

**SANDTRACK - Alimentação artificial das praias: uma metodologia integrada de suporte à gestão litoral”**

**POCI-01-0145-FEDER-031779**

---

# SandTrack

**Relatório V – Campanha de campo na Praia da Costinha, Aveiro.**



Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

**Autores:**

Paulo A. Silva<sup>1</sup>, Paulo Baganha Baptista<sup>1</sup>, Sandra Silva<sup>3</sup>, Ana F. Fernandes<sup>3</sup>, Daniela Rato<sup>2</sup>, Soraia Romão<sup>2</sup>, Ana Nobre Silva<sup>2</sup>, João Cascalho<sup>2</sup>, Rui Taborda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CESAM & Universidade de Aveiro

<sup>2</sup> IDL & Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

<sup>3</sup> Instituto Hidrográfico

**Dezembro de 2019**

**Resumo**

O presente relatório descreve a campanha de campo do projeto SANDTRACK que decorreu na Praia da Costinha (Aveiro) entre 8 e 12 de julho de 2019. São apresentados os aspetos gerais da campanha, as condições oceanográficas registadas, os trabalhos realizados associados à injeção de areias marcadas na parte emersa e submersa da praia e à medição de parâmetros da agitação marítima e resultados preliminares.

**Abstract**

This technical report describes the field campaign of the SANDTRACK project that took place in Praia da Costinha (Aveiro) from July 8-12, 2019. It includes the general aspects of the campaign, the methodology related with the sand tracer injection, on the emerged and submerged part of the beach, and with the measurement of wave parameters and preliminary results.

**Índice**

<b>1. Introdução</b>	<b>5</b>
<b>2. Participantes</b>	<b>5</b>
<b>3. Local da campanha</b>	<b>5</b>
<b>4. Maré e agitação marítima</b>	<b>6</b>
<b>5. Medições efetuadas</b>	<b>9</b>
<b>5.1 Injeção de areias marcadas</b>	<b>9</b>
<b>5.2 Amostragem de sedimentos</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Medição das propriedades magnéticas</b>	<b>14</b>
<b>5.4 Medição dos parâmetros hidrodinâmicos</b>	<b>20</b>
<b>5.5 Topografia da praia e caracterização dos sedimentos</b>	<b>23</b>
<b>6. Resultados preliminares</b>	<b>24</b>
<b>6.1 Dispersão de sedimentos na praia emersa</b>	<b>24</b>
<b>6.2 Propriedades magnéticas</b>	<b>25</b>
<b>6.3 Parâmetros hidrodinâmicos</b>	<b>31</b>
<b>7. Conclusões</b>	<b>33</b>
<b>8. Referências</b>	<b>34</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>35</b>
<b>Anexo A</b>	<b>36</b>
<b>Anexo B</b>	<b>41</b>

## 1. Introdução

A campanha conjunta entre o CESAM & Universidade de Aveiro (UAveiro), Instituto Dom Luis IDL & Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) e o Instituto Hidrográfico (IH) foi realizada na Praia da Costinha entre os dias 8 e 12 de julho de 2019. Esta campanha integra-se na Atividade 2 do projeto SANDTRACK. A campanha teve como objetivo a recolha de um conjunto de dados para:

- Avaliar a deslocação espaço-temporal de areias marcadas com traçadores magnéticos e fluorescentes e as taxas de transporte correspondentes;
- Caracterizar o transporte sedimentar nas direções transversal e longitudinal no perfil ativo de praia, em especial os fluxos entre a parte submersa e subaérea da praia;
- Validar a metodologia utilizada para a deteção dos traçadores magnéticos.

A campanha consistiu na colocação de traçadores magnéticos e fluorescentes de areia, em dois locais da praia, na zona intertidal e na parte submersa, a uma profundidade de 6m ao nível médio do mar (NMM). Posteriormente, foram recolhidas amostras de areia de fundo e feitas medições da suscetibilidade magnética e do campo magnético de modo a avaliar a evolução espaço-temporal dos traçadores. Foram também efetuadas medições complementares da ondulação e das correntes utilizando diferentes equipamentos oceanográficos.

O presente relatório descreve os aspetos gerais da campanha, as condições oceanográficas registadas e as atividades realizadas associadas à injeção dos traçadores na parte submersa da praia e da medição de parâmetros da ondulação. No final são também apresentados alguns resultados preliminares.

## 2. Participantes

Ana Silva (FCUL ULisboa), Ana Filipa (IH), André Vinhas (IH), Carlos Coelho (DECIVIL UAveiro), Carlos Gaspar (IH), Caroline Costa Ferreira (DFIS UAveiro), Cecília Luz (IH), Cristina Bernardes (DGEO, UAveiro), Daniela Rato (FCUL ULisboa), Edwige Cagnin (DFIS UAveiro), Fábio Santos (DGEO, UAveiro), João Cascalho (FCUL ULisboa), João Oliveira (IH), Laura López-Olmedilla (DFIS UAveiro), Margarida Ferreira (DECIVIL UAveiro), Mónica Ribeiro (IH), Paulo Alves da Silva (DFIS UAveiro), Paulo Baptista (DGEO UAveiro), Rui Campos (IH), Rui Taborda (FCUL ULisboa), Sandra Fernández-Fernández (DFIS UAveiro), Soraia Romão (FCUL ULisboa), Sandra Silva (IH), Tiago Abreu (ISEP UPorto)

## 3. Local da campanha

A área de estudo localiza-se na costa noroeste portuguesa na praia da Costinha, Aveiro. O trecho costeiro onde se insere a praia da Costinha é constituído por uma praia arenosa de cerca de 4km delimitado a norte pelo 5º esporão da Costa Nova e a sul pela Vagueira. A Figura 1 apresenta a área de estudo e as isóbatas do levantamento batimétrico do programa COSMO no dia 20 junho de 2019.

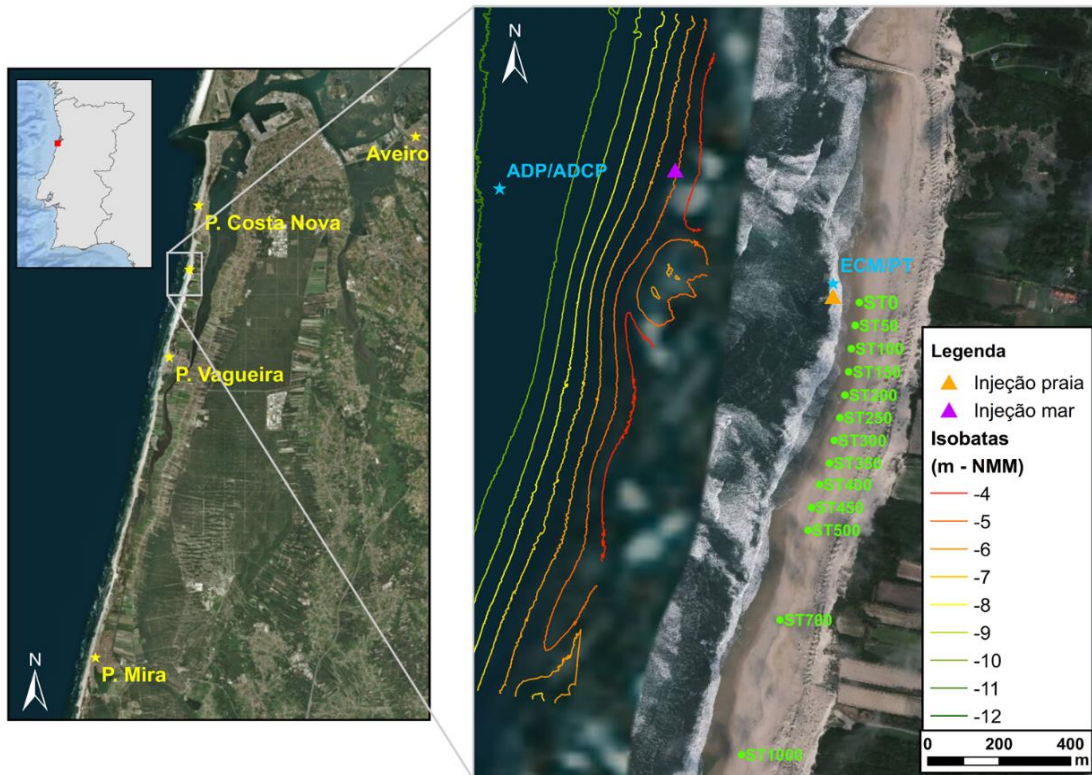


Figura 1. Área e batimetria da zona de estudo (Praia da Costinha). As isóbatas representadas no mapa correspondem ao levantamento de 20 de junho de 2019, realizado pela Atlanticland no âmbito do projeto COSMO (referenciado ao NMM). É indicada a localização dos equipamentos ADCP/ADP e ECM/PT na praia submersa e emersa, respetivamente, e os locais e injeção de areias marcadas. A localização dos perfis onde foram coletadas amostras de sedimento na praia emersa estão indicados pelos pontos verdes.

#### 4. Maré e agitação marítima

A Tabela 1 apresenta a tabela de marés previstas para o período da campanha no marégrafo do porto de Aveiro e a Figura 2 representa a variação da altura da maré correspondente. Os valores da altura da maré estão referidos ao nível do zero hidrográfico que se encontra 2,00 m abaixo do NMM e à hora legal de Verão (UTC/GMT+1). A campanha foi realizada em marés mortas, sendo a amplitude máxima prevista de 1.2 m e a amplitude mínima de 1.1 m.

Na Figura 3 são apresentados os valores da altura significativa da onda (Figura 3a), do período médio (Figura 3b) e da direção do período de pico de propagação das ondas (Figura 3c) medidas na boia ondógrafo de Leixões oceânica (Alfredo Ramalho) entre as 0h00 do dia 7 de julho e as 0h00 do dia 13 de julho.

Tabela 1 - Maré astronómica para a Barra, Aveiro (fonte Instituto Hidrográfico).

Data (ano-mês-dia hora)	Elevação (m)	
2019-07-08 01:53	0.8 m	Baixa-mar
2019-07-08 08:29	3.0 m	Preia-mar
2019-07-08 14:09	1.0 m	Baixa-mar
2019-07-08 20:52	3.2 m	Preia-mar
2019-07-09 02:53	0.9 m	Baixa-mar
2019-07-09 09:30	2.9 m	Preia-mar
2019-07-09 15:12	1.1 m	Baixa-mar
2019-07-09 21:56	3.0 m	Preia-mar
2019-07-10 03:58	1.0 m	Baixa-mar
2019-07-10 10:37	2.8 m	Preia-mar
2019-07-10 16:22	1.2 m	Baixa-mar
2019-07-10 23:05	2.9 m	Preia-mar
2019-07-11 05:07	1.1 m	Baixa-mar
2019-07-11 11:45	2.8 m	Preia-mar
2019-07-11 17:35	1.2 m	Baixa-mar
2019-07-12 00:14	2.9 m	Preia-mar
2019-07-12 06:15	1.1 m	Baixa-mar
2019-07-12 12:49	2.9 m	Preia-mar
2019-07-12 18:44	1.2 m	Baixa-mar

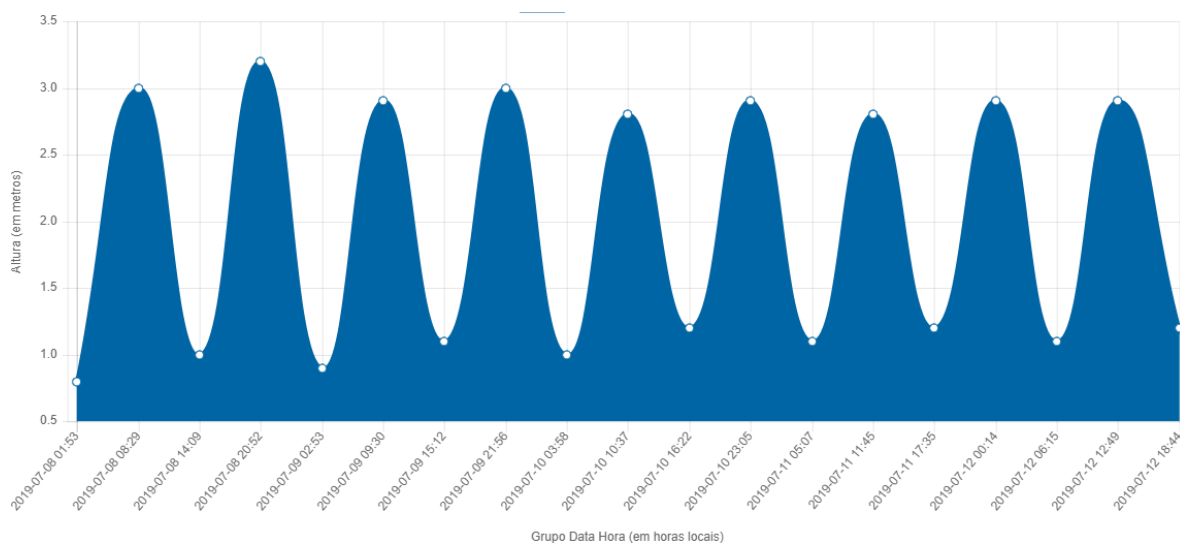


Figura 2. Variação da altura da maré astronómica para a Barra, Aveiro.

## Relatório V – Campanha de campo na Praia da Costinha, Aveiro



**Figura 3 – Dados da ondulação registada na boia Alfredo Ramalho: altura significativa da onda (a), período médio (b) e direção (c) (fonte Instituto Hidrográfico).**

## 5. Medições efetuadas

As areias marcadas com tinta fluorescente verde e cor de laranja e com tinta magnética foram previamente preparadas conforme descrito no Relatório III do projeto Sandtrack (Rato e Romão, 2019). Consideraram-se dois locais de injeção conforme ilustrado na Figura 1: um na praia emersa (areia fluorescente verde) e outro na praia submersa (areia fluorescente cor de laranja e magnética). Descreve-se seguidamente a metodologia seguida na colocação das areias marcadas, na recolha de amostras de sedimento, nas medições da suscetibilidade magnética e do campo magnético e dos parâmetros hidrodinâmicos. As Tabelas A1-A4 no Anexo A sintetizam as medições efetuadas.

### 5.1 Injeção de areias marcadas

#### *Praia emersa*

O traçador foi colocado na zona entre marés na posição do perfil ST0 marcado na Figura 1 à cota 0 m (NMM). Foram depositados 500 kg de traçador fluorescente verde (TRV), que corresponde a um volume de  $0.31 \text{ m}^3$ , considerando uma porosidade de 0.4 e densidade  $2650 \text{ kg/m}^3$  (Figura 4). A área de deposição corresponde a um paralelepípedo com dimensões  $2 \times 3 \times 0.075 \text{ m}$  (a altura da zona de injeção variou entre 5 e 10 cm). A área de deposição foi georreferenciada.

