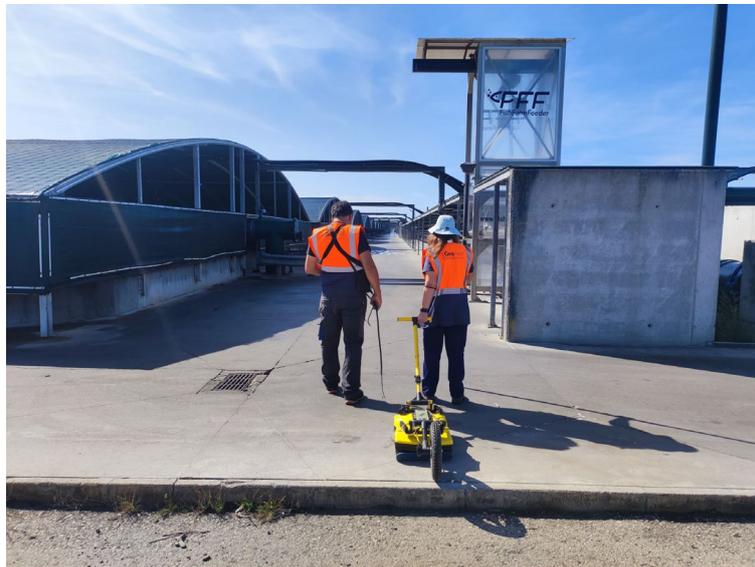


PROSPEÇÃO GEOFÍSICA POR GEORADAR: ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL NO PERÍMETRO DA FLATLANTIC- SEASTAINABLE FLATFISH VILLAGE, MIRA

Relatório Final



Responsabilidade Técnica:

Nuno Barraca

(Nuno Barraca)

14 de novembro de 2023



Ficha técnica

designação da intervenção	Prospecção Geofísica por Georadar: Estudo de Impacto Ambiental no Perímetro da FLATLANTIC- Seastainable Flatfish Village, Mira
acrónimo da intervenção	MF'23
designação do sítio	FLATLANTIC- Seastainable Flatfish Village, Mira
localização administrativa	FLATLANTIC- Seastainable Flatfish Village, Freguesia de Praia de Mira, Mira
coordenadas geográficas	40.4257 -8.8021
altitude média	60m
folha da carta militar	206
extrato da CMP 1/25.000	
tipo de trabalho	Estudo com recurso a GPR 250MHz
Área da intervenção	120ha
uso do solo	Terreno industrial edificado e terreno dunar envolvente à instalação industrial
responsáveis técnicos	Nuno Barraca
relação de participantes	Nuno Barraca, Sara Oliveira e Júlio Barbosa
data e duração dos trabalhos	27/09/2023 (1 dia útil)
projeto de investigação	---
proprietário / promotor	FLATLANTIC- Seastainable Flatfish Village, S.A.

Índice

ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS DA INTERVENÇÃO	4
CARACTERIZAÇÃO DAS TÉCNICAS E MÉTODOS UTILIZADOS	5
Georadar	5
ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E AVALIAÇÃO DO LOCAL	5
EQUIPAMENTOS, MÉTODOS E ESTRATÉGIAS UTILIZADAS	8
Equipamento e software de processamento de dados	8
Condicionantes à realização dos trabalhos	8
Estratégia dos trabalhos de Geofísica	9
Metodologia de processamento de dados.....	10
INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

Índice de Figuras

Figura 1: Extrato da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 folha 16-C (Vagos) com a área de estudo marcada a vermelho.....	6
Figura 2: Aspeto geral do local de estudo e das condições superficiais do terreno. À esquerda: interior das instalações da Flatantic; Ao centro: envolvente às instalações, lado sul; À direita: envolvente às instalações, lado oeste.....	7
Figura 3: Aspeto geral dos últimos metros previstos da linha L7.....	8
Figura 4: Localização das linhas de aquisição de GPR.....	9
Figura 5: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L1 (Esquerda – Este; Direita - Oeste).	11
Figura 6: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L2 (Esquerda – Norte; Direita - Sul).	11
Figura 7: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L3 (Esquerda – Sul; Direita - Norte).	12
Figura 8: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L4 (Esquerda – Sul; Direita - Norte).	12
Figura 9: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L5 (Esquerda – Este; Direita - Oeste).	12
Figura 10: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L6 (Esquerda – Norte; Direita - Sul).	12
Figura 11: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L7 (Esquerda – Oeste; Direita - Este).	13
Figura 12: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L8 (Esquerda – Oeste; Direita - Este).	13
Figura 13: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L9 (Esquerda – Norte; Direita - Sul).	13

Prospecção Geofísica por Georadar: Estudo de Impacto Ambiental no Perímetro da FLATLANTIC- Seastainable Flatfish Village, Mira

ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS DA INTERVENÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo a deteção do nível freático, no perímetro industrial da FLATLANTIC- Seastainable Flatfish Village e na respetiva envolvente a essa área. Esta intervenção foi realizada num terreno localizado a Freguesia de Praia de Mira, concelho de Mira.

Para este trabalho, recorreu-se a uma solução, para investigação do local, baseada num levantamento de perfis selecionados com recurso a um Georadar, dotado de uma antena de banda larga com frequência central de 250MHz.

No presente relatório é apresentada uma pequena introdução às metodologias aplicadas, um enquadramento geológico e um resumo dos trabalhos de campo bem como, o respetivo processamento em laboratório. Posteriormente, foram interpretados os resultados através da sua representação cartográfica com intuito de identificação de anomalias relevantes para os objetivos do trabalho.

Anexo ao presente documento, são fornecidos os resultados da prospecção por georadar, bem como os ficheiros vetoriais resultantes.

CARACTERIZAÇÃO DAS TÉCNICAS E MÉTODOS UTILIZADOS

Georadar

O Georadar, sigla GPR - “Ground Probing Radar” ou “Ground Penetrating Radar”, é um método que permite detetar remotamente objetos enterrados, proporcionando assim uma melhor planificação dos trabalhos de Engenharia, Arqueologia ou outros com impacto nesses eventuais objetos enterrados, qualquer que seja a sua natureza específica.

Trata-se de um método geofísico eletromagnético de aquisição e registo de informação do subsolo próximo da superfície. É um método ativo, de emissão e receção de impulsos eletromagnéticos a partir de antenas, de superfície ou em furos de sondagem, com aplicação em diversos domínios como a Engenharia, Geotecnia, Geoambiente, Ciência Forense, Arqueologia, etc.

No domínio da Engenharia, entre outras aplicações específicas, é especialmente adequado para a deteção de vazios preenchidos por ar, mapeamento da estratificação do subsolo, deteção de infraestruturas e identificação de malhas de aço, ou seja, interfaces entre materiais com propriedades eletromagnéticas contrastantes (condutividade elétrica, permitividade dielétrica e permeabilidade magnética). Estas propriedades condicionam, em larga medida, a atenuação e a velocidade de propagação dos impulsos. A frequência central da antena emissora e o teor em água dos solos são fatores determinantes na profundidade atingida e na resolução conseguida. Por este motivo, a escolha da antena utilizada é muito importante, devendo variar em função das dimensões e profundidades dos objetos refletores em estudo.

A medição do tempo total de percurso dos impulsos, transmissões e reflexões, e o cálculo das respetivas velocidades de propagação, permitem estimar a profundidade das estruturas e interfaces detetadas.

Os trabalhos de aquisição recorrendo a um Georadar, consistem em fazer percorrer uma antena com um transmissor e um recetor ao longo da superfície das áreas a prospectar. As ondas eletromagnéticas são enviadas pela antena emissora e posteriormente recebidas na antena recetora, após terem sido parcialmente refletidas no interior do solo.

A aquisição é realizada ao longo de perfis/linhas de aquisição, sendo os dados recebidos pela antena recetora transferidos para um computador, de forma que posteriormente possam ser digitalizados e registados sob a forma de sequências 2D de traços individuais, designados radargramas. A interpretação poderá ser realizada a partir dos radargramas em “cru” e/ou após aplicação de diversas técnicas de visualização e/ou processamento.

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E AVALIAÇÃO DO LOCAL

A Figura 1 apresenta um extrato da carta geológica de Portugal na escala 1:50 000, sob a qual está representada a área de estudo. Assim, como é evidente na figura, a área de estudo está inserida na folha 16-C (Vagos) da carta geológica (Barbosa, B.,P., 1981).

Do ponto de vista geomorfológico a área abrangida pelo mapa é, de maneira geral, aplanada e de baixa altitude. As grandes superfícies aplanadas são representadas pelos níveis de

depósitos de praias antigas, e por um extenso campo de dunas e areias eólicas. A cobertura arenosa de natureza eólica assenta sobre formações fundamentalmente do Cretácico e Quaternário.

O desenho da rede de drenagem recorta significativa os depósitos sedimentares da região, originando uma diminuição da espessura da cobertura sedimentar, em determinadas zonas. Além disso, o encaixe e o declive dos vales são, de maneira geral, relativamente pouco acentuados, originando um escoamento lento das águas.

A área de estudo, marcada com uma estrela a vermelho na figura, é constituída por litologias sedimentares, incluindo-se na “Formação de Areias Eólicas (A_e)” que, materializa uma superfície planar entre os campos de dunas, geralmente de fraca espessura: 2 a 3 m. De uma forma geral, esta unidade litoestratigráfica é formada por areias muito brancas que, gradualmente em profundidade, passam a areias negras. Estas últimas, formam um solo rijo (solo ferro-húmido/ podzols), localmente conhecido por “sorraipa”. Nestas zonas, o nível freático encontra-se, tendencialmente, próximo da superfície.

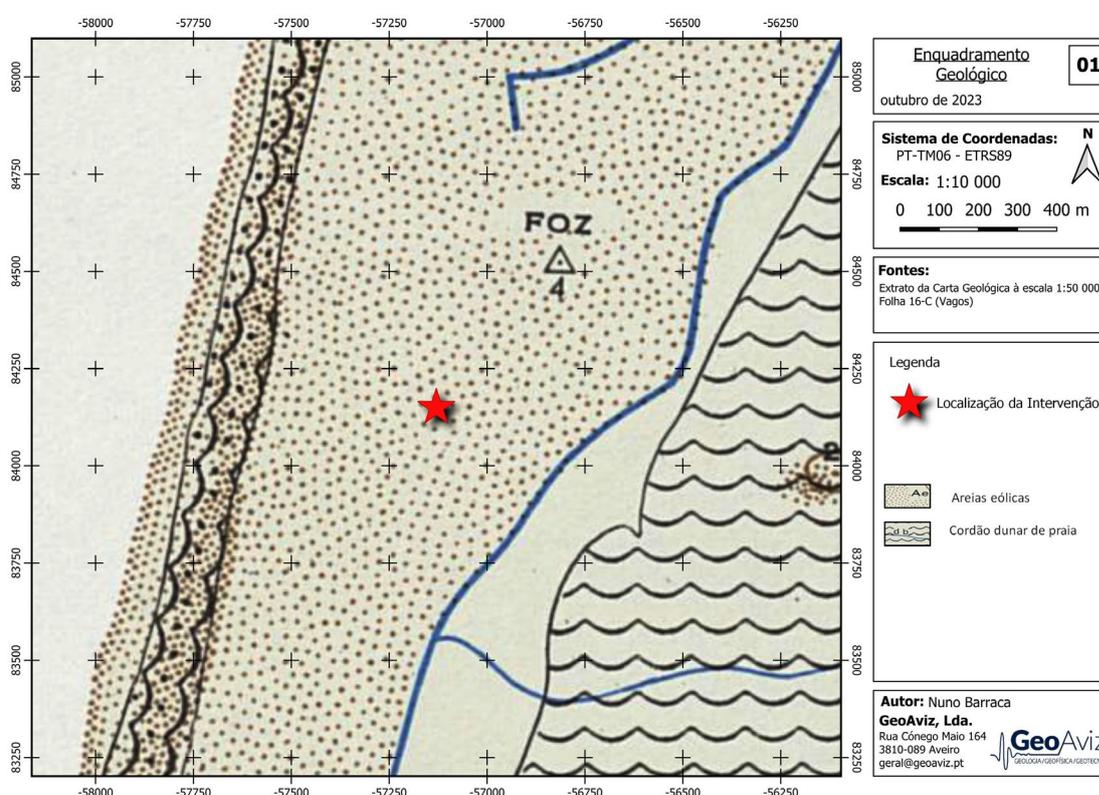


Figura 1: Extrato da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 folha 16-C (Vagos) com a área de estudo marcada a vermelho.

In situ (Figura 2), verificou-se que área de estudo pode ser subdividida em duas zonas com tipologias de terreno distintas. No interior das instalações FLATLANTIC, existe um terreno plano e edificado com instalações de cultura de peixe, e de solo pavimentado. Note-se que em campo, foi identificada uma elevada atenuação de sinal de georadar em torno dos tanques de aquacultura, possivelmente originada pela presença de água salgada no solo superficial. Por outro lado, o terreno envolvente às instalações industriais, apresenta um relevo pouco variável e aplanado, bem como, uma densidade de vegetação variável, tratando-se de espécies de menor crescimento junto à linha de costa. O solo superficial identificado é de cariz

arenoso, de fraca compacidade e aparente uniformidade. O presente exposto é em tudo concordante com a informação disponibilizada na cartografia geológica.



Figura 2: Aspeto geral do local de estudo e das condições superficiais do terreno. À esquerda: interior das instalações da FLATLANTIC; Ao centro: envolvente às instalações, lado sul; À direita: envolvente às instalações, lado oeste.

Dada a presença no local de solos não coesivos, cuja componente argilosa não apresenta expressão significativa, é esperado que o meio permita uma boa penetração do sinal em profundidade.

Dada a tipologia do estudo a efetuar, optou-se pela execução de perfis com georadar, no interior e na envolvente às instalações da FLATLANTIC.

EQUIPAMENTOS, MÉTODOS E ESTRATÉGIAS UTILIZADAS

Equipamento e software de processamento de dados

Para a realização deste trabalho foram alocados os seguintes equipamentos e programas informáticos:

- Equipamentos GPR: Sistema Noggin da Sensors & Software com antena de 250MHz;
- Geolocalização das áreas: GPS Diferencial EMLID Reach RS2;
- Tratamento de dados: Sensors & Software EKKO_Project 5;
- Processamento de dados GPR: Sensors & Software EKKO_Project 5, Reflex-Win v9.0;
- Informação geográfica: QGIS 3.24.1

Condicionantes à realização dos trabalhos

Tal como referido anteriormente, durante a realização dos trabalhos de campo, a equipa da GeoAviz deparou-se com algumas condicionantes que, em maior ou menor medida, afetaram os trabalhos e/ou tiveram de ser consideradas aquando do processamento de dados e interpretação, nomeadamente no caso da linha L7, esta foi dada como terminada antes do previsto, uma vez que, essa zona do terreno se encontrava com elevada densidade de vegetação que impediu o acesso aos últimos metros de linha GPR prevista (Figura 3). Além disso, no ambiente de aquisição, a presença de alguns obstáculos/condicionantes como, por exemplo, a raízes e pedras, originou a existência de sinais indesejados na aquisição, nomeadamente, reflexões aéreas.



Figura 3: Aspeto geral dos últimos metros previstos da linha L7.

Estratégia dos trabalhos de Geofísica

Previamente à realização deste trabalho, a informação de subsuperfície no que respeita ao nível de água e salinidade era exclusivamente na área de implantação atualmente existente obtida de forma pontual, através de um sistema de monitorização em piezómetros. No entanto, e tendo em conta a nova área de expansão onde não existem atualmente quaisquer piezómetros, foi necessário obter uma amostragem contínua das condições do subsolo, permitindo detetar com maior grau de fiabilidade a profundidade do nível freático e de variações de salinidade da água subterrânea.

A estratégia de aquisição neste trabalho foi adaptada à área disponível no campo e aos objetivos a atingir com a prospecção. A aquisição centrou-se na inspeção de uma área de dimensão significativa com cerca de 120ha. Nesta área, como forma de otimização da aquisição, foram adquiridas nove linhas GPR, incluindo o interior das instalações da FLATLANTIC e respetiva envolvente. Na Figura 4 estão representadas as diferentes linhas de Georadar (L1 a L9) adquiridas no terreno. Doravante as zonas de estudo por Georadar serão referidas a esta figura.

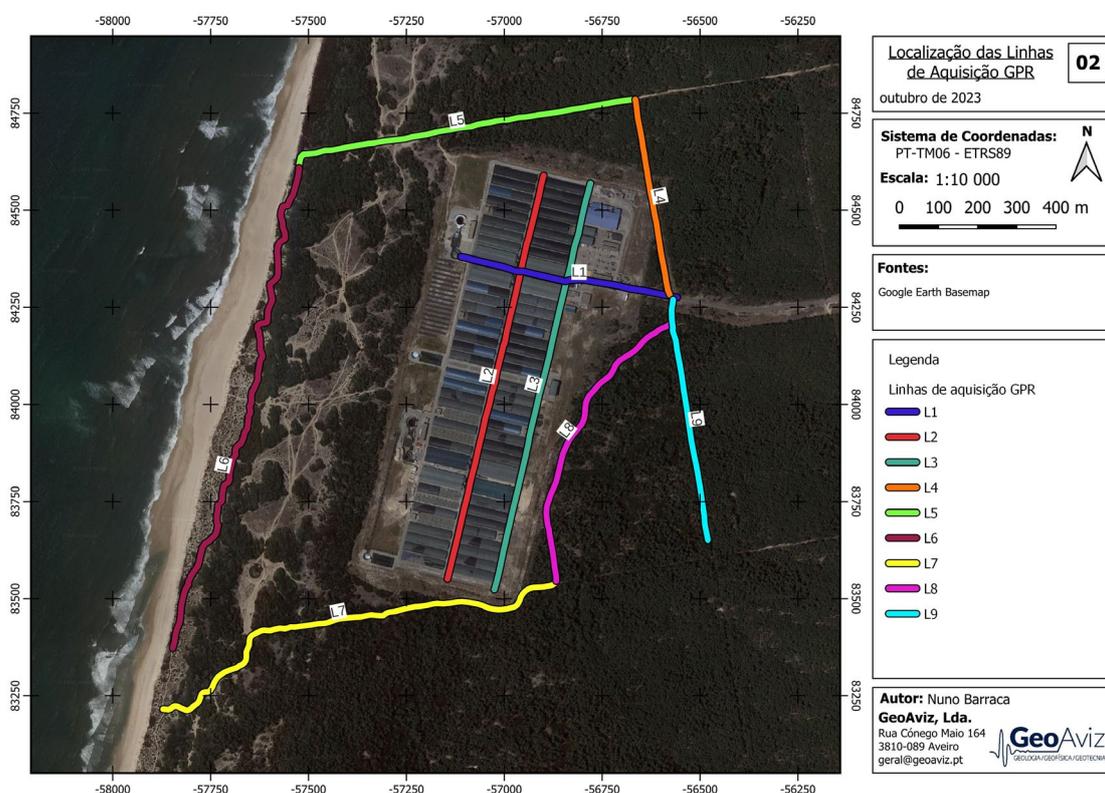


Figura 4: Localização das linhas de aquisição de GPR.

Todas as áreas inspeccionadas com georadar foram adquiridas com recurso a um sistema de GPR Noggin 250 MHz.

Os parâmetros de aquisição do sinal foram os seguintes:

- Janela de tempo: 557.2ns;
- Amostragem por traço: 1393 pontos;
- Empilhamento do sinal (Stacking): >4.
- Velocidade média estimada do sinal em campo: 0.11 m/ns

A geolocalização das diversas linhas de aquisição foi efetuada com recurso a um GPS diferencial com correções RTK EMLID Reach RS2.

Metodologia de processamento de dados

Para visualização e interpretação dos dados adquiridos, foi necessário recorrer ao processamento de dados. Assim, os dados adquiridos com Georadar, foram inicialmente importados e visualizados com o programa informático EKKO_Project 5. Seguidamente os dados foram processados com o programa informático Reflex-Win v9.0. Para tal, os dados foram inicialmente importados sob a forma de perfis individuais, aos quais foi necessário adicionar a geometria relativa. Posteriormente os perfis foram processados individualmente, com recurso à seguinte metodologia (Daniels (2000), Annan et al. (1992)):

1. Ajuste do tempo zero (*Time Zero*);
2. Filtro de remoção do ruído de muito baixa frequência (*Dewow*);
3. Ganho de Sinal (Compensação da divergência esférica)
4. Filtro de remoção do ruído de fundo (*Background Removal*)
5. Filtro passa-banda (*Bandpass Butterworth*);
6. Determinação da velocidade de propagação do sinal, com recurso a adaptação de hipérbolas teórica a hipérbolas de difração no sinal.

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Dos resultados da investigação, foi possível retirar conclusões no que respeita a diversos eventos que serão discutidos nesta secção do relatório. Assim, a título de exemplo, as Figuras 5 a 7 apresentam os resultados gerais da prospecção por georadar nas áreas de aquisição, a diferentes profundidades para melhor visualização do objetivo do trabalho.

Dado que o objetivo de presente trabalho, se perdeu na identificação do nível freático, nas figuras foi marcada a azul a anomalia identificada como correspondente a este evento. Note-se que para uma correta representação no nível freático, procedeu-se à correção topográfica dos perfis. Anexo ao presente relatório é apresentada uma folha de calculo contendo as coordenadas, cotas e profundidades da camada de nível freático identificada.

É importante salientar, além dos eventos identificados como nível freático, a presença de algumas anomalias atenuantes à superfície, provavelmente relacionadas com contaminação de águas superficiais ricas em sal, nomeadamente no perfil L1 a partir dos 280m em planta, todo o perfil L2 e na metade norte do perfil L3.

Esta atenuação elevada é também identificada no perfil L7 entre os 650m e 800m em plana, o que poderá estar relacionado com a proximidade à aquacultura.

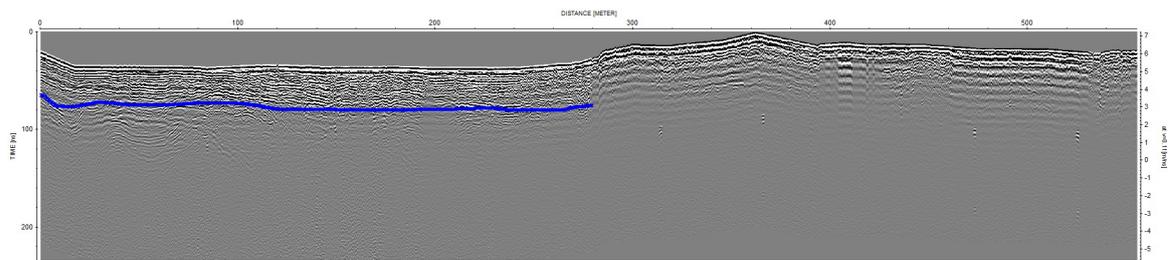


Figura 5: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L1 (Esquerda – Este; Direita - Oeste).

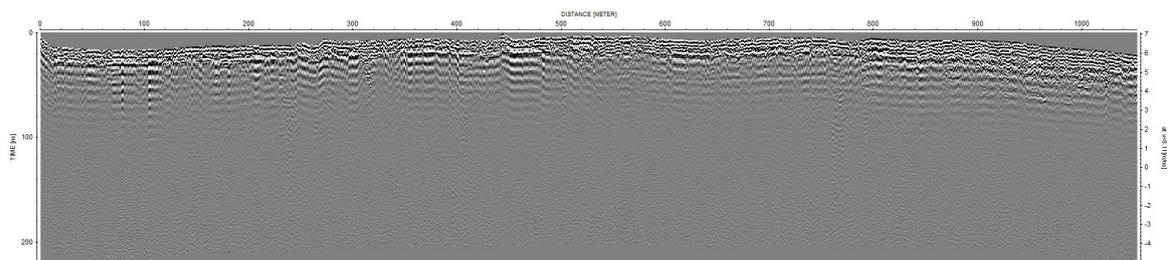


Figura 6: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L2 (Esquerda – Norte; Direita - Sul).

Prospecção Geofísica por Georadar: Estudo de Impacto Ambiental no Perímetro da FLATLANTIC-Seastainable Flatfish Village, Mira

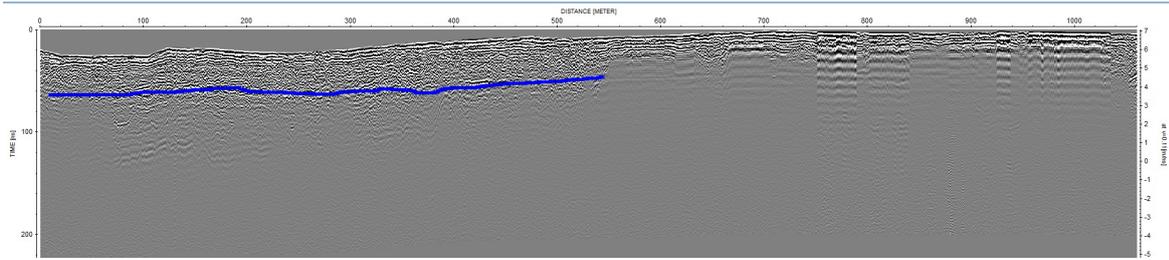


Figura 7: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L3 (Esquerda – Sul; Direita - Norte).

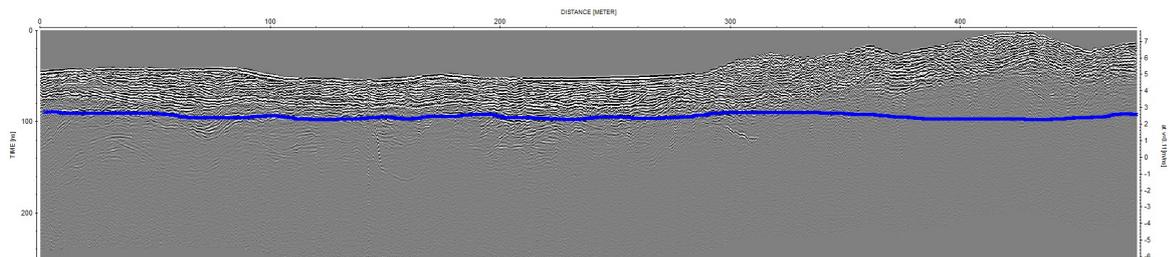


Figura 8: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L4 (Esquerda – Sul; Direita - Norte).

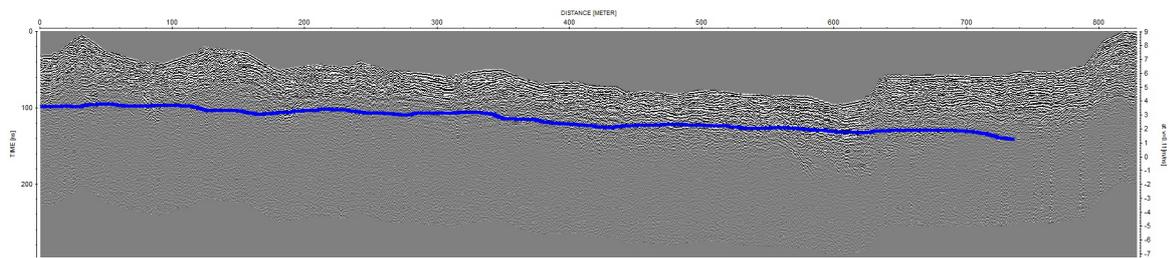


Figura 9: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L5 (Esquerda – Este; Direita - Oeste).

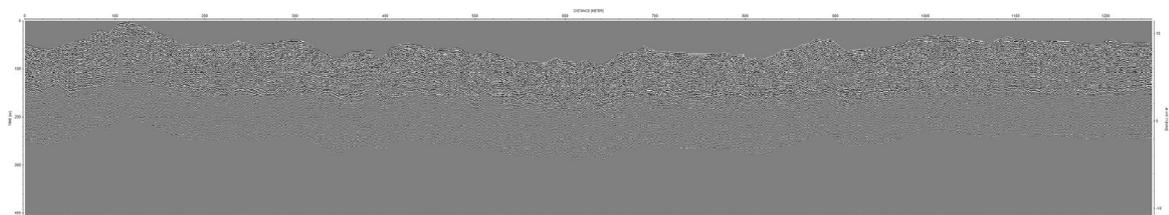


Figura 10: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L6 (Esquerda – Norte; Direita - Sul).

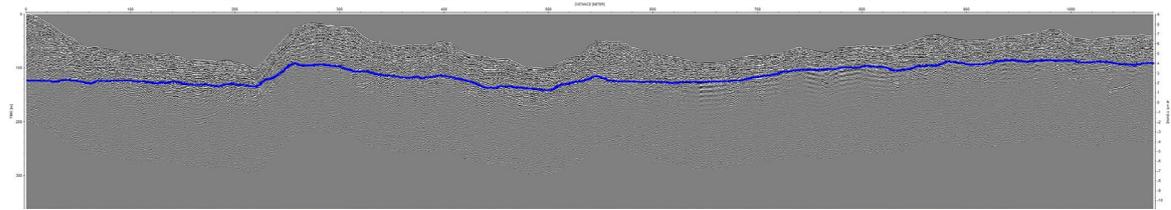


Figura 11: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L7 (Esquerda – Oeste; Direita - