



Financiado pela
União Europeia
NextGenerationEU

Ação PRR RP-C21-i07/2.02

*Estudos técnicos para potencial energético
offshore*

Projeto PRR EOLOS.Mar

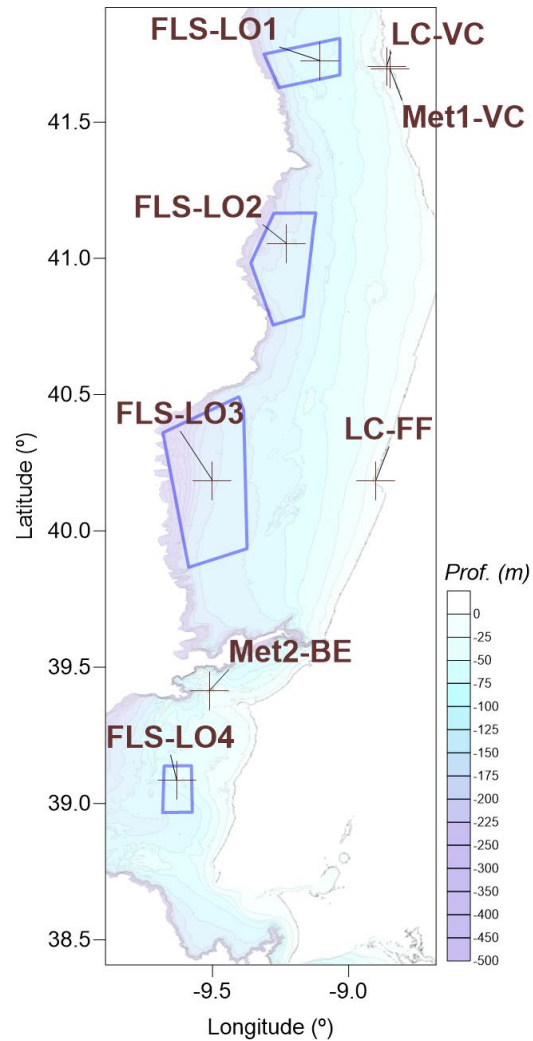
Apresentação pública dos resultados

SEEn, Edifício d'O Século

29 de Julho 2026


EOLOS MAR





FLS - Floating LiDAR System

LC - LiDAR costeiro

VC - Viana do Castelo

FF - Figueira da Foz

MET - Mastro meteorológico

BE - Ilha da Berlenga

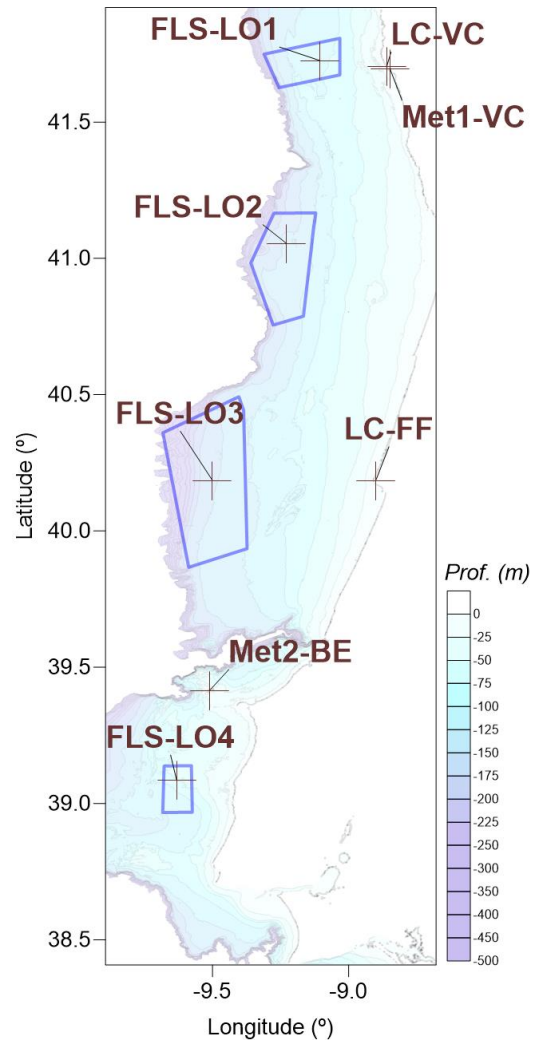
Objetivo:

- Caracterização dos recursos energéticos renováveis (eólico, ondas e correntes) em 4 zonas do **PAER - Plano de Afetação para Energias Renováveis Offshore** (versão submetida a consulta pública) cobrindo 2000 km² da costa continental portuguesa durante um período de 12 meses.

Abordagem:

- Instalação de quatro sistemas LiDAR flutuantes: *FLS - floating LiDAR System* - um por zona em monitorização ao largo de Viana, Leixões, Figueira e Ericeira totalizando uma área de 2452 km²;
- Instalação de sistemas LiDAR e de anemometria convencional em zonas costeiras para correlação dos dados *offshore* e sua extrapolação temporal.

Localização e dados gerais



FLS - Floating LiDAR System

LC - LiDAR costeiro

VC - Viana do Castelo

FF - Figueira da Foz

MET - Mastro meteorológico

BE - Ilha da Berlenga

Sistema de medição	Início operação	Nº de parâmetros em monitorização
FLS - LO1	Junho 2025	47
FLS - LO2		
FLS - LO3		
FLS - LO4		
LC-VC	Fevereiro 2026	22
LC-FF		
Met1-VC	Abril 2026	8
Met2-BE		5



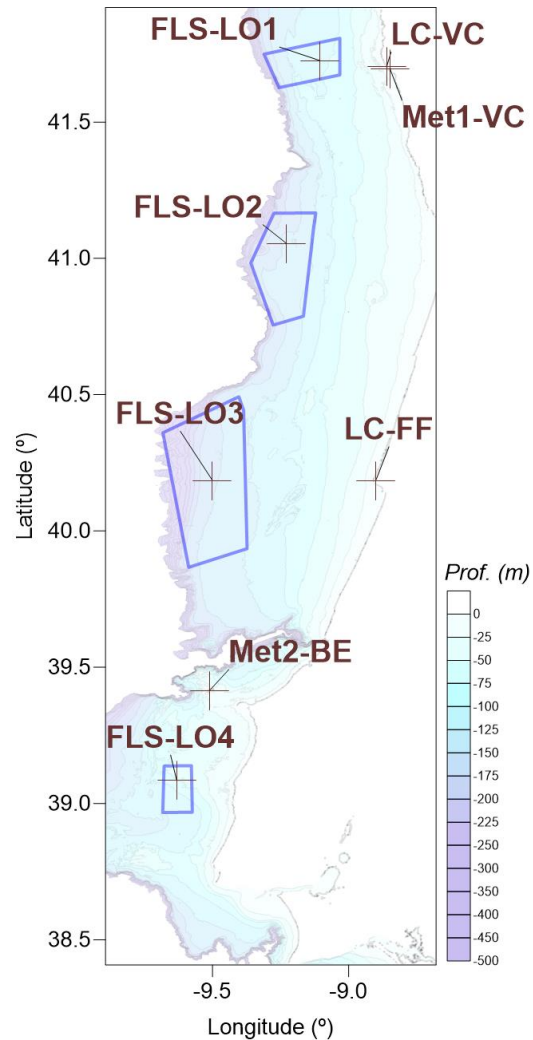
FLS



LC



Mastros



FLS - Floating LiDAR System

LC - LiDAR costeiro

VC - Viana do Castelo

FF - Figueira da Foz

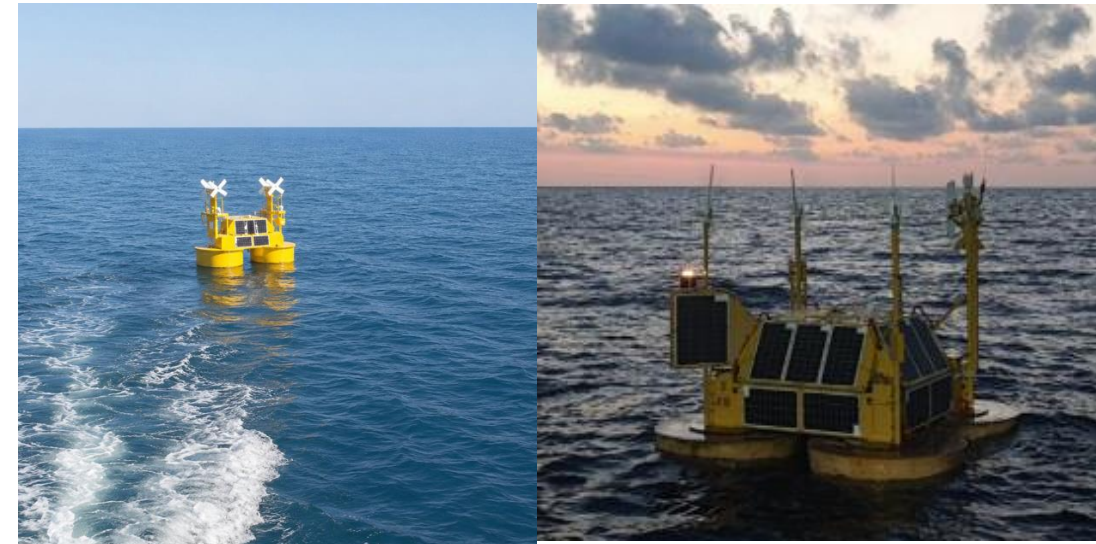
MET - Mastro meteorológico

BE - Ilha da Berlenga

- O desenho das campanhas experimentais e a configuração dos equipamentos seguiu as boas práticas do setor eólico e as normas internacionais aplicáveis, nomeadamente da série **IEC 61400**:
 - As **grandezas em monitorização**, em particular as relacionadas com a avaliação do recurso eólico, **incluem o valor médio, máximo, mínimo e o desvio padrão**, calculados com base em **períodos de 10 minutos**.
- Os **dados dos sistemas FLS são enviados diariamente** com resolução de 10 minutos, permitindo a monitorização do funcionamento dos sensores em operação em tempo real.
- Os sistemas recolhem dados com taxas de amostragem elevadas (e.g., 1 Hz), contudo esses ficam apenas disponíveis localmente → e **são essenciais para i) colmatar eventuais falhas nos dados enviados diariamente e ii) para a validação dos dados das campanhas experimentais**, processo que se encontra, atualmente, em curso.

- Em cada sistema LiDAR flutuante foram monitorizados 47 parâmetros (1/2)

Variable	Meas. System	Definition	Units
LIDAR_WdSpdHor_Avg_ *m	LiDAR	Lidar average horizontal wind speed at *m	m/s
LIDAR_WdSpdHor_Std_ *m		Lidar standard deviation horizontal windspeed at *m	m/s
LIDAR_WdSpdHor_Max_ *m		Lidar maximum horizontal wind speed at *m	m/s
LIDAR_WdSpdHor_Min_ *m		Lidar minimum horizontal wind speed at *m	m/s
LIDAR_WdDir_Avg_ *m		Lidar average wind direction at *m	Degree
LIDAR_WdSpdVer_Avg_ *m		Lidar vertical wind speed at *m	m/s
LIDAR_InfoFlag_ *m		Lidar Info Flag at *m	-
LIDAR_StatFlag_ *m		Lidar Status Flag at *m	-
LIDAR_Packets_ *m		Lidar Packets at *m	-
LIDAR_TurbInt_Avg_ *m		Lidar turbulence intensity at *m	-
CALC_WdInflowAngle_Avg_ *m		Wind shear exponent	-
CALC_WdVeer_Avg		Wind veer	Degree/m
CALC_WdShearExp_Avg		Wind inflow angle at *m	Degree
MET_WdSpdHorSurf_Min	Met. Station	Met wind speed minimum	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Avg		Met wind speed average	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Max		Met wind speed maximum	m/s
MET_WdSpdHorSurf_3sMax		Met wind gust 3 sec	m/s
MET_WdDirSurf_Avg		Met wind direction average	Degree
MET_WdDirSurf_3sMax		Met wind gust 3 sec direction	Degree
MET_AirTemp_Avg		Met air temperature average	Celsius
MET_RelHum_Avg		Met relative air humidity	%
MET_AtmPress_Avg		Met air pressure	hPa
MET_RainAcc_Avg		Met rain accumulatio	mm/10min.
MET_SolarIrr_Avg		Solar irradiance	W/m2



Estações FLS-E02 de Viana do Castelo (esquerda)
e FLS-E10 de Leixões (direita)

* 11 alturas de medição acima do nível médio do mar entre os 12 m e 250 m.

