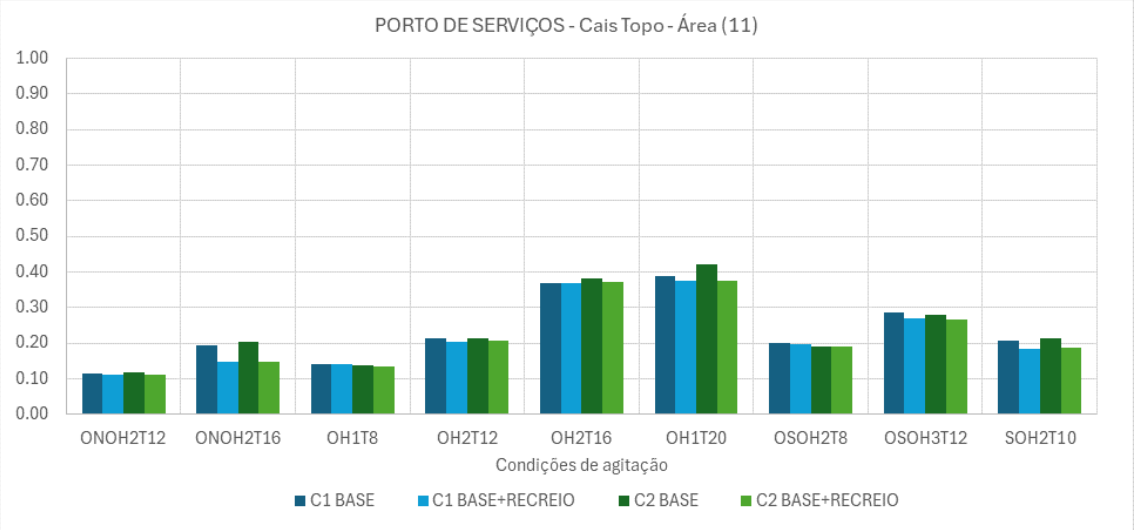


Fig. 73 – Índices de agitação médios no Cais Topo (área (11)) do Porto de Serviços – Cenário 1 e 2

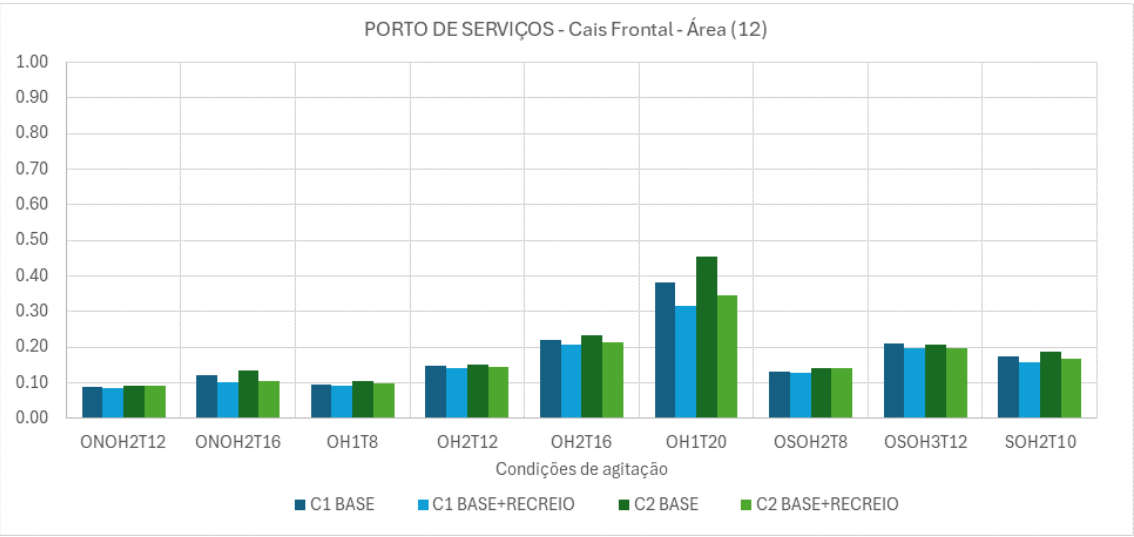


Fig. 74 – Índices de agitação médios no Cais Frontal (área (12)) do Porto de Serviços – Cenário 1 e 2

Analisando os valores do índice médio registado nas várias áreas e para as diferentes configurações, verificamos que não existe uma tendência, e que as diferenças quer sejam de aumento ou redução em relação à configuração sem a expansão do Porto de Recreio, são mínimas, o que nos leva a concluir que a eventual expansão do Porto de Recreio não provocará impacto significativo no novo terminal de Carga Geral, nem no Porto de Serviços, tal como nas restantes áreas da bacia portuária.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

4. OPTIMIZAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Na sequência da análise preliminar, a Solução Alterativa 1 foi descartada, e a Solução Base e Alternativa 2 foram estudadas em maior detalhe.

As soluções foram mais pormenorizadas e optimizadas, nomeadamente junto à entrada do Porto de Serviços, onde foi introduzida uma retenção marginal em enrocamento para minimizar as reflexões da agitação e melhorar as condições naquele porto.

Para o Porto de Serviços foram ainda estudadas duas soluções para a zona de entrada, uma correspondendo ao projecto anterior da Proman (2016), com o prolongamento do molhe-cais, e outra a uma solução esquematizada no âmbito deste estudo, com o prolongamento apenas do cais adjacente ao molhe, inflectindo para o interior da bacia ma com um revestimento em enrocamento / blocos no lado exterior.

Foi também realizada uma análise de sensibilidade ao comprimento do prolongamento do Molhe Leste, com +100 m e -100 m em relação aos 400 m inicialmente previstos.

O processo de optimização foi realizado apenas para o Cenário 1 (prolongamento do Molhe Leste), uma vez que o efeito do prolongamento do Finger é pouco relevante; por outro lado, a análise de prolongamento do molhe foi feita apenas para a Solução Base, já que os resultados serão também aplicáveis à solução alternativa. No âmbito deste processo de optimização foram assim ensaiadas as seguintes configurações:

- **C1+100 BASE** - Alternativa Base, com 500 m de prolongamento NW do Molhe Leste e sem prolongamento do *finger* do TMS;
- **C1-100 BASE** - Alternativa Base, com 300 m de prolongamento NW do Molhe Leste e sem prolongamento do *finger* do TMS;
- **C1 BASE OPT** - Alternativa Base com otimização do terminal de carga geral e com 400 m de prolongamento NO do Molhe Leste;
- **C1 BASE OPT PS** - Alternativa Base com otimização do terminal de carga geral, com 400 m de prolongamento NO do Molhe Leste, e reformulação da entrada no Porto de Serviços, proposta pela CONSULMAR;
- **C1 BASE OPT PROMAN** - Alternativa Base com otimização do terminal de carga geral, com 400 m de prolongamento NO do Molhe Leste, e reformulação da entrada no Porto de Serviços, de acordo com o projeto de Ampliação do Molhe do Porto de Serviços da (PROMAN, 2016);
- **C1 ALT2 OPT** - Alternativa 2 com otimização do terminal de carga geral e com 400 m de prolongamento NO do Molhe Leste;
- **C1 ALT2 OPT PS** - Alternativa 2 com otimização do terminal de carga geral, com 400 m de prolongamento NO do Molhe Leste, e reformulação da entrada no Porto de Serviços, proposta pela CONSULMAR;
- **C1 ALT2 OPT PROMAN** - Alternativa 2 com otimização do terminal de carga geral, com 400 m de prolongamento NO do Molhe Leste, e reformulação da entrada no Porto de Serviços, de acordo com o projeto de Ampliação do Molhe do Porto de Serviços (PROMAN, 2016);

Co-funded by the European Union
DUALSINES

4.1. Análise do prolongamento do Molhe Leste

As duas configurações adicionais estudadas são as seguintes:

- **C1+100 BASE** - Alternativa Base, com 500 m de prolongamento NW do Molhe Leste e sem prolongamento do *finger* do TMS;
- **C1-100 BASE** - Alternativa Base, com 300 m de prolongamento NW do Molhe Leste e sem prolongamento do *finger* do TMS;



Fig. 75 –Prolongamento do Molhe Leste (300, 400 e 500 m)

A figura apresenta os novos prolongamentos do molhe (300 e 500 m) inseridos no domínio do modelo.

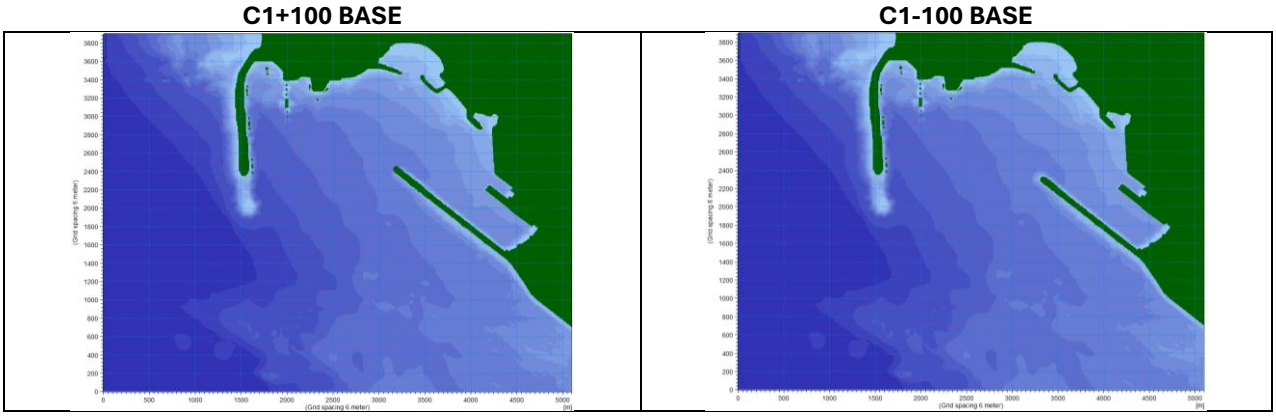
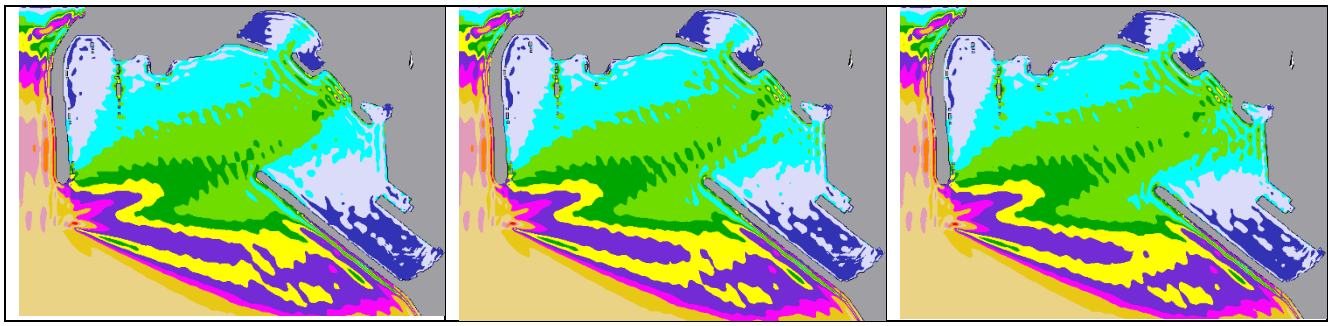


Fig. 76 – Batimetria dos domínios de cálculo ensaiados com diferentes prolongamentos do troço N do Molhe Leste

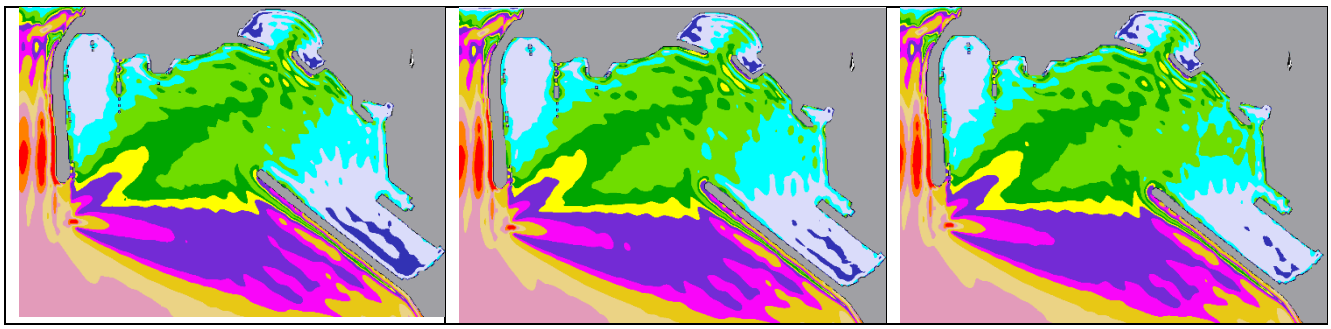
Co-funded by the European Union
DUALSINES

Os dois novos comprimentos foram ensaiados com a alternativa **BASE** do arranjo do novo Terminal de Carga Geral. As figuras com os resultados obtidos para os três comprimentos apresentam-se de seguida, por condição de agitação simulada.



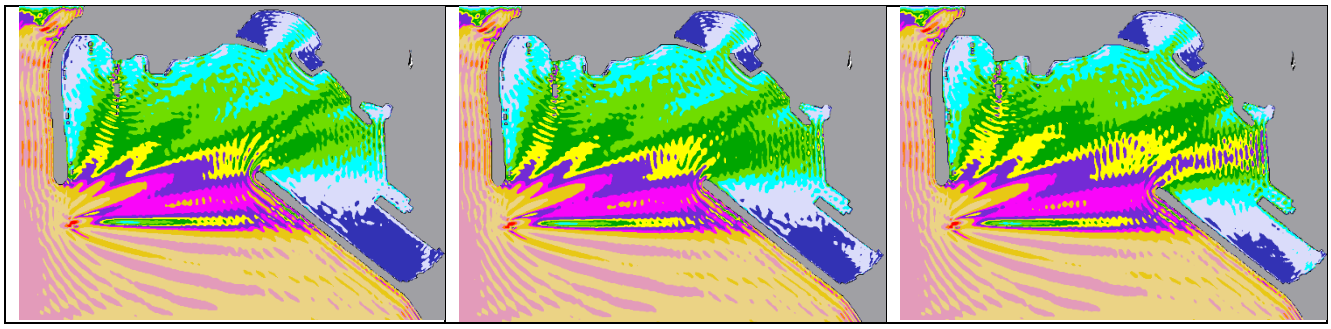
C1+100 BASE **C1 BASE** **C1-100 BASE**

Fig. 77 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=12 s



C1+100 BASE **C1 BASE** **C1-100 BASE**

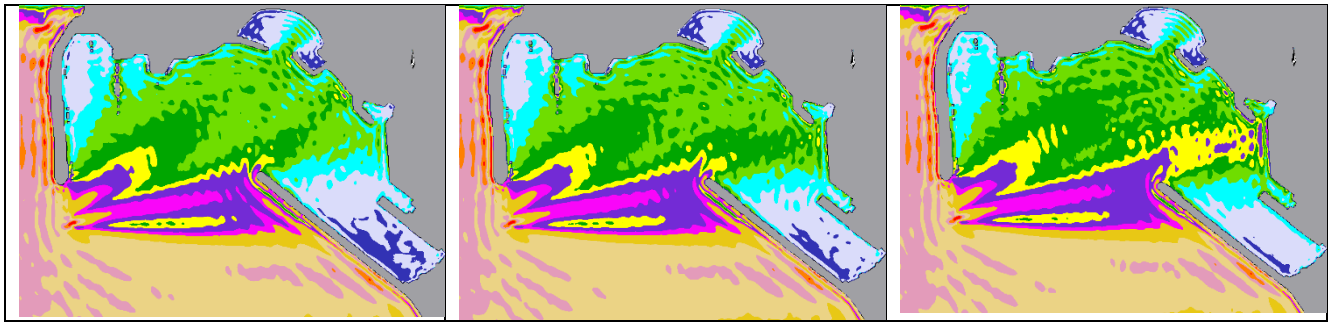
Fig. 78 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WNW, Hs=2,0 m, Tp=16 s



C1+100 BASE **C1 BASE** **C1-100 BASE**

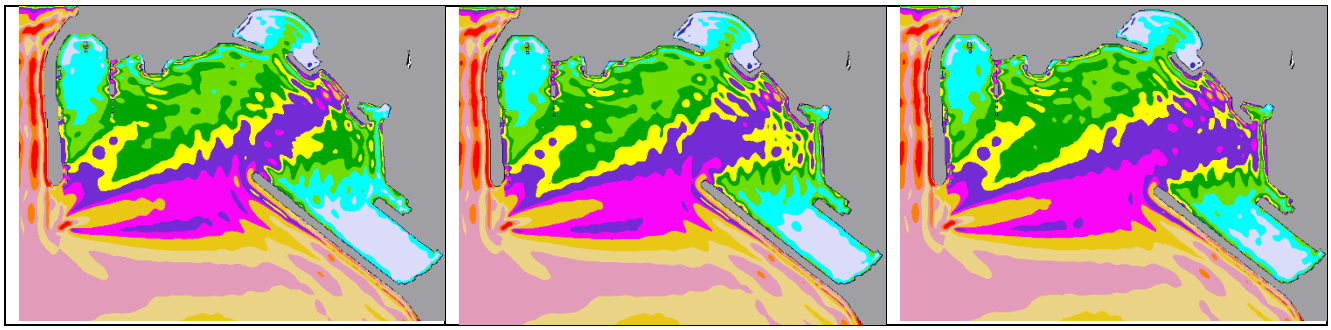
Fig. 79 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=1,0 m, Tp=8 s

Co-funded by the European Union



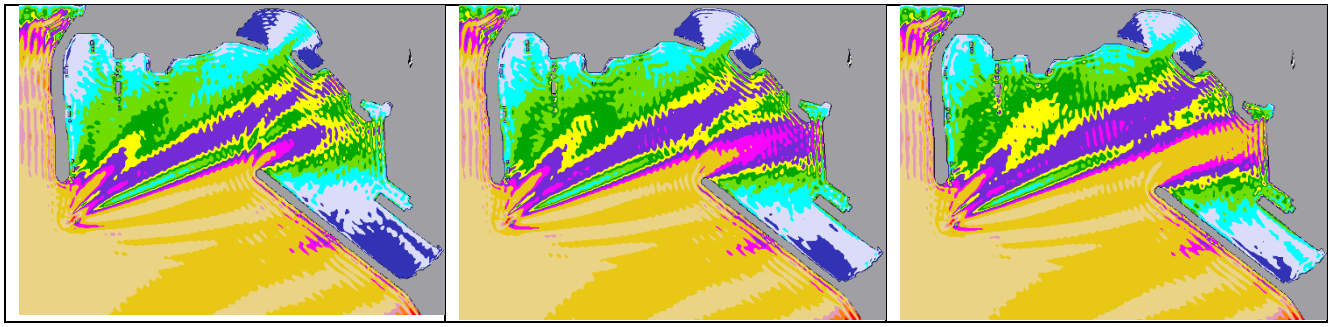
C1+100 BASE **C1 BASE** **C1-100 BASE**

Fig. 80 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s



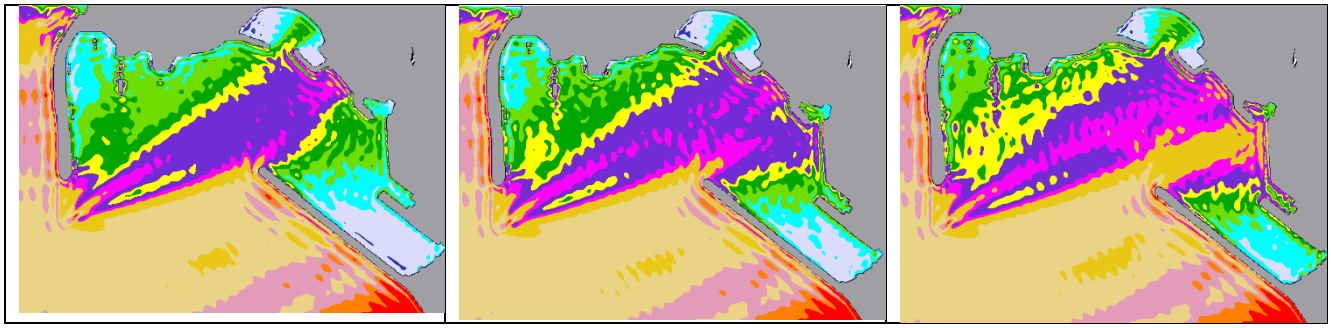
C1+100 BASE **C1 BASE** **C1-100 BASE**

Fig. 81 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s



C1+100 BASE **C1 BASE** **C1-100 BASE**

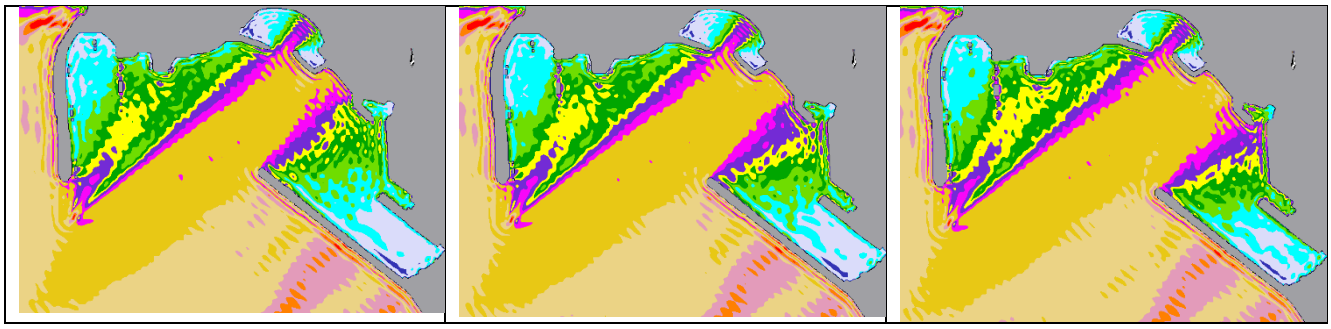
Fig. 82 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=2,0 m, Tp=8 s



C1+100 BASE **C1 BASE** **C1-100 BASE**

Fig. 83 – Distribuição dos índices de agitação. Condição WSW, Hs=3,0 m, Tp=12 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES



C1+100 BASE **C1 BASE** **C1-100 BASE**

Fig. 84 – Distribuição dos índices de agitação. Condição SW, Hs=2,0 m, Tp=10 s

Os resultados obtidos para os vários comprimentos do prolongamento NW do Molhe Leste, mostram que os ganhos conseguidos com o aumento de 100 m entre um prolongamento de 300 m e o de 400 m são superiores aos ganhos conseguidos com o aumento de 100 m entre um prolongamento de 400 m e o de 500 m. Para o rumo mais frequente, WNW, as melhorias conseguidas com um prolongamento de 500 m face ao de 400 m são reduzidas.

Estes resultados são facilmente compreendidos quando analisamos os comprimentos ensaiados face às direções de proveniência da agitação e à posição relativa das cabeças dos molhes Oeste e Leste.

A partir sensivelmente dos 400 m de prolongamento do Molhe Leste, as cabeças dos molhes Oeste e Leste "cruzam-se" para os rumos mais rodados a norte, o que significa que, a partir desse ponto, os benefícios em abrigo já não serão tão significativos.

Para o comprimento de 300 m, é visível que uma parte da agitação que difrata na cabeça do molhe oeste irá entrar e incidir directamente no terminal de Carga Geral.

4.2. Análise do Porto de Serviços

As simulações feitas inicialmente (apresentadas no capítulo "Análise Preliminar das Alternativas") deixaram antever um agravamento das condições de abrigo no Porto de Serviços. Sendo as condições aí actualmente, de acordo como as indicações dos elementos da pilotagem da APS, já no limite do aceitável, esta situação foi objecto de análise mais detalhada. O objetivo é obter uma solução que não só não piore as condições actuais, mas que, idealmente, as melhore significativamente.

Para tal foram introduzidos alguns ajustamentos nas soluções Base e Alternativa 2 (a solução Alternativa 1 foi, entretanto, descartada por não apresentar resultados satisfatórios no próprio TCG).

Os ajustamentos introduzidos consistiram no afinamento da orientação dos alinhamentos dos cais do TCG, na substituição do cais vertical junto à entrada do Porto de Serviços por uma retenção marginal em talude de enrocamento, e no alargamento da bacia / doca formada entre o finger do TMS e o cais sul do TCG (para 180 m).

Por outro lado, foram consideras intervenções na entrada do Porto de Serviços, para minimizar a penetração da agitação. Estas intervenções foram a prevista no projecto elaborado em 2016 pela Proman,

Co-funded by the European Union

que consistia no prolongamento do Molhe-cais do P.S. em cerca de 130 m, com um alinhamento ligeiramente rodado para o exterior, e uma outra, esquematizada no âmbito do presente estudo e que consiste no fecho da entrada do porto com uma estrutura mista (caixotão com revestimento exterior em talude), com um alinhamento rodado para o interior da bacia e comprimento de cerca de 60 m (denominada aqui por "**PS**").

Apresentam-se em seguida as figuras com os resultados obtidos para as configurações Base, Alternativa 2 otimizadas (**C1 BASE OPT** e **C1 ALT2 OPT**), e as mesmas com as propostas de reformulação na entrada da bacia do Porto de Serviços (**C1 BASE OPT PS**, **C1 BASE OPT PROMAN**, **C1 ALT2 OPT PS** e **C1 ALT2 OPT PROMAN**), para duas condições de agitação mais frequentes.

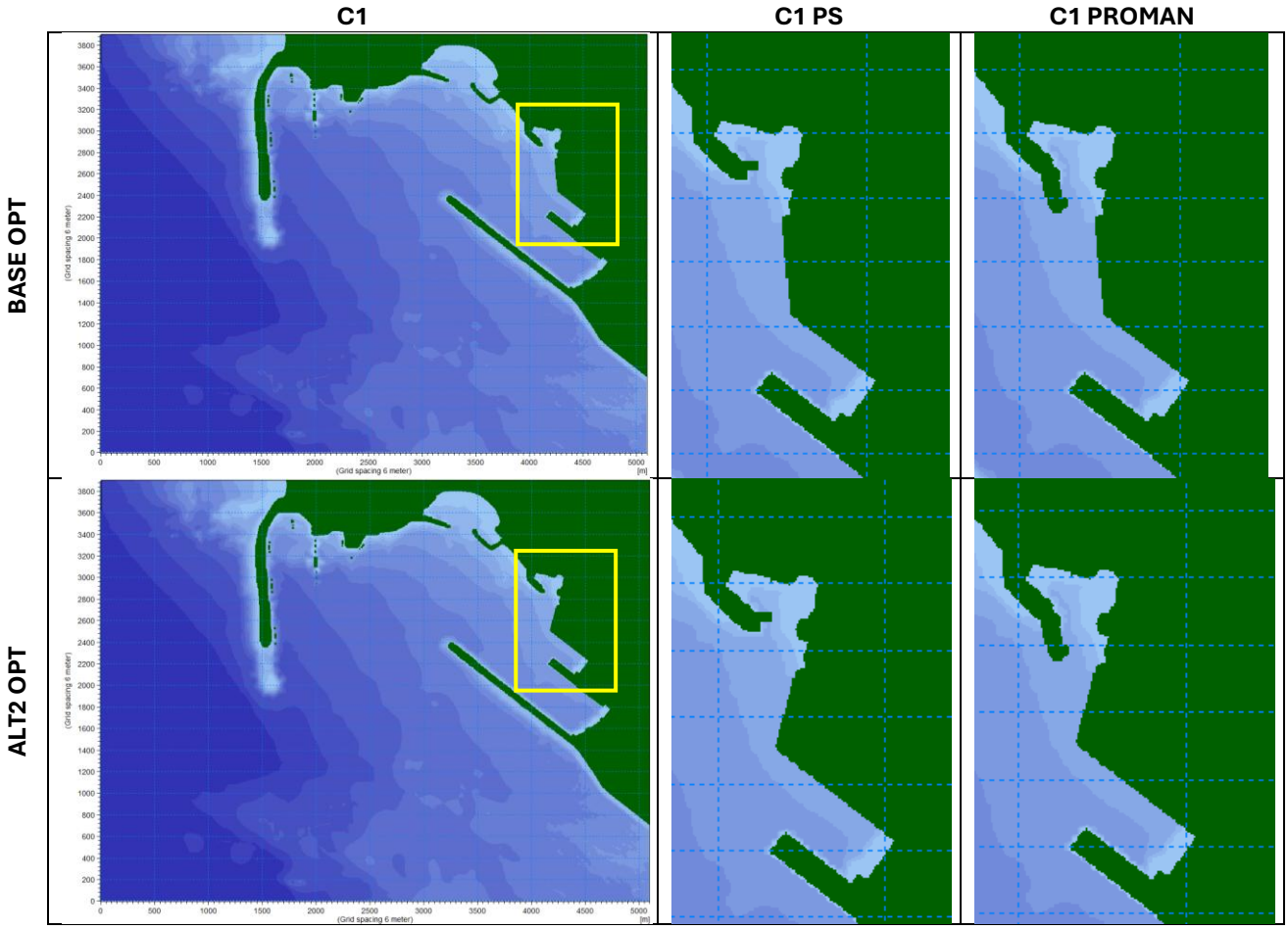
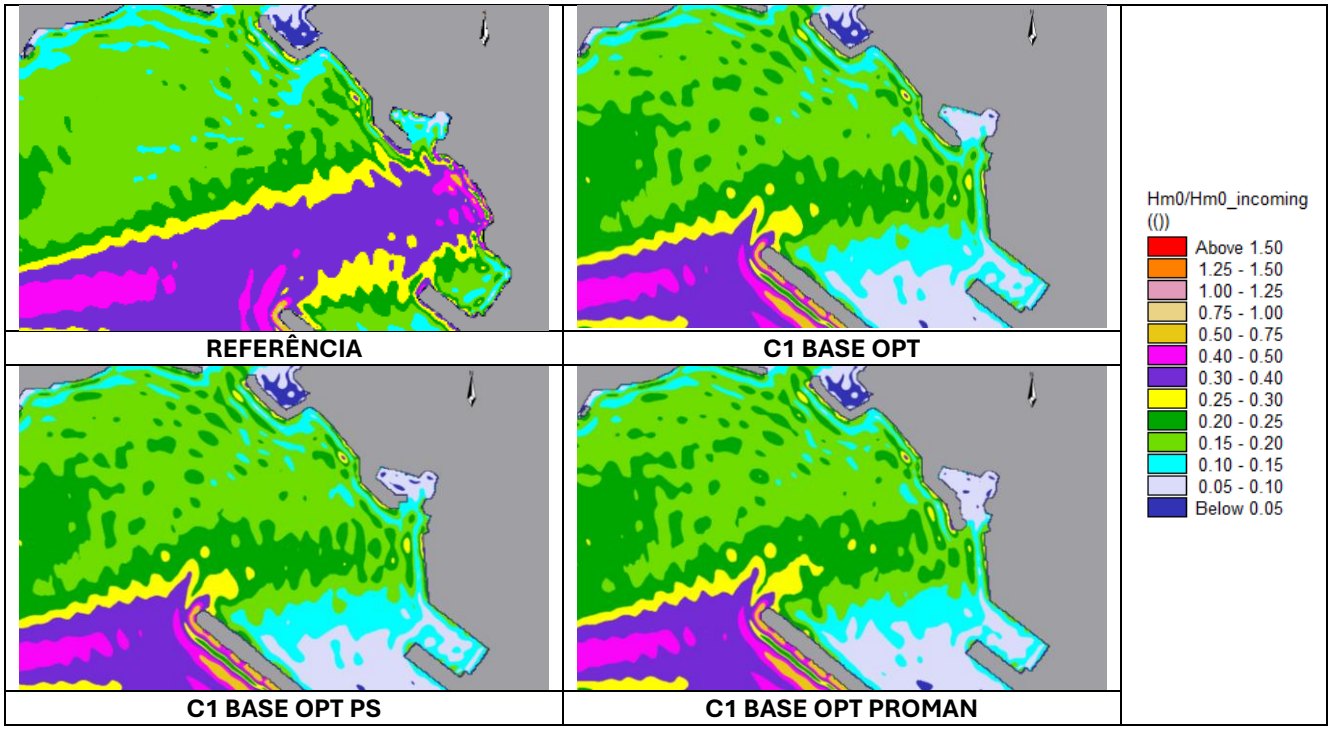


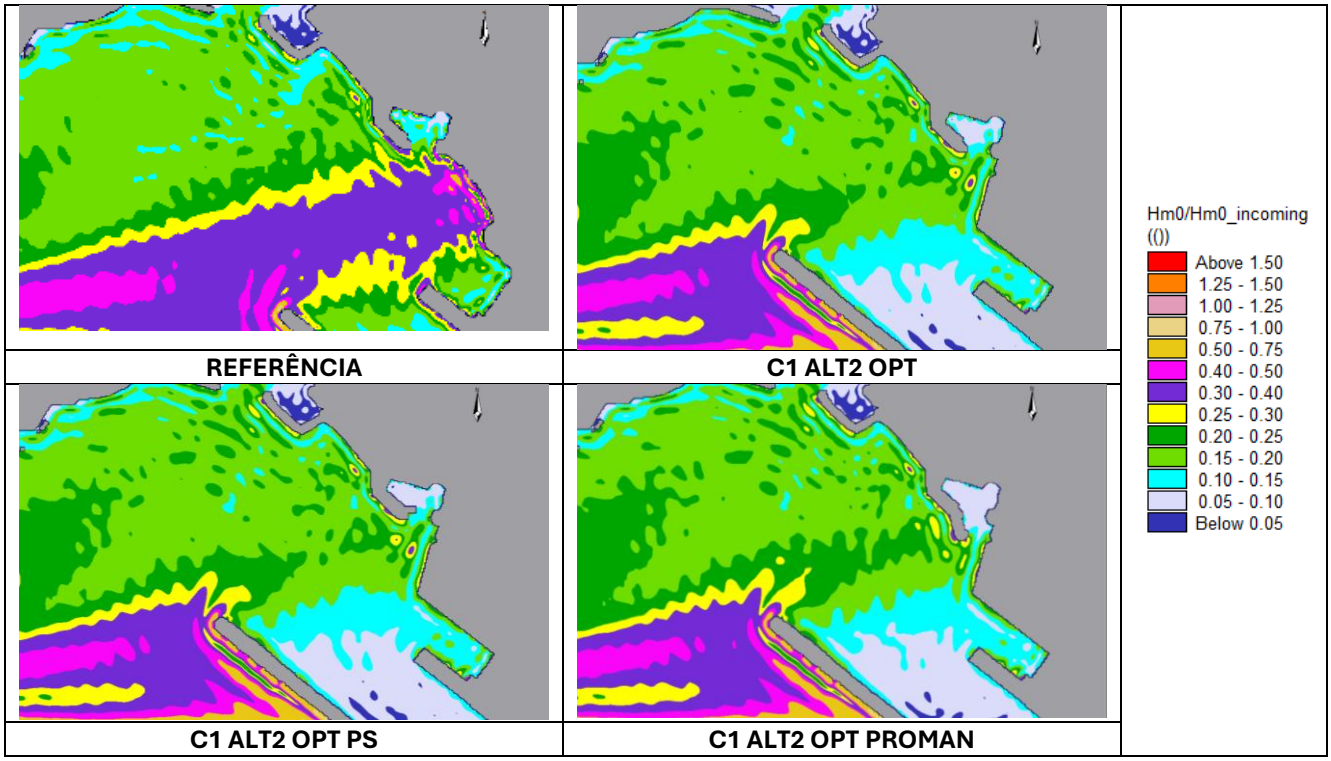
Fig. 85 – Batimetria dos domínios de cálculo das configurações do cenário 1, BASE e ALT2 otimizadas, e duas propostas de reformulação da entrada do Porto de Serviços

Co-funded by the European Union
DUALSINES



REFERÊNCIA	C1 BASE OPT
C1 BASE OPT PS	C1 BASE OPT PROMAN

Fig. 86 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s



REFERÊNCIA	C1 ALT2 OPT
C1 ALT2 OPT PS	C1 ALT2 OPT PROMAN

Fig. 87 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=12 s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

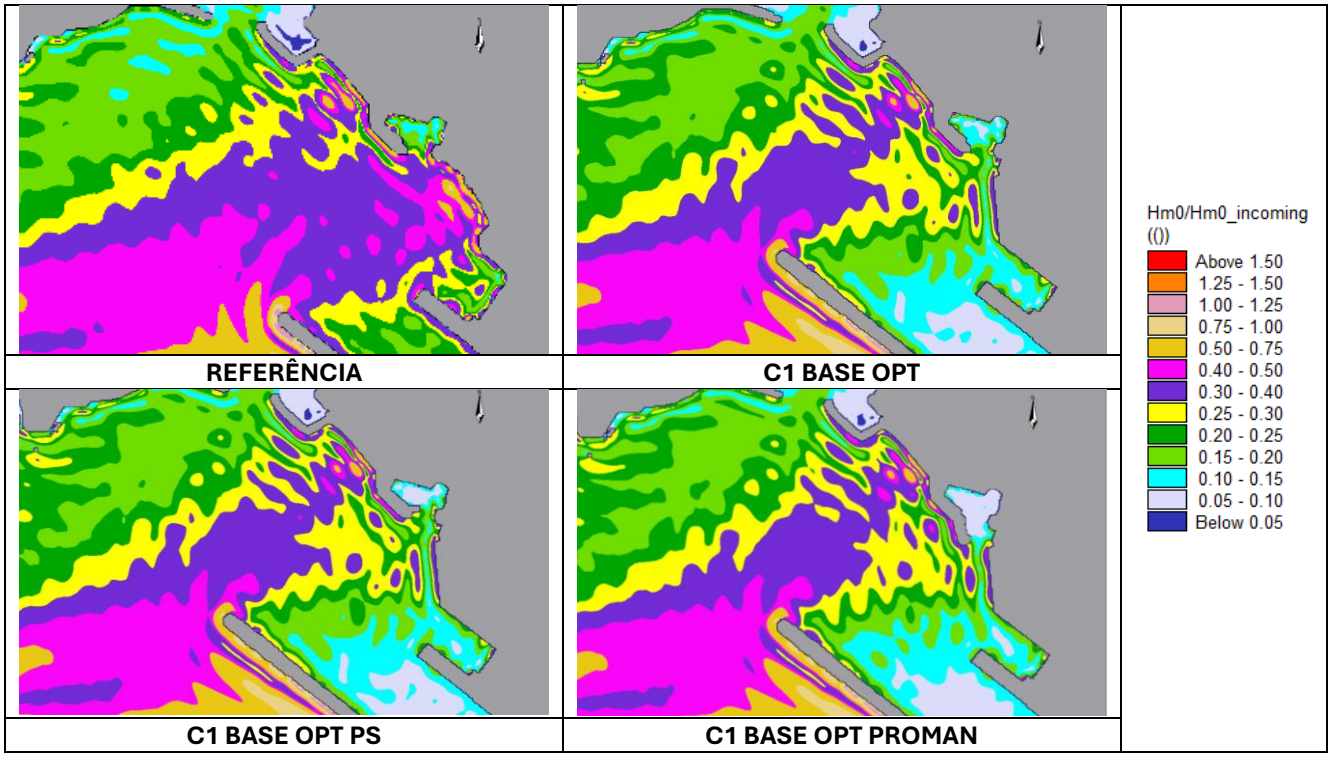


Fig. 88 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s

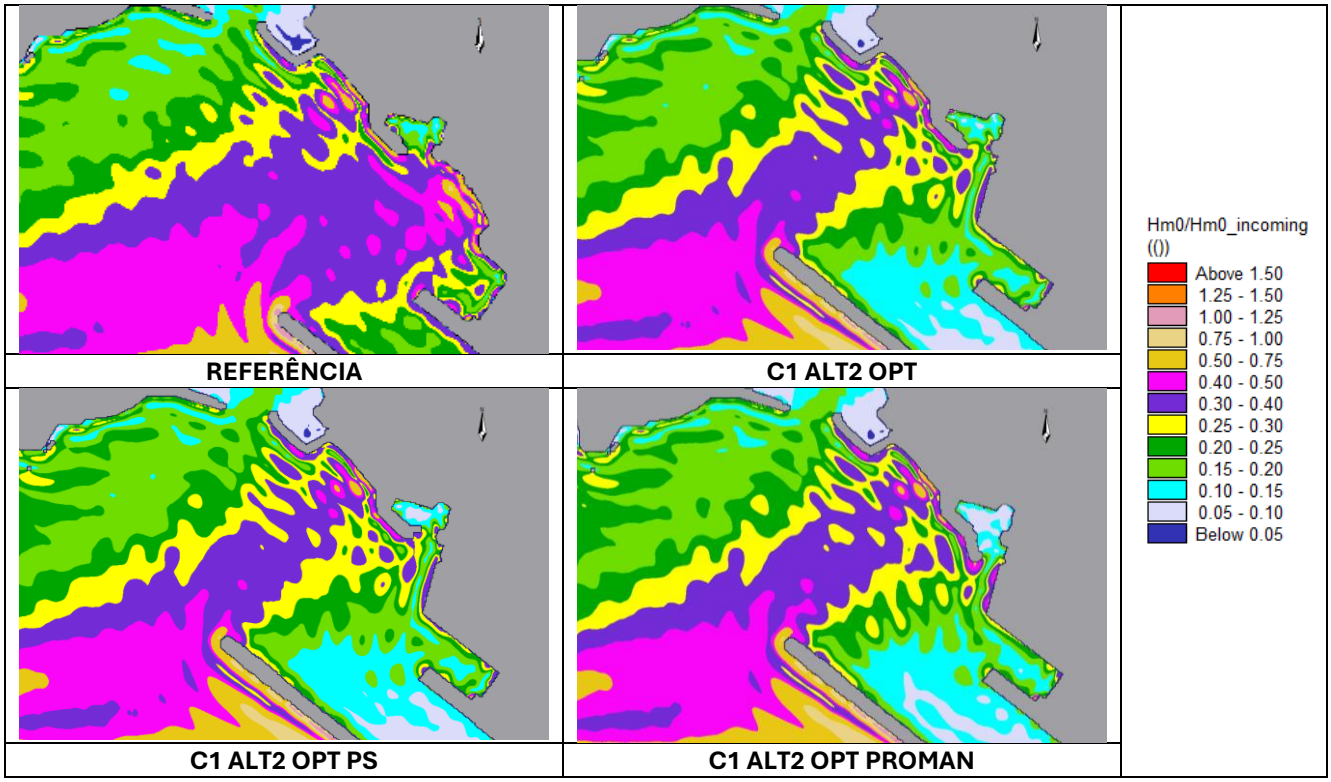


Fig. 89 – Distribuição dos índices de agitação. Condição W, Hs=2,0 m, Tp=16 s

Co-funded by the European Union

Nos gráficos seguintes apresentam-se ainda os índices de agitação médios obtidos para cada uma das áreas (áreas 10, 11 e 12) de acordo com cada condição e para as duas configurações do TCG seleccionadas. Para efeitos de comparação, são apresentados os resultados antes da introdução das otimizações (simulações anteriores) e após estas (aqui apenas para as duas condições de agitação mais penalizantes).

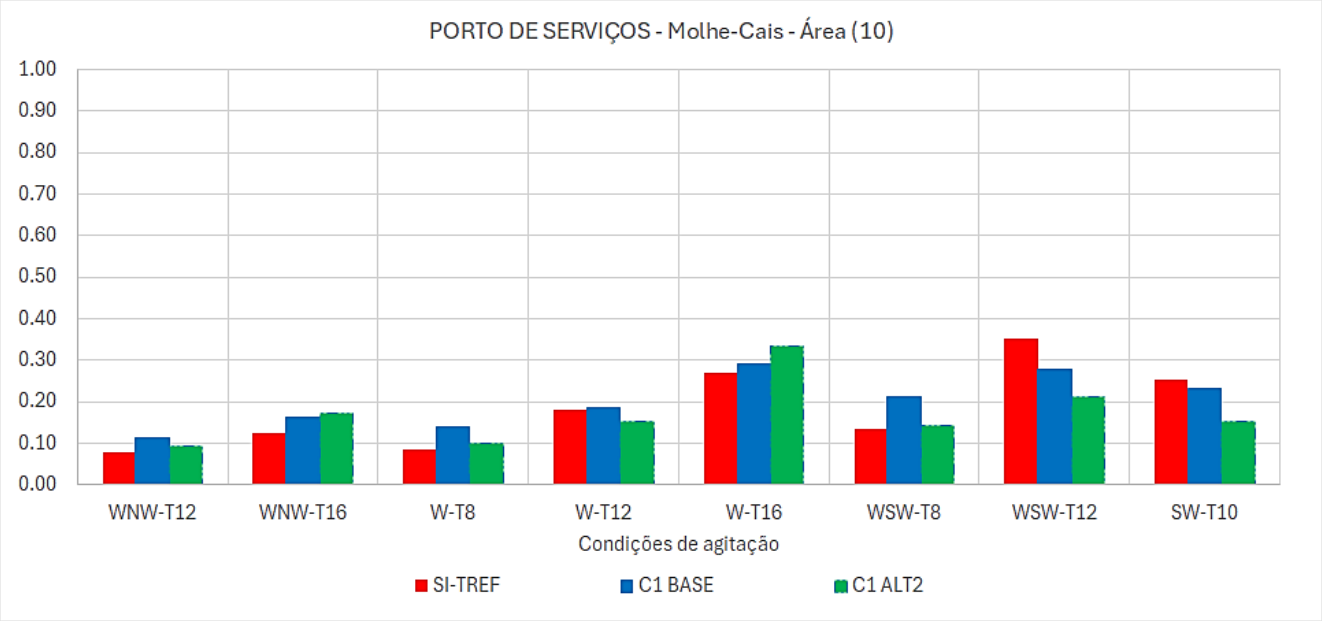


Fig. 90 – Índices de agitação médios no Molhe-Cais (área (10)) do Porto de Serviços – antes da optimização

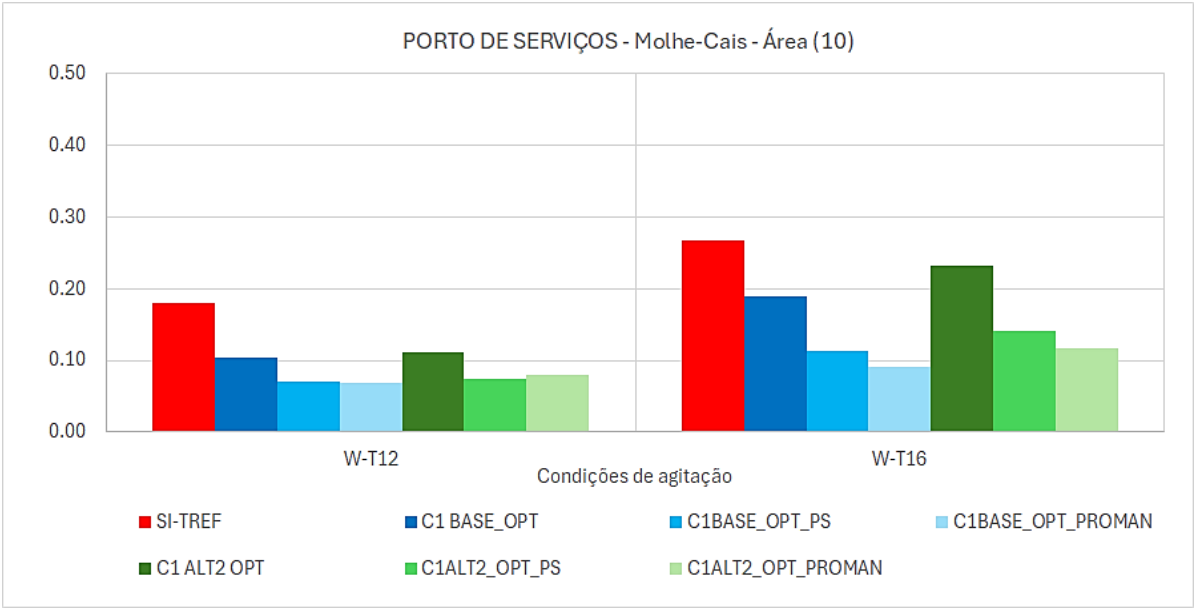


Fig. 91 – Índices de agitação médios no Molhe-Cais (área (10)) do Porto de Serviços –com otimizações

Co-funded by the European Union

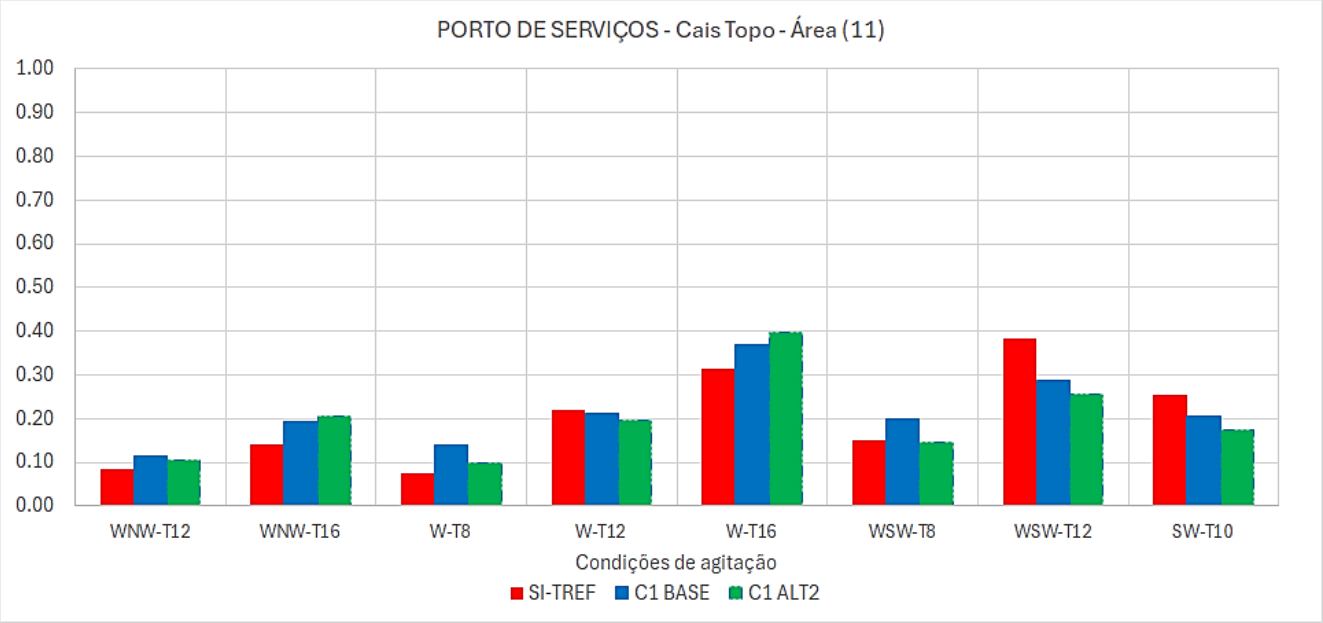


Fig. 92 – Índices de agitação médios no Cais Topo (área (11)) do Porto de Serviços – antes da optimização

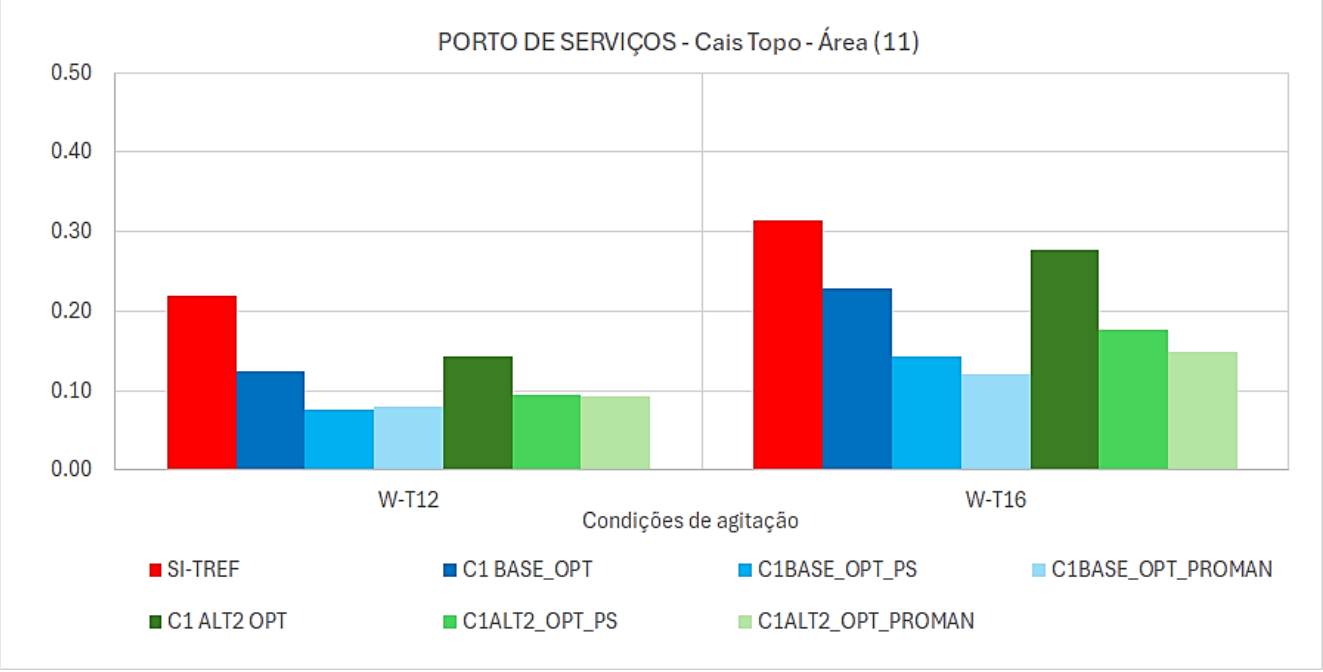


Fig. 93 – Índices de agitação médios no Cais Topo (área (11)) do Porto de Serviços – com otimizações

Co-funded by the European Union

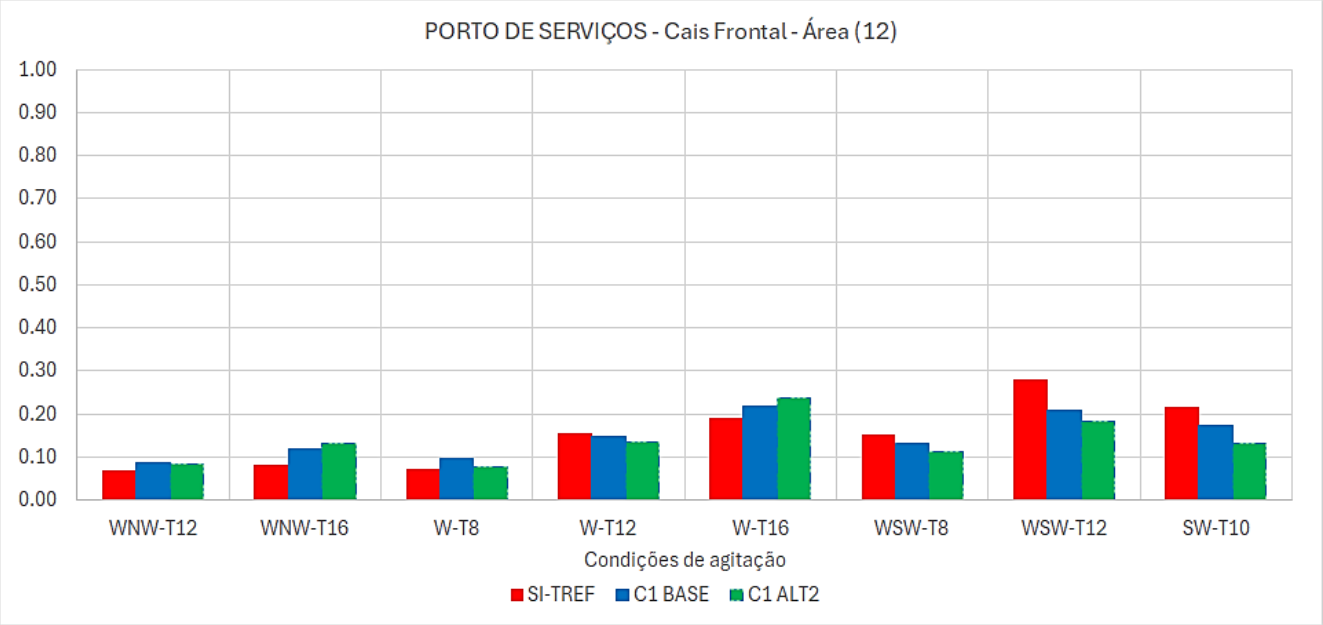


Fig. 94 – Índices de agitação médios no Cais Frontal (área (12)) do Porto de Serviços – antes da optimização 1

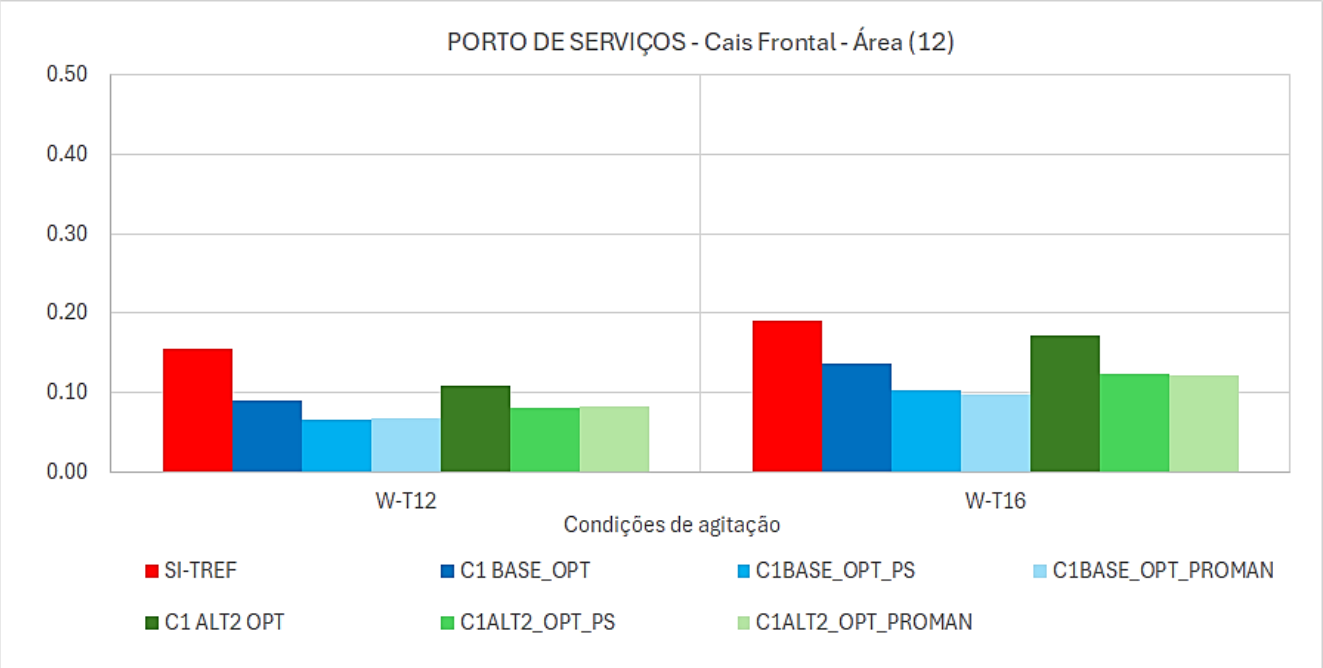


Fig. 95 – Índices de agitação médios no Cais Frontal (área (12)) do Porto de Serviços – com otimizações

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Verifica-se que, antes das optimizações, as condições no interior do porto de Serviços pioravam e relação à situação actual, excepto para os rumos mais rodados a sul (WSW e SW), que, no entanto, são também os menos frequentes.

Com a introdução das optimizações as condições já melhoram em relação à actual, mesmo sem as intervenções na entrada do porto de serviços. Com estas intervenções a melhoria é bastante mais sensível, especialmente no molhe-cais e no cais do topo da bacia, não havendo grande diferença entre os resultados dos dois tipos de intervenção analisados (projecto de 2016 ou esquema aqui proposto).

Co-funded by the European Union

5. CONDIÇÕES DE OPERACIONALIDADE NOS TERMINAIS

5.1. Limites de operacionalidade

Apresenta-se neste capítulo um estudo sobre as condições de operacionalidade nos terminais, na situação de referência e para as diferentes configurações propostas.

A definição de um nível de agitação «aceitável» ou «não-aceitável» num porto está ligado à possibilidade de utilização dos cais por navios, seja para operações de carga e descarga ou para simples atracação.

A quantificação de limites de operacionalidade para navios acostados é uma questão complexa e não existe um consenso sobre o tema. Na maior parte das publicações, os limites de operacionalidade dos cais são estabelecidos em termos da amplitude do movimento dos navios.

Para uma análise simplificada e mais directa, no entanto, é conveniente estabelecer tais limites em função das condições de agitação junto a cada cais.

Não existe correspondência directa / linear entre os movimentos dos navios atracados e as características da agitação incidente, em especial da altura de onda, que é o parâmetro de mais fácil aplicação na análise. Esta relação depende ainda de diversos outros factores, nomeadamente do período de onda, do ângulo de incidência da agitação, do período de oscilação próprio do navio, das propriedades das amarrações e das defensas e das características do cais.

Apesar do anteriormente referido, existem ainda assim, algumas publicações que apresentam limites de operacionalidade em termos de altura de onda e do ângulo da sua incidência sobre o navio. É o caso das “Recomendaciones para Obras Marítimas” (ROM) publicadas pelo Ministério Espanhol das Obras Públicas (ver Quadro 5). Estas indicações variam segundo:

- Tipo de operação (manobra de acostagem, operações na e sobre a embarcação, acostagem em permanência);
- Incidência da agitação (longitudinal ou transversalmente);
- Tipo e dimensão da embarcação.

São distintos os limites para os casos de embarcações acostadas/estacionadas e de embarcações em operação. Os primeiros estão associados aos esforços e possíveis danos das embarcações sobre as estruturas às quais acostam, e vice-versa, durante as manobras de acostagem e/ou enquanto estão acostados. Os segundos dizem respeito a interrupções das operações, correspondendo a rendimentos de operação nulos. Estes limites dependem, portanto, do tipo de embarcação e da operação em causa.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Quadro 5 – Limites de operacionalidade em cais, extrato da Tabela 8.1 do ROM 3.1-99, Parte VIII.

	Tipo de operação	Hs (m)
2	**Carga e descarga de embarcação (para equipamento convencional)**	
	• Forças longitudinais ao cais	
	- Petroleiros	
	< 30 000 DWT	1.5
	30 000 a 200 000 DWT	2.0
	> 200 000 DWT	2.5
	- Graneleiros	
	Carga	1.5
	Descarga	1.0
	- LNG	
	< 60 000 m3	1.2
	> 60 000 m3	1.5
	- Carga geral, navios de pesca offshore e navios de refrigeração	1.0
	- Navios de pesca costeira	0.6
	• Forças transversais ao cais	
	- Petroleiros	
	< 30 000 DWT	1.0
	30 000 a 200 000 DWT	1.2
	> 200 000 DWT	1.5
	- Graneleiros	
	Carga	1.0
	Descarga	0.8
	- LNG	
	< 60 000 m3	0.8
	> 60 000 m3	1.0
	- Carga geral, navios de pesca offshore e navios de refrigeração	0.8
	- Navios de pesca costeira	0.4

Para a zona em estudo do porto de Sines, distinguiram-se várias áreas representativas de diferentes condições de agitação/abrigo e/ou de utilização por embarcações, indicadas na Fig. 6 e Quadro 4.

5.2. Critérios e metodologia de cálculo da inoperacionalidade

No novo Terminal de Carga Geral, a agitação incidirá practicamente no sentido longitudinal dos navios no cais paralelo ao Finger do TMS (por efeito da difracção), e com alguma obliquidade no outro alinhamento de cais: no caso da Solução Base, a incidência aqui é próxima da transversal ao navio, enquanto para a Solução Alternativa 2 essa incidência é já mais próxima da longitudinal, mas ainda com alguma obliquidade.

Com base nas recomendações referidas no ponto anterior estabeleceram-se os limites de operacionalidade a utilizar no presente estudo para as diferentes áreas de acostagem, as quais se descrevem no quadro seguinte e indicam na Fig. 96 (para o caso da Solução Base). Estes limites foram também discutidos com elementos da Pilotagem do porto, em reuniões na APS.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Quadro 6 – Limites de Hs adoptados como aceitáveis para a operacionalidade na respetiva área

Área	Terminal	Incidência agitação	Hs_{limite} (m)	
1 e 2	Novo Terminal de Carga Geral *	Transv. (Base) / Long/Transv (Alt. 2)	0,80	0.90
3	Novo Terminal de Carga Geral *	Longitudinal	1,00	0.90
4 e 5	Terminal *Multipurpose,* lado interior *	Longitudinal	1,00	
6 a 8	Terminal *Multipurpose*, lado exterior (+ex-Carvão) *	Transversal	0,80	
9	Terminal LNG *	Longitudinal (parcialmente transversal/reflectida)	1,00	
10 a 12	Porto de Serviços	NA	0,50	
13 a 18	Terminal de Granéis Líquidos *	Longitudinal (parcialmente transversal/reflectida)	1,50	
19 e 20	Terminal Petroquímico *	Longitudinal (parcialmente transversal/reflectida)	1,20	

* Para estas áreas, foram apenas consideradas as ocorrências com períodos de pico iguais ou superiores a 8 segundos.

A inoperacionalidade é estimada através da contagem do número de ocorrências em que a altura de onda significativa estimada em cada área ultrapassa o limite indicado no quadro anterior.

Para o efeito, seguiu-se uma abordagem estatística, particularmente extensiva e detalhada, envolvendo diversas matrizes de índices de agitação (relação entre a altura de onda no interior de cada área portuária e a gerada na fronteira do modelo MIKE 21-BW), obtidas para condições de ondas representativas (4 rumos, 3 períodos e 3 alturas de onda, ver

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Quadro 2). A verificação e contagem do número de ocorrências de inoperacionalidade foi aplicada a cada uma das observações obtidas no ponto local PF da totalidade dos registos da boia.

Salienta-se que a percentagem estimada não é directamente convertível em número de dias de inoperacionalidade, já que podem, por um lado, verificar-se mais do que uma ocorrência num único dia, mas, por outro, um cais pode eventualmente, na práctica, ser considerado inoperacional durante um dia interior desde que tenha alguma ocorrência de onda excessiva, mesmo que tal não suceda em todas as horas do dia.

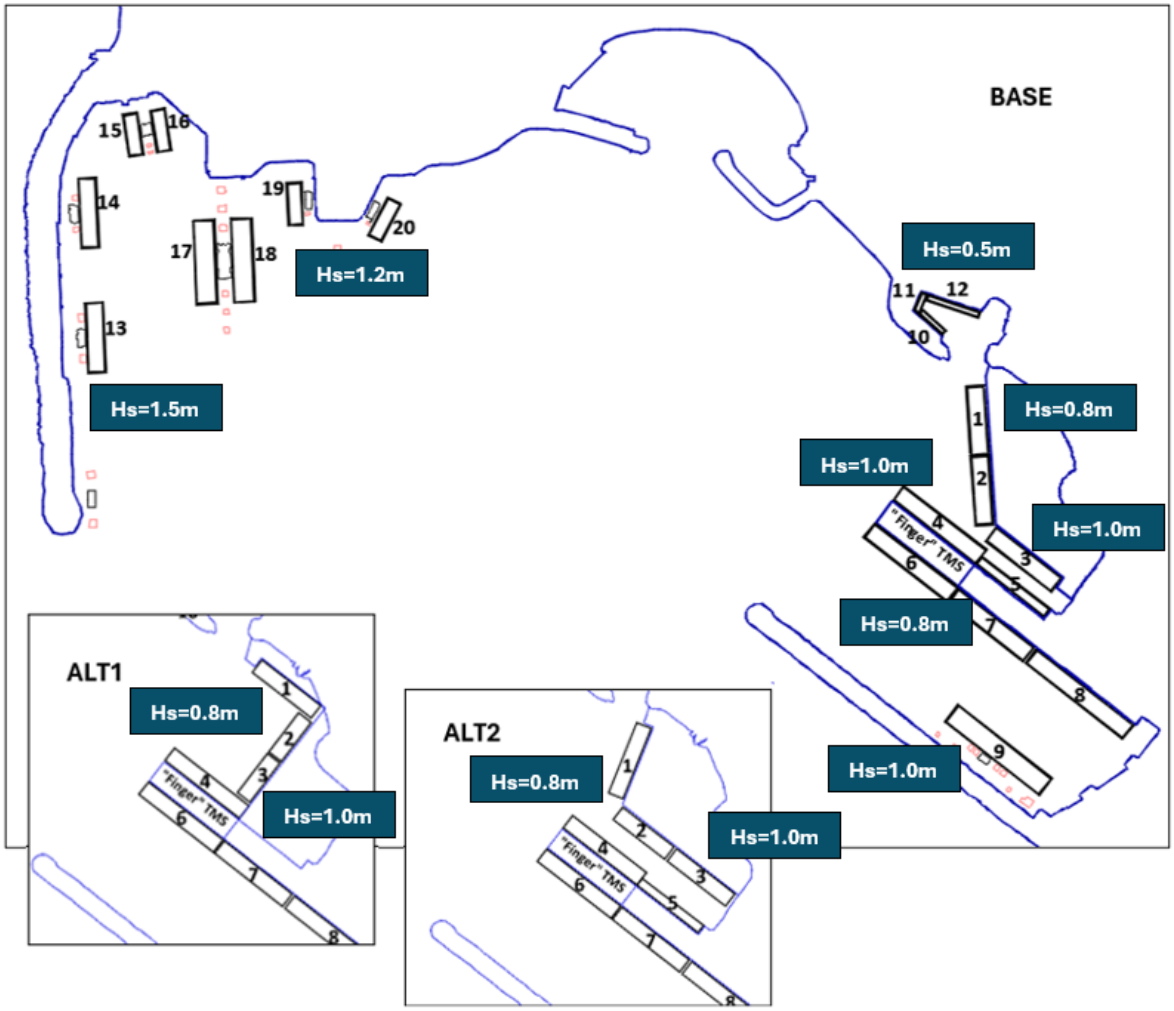


Fig. 96 –Áreas de registo de resultados e Hs limite considerado (Solução Base)

Co-funded by the European Union
DUALSINES

5.3. Apresentação dos resultados

5.3.1. Inoperacionalidade na Situação de Referência

A Situação de Referência serve essencialmente como termo de comparação para as várias configurações estudadas.

Relembra-se que as alturas de onda limite que determinam a operacionalidade, correspondem ao valor registado na área e por isso diferem de área para área, tal como indicado no Quadro 6 e Fig. 96.

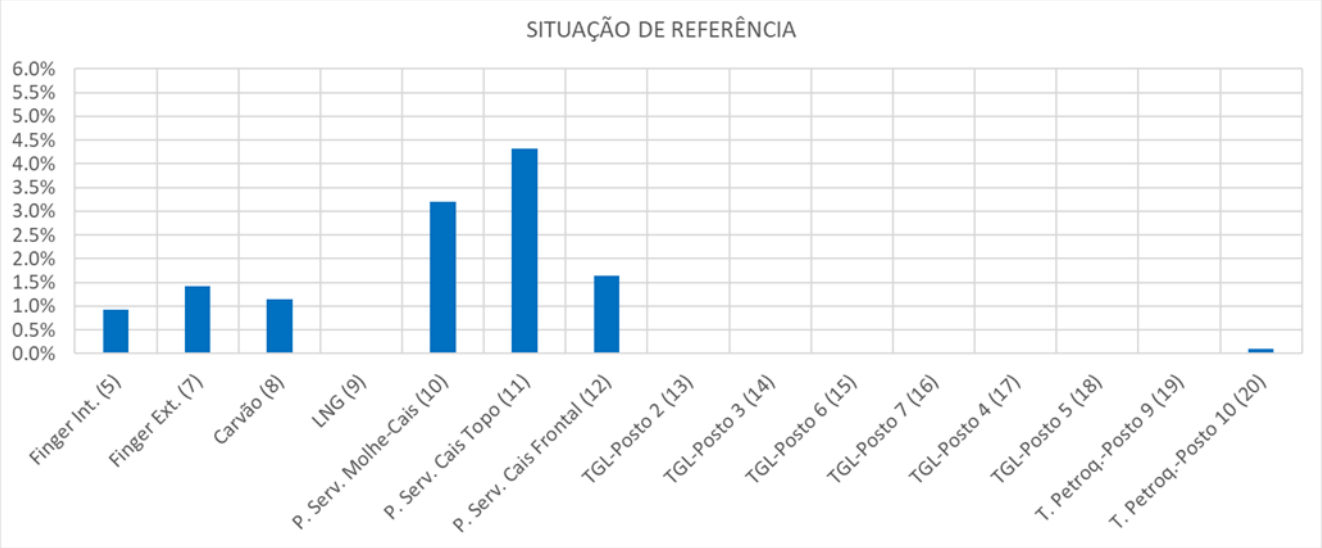


Fig. 97 – % de inoperacionalidade nas várias áreas operacionais do porto, para a Situação de Referência

Estes resultados mostram que a generalidade do porto goza de condições bastante boas, com excepção do Porto de Serviços. O Finger do TMS e o antigo terminal de carvão apresentam também algum grau de inoperacionalidade, mas, de qualquer forma, bastante reduzido (da ordem de 1,5%). Esta conclusão corresponde, genericamente, às informações prestadas pelos elementos da equipa de pilotagem do porto.

5.3.2. Inoperacionalidade no novo Terminal de Carga Geral

Os resultados obtidos para as três zonas do novo TCG são apresentados na figura seguinte.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

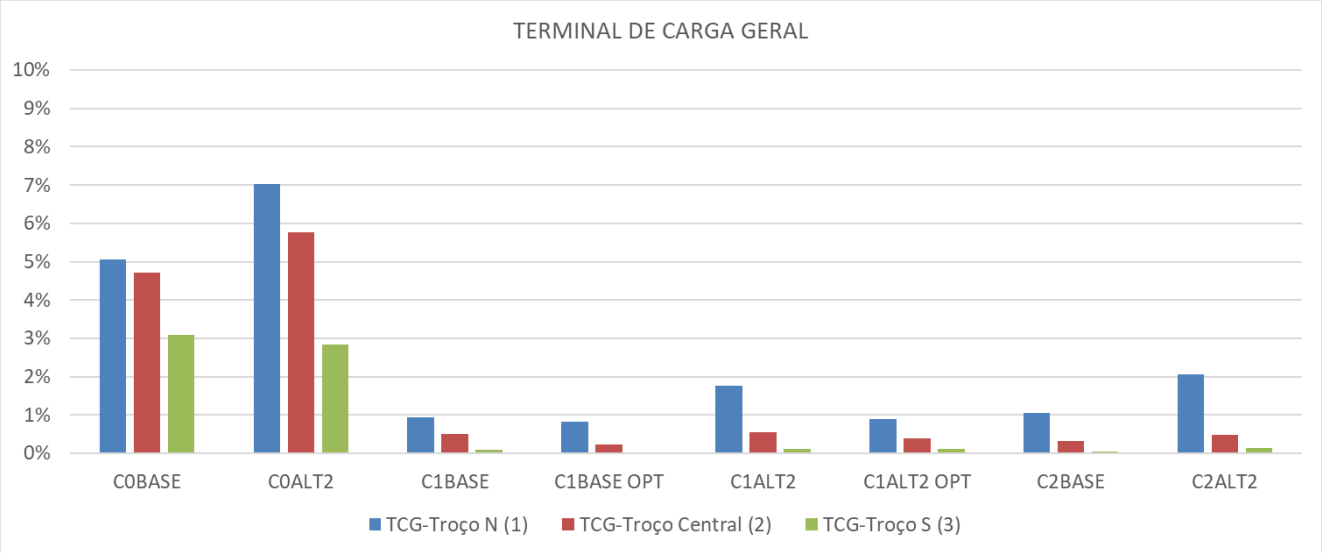


Fig. 98 – % de inoperacionalidade nas áreas do Terminal de Carga Geral, para as várias configurações

Descontando o Cenário 0, que serve apenas como termo de comparação, verifica-se que as diferentes áreas dos cais do TCG apresentam percentagens de inoperacionalidade diversas, sendo a situação mais desfavorável a da zona norte do Troço 1, cuja inoperacionalidade pode atingir cerca de 2%. Com as configurações não optimizadas a Solução Base apresenta resultados ligeiramente mais favoráveis do que a Alternativa 2, mas, com a introdução das optimizações, as posições invertem-se.

Relativamente ao efeito dos diferentes comprimentos de prolongamento do Molhe Leste, a figura seguinte apresenta os resultados obtidos.

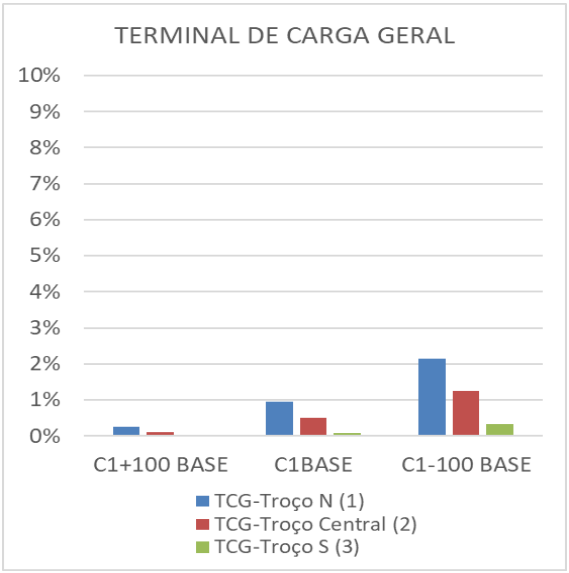


Fig. 99 –Inoperacionalidade nas áreas do TCG por comprimentos de prolongamento do molhe Leste

Co-funded by the European Union

Verifica-se que um prolongamento de apenas 300 m (C1-100) leva a um aumento pronunciado da inoperacionalidade, superior à melhoria que se obtém entre os prolongamentos de 400 e de 500 m, como foi já anteriormente discutido.

5.3.3. Inoperacionalidade no Porto de Serviços

O gráfico seguinte apresenta as condições de operacionalidade nas 3 zonas do Porto de Serviços, para a situação actual e para a Solução Base e Alternativa 2 do TCG – antes e depois da optimização destas.

Confirma-se o anteriormente referido: a construção do TCG sem as optimizações introduzidas leva a um agravamento das condições no porto de serviços, mas com a introdução dessas optimizações a situação melhora sensivelmente.

A Solução Base apresenta sempre melhores resultados do que a Alternativa 2, antes ou depois das optimizações.

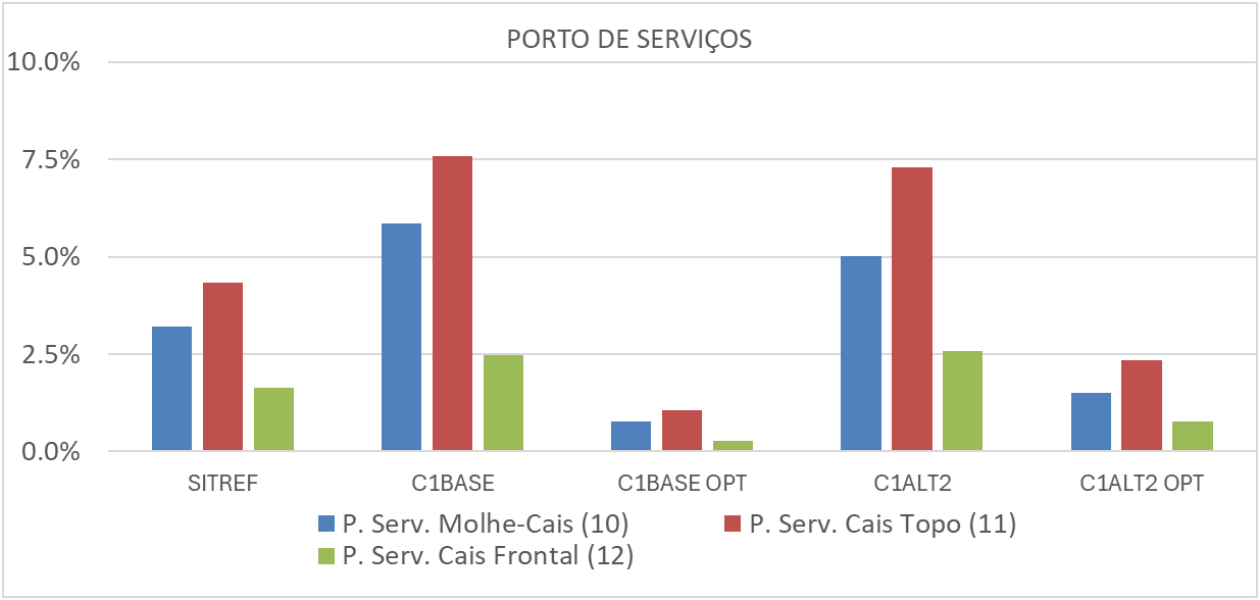


Fig. 100 – % de inoperacionalidade nas áreas do Porto de Serviços, para as várias configurações

As propostas de reformulação da entrada no Porto de Serviços irão conduzir a percentagens de inoperacionalidade inferiores às obtidas para as alternativas optimizadas, as quais são já bastante favoráveis.

5.3.4. Inoperacionalidade no Terminal *Multipurpose*

A figura seguinte apresenta as percentagens de inoperacionalidade no TMS – estas são sempre muito reduzidas / insignificantes, e inferiores às da situação actual.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

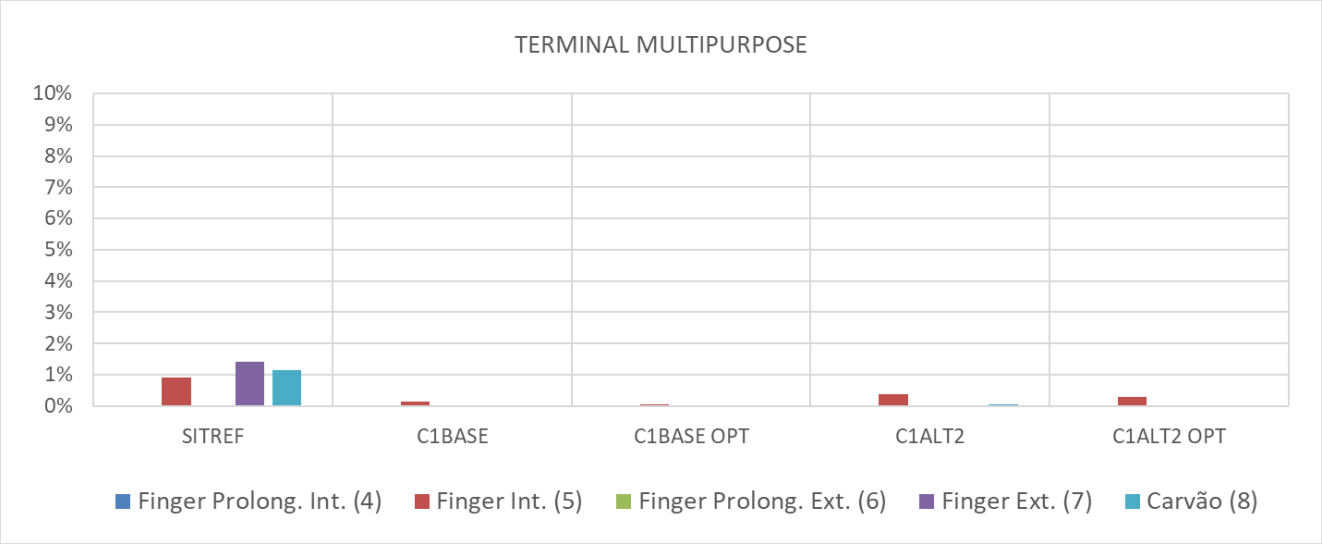


Fig. 101 – % de inoperacionalidade nas áreas do Terminal *Multipurpose*, para as várias configurações

Excluindo-se a hipótese do não prolongamento NW do molhe Leste, em que haverá sempre agravamentos, em relação à situação de referência, mais acentuados na área 5 e muito menores nas restantes áreas 7 e 8, estas áreas irão passar a apresentar períodos de inoperacionalidade muito menores e sempre inferiores a 1%.

5.3.5. Inoperacionalidade no Terminal de Gás Natural Liquefeito

No Terminal LNG as percentagens de inoperacionalidade são sempre muito reduzidas, sem expressão gráfica, pelo que não se apresentam aqui.

5.3.6. Inoperacionalidade no Terminal de Granéis Líquidos e Petroquímico

No terminal de Granéis Líquidos / Petroleiro as percentagens de inoperacionalidade são sempre muito reduzidas, sem expressão gráfica (apenas no posto 5, área 18, a % de inoperacionalidade é superior a zero e no cenário 1 alternativa 2 optimizada apresenta um valor de 0.003%) pelo que não se apresentam aqui.

Para o Terminal Petroquímico são também muito reduzidas, mas já permitem uma representação gráfica, que se apresenta na figura seguinte.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

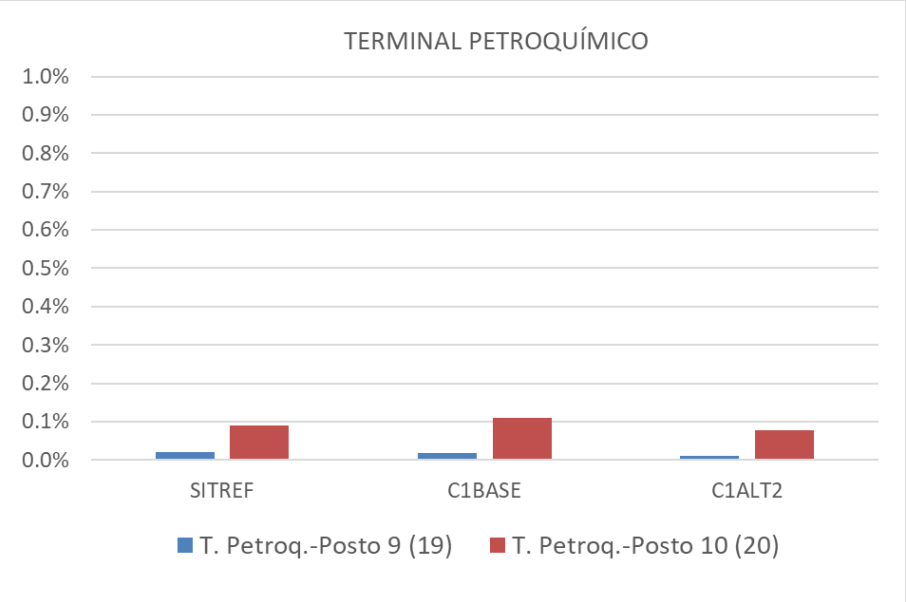


Fig. 102 – % de inoperacionalidade nas áreas 19 e 20 do Terminal Petroquímico

Verifica-se que qualquer das alternativas para o TCG não produz efeito significativos neste terminal (atente-se à escala vertical do gráfico).

5.4. Apresentação de outros resultados solicitados pela APA

5.4.1. Inoperacionalidade na Situação C0 ALT2 OPTIMIZADA

Já tinham sido numa fase preliminar deste relatório analisados os resultados dos índices de agitação da Situação C0 ALT2 (ver figuras 7 a 14). De forma a dar resposta à solicitação efetuada pela APA, retoma-se o cenário 0, mas desta vez já com a solução alternativa 2 optimizada do Terminal de Carga Geral. Foram para esta configuração, efetuadas as mesmas condições de agitação e estimadas as percentagens de inoperacionalidade nas várias áreas portuárias, nomeadamente nos Terminais, REN Atlântico, Petroquímico e Graneis Líquidos.

Co-funded by the European Union

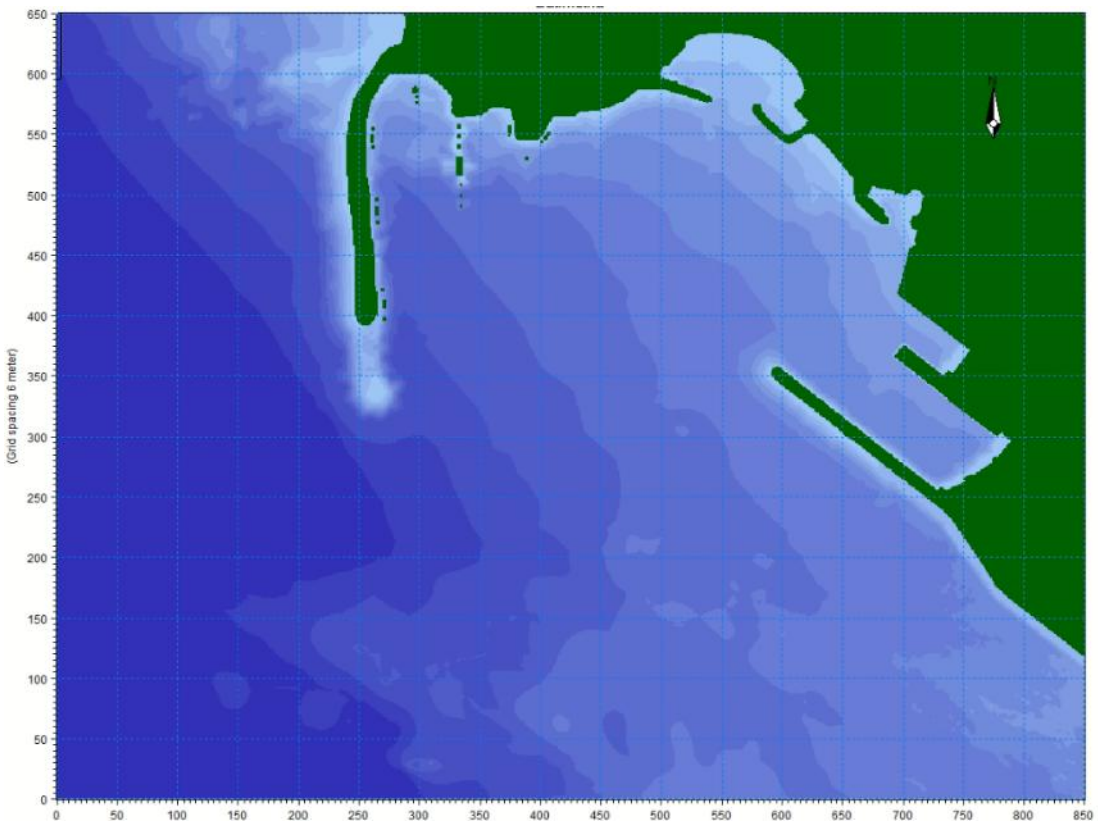


Fig. 103 – Batimetria do domínio de cálculo ensaiado, com a solução da alternativa 2 otimizada para o novo TCG

De seguida apresentam-se os resultados obtidos em relação à inoperacionalidade/operacionalidade.

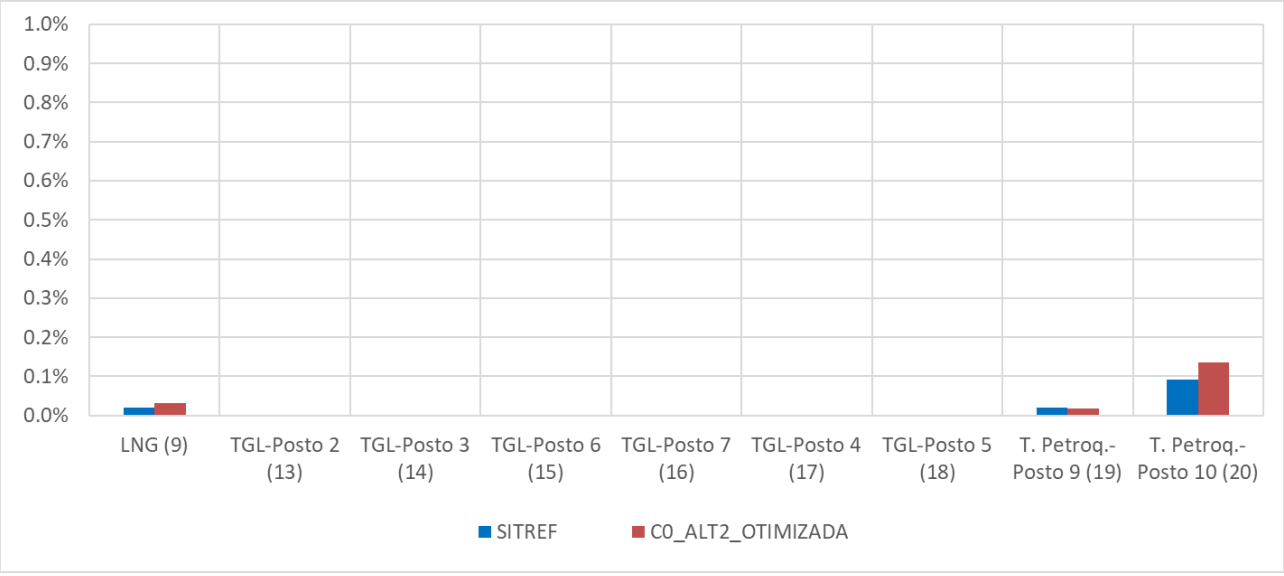


Fig. 104 – % de inoperacionalidade nas áreas 9, 13 a 18 e 19 e 20

Co-funded by the European Union

Como se pode verificar pela observação do gráfico da figura anterior a influência dos novos cais do futuro Terminal de Carga Geral nos cais associados à REN Atlântico (LNG), ao Terminal Petroquímico (Postos 9 e 10) e TGL (Posto 2 a 7), não é significativa, apenas se verifica no posto 10 do Terminal Petroquímico e no posto do LNG, um muito ligeiro agravamento, que não supera o dia de indisponibilidade. No Terminal de Graneis Líquidos, a situação manter-se-á a mesma com ou sem o TCG, para o limite adotado para a inoperacionalidade neste terminal de Hs>1.5m e recomendado na bibliografia. Caso este limite seja inferior, por exemplo 1.2 m, apenas o posto 5 passa em qualquer das situações (situação de referência e situação com o novo cais de carga geral) a apresentar uma % de 0,03 de registos que conduzem a inoperacionalidade.

Salienta-se que esta análise está a ser efetuada para a situação sem qualquer prolongamento do Molhe Leste, que se considera corresponder à situação mais gravosa. O novo terminal de carga geral, sem este prolongamento apresentaria uma % de inoperacionalidade, entre aproximadamente 3 e 6%, de acordo com a área respetiva (áreas 1 a 3), valor superior ao que atualmente ocorre em qualquer um dos terminais do porto de Sines.

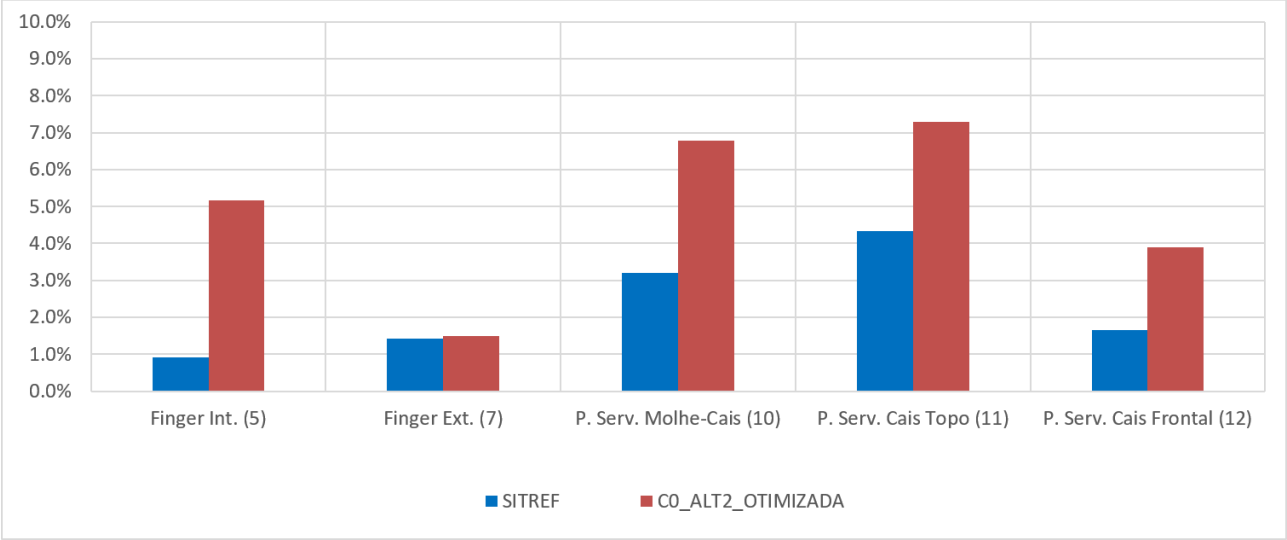


Fig. 105 – % de inoperacionalidade nas áreas 5, 7 e 10 a 12

Ainda nesta situação, e analisando o que ocorreria nas áreas do Terminal *Multipurpose* e do Porto de Serviços, verifica-se, pela observação do gráfico da figura anterior, que os novos cais do futuro Terminal de Carga Geral, por se tratarem de estruturas verticais, têm um efeito significativo quer no Terminal *Multipurpose* quer no Porto de Serviços, devido à proximidade e ao efeito de reflexão da agitação nesses novos cais. À exceção da área 7 (Finger Exterior do terminal *Multipurpose*), todas as restantes áreas apresentam agravamentos, que no caso do Finger Interior do Terminal Multipurpose chega a cinco vezes mais o período de inoperacionalidade obtido para a situação de referência.

Co-funded by the European Union

5.4.2. Inoperacionalidade na Situação de Referência com o prolongamento do Molhe Leste em 400 m (Cenário 1 sem o TCG)

Como solicitação da APA, foram ainda incluídas neste estudo de modelação, simulações da configuração da situação de referência com o prolongamento NW do Molhe Leste em 400 m.

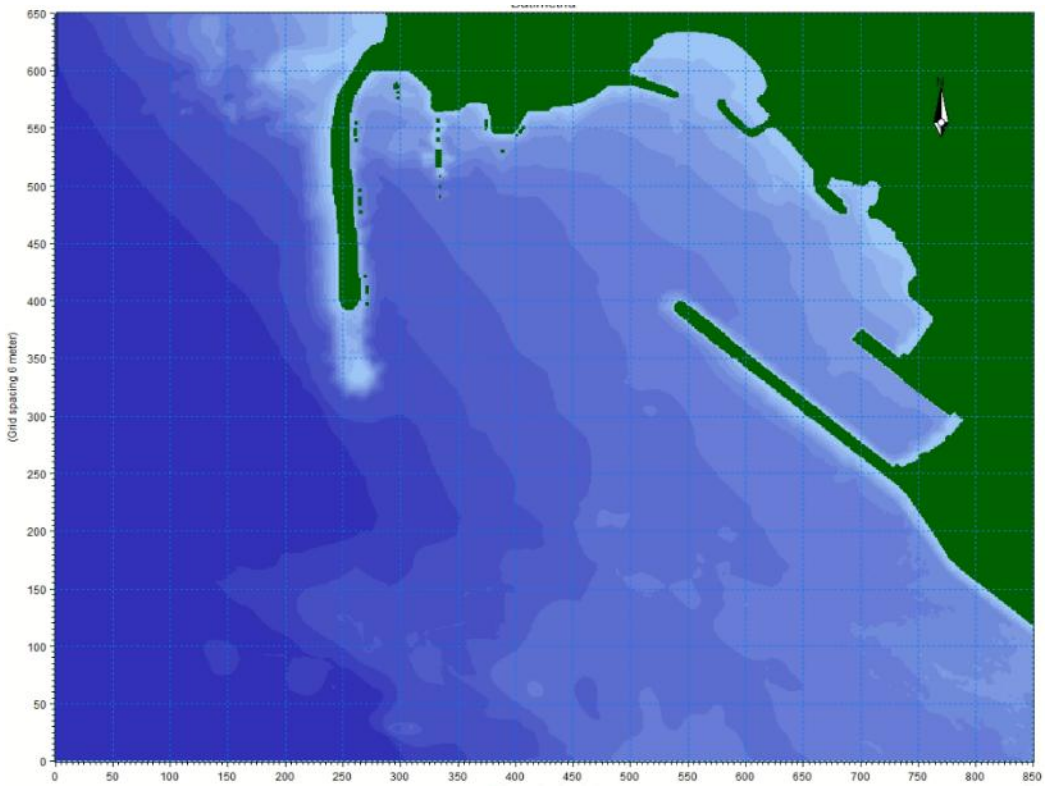


Fig. 106 – Batimetria do domínio de cálculo ensaiado, Situação de Referência com o prolongamento dos 400 m do troço NW do Molhe Leste

O prolongamento NW do Molhe Leste, como se poderá verificar através dos resultados obtidos e de seguida apresentados, conduz a uma redução generalizada da inoperacionalidade, no entanto, e tendo em conta a localização das áreas em análise, associadas aos terminais da REN Atlântico (LNG), Petroquímico (Postos 9 e 10) e TGL (Posto 2 a 7), essa redução é pouco significativa (atente-se à escala vertical do gráfico). Apenas o posto 5 do Terminal de Graneis Líquidos, apresenta um ligeiro agravamento, passando a registar uma percentagem de 0.003%, tomando-se como limite de operacionalidade o valor de Hs=1,5m, caso este valor seja inferior, por exemplo 1,2 m, aí a % de inoperacionalidade passará a ser de 0.036%, comparando com um valor de 0.031% na situação de referência.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

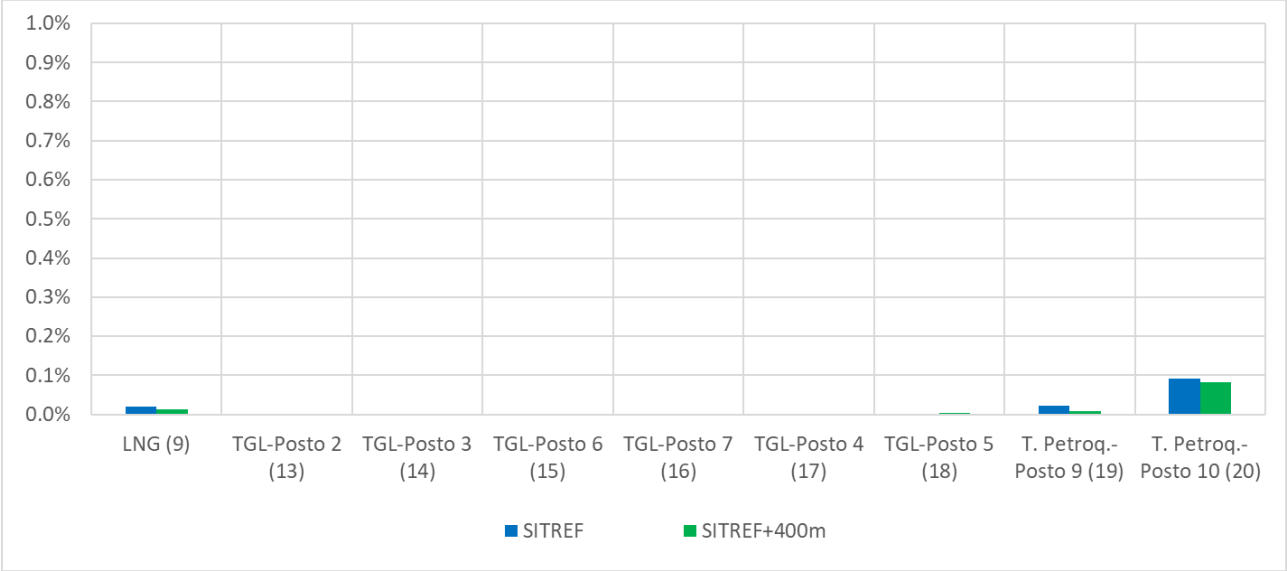


Fig. 107 – % de inoperacionalidade nas áreas 9, 13 a 18 e 19 e 20

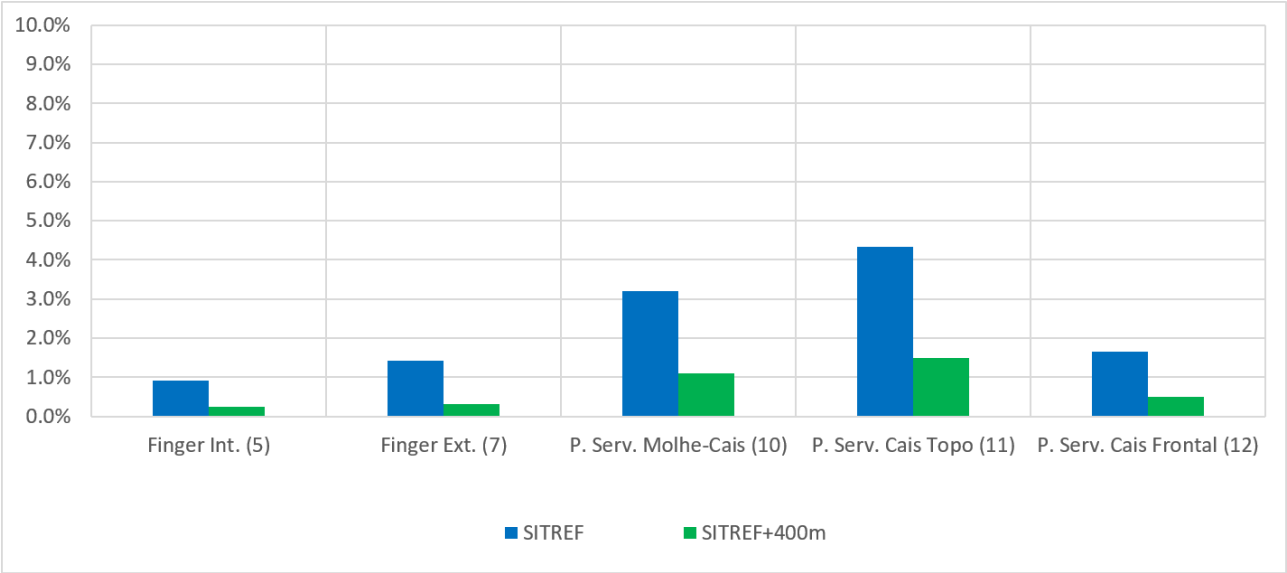


Fig. 108 – % de inoperacionalidade nas áreas 5, 7 e 10 a 12

Analisando o que ocorreria nas áreas do Terminal *Multipurpose* e do Porto de Serviços, verifica-se, pela observação do gráfico da figura anterior, que o prolongamento NW do Molhe Leste tem um efeito significativo e positivo, como previsto, quer no Terminal *Multipurpose* quer no Porto de Serviços, conduzindo a uma redução de aproximadamente 76% na inoperacionalidade do Terminal Multipurpose e de 67% no Porto de Serviços, tendo-se para qualquer uma destas áreas uma inoperacionalidade inferior a 1,5%.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

DESCRIÇÃO DO MODELO MIKE21-BW

O modelo MIKE21 BW (Boussinesq Wave) simula a propagação da agitação marítima incluindo os processos de empolamento, refração, difração, reflexão parcial e transmissão, incluindo ou não a rebentação. Simula também a dissipação por atrito no fundo, interações não lineares entre ondas, dispersão na frequência e dispersão direcional.

O modelo simula a sobre-elevação da superfície livre e as componentes da velocidade do escoamento integradas na vertical, num domínio bidimensional. O modelo calcula, com base nos valores da sobre-elevação da superfície livre ao longo do período de simulação, a altura significativa (Hmo) e o índice de agitação, que corresponde a uma altura significativa normalizada pela altura especificada, como condição de fronteira ou num ponto da malha.

É constituído pelas equações de Boussinesq modificadas, de acordo com as referências, por forma a simular, no domínio do tempo, a propagação de ondas de superfície de amplitude finita, em domínio bidimensional sobre batimetria complexa, apresentando declives suaves, desde condições de águas profundas até águas pouco profundas.

Como condições de fronteira oceânica, o modelo permite a especificação de ondas regulares ou irregulares unidirecionais ou não. Como condição de fronteira de terra, o modelo permite a especificação de condições de reflexão parcial, através da inclusão do efeito de dissipação em meio poroso, em função da especificação da porosidade do meio.

As equações de Boussinesq correspondem às equações do movimento e da Continuidade do Volume, numa formulação bidimensional no plano horizontal. Nas equações do movimento são retidos os termos não lineares e termos de terceira ordem. Estes últimos termos traduzem o efeito das acelerações verticais na distribuição de pressão e é através das suas diferentes formulações que são introduzidas, nas equações, diferentes formas da relação de dispersão, permitindo um melhor comportamento da solução em águas profundas.

O método numérico de resolução dos sistemas de equações é de diferenças finitas, implícito, não iterativo, de duplo varrimento e direções alternantes (ADI). Nele são utilizadas grades deslocadas (“staggered”) no espaço e no tempo. As derivadas são aproximadas por diferenças finitas centradas no espaço e no tempo, com exceção dos termos de advecção, não lineares, cuja discretização está descrita nas referências.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

Equações de base do modelo:

Equação da continuidade:

$$n\frac{\partial \xi}{\partial t}+\frac{\partial P}{\partial x}+\frac{\partial Q}{\partial y}=0$$

Equação de balanço da quantidade de movimento segundo x:

$$n\frac{\partial P}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{P^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{PQ}{h}\right)+n^2gh\frac{\partial \xi}{\partial x}$$
$$+n^2P\left[\alpha+\beta\frac{\sqrt{P^2+Q^2}}{h}\right]+\frac{gP\sqrt{P^2+Q^2}}{h^2C^2}-\Omega Q+n\Psi_1=0$$

Equação de balanço da quantidade de movimento segundo y:

$$n\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Q^2}{h}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{PQ}{h}\right)+n^2gh\frac{\partial \xi}{\partial y}$$
$$+n^2Q\left[\alpha+\beta\frac{\sqrt{P^2+Q^2}}{h}\right]+\frac{gQ\sqrt{P^2+Q^2}}{h^2C^2}-\Omega P+n\Psi_2=0$$

Onde os termos de dispersão de Boussinesq, Ψ_1 e Ψ_2 são definidos por:

$$\Psi_1=-\left(B+\frac{1}{3}\right)d^2\left(P_{xxt}+Q_{xyt}\right)-nBgd^3\left(\xi_{xxx}+\xi_{xyy}\right)$$
$$-dd_x\left(\frac{1}{3}P_{xt}+\frac{1}{6}Q_{yt}+nBgd\left(2\xi_{xx}+\xi_{yy}\right)\right)$$
$$-dd_y\left(\frac{1}{6}Q_{xt}+nBgd\,\xi_{xy}\right)$$

$$\Psi_2=-\left(B+\frac{1}{3}\right)d^2\left(Q_{yyt}+P_{xyt}\right)-nBgd^3\left(\xi_{yyy}+\xi_{xxy}\right)$$
$$-dd_y\left(\frac{1}{3}Q_{yt}+\frac{1}{6}P_{xt}+nBgd\left(2\xi_{yy}+\xi_{xx}\right)\right)$$
$$-dd_x\left(\frac{1}{6}P_{yt}+nBgd\xi_{xy}\right)$$

Os símbolos representam as seguintes grandezas:

P	densidade de fluxo na direção x, m^3/m/s
Q	densidade de fluxo na direção y, m^3/m/s
B	factor de dispersão de Boussinesq
x, y	coordenadas cartesianas, m
t	tempo, s

Co-funded by the European Union
DUALSINES

h	profundidade total da água = $(d+\xi)$, m
d	nível da superfície livre em repouso, m
g	aceleração da gravidade= (9,8 m/s^2)
n	porosidade
C	coeficiente de Chezy, m$^{1/2}$/s
α	coeficiente de atrito para o escoamento laminar em meio poroso
β	coeficiente de atrito para o escoamento turbulento em meio poroso
ξ	nível da superfície livre acima do nível de referência, m
Ω	parâmetro de Coriolis, 1/s

Referências:

DHI Software, 2012. MIKE 21 : Waves – Boussinesq Wave Module. Scientific Documentation.

Madsen, P. A. and Sorensen, O. R., 1992. A New Form of the Boussinesq Equations with Improved Linear Dispersion Characteristics, Part 2: A Slowly – varying Bathymetry. Coastal Engineering, 18, pp 183-204.

Madsen, P. A., Murray, R. and Sorensen, O. R., 1991. A New Form of the Boussinesq Equations with Improved Linear Dispersion Characteristics, Part 1. Coastal Engineering, 15, pp 371-388.

Madsen, P. A., 1983. Wave reflection from a Vertical Permeable Wave Absorber. Coastal Engineering, 7, pp 381-396.

Co-funded by the European Union
DUALSINES

ANEXO 6 – RUÍDO: RELATÓRIO ACREDITADO DE MEDIÇÃO

Co-funded by
the European Union

L0535
ISO/IEC 17025
Ensaios

Avaliação Acústica

Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração.

Requerente:	SCHIU
Referência do Relatório:	26.2004.RLEQ.Rlt1.Vrs1
Atividade Avaliada:	Recolha de dados acústicos – Estudo de Impacte Ambiental: – Prolongamento do Molhe Leste do Porto de Sines – Novo Cais de Carga Geral do Porto de Sines
Local do Ensaio:	Sines
Data dos Ensaios:	2 a 4-10-2024
Data do Relatório:	26-05-2026
Total de Páginas: (anexos)	15

SONOMETRIA
MEDIÇÕES DE SOM, PROJECTOS ACÚSTICOS, CONSULTORIA, HIGIENE E SEGURANÇA, LDA

RUA DA MINA 21 LOJA, BARRUNCHAL
2710-157 SINTRA

NC 504 704 745
t 214 264 806 | sonometria@sonometria.pt
www.sonometria.pt

Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos valores medidos no local identificado no presente relatório.
Este relatório só pode ser produzido na íntegra, exceto quando haja autorização expressa da Sonometria.

ÍNDICE

1. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO 3

1.1. Descrição e Objetivo 3

1.2. Dados Identificadores dos Ensaios 3

1.3. Definições 4

2. CONTEXTO LEGISLATIVO E PROCEDIMENTOS DE MEDIDA E DE CÁLCULO 6

2.1. Metodologia 6

2.2. Instrumentação e Medições 6

3. RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES 7

3.1. Dados Obtidos 7

3.2. Condições atmosféricas 9

3.3. Interpretação dos Resultados e Conclusões 10

ANEXOS 11

A | PLANO DE AMOSTRAGENS 12

B | CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO (L0535) 13

1. CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

1.1. Descrição e Objetivo

O presente Relatório Acreditado de medição acompanha os Relatórios de Estudo de Impacte Ambiental do Estudo Prévio do Projeto de Prolongamento do Molhe Leste do Porto de Sines e de Estudo de Impacte Ambiental do Estudo Prévio do Projeto do Novo Cais de Carga Geral do Porto de Sines, realizado pela SCHIU Engenharia de Vibração e Ruído.

Foi solicitada a medição dos níveis de ruído ambiente, dia, entardecer, noite, e L_{den}, seguindo o Plano de Amostragens Geral da SONOMETRIA (ver Anexo A) em 2 pontos de medição que se localizam no quadro do capítulo 1.2.

Foi solicitada a não confrontação dos resultados com os limites acústicos legais, o que será efetuado em Relatório independente, da empresa SCHIU, da sua total responsabilidade, tendo por base os valores obtidos no presente Relatório.

Na realização das medições dos níveis sonoros foi seguido o descrito nas Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2021), e no Guia de Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente (2020).

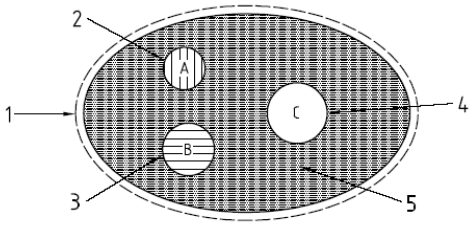
1.2. Dados Identificadores dos Ensaios

Requerente	**SCHIU**
Atividade avaliada	**Recolha de dados acústicos – Estudo de Impacte Ambiental:** **– Prolongamento do Molhe Leste do Porto de Sines** **– Novo Cais de Carga Geral do Porto de Sines**
Local da medição exterior (Coordenadas ETRS89)	**PM1**: 37°57'10.72"N 8°51'16.54"W **PM2**: 37°57'1.67"N 8°51'37.86"W
Identificação/Caracterização das Fontes de Ruído	**Ruído tráfego rodoviário.**
Horário de funcionamento da atividade	**-**

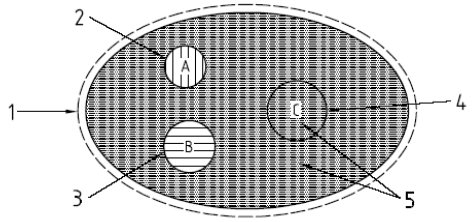
1.3. Definições

- **Designações do som introduzidas pelas Normas ISO 1996 (2021) -** No âmbito do Decreto-Lei nº 9/2007 "ruído ambiente" equivale a "som total"; "ruído particular" equivale a "som específico" e "ruído residual" equivale a "som residual".
- **Som total -** Som global existente numa dada situação e num dado instante, usualmente composto pelo som resultante de várias fontes, próximas e distantes.
- **Som específico -** Componente do som total que pode ser especificamente identificada e que está associada a uma determinada fonte.
- **Som residual -** Som remanescente numa dada posição e numa dada situação quando são suprimido(s) o(s) son(s) específico(s) em consideração.

Designações do som total, específico e residual



a) Três sons específicos em consideração (2, 3 e 4), o som residual (5) e o som total (1)



b) Dois sons específicos em consideração (2 e 3), o som residual (5) e o som total (1)

1 – som total; 2 – som específico A; 3 – som específico B; 4 – som específico C; 5 – som residual.

Notas: O nível sonoro residual mais baixo é obtido quando todos os sons específicos são suprimidos.
Em a) a área sombreada indica o som residual quando os sons específicos A, B e C são suprimidos.
Em b) o som residual inclui o som específico C dado que este não se encontra em consideração.

- **Som inicial -** Som total existente numa situação inicial antes da ocorrência de qualquer modificação.
- **Som flutuante -** Som contínuo cujo nível de pressão sonora, durante o período de observação, varia significativamente, mas que não pode ser considerado um som impulsivo.
- **Som intermitente -** Sons observáveis apenas durante certos períodos de tempo, em intervalos regulares ou irregulares, em que a duração de cada uma das ocorrências é superior a 5 s.

Exemplo: Ruído de veículos motorizados em condições de baixo volume de tráfego, ruído de comboios, ruído de aeronaves, e ruído de compressores de ar.

- **Som impulsivo -** Som caracterizado por curtos impulsos de pressão sonora. A duração de um impulso de pressão sonora é, normalmente, inferior a 1 s.
- **Som tonal -** Som caracterizado por uma única componente de frequência ou por componentes de banda estreita que emergem de modo audível do som total.
- **Períodos de Referência** – "o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as atividades humanas típicas delimitado nos seguintes termos":

- **Diurno** (07h00min. às 20h00min.)
- **Entardecer** (20h00min. às 23h00min.)
- **Noturno** (23h00min. às 07h00min.).

- **Ruído Ambiente** – "o ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado".
- **Ruído Particular** – "componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora".
- **Ruído Residual** – "o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;
- **Nível Sonoro Contínuo Equivalente, Ponderado A, L_{Aeq},** de um ruído num intervalo de tempo - nível sonoro, em dB(A), de um ruído uniforme que contém a mesma energia acústica que o ruído referido naquele intervalo de tempo.

$$L_{Aeq} = 10\log_{10}\left[\frac{1}{T}\int_0^T 10^{\frac{LA(t)}{10}}\,dT\right]\mathrm{dB(A)}$$

sendo:

$L_A\,(t)$ o valor instantâneo do nível sonoro em dB(A);
T o período de referência em que ocorre o ruído particular

- **Indicador de Ruído Diurno (L_d) ou (L_{day})**- "o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano", expresso em dB(A);
- **Indicador de Ruído do Entardecer (L_e) ou ($L_{evening}$)-** "o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano", expresso em dB(A);
- **Indicador de Ruído Noturno (L_n) ou (L_{night}t)-** "o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano", expresso em dB(A);
- **Indicador de Ruído Diurno-Entardecer-Noturno (L_{den})**- "o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10 \times log\frac{1}{24}\left[13\times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3\times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8\times 10^{\frac{L_n+10}{10}}\right]$$

- **Zonas Sensíveis** - "a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como café se outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno;
- **Zonas Mistas -** "a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível";
- **Zona Urbana Consolidada** - **"**a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação".

2. CONTEXTO LEGISLATIVO E PROCEDIMENTOS DE MEDIDA E DE CÁLCULO

2.1. Metodologia

Nº	Ensaio	Método de Ensaio
7	Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 SPT_08_RAMB_Lden_11

Os ensaios acústicos e os cálculos apresentados no presente relatório foram realizados de acordo com a normalização aplicável, nomeadamente nas Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2021), e no Guia de Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente (2020). A análise dos resultados é realizada de acordo com o Regulamento Geral do Ruído – Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de janeiro.

2.2. Instrumentação e Medições

As medições foram efetuadas com recurso a equipamento de medição e ensaio adequado, nomeadamente:

- Sonómetro Analisador, de classe de precisão 1, Marca CESVA, SC420, nº de Série T247537 e respetivo calibrador acústico CESVA CB006 nº de Série 902436:
  Data da Última Verificação Periódica: maio de 2024;
  Certificado de Verificação número VP-31803ML-24

Previamente ao início das medições, foi verificado o bom funcionamento do sonómetro, bem como os respetivos parâmetros de configuração. No início e no final de cada série de medições procedeu-se à calibração do sonómetro. O valor obtido no final do conjunto de medições não diferiu do inicial mais do que 0,5 dB(A). Quando este desvio é excedido o conjunto de medições não é considerado válido e é repetido com outro equipamento conforme ou depois de identificado e devidamente corrigida a causa do desvio, de acordo com os procedimentos definidos no Manual da Qualidade do Laboratório.

Nos pontos exteriores as medições de longa duração foram realizadas com microfone do sonómetro a uma altura de 4 metros.

No presente caso as amostragens foram efetuadas em conformidade com o Procedimento Interno do Laboratório, 3 amostragens de 15 minutos cada num dia, e mais 3 amostragens de 15 minutos noutro dia. Realização de uma amostragem acrescida quando ocorrem diferenciais superiores a 5 dB entre amostras, tal como se descreve no Anexo B – Plano de Amostragens.

3. RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

3.1. Dados Obtidos

Os resultados das medições de ruído ambiente no exterior realizadas para os três períodos são apresentados nos quadros seguintes.

Os resultados apresentados são válidos nas condições do ruído verificadas nos momentos em que decorreram as medições.

Ponto	ID - Período	Dia	Hora de início	Hora de fim	L_{Aeq} [dB(A)]	Desvio máximo [dB]
Dia 1						
PM01	1 Diurno	02/10/2024	12:53	13:08	50.9	0.8
PM01	2 Diurno	02/10/2024	13:08	13:23	51.6	
PM01	3 Diurno	02/10/2024	13:23	13:38	50.8	
PM01	1 Entardecer	02/10/2024	20:07	20:22	47.6	3.5
PM01	2 Entardecer	02/10/2024	20:22	20:37	46.0	
PM01	3 Entardecer	02/10/2024	20:37	20:52	44.1	
PM01	1 Noturno	03/10/2024	00:17	00:32	41.0	3.6
PM01	2 Noturno	03/10/2024	00:32	00:47	38.0	
PM01	3 Noturno	03/10/2024	00:47	01:02	37.4	
PM02	1 Diurno	02/10/2024	09:40	09:55	64.3	3.9
PM02	2 Diurno	02/10/2024	09:55	10:10	61.4	
PM02	3 Diurno	02/10/2024	10:10	10:25	60.4	
PM02	1 Entardecer	02/10/2024	21:14	21:29	56.2	1.4
PM02	2 Entardecer	02/10/2024	21:29	21:44	54.8	
PM02	3 Entardecer	02/10/2024	21:44	21:59	55.9	
PM02	1 Noturno	02/10/2024	23:08	23:23	54.5	1.4
PM02	2 Noturno	02/10/2024	23:23	23:38	53.1	
PM02	3 Noturno	02/10/2024	23:38	23:53	53.7	

Ponto	ID - Período	Dia	Hora de início	Hora de fim	L_{Aeq} [dB(A)]	Desvio máximo [dB]
Dia 2						
PM01	1 Diurno	03/10/2024	16:38	16:53	52.0	0.8
PM01	2 Diurno	03/10/2024	16:53	17:08	52.8	
PM01	3 Diurno	03/10/2024	17:08	17:23	52.4	
PM01	1 Entardecer	03/10/2024	20:14	20:29	43.4	2.0
PM01	2 Entardecer	03/10/2024	20:29	20:44	44.5	
PM01	3 Entardecer	03/10/2024	20:44	20:59	42.5	
PM01	1 Noturno	04/10/2024	00:26	00:41	39.3	3.0
PM01	2 Noturno	04/10/2024	00:41	00:56	38.4	
PM01	3 Noturno	04/10/2024	00:56	01:11	36.3	
PM02	1 Diurno	03/10/2024	14:24	14:39	61.1	0.2
PM02	2 Diurno	03/10/2024	14:39	14:54	60.9	
PM02	3 Diurno	03/10/2024	14:54	15:09	61.0	
PM02	1 Entardecer	03/10/2024	21:22	21:37	55.2	2.1
PM02	2 Entardecer	03/10/2024	21:37	21:52	56.7	
PM02	3 Entardecer	03/10/2024	21:52	22:07	54.6	
PM02	1 Noturno	03/10/2024	23:16	23:31	50.7	1.8
PM02	2 Noturno	03/10/2024	23:31	23:46	52.2	
PM02	3 Noturno	03/10/2024	23:46	00:01	52.5	

	Dia 1	Dia 2	Desvio	Média	Dia 1	Dia 2	Desvio	Média
Ponto	PM01				PM02			
L_d [dB(A)]	51.1	52.4	1.3	52	62.4	61.0	1.4	62
L_e [dB(A)]	46.1	43.5	2.6	45	55.7	55.6	0.1	56
L_n [dB(A)]	39.1	38.2	0.9	39	53.8	51.9	1.9	53
L_{den} [dB(A)]	-	-	-	51	-	-	-	62

3.2. Condições atmosféricas

Ponto	Período das medições	Dia	Hora de início	Hora de fim	T [ºC]	Humidade [%]	Velocidade do vento [m/s]	Direção do vento (origem)
PM01	Diurno	02/10/2024	12:53	13:38	24	78	2	O
PM01	Entardecer	02/10/2024	20:07	20:52	21	91	1.5	O
PM01	Noturno	03/10/2024	00:17	01:02	20	94	2	NNO
PM02	Diurno	02/10/2024	09:40	10:25	21	82	1	O
PM02	Entardecer	02/10/2024	21:14	21:59	21	94	1.5	O
PM02	Noturno	02/10/2024	23:08	23:53	20	97	2	NNO
PM01	Diurno	03/10/2024	16:38	17:23	23	78	1.5	O
PM01	Entardecer	03/10/2024	20:14	20:59	22	92	1	ONO
PM01	Noturno	04/10/2024	00:26	01:11	20	97	0.5	N
PM02	Diurno	03/10/2024	14:24	15:09	24	74	1.5	ONO
PM02	Entardecer	03/10/2024	21:22	22:07	21	96	0.5	NO
PM02	Noturno	03/10/2024	23:16	00:01	21	97	0.5	NNO

Os resultados do ensaio referem-se exclusivamente aos valores medidos no local identificado no presente relatório.
Este relatório só pode ser produzido na íntegra, exceto quando haja autorização expressa da Sonometria.

3.3. Interpretação dos Resultados e Conclusões

São apresentados apenas os resultados sem declaração de conformidade conforme solicitado.

Os resultados são válidos nas condições de funcionamento verificados nos dias em que decorreram as medições.

26-05-2026

Elaborado:	**Verificado e Aprovado por:**
Assinatura	
Vítor Rosão (Diretor Técnico)	João Pedro Silva (Diretor Qualidade)

ANEXOS

A | Plano de Amostragens

B | Certificado de Acreditação (L0535)

A | Plano de Amostragens

Este anexo tem como objetivo apresentar a análise efetuada em termos de representatividade do Plano de mostragens selecionado.

1- Qual o Plano de Amostragens usado no presente Estudo?

☒ Plano Geral; ☐ Outro Plano.

2- Descrição geral do tipo(s) de fonte(s) de ruído em análise:

☒ Tráfego rodoviário;☐ Tráfego ferroviário; ☐ Tráfego aéreo;☐ Indústria; ☐ Outra

Especificidade da fonte com influência na representatividade: Nada a assinalar

3- Descrição e justificação da adequabilidade do Plano de Amostragens Geral para o presente Estudo:

Descrição do Plano de Amostragens Geral: 3 amostras de 10/15 minutos (interior/exterior) num dia e 3 amostras de 10/15 minutos noutro dia. Se a diferença entre amostragens for superior a 5 dB realizar nova amostragem.

Justificação do Plano de Amostragens Geral: A informação administrativa obtida e o observado *in situ* não evidenciam qualquer caraterística especial da fonte de ruído em apreço que permita concluir, à partida, pela inadequabilidade do Plano de Amostragens geral para o presente Estudo.

4- Descrição e justificação da adequabilidade do Outro Plano de Amostragens para o presente Estudo:

Descrição do Outro Plano de Amostragens: Nada a assinalar.

Justificação do Outro Plano de Amostragens: Nada a assinalar.

5- Comentário:

Nada a assinalar.

B | Certificado de Acreditação (L0535)

INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO

PORTUGUESE ACCREDITATION INSTITUTE
Rua António Gião, 2-4º 2829-513 CAPARICA Portugal
Tel +351.218 732 400
acredita@ipac.pt • www.ipac.pt

Anexo Técnico de Acreditação L0535-1

Accreditation Technical Annex

A entidade a seguir indicada está acreditada como **Laboratório de Ensaios**, segundo a norma **NP EN ISO/IEC 17025:2018**

The body indicated below is accredited as a Testing Laboratory according to ISO/IEC 17025

Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança, Lda.
Laboratório

Endereço *Address*	Rua da Mina 21 - Loja Barrunchal 2710-157 Sintra
Contacto *Contact*	João Pedro Silva
Telefone	214264806
Fax	----------
E-mail	joao.pedro.silva@sonometria.pt
Internet	http://www.sonometria.pt

Resumo do Âmbito Acreditado / *Accreditation Scope Summary*

Acústica e Vibrações / *Acoustics and Vibrations*

Nota: ver na(s) página(s) seguinte(s) a descrição completa do âmbito de acreditação.

Note: see in the next page(s) the detailed description of the accredited scope.

Este Anexo Técnico é válido desde 2026-05-14 e substitui o(s) anteriormente emitido(s) com o mesmo código.
Este Anexo Técnico pode ser sujeito a modificações, suspensões temporárias e eventual anulação, pelo que a sua atualização e validade devem ser confirmadas no Diretório de Entidades Acreditadas do IPAC, disponível em **www.ipac.pt** ou clicando na ligação abaixo: http://www.ipac.pt/docsig/?35PY-U96D-W6M8-G57U

This Technical Annex is valid from the date on the left and replaces those previously issued with the same code. Its validity can be checked in the website hyperlink on the left.

Os ensaios podem ser realizados segundo as seguintes categorias:

0 Ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório
1 Ensaios realizados fora das instalações do laboratório ou em laboratórios móveis
2 Ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório e fora destas

Testing may be performed according to the following categories:

0 *Testing performed at permanent laboratory premises*
1 *Testing performed outside the permanent laboratory premises or at a mobile laboratory*
2 *Testing performed at the permanent laboratory premises and outside*

O IPAC é signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC / *IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA*

INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO
PORTUGUESE ACCREDITATION INSTITUTE
Rua António Gião, 2-4º 2829-513 CAPARICA Portugal
Tel +351.218 732 400
acredita@ipac.pt • www.ipac.pt

Anexo Técnico de Acreditação L0535-1

Accreditation Technical Annex

Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança, Lda.
Laboratório

Nº *Nr*	Produto *Product*	Ensaio *Test*	Método de Ensaio *Test Method*	Categoria *Category*
ACÚSTICA E VIBRAÇÕES *ACOUSTICS AND VIBRATIONS*				
1	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m3 Método global com ruído de tráfego rodoviário,	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2021	1
2	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m3. Método global com altifalante	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2021	1
3	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m3	NP EN ISO 16283-1:2014 NP EN ISO 16283-1:2014/A1:2019 NP EN ISO 717-1:2021	1
4	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons de percussão de pavimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m3	NP EN ISO 16283-2:2021 NP EN ISO 717-2:2021	1
5	Acústica de edifícios	Medição do tempo de reverberação. Método da resposta impulsiva integrada (método de engenharia)	NP EN ISO 3382-2:2015	1
6	Acústica de edifícios	Medição dos níveis de pressão sonora de equipamentos de edifícios. Determinação do nível sonoro do ruído particular	NP EN ISO 16032:2024 Nota 3 do Documento LNEC de 11 de agosto de 2025	1
7	Ruído Ambiente	Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 SPT_08_RAMB_Lden_11	1
8	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Critério de incomodidade	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 Anexo I do Decreto-Lei nº 9/2007 SPT_07_INCO_10	1
9	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro contínuo equivalente	NP ISO 1996-1:2021 NP ISO 1996-2:2021 SPT_09_RAMB_Leq_07	1
		FIM *END*		

Notas:
Notes:

INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO

PORTUGUESE ACCREDITATION INSTITUTE
Rua António Gião, 2-4º 2829-513 CAPARICA Portugal
Tel +351.218 732 400
acredita@ipac.pt • www.ipac.pt

Anexo Técnico de Acreditação L0535-1

Accreditation Technical Annex

Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança, Lda.
Laboratório

- "SPT-*" indica Procedimento Interno do Laboratório.
- A acreditação para uma dada norma internacional abrange a acreditação para as correspondentes normas regionais adotadas ou nacionais homologadas (i.e., "ISO abc" equivale a "EN ISO abc" e "NP EN ISO abc" ou UNE EN ISO abc, NF EN ISO abc, etc...).

Assinado por: **PAULO JORGE DA VENDA FERREIRA TAVARES**
Data: 2026.05.15 19:18:42+01'00'

ANEXO 7 – VIBRAÇÕES: CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO VIBRÓMETRO

Co-funded by
the European Union

Instalações de Oeiras

Laboratório de Metrologia

Certificado de calibração

Serviço nº. CACV779/24

Equipamento **SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ACELERAÇÃO**

Unidade de Leitura

Marca:	SVANTEK
Modelo:	958
Nº série:	99924
Nº ident.:	---

Acelerómetro

Marca:	PCB
Modelo:	393B31
Nº série:	**27050**
Nº ident.:	---

Cliente **SCHIU - Engenharia de Vibração e Ruído Unipessoal, Lda.**
Rua de Faro, Bloco B - 2º Frente
8005-463 Faro

Data de Calibração 2024/07/19

Condições Ambientais Temperatura: 21,7 ºC Humidade relativa: 62,0 %hr Pressão atmosférica: 100,0 kPa

Procedimento PO.M-DM/VIB 01 (Ed. C - Rev. 01).

Rastreabilidade Sensibilidade de Vibração, Acelerómetro padrão PCB 301A11 rastreado a Spektra (Alemanha).

Tensão alternada, Fluke 5790A, rastreado à 1A CAL, Kassel (Alemanha, Dakks).

Tempo e Frequência, Hewlett Packard 58503A, rastreado ao Instituto Português da Qualidade (IPQ), Portugal.

Estado do equipamento Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

Resultados Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.
A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão k=2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

Elaborado por

Delayne Machado

Responsável pela validação

Ana Colaço

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and a ILAC MRA for testing, calibration and inspection
Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.
Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.

Certificado de calibração

Acelerómetro - Sensibilidade de vibração

Frequência	Sensibilidade	Sensibilidade	Incerteza expandida
10 Hz	16,20 V/mm/s	1,018 V/ms^{-2}	± 1,0 %

Cadeia de medição - Resposta em amplitude

Frequência	Valor de referência	Valor esperado	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida
63 Hz	0,009 m/s^2	22,7 µm/s	23,7 µm/s	1,0 µm/s	± 0,50 µm/s
	0,01 m/s^2	25,3 µm/s	25,5 µm/s	0,2 µm/s	± 0,50 µm/s
	0,02 m/s^2	50,5 µm/s	50,4 µm/s	-0,1 µm/s	± 0,90 µm/s
	0,05 m/s^2	126 µm/s	125 µm/s	-1 µm/s	± 3,0 µm/s
	0,07 m/s^2	177 µm/s	174 µm/s	-3 µm/s	± 4,0 µm/s
	0,09 m/s^2	227 µm/s	225 µm/s	-2 µm/s	± 4,0 µm/s
	0,2 m/s^2	505 µm/s	499 µm/s	-6 µm/s	± 9,0 µm/s
	0,5 m/s^2	1,26 mm/s	1,25 mm/s	-0,01 mm/s	± 0,030 mm/s
	0,7 m/s^2	1,77 mm/s	1,74 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,040 mm/s
	0,9 m/s^2	2,27 mm/s	2,24 mm/s	-0,03 mm/s	± 0,040 mm/s

Elaborado por

Delayne Machado

Responsável pela validação

Ana Colaço

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and a ILAC MRA for testing, calibration and inspection
Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.
Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.

Certificado de calibração

Cadeia de medição - Resposta em frequência

Frequência	Valor de referência	Valor esperado	Valor do equipamento	Erro	Incerteza expandida
0,984 Hz	0,10 m/s^2	16,2 mm/s	14,9 mm/s	-1,3 mm/s	± 0,30 mm/s
1,969 Hz	0,10 m/s^2	8,08 mm/s	8,14 mm/s	0,06 mm/s	± 0,15 mm/s
3,938 Hz	0,10 m/s^2	4,04 mm/s	4,06 mm/s	0,02 mm/s	± 0,080 mm/s
7,875 Hz	0,10 m/s^2	2,02 mm/s	2,03 mm/s	0,01 mm/s	± 0,040 mm/s
15,75 Hz	0,10 m/s^2	1,01 mm/s	1,00 mm/s	-0,01 mm/s	± 0,020 mm/s
31,5 Hz	0,10 m/s^2	505 µm/s	504 µm/s	-1 µm/s	± 9,0 µm/s
63 Hz	0,10 m/s^2	253 µm/s	253 µm/s	0 µm/s	± 5,0 µm/s
80 Hz	0,10 m/s^2	199 µm/s	199 µm/s	0 µm/s	± 4,0 µm/s
160 Hz	0,10 m/s^2	99 µm/s	101 µm/s	2 µm/s	± 2,0 µm/s
160 Hz	0,05 m/s^2	49,7 µm/s	50,7 µm/s	1,0 µm/s	± 0,90 µm/s

NOTA: Velocidade (mm/s) = Aceleração (m/s^2) / (2 * PI * f (Hz)) * 1000

Elaborado por

Delayne Machado

Responsável pela validação

Ana Colaço

labmetro@isq.pt http://metrologia.isq.pt
Av. Prof. Cavaco Silva, 33 • Taguspark • 2740-120 Oeiras • Portugal • Tel.: +351 214 228 100

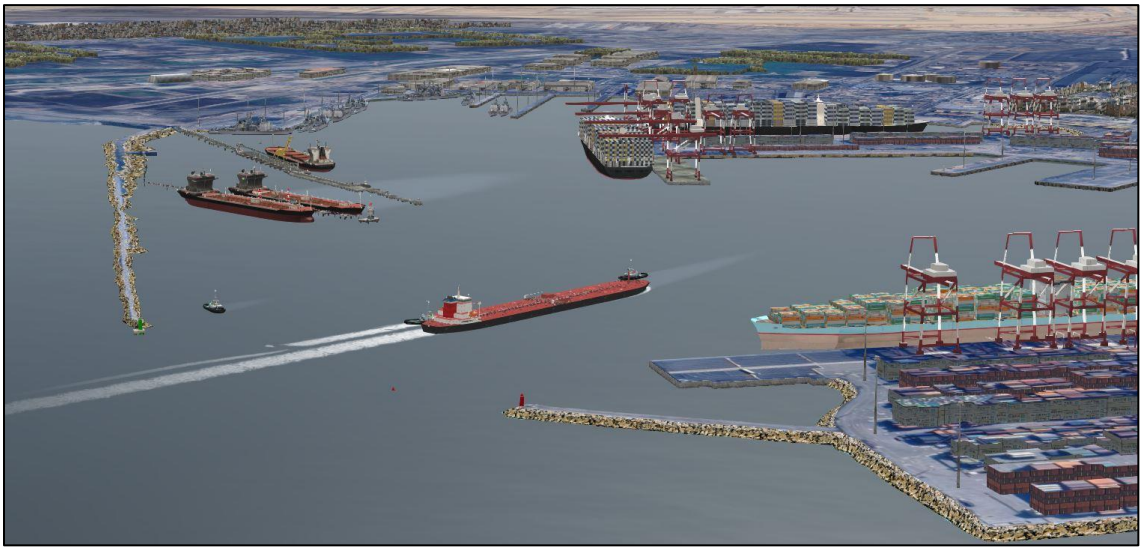
O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and a ILAC MRA for testing, calibration and inspection
Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, exceto quando autorização por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.
Os resultados apresentados referem-se apenas aos equipamentos ensaiados/calibrados. The reported results relate only to the equipment tested/calibrated.

ANEXO 8 – ESTUDO DE SIMULAÇÃO DE MANOBRAS PARA A APROXIMAÇÃO DE NAVIOS METANEIROS AO TERMINAL DE DESCARGA DA REN ATLÂNTICO

Co-funded by the European Union

Relatório Final - Rev.00 Código: 2026064

Estudo de simulação de manobras para a aproximação de navios metaneiros ao terminal de descarga da REN Atlântico, no Porto de Sines, Portugal



Cliente: **CONSULMAR**

Fecha: maio 2026

Revisões

Rev.	Data	Descrição	Realizado por	Revisado por	Aprovado por
00	29/05/2026	Inicial	JMD	LP	RR

Equipa Técnica

Cap. Carlos B. Cal	Consultor Náutico
Cap. Frank Niubó	Consultor Náutico
Jose María Domínguez	Engenheiro de projeto
Lourdes Pecharromán	Gestor de projeto
Ignacio Romeo	Instrutor do simulador
Francisco Remacha	Técnico Generalista 3D
Sergio Rodríguez	Técnico Generalista 3D
Raul Redondo	Diretor da Área de Estudos e Formação em Operações Marítimo-Portuárias

Índice

1. Introdução 1

2. Condições de simulação 2

2.1. Disposição em Planta e Batimetria 2

2.2. Condições meteorológicas 5

2.2.1. Vento 5

2.2.2. Ondas 6

2.2.3. Maré 11

2.2.4. Correntes 11

2.2.5. Cenários meteorológicos selecionados 12

2.3. Características do Navio 13

2.4. Características dos Rebocadores 14

2.4.1. Estratégia de rebolque 14

3. Estudo em Simulador de Manobras de Tempo Real 17

3.1. Introdução 17

3.2. Casos analisados 17

3.3. Análise de resultados 19

3.3.1. Descrição das manobras 19

4. Resumem e conclusões 23

4.1. Resumem 23

4.2. Conclusões 24

C/José Echegaray, 8. Edificio Alvia 1. Planta 2. Oficina 1.
28232 Las Rozas (Madrid). España
Tel: +34 916307073 - Fax: +34 9163081329
www.siport21.com

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001

Anexos

ANEXO I: PLANOS

ANEXO II: CARACTERÍSTICAS DO NAVIO

ANEXO III: DESCRIÇÃO DO CENTRO MARÍTIMO & CERTIFICADOS

ANEXO IV: GRÁFICOS DE TRAJETÓRIAS E SÉRIES TEMPORAIS

C/José Echegaray, 8. Edificio Alvia 1. Planta 2. Oficina 1.
28232 Las Rozas (Madrid). España
Tel: +34 916307073 - Fax: +34 9163081329
www.siport21.com

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001

1. Introdução

Por solicitação da **CONSULMAR**, realiza-se um **estudo de manobras** mediante o **Simulador de Manobras em Tempo Real** com a finalidade de analisar a viabilidade das operações marítimas, assim como validar as condições de acessibilidade, manobra, rotação e atracação de navios metaneiros, **Q-Flex**, para a futura configuração do Porto de Sines. São consideradas as futuras intervenções portuárias previstas no porto e que podem afetar as operações dos navios metaneiros.

O **objetivo** é verificar se a disposição proposta implica alterações significativas nas manobras deste tipo de navios. Para tal, toma-se como referência o estudo elaborado pela Siport21 em 2013 "*Real-time Manoeuvring Simulation for Q-Flex LNG Carriers in the Terminal at the Porto of Sines (Portugal)*" [1]. Assim, será verificada a viabilidade das manobras do navio do projeto, tendo em conta as zonas propostas em combinação com as condições meteorológicas e marítimas, bem como a capacidade de manobra deste tipo de navios.

As manobras são realizadas no **Simulador de Manobra de Manobras em Tempo Real de Siport21**, desenvolvido por **Kongsberg (Norway)**. Este sistema reproduz o comportamento de um barco específico durante a execução das manobras de entrada ou saída de porto, sujeito à ação dos agentes ambientais (vento, corrente, ondas, profundidade limitada, sucção de margem, etc.) e auxiliado, em seu caso, por rebocadores.

O **Centro de Simulação de Manobras em Tempo Real de Siport21** está certificado por **DNV** sob a certificação **DNV ST-0033** para a execução de estudos técnicos de manobra (**Sea Skill™ Standard for Certification**), bem como **Centro de Formação Marítima**, de acordo com a certificação **DNV ST-0029**, para a formação e treinamento de Pilotos, Comandantes e Oficiais, tanto num nível básico como em cursos especializados, avançados ou de reciclagem.

O desenvolvimento da análise apoia-se na metodologia descrita nos documentos de **PIANC** (Associação Internacional de Navegação) - **Report 121 "*Harbour Approach Channels. Design Guidelines*"** (2014) e nos documentos de *Puertos del Estado* (Espanha) **ROM 3.1-99: "*Recomendaciones para el Proyecto de Configuración Marítima de los Puertos; Canales de Acceso y Áreas de Flotación*".**

2. Condições de simulação

2.1. Disposição em Planta e Batimetria

O Porto de Sines encontra-se no sudoeste da Europa, 58 milhas náuticas a sul de Lisboa, no cruzamento das principais rotas marítimas internacionais este-oeste e norte-sul. Caracteriza-se por ser um porto de águas profundas, que apresenta condições naturais únicas na costa portuguesa para acolher todo o tipo de navios.

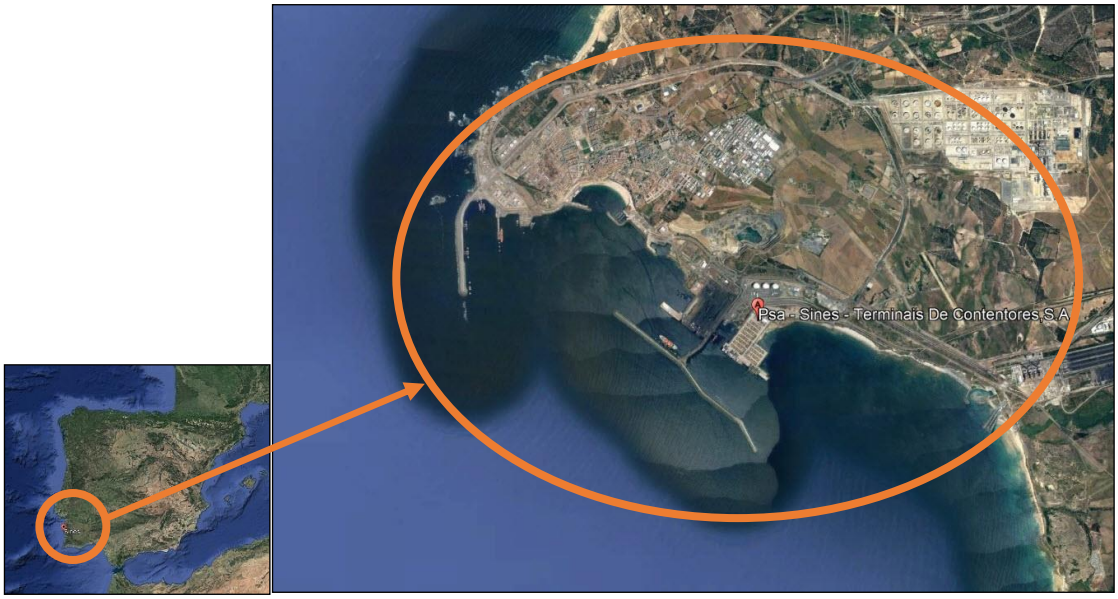


Figura 1. Localização do Porto de Sines

Este porto é considerado a porta principal de fornecimento energético do país (petróleo, carvão, gás natural). Nos últimos anos, tornou-se um porto transcendente tanto de carga geral, como de contentores, com um elevado crescimento, transformando-se numa referência europeia.

Para além das infraestruturas diretamente incluídas no presente estudo, são também consideradas, na definição dos cenários de manobra e das condições de navegação, outras futuras intervenções portuárias suscetíveis de influenciar a operacionalidade marítima da zona analisada. Entre estas intervenções destacam-se:

- Prolongamento do "finger" do Terminal Multipurpose (TMS)
- Prolongamento do Molhe Leste para noroeste
- Eventuais ampliações associadas ao Porto de Recreio

Estas infraestruturas, embora não façam parte do âmbito direto do presente estudo, poderão alterar as condições de abrigo, os campos de agitação, os espaços navegáveis e as manobras noutras terminais do porto, nomeadamente no terminal de GNL, pelo que foram tidas em consideração na avaliação das manobras e da acessibilidade dos navios metaneiros..



Figura 2. Plano detalhado do estudo



Figura 3. Modelo visual atualizado do Porto de Sines

A bacia portuária do Porto de Sines caracteriza-se pela existência de fundos naturais profundos, associados à morfologia rochosa da costa sudoeste portuguesa. A hidrografia da

zona desenvolve-se sensivelmente paralela à linha de costa, verificando-se profundidades elevadas nas proximidades imediatas das infraestruturas portuárias existentes. A batimétrica dos -40 m ZH localiza-se junto à cabeça do Molhe Oeste, enquanto o Molhe Leste se implanta aproximadamente sobre a curva batimétrica dos -25 m ZH. Na área prevista para o novo desenvolvimento portuário, os fundos apresentam igualmente profundidades naturais significativas, permitindo a implantação das novas frentes acostáveis com necessidades relativamente reduzidas de.

O Cais Exterior, correspondente ao alinhamento principal do terminal, mantém uma profundidade operacional de -14,0 m ZH.

Do ponto de vista da acessibilidade marítima, esta configuração batimétrica proporciona condições particularmente favoráveis à operação de navios de grande dimensão, reduzindo as limitações de calado e minimizando a necessidade de dragagens extensivas nos canais de acesso e bacias de manobra. As condições naturais existentes contribuem igualmente para uma navegação mais segura e eficiente, favorecendo a operacionalidade do futuro terminal em diferentes cenários de exploração portuária.

O estudo está focado na **Terminal de GNL**. Esta terminal é explorada ao abrigo de uma concessão de uso privativo pela empresa **REN Atlântico** e movimenta mais de 50% do gás natural consumido em Portugal.

A terminal de GNL dispõe de um cais com profundidade mínima de 15 m, mas a profundidade da bacia em frente do terminal é de cerca de 20 m. Em frente do terminal de GNL localiza-se o Terminal Multipurpose. A distância entre a terminal de GNL e o Terminal Multipurpose é de aproximadamente 330 m, reduzindo-se quando existem navios atracados. Durante as simulações, o cais encontrava-se ocupado por navios do tipo Suezmax, de forma a reduzir o espaço disponível para manobra.

O **Anexo I** inclui plantas com o layout portuário e a batimetria, juntamente com fotografias das manobras simuladas.

2.2. Condições meteorológicas

Do ponto de vista da manobrabilidade, e tendo em conta a localização da área de manobras juntamente com as caracteristícas dos navios, os fatores meteorológicos dominantes são o vento e a ondulação. A corrente não foi considerada devido à falta de dados precisos e à sua influência limitada durante a manobra em comparação com o vento e ondulação.

2.2.1. Vento

O vento é um fator meteorológico decisivo nas manobras em Sines. A figura seguinte mostra a Rosa de Vento anual correspondente ao Nó Simar_1044052 nas proximidades da zona de estudo:

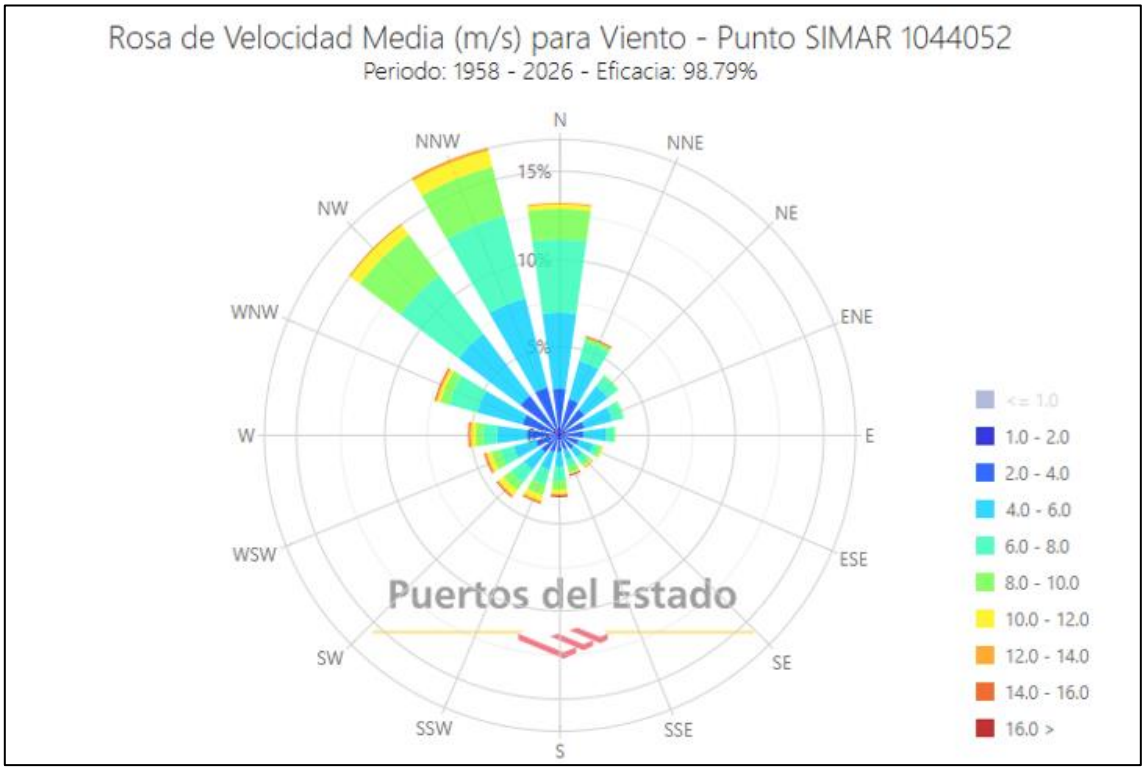


Figura 4. Rosa de Ventos Anual. Nó Simar_1044052. (Fonte: Portos do Estado), Espanha

Os ventos do quarto quadrante são predominantes, alcançando a maior frequência de apresentação e intensidades elevadas. Também destacam os ventos de **SW,** cuja frequência de apresentação é muito inferior aos de **NW**, mas igualmente com altas velocidades. Por último, os ventos **NE**, têm menor frequência de apresentação e menor intensidade. A tabela seguinte apresenta a distribuição em frequência da direção e velocidade do vento.

Tabela 1. Distribuição em frequência da direção e velocidade do vento

Dirección		Ve (m/s)									Total
		≤1.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	>21.0	
Calmas		1.552									1.55
N	0.0		1.25	5.83	5.30	0.89	0.08	0.00	0.00	0.00	13.33
NNE	22.5		1.04	3.36	1.25	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	5.77
NE	45.0		0.97	2.55	0.68	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25
ENE	67.5		0.87	2.27	0.67	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	3.88
E	90.0		0.79	1.91	0.51	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	3.26
ESE	112.5		0.67	1.27	0.47	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	2.52
SE	135.0		0.66	0.99	0.53	0.19	0.03	0.00	0.00	0.00	2.39
SSE	157.5		0.58	0.89	0.63	0.23	0.04	0.00	0.00	0.00	2.38
S	180.0		0.54	1.25	1.03	0.50	0.13	0.02	0.00	0.00	3.46
SSW	202.5		0.58	1.48	1.26	0.57	0.19	0.03	0.00	0.00	4.11
SW	225.0		0.74	1.72	1.25	0.53	0.15	0.03	0.01	0.00	4.43
WSW	247.5		0.74	1.95	1.04	0.43	0.14	0.03	0.00	0.00	4.33
W	270.0		0.99	2.59	1.06	0.38	0.12	0.02	0.00	0.00	5.17
WNW	292.5		1.07	3.77	2.01	0.37	0.12	0.01	0.01	0.00	7.36
NW	315.0		1.27	5.94	5.88	1.83	0.14	0.02	0.00	0.00	15.08
NNW	337.5		1.29	6.74	6.53	2.03	0.13	0.01	0.00	0.00	16.72
Total		1.55	14.03	44.50	30.10	8.32	1.30	0.18	0.02	0.00	100%

2.2.2. Ondas

Tal como o vento, a ondulação é outro fator a ter em conta, sendo a sua influência relevante durante a aproximação ao porto. As figuras seguintes mostram as Rosas de ondulação no Porto de Sines na bóia:

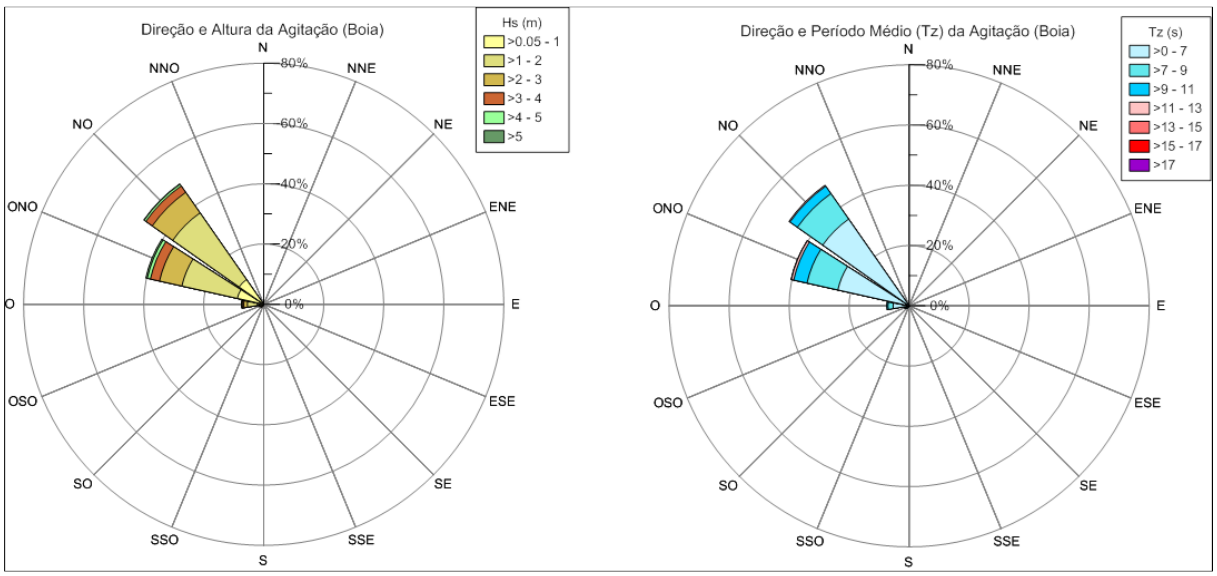


Figura 5. Rosa de ondulação do Porto de Sines. Direção, altura e período da agitação na bóia

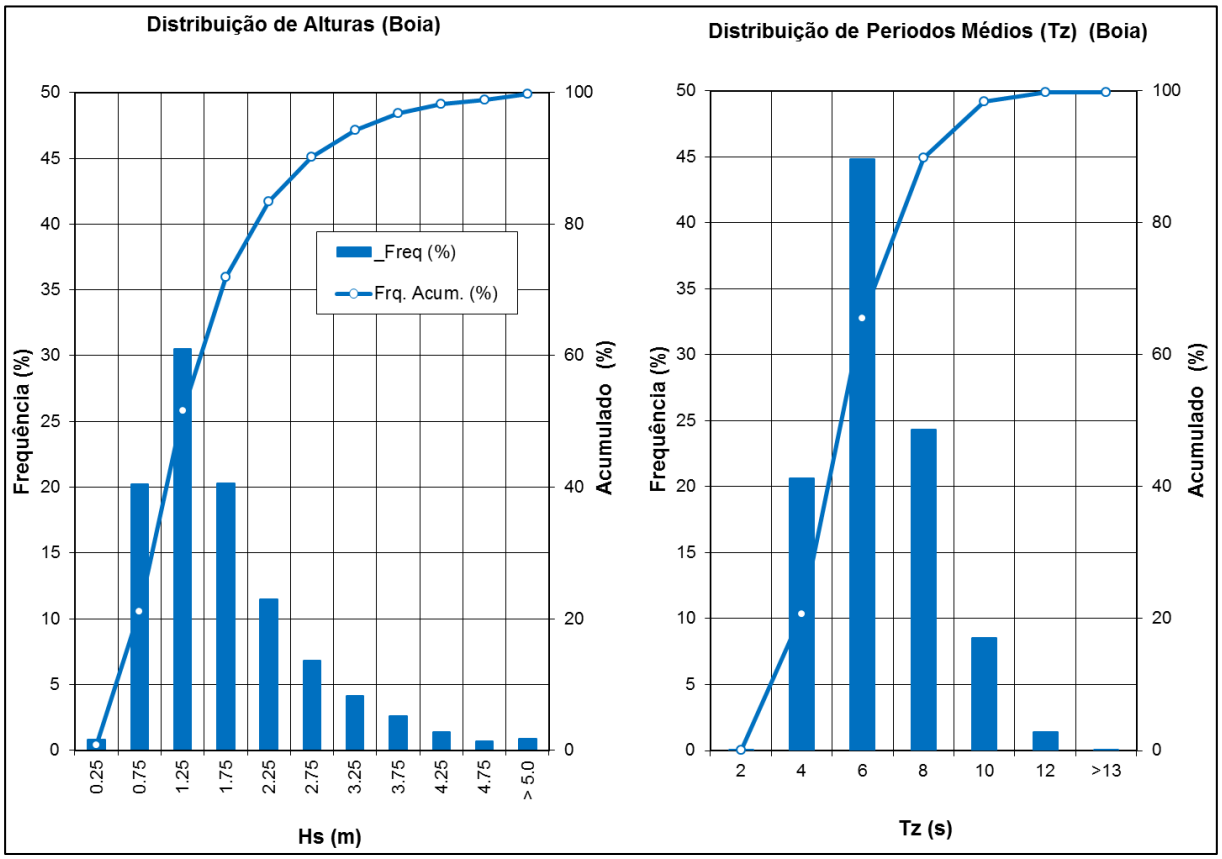


Figura 6. Distribuição de alturas (Hs) e períodos (Tz) na bóia

O rumo dominante no local é o NO (cerca de 49% dos casos), seguido de ONO (cerca de 40%). Quanto à altura significativa das ondas, cerca de 21% das ondas tem altura inferior a 1 m, 51% têm alturas de 1 a 2 m, sendo a frequência de ondas superiores a 3 e 5 m inferior a 10 e 1%, respectivamente.

Os períodos médios mais frequentes variam entre 3 e 9 s, totalizando cerca de 90% das ocorrências. Os períodos médios maiores que 11 s têm pouco mais que 1% das ocorrências.

As figuras seguintes apresentam as rosas de agitação marítima obtidas para o ponto PF, localizado na aproximação ao Porto de Sines, sobre a batimétrica dos -50 m ZH. Estas distribuições resultam da transferência das observações registadas na bóia ondógrafo através de um modelo de refracção espectral, permitindo caracterizar o regime de ondulação incidente à entrada do porto em termos de direcção, altura significativa de onda (Hs) e período médio (Tz). Os resultados obtidos constituem a base para a definição das condições de fronteira utilizadas nos estudos de propagação da agitação marítima no interior da bacia portuária.

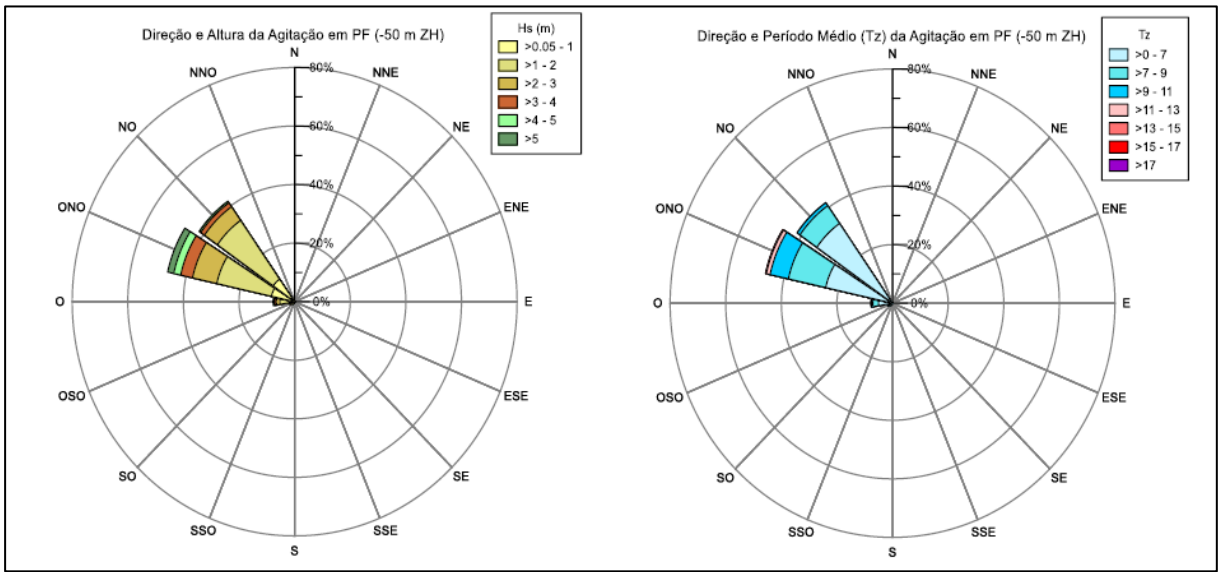


Figura 7. Rosa de ondulação do Porto de Sines. Direcção, altura e período da agitação na PF

Com o objetivo de avaliar as condições de agitação marítima na zona interior do Porto de Sines, foi desenvolvido um estudo de modelação numérica da propagação da ondulação recorrendo ao modelo MIKE21-BW. A análise incidiu sobre diferentes alternativas de arranjo portuário e configurações de expansão futura, permitindo determinar os níveis de agitação residual nas bacias de navegação, manobra e acostagem do novo terminal. As condições de fronteira foram definidas a partir da propagação da ondulação desde o ponto PF, representativo da agitação incidente na aproximação ao porto, considerando os estados de mar mais relevantes dos quadrantes dominantes.

A partir dos resultados obtidos, foi selecionada a solução de layout considerada mais favorável do ponto de vista operacional e de abrigo marítimo. As figuras seguintes apresentam a distribuição da agitação marítima para condições representativas de ondulação dos quadrantes WNW e SW, correspondentes à alternativa mais próxima do layout final adotado para o novo terminal.

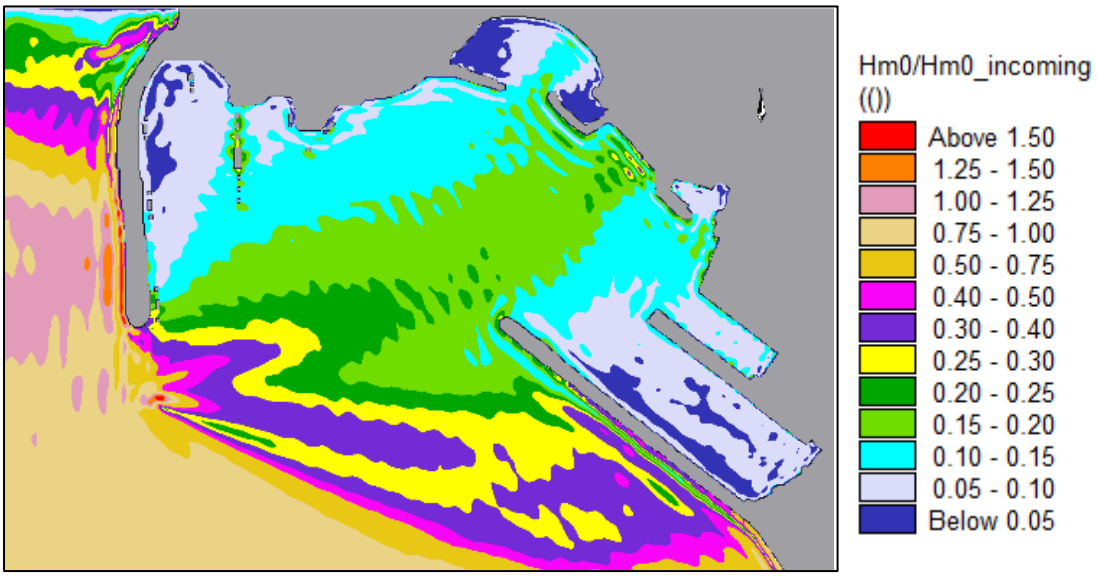


Figura 8. Agitação. Ondulação WNW 16 s Hs=2,0 m, Tp=12 s no Porto de Sines. Novo cais de carga geral, prolongamento do molhe e ampliação do Terminal Multipurpose

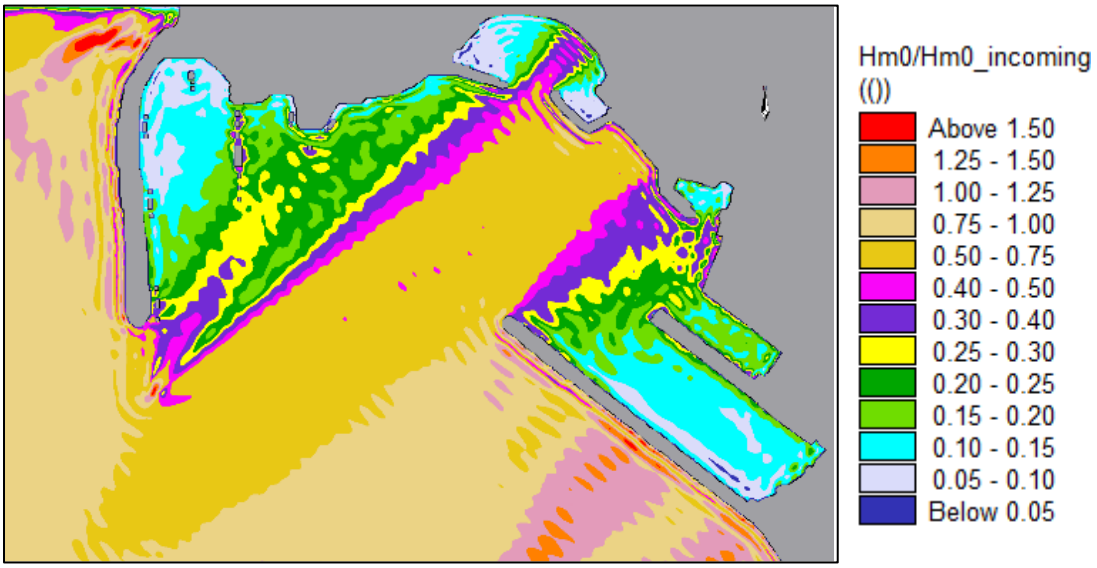


Figura 9. Agitação. Ondulação SW Hs=2,0 m, Tp=10 s no Porto de Sines. Novo cais de carga geral (Outra configuração), prolongamento do molhe, ampliação do Terminal Multipurpose e ampliações associadas ao Porto de Recreio

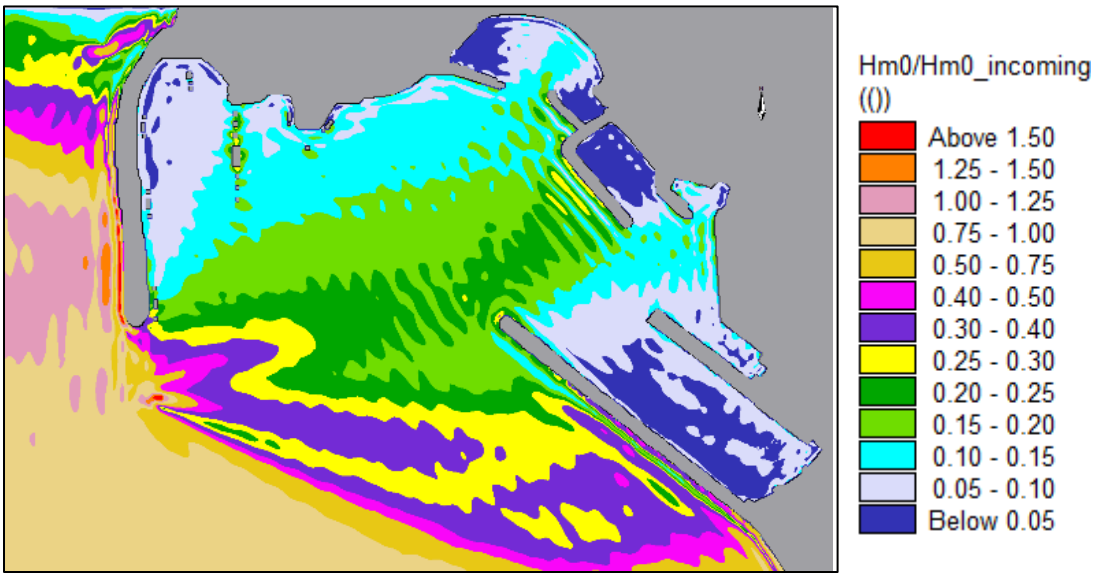


Figura 10. Agitação. Ondulação WNW 16 s Hs=2,0 m, Tp=12 s no Porto de Sines. Novo cais de carga geral, prolongamento do molhe e ampliação do Terminal Multipurpose

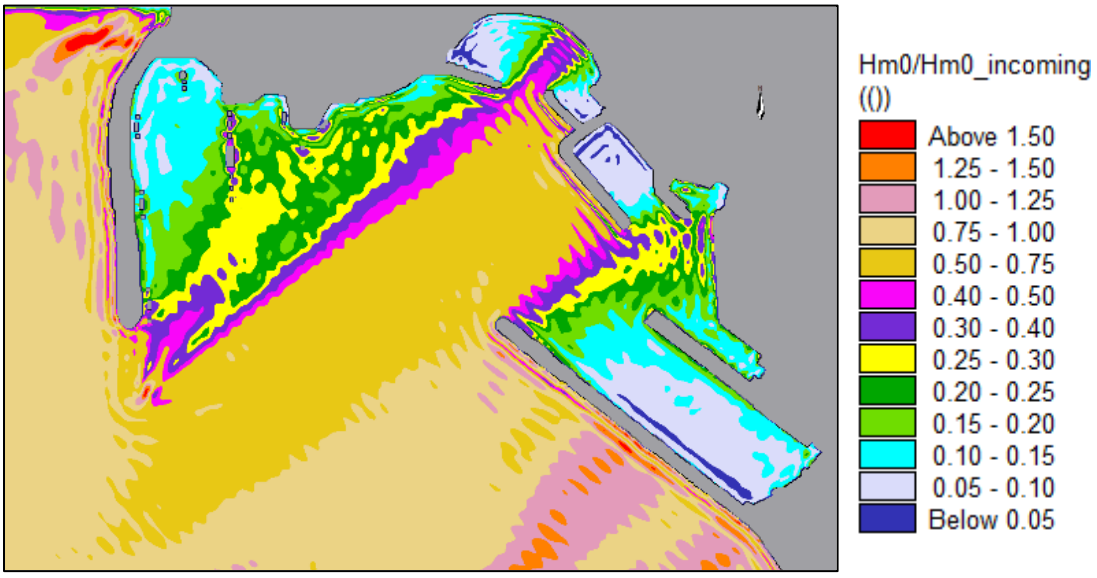


Figura 11. Agitação. Ondulação SW Hs=2,0 m, Tp=10 s no Porto de Sines. Novo cais de carga geral (Outra configuração), prolongamento do molhe, ampliação do Terminal Multipurpose e ampliações associadas ao Porto de Recreio

Da análise das figuras anteriores, é possível afirmar que a expansão do Porto de Recreio não alterará as condições tano no novo TCG como na entada do Porto de Serviços - relembra-se, no entanto, que esta análise respeita apenas ao prolongamento deste molhe de recreio conjugado com o prolongamento do Molhe Leste, não sendo extrapolável para uma situação apenas de obra no porto de recreio.

2.2.3. Maré

As marés na costa ocidental portuguesa são do tipo semidiurno regular. A análise das previsões do Instituto Hidrográfico para o Porto de Sines, constantes das Tabelas de Marés, abrangendo um período superior a um ciclo nodal (cerca de 19 anos) conduz aos seguintes elementos de maré (cotas referidas ao Zero Hidrográfico, ZH, situado 2,0 m abaixo do Nível Médio do mar, NM):

Tabela 2. Nivel de maré

Nível		Cota relativa ao ZH
PM máx	Máxima Preia-mar	+3,93 m
PMAV	Preia-mar média de águas-vivas	+3,41 m
PMAM	Preia-mar média de águas-mortas	+2,64 m
NM	Nível Médio	+2,00 m
BMAM	Baixa-mar média de águas-mortas	+1,38 m
BMAV	Baixa-mar média de águas vivas	+0,59 m
BM min	Mínima Baixa-mar	+0,16 m

2.2.4. Correntes

O documento "Ship to shore Sines Port and LNG Jetty data" proporciona a seguinte informação sobre as correntes:

- "As correntes em Sines são basicamente paralelas à costa, e não apresentam nenhum valor significativo
- Velocidade média em alto mar: 0,25 m/s (0,6 m/s só 10 % do tempo, isto é, 1,2 nós, caso predominem as correntes induzidas pela rotura das ondas e pelo vento)
- Dentro da bacia do Porto Este, as correntes são insignificantes"

Portanto, a corrente não foi considerada devido à sua pequena influência em comparação com o vento e ondulação, conforme as informações também proporcionadas pela APS.

2.2.5. Cenários meteorológicos selecionados

Finalmente, a tabela seguinte mostra os três cenários meteorológicos de referência considerados. Estes cenários foram selecionados com base nas condições e nos resultados obtidos no relatório de referência([1]).:

Tabela 3. Cenários de selecionados

Condição	Vento		Ondas		
	Direção	Velocidade	Direção	Hs	Tp
NE	NE	20-25 n	NW	2.0 m	9 s
SW	SW	20-25 n	SW	2.0 m	10 s
NW	NW	20-25 n	NW	2.0 m	9 s

* Sempre referidas as velocidades de vento médias

Durante o estudo, analisaram-se velocidades máximas de até 25. As velocidades de vento consideradas correspondem a velocidades médias. No estudo em simulador será aplicado um fator de rajada de até 30%, pelo que poderão ser atingidas velocidades máximas superiores a 30 nós para condições de vento médio de 25 nós.

As condições meteorológicas foram selecionadas tendo em conta as seguintes considerações:

- Condição NE: caracteriza-se pelo facto de ser uma condição rara de vento, mas prejudicial quanto à execução de manobras.
- Condição SW: considera-se uma condição exigente. Na execução das manobras, é a que maior dificuldade oferece por se tratar de ventos cruzados.
- Condição NW: identifica-se como o cenário de verão mais usual. Caracteriza-se por ser a condição mais provável no Porto de Sines conforme as informações meteorológicas proporcionadas pela APS.

2.3. Características do Navio

O estudo de manobrabilidade considera um navio **Q-Flex LNG Carrier**. As principais características geométricas e operacionais do navio em questão estão resumidas na tabela seguinte.

Tabela 4. Características principais. Navio de GNL 315.0 m L_{TOT}

Navio de GNL 315.0 m L_{TOT}	
Comprimento total	315.0 m
Comprimento entre perpendiculares	302.0 m
Boca	50.0 m
Calado (Plena carga)	12.0 m
Calado (Lastro)	9.7 m
Deslocamento (Pena carga)	142 270 t
Deslocamento (Lastro)	113 000 t
Tipo de motor	Diesel
Potencia	2 x 16550 kW
Nº de propulsores	1
Revoluções máximas	83 rpm
Hélice de manobra de proa	-
Velocidade de serviço	20.73 nós
Área frontal exposta ao vento (Plena carga)	1 550 m^2
Área frontal exposta ao vento (Lastro)	2 830 m^2
Área lateral exposta ao vento (Plena carga)	7 500 m^2
Área lateral exposta ao vento (Lastro)	7 850 m^2

Este tipo de navío é extremamente sensible ao vento devido à grande área vélica. O sistema de propulsão-governo é constituído por duas hélices e dois lemes. Além disso, os motores são diesel-elétricos. Consequentemente, o aumento das dimensões é compensado por uma maior manobrabilidade proporcionada pela configuração de dupla hélice. Por outro lado, o navio não dispõe de propulsor de proa.

Os navios Q-Flex LNG Carrier possuem dois motores, duas hélices e dois lemes, mas é importante destacar que os motores não podem operar de forma independente, pelo que ambos funcionam sempre com a mesma ordem de telégrafo.

No **Anexo II**, há informação adicional sobre as capacidades de manobra dos navios após as provas em simulador, incluindo dados dos círculos de evolução e manobras de paragem.

2.4. Características dos Rebocadores

De acordo com a informação disponível, a frota de rebocadores do Porto de Sines é composta pelos seguintes rebocadores:

Tabela 5. Rebocadores disponíveis no Porto de Sines

Name	Type	BP (t)
Castelo de S. Jorge	ASD	80 t
Castelo de Sines	ASD	75 t
Monforte	ASD	45 t
Spartacus	Voith	25 t
Ulisses	Voith	25 t
Golias	Voith	25 t

Conforme demonstrado no estudo de referência [1], serão consideradas duas configurações diferentes de reboque:

- 4 unidades com uma força de tração total de **175 t** (25 t + 75 t + 50 t + 25 t) para ventos de 20 kn
- **4** unidades com uma força de tração total de **230 t** (50 t + 75 t + 80 t + 25 t) para ventos de 25 kn

Os rebocadores são controlados pelo instrutor; aparecem no ecrã e se comportam de acordo com suas características de manobra. As forças dos rebocadores são resolvidas aplicando um modelo sofisticado que considera o **tipo de rebocador** (convencional, trator, ASD), potência, **força de tração** e **dimensões**. A força efetiva do rebocador é calculada em tempo real com base na velocidade do navio, posição do rebocador e operação (puxar ou empurrar) e o ângulo de puxar-empurrar. O sistema considera o atraso no tempo para que as forças se acumulem e o tempo consumido pelo rebocador para se mover para a posição desejada.

2.4.1. Estratégia de rebolque

Para avaliar a frota ótima de reboque necessária para as manobras, a seguinte metodologia é empregada por Siport21 baseada na experiência adquirida em desenho de portos:

- A força efetiva real do rebocador é considerada como 75% da Força de Tração (BP) teórica, que é derivada de uma manobra padrão com o novo rebocador em condições ideais. Portanto, uma vez que o rebocador tenha envelhecido, e dependendo da

habilidade do Capitão e das condições ambientais durante as operações, a força efetiva que o rebocador é capaz de aplicar é menor.

- Para manobras normais (sem cenários de emergência), é considerada uma força máxima de 50% da BP teórica, para manter uma margem adicional de 25% para eventuais cenários de emergência.

- No entanto, caso seja necessário utilizar mais de 50% da potência (ou ≥75% para manobras de emergência) durante a execução das manobras, isso pode ser feito.

Siport21 há sido membro dos JIPs (Projetos Conjuntos da Indústria) SAFETUG e SAFETUG II, liderados pelo MARIN. O objetivo desses JIPs era investigar o comportamento dos rebocadores em ondas (operações de escolta e atracação). Existem várias fontes de informação e dados diferentes, mas semelhantes, sobre qual é a eficiência da força de tração dos rebocadores em ondas, tanto para empurrar quanto para puxar. Parte dessas informações pode ser encontrada nas diretrizes da PIANC, como no PIANC WG116 "Aspectos de Segurança que Afetam as Operações de Atracação de Petroleiros em Terminais de Óleo e Gás".

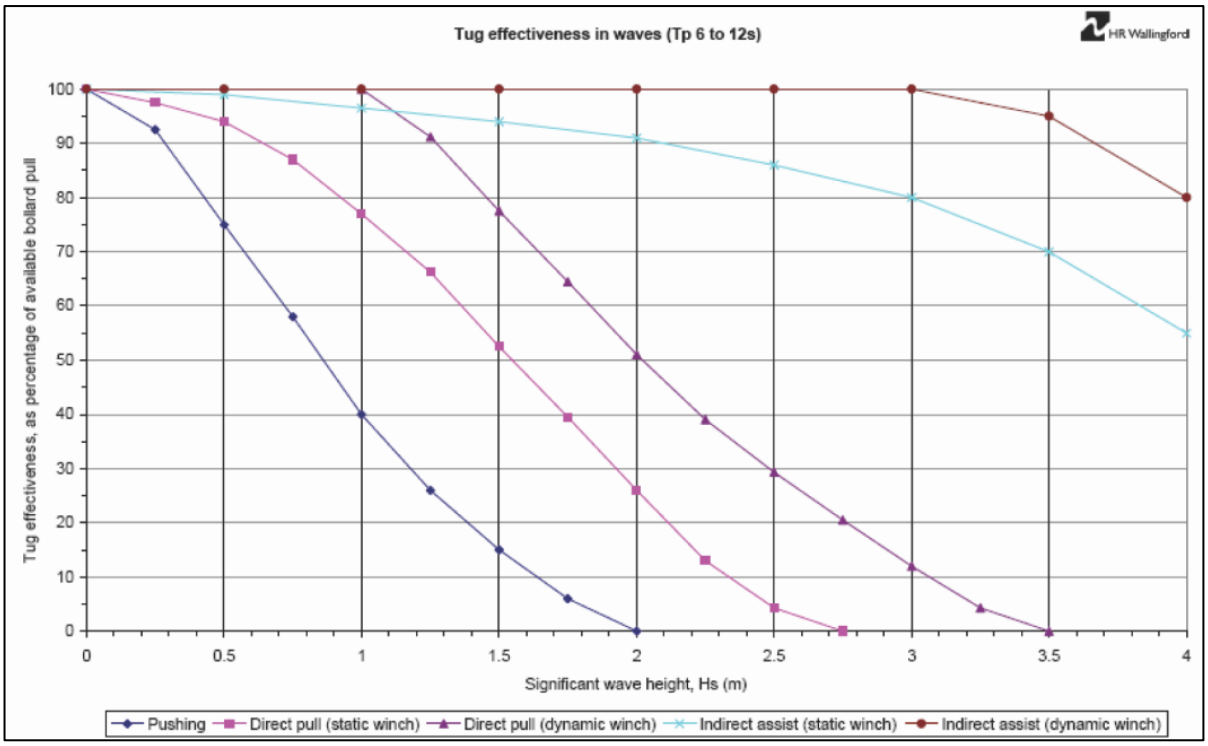


Figura 12. PIANC 116 Eficiência do BP dos rebocadores em ondas

O gráfico apresentado acima do PIANC 116 mostra as curvas de eficácia dos rebocadores em ondas para empurrar e tanto para reboque direto quanto para reboque indireto. O reboque indireto é tipicamente utilizado para manobras em canais e em alta velocidade, o que não corresponde às manobras avaliadas. Além disso, a frota de

rebocadores disponível trabalha com guincho estático, com o freio ativado, portanto, para as simulações, consideraremos a curva de empurrar e o reboque direto (winche estático).

Esses valores de referência de eficácia são aplicados com base na onda que os rebocadores estão recebendo a cada momento e, portanto, não estão relacionados com a onda selecionada para cada cenário, mas com a onda particular que atinge o rebocador. Quando os rebocadores estão ao abrigo do navio, onde as ondas são reduzidas, a eficácia é, consequentemente, aumentada.

3. Estudo em Simulador de Manobras de Tempo Real

3.1. Introdução

O presente estudo desenvolveu-se utilizando o **Simulador de Manobras em Tempo Real de Siport21**, **software K-SIM da Konsberg (Noruega)**. Esse sistema reproduz o comportamento de uma embarcação específica durante a execução das manobras de acesso ou de saída de um porto, submetida à ação dos agentes ambientais (vento, corrente, ondas, profundidade limitada, sucção de margem, etc.).

No **Anexo III** está descrita de forma detalhada a ferramenta de simulação utilizada, bem como todas as certificações relacionadas.

3.2. Casos analisados

Foram estudados um total de **12 cenários de manobra**, combinando as manobras de entrada e saída do navio em projeto, nas diferentes condições meteorológicas selecionadas. Cada cenário é o resultado de uma combinação de navio-manobra-condição meteorológica.

A seguinte tabela mostra as manobras realizadas:

Tabela 6. Casos analisados

Navio	Condição	Manobra	Vento	Ondas	Rebocadores	Run
Q-Flex LNG Carrier 216 000 m^3	Plena carga	Entrada com reviro	NE 20 kn	NW Hs 2.0 m Tp 9 s	4 (25 t + 75 t + 50 t + 25 t)	1001
			SW 20 kn	SW Hs 2.0 m Tp 10 s	4 (25 t + 75 t + 50 t + 25 t)	3002
			NW 20 kn	NW Hs 2.0 m Tp 9 s	4 (25 t + 75 t + 50 t + 25 t)	1002
			NE 25 kn	NW Hs 2.0 m Tp 9 s	4 (50 t + 75 t + 80 t + 25 t)	2003
			SW 25 kn	SW Hs 2.0 m Tp 10 s	4 (50 t + 75 t + 80 t + 25 t)	2001
			NW 25 kn	NW Hs 2.0 m Tp 9 s	4 (50 t + 75 t + 80 t + 25 t)	2002
	Lastro	Saída direta	NE 20 kn	NW Hs 2.0 m Tp 9 s	4 (25 t + 75 t + 50 t + 25 t)	1003
			SW 20 kn	SW Hs 2.0 m Tp 10 s	4 (25 t + 75 t + 50 t + 25 t)	2004
			NW 20 kn	NW Hs 2.0 m Tp 9 s	4 (25 t + 75 t + 50 t + 25 t)	2007
			NE 25 kn	NW Hs 2.0 m Tp 9 s	4 (50 t + 75 t + 80 t + 25 t)	2006
			SW 25 kn	SW Hs 2.0 m Tp 10 s	4 (50 t + 75 t + 80 t + 25 t)	2005
			NW 25 kn	NW Hs 2.0 m Tp 9 s	4 (50 t + 75 t + 80 t + 25 t)	3001

Em total, realizaram-se **12 simulações** (6 entradas e 6 saídas) que supõe um total de **8.9 horas líquidas de simulação**. É conveniente destacar alguns aspetos:

- As entradas começam a partir de 1.5 nm de distância do porto, aproximadamente, e vindo da direção NNE e a uma velocidade de 6 nós
- As saídas começam com o navio completamente parado no cais e com os rebocadores acoplados
- As manobras são realizadas com atracação a bombordo ao cais (proa para fora).
- Considera-se a ocupação máxima para os cais adjacentes, com navios do tipo Suezmax atracado no cais do Terminal TMS em frente à terminal de GNL.

- O vento analisado refere-se à intensidade média, porém inclui rajadas que aumentam essa intensidade pontualmente em até 30%
- As ondas de referência referem-se a ondas exteriores

3.3. Análise de resultados

A opinião do Piloto ou Capitão que realiza a manobra e suas apreciações durante o desenvolvimento desta tem um peso fundamental no processo de avaliação. Por outro lado, após a realização das diferentes simulações de cada manobra, dispõe-se de ferramentas informáticas que permitem obter vários tipos de resultados:

- **Gráficos de trajetória**, com o contorno do porto e a posição do barco a intervalos de tempo prefixados (60 s).
- **Séries temporais** de diferentes variáveis do barco (velocidade, revoluções da máquina, ângulo do leme, componentes da velocidade, velocidade de guinada, rumo e uso das hélices de manobra) e de rebocadores (força total (FX, Fy) e momento total (M)). Também se incluem variáveis meteorológicas (vento e ondas) ao longo da simulação.

Toda esta informação numérica e gráfica mostra-se muito útil para avaliar a viabilidade e grau de segurança de cada manobra, uma vez constatada e considerada a opinião do capitão. Os principais critérios de avaliação, junto com a posição e rumo do navio em cada momento, são: a velocidade; o uso da máquina; uso do leme; e os meios auxiliares de manobra (rebocadores e/ou hélices de manobra).

No **Anexo IV**, são apresentados os gráficos das trajetórias e de séries temporais.

3.3.1. Descrição das manobras

- Entrada com reviro

As manobras de entrada iniciam-se aproximadamente a 1.5 milhas náuticas da entrada do porto, com o navio navegando a uma velocidade inicial de cerca de 6 nós proveniente da direção NNE. Durante a aproximação à bocana, a velocidade é progressivamente reduzida através dos próprios meios de manobra do navio.

Ao atingir a zona interior, o navio reduz a arrancada até ficar praticamente parado, iniciando então uma manobra de reviro assistida por rebocadores.

Após completar a rotação e ficar orientado de popa para o cais, o navio prossegue em marcha atrás até alcançar a posição final de alinhamento em frente ao posto de acostagem. Esta fase constitui o ponto mais crítico da operação. Ao virar e navegar a popa, é necessário prestar especial atenção à deriva causada pelos ventos fortes de componente transversal (NE e SW), procurando manter-se o mais afastado possível dos navios atracados em frente à terminal de GNL.

Entre os cenários ambientais analisados, o vento proveniente de **SW** revelou-se o mais exigente do ponto de vista operacional. Esta condição gera uma força transversal significativa que tende a afastar o navio do cais e, simultaneamente, a empurrá-lo em direção às embarcações posicionadas no posto de acostagem em frente à terminal, aumentando substancialmente a complexidade e criticidade da manobra.

A manobra com ventos de 20 nós é viável com a configuração de rebocadores avaliada (25 t + 75 t + 50 t + 25 t). Com ventos de 25 nós de componente transversal, verifica-se um forte abatimento enquanto o navio navega de popa em direção ao posto de acostagem, o qual é contrariado pelos rebocadores que operam de forma sustentada. Nestas condições, a configuração de 4 rebocadores (50 + 75 + 80 + 25 t) revela-se muito ajustada.

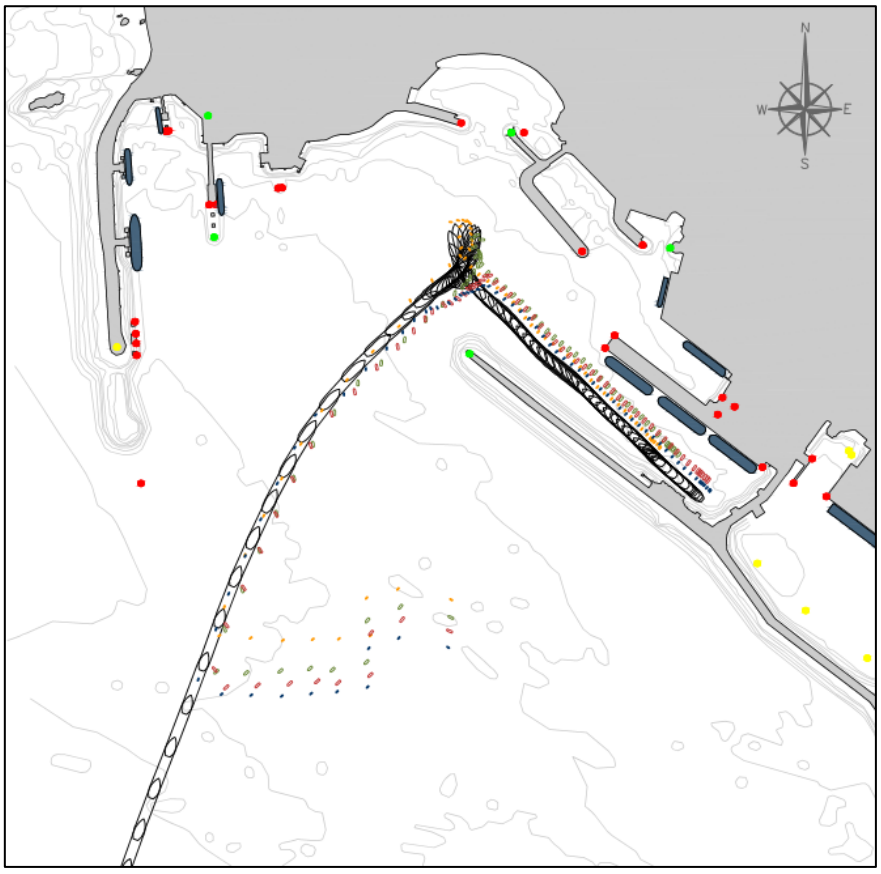


Figura 13. Entrada com reviro. Run 1001. Vento SW 25 kn. Ondas SW 2.0 m 10 s

- Saída direta

As manobras de saída começam com o barco livre de amarras, partindo da posição proa fora e com os rebocadores acoplados. O navio realiza inicialmente um deslocamento lateral com a ajuda dos rebocadores para se afastar do cais.

Assim que se tenha ganho distância suficiente do cais, o navio começa a ganhar velocidade até ultrapassar o quebra-mar. Uma vez ultrapassado, o navio inicia uma viragem a bombordo, orientando-se gradualmente para o canal de saída do porto.

Uma vez concluída a viragem, o navio aumenta progressivamente a velocidade para fazer face às condições meteorológicas e oceânicas.

Embora a manobra apresente uma menor complexidade em comparação com as operações de entrada com reviro, as condições ambientais continuam a desempenhar um papel determinante. Em particular, O vento de NE incide transversalmente ao posto de acostagem e dificulta a separação do cais, o que requer uma maior utilização dos rebocadores. Durante o trânsito até alcançar a extremidade do quebra-mar, é também necessário compensar, com a ajuda dos rebocadores, a deriva provocada pelos ventos de componente transversal (NE e SW), sendo as condições de NW as mais favoráveis.

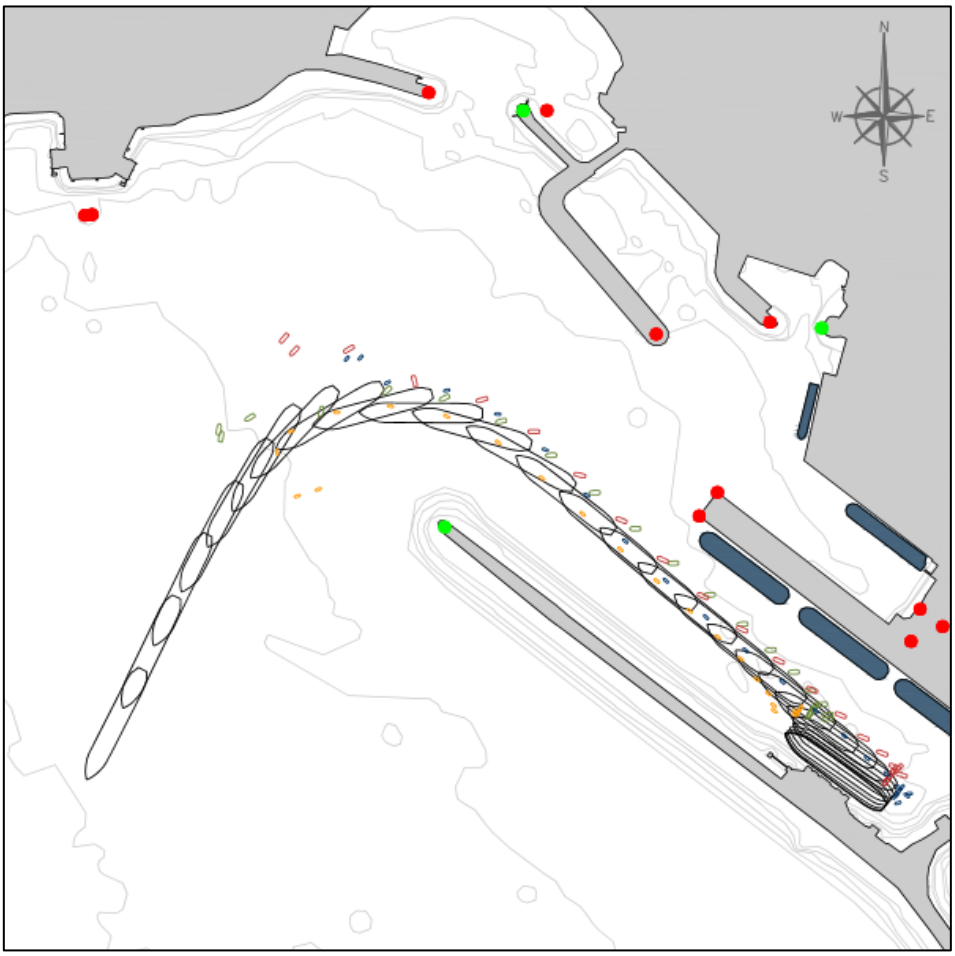


Figura 14. Entrada com reviro. Run 2004. Vento SW 20 kn. Ondas SW 2.0 m 10 s

4. Resumem e conclusões

4.1. Resumem

Por solicitação da **CONSULMAR**, realizou-se um **estudo de manobras** mediante o **Simulador de Manobras em Tempo Real** com a finalidade de analisar a viabilidade das operações marítimas, assim como validar as condições de acessibilidade, manobra, rotação e atracação de navios metaneiros, **Q-Flex**, para a futura configuração do Porto de Sines. São consideradas as futuras intervenções portuárias previstas no porto e que podem afetar as operações dos navios metaneiros.

O **objetivo** foi verificar se a disposição proposta implica alterações significativas nas manobras deste tipo de navios. Para tal, toma-se como referência o estudo elaborado pela Siport21 em 2013 "*Real-time Manoeuvring Simulation for Q-Flex LNG Carriers in the Terminal at the Porto of Sines (Portugal)*" [1]. Assim, será verificada a viabilidade das manobras do navio do projeto, tendo em conta as zonas propostas em combinação com as condições meteorológicas e marítimas, bem como a capacidade de manobra deste tipo de navios.

Em total, foram realizadas- **12 simulações** (6 entradas e 6 saídas) que supõe um total de **8.9 horas líquidas de simulação**.

As condições meteorológicas estudadas foram: ventos **NE, SW** e **NW** de **20** e **25** nós, com **ondas** de **2 m** de altura. É importante ter em conta que o vento analisado se refere à intensidade média, porém inclui rajadas que aumentam essa intensidade pontualmente em até 30%. Considera-se a ocupação máxima para os cais adjacentes. Foram consideradas duas configurações de rebocadores diferentes, em função das condições de vento: 4 unidades com uma força de tração total de 175 t (25 t + 75 t + 50 t + 25 t) para ventos de 20 kn e 4 unidades com uma força de tração total de 230 t (50 t + 75 t + 80 t + 25 t) para ventos de 25 kn.

As manobras foram realizadas no **Simulador de Manobra de Manobras em Tempo Real de Siport21**, desenvolvido por **Kongsberg (Norway)**. Este sistema reproduz o comportamento de um barco específico durante a execução das manobras de entrada ou saída de porto, sujeito à ação dos agentes ambientais (vento, corrente, ondas, profundidade limitada, sucção de margem, etc.) e auxiliado, em seu caso, por rebocadores.

O **Centro de Simulação de Manobras em Tempo Real de Siport21** está certificado por **DNV** sob a certificação **DNV ST-0033** para a execução de estudos técnicos de manobra (**Sea Skill™ Standard for Certification**), bem como **Centro de Formação Marítima**, de acordo com a certificação **DNV ST-0029**, para a formação e treinamento de Pilotos,

Comandantes e Oficiais, tanto num nível básico como em cursos especializados, avançados ou de reciclagem.

O desenvolvimento da análise apoia-se na metodologia descrita nos documentos de **PIANC** (Associação Internacional de Navegação) - **Report 121 "*Harbour Approach Channels. Design Guidelines*"** (2014) e nos documentos de *Puertos del Estado* (Espanha) **ROM 3.1-99: "*Recomendaciones para el Proyecto de Configuración Marítima de los Puertos; Canales de Acceso y Áreas de Flotación*".**

4.2. Conclusões

Da análise das manobras realizadas e da avaliação da dificuldade de execução, é possível extrair as seguintes **conclusões:**

- A futura configuração do Porto de Sines (incluindo o prolongamento do "finger" do TMS, o prolongamento do Molhe Leste e outras ampliações associadas ao Porto de Recreio) não afeta de forma significativa as manobras dos navios metaneiros. A alteração mais relevante consiste no aumento da distância percorrida em marcha atrás entre o ponto de reviro e o posto de acostagem, após a realização do reviro. Como consequência, o tempo de assistência dos rebocadores torna-se superior relativamente à situação atual. Ainda assim, a área disponível para a paragem e reviro do navio mantém-se adequada e suficiente para a execução segura das manobras analisadas.
- A ocupação dos postos de acostagem adjacentes, Terminal TMS, por navios do tipo Suezmax revelou-se compatível com as manobras estudadas do navio Q-Flex.
- O **vento SW** uma influência significativa sobre o navio durante as manobras de entrada, especialmente na fase de navegação em marcha atrás até ao posto de acostagem, após a conclusão do reviro, devido à sua forte componente transversal. Observam-se diferenças significativas entre **20 e 25 nós** de vento médio, sendo o **vento** de 20 nós o que permite um melhor controle do navio, uma vez que geram menor abatimento e reduzem a solicitação imposta aos rebocadores.

- Situação semelhante verifica-se nas manobras de saída sob ventos de NE, uma vez que estas condições dificultam a separação inicial do navio relativamente ao cais e aumentam a deriva transversal durante o trânsito até à saída do porto, antes da viragem para mar aberto, devido à sua forte componente transversal.

- Os ventos provenientes de NW revelam-se menos exigentes do ponto de vista operacional, por se encontrarem aproximadamente alinhados com a direção da atracação e com a zona de navegação até à chegada ao posto de acostagem.

- Para condições de vento médio de 25 nós, a configuração de 4 rebocadores (50 t + 75 t + 80 t + 25 t), com 230 t de força de tração estática (bollard pull), revela-se muito ajustada nos cenários com ventos transversais de NE e SW, nos quais aumenta significativamente o período de utilização contínua dos rebocadores. Nestas condições, recomenda-se o reforço da capacidade de reboque através da incorporação de um rebocador adicional com, pelo menos, 25 t de bollard pull (BP).

- A configuração de rebocadores com **175 t** de força de tração estática total (25 t + 75 t + 50 t + 25 t) constitui o mínimo aceitável para garantir a entrada no terminal de GNL sob condições de vento ≤ 20 nós. No entanto, uma capacidade total de 230 t de bollard pull (50 t + 75 t + 80 t + 25 t) proporciona uma maior margem de segurança para a operação de navios Q-Flex. Esta configuração recomendada implica a substituição de um dos rebocadores de 25 t BP por um rebocador de 80 t BP.

Madrid, maio 2026

Gestor de projeto	Diretor da Área de Manobras e Estudos Náuticos
	
Eng. Lourdes Pecharromán	Eng. Raúl Redondo

Aprovado por:

Diretor-geral



Eng. Aitor Acha

ANEXO 9 – QUALIDADE DOS SEDIMENTOS: BOLETINS DE ANÁLISE DA CAMPANHA EFETUADA NO ÂMBITO DO EIA

Co-funded by
the European Union

LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013050 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Tipo de amostra: Sedimentos
Sample type

Informação adicional: -
Additional information

Recepção: 20/05/2026 *Received at*

Duração da análise: 20/05/2026 a 08/06/2026 *Testing duration*

Emissão do boletim: 08/06/2026 *Report date*

Identificação: Amostra 1
Identification

Amostragem: Responsabilidade do Cliente
Sampling: *Client responsability*

A amostragem encontra-se fora do âmbito da acreditação do LabQui sempre que for da responsabilidade do Cliente. Para estes casos, os resultados que constam neste boletim aplicam-se à amostra conforme rececionada. A informação que consta no tipo de amostra, identificação, tipo de amostragem, data de colheita e observações é da responsabilidade do Cliente.
Sampling is outside the scope of LabQui's accreditation whenever it is the responsibility of the Client. For these cases, the results shown in this analysis report apply to the sample as received.The information contained in the type of sample, identification, type of sampling, date of collection and observations is Client responsibility.

Ensaio *Test* / **Norma** *Method*	**Resultado** *Result*	**Incerteza** *Uncertainty*	**Unidades** *Units*	**VL**
Areia fina [c] *Fine sand [c]* ISO 11277:2009	33,18	-	%	-
Areia grossa [c] *Coarse Sand [c]* ISO 11277:2009	62,29	-	%	-
Argila [c] *Clay [c]* ISO 11277:2009	1,07	-	%	-
Classificação textural [c] *Texture classification [c]* ISO 11277:2009	arenoso	-	-	-
Limo [c] *Limo [c]* ISO 11277:2009	0,36	-	%	-
Elementos grosseiros [c] *% Thick elements [c]* ISO 11277:2009	3,10	-	%	-

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013050 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* / Norma *Method*	Resultado *Result*	Incerteza *Uncertainty*	Unidades *Units*	VL
Densidade [a] *Density [a]*	$2{,}1\times10^{0}$	-	g/cm³	-
NP 83				
Matéria Seca *Dry Matter*	81,4	± 13,0	% (m/m)	-
PO-LABQUI-R/05, Rev.00				
Níquel Total *Total Nickel*	15,4	± 3,7	mg Ni/Kg	30
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Zinco Total *Total Zinc*	43,8	± 6,6	mg Zn/Kg	100
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Mercúrio Total *Total Mercury*	$< 3{,}3x10^{-1}$ (LQ)	-	mg Hg/Kg	0,5
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Chumbo Total *Total Lead*	$< 1{,}7x10^{1}$ (LQ)	-	mg Pb/Kg	50
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Cobre Total *Total Copper*	$< 1{,}7x10^{1}$ (LQ)	-	mg Cu/Kg	35
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Crómio Total *Total Chromium*	$< 1{,}7x10^{1}$ (LQ)	-	mg Cr/Kg	50
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Cádmio Total *Total Cadmium*	$<3{,}3x10^{-1}$ (LQ)	-	mg Cd/Kg	1
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Arsénio Total *Total Arsenic*	$19{,}7x10^{-1}$	$\pm\ 3{,}0\times10^{-1}$	mg As/Kg	20
PO-LABQUI-R/32, Revisão 01				
Acenafteno *Acenaphthene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Acenaftileno *Acenaphthylene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013050 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* / Norma *Method*	Resultado *Result*	Incerteza *Uncertainty*	Unidades *Units*	VL
Antraceno *Anthracene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[a]antraceno *Benzo[a]anthracene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[a]pireno *Benzo[a]pyrene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[b]fluoranteno *Benzo[b]fluoranthene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[ghi]perileno *Benzo[ghi]perylene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[k]fluoranteno *Benzo[k]fluoranthene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Criseno *Chrysene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Dibenzo[a,h]antraceno *Dibenzo(a,h)anthracene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fenantreno *Phenanthrene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fluoranteno *Fluoranthene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fluoreno *Fluorene*	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Hexaclorobenzeno (HCB) *Hexachlorobenzene (HCB)*	< 0,48 (LQ)	-	µg/Kg	0,5
PO-LABQUI-O/69, Rev.01				

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013050 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio / Test — Norma / Method	Resultado / Result	Incerteza / Uncertainty	Unidades / Units	VL
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP) *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	300
Indeno [1,2,3-cd] pireno *Indene [1,2,3-cd] pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
Naftaleno *Naphthalene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 101 *PCB 101* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 118 *PCB 118* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 138 *PCB 138* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 153 *PCB 153* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 180 *PCB 180* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 28 *PCB 28* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 52 *PCB 52* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
Pireno *Pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 25 (LQ)	-	µg/Kg	-
Soma PCBs *Sum PCB's* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	5

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013050 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* **Norma** *Method*	**Resultado** *Result*	**Incerteza** *Uncertainty*	**Unidades** *Units*	**VL**
Carbono Orgânico Total (COT) *Total Organic Carbon (TOC)* PO-LABQUI-O/41, Rev.01	< 10000 (LQ)	-	mg/Kg	-

Notas:
Notes

- Sedimentos – Valores Limite da Portaria nº1450/2007 - Classe 1
O parâmetro Matéria Seca corresponde á determinação da Percentagem de Sólidos, de acordo com a Portaria nº1450/2007.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013050
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion *Confidential*

Observações:
Comments:

O Limite de Quantificação (LQ) do LabQui para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.
The limit of quantification for the sum of parameters performed by LabQui (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.
O resultado do LabQui reportado para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.
The result for the sum of the parameters performed by LabQui (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.
Quando apresentada, a incerteza para um ensaio de soma, incluído no âmbito de acreditação LabQui, corresponde à incerteza da fração com maior incerteza estimada, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty presented for the Sum test, included in the LabQui accreditation scope, corresponds to the uncertainty of the fraction with the highest estimated uncertainty, expanded to approximately 95% of confidence, assuming a normal distribution with k=2.
O resultado LabQui para HTP Fracção (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fracção (C16- C34), HTP Fracção (C10-C16) e HTP Fracção (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.
The LabQui result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.
VMR - Valor Máximo Recomendado *(Maximum Recommended Value)*; VMA - Valor Máximo Admissível *(Maximum Permissible Value)*; VP - Valor Paramétrico *(Parametric Value)*; VLE - Valor Limite de Emissão *(Emission Limit Value)*; VL - Valor Limite *(Limit Value)*; LQ - Limite de Quantificação *(Quantification Limit)*; LS - Limite Superior *(Upper limit)* ; UFC - Unidades Formadoras de Colónias *(Colony Forming Units)*; NMP - Número Mais Provável *(Most Likely Number)*.

(1) Amostragem acreditada
(1) Accredited sampling

(2) Amostragem não acreditada
(2) Non accredited sampling

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.
[a] - Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio contratado incluído no âmbito da acreditação do contratado.
[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[c] - Ensaio contratado não incluído no âmbito da acreditação do contratado.
[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor .

[d] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC nº L0077 (Oeiras).
[d] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation nº L0077.

[e] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC nº L0222 (Sines).
[e] - Test carried out in ISQ accredited laboratory wtih IPAC accreditation nº L0022.

Quando apresentada, a incerteza para os ensaios dentro do âmbito de acreditação corresponde à incerteza analítica, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty for the tests within the accreditation scope corresponds to the analytical uncertainty, expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.
Quando apresentada, a incerteza para o ensaio marcado com [b] corresponde à incerteza analítica do laboratório contratado, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
Quando apresentada, a incerteza para o ensaio marcado com * corresponde à incerteza analítica do laboratório acreditado ISQ (com acreditação IPAC nº L0222), expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty for the test marked with [b] corresponds to the analytical uncertainty of the contracted laboratory, expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.
*When presented, the uncertainty for the test marked with * corresponds to the analytical uncertainty of* an ISQ accredited laboratory (with IPAC accreditation nº L0222), *expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.*

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.
This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013051
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion *Confidential*

Tipo de amostra: Sedimentos
Sample type

Informação adicional: -
Additional information

Recepção: 20/05/2026
Received at

Duração da análise: 20/05/2026 a 08/06/2026
Testing duration

Emissão do boletim: 08/06/2026
Report date

Identificação: Amostra 2
Identification

Amostragem: Responsabilidade do Cliente
Sampling: *Client responsability*

A amostragem encontra-se fora do âmbito da acreditação do LabQui sempre que for da responsabilidade do Cliente. Para estes casos, os resultados que constam neste boletim aplicam-se à amostra conforme rececionada. A informação que consta no tipo de amostra, identificação, tipo de amostragem, data de colheita e observações é da responsabilidade do Cliente.
Sampling is outside the scope of LabQui's accreditation whenever it is the responsibility of the Client. For these cases, the results shown in this analysis report apply to the sample as received.The information contained in the type of sample, identification, type of sampling, date of collection and observations is Client responsibility.

Ensaio *Test* / **Norma** *Method*	**Resultado** *Result*	**Incerteza** *Uncertainty*	**Unidades** *Units*	**VL**
Areia fina [c] *Fine sand [c]* ISO 11277:2009	46,54	-	%	-
Areia grossa [c] *Coarse Sand [c]* ISO 11277:2009	51,65	-	%	-
Argila [c] *Clay [c]* ISO 11277:2009	0,69	-	%	-
Classificação textural [c] *Texture classification [c]* ISO 11277:2009	arenoso	-	-	-
Limo [c] *Limo [c]* ISO 11277:2009	0,90	-	%	-
Elementos grosseiros [c] *% Thick elements [c]* ISO 11277:2009	0,21	-	%	-

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013051 *LabQui Ref.*
Boletim Definitivo *Final Report*
Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* / Norma *Method*	Resultado *Result*	Incerteza *Uncertainty*	Unidades *Units*	VL
Densidade [a] *Density [a]* NP 83	$1{,}8\times10^{0}$	-	g/cm³	-
Matéria Seca *Dry Matter* PO-LABQUI-R/05, Rev.00	66,8	± 10,7	% (m/m)	-
Níquel Total *Total Nickel* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	< 1,0x10¹ (LQ)	-	mg Ni/Kg	30
Zinco Total *Total Zinc* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	45,5	± 6,8	mg Zn/Kg	100
Mercúrio Total *Total Mercury* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	< 3,3x10⁻¹ (LQ)	-	mg Hg/Kg	0,5
Chumbo Total *Total Lead* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	< 1,7x10¹ (LQ)	-	mg Pb/Kg	50
Cobre Total *Total Copper* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	17,9	± 4,3	mg Cu/Kg	35
Crómio Total *Total Chromium* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	29,6	± 5,9	mg Cr/Kg	50
Cádmio Total *Total Cadmium* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	<3,3x10⁻¹ (LQ)	-	mg Cd/Kg	1
Arsénio Total *Total Arsenic* PO-LABQUI-R/32, Revisão 01	$38{,}4\times10^{-1}$	$\pm\ 5{,}8\times10^{-1}$	mg As/Kg	20
Acenafteno *Acenaphthene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
Acenaftileno *Acenaphthylene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013051 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* / Norma *Method*	Resultado *Result*	Incerteza *Uncertainty*	Unidades *Units*	VL
Antraceno *Anthracene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[a]antraceno *Benzo[a]anthracene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[a]pireno *Benzo[a]pyrene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[b]fluoranteno *Benzo[b]fluoranthene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[ghi]perileno *Benzo[ghi]perylene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[k]fluoranteno *Benzo[k]fluoranthene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Criseno *Chrysene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Dibenzo[a,h]antraceno *Dibenzo(a,h)anthracene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fenantreno *Phenanthrene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fluoranteno *Fluoranthene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fluoreno *Fluorene*	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Hexaclorobenzeno (HCB) *Hexachlorobenzene (HCB)*	< 0,48 (LQ)	-	µg/Kg	0,5
PO-LABQUI-O/69, Rev.01				

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013051 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* / Norma *Method*	Resultado *Result*	Incerteza *Uncertainty*	Unidades *Units*	VL
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP) *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	300
Indeno [1,2,3-cd] pireno *Indene [1,2,3-cd] pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
Naftaleno *Naphthalene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 101 *PCB 101* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 118 *PCB 118* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 138 *PCB 138* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 153 *PCB 153* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 180 *PCB 180* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 28 *PCB 28* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 52 *PCB 52* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
Pireno *Pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 23 (LQ)	-	µg/Kg	-
Soma PCBs *Sum PCB's* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	5

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013051
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion *Confidential*

Ensaio ***Test*** **Norma** ***Method***	**Resultado** ***Result***	**Incerteza** ***Uncertainty***	**Unidades** ***Units***	**VL**
Carbono Orgânico Total (COT) *Total Organic Carbon (TOC)* PO-LABQUI-O/41, Rev.01	< 10000 (LQ)	-	mg/Kg	-

Notas:
Notes

- Sedimentos – Valores Limite da Portaria nº1450/2007 - Classe 1
O parâmetro Matéria Seca corresponde á determinação da Percentagem de Sólidos, de acordo com a Portaria nº1450/2007.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013051
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion *Confidential*

Observações:
Comments:

O Limite de Quantificação (LQ) do LabQui para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.
The limit of quantification for the sum of parameters performed by LabQui (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.
O resultado do LabQui reportado para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.
The result for the sum of the parameters performed by LabQui (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.
Quando apresentada, a incerteza para um ensaio de soma, incluído no âmbito de acreditação LabQui, corresponde à incerteza da fração com maior incerteza estimada, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty presented for the Sum test, included in the LabQui accreditation scope, corresponds to the uncertainty of the fraction with the highest estimated uncertainty, expanded to approximately 95% of confidence, assuming a normal distribution with k=2.
O resultado LabQui para HTP Fracção (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fracção (C16- C34), HTP Fracção (C10-C16) e HTP Fracção (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.
The LabQui result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.
VMR - Valor Máximo Recomendado *(Maximum Recommended Value)*; VMA - Valor Máximo Admissível *(Maximum Permissible Value)*; VP - Valor Paramétrico *(Parametric Value)*; VLE - Valor Limite de Emissão *(Emission Limit Value)*; VL - Valor Limite *(Limit Value)*; LQ - Limite de Quantificação *(Quantification Limit)*; LS - Limite Superior *(Upper limit)* ; UFC - Unidades Formadoras de Colónias *(Colony Forming Units)*; NMP - Número Mais Provável *(Most Likely Number)*.

(1) Amostragem acreditada
(1) Accredited sampling

(2) Amostragem não acreditada
(2) Non accredited sampling

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.
[a] - Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio contratado incluído no âmbito da acreditação do contratado.
[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[c] - Ensaio contratado não incluído no âmbito da acreditação do contratado.
[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor .

[d] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC nº L0077 (Oeiras).
[d] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation nº L0077.

[e] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC nº L0222 (Sines).
[e] - Test carried out in ISQ accredited laboratory wtih IPAC accreditation nº L0022.

Quando apresentada, a incerteza para os ensaios dentro do âmbito de acreditação corresponde à incerteza analítica, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty for the tests within the accreditation scope corresponds to the analytical uncertainty, expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.
Quando apresentada, a incerteza para o ensaio marcado com [b] corresponde à incerteza analítica do laboratório contratado, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
Quando apresentada, a incerteza para o ensaio marcado com * corresponde à incerteza analítica do laboratório acreditado ISQ (com acreditação IPAC nº L0222), expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty for the test marked with [b] corresponds to the analytical uncertainty of the contracted laboratory, expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.
*When presented, the uncertainty for the test marked with * corresponds to the analytical uncertainty of* an ISQ accredited laboratory (with IPAC accreditation nº L0222), *expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.*

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.
This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013052 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Tipo de amostra: Sedimentos
Sample type

Informação adicional: -
Additional information

Recepção: 20/05/2026 *Received at*

Duração da análise: 20/05/2026 a 08/06/2026 *Testing duration*

Emissão do boletim: 08/06/2026 *Report date*

Identificação: Amostra 3
Identification

Amostragem: Responsabilidade do Cliente
Sampling: *Client responsability*

A amostragem encontra-se fora do âmbito da acreditação do LabQui sempre que for da responsabilidade do Cliente. Para estes casos, os resultados que constam neste boletim aplicam-se à amostra conforme rececionada. A informação que consta no tipo de amostra, identificação, tipo de amostragem, data de colheita e observações é da responsabilidade do Cliente.
Sampling is outside the scope of LabQui's accreditation whenever it is the responsibility of the Client. For these cases, the results shown in this analysis report apply to the sample as received.The information contained in the type of sample, identification, type of sampling, date of collection and observations is Client responsibility.

Ensaio *Test* / **Norma** *Method*	**Resultado** *Result*	**Incerteza** *Uncertainty*	**Unidades** *Units*	**VL**
Areia fina [c] *Fine sand [c]* ISO 11277:2009	48,60	-	%	-
Areia grossa [c] *Coarse Sand [c]* ISO 11277:2009	45,75	-	%	-
Argila [c] *Clay [c]* ISO 11277:2009	1,69	-	%	-
Classificação textural [c] *Texture classification [c]* ISO 11277:2009	arenoso	-	-	-
Limo [c] *Limo [c]* ISO 11277:2009	3,48	-	%	-
Elementos grosseiros [c] *% Thick elements [c]* ISO 11277:2009	0,47	-	%	-

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013052 *LabQui Ref.*
Boletim Definitivo *Final Report*
Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* **Norma** *Method*	**Resultado** *Result*	**Incerteza** *Uncertainty*	**Unidades** *Units*	**VL**
Densidade [a] *Density [a]* NP 83	$1,6\times10^{0}$	-	g/cm³	-
Matéria Seca *Dry Matter* PO-LABQUI-R/05, Rev.00	54,5	± 8,7	% (m/m)	-
Níquel Total *Total Nickel* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	20,2	± 4,9	mg Ni/Kg	30
Zinco Total *Total Zinc* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	45,0	± 6,7	mg Zn/Kg	100
Mercúrio Total *Total Mercury* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	$< 3,3x10^{-1}$ (LQ)	-	mg Hg/Kg	0,5
Chumbo Total *Total Lead* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	$< 1,7x10^{1}$ (LQ)	-	mg Pb/Kg	50
Cobre Total *Total Copper* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	$< 1,7x10^{1}$ (LQ)	-	mg Cu/Kg	35
Crómio Total *Total Chromium* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	23,0	± 4,6	mg Cr/Kg	50
Cádmio Total *Total Cadmium* EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007	$<3,3x10^{-1}$ (LQ)	-	mg Cd/Kg	1
Arsénio Total *Total Arsenic* PO-LABQUI-R/32, Revisão 01	$43,8x10^{-1}$	$\pm 6,6\times10^{-1}$	mg As/Kg	20
Acenafteno *Acenaphthene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
Acenaftileno *Acenaphthylene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013052 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* / Norma *Method*	Resultado *Result*	Incerteza *Uncertainty*	Unidades *Units*	VL
Antraceno *Anthracene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[a]antraceno *Benzo[a]anthracene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[a]pireno *Benzo[a]pyrene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[b]fluoranteno *Benzo[b]fluoranthene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[ghi]perileno *Benzo[ghi]perylene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Benzo[k]fluoranteno *Benzo[k]fluoranthene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Criseno *Chrysene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Dibenzo[a,h]antraceno *Dibenzo(a,h)anthracene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fenantreno *Phenanthrene*	$4{,}5 \times 10^{1}$	$\pm 1{,}5 \times 10^{1}$	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fluoranteno *Fluoranthene*	$4{,}7 \times 10^{1}$	$\pm 1{,}6 \times 10^{1}$	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Fluoreno *Fluorene*	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Hexaclorobenzeno (HCB) *Hexachlorobenzene (HCB)*	< 0,47 (LQ)	-	µg/Kg	0,5
PO-LABQUI-O/69, Rev.01				

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013052 *LabQui Ref.*
Boletim Definitivo *Final Report*
Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio / Test / Norma / Method	Resultado / Result	Incerteza / Uncertainty	Unidades / Units	VL
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP) *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	13,3x10[1]	± 4,8×10[1]	µg/Kg	300
Indeno [1,2,3-cd] pireno *Indene [1,2,3-cd] pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
Naftaleno *Naphthalene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 24 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 101 *PCB 101* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,3 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 118 *PCB 118* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,3 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 138 *PCB 138* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,3 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 153 *PCB 153* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,3 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 180 *PCB 180* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,3 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 28 *PCB 28* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,3 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 52 *PCB 52* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,3 (LQ)	-	µg/Kg	-
Pireno *Pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	4,1x10[1]	± 1,4×10[1]	µg/Kg	-
Soma PCBs *Sum PCB's* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,3 (LQ)	-	µg/Kg	5

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013052
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion *Confidential*

Ensaio ***Test*** **Norma** ***Method***	**Resultado** ***Result***	**Incerteza** ***Uncertainty***	**Unidades** ***Units***	**VL**
Carbono Orgânico Total (COT) *Total Organic Carbon (TOC)* PO-LABQUI-O/41, Rev.01	$4,0x10^{4}$	$\pm 1,2\times10^{4}$	mg/Kg	-

Notas:
Notes

- Sedimentos – Valores Limite da Portaria nº1450/2007 - Classe 1
O parâmetro Matéria Seca corresponde á determinação da Percentagem de Sólidos, de acordo com a Portaria nº1450/2007.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013052
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion *Confidential*

Observações:
Comments:

O Limite de Quantificação (LQ) do LabQui para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.
The limit of quantification for the sum of parameters performed by LabQui (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.
O resultado do LabQui reportado para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.
The result for the sum of the parameters performed by LabQui (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.
Quando apresentada, a incerteza para um ensaio de soma, incluído no âmbito de acreditação LabQui, corresponde à incerteza da fração com maior incerteza estimada, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty presented for the Sum test, included in the LabQui accreditation scope, corresponds to the uncertainty of the fraction with the highest estimated uncertainty, expanded to approximately 95% of confidence, assuming a normal distribution with k=2.
O resultado LabQui para HTP Fracção (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fracção (C16- C34), HTP Fracção (C10-C16) e HTP Fracção (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.
The LabQui result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.
VMR - Valor Máximo Recomendado *(Maximum Recommended Value)*; VMA - Valor Máximo Admissível *(Maximum Permissible Value)*; VP - Valor Paramétrico *(Parametric Value)*; VLE - Valor Limite de Emissão *(Emission Limit Value)*; VL - Valor Limite *(Limit Value)*; LQ - Limite de Quantificação *(Quantification Limit)*; LS - Limite Superior *(Upper limit)* ; UFC - Unidades Formadoras de Colónias *(Colony Forming Units)*; NMP - Número Mais Provável *(Most Likely Number)*.

(1) Amostragem acreditada
(1) Accredited sampling

(2) Amostragem não acreditada
(2) Non accredited sampling

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.
[a] - Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio contratado incluído no âmbito da acreditação do contratado.
[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[c] - Ensaio contratado não incluído no âmbito da acreditação do contratado.
[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor .

[d] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC nº L0077 (Oeiras).
[d] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation nº L0077.

[e] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC nº L0222 (Sines).
[e] - Test carried out in ISQ accredited laboratory wtih IPAC accreditation nº L0022.

Quando apresentada, a incerteza para os ensaios dentro do âmbito de acreditação corresponde à incerteza analítica, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty for the tests within the accreditation scope corresponds to the analytical uncertainty, expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.
Quando apresentada, a incerteza para o ensaio marcado com [b] corresponde à incerteza analítica do laboratório contratado, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
Quando apresentada, a incerteza para o ensaio marcado com * corresponde à incerteza analítica do laboratório acreditado ISQ (com acreditação IPAC nº L0222), expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty for the test marked with [b] corresponds to the analytical uncertainty of the contracted laboratory, expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.
*When presented, the uncertainty for the test marked with * corresponds to the analytical uncertainty of* an ISQ accredited laboratory (with IPAC accreditation nº L0222), *expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.*

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.
This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

LabQui
Laboratório de Química e Ambiente
Acreditação IPAC n.º L0077-1 com endereço em Oeiras
Accreditation IPAC n.º L0077-1 at Oeiras

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013053
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion *Confidential*

Tipo de amostra: Sedimentos
Sample type

Informação adicional: -
Additional information

Recepção: 20/05/2026
Received at

Duração da análise: 20/05/2026 a 08/06/2026
Testing duration

Emissão do boletim: 08/06/2026
Report date

Identificação: Amostra 4
Identification

Amostragem: Responsabilidade do Cliente
Sampling: *Client responsability*

A amostragem encontra-se fora do âmbito da acreditação do LabQui sempre que for da responsabilidade do Cliente. Para estes casos, os resultados que constam neste boletim aplicam-se à amostra conforme rececionada. A informação que consta no tipo de amostra, identificação, tipo de amostragem, data de colheita e observações é da responsabilidade do Cliente.
Sampling is outside the scope of LabQui's accreditation whenever it is the responsibility of the Client. For these cases, the results shown in this analysis report apply to the sample as received.The information contained in the type of sample, identification, type of sampling, date of collection and observations is Client responsibility.

Ensaio *Test* / **Norma** *Method*	**Resultado** *Result*	**Incerteza** *Uncertainty*	**Unidades** *Units*	**VL**
Areia fina [c] *Fine sand [c]* ISO 11277:2009	46,20	-	%	-
Areia grossa [c] *Coarse Sand [c]* ISO 11277:2009	51,68	-	%	-
Argila [c] *Clay [c]* ISO 11277:2009	1,37	-	%	-
Classificação textural [c] *Texture classification [c]* ISO 11277:2009	arenoso	-	-	-
Limo [c] *Limo [c]* ISO 11277:2009	0,54	-	%	-
Elementos grosseiros [c] *% Thick elements [c]* ISO 11277:2009	0,21	-	%	-

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013053 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* / Norma *Method*	Resultado *Result*	Incerteza *Uncertainty*	Unidades *Units*	VL
Densidade [a] *Density [a]*	1,7×10^{0}	-	g/cm³	-
NP 83				
Matéria Seca *Dry Matter*	73,3	± 11,7	% (m/m)	-
PO-LABQUI-R/05, Rev.00				
Níquel Total *Total Nickel*	14,2	± 3,4	mg Ni/Kg	30
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Zinco Total *Total Zinc*	< 1,7x10¹ (LQ)	-	mg Zn/Kg	100
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Mercúrio Total *Total Mercury*	< 3,3x10⁻¹ (LQ)	-	mg Hg/Kg	0,5
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Chumbo Total *Total Lead*	< 1,7x10¹ (LQ)	-	mg Pb/Kg	50
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Cobre Total *Total Copper*	< 1,7x10¹ (LQ)	-	mg Cu/Kg	35
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Crómio Total *Total Chromium*	31,9	± 6,4	mg Cr/Kg	50
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Cádmio Total *Total Cadmium*	<3,3x10⁻¹ (LQ)	-	mg Cd/Kg	1
EN 13346 (Método A):2000 e ISO 11885:2007				
Arsénio Total *Total Arsenic*	40,3x10^{-1}	± 6,0×10^{-1}	mg As/Kg	20
PO-LABQUI-R/32, Revisão 01				
Acenafteno *Acenaphthene*	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				
Acenaftileno *Acenaphthylene*	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
PO-LABQUI-O/61, Rev.01				

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013053 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio *Test* / Norma *Method*	Resultado *Result*	Incerteza *Uncertainty*	Unidades *Units*	VL
Antraceno *Anthracene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Benzo[a]antraceno *Benzo[a]anthracene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Benzo[a]pireno *Benzo[a]pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Benzo[b]fluoranteno *Benzo[b]fluoranthene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Benzo[ghi]perileno *Benzo[ghi]perylene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Benzo[k]fluoranteno *Benzo[k]fluoranthene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Criseno *Chrysene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Dibenzo[a,h]antraceno *Dibenzo(a,h)anthracene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Fenantreno *Phenanthrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Fluoranteno *Fluoranthene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Fluoreno *Fluorene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Hexaclorobenzeno (HCB) *Hexachlorobenzene (HCB)* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 0,48 (LQ)	-	µg/Kg	0,5

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013053 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Ensaio / Test — Norma / Method	Resultado / Result	Incerteza / Uncertainty	Unidades / Units	VL
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP) *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	300
Indeno [1,2,3-cd] pireno *Indene [1,2,3-cd] pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Naftaleno *Naphthalene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 101 *PCB 101* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 118 *PCB 118* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 138 *PCB 138* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 153 *PCB 153* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 180 *PCB 180* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 28 *PCB 28* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
PCB 52 *PCB 52* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	-
Pireno *Pyrene* PO-LABQUI-O/61, Rev.01	< 22 (LQ)	-	µg/Kg	-
Soma PCBs *Sum PCB's* PO-LABQUI-O/69, Rev.01	< 2,4 (LQ)	-	µg/Kg	5

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013053
LabQui Ref.

Boletim Definitivo
Final Report

Divulgação: Confidencial
Diffusion *Confidential*

Ensaio ***Test*** **Norma** ***Method***	**Resultado** ***Result***	**Incerteza** ***Uncertainty***	**Unidades** ***Units***	**VL**
Carbono Orgânico Total (COT) *Total Organic Carbon (TOC)* PO-LABQUI-O/41, Rev.01	$11{,}0x10^3$	$\pm\ 3{,}3\times10^3$	mg/Kg	-

Notas:
Notes

- Sedimentos – Valores Limite da Portaria nº1450/2007 - Classe 1
O parâmetro Matéria Seca corresponde á determinação da Percentagem de Sólidos, de acordo com a Portaria nº1450/2007.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral

Boletim de Análise
Analysis Report

NEMUS-GESTÃO E REQUALIFICAÇÃO AMBIENTAL LDA.

ESTRADA DO PAÇO DO LUMIAR CAMPUS DO INETI EDIFICIO R, 1649-038, LISBOA

Ref. LabQui: 26013053 *LabQui Ref.*

Boletim Definitivo *Final Report*

Divulgação: Confidencial *Diffusion* *Confidential*

Observações:
Comments:

O Limite de Quantificação (LQ) do LabQui para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados.
The limit of quantification for the sum of parameters performed by LabQui (if applicable) corresponds to the highest individual LOQ presented.
O resultado do LabQui reportado para a soma de parâmetros (aplicáveis), corresponde ao somatório dos valores quantificáveis apresentados.
The result for the sum of the parameters performed by LabQui (if applicable) is the sum of individual quantifiable values shown.
Quando apresentada, a incerteza para um ensaio de soma, incluído no âmbito de acreditação LabQui, corresponde à incerteza da fração com maior incerteza estimada, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty presented for the Sum test, included in the LabQui accreditation scope, corresponds to the uncertainty of the fraction with the highest estimated uncertainty, expanded to approximately 95% of confidence, assuming a normal distribution with k=2.
O resultado LabQui para HTP Fracção (C10-C50) corresponde à soma dos valores quantificáveis apresentados para as cadeias: HTP Fracção (C16- C34), HTP Fracção (C10-C16) e HTP Fracção (C34-C50) ou ao LQ mais elevado dos resultados individuais apresentados para as cadeias mencionadas.
The LabQui result for TPH fraction (C10-C50) is the sum of quantifiable results of the fractions: TPH fraction (C16-C34), TPH fraction (C10-C16), and TPH fraction (C34-C50), or the highest limit of quantification presented for these chains, if not achieved quantifiable results.
VMR - Valor Máximo Recomendado *(Maximum Recommended Value)*; VMA - Valor Máximo Admissível *(Maximum Permissible Value)*; VP - Valor Paramétrico *(Parametric Value)*; VLE - Valor Limite de Emissão *(Emission Limit Value)*; VL - Valor Limite *(Limit Value)*; LQ - Limite de Quantificação *(Quantification Limit)*; LS - Limite Superior *(Upper limit)* ; UFC - Unidades Formadoras de Colónias *(Colony Forming Units)*; NMP - Número Mais Provável *(Most Likely Number)*.

(1) Amostragem acreditada
(1) Accredited sampling

(2) Amostragem não acreditada
(2) Non accredited sampling

[a] - Ensaio não incluído no âmbito da acreditação.
[a] - Test not included in the scope of accreditation.

[b] - Ensaio contratado incluído no âmbito da acreditação do contratado.
[b] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor.

[c] - Ensaio contratado não incluído no âmbito da acreditação do contratado.
[c] - Subcontracted test included in the scope of accreditation of the subcontractor .

[d] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC nº L0077 (Oeiras).
[d] - Test carried out in ISQ accredited laboratory with IPAC accreditation nº L0077.

[e] - Ensaio realizado em Laboratório acreditado ISQ com acreditação IPAC nº L0222 (Sines).
[e] - Test carried out in ISQ accredited laboratory wtih IPAC accreditation nº L0022.

Quando apresentada, a incerteza para os ensaios dentro do âmbito de acreditação corresponde à incerteza analítica, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty for the tests within the accreditation scope corresponds to the analytical uncertainty, expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.
Quando apresentada, a incerteza para o ensaio marcado com [b] corresponde à incerteza analítica do laboratório contratado, expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
Quando apresentada, a incerteza para o ensaio marcado com * corresponde à incerteza analítica do laboratório acreditado ISQ (com acreditação IPAC nº L0222), expandida para aproximadamente 95% de confiança, admitindo uma distribuição normal com k=2.
When presented, the uncertainty for the test marked with [b] corresponds to the analytical uncertainty of the contracted laboratory, expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.
*When presented, the uncertainty for the test marked with * corresponds to the analytical uncertainty of* an ISQ accredited laboratory (with IPAC accreditation nº L0222), *expanded to approximately 95% confidence, assuming a normal distribution with k=2.*

Este boletim não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ. Os resultados deste boletim referem-se apenas aos produtos submetidos a ensaio, não constituindo aprovação ou reprovação dos produtos ensaiados.
This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of ISQ. The results contained in this report relate only to the samples submitted to test, it doesn't approve or disapprove the samples tested.

Responsável pela emissão de resultados
Responsible for issuing results

Andreia Cabral