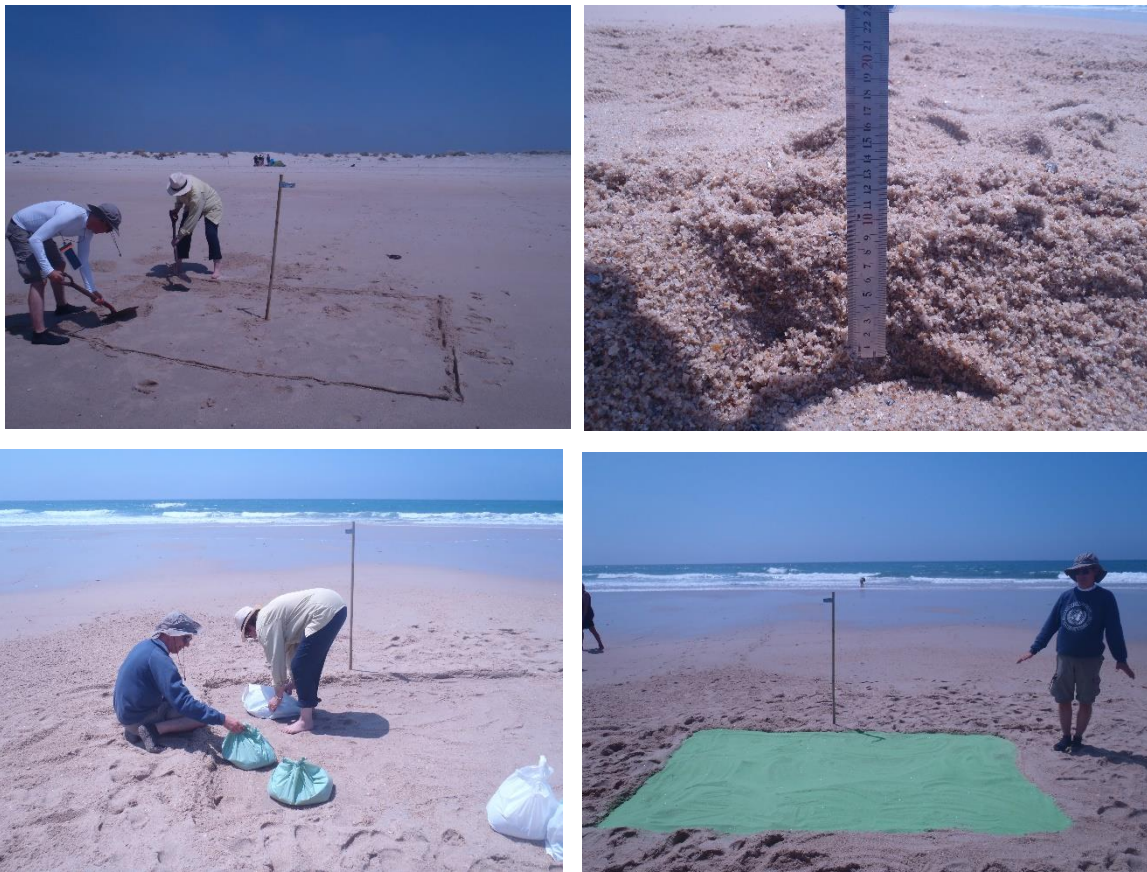


Figura 4 – Colocação da areia marcada na parte emersa da praia.

### ***Praia submersa***

Os traçadores foram colocados a uma profundidade de 6 m (NMM) por uma equipa de mergulhadores profissionais (Xavisub) na posição indicada na Figura 1. Foram depositados 1000 kg de traçador fluorescente laranja (TRL) e 1000 kg de traçador magnético (TRM), que correspondem a um volume de 0.63 m<sup>3</sup> cada, considerando uma porosidade de 0.4 e densidade 2650 kg/m<sup>3</sup>. A colocação dos dois traçadores foi feita em duas zonas contíguas cada uma com dimensões 6×5×0.02m. A areia magnetizada foi colocada a sul e a areia marcada cor de laranja fluorescente a norte. Para facilitar a colocação de cada traçador as áreas foram delimitadas com perfis de alumínio (Figura 5). Os sacos que continham a areia foram abertos pelos mergulhadores junto ao fundo, e posteriormente espalhados uniformemente na área pré-definida. Foi também colocada uma poita com uma boia de sinalização à superfície na zona de deposição das areias marcadas. Foram registadas imagens vídeo da colocação das areias marcadas (disponíveis na página do projeto (<http://sandtrack.web.ua.pt/>) e as coordenadas do ponto de injeção foram retiradas com recurso ao GPS da embarcação.

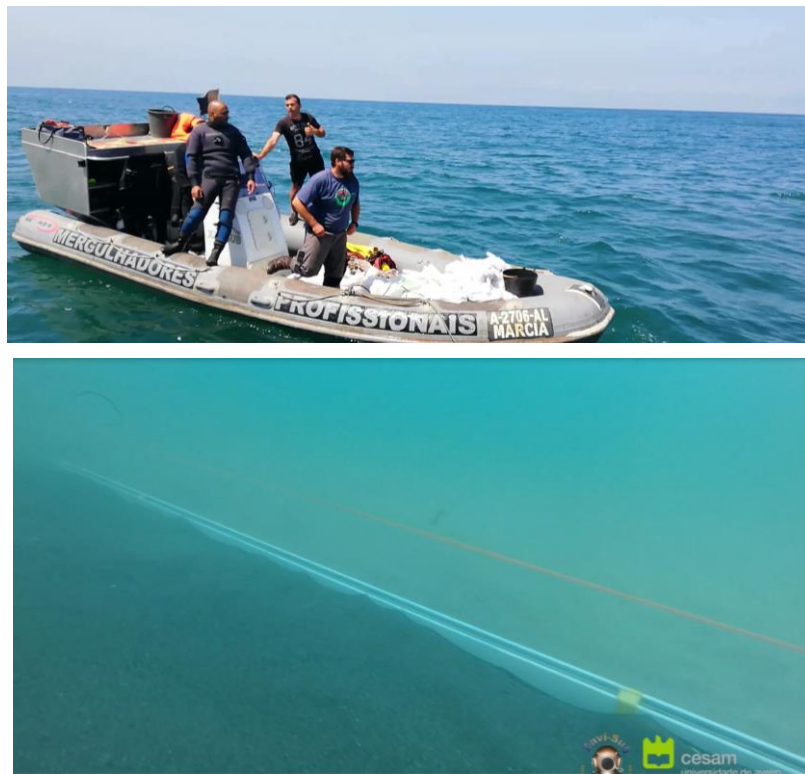


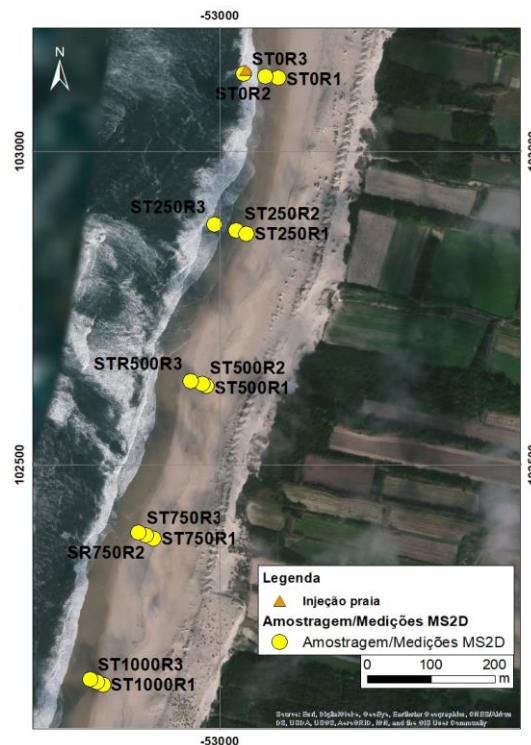
Figura 5 – Colocação da areia marcada na parte emersa da praia.

### **5.2 Amostragem de sedimentos**

Esta seção descreve a metodologia adotada para recolha de amostras de sedimento na praia emersa e submersa. Para o caso dos traçadores magnéticos foi realizada uma amostragem antes da injeção das areias marcadas, na praia emersa e submersa, de forma a obterem-se valores de referência das propriedades magnéticas das areias nativas. A amostragem posterior à injeção das areias marcadas, foi feita em diferentes tempos de forma a acompanhar a sua dispersão.

### ***Praia emersa***

No dia 9 de julho, antes da injeção do traçador, foram recolhidas 15 amostras de referência acondicionando-as em caixas Veditapa®. Esta amostragem ocorreu ao longo de 5 perfis transversais à linha de água (ST0, ST250, ST500, ST750 e ST1000), cuja localização se encontra representada na Figura 6. Em cada perfil, a amostragem foi realizada em 3 unidades morfológicas distintas: na crista da berma (R1), a meio da face de praia (R2) e no terraço de maré/base da face de praia (R3). O posicionamento foi garantido com um GNSS com correção diferencial RTK.



**Figura 6– Localização da amostragem e medições com sensor MS2D, realizadas no dia 9 de julho antes da injeção do traçador.**

Após a injeção das areias marcadas foram efetuadas 3 amostragens: na baixa-mar do dia 10 de julho das 2h às 6h e das 14h às 18h e na baixa-mar do dia 11 entre as 2h30 às 6h30. A amostragem do traçador foi realizada a partir da recolha de testemunhos verticais de sedimento da praia (com cerca de 20 cm de comprimento) na zona de espraio das ondas ao longo de perfis numa extensão até deixar de ser detetado traçador (Figura 7). Os testemunhos foram segmentados em camadas de 5 cm a contar da superfície (0 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 15 cm e 15 - 20 cm). A Figura 8 representa os pontos de amostragem. No dia 10 de julho (noite) os perfis foram distanciados 25 m até 200 m da zona de injeção e após o ST200 os perfis foram amostrados de 50 em 50 m; no 10 de julho (dia) os perfis foram distanciados de 50 em 50 m até 500 m do ponto de injeção e amostraram-se também os perfis ST700 e ST1000; no dia 11 de julho (noite) os perfis foram distanciados de 100 em 100 m até 800 m do ponto de injeção e amostraram-se também os perfis ST1000 e ST1500. O espaçamento transversal da amostragem em cada perfil foi de 15m.

A Tabela A1 no Anexo A sintetiza a informação relativa à amostragem de sedimentos na praia emersa.



Figura 7 – Tubos de PVC utilizados na amostragem de testemunhos de sedimento na praia emersa.

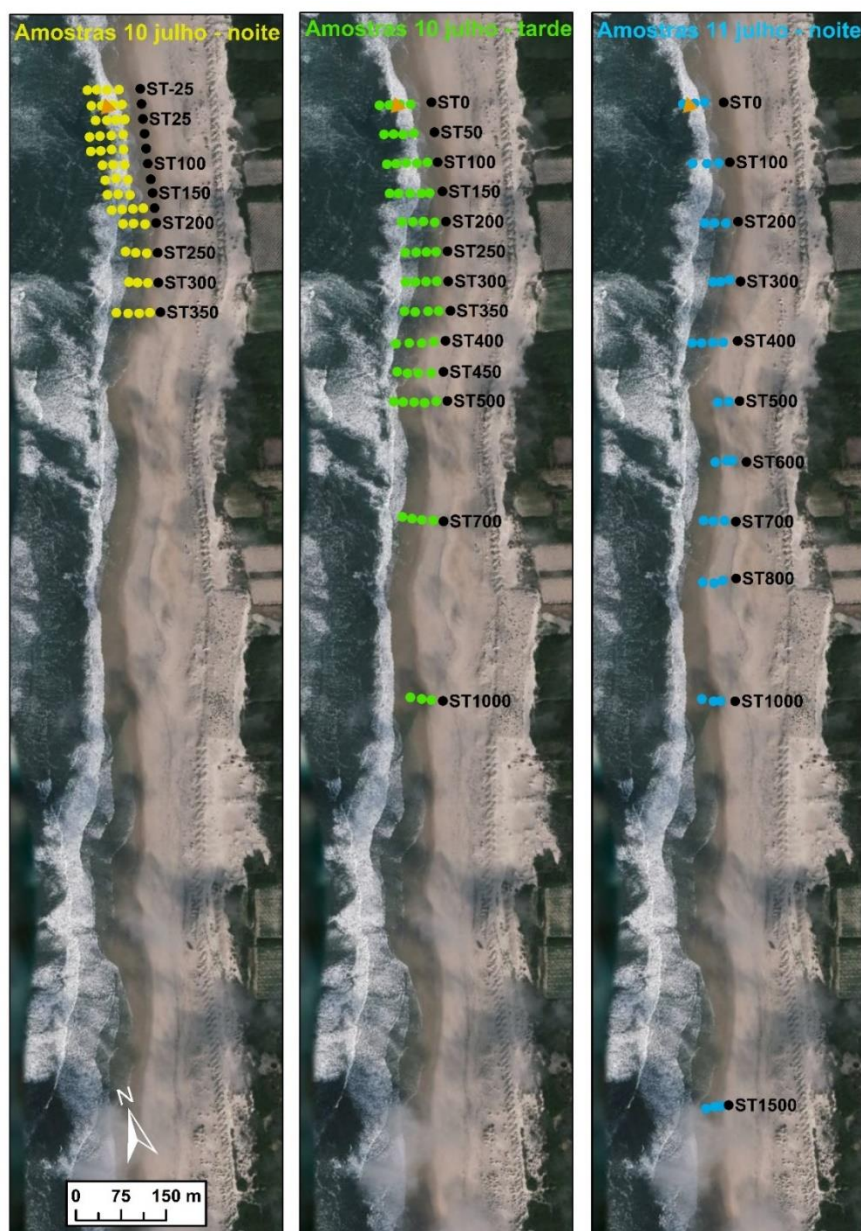


Figura 8 – Localização das amostras de sedimentos na praia emersa após a injeção do traçador

Paralelamente à recolha de amostras foram realizadas medições da suscetibilidade magnética com o sensor anelar Bartington MS2D nos locais de colheita das amostras e o sensor G858 que mede continuamente ao longo dos perfis amostrados, como descrito na secção 5.3.

### ***Praia submersa***

A amostragem foi realizada a bordo da embarcação Nereide da Universidade de Aveiro nos dias 8, 9 e 11 de julho, com colhedor Petit Ponard e sistema de posicionamento GNSS com correção diferencial. As condições meteo-oceanográficas não permitiram a realização de levantamento no dia 10 de julho. Devido a avaria técnica da embarcação Nereide no dia 12 de julho a amostragem foi realizada a bordo da embarcação Salva Vidas do Instituto de Socorros a Náufragos, com colhedor Petit Ponard (Figura 9) e sistema de posicionamento GNSS. Após o dia 12 de julho foram realizadas mais duas amostragens, uma no dia 22 de julho e outra a 7 de agosto ambas a bordo de embarcações alugadas que utilizaram o mesmo colhedor e sistema de posicionamento. Sempre que possível, as amostras de sedimento recolhidas eram analisadas com luz UV na embarcação de forma a verificar a presença de partículas fluorescentes cor-de-laranja e restringir melhor a área de amostragem sequente. Na totalidade foram recolhidas 111 amostras. A Figura 10 ilustra os pontos de amostragem, sendo indicadas as amostras que revelaram presença de areia marcada cor-de-laranja. Na Figura 10 constam duas referências para o ponto de injeção: a referida como *vídeo* corresponde às coordenadas fornecidas pela Xavisub e foi obtida com um cabo vertical no local da poita; a outra coordenada foi obtida pela equipa que se encontrava na Nereide. A primeira referencia deve ser a mais correta.

Nos dias 8 e 9 de julho foram recolhidas 7 amostras (DR1-DR7) antes da injeção do traçador que foram consideradas amostras de referência para o levantamento do magnetómetro.

Nos dias 11, 12, 18, 22 e 27 de julho foram também realizadas observações na praia emersa para verificar a presença de partículas de areia marcada provenientes da injeção na parte submersa. Qualquer destas amostragens não revelou vestígios dessa areia. A Tabela A2 no Anexo A sintetiza a amostragem de sedimentos na praia submersa.



**Figura 9 – Colhedor Petit Ponard.**

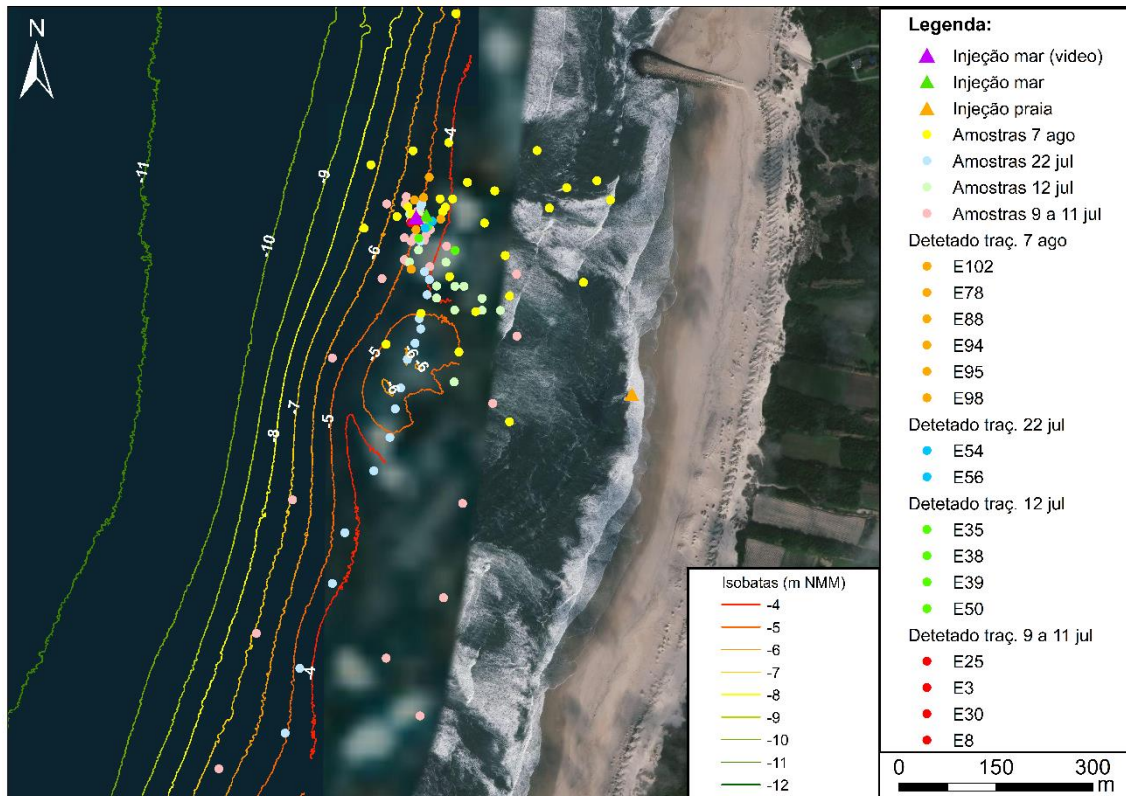


Figura 10 – Localização das amostras de sedimentos na praia submersa após a injeção do traçador. As amostras em que se observou a presença de partículas cor-de-laranja fluorescentes estão destacadas.

### 5.3 Medição das propriedades magnéticas.

#### *Praia emersa*

A medição da suscetibilidade magnética (SM) foi realizada com recurso ao sensor anelar MS2D da Bartington (Figura 11), nas marés baixas diurnas nos dias 9 e 10 de julho. Estas medições foram realizadas ao longo de perfis transversais à linha de costa, acompanhando a amostragem. Em cada local de amostragem foram realizadas três, ou mais medições conforme a variação dos valores. O posicionamento foi garantido por um GNSS com correção diferencial RTK.

No dia 9 de julho foram realizadas medições das condições de referência, antes da injeção das areias marcadas, com o sensor MS2D ao longo de 5 perfis transversais à linha de água, seguindo o mesmo critério da amostragem mencionada anteriormente (Figura 11).

No dia 10 de julho (dia), após a injeção das areias marcadas, foram realizadas medições de SM nos locais amostrados entre os perfis ST100 e ST1000 (Figura 12). Os perfis ST0 e ST50 não foram considerados pelo facto das medições não terem sido realizadas exatamente no mesmo local de amostragem. É de referir que nos locais imersos, o sensor apresentou valores erráticos e não coerentes, pelo que algumas medições não foram consideradas e por vezes o local de medição teve de ser reposicionado.



Figura 11 – Medição da suscetibilidade magnética com sensor anelar MS2D

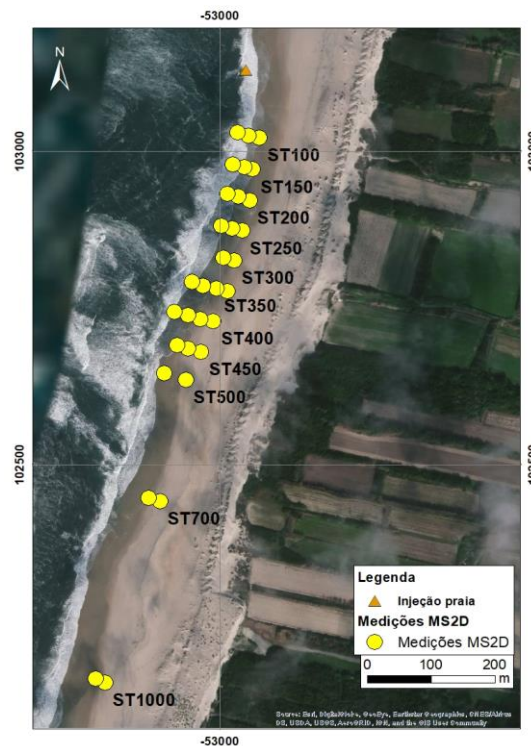


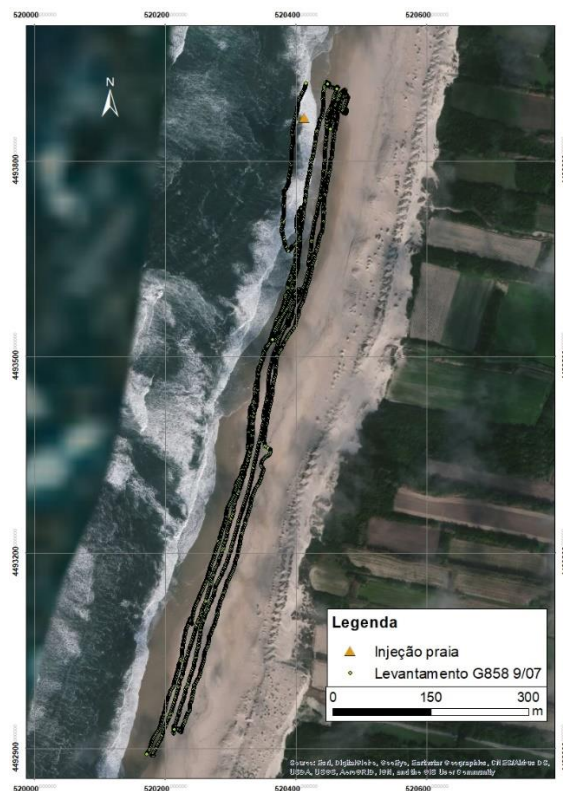
Figura 12 – Localização das medições realizadas no dia 10 de julho com sensor MS2D

A medição do campo magnético (CM) foi realizada com recurso ao magnetómetro terrestre de vapor de Césio G858 da Geometrics (Figura 13). Foram adquiridos dados em modo contínuo a uma taxa de 1 Hz, em perfis paralelos à linha de costa, durante as marés baixas diurnas nos dias 9 e 10 de julho. O posicionamento foi assegurado por um GNSS Garmin 64ST com correção diferencial.



**Figura 13 – Medição do campo magnético com o magnetómetro G858**

As Figuras 14 e 15 representam as fiadas feitas com o magnetómetro G858. No dia 9 de julho, antes da colocação do traçador, foram realizadas 5 fiadas ao longo da berma de praia, face de praia e do terraço, que estão representadas na Figura 14 as quais visaram definir as condições de referência.



**Figura 14 – Localização das fiadas realizadas no dia 9 de julho (dia) com magnetómetro G858.**

No dia 10 de julho (dia) foram realizadas 2 fiadas ao longo do terraço (Figura 15). O levantamento foi interrompido devido a problemas com as baterias.

## Relatório V – Campanha de campo na Praia da Costinha, Aveiro

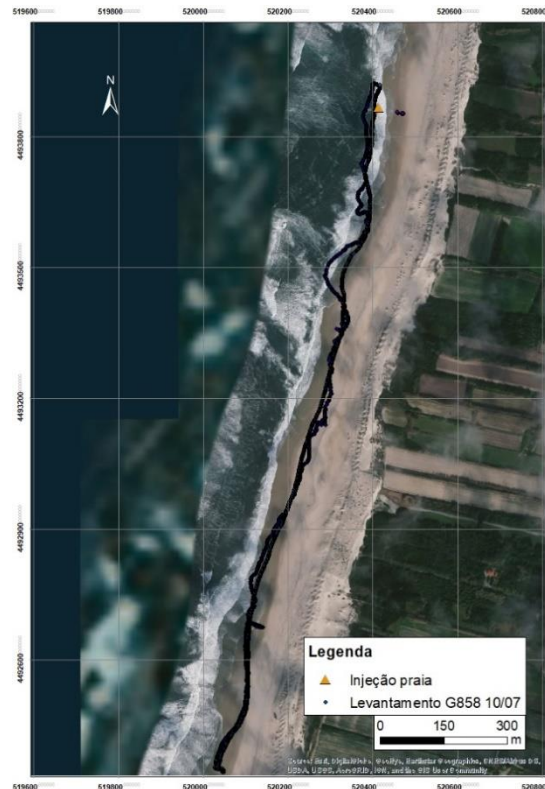


Figura 15 – Localização das fiadas realizadas no dia 10 julho (dia) com magnetómetro G858.

A medição da suscetibilidade magnética (SM) em amostra foi realizada com recurso ao sensor MS2B da Bartington (Figura 16) montado num local pré-estabelecido. A preparação da medição consistiu na homogeneização das amostras e preparação das mesmas em provetes cilíndricos, de Polietileno de baixa densidade, próprios do sensor. Posteriormente foram realizadas em média 3 medições por cada provete preparado. O número de medições em cada provete foi reconsiderado em amostras cujos valores oscilaram mais.



Figura 16 – Medição da suscetibilidade magnética com sensor MS2B.

No dia 11 de julho foi medida a SM das 15 amostras de referência, recolhidas no dia 9 de julho, e das amostras do perfil ST250, recolhidas no dia 10 de julho. Sendo que não foram observados nenhuns grãos de traçador fluorescente laranja na amostragem realizada na primeira preia-mar deste dia, o perfil ST250 foi selecionado e medido para comparação com as medições do dia 9 de julho no mesmo perfil.

A Tabela A3 no Anexo A sintetiza as medições efetuadas na praia emersa e submersa.

### ***Praia submersa***

A medição do campo magnético (CM) foi realizada com recurso ao magnetómetro marinho de precessão protónica, de efeito Overhauser, SEASPY da Marine Magnetics (Figura 17), rebocado a partir de um bote Tipo III. As medições foram registadas em modo contínuo a uma taxa de 1 Hz, em perfis paralelos à linha de costa, antes e após a colocação do traçador. O posicionamento foi assegurado por um GNSS Hemisphere Omnistar com correção diferencial.



**Figura 17 – Magnetómetro SEASPY.**

No dia 9 de julho foram realizadas no total 8 fiadas na área adjacente ao local de colocação das areias marcadas (Figura 18).

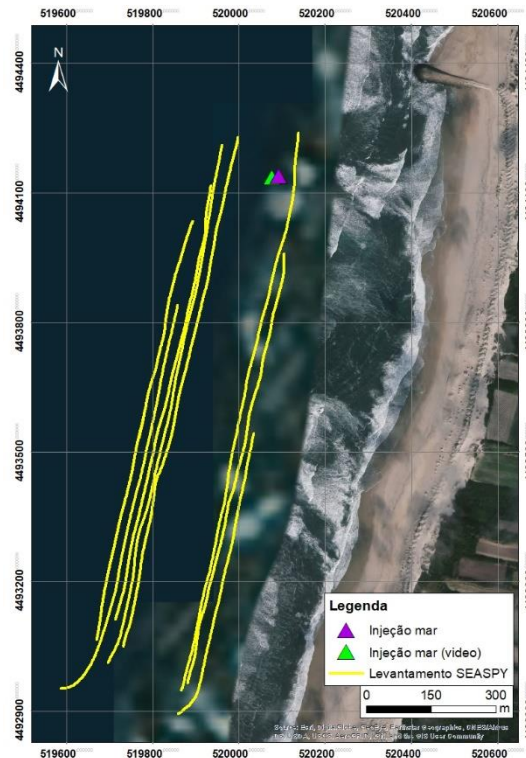


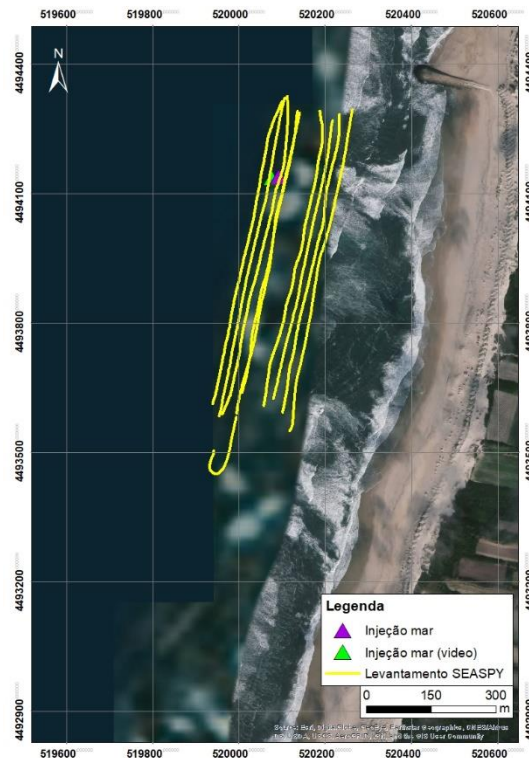
Figura 18 – Localização das fiadas realizadas no dia 9 julho com magnetómetro SEASPY.

As condições meteo-oceanográficas não permitiram a realização de levantamento no dia 10 de julho. No dia 11 de julho retomaram-se os trabalhos e realizaram-se 10 fiadas que incluíram o local de colocação das areias magnéticas e a área adjacente repetindo as fiadas previamente executadas no dia 9 (Figura 19).



Figura 19 – Localização das fiadas realizadas no dia 11 de julho com magnetómetro SEASPY.

No dia 12 de julho, e resultado da observação da presença de areias marcadas nas amostras recolhidas no dia anterior, realizaram-se 10 fiadas numa área redefinida (Figura 20).



**Figura 20 – Localização das fiadas realizadas no dia 12 com magnetómetro SEASPY.**

A medição da suscetibilidade magnética (SM) em amostra foi realizada com recurso ao sensor MS2B da Bartington descrito anteriormente nos trabalhos realizados na praia emersa.

No dia 9 de julho realizaram-se testes de medição com o sensor com as primeiras amostras recolhidas. No dia 10 de julho repetiram-se as mesmas amostras, verificando-se a repetibilidade da medição. Estes testes serviram para a avaliação do local de colocação do sensor para a realização das medições. No mesmo dia efetuaram-se as medições de todas as amostras recolhidas, num total de 15 amostras.

No dia 11 de julho foram realizadas as medições de 19 amostras recolhidas no mesmo dia.

#### **5.4 Medição dos parâmetros hidrodinâmicos**

A aquisição de dados hidrodinâmicos foi realizada através de vários equipamentos. Na praia emersa, na zona entre marés, foi colocada uma estrutura com um correntómetro eletromagnético Infinity (ECM) para medição de correntes e um sensor de pressão (PT) para medição da elevação da superfície da água. Na praia submersa, foram fundeados um ADP (*Acoustic Doppler Profiler*) e um ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*), ambos para medição do perfil vertical de correntes na coluna de água e parâmetros da ondulação.

##### ***Praia submersa***

Na parte submersa da praia a uma profundidade de 10 m foram colocados um ADCP (RDI WorkHorse Sentinel 1200 kHz) e um ADP (SONTEK) conforme indicado na Figura 1. Estes equipamentos foram instalados em estruturas rígidas que foram fundeadas na segunda feira 8 de julho às 15h00 (Figura 21).

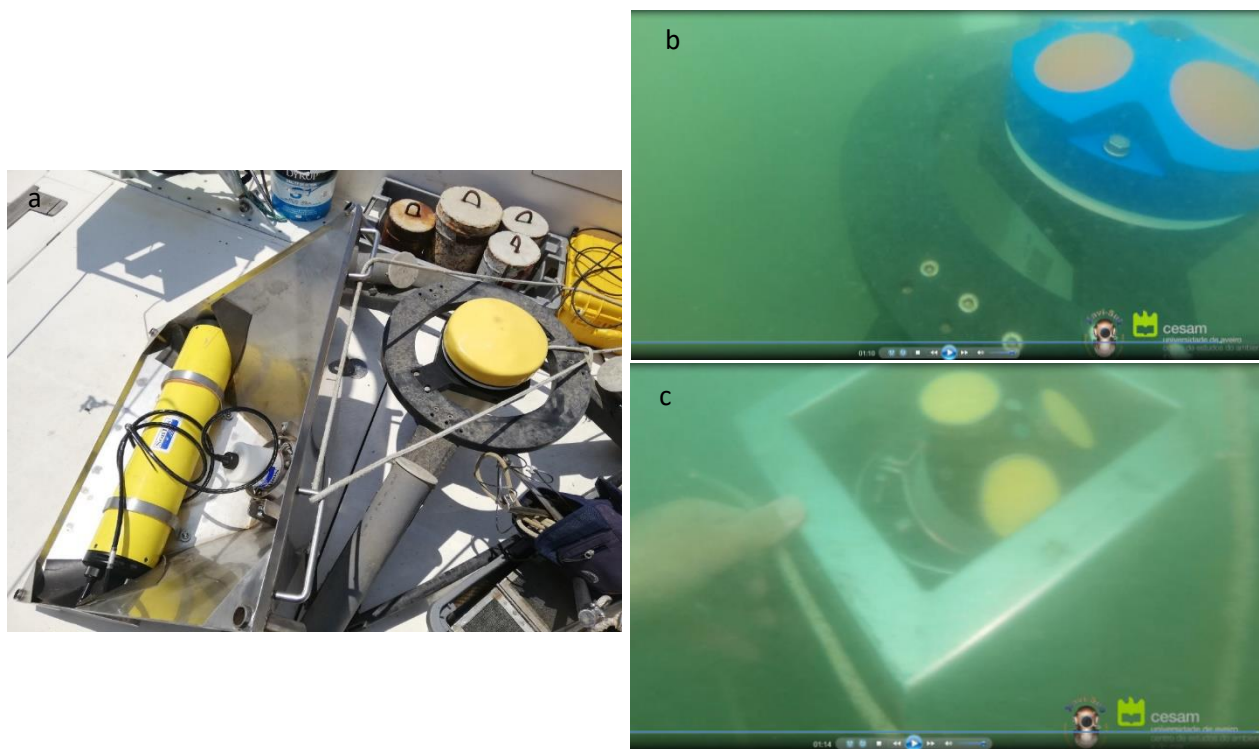


Figura 21 - Correntómetros com as estruturas de amarração (a); Equipamentos fundeados na praia: (b) ADCP, (c) ADP

A Tabela 2 apresenta a configuração do ADP e ADCP.

Tabela 1. Configuração dos equipamentos submersos.

	Mini-ADP 1.5MHz	ADCP1200 KHz
Modo de aquisição	<i>burst</i>	<i>burst</i>
Tempo de aquisição de cada perfil (s)	2400	1200 (20 min)
Intervalo de tempo entre o início de cada perfil (s)	600	1800 (1/2 hora)
Frequência de aquisição (Hz)	1	2
Número de células	25	39
Espaçamento entre células (m)	0.5	0.5
Distância dos sensores à primeira célula (zona de sombra) (m)	0.4	1.05
Distância do centro da primeira célula ao fundo (m)	1.02	0.5
Módulo de ondas		
Frequência de aquisição de dados de pressão (Hz)	2	2
Comprimento das séries de ondas (pontos)	1024	2400
Duração das séries de ondas (s)	-	1200
Medição de ondas a cada (perfis)	1	-
Nome do ficheiro de dados	SANDT002.ADP	CNSAN000.000

**Praia emersa**

Numa estrutura instalada na praia emersa cuja localização está indicada na Figura 1, foram colocados no dia 9 julho às 16h00 dois PT (modelo Level Troll 400) e um ECM (Figura 22). A memória interna dos sensores de pressão não possibilita fazer uma medição de 24 h seguidas pelo que se optou pela colocação de dois PT que iniciam o período de medição em instantes diferentes. A distância dos sensores do PT e do ECM à superfície da areia foi de 10 e 20cm, respetivamente. A Tabela 3 apresenta os parâmetros de configuração, o tempo de funcionamento e o nome dos ficheiros de dados registados pelo ECM e PT. O ângulo entre o eixo OY do sistema de eixos interno do ECM e o Norte geográfico foi medido para posterior determinação da direção da velocidade da corrente, sendo igual a 286°.

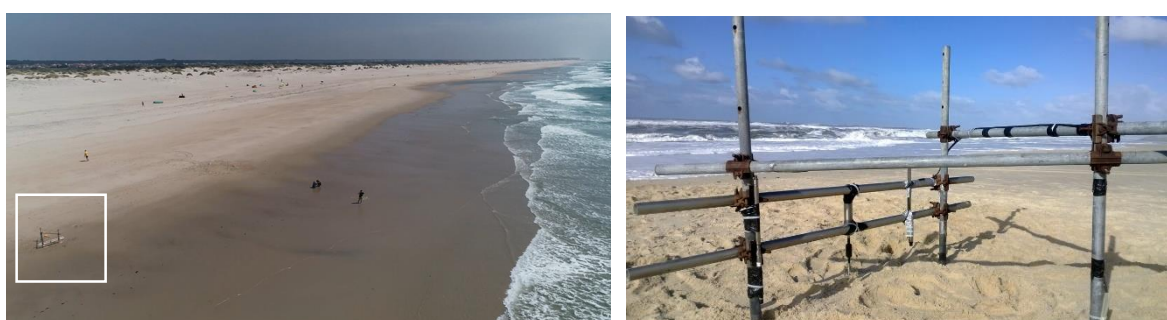


Figura 22 - Estrutura e equipamentos (PT e ECM) colocados na praia emersa.

Tabela 3 – Configuração, localização e nome do ficheiro de dados do PT e do ECM.

	Modo de aquisição	Frequência de aquisição (Hz)	Coordenadas geográficas UTM ETRS 89	Período de medição	Nome do ficheiro de dados
ECM	<i>burst</i> – medição durante os primeiros 20 minutos de cada hora	2	X= -52958.40 Y= 103157.66	9/7/2019 14:40:00 a 11/7/2019 22:54:59	20190709_1440_AEM-USB_1055_143613
PT	contínuo	2	PT N: X= -52958.04 Y= 103158.22 PT S: X= -52958.60 Y= 103157.00	9/7/2019 16:00:00 a 10/7/2019 10:07:31 10/7/2019 4:00:00 a 10/7/2019 16:36:44 10/7/2019 18:00:00 a 11/7/2019 12:07:30	9jul19_283_2019-07-10_17-23-27-804 9jul19_529_2019-07-10_16-46-49-024 10jul19_529_2019-07-12_00-05-16-173

### 5.5 Topografia da praia e caracterização dos sedimentos

Na área de estudo da praia emersa foram realizados levantamentos topográficos de todo o sector, desde o 5º esporão da Costa Nova até à Vagueira com o sistema DGPS instalado na moto 4 (Figura 23a) (Baptista et al., 2011) e levantamentos mais detalhados na zona de deposição do traçador durante a baixa-mar com o sistema DGPS da Trimble, modelo R8s (modo RTK) instalado num monociclo (Figura 23b e Figura 24). A Tabela A4 no Anexo A apresenta as datas e horas em que foram realizados os levantamentos topográficos.

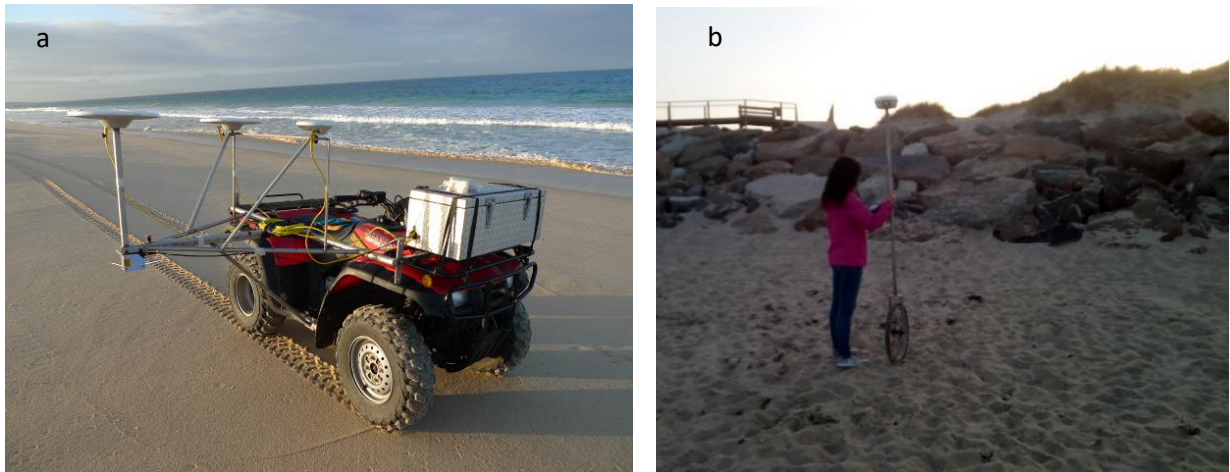


Figura 23 - Fotografias do sistema Inshore instalado na Moto 4 (a) e do monociclo geodésico (b).



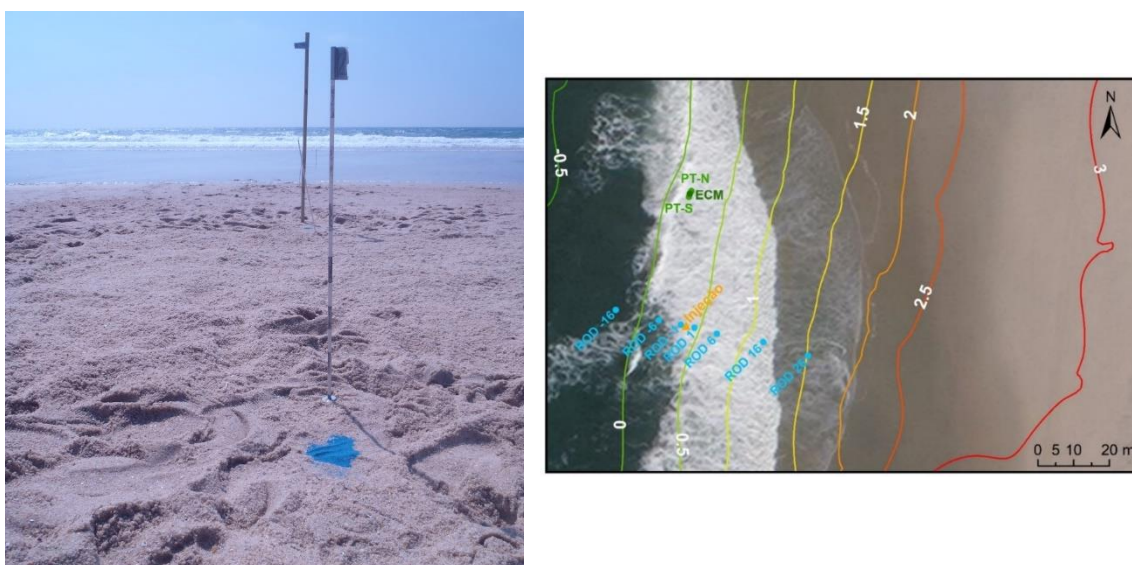
Figura 24 - Levantamento topográfico de referência a pé com DGPS RTK. Está indicado o local de injeção da areia marcada no perfil ST0.

Foram também recolhidas amostras de sedimento na praia emersa para posterior caracterização textural. A Tabela 4 apresenta a localização das amostras.

**Tabela 4 – Localização das amostras de sedimento recolhidas na praia emersa.**

	Coordenadas geográficas UTM ETRS 89
<b>Terraço de maré</b>	X=-52719.702 Y=104839.854 Z=0.260
<b>Face praia</b>	X=-52694.270 Y=104832.705 Z=1.539
<b>Base do enrocamento</b>	X=-52645.585 Y=104820.846 Z=5.821

Foram também efetuadas medições para estimar a profundidade de mistura. Para tal foi injetado areia marcada azul em cores verticais que foram assinalados por ROD's, conforme ilustrado na Figura 25.



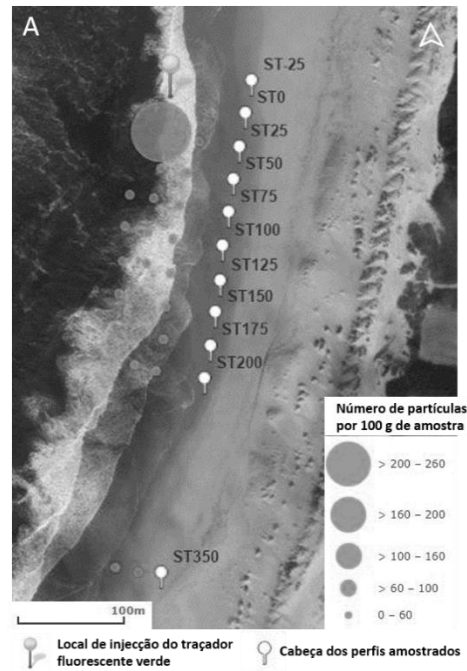
**Figura 25 - Instalação dos RODs, para medição da profundidade de mistura**

## 6. Resultados preliminares

### 6.1 Dispersão de sedimentos na praia emersa

As amostras de sedimento recolhidas na praia emersa foram analisadas para determinar o número de partículas marcadas detetadas. O procedimento seguido para analisar as amostras está descrito em Rato et al. (2019).

A Figura 26 mostra os resultados da dispersão de traçador ao fim de um ciclo de maré para a camada mais superficial de areia (primeiros 5 cm).



**Figura 26 - Distribuição espacial do número de grãos marcados nas amostras recolhidas ao longo dos perfis de amostragem.**

Os resultados mostram que o traçador foi transportado para sotamar do ponto de injeção após o primeiro ciclo de maré. As amostras que revelam maior quantidade de areia marcada situam-se entre os 25 e 100 m a sul do ponto de colocação. Estas amostras revelam conter uma quantidade de partículas fluorescentes igual ou superior a 30 por 100 g de amostra. Os resultados são compatíveis com o padrão de correntes medido na praia durante o primeiro ciclo de maré (ver secção 6.3). Posteriormente estes resultados serão utilizados para calcular o deslocamento do centro de massa da areia marcada e estimar a taxa de transporte sedimentar.

## 6.2 Propriedades magnéticas

Os resultados preliminares das medições da suscetibilidade magnética (SM) apresentados, obtidos pelos sensores MS2D e MS2B, resultam do pré-processamento e análise com recurso aos *softwares* ArcGIS da ESRI® e Microsoft Excel da MICROSOFT®.

Todas as medições realizadas, e resultados preliminares, encontram-se registados numa tabela, para cada sensor, no Anexo B deste relatório.

### ***Praia emersa***

As Figuras 27 e 28 apresentam a média dos valores medidos com o sensor MS2D, para cada local onde foi feita a amostragem, antes e após a injeção do traçador.

Da mesma forma a Figura 29 apresenta a média dos valores das medições realizados com o sensor MS2B, para cada amostra recolhida.

Relatório V – Campanha de campo na Praia da Costinha, Aveiro

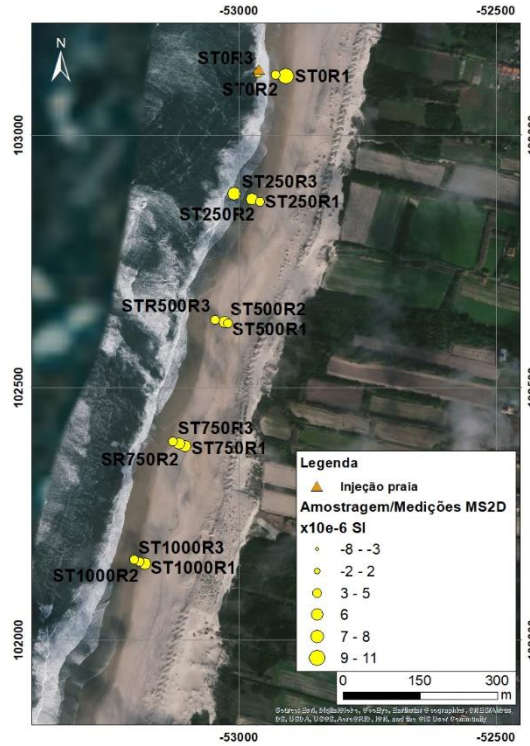


Figura 27 – Representação dos resultados das medições do MS2D no local de amostragem antes da injeção do traçador.

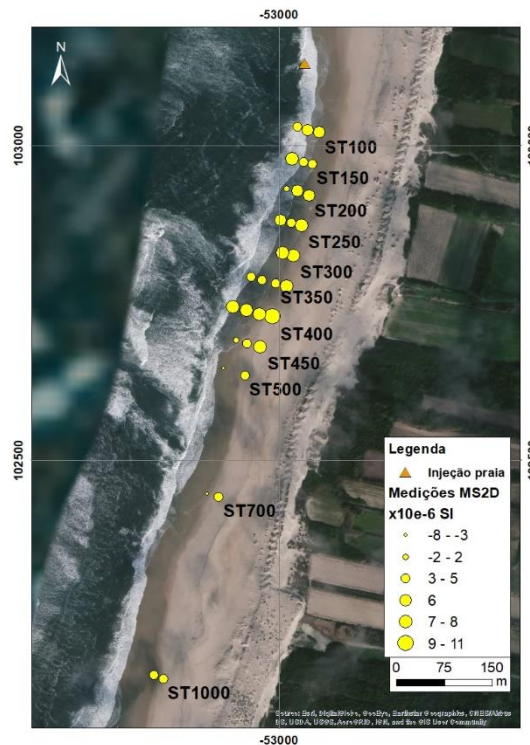
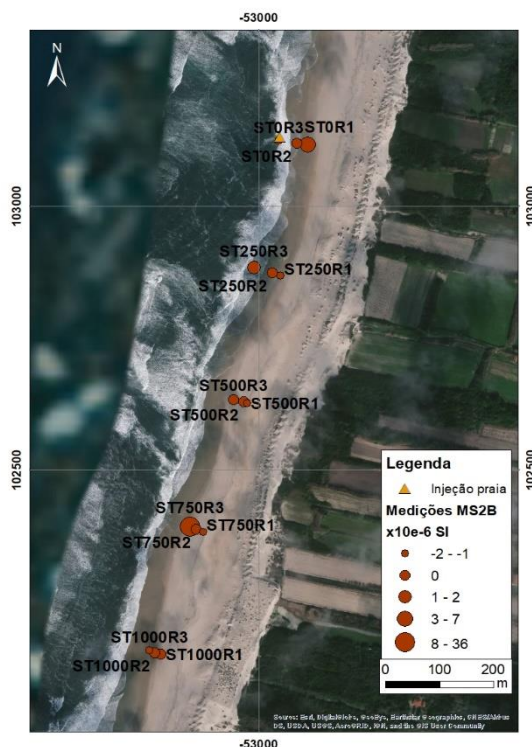


Figura 28 – Representação dos resultados das medições do MS2D no local de amostragem após a injeção do traçador.



**Figura 29 – Representação dos resultados das medições do MS2B nas amostras recolhidas antes da injeção do traçador.**

Dada a inexistência de grãos marcados, com fluorescência laranja, na primeira amostragem na praia mar realizada no dia 10 de julho, foram selecionadas as amostras superficiais do perfil ST250 para a realização da medição com o sensor MS2B. Estas medições permitiram comparar com os valores registados nas amostras de referência com o mesmo sensor.

**Tabela 5 – Média dos valores medidos nas amostras superficiais do perfil ST250 a 9 e 10 de julho.**

Dia / amostra	Nome	ST250R1	ST250R2	ST250R3
9jul		$-1,53 \times 10^{-6}$ SI	$-0,87 \times 10^{-6}$ SI	$-1,63 \times 10^{-6}$ SI
	ST250 SUP		ST250 A15 0-5	ST250 A30 0-5
10 jul (1ª baixa mar)		$-1,00 \times 10^{-6}$ SI	$-1,9 \times 10^{-6}$ SI	$-1,43 \times 10^{-6}$ SI

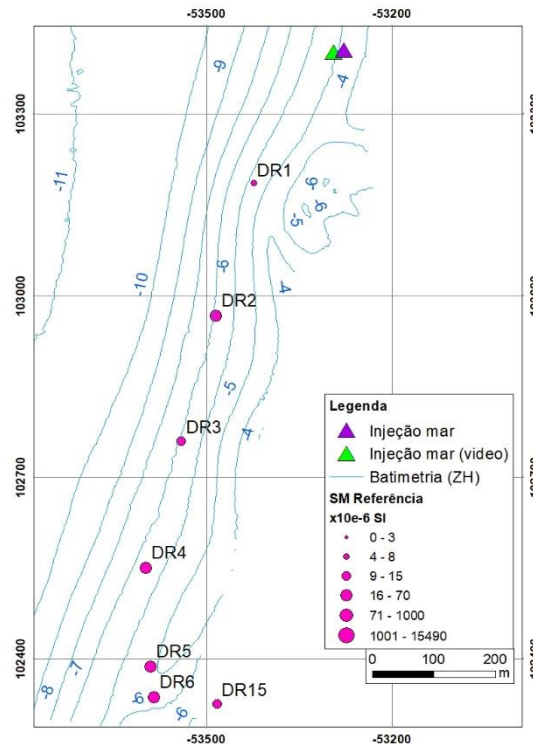
Como primeira conclusão, verifica-se que a SM das amostras recolhidas, antes e após a injeção do traçador magnético na praia submersa, é muito baixa e com valores negativos. Desta forma pode-se afirmar que não foi detetado traçador magnético com nenhum dos sensores.

A utilização dos dois sensores MS2D e MS2B, tiveram por objetivo a comparação da medição *in situ* e em amostra, respetivamente. Nos resultados preliminares obtidos verifica-se que no geral não existe uma correlação entre os seus valores. Porém as amostras com o valor máximo e mínimo de SM são comuns aos dois sensores.

**Praia submersa**

As Figuras 30 a 33 representam a média dos valores das medições da SM com o sensor MS2B, para cada local amostrado.

A Figura 30 apresenta os resultados das amostras de referência recolhidas na praia submersa. Os valores médios das medições são inferiores a  $35 \times 10^{-6}$  SI.



**Figura 30- Representação dos resultados das medições do MS2B nas amostras recolhidas antes da injeção do traçador na praia submersa.**

Os resultados da SM das amostras recolhidas no dia 10 julho na praia submersa constam na Figura 31. Os resultados mostram valores de suscetibilidade magnética média abaixo do valor mencionado anteriormente. Porém, destacam-se duas amostras (E3 e E8) com valores superiores a  $48 \times 10^{-6}$  SI. Estas amostras encontram-se muito próximas do local de injeção e evidenciam a presença de traçador magnético.

A Figura 32 apresenta os resultados da SM das amostras recolhidas na praia emersa do dia 11 de julho. Os resultados mostram que os valores médios de SM são inferiores a  $35 \times 10^{-6}$  SI. Destacam-se, no entanto duas amostras, a E25 e a E30, com valores superiores a  $500 \times 10^{-6}$  SI, que indicam assim a presença de traçador magnético.

Relatório V – Campanha de campo na Praia da Costinha, Aveiro

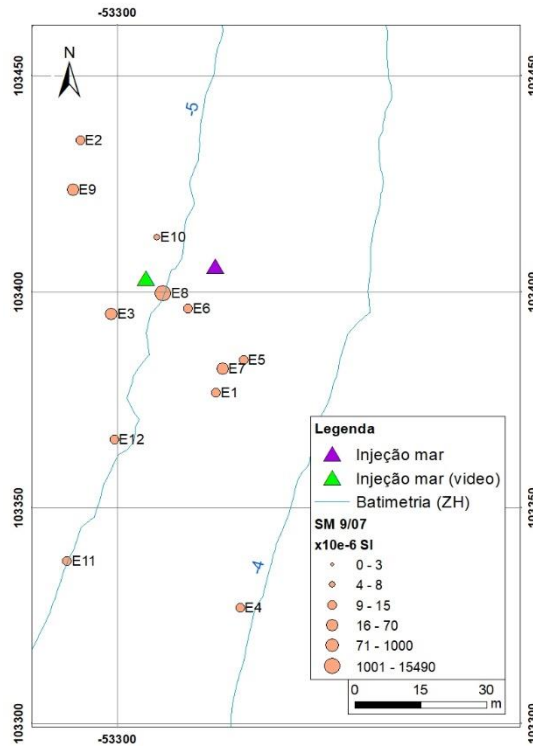


Figura 31- Representação dos resultados das medições do MS2B nas amostras recolhidas no dia 10, na praia submersa.

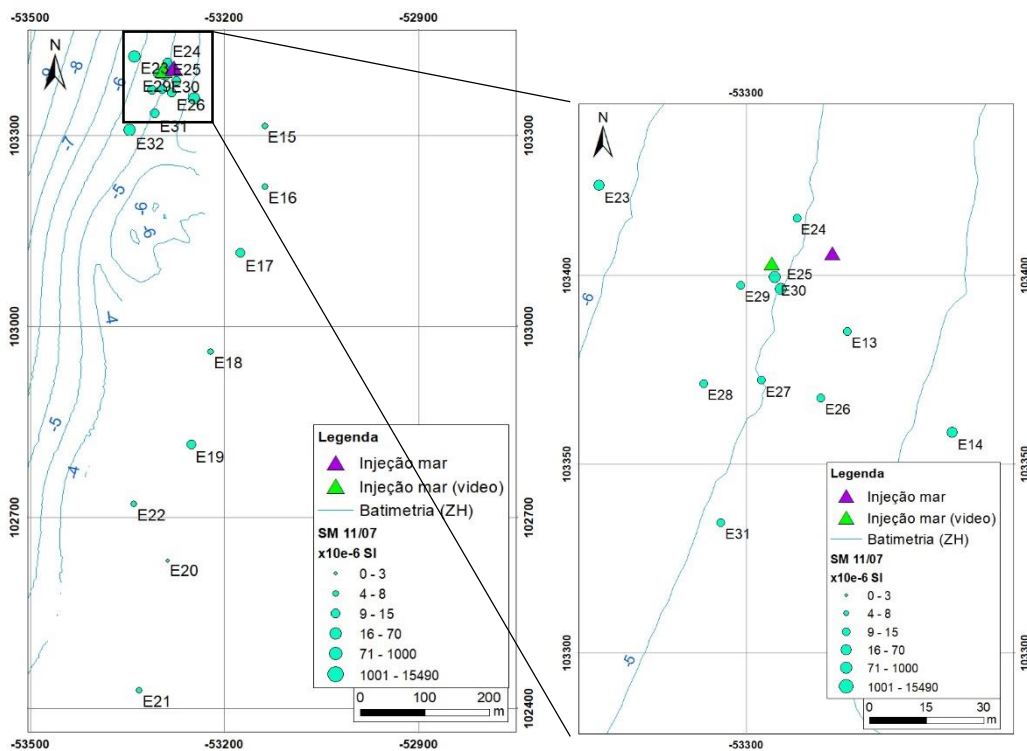
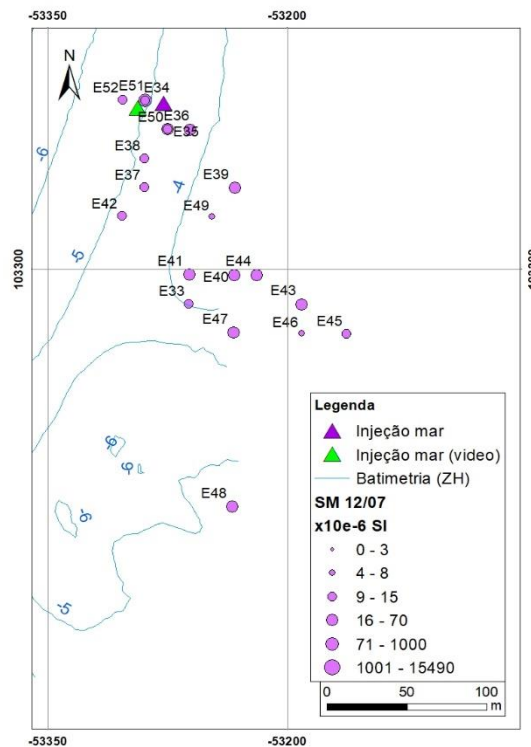


Figura 32- Representação dos resultados das medições do MS2B nas amostras recolhidas no dia 11. A imagem à direita é uma ampliação junto ao local de injeção.

Os resultados da SM das amostras recolhidas dia 12 de julho na praia submersa constam na Figura 33. A SM média de todas as amostras é inferior a  $32 \times 10^{-6}$  SI. A amostra que mais se destaca é a amostra E50 com um valor médio de SM de  $75 \times 10^{-6}$  SI. Esta amostra foi analisada no local com luz negra onde foi detetada a presença de grãos fluorescentes laranjas.

Para além da amostra E50, as amostras E35, E38, E39, também evidenciaram a presença de grãos fluorescentes laranjas contudo nestas últimas não se pode confirmar, por análise dos dados preliminares, a existência de grãos magnéticos. As amostras E43, E44, E47, apresentam valores de SM muito semelhantes às referidas anteriormente, porém à luz negra não foram observados grãos com fluorescência laranja.



**Figura 33- Representação dos resultados das medições do MS2B nas amostras recolhidas no dia 12, na praia submersa.**

Após a realização da campanha, foram realizadas novas medições da SM com o sensor MS2B, das amostras recolhidas na praia submersa, no laboratório de Geologia Marinha do Instituto Hidrográfico. A metodologia foi idêntica à seguida durante a campanha. Esta repetição teve como objetivo a avaliação da repetibilidade das medições deste sensor em ambiente controlado (humidade e temperatura). De uma forma geral pode-se concluir que as medições da SM, feitas em amostra com o sensor MS2B, realizada durante a campanha e posteriormente em laboratório não apresentam grandes desvios.

### 6.3 Parâmetros hidrodinâmicos

O processamento dos dados medidos pelos sensores de pressão e pelo correntómetro eletromagnético foi feito segundo a metodologia descrita em Fernandez et al. (2016). O sinal da elevação da superfície livre medida pelo PT foi separada em duas componentes, uma correspondente a ondas de curto período ( $f > 0,05$  Hz,  $T < 20$  s) e outra de baixa frequência ( $f < 0,05$  Hz,  $T > 20$  s), correspondente a ondas infra-gravíticas e a sinais de longo período (por exemplo, maré). A partir do sinal de ondas de curto período foram estimadas a altura significativa da onda,  $H_s$ , e o período de pico e da componente de baixa frequência a profundidade,  $h$ . Os resultados estão ilustrados nas Figura 34 e 35.

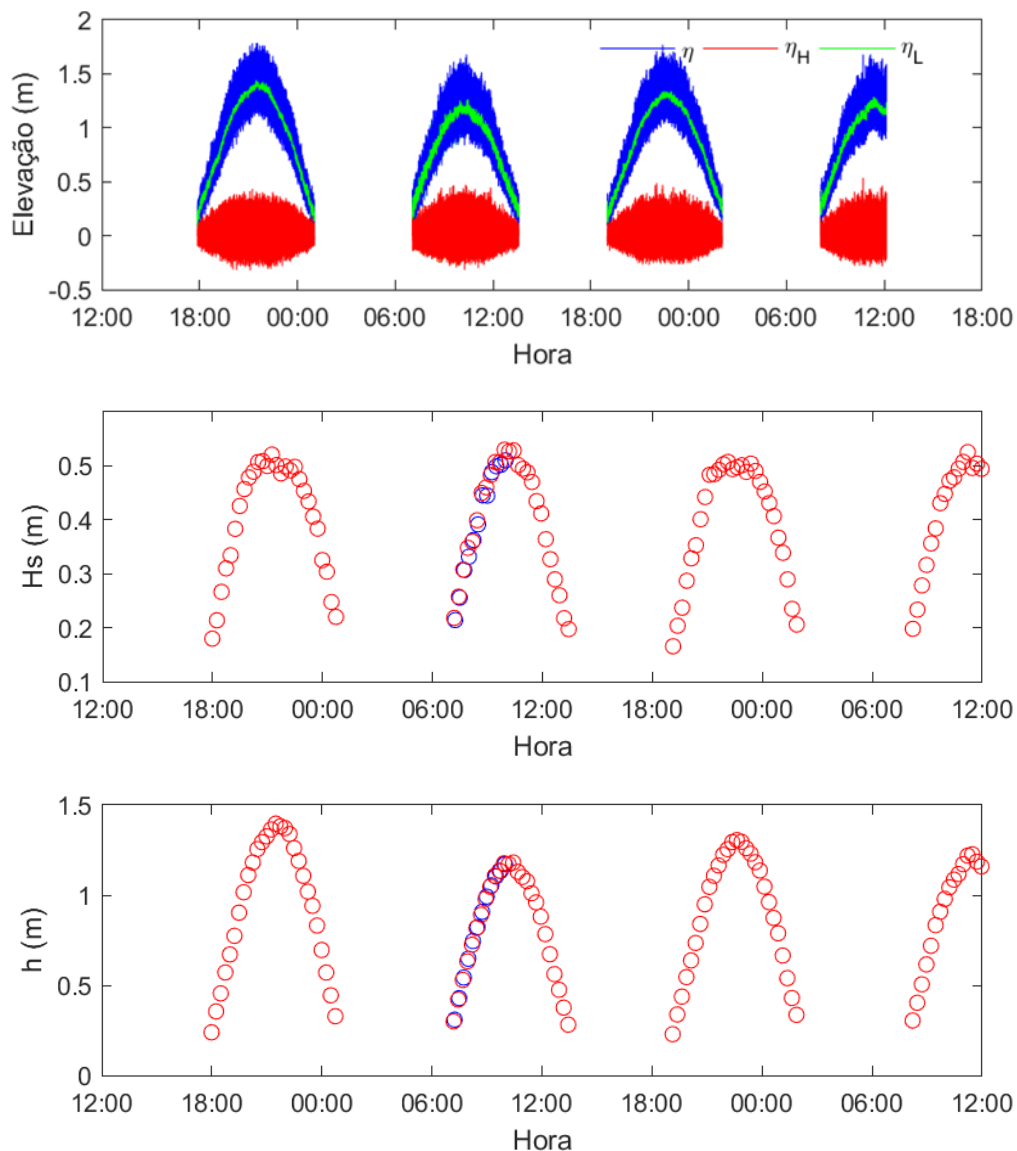


Figura 34- Representação dos resultados das medições do PT entre as 12h do dia 9 de julho e as 12h do dia 11 de julho.

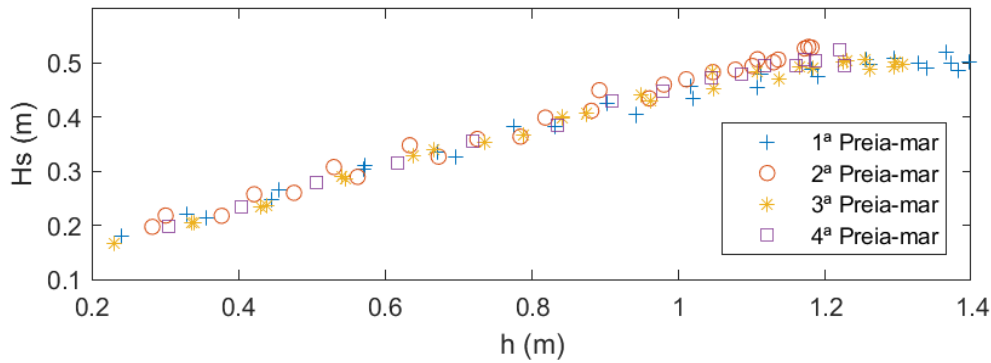


Figura 35- Valores da altura significativa da onda em função da profundidade.

Os resultados obtidos mostram que a altura da onda medida no local onde foi colocado o sensor de pressão tem um valor máximo medido em preia-mar de cerca de 0.5 m. Na 1ª e 3ª preia-mar verifica-se que a razão entre  $H_s/h$  é constante o que indica que o sensor se encontrava no pico da preia-mar na zona de pré-rebentação.

A Figura 36 mostra os valores das componentes da velocidade longitudinal e transversal à praia e do ângulo de incidência da ondulação medidas pelo ECM.

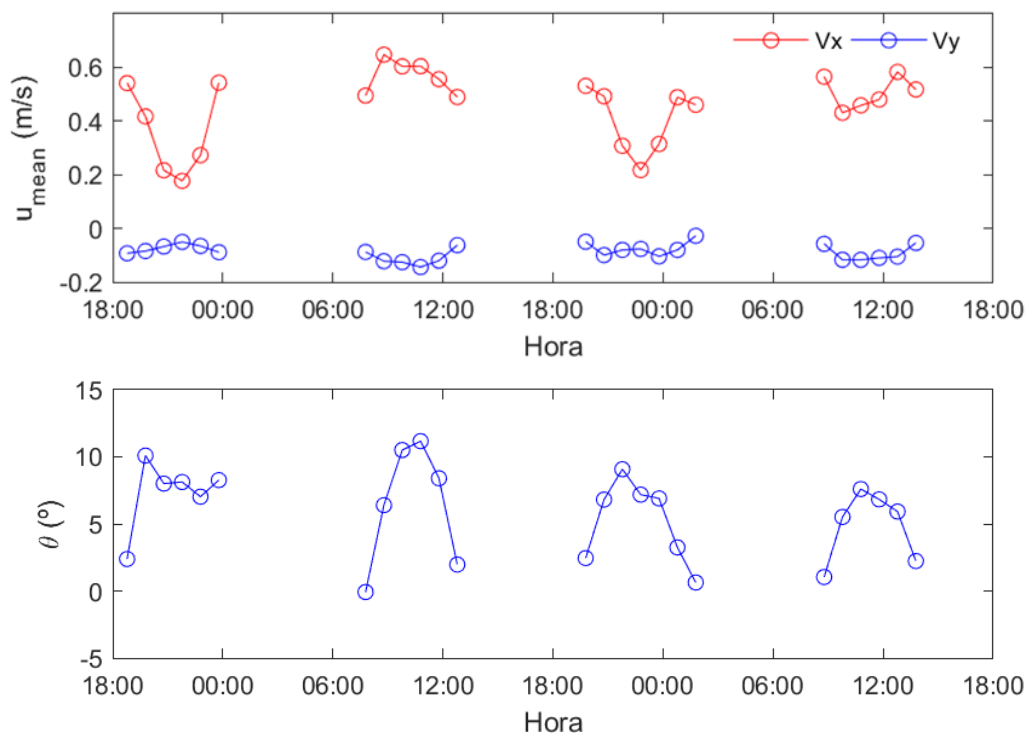
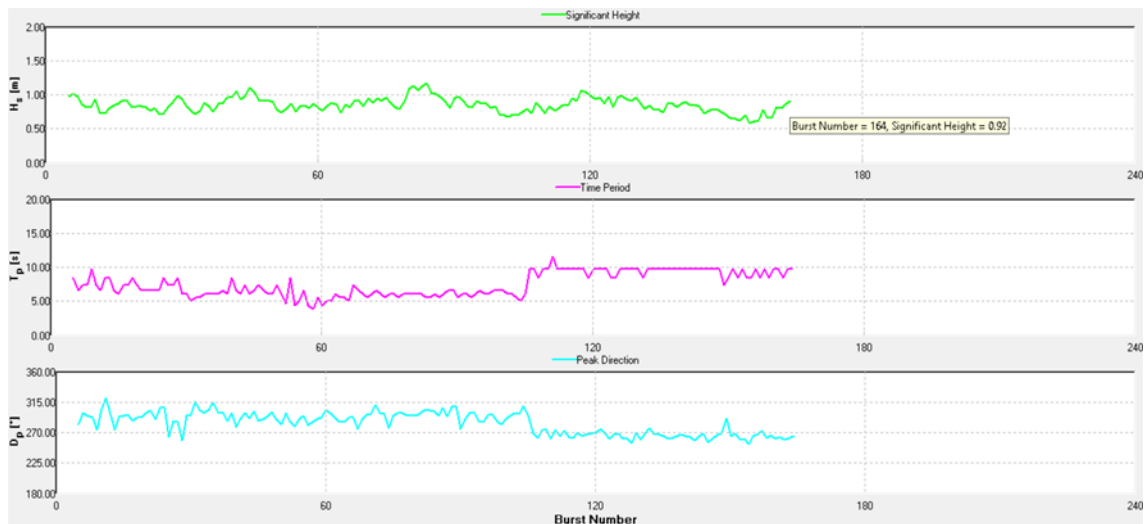


Figura 36- Representação dos resultados das medições do ECM.