- Em cada sistema LiDAR flutuante foram monitorizados 47 parâmetros (2/2)

Variable	Meas. System	Definition	Units
WAVE_Havg	Wave	Average wave height, zero crossing	m
WAVE_Tz		Ave. spectral period. Calculated from spectral moments m0 and m2	s
WAVE_Hmax		Maximum wave height, zero crossing	m
WAVE_Hs		Significant wave height, zero crossing	m
WAVE_Ts		Significant wave period, zero crossing	s
WAVE_Tp		Peak period, spectral	s
WAVE_H10		Average height highest 1/10 waves, zerocrossing	m
WAVE_T10		Average period highest 1/10 waves, zerocrossing	s
WAVE_Tavg		Average wave period, zero crossing	s
WAVE_Hm0		Significant wave height, spectral	m
WAVE_Tc		Crest period	s
WAVE_WaveDirAvg		Average Wave Direction	Degree
WAVE_WaveDirAvgSpr		Significant directional spread, spectral	Degree
WAVE_WaveDirPeak		Peak wave direction, spectral	Degree
AHRS_Roll_Max		Maximum roll	Degree
AHRS_Roll_Min		Minimum roll	Degree
AHRS_Pitch_Max		Maximum pitch	Degree
AHRS_Pitch_Min		Minimum pitch	Degree
ADCP_WtrPress_Avg	Current sensor	Surface water pressure	dbar
ADCP_WtrTemp_Avg		Surface water temperature	Celsius
ADCP_WtrCurrSpd_Avg_*m		Current speed at depth * m	m/s
ADCP_WtrCurrDir_Avg_*m		Current direction at depth * m	Degree
ADCP_WtrLevel_Avg		Altimeter Water level. Distance between seabed and surface	m

* **48 profundidades monitorizadas** referenciadas ao nível médio do mar (MSL), variando de acordo com a profundidade de cada local.



Estações FLS-E15 de Figueira da Foz (esquerda)
e FLS-E42 da Ericeira (direita)

- Em cada sistema LiDAR Costeiro são monitorizados 22 parâmetros (1/2)

Variable	Meas. System	Definition	Units
timestamp		System timestamp (UTC + 0)	dd/mm/yyyy hh:MM
LIDAR_WdSpdHor_Avg_*m	LiDAR	Lidar average horizontal wind speed at *m	m/s
LIDAR_WdSpdHor_Std_*m		Lidar standard deviation horizontal windspeed at *m	m/s
LIDAR_WdSpdHor_Max_*m		Lidar maximum horizontal wind speed at *m	m/s
LIDAR_WdSpdHor_Min_*m		Lidar minimum horizontal wind speed at *m	m/s
LIDAR_WdDir_Avg_*m		Lidar average wind direction at *m	Degree
LIDAR_WdSpdVer_Avg_*m		Lidar vertical wind speed at *m	m/s
LIDAR_InfoFlag_*m		Lidar Info Flag at *m	-
LIDAR_StatFlag_*m		Lidar Status Flag at *m	-
LIDAR_Packets_*m		Lidar Packets at *m	-
LIDAR_TurbInt_Avg_*m		Lidar turbulence intensity at *m	-
CALC_WdInflowAngle_Avg_*m		Wind shear exponent	-
CALC_WdVeer_Avg		Wind veer	Degree/m
CALC_WdShearExp_Avg		Wind inflow angle at *m	Degree

* **11 alturas de medição** acima do solo entre os 12 m e 250 m.

Estação LC1, Viana do Castelo: instalada em local cedido pela empresa “Águas do Norte”, Grupo Águas de Portugal
Estação LC2 - Figueira da Foz: Centro de Investigação de Correntes Marítimas, Movimento de Areias e Alterações Climáticas



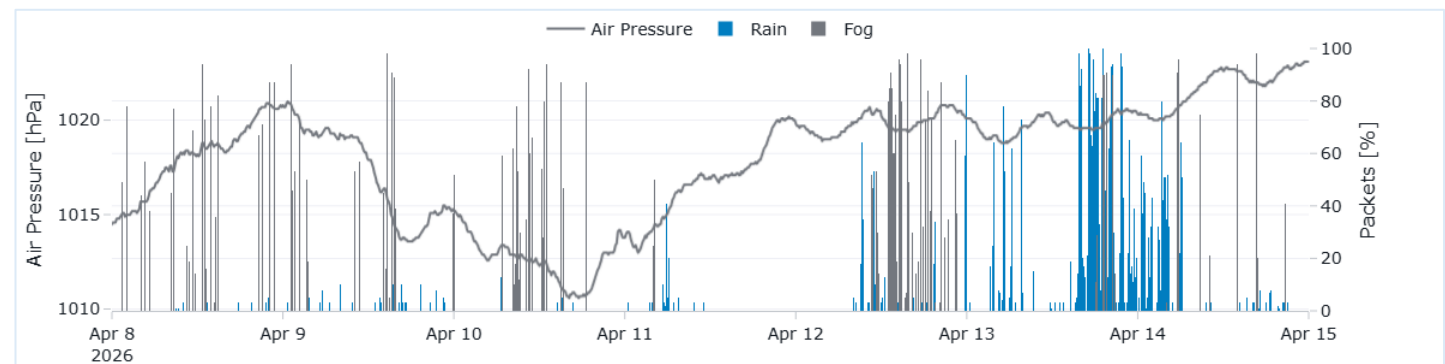
Estação LC1 - Viana Castelo



Estação LC2 - Figueira da Foz

- Em cada sistema LiDAR Costeiro são monitorizados 22 parâmetros (2/2)

Variable	Meas. System	Definition	Units
MET_WdSpdHorSurf_Min	Met. Station	Met wind speed minimum	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Avg		Met wind speed average	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Max		Met wind speed maximum	m/s
MET_WdSpdHorSurf_3sMax		Met wind gust 3 sec	m/s
MET_WdDirSurf_Avg		Met wind direction average	Degree
MET_WdDirSurf_3sMax		Met wind gust 3 sec direction	Degree
MET_AirTemp_Avg		Met air temperature average	Celsius
MET_RelHum_Avg		Met relative air humidity	%
MET_AtmPress_Avg		Met air pressure	hPa



Série temporal com representação da pressão atmosférica, nível de precipitação e nevoeiro.

- No mastro meteorológico de Viana do Castelo (MET1) são monitorizados 8 parâmetros.

Variable	Meas. System	Definition	Units
MET_WdSpdHorSurf_Min_ *m	Met. Station	Met wind speed minimum at *m	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Avg_ *m		Met wind speed average at *m	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Max_ *m		Met wind speed maximum at *m	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Std_ *m		Met wind Standard Deviation at *m	m/s
MET_WdDirSurf_Avg_ *m		Met wind direction average at *m	Degree
MET_AirTemp_Avg_ *m		Met air temperature average at *m	Celsius
MET_RelHum_Avg_ *m		Met relative air humidity at *m	%
MET_AtmPress_Avg		Met air pressure	hPa

- Dados recolhidos para diferentes alturas acima do solo:
 - velocidade do vento: 3 alturas – 40.5, 80 e 101.5 m.
 - direção do vento: 2 alturas – 40.5 e 98.5 m.
 - temperatura e humidade do ar: 2 alturas - 14 e 98 m.
 - pressão atmosférica: 1 altura – 11.5 m.
- Devido às condições atmosféricas adversas no inverno 2025/26 e ao subsequente estado dos terrenos, a campanha experimental teve início somente no dia 1 de abril de 2026.

Estações Anemometria Convencional



Viana do Castelo (MET1)

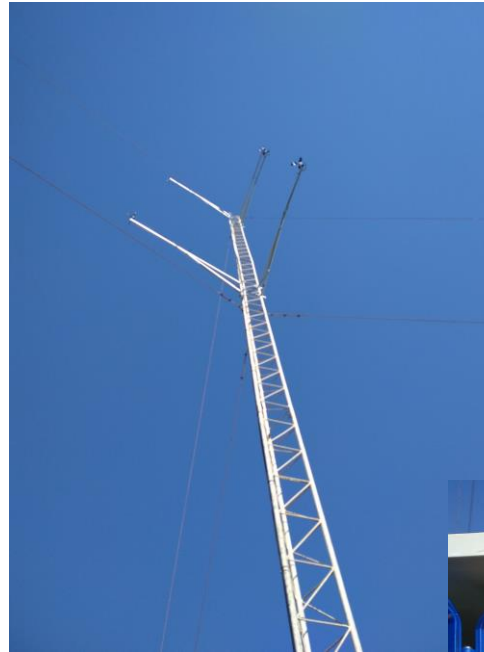
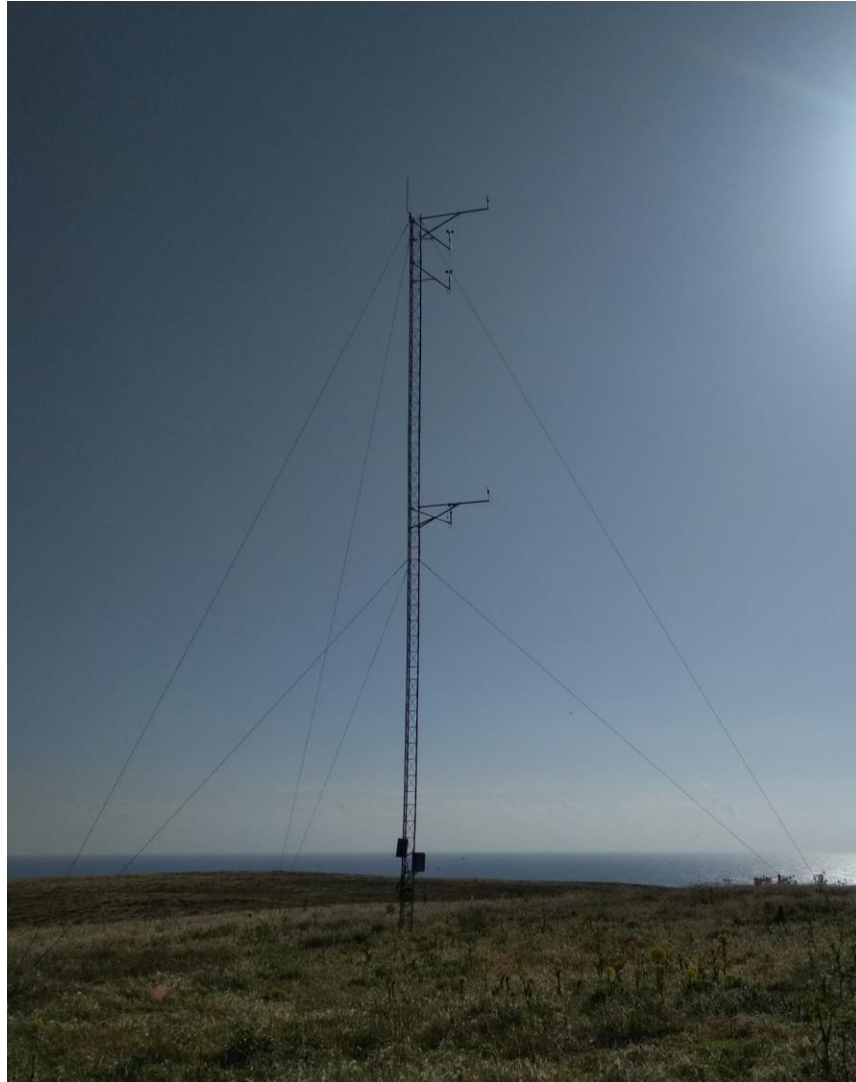
Campus da praia do Norte - Instituto Politécnico de Viana do Castelo

- No mastro anemométrico da Berlenga (MET2) são monitorizados 5 parâmetros.

Variable	Meas. System	Definition	Units
MET_WdSpdHorSurf_Min_ *m	Met. Station	Met wind speed minimum at *m	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Avg_ *m		Met wind speed average at *m	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Max_ *m		Met wind speed maximum at *m	m/s
MET_WdSpdHorSurf_Std_ *m		Met wind Standard Deviation at *m	m/s
MET_WdDirSurf_Avg_ *m		Met wind direction average at *m	Degree

- Dados recolhidos para diferentes alturas acima do solo:
 - velocidade do vento: 3 alturas - 10, 19 e 20 m.
 - direção do vento: 2 alturas - 10 e 20 m.
- Devido às condições atmosféricas adversas no inverno 2025/26 e ao subsequente estado do mar, a campanha experimental teve início somente no dia 29 de abril de 2026.

Estações Anemometria Convencional

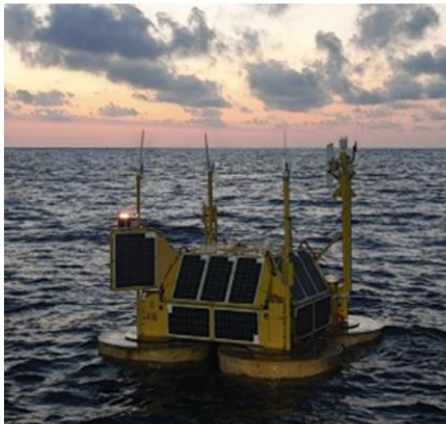


Ilha da Berlenga (MET2)
Zona do Farol

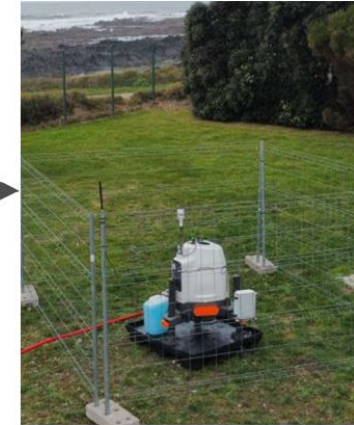
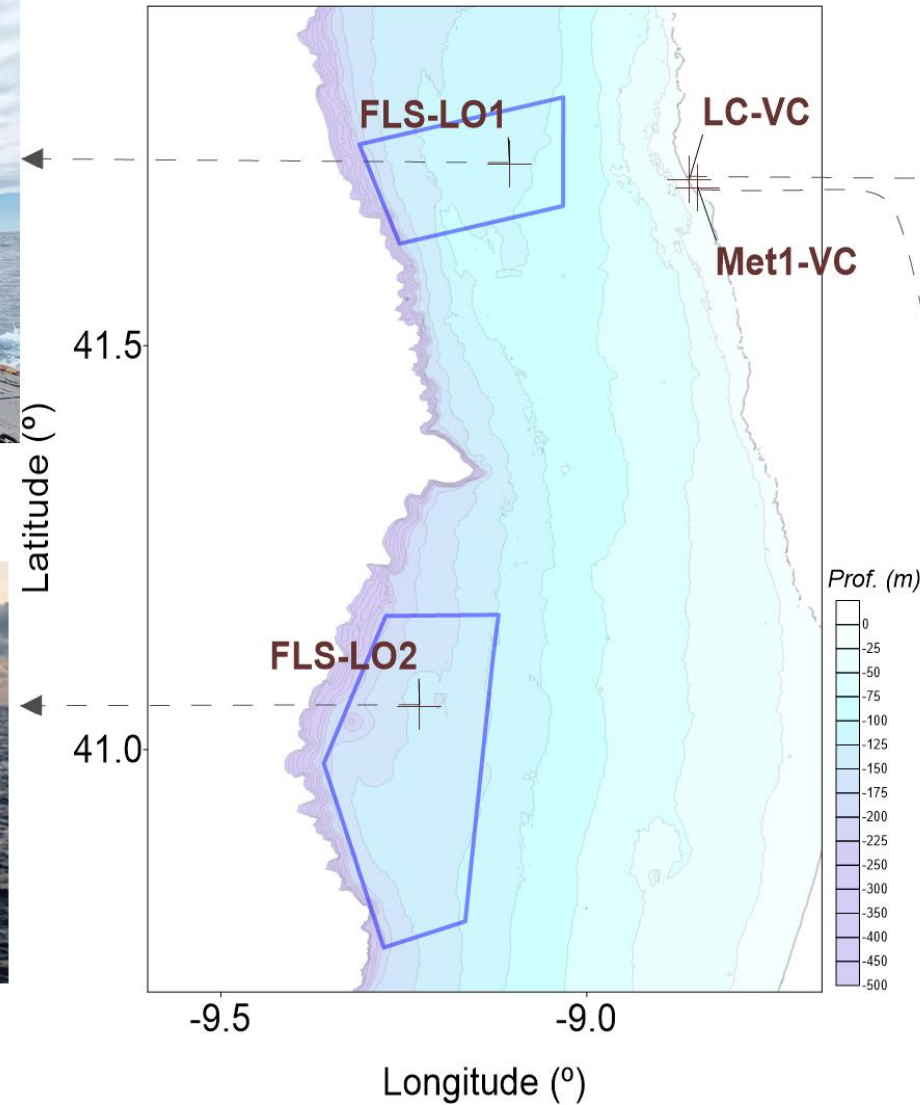
Overview: Zona de Viana do Castelo/Leixões



FLS-LO1: 41.73°N, -9.11°O



FLS-LO2: 41.05°N, -9.23°O



LC-VC: 41.71° N, -8.86° O



Met1-VC: 41.70° N, -8.85° O

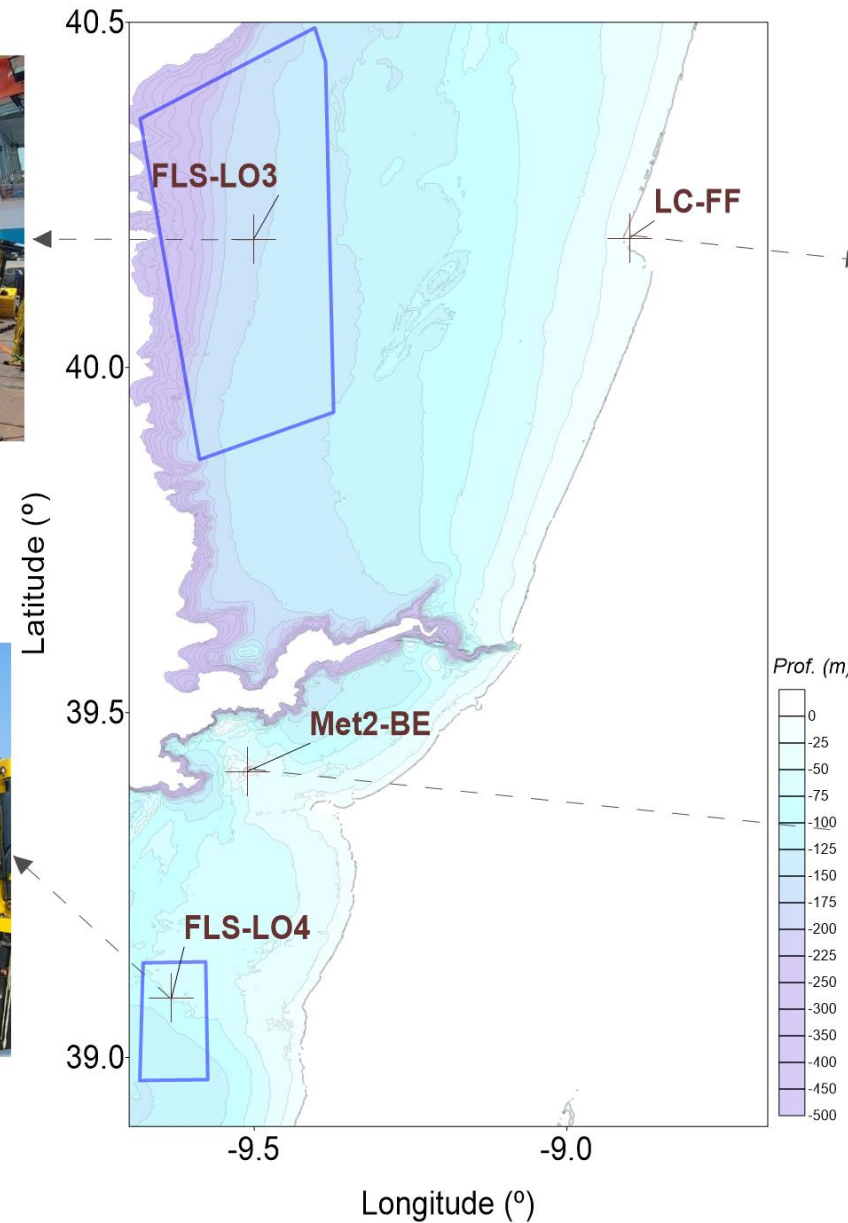
Overview: Zona da Figueira da Foz/Ericeira



FLS-LO3: 40.19°N, -9.05°O



FLS-LO4: 39.09°N, -9.63°O



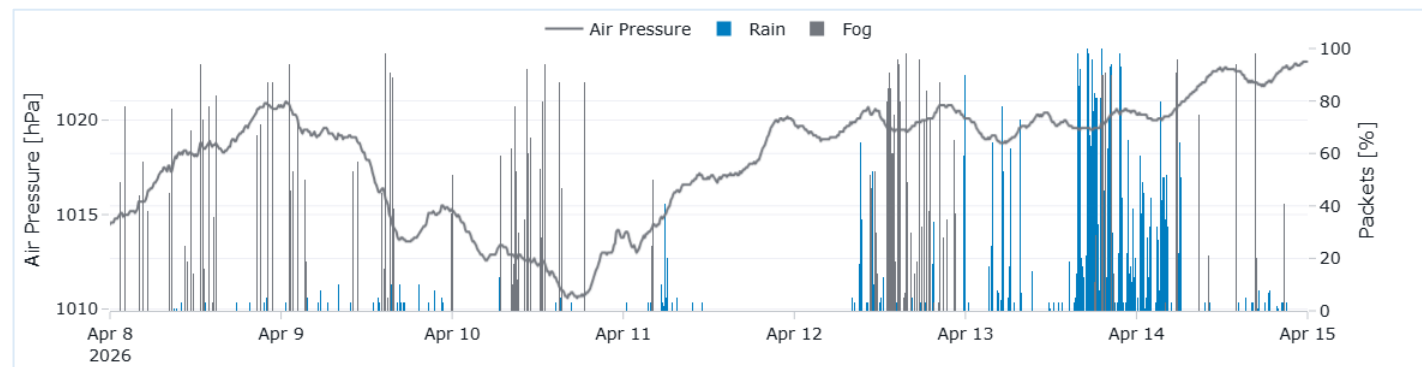
LC-FF: 40.19° N, -8.90° O



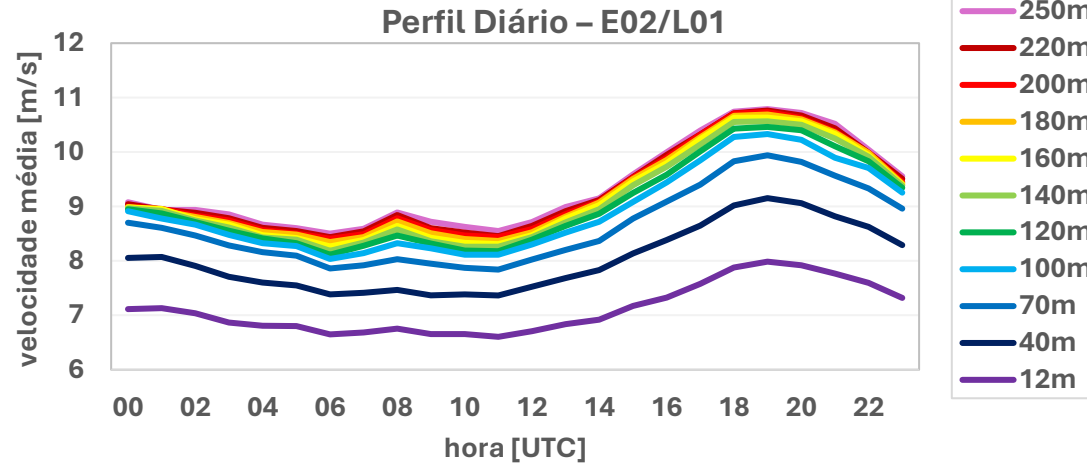
Met2 - BE: 39.41° N, -9.51° O

Resultados do projeto PRR EOLOS.Mar

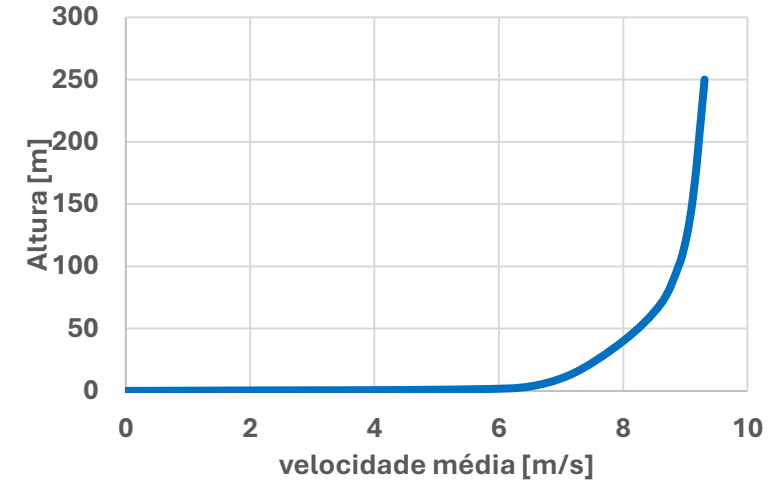
Dados obtidos nas Campanhas Experimentais



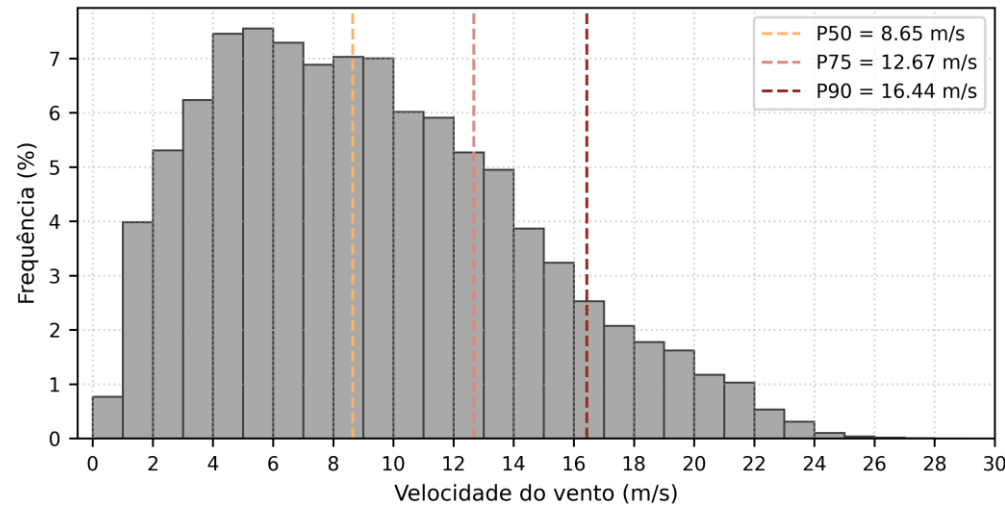
Recurso eólico offshore



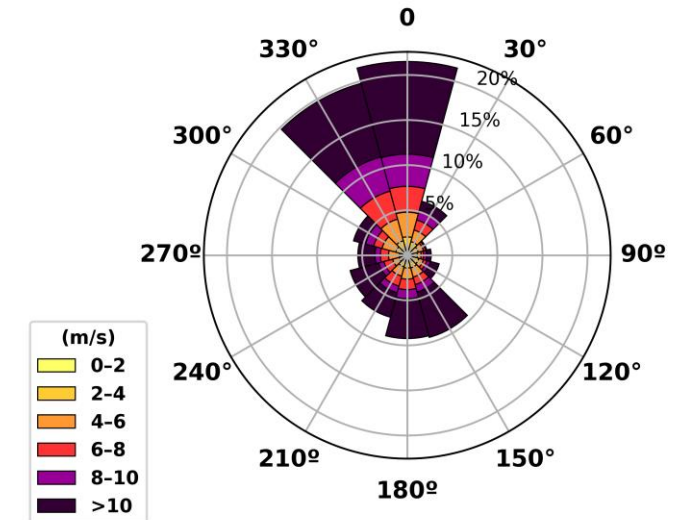
Perfil Vertical -E02/L01



Distribuição da Frequência Vento - E02/L01

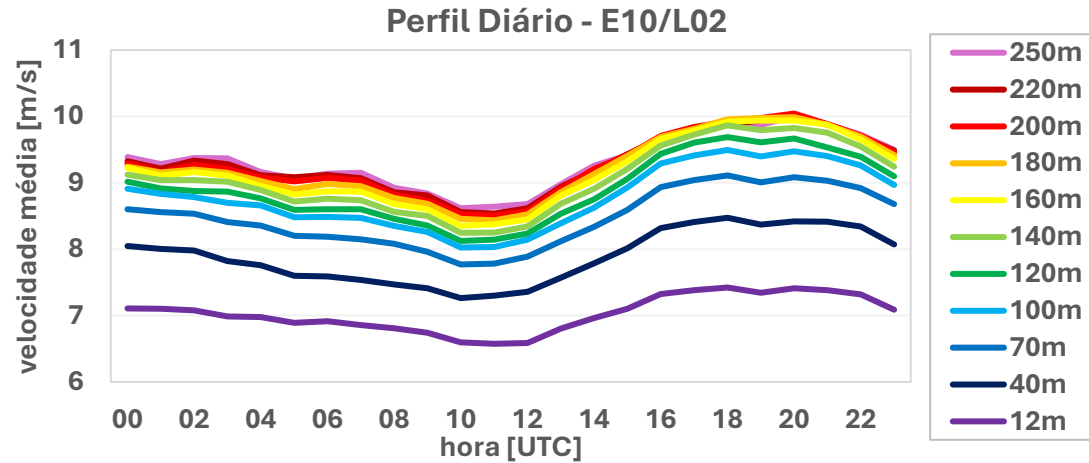


Rosa dos Ventos - E02/L01

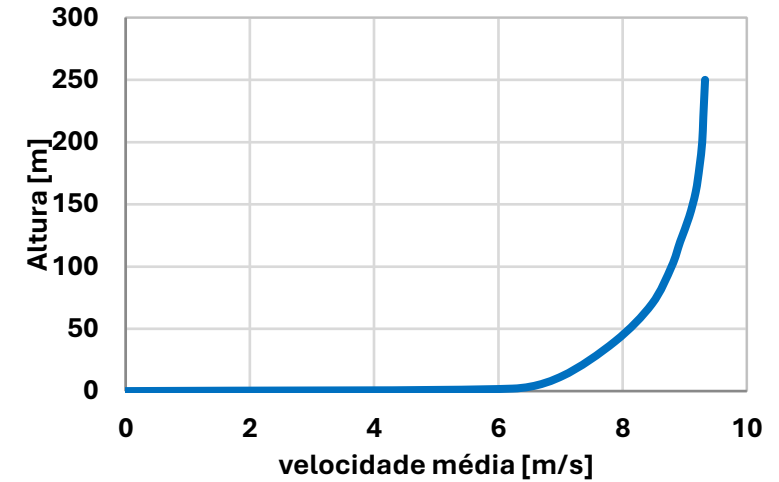


(h=160m)

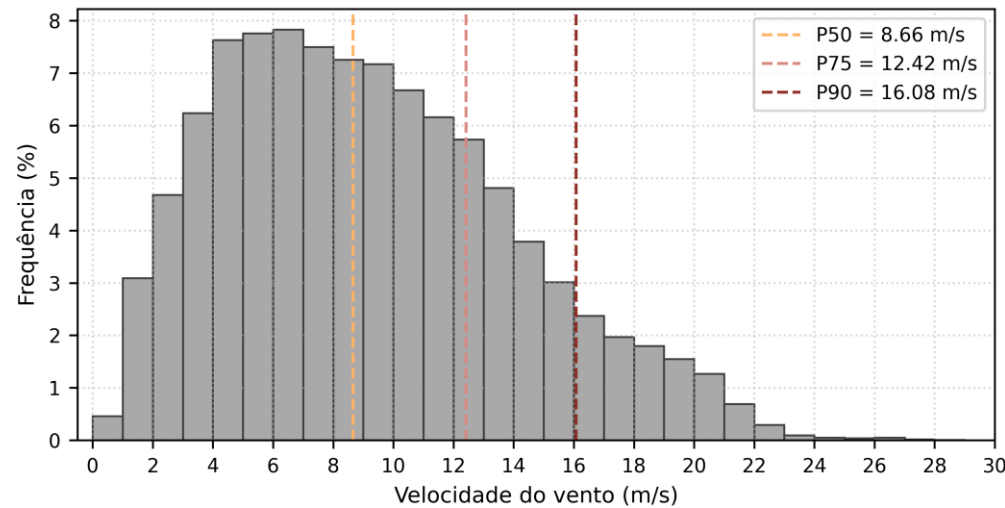
Recurso eólico offshore



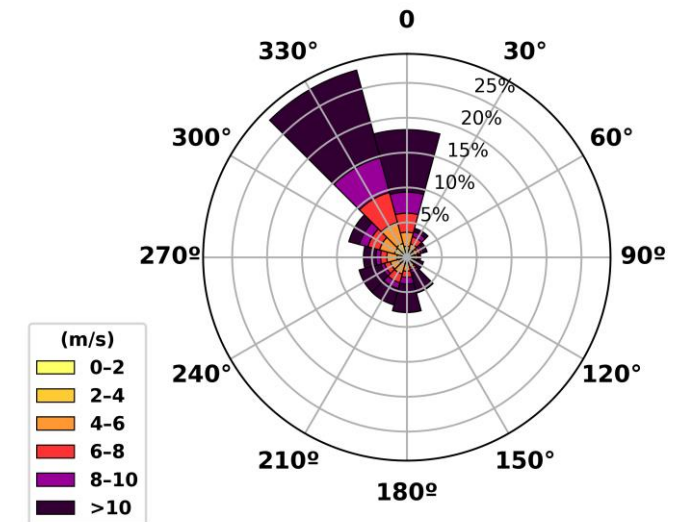
Perfil Vertical – E10/L02



Distribuição da Frequência Vento - E10/L02

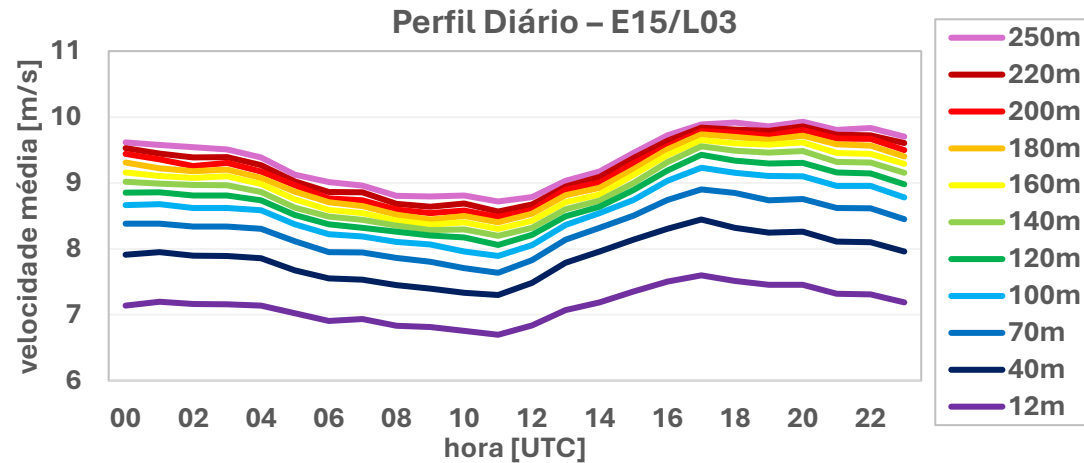


Rosa dos Ventos - E10/L02

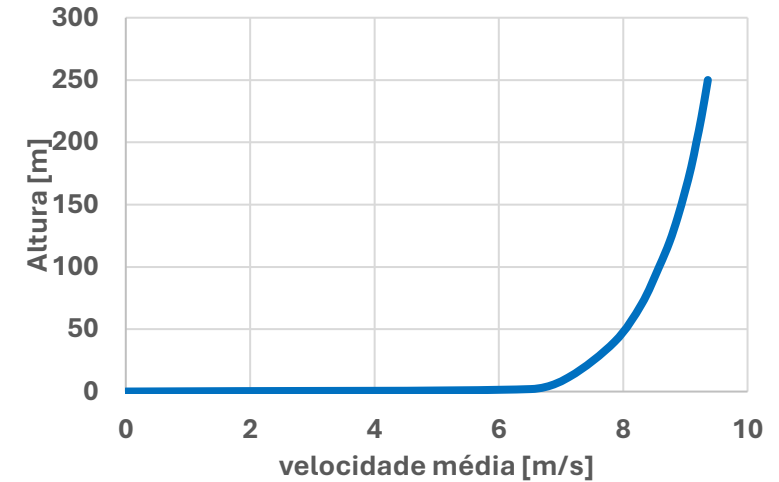


(h=160m)

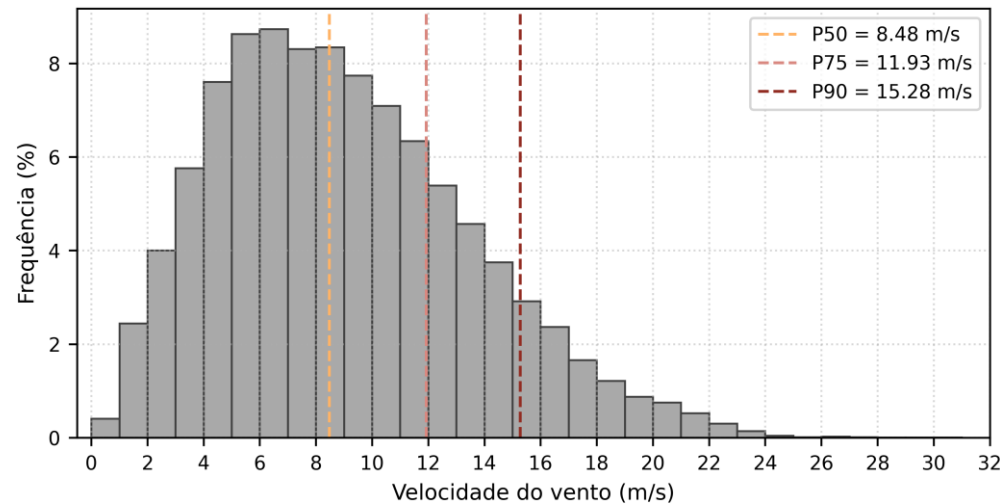
Recurso eólico offshore



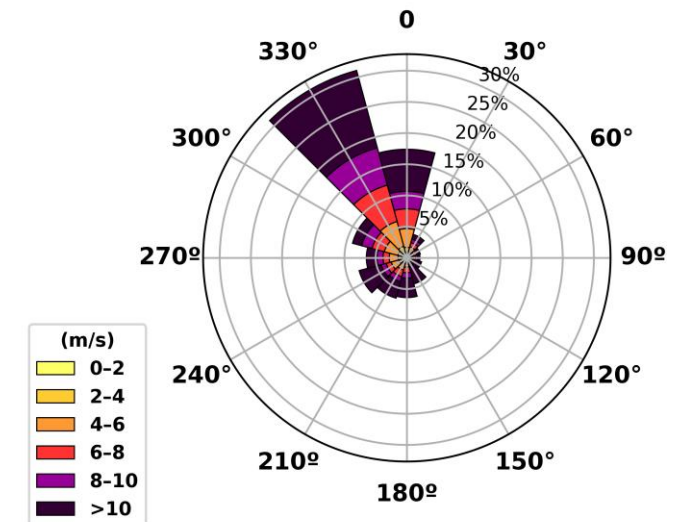
Perfil Vertical - E15/L03



Distribuição da Frequência Vento - E15/L03

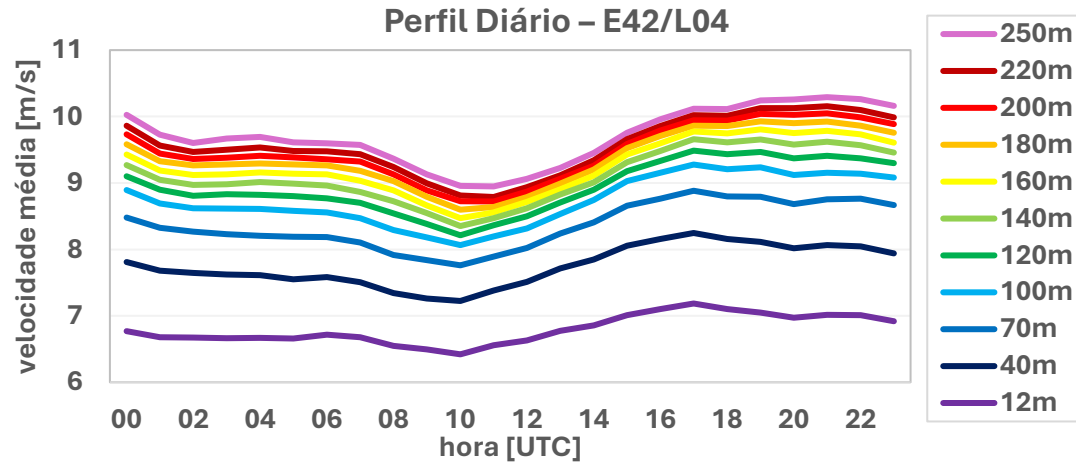


Rosa dos Ventos - E15/L03

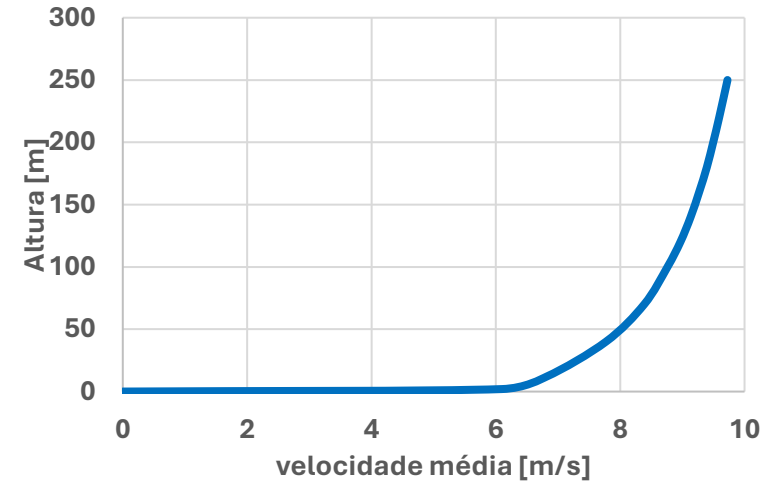


(h=160m)

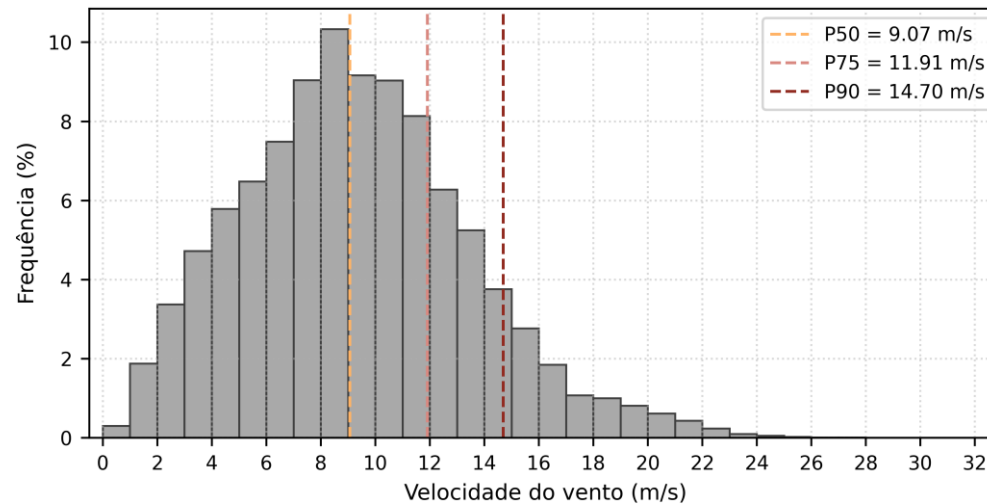
Recurso eólico offshore



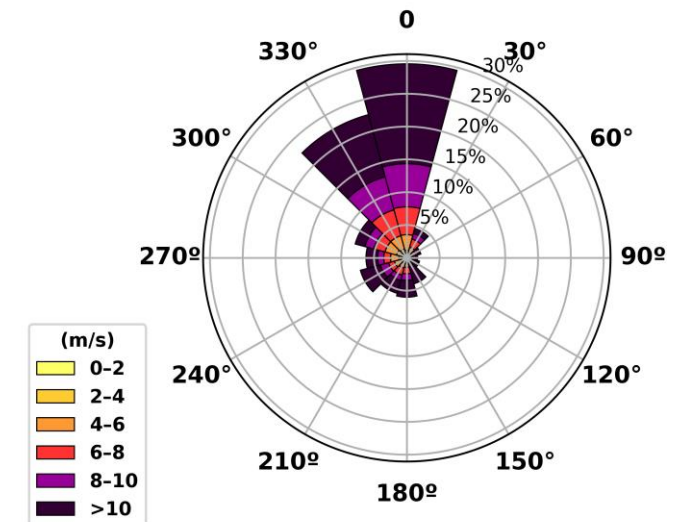
Perfil Vertical – E42/L04



Distribuição da Frequência Vento - E42/L04

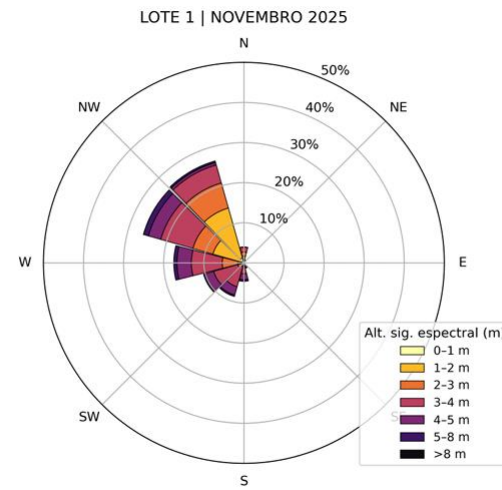
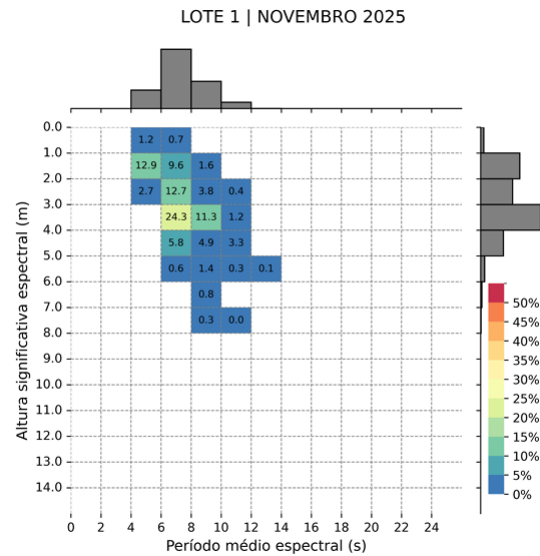
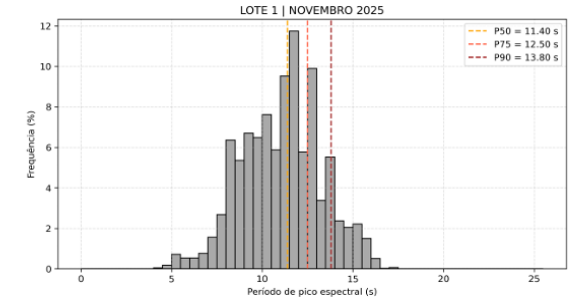
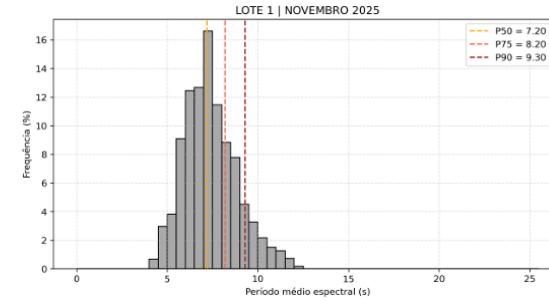
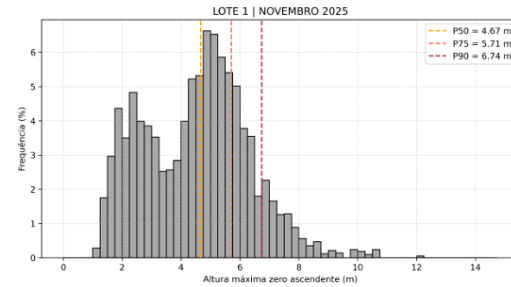
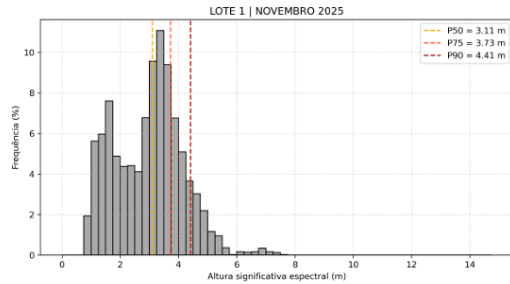


Rosa dos Ventos - E42/L04

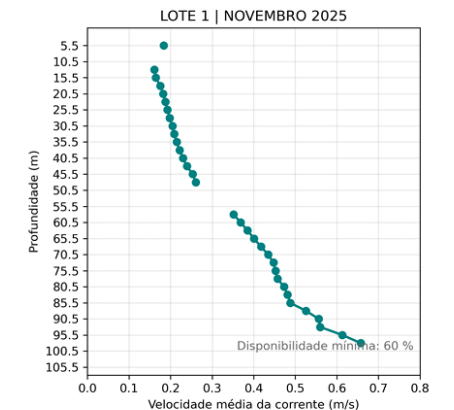
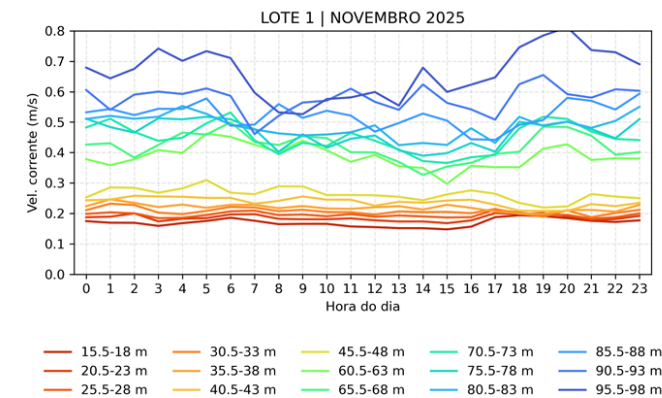


(h=160m)

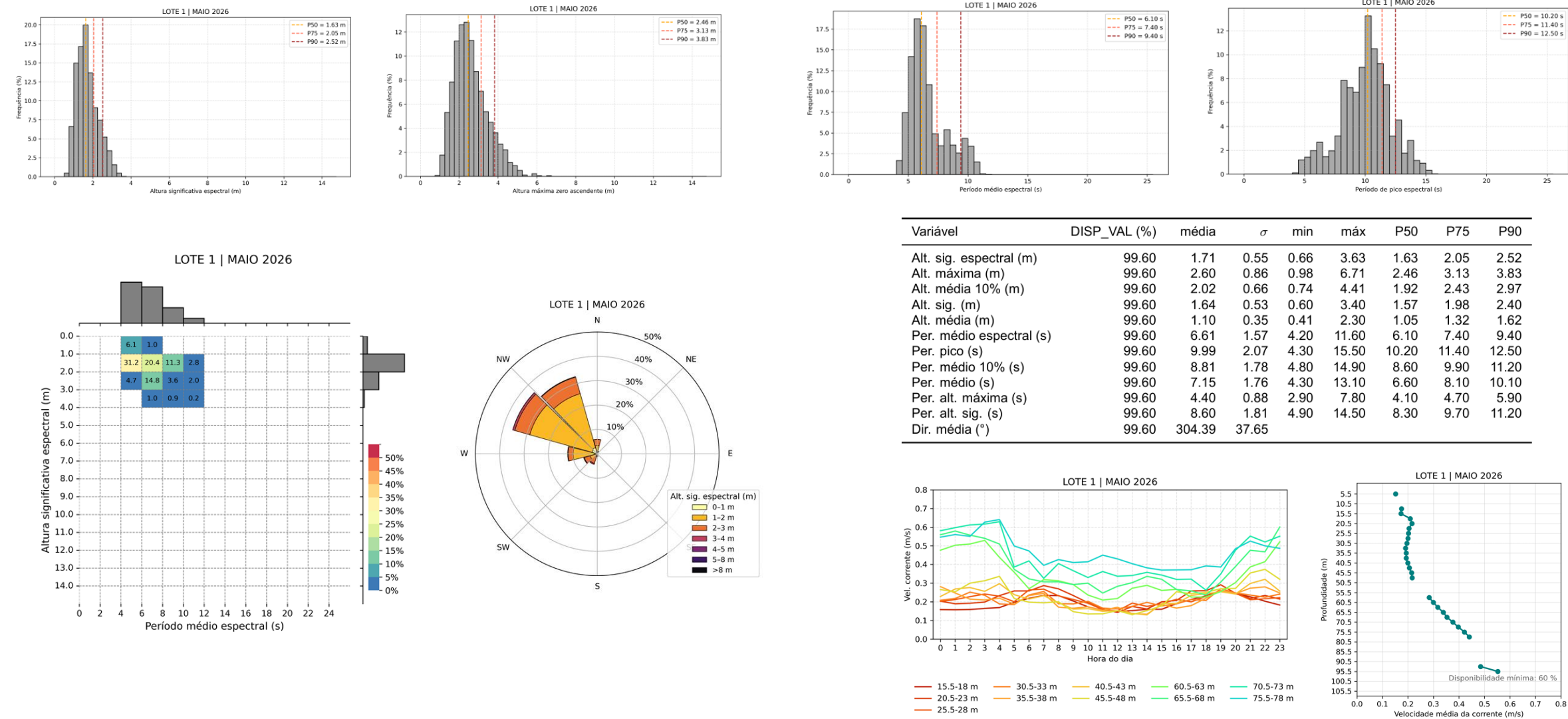
Dados de ondas e correntes: Novembro 2025



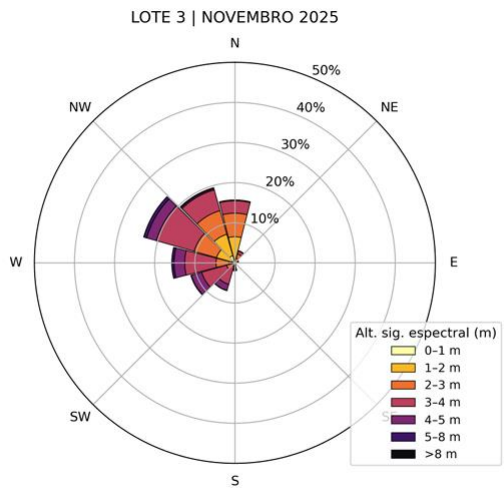
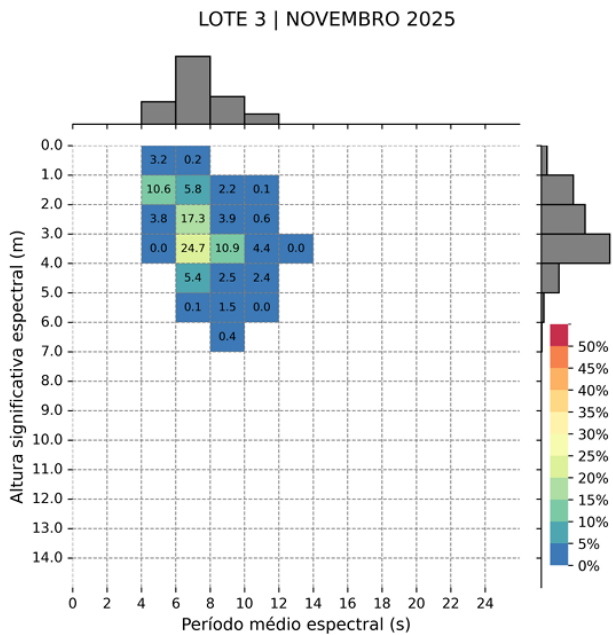
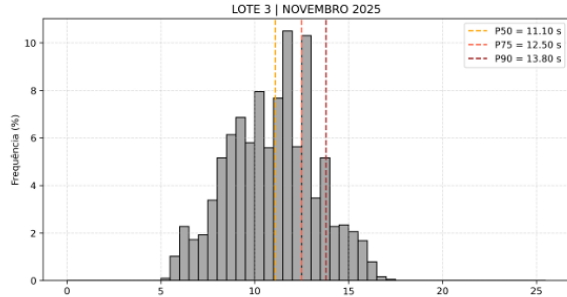
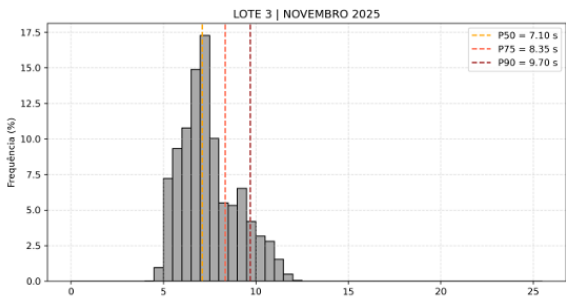
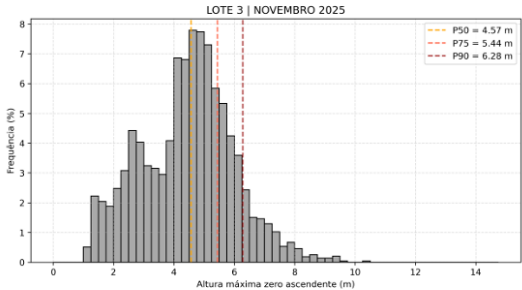
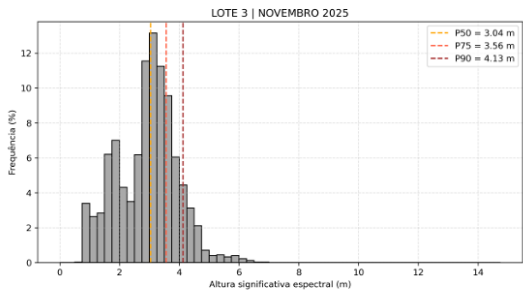
Variável	DISP_VAL (%)	média	σ	min	máx	P50	P75	P90
Alt. sig. espectral (m)	98.10	2.97	1.18	0.77	7.67	3.11	3.73	4.41
Alt. máxima (m)	99.30	4.51	1.80	1.07	12.12	4.67	5.71	6.74
Alt. média 10% (m)	98.60	3.52	1.41	0.88	9.18	3.67	4.42	5.23
Alt. sig. (m)	98.70	2.86	1.15	0.73	7.30	2.99	3.60	4.28
Alt. média (m)	98.50	1.91	0.76	0.50	4.80	2.01	2.40	2.84
Per. médio espectral (s)	99.40	7.35	1.48	4.30	12.30	7.20	8.20	9.30
Per. pico (s)	99.40	11.03	2.18	4.00	17.10	11.40	12.50	13.80
Per. médio 10% (s)	99.40	9.90	1.92	5.00	15.50	9.80	11.00	12.70
Per. médio (s)	99.40	8.01	1.71	4.40	14.60	7.80	9.00	10.40
Per. alt. máxima (s)	99.40	4.67	0.76	3.20	7.80	4.60	5.10	5.70
Per. alt. sig. (s)	99.40	9.73	1.96	5.10	16.00	9.50	10.90	12.70
Dir. média (°)	99.40	288.11	48.33					



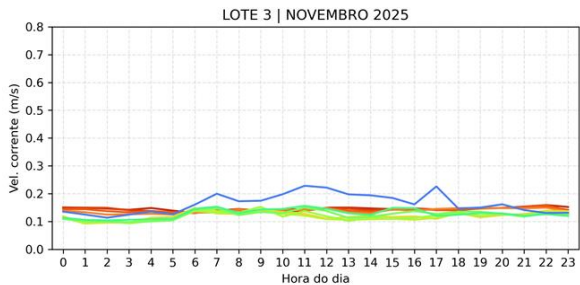
Dados de ondas e correntes: Maio 2026



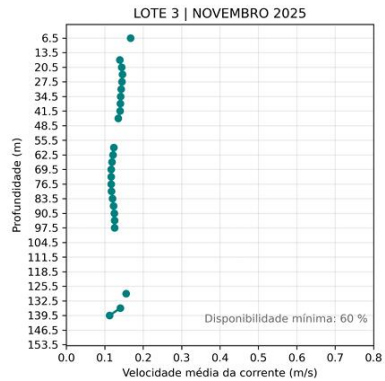
Dados de ondas e correntes: Novembro 2025



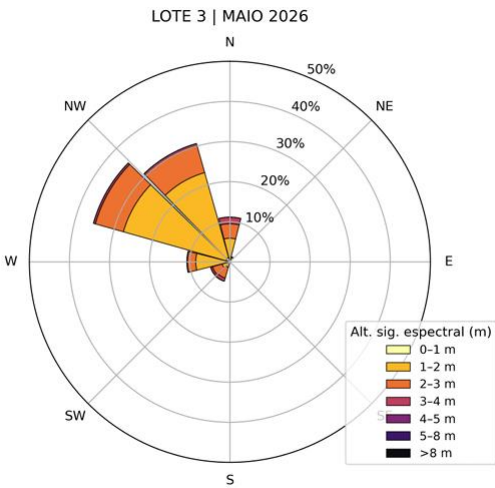
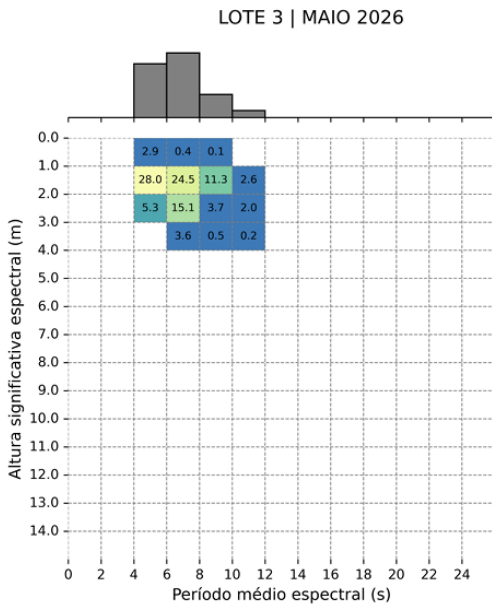
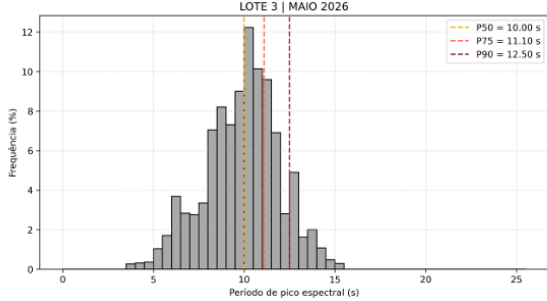
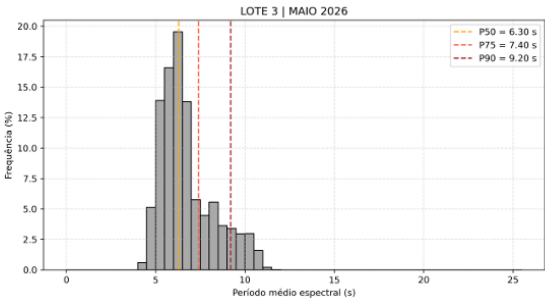
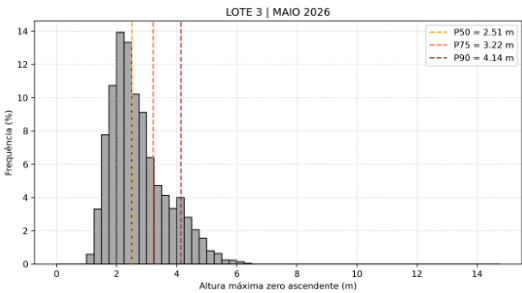
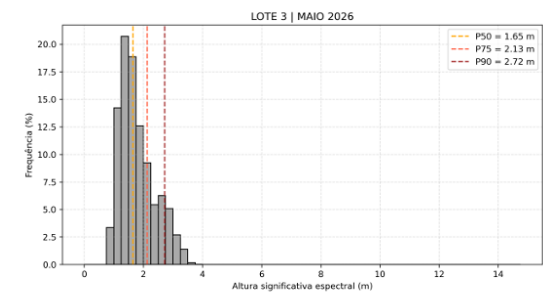
Variável	DISP_VAL (%)	média	σ	min	máx	P50	P75	P90
Alt. sig. espectral (m)	98.80	2.93	1.01	0.73	6.81	3.04	3.56	4.13
Alt. máxima (m)	99.90	4.45	1.55	1.09	10.32	4.57	5.44	6.28
Alt. média 10% (m)	99.10	3.47	1.20	0.85	8.06	3.61	4.23	4.90
Alt. sig. (m)	99.50	2.83	0.98	0.71	6.72	2.95	3.45	3.99
Alt. média (m)	99.40	1.89	0.65	0.47	4.33	1.97	2.30	2.65
Per. médio espectral (s)	99.90	7.41	1.54	4.40	12.20	7.10	8.35	9.70
Per. pico (s)	99.90	10.92	2.31	5.40	17.10	11.10	12.50	13.80
Per. médio 10% (s)	99.80	9.88	2.02	5.30	16.20	9.60	11.10	12.90
Per. médio (s)	99.90	8.08	1.76	4.90	13.50	7.80	9.20	10.80
Per. alt. máxima (s)	99.90	4.79	0.73	3.10	7.40	4.70	5.20	5.90
Per. alt. sig. (s)	99.90	9.72	2.02	5.50	15.10	9.40	11.00	12.90
Dir. média (°)	99.90	299.95	51.99					



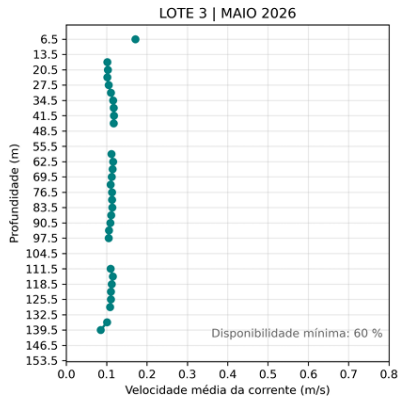
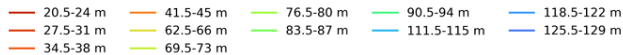
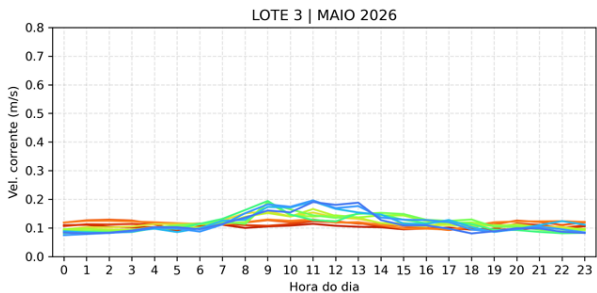
20.5-24 m 34.5-38 m 62.5-66 m 76.5-80 m 90.5-94 m
27.5-31 m 41.5-45 m 69.5-73 m 83.5-87 m 125.5-129 m



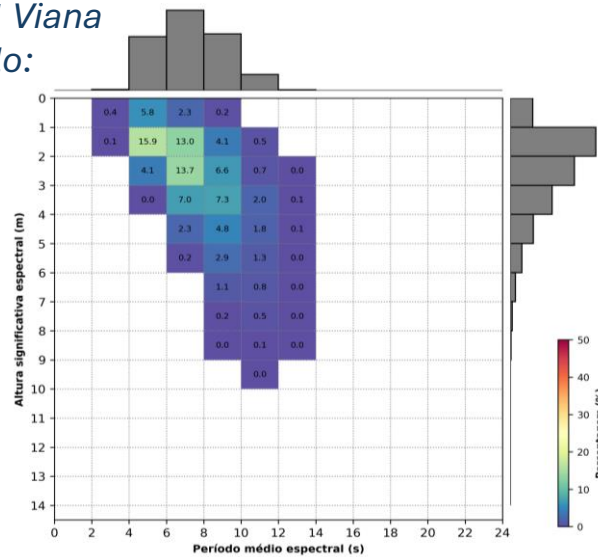
Dados de ondas e correntes: Maio 2026



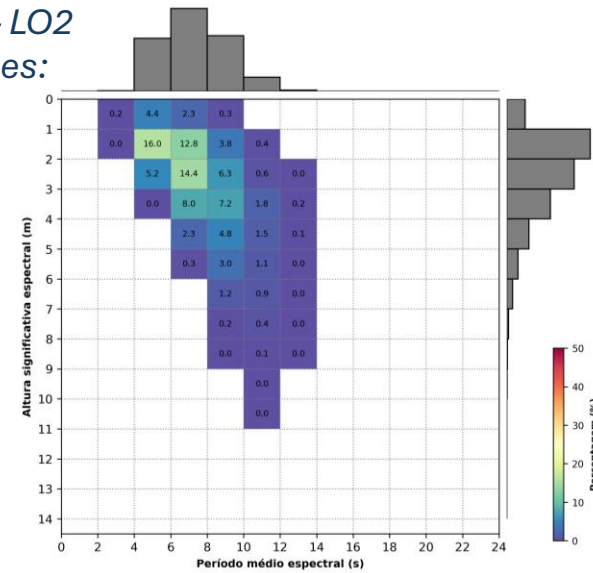
Variável	DISP_VAL (%)	média	σ	min	máx	P50	P75	P90
Alt. sig. espectral (m)	99.60	1.79	0.59	0.78	3.78	1.65	2.13	2.72
Alt. máxima (m)	99.60	2.73	0.94	1.08	6.26	2.51	3.22	4.14
Alt. média 10% (m)	99.60	2.11	0.70	0.89	4.49	1.96	2.52	3.22
Alt. sig. (m)	99.60	1.72	0.57	0.75	3.67	1.60	2.05	2.62
Alt. média (m)	99.60	1.16	0.38	0.50	2.51	1.07	1.38	1.76
Per. médio espectral (s)	99.60	6.69	1.49	4.10	11.60	6.30	7.40	9.20
Per. pico (s)	99.50	9.86	2.05	3.60	15.10	10.00	11.10	12.50
Per. médio 10% (s)	99.60	8.79	1.80	5.00	14.90	8.60	9.90	11.40
Per. médio (s)	99.60	7.26	1.69	4.30	13.70	6.80	8.20	10.00
Per. alt. máxima (s)	99.60	4.45	0.72	3.10	7.40	4.30	4.70	5.60
Per. alt. sig. (s)	99.60	8.64	1.82	5.10	14.70	8.40	9.80	11.30
Dir. média (°)	99.60	308.21	37.90					



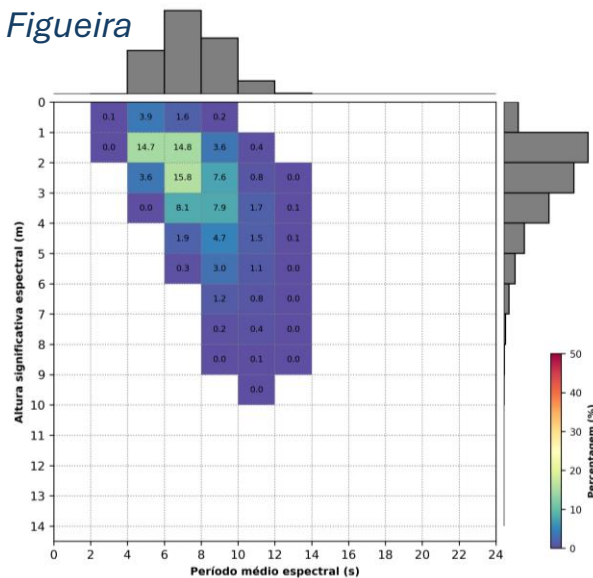
*FLS – LO1 Viana
do Castelo:*



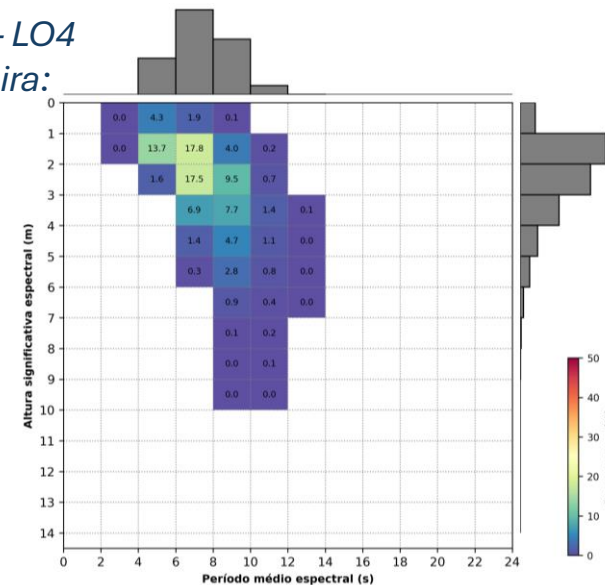
*FLS – LO2
Leixões:*



*FLS – LO3 Figueira
da Foz:*



*FLS – LO4
Ericeira:*



- Gráficos de dispersão do **período médio espectral** e da **altura significativa espectral** para os dados recolhidos durante a campanha experimental.

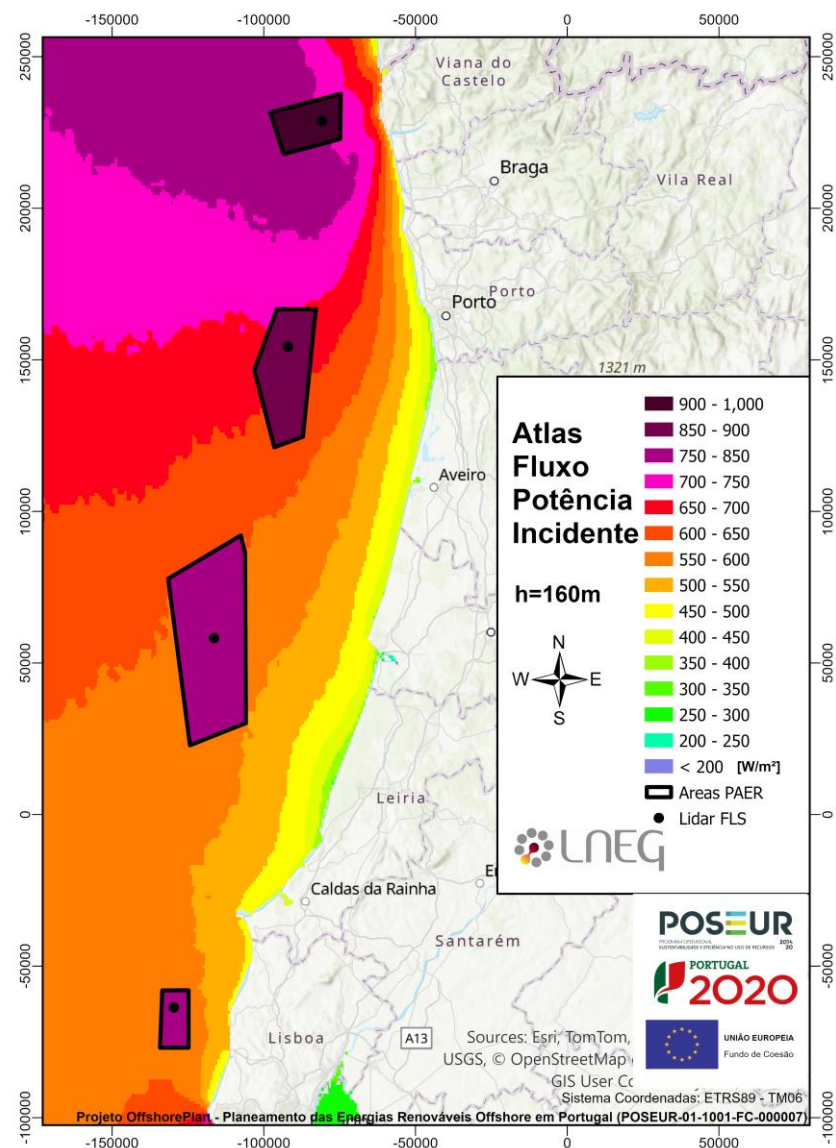
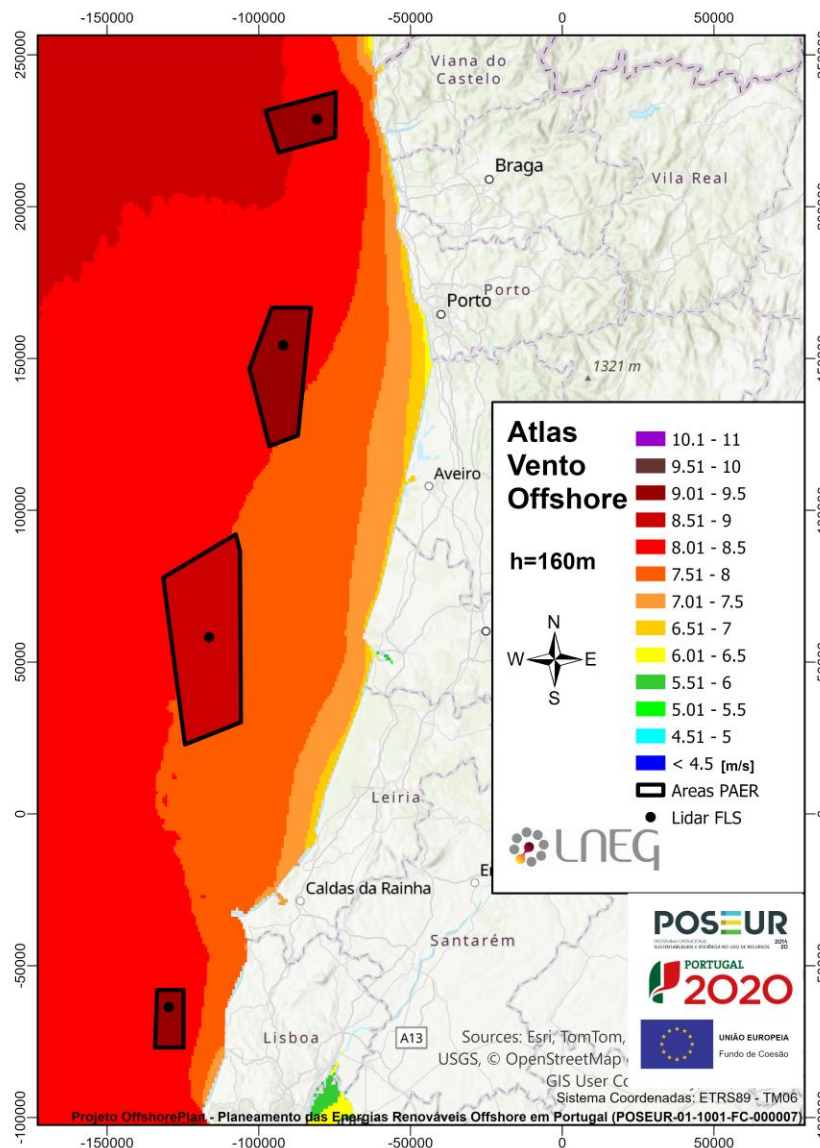
Resultados preliminares do projeto EOLOS.Mar

Mapeamento Recurso Eólico por área
versus Atlas Recurso Eólico *Offshore*

Vento e Fluxo Potência

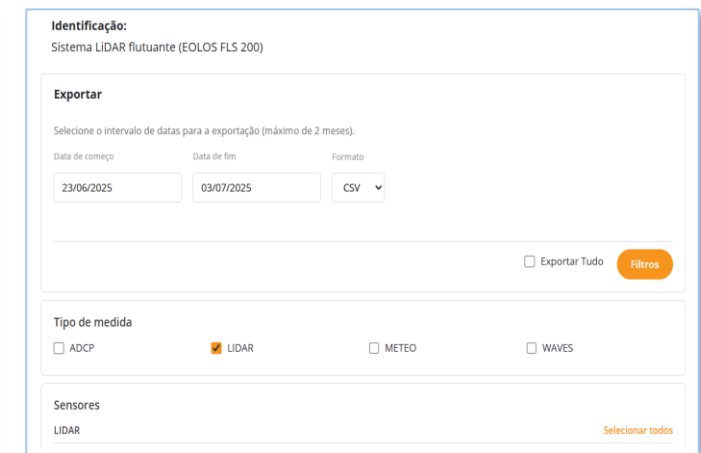
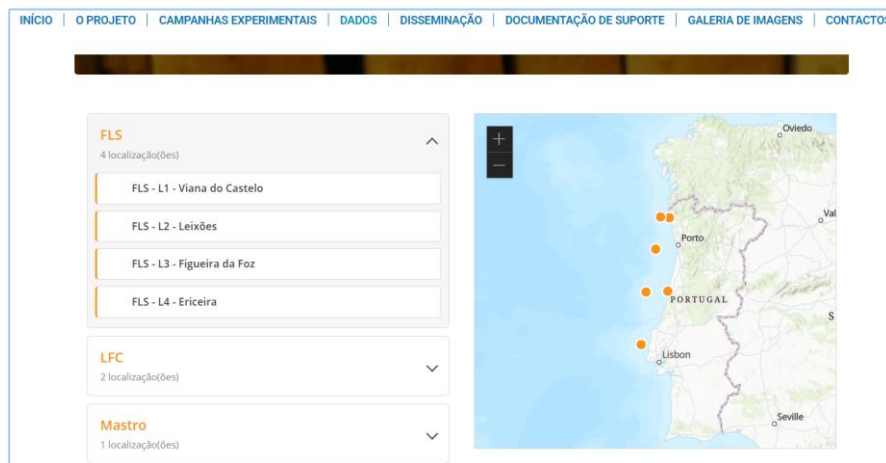
por área PAER tendo por base os dados medidos nos FLS

NOTA: É expectável que os valores aqui representados venham a ser reduzidos com a recuperação de falhas e correção para "ano típico".



- As **metas contratualizadas com o LNEG foram integralmente cumpridas** no final de Junho de 2026 com a monitorização dos recursos renováveis offshore **em 4 áreas do PAER** (versão submetida a consulta pública), **cobrando 2452 km² durante um período de 12 meses**.
- **Ponto de situação** dos trabalhos:
 - **Foram concluídas as campanhas** e descomissionadas no final de Junho de 2026 as estações FLS **ao largo da Figueira da Foz e Ericeira**, que apresentavam elevadas taxas de disponibilidade de todas as grandezas relevantes;
 - As condições meteorológicas ao largo da costa norte, marcadas por nevoeiros intensos e persistentes, reduziram a disponibilidade operacional dos sistemas LiDAR, como expectável. **As campanhas experimentais ao largo de Leixões e Viana do Castelo foram prolongadas por mais 2 meses**, por essa razão.
 - **As estações costeiras** (LiDAR e de anemometria convencional) **permanecerão em operação até monitorizarem e registarem 12 meses de dados**.
- Os **dados de vento obtidos** (estações *offshore* e costeiras) após recuperação de eventuais falhas de registos dos FLS, **serão** calibrados com dados eólicos costeiros de longo termo, para serem **representativos do recurso eólico offshore de um "ano típico"**.

- Os **dados obtidos com as campanhas experimentais descritas** ficarão, de acordo com o contratualmente definido, **publicamente disponíveis para futuros promotores de projectos renováveis** e outras atividades no Mar, e.g., pesca, aquacultura, náutica de recreio...
- O acesso à Base de Dados onde estes dados ficarão armazenados, bem como à informação relevante associada (e.g., relatórios de instalação), é disponibilizado na página de internet do projeto EOLOS.Mar: <https://eolosmar.lneg.pt>





O LNEG expressa o seu agradecimento às instituições e aos centros de investigação que contribuíram para o sucesso deste projeto: Instituto Hidrográfico; Águas do Norte (Grupo Águas de Portugal); CM Figueira da Foz e Centro de Investigação de Correntes Marítimas, Movimento de Areias e Alterações Climáticas (CI.CMAC); CM Mafra; DGRM; DGAM; APDL; ANACOM; Capitania de Porto de V. Castelo, Figueira da Foz, Aveiro, Cascais, Douro e Leixões; e Business Factory da Ericeira.



Equipa: Ana Estanqueiro (Coordenação); Teresa Simões (Co-coordenação); António Couto (Responsável Campanhas Experimentais); Paula A. Costa (Simulações e Mapeamentos); Paulo Justino (Energia das Ondas)



Mais informações: eolos.mar@lneg.pt

Página do Projeto: <https://eolosmar.lneg.pt>