A componente  $V_x$  tem sempre valores positivos, isto é, no sentido norte – sul a que correspondem ângulos de incidência com a perpendicular à linha de costa entre 0 e 10°. A componente transversal,  $V_y$ , apresenta valores negativos (para o largo).

A Figura 37 mostra os valores de  $H_s$ ,  $T_p$  e direção da ondulação medidos pelo ADCP.



**Figura 37- Valores da altura significativa da onda, do período de pico e da direção da ondulação medidos pelo ADCP em cada intervalo de medição (*burst*)**

## 7. Conclusões

A campanha realizada na praia da Costinha permitiu efetuar medições de diferentes parâmetros de acordo com os objetivos propostos na Tarefa 2 do projeto (*Monitoring program: Phase 1 - Field tests*). Foram realizadas medições da concentração dos traçadores injetados na parte emersa e submersa da praia, através da recolha de amostras periódicas de areia na área envolvente à da injeção, medições da SM e do CM, complementadas com medições de parâmetros hidrodinâmicos e topográficos da praia.

A maior parte dos objetivos da campanha foram atingidos. Contudo surgiram dificuldades na amostragem na parte submersa da praia decorrentes dos seguintes fatores: i) dificuldade de efetuar amostras de sedimento de fundo em profundidades pequenas; ii) avaria da embarcação; iii) condições de mar e do tempo, nomeadamente, a presença de nevoeiro no dia 10 de julho, que impediu que se retirassem amostras de sedimentos.

Os resultados preliminares apresentados mostram que as areias marcadas injetadas na praia emersa, no dia 9 de julho se deslocaram para sul o que está de acordo com o rumo da agitação marítima incidente e com a corrente de deriva litoral medida. A análise das amostras recolhidas na praia submersa com luz negra permitiu verificar a presença de traçador fluorescente laranja em amostras próximas ao local de injeção dos dois traçadores, fluorescente e magnético. Nestas mesmas amostras, verificaram-se valores de SM acima do valor médio do total das amostras. Esta avaliação preliminar permite concluir que o traçador magnético e fluorescente laranja não se deslocou muito do seu local de injeção, confirmando, desta forma, a inexistência de ambos os traçadores na praia emersa.

Os dados recolhidos serão analisados no âmbito da Tarefa 3 do projeto (*Monitoring program: Phase 2 - Data processing*).

## 8. Referências

Baptista, P., Bernardes, C., Cunha, T.R. 2011. The validation analysis of the INSHORE system-a precise and efficient coastal survey system. *Environmental Monitoring Assessment* 179, 589-604. doi: 10.1007/s10661-010-1765-0.

Fernández-Fernández, S., Baptista, P., Martins, V., Silva, P., Abreu, T., Pais-Barbosa, J., Bernardes, C., Miranda, P., Rocha, M., Santos, F., Bernabeu, A., and Rey, D., 2016. Longshore Transport Estimation on Ofir Beach in Northwest Portugal: Sand-Tracer Experiment. *J. Waterway, Port, Coastal, Ocean Eng.*, 10.1061/(ASCE)WW.1943-5460.0000319, 04015017.

Rato, D., Romão, S., 2019. Sandtrack. Relatório III – Preparação de traçadores fluorescentes e magnéticos, 11 pag.

Rato, D., Cascalho, J., Taborda, R., Silva, P.A., Romão, S., Silva, A., Lira, C., 2019. Projecto SandTrack – resultados preliminares de uma experiência com traçador fluorescente, 9ª Edição Congresso Jovens Investigadores em Geociências | CJIG 2019, 21 e 24 de novembro de 2019 | Estremoz, Livro de Atas.

**Agradecimentos:**

O Projeto SANDTRACK foi financiado pelo FEDER através do COMPETE2020 - Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI), e por fundos nacionais (OE) através da FCT/MCTES.

Agradecemos a todos os elementos que colaboraram na campanha.

Agradecemos todo o apoio dado pela Capitania de Aveiro, Policia Marítima e ISN que foi crucial na execução desta missão

Ao Capitão do Porto de Aveiro, Carlos Alberto José Isabel, por ter disponibilizado a embarcação do ISN para efetuar a recolha de amostras no dia 12 de julho.

À Atlantic Land (Vitor Silva) por ter disponibilizado atempadamente o levantamento batimétrico.

À Agencia Portuguesa do Ambiente, nas pessoas da Tânia Silveira, Celso Pinto e Nelson Silva o apoio prestado.

Ao programa COSMO por ter disponibilizado os dados batimétricos.

Danipack - Indústria de Plásticos, S.A. pela oferta dos sacos de plástico utilizados.

# **ANEXO A**

Tabela A1- Amostragem de sedimentos na praia emersa

Amostras\ Dias		9julho	10julho	11julho
Recolha de amostras	hora	11h00 – 19h00	2h00 – 6h00	2h30 - 6h30
	nome	ST0R1, ST0R2, ST0R3, ST250R1, ST250R2, ST250R3, ST500R1, ST500R2, ST500R3, ST750R1, ST750R2, ST750R3, ST1000R1, ST1000R2, ST1000R3	ST-25A30, ST-25A45, ST-25A60, ST-25A75, ST0A30, ST0A45, ST0A60, ST0A75, ST25A30, ST25A45, ST25A60, ST25A75, ST50A30, ST50A45, ST50A60, ST50A75, ST75A30, ST75A45, ST75A60, ST75A75, ST100A30, ST100A45, ST100A60, ST125A30, ST125A45, ST125A60, ST150A30, ST150A45, ST150A60, ST175A15, ST175A30, ST175A45, ST175A60, ST200A15, ST200A30, ST200A45, ST250A15, ST250A30, ST250A45, ST300A15, ST300A30, ST300A45, ST350A15, ST350A30, ST350A45, ST350A60	ST0A30, ST0A45, ST0A60, ST100A15, ST100A30, ST100A45, ST200A15, ST200A30, ST200A45, ST300A15, ST300A30, ST300A45, ST400A15, ST400A30, ST400A45, ST400A60, ST500A15, ST500A30, ST600A15, ST600A30, ST600A45, ST700A15, ST700A30, ST700A45, ST800A15, ST800A30, ST800A45, ST1000A15, ST1000A30, ST1000A45, ST1500A15, ST1500A30, ST1500A45
	hora	-	14h00 – 18h00	-
	nome	-	ST0A30, ST0A45, ST0A60, ST0A75, ST50A30, ST50A45, ST50A60, ST50A75, ST100A15, ST100A30, ST100A45, ST100A60, ST100A75, ST150A15, ST150A30, ST150A45, ST150A60, ST150A75, ST200A15, ST200A30, ST200A45, ST200A60, ST250A15, ST250A30, ST250A45, ST250A60, ST300A15, ST300A30, ST300A45, ST300A60, ST350A15, ST350A30, ST350A45, ST350A60, ST400A15, ST400A30, ST400A45, ST400A60, ST450A15, ST450A30, ST450A45, ST450A60, ST500A15, ST500A30, ST500A45, ST500A60, ST500A75, ST700A15, ST700A30, ST700A45, ST700A60, ST1000A15, ST1000A30, ST1000A45	-

Tabela A2- Amostragem de sedimentos na praia submersa

Amostras\ Dias		8julho	9julho	10julho	11julho	12julho	22julho	7 agosto
<b>observações</b>		colocação do ADCP e ADP 14h30	injeção do traçador de manhã	não recolhemos amostras	amostragens de manhã e à tarde interrompidas por avaria na embarcação	embarcação ISN (dados lidos no GPS barco)	embarcação Luis. Recolha de amostras na praia emersa à tarde.	Embarcação P. Carvalho
<b>Recolha de amostras</b>	<b>hora</b>	-	12h15 - 12h20	-	9h40 - 10h25	11h30 - 13h00	8h00- 10h00	8h00 – 11h00
	<b>nome</b>	-	<b>DR6, DR15</b>	-	<b>E13 - E22</b>	<b>E33- E52</b>	<b>1 a 24 (E53 - E76)</b>	<b>E77 – E111</b>
	<b>hora</b>	17h22 - 17h43	17h15 - 18h10	-	16h10 - 16h45	-	13h30 - 15h	-
	<b>nome</b>	<b>DR1 - DR5</b>	<b>E1 - E12</b>	-	<b>E23-E32</b>	-	<b>P(1,2,3), P4, P(5,6),P7, P(8,9), P10, P(11,12), P(13,14,15), P16, P17, P18, P19, P20, P21</b>	-

Tabela A3 – Medição propriedades magnéticas realizadas na praia emersa e submersa

Equipamento\ Dias	8 JUL	9 JUL	10 JUL	11 JUL	12 JUL
SeaSpy (praia submersa)	Horas	07h30 – 10h40		07h30-10h30	07h30-10h00
	Fiadas	8		10	10
MS2D (praia emersa)	Horas	11h00 - 19h00	14h00 – 19h00		
	Medições	15	35		
G858 (praia emersa)	Horas	11h00 – 19h00	14h00 – 19h00		
	Fiadas	5	2		
MS2B (amostras de praia submersa e emersa)	Nº Amostras / Nome	5 / DR2 – DR5	15 / DR1, DR5, DR15, E1 – E12	31 / E13-E32, ST0 a ST1000 (perfis de dia 9jul) e ST250 (perfil de dia 10jul)	

**Tabela A4 – Levantamentos topográficos praia emersa**

Equipamento \ Dias		8 JUL	9 JUL	10 JUL	11 JUL	12 JUL
monociclo	horas	12h30 e as 14h				
	nome	SandTrackNR1-11.txt; SandTrackNR1-10b.txt; SandTrackNR1-10.txt; SandTrackNR1-9.txt; SandTrackNR1-8.txt; SandTrackNR2-8.txt				
Inshore	horas	13h45-16h00	16h16-18h40	16h39-17h30	16h01-17h05	17h04-18h03

## **ANEXO B**

Tabela B1 - Resultados da suscetibilidade magnética. Com o sensor MS2B da praia emersa.

Amostra	Data Colheita	X (m)	Y (m)	Cota (m)	Range*	Freq*	SM1**	SM2	SM3	Média***	Código	Data Medição
ST0R1	09/07/2019	-52907,721	103116,391	2,814	0,1	LF	6,6	6,6	6,3	6,50	Ref	11/07/2019
ST0R2	09/07/2019	-52928,308	103118,295	1,635	0,1	LF	-0,2	-0,5	-0,7	-0,47	Ref	11/07/2019
ST0R3	09/07/2019	-52962,661	103123,105	0,063	0,1	LF	-1	-1,2	-1,5	-1,23	Ref	11/07/2019
ST250R1	09/07/2019	-52958,099	102867,527	3,191	0,1	LF	-1,2	-1,6	-1,8	-1,53	Ref	11/07/2019
ST250R2	09/07/2019	-52974,257	102872,841	0,759	0,1	LF	-0,5	-1,1	-1	-0,87	Ref	11/07/2019
ST250R3	09/07/2019	-53008,108	102882,854	-0,445	0,1	LF	1,6	1,7	1,6	1,63	Ref	11/07/2019
ST500R1	09/07/2019	-53020,931	102626,269	3,086	0,1	LF	-1,6	-1,7	-1,5	-1,60	Ref	11/07/2019
ST500R2	09/07/2019	-53027,518	102629,171	2,697	0,1	LF	-0,7	-0,6	-0,7	-0,67	Ref	11/07/2019
ST500R3	09/07/2019	-53045,35	102632,707	0,133	0,1	LF	0,1	0,2	-0,2	0,03	Ref	11/07/2019
ST750R1	09/07/2019	-53103,289	102382,807	2,91	0,1	LF	-0,8	-1,2	-1,3	-1,10	Ref	11/07/2019
ST750R2	09/07/2019	-53115,706	102387,986	1,37	0,1	LF	-1,1	-0,9	-1,1	-1,03	Ref	11/07/2019
ST750R3	09/07/2019	-53127,089	102392,299	-0,158	0,1	LF	36,7	35,7	34,8	35,73	Ref	11/07/2019
ST1000R1	09/07/2019	-53181,8	102150,523	3,404	0,1	LF	0,1	-0,2	-0,2	-0,10	Ref	11/07/2019
ST1000R2	09/07/2019	-53192,077	102154,042	1,758	0,1	LF	-0,3	-0,7	-0,6	-0,53	Ref	11/07/2019
ST1000R3	09/07/2019	-53202,876	102158,65	0,164	0,1	LF	-1,6	-1,3	-0,9	-1,27	Ref	11/07/2019
ST250 A15 0-5	10/07/2019	-52963.976	102872.724	2.3299	0,1	LF	-2,2	-1,9	-1,6	-1,90	1_after_Inj	11/07/2019
ST250 A15 5-10	10/07/2019	-52963.976	102872.724		0,1	LF	-1,6	-1,8	-1,5	-1,63	1_after_Inj	11/07/2019
ST250 A15 10-15	10/07/2019	-52963.976	102872.724		0,1	LF	-1,8	-1,2	-1	-1,33	1_after_Inj	11/07/2019
ST250 A15 15-20	10/07/2019	-52963.976	102872.724		0,1	LF	-0,8	-0,9	-1	-0,90	1_after_Inj	11/07/2019

<b>ST250 A30 0-5</b>	10/07/2019	-52981.575	102878.445	-0.1782	0,1	LF	-1,6	-1,2	-1,5	-1,43	1_after_Inj	11/07/2019
<b>ST250 A30 5-10</b>	10/07/2019	-52981.575	102878.445		0,1	LF	-2	-2	-1,9	-1,97	1_after_Inj	11/07/2019
<b>ST250 SUP</b>	10/07/2019				0,1	LF	-1,1	-1,1	-0,8	-1,00	1_after_Inj	11/07/2019

\*Parâmetros selecionados no sensor

\*\*Suscetibilidade Magnética medição 1 (SM1), valor adimensional \*10<sup>-6</sup> SI (range 0.1) e \*10<sup>-5</sup> SI (range 1)

\*\*\*Média da Suscetibilidade Magnética (SM1+SM2+SM3/3)

**Tabela B1- Resultados das medições da suscetibilidade magnética com o sensor MS2B na praia submersa**

Amostra	Data Colheita	Hora Colheita	Latitude (°)	Longitude (°)	Sonda (m)	Range*	Freq*	SM1**	SM2	SM3	Média***	Código	Data Medição
<b>DR1</b>	08/07/2019	17:22	40,59582023	-8,764228555	5,5	0,1	LF	7,7	7,5	7,7	7,6	Ref	10/07/2019
<b>DR2</b>	08/07/2019	17:27	40,59384117	-8,764939512	6,3	0,1	LF	23	23,1	23,2	23,1	Ref	09/07/2019
<b>DR3</b>	08/07/2019	17:33	40,59197557	-8,765580661	7,0	0,1	LF	13,6	13,7	14,2	13,8	Ref	09/07/2019
<b>DR4</b>	08/07/2019	17:38	40,59008534	-8,766251049	6,5	0,1	LF	35,7	34,6	34,6	35,0	Ref	09/07/2019
<b>DR5</b>	08/07/2019	17:41	40,58862063	-8,766139631	5,8	0,1	LF	23	23	22,9	23,0	Ref	09/07/2019
<b>DR6</b>	09/07/2019	12:21	40,58816365	-8,766071265	5,0	0,1	LF	28,6	28,3	28,3	28,4	Ref	10/07/2019
<b>DR15</b>	09/07/2019	12:15	40,58806985	-8,764866602	5,5	0,1	LF	8,8	8,6	8,6	8,7	Ref	10/07/2019
<b>E1</b>	09/07/2019	17:16	40,59755204	-8,762529194	3,6	0,1	LF	9,4	9,6	9,3	9,4	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E2</b>	09/07/2019	17:23	40,59807612	-8,76289928	5,0	0,1	LF	10,9	10,8	10,9	10,9	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E3</b>	09/07/2019	17:32	40,5977146	-8,762812507	4,6	0,1	LF	48,6	48,4	48,4	48,5	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E4</b>	09/07/2019	17:37	40,59710371	-8,76246046	3,8	0,1	LF	13,4	14,3	14,4	14,0	1_after_Inj	10/07/2019

<b>E5</b>	09/07/2019	17:41	40,59762044	-8,762455794	4,0	0,1	LF	15	15	14,8	14,9	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E6</b>	09/07/2019	17:44	40,59772697	-8,762605752	4,4	0,1	LF	14,2	13,9	14	14,0	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E7</b>	09/07/2019	17:48	40,59760128	-8,762512238	4,5	0,1	LF	18,6	18,8	18,7	18,7	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E8</b>	09/07/2019	17:54	40,59775855	-8,76267419	4,3	1	LF	1548	1549	1550	1549,0	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E9</b>	09/07/2019	17:57	40,59797274	-8,762918437	4,0	0,1	LF	18,7	18,9	18,5	18,7	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E10</b>	09/07/2019	18:01	40,59787498	-8,76269127	5,0	0,1	LF	7,8	8,1	8,1	8,0	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E11</b>	09/07/2019	18:04	40,59719854	-8,762926845	5,0	0,1	LF	13,4	13,4	13,3	13,4	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E12</b>	09/07/2019	18:08	40,5974526	-8,762801851	4,7	0,1	LF	14,7	14,5	14,6	14,6	1_after_Inj	10/07/2019
<b>E13</b>	11/07/2019	9:39	40,59762942	-8,762484127	4,9	0,1	LF	14,7	14,9	14,9	14,8	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E14</b>	11/07/2019	9:42	40,59739073	-8,762156529	4,1	0,1	LF	16,1	16,1	15,9	16,0	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E15</b>	11/07/2019	9:46	40,5970053	-8,760872613	6,0	0,1	LF	4,4	4,4	4,3	4,4	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E16</b>	11/07/2019	9:50	40,59614537	-8,760859958	4,7	0,1	LF	4,9	4,8	5	4,9	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E17</b>	11/07/2019	9:53	40,59520322	-8,761293504	3,8	0,1	LF	8,7	8,7	8,7	8,7	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E18</b>	11/07/2019	9:56	40,59380688	-8,761829694	4,1	0,1	LF	4,6	4,4	4,6	4,5	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E19</b>	11/07/2019	9:58	40,59249057	-8,762167984	5,1	0,1	LF	12,8	12,9	12,9	12,9	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E20</b>	11/07/2019	10:01	40,59084234	-8,762580112	4,6	0,1	LF	2,8	2,7	2,7	2,7	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E21</b>	11/07/2019	10:03	40,58900828	-8,763087297	6,4	0,1	LF	4,8	4,8	4,7	4,8	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E22</b>	11/07/2019	10:25	40,59164173	-8,763207407	4,7	0,1	LF	3,7	3,8	4,1	3,9	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E23</b>	11/07/2019	16:11	40,5979737	-8,763255507	5,2	0,1	LF	15,1	15,4	15,4	15,3	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E24</b>	11/07/2019	16:14	40,59789794	-8,762642968	4,1	0,1	LF	11,6	11,5	11,4	11,5	2_after_Inj	11/07/2019

<b>E25</b>	11/07/2019	16:15	40,59772949	-8,762691784	4,3	0,1	LF	995,4	995,1	995	995,2	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E26</b>	11/07/2019	16:17	40,59746995	-8,762565178	3,5	0,1	LF	13,4	13,6	13,6	13,5	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E27</b>	11/07/2019	16:33	40,59751123	-8,762749286	3,9	0,1	LF	11,2	11,2	11,2	11,2	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E28</b>	11/07/2019	16:34	40,59750232	-8,762928136	4,3	0,1	LF	14,7	14,9	14,9	14,8	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E29</b>	11/07/2019	16:38	40,59773722	-8,762815618	4,2	0,1	LF	11,3	11,2	11,1	11,2	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E30</b>	11/07/2019	16:40	40,59775808	-8,762710712	3,8	0,1	LF	695,8	696,2	696,3	696,1	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E31</b>	11/07/2019	16:42	40,59717095	-8,762871631	3,8	0,1	LF	10,3	10,3	10,2	10,3	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E32</b>	11/07/2019	16:45	40,59693352	-8,763332098	4,4	0,1	LF	15,2	15,3	15,1	15,2	2_after_Inj	11/07/2019
<b>E33</b>	12/07/2019	12:09	40.59666667	-8.762333333	5.2	0.1	LF	10	10	10	10.0	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E34</b>	12/07/2019	12:12	40.59783333	-8.762666667	5.7	0.1	LF	10.2	10.1	9.9	10.1	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E35</b>	12/07/2019	12:14	40.59766667	-8.7625	5.5	0.1	LF	16.2	16.4	16.3	16.3	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E36</b>	12/07/2019	12:15	40.59766667	-8.762333333	5.0	0.1	LF	13.9	14.5	14.2	14.2	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E37</b>	12/07/2019	12:17	40.59733333	-8.762666667	5.3	0.1	LF	14.3	14.1	13.8	14.1	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E38</b>	12/07/2019	12:20	40.5975	-8.762666667	5.7	0.1	LF	16.6	16.9	16.6	16.7	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E39</b>	12/07/2019	12:22	40.59733333	-8.762	4.3	0.1	LF	18.4	18.2	18.2	18.3	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E40</b>	12/07/2019	12:25	40.59683333	-8.762	4.0	0.1	LF	17.6	17.6	17.5	17.6	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E41</b>	12/07/2019	12:26	40.59683333	-8.762333333	4.5	0.1	LF	14.8	14.8	14.7	14.8	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E42</b>	12/07/2019	12:28	40.59716667	-8.762833333	5.5	0.1	LF	15.1	15.1	14.9	15.0	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E43</b>	12/07/2019	12:32	40.59666667	-8.7615	5.2	0.1	LF	22.9	23	22.8	22.9	3_after_Inj	17/07/2019
<b>E44</b>	12/07/2019	12:34	40.59683333	-8.761833333	4.2	0.1	LF	14.9	14.9	15.2	15.0	3_after_Inj	17/07/2019

E45	12/07/2019	12:37	40.5965	-8.761166667	5.8	0.1	LF	4.2	4.1	4	4.1	3_after_Inj	17/07/2019
E46	12/07/2019	12:40	40.5965	-8.7615	5.4	0.1	LF	31.8	31.7	31.4	31.6	3_after_Inj	17/07/2019
E47	12/07/2019	12:44	40.5965	-8.762	5.0	0.1	LF	17.1	17	17.1	17.1	3_after_Inj	17/07/2019
E48	12/07/2019	12:49	40.5955	-8.762	5.2	0.1	LF	6.6	6.5	6.5	6.5	3_after_Inj	17/07/2019
E49	12/07/2019	12:54	40.59716667	-8.762166667	4.3	0.1	LF	10.6	10.5	10.5	10.5	3_after_Inj	17/07/2019
E50	12/07/2019	12:56	40.59766667	-8.7625	5.1	0.1	LF	77.8	69	78.1	75.0	3_after_Inj	17/07/2019
E51	12/07/2019	12:58	40.59783333	-8.762666667	5.8	0.1	LF	9.7	9.3	9.6	9.5	3_after_Inj	17/07/2019
E52	12/07/2019	13:01	40.59783333	-8.762833333	8.0	0.1	LF	13.9	13.5	13.8	13.7	3_after_Inj	17/07/2019

\*Parâmetros selecionados no sensor

\*\*Susceptibilidade Magnética medição 1 (SM1), valor adimensional \* $10^{-6}$  SI (range 0.1) e \* $10^{-5}$  SI (range 1)

\*\*\*Média da Susceptibilidade Magnética (SM1+SM2+SM3/3)

**Tabela B2 Resultados das medições da susceptibilidade magnética com o sensor MS2D na praia emersa**

Amostra	Data	Range*	Freq*	SM1**	SM2	SM3	SM4	SM5	Média***	Código	Observação
ST0R1	09/07/2019	0,1	LF	8,3	8,5	10,1			9,0	Ref	
ST0R2	09/07/2019	0,1	LF	5,7	2,7	3,6			4,0	Ref	
ST0R3	09/07/2019	0,1	LF	3,6	2,6	2,1			2,8	Ref	
ST250R3	09/07/2019	0,1	LF	7,2	7	6,9			7,0	Ref	
ST250R2	09/07/2019	0,1	LF	7,1	5,6	4,7	4	4,9	5,3	Ref	
ST250R1	09/07/2019	0,1	LF	4,6	5,1	4,6			4,8	Ref	
ST500R1	09/07/2019	0,1	LF	6,1	5,6	4,6	4,6		5,2	Ref	
ST500R2	09/07/2019	0,1	LF	4,8	4,8	6,3	5,9		5,5	Ref	

<b>STR50053</b>	09/07/2019	0,1	LF	5,6	4,8	4,2			4,9	Ref	Base da face de praia com muitos sedimentos grosseiros que correspondem essencialmente a restos de conchas
<b>ST750R1</b>	09/07/2019	0,1	LF	8,7	3,7	4,9	5,5	4,2	5,4	Ref	
<b>SR750R2</b>	09/07/2019	0,1	LF	5,6	5,2	5,3			5,4	Ref	Base da face de praia com muitos sedimentos grosseiros
<b>ST750R3</b>	09/07/2019	0,1	LF	3,1	6	5,3	2	2,7	3,8	Ref	
<b>ST1000R1</b>	09/07/2019	0,1	LF	5,9	5,4	5,3			5,5	Ref	
<b>ST1000R2</b>	09/07/2019	0,1	LF	3,7	4,8	5,6	5,3		4,9	Ref	
<b>ST1000R3</b>	09/07/2019	0,1	LF	3,3	5,5	3,1	4,3		4,1	Ref	
<b>ST100A15</b>	10/07/2019	0,1	LF	8	5,3	5,4			6,2	1_after_In j	
<b>ST100A30</b>	10/07/2019	0,1	LF	7,4	3,7	5,5			5,5	1_after_In j	
<b>ST100A45</b>	10/07/2019	0,1	LF	1,6	5,8	6,5			4,6	1_after_In j	
<b>ST150A15</b>	10/07/2019	0,1	LF	2,4	5	5,2			4,2	1_after_In j	
<b>ST150A30</b>	10/07/2019	0,1	LF	4	4	5,6			4,5	1_after_In j	
<b>ST150A45</b>	10/07/2019	0,1	LF	7,4	6,9	6,2			6,8	1_after_In j	
<b>ST200A15</b>	10/07/2019	0,1	LF	7,6	4,7	6,3			6,2	1_after_In j	
<b>ST200A30</b>	10/07/2019	0,1	LF	5,5	6,4	5,1			5,7	1_after_In j	

ST200A45	10/07/2019	0,1	LF	1,2					1,2	1_after_In j	Zona com água; medição incoerente
ST250A15	10/07/2019	0,1	LF	9,4	7,8	6,2			7,8	1_after_In j	
ST250A30	10/07/2019	0,1	LF	4,3	4,3	5,4			4,7	1_after_In j	
ST250A45	10/07/2019	0,1	LF	4,3	6,6	6,5			5,8	1_after_In j	
ST300A15	10/07/2019	0,1	LF	9,1	9,5	6,5			8,4	1_after_In j	
ST300A30	10/07/2019	0,1	LF	6,7	7,3	5,9			6,6	1_after_In j	
ST350A15	10/07/2019	0,1	LF	6,6	6,2	6,9			6,6	1_after_In j	
ST350A30	10/07/2019	0,1	LF	5,4	4,2	4,4			4,7	1_after_In j	
ST350A45	10/07/2019	0,1	LF	1,6	5,7	5,5	4,5		4,3	1_after_In j	Zona com água; medição incoerente
ST350A60	10/07/2019	0,1	LF	1,5	5,4	6	3,7		4,2	1_after_In j	Zona com água; medição incoerente
ST400A15	10/07/2019	0,1	LF	15	9	8,5			10,8	1_after_In j	
ST400A30	10/07/2019	0,1	LF	6,6	7,5	6,1			6,7	1_after_In j	
ST400A45	10/07/2019	0,1	LF	4,3	6,2	9,8			6,8	1_after_In j	

ST400A60	10/07/2019	0,1	LF	7,6	5,6	7,5			6,9	1_after_In j	Zona com água; medição incoerente
ST450A15	10/07/2019	0,1	LF	6,1	6,9	7,2			6,7	1_after_In j	
ST450A30	10/07/2019	0,1	LF	5,9	3,9	3,9			4,6	1_after_In j	Zona com água; medição incoerente
ST450A45	10/07/2019	0,1	LF	2,6	1,2	1,4			1,7	1_after_In j	Zona com água; medição incoerente
ST500A30	10/07/2019	0,1	LF	6,1	5	4,4			5,2	1_after_In j	
ST500A60	10/07/2019	0,1	LF	-11	- 0,06	2,5			-2,9	1_after_In j	Zona com água; medição incoerente
ST700A15	10/07/2019	0,1	LF	4	5,8	3,8			4,5	1_after_In j	
ST700A30	10/07/2019	0,1	LF	-7,7					-7,7	1_after_In j	Zona com água; medição incoerente
ST1000A1 5	10/07/2019	0,1	LF	5,9	3,4	6,1			5,1	1_after_In j	
ST1000A3 0	10/07/2019	0,1	LF	3,8	4,7	5,6			4,7	1_after_In j	

\*Parâmetros selecionados no sensor

\*\*Suscetibilidade Magnética medição 1 (SM1), valor adimensional \*10<sup>-6</sup> SI (range 0.1) e \*10<sup>-5</sup> SI (range 1)

\*\*\*Média da Suscetibilidade Magnética (SM1+SM2+SM3/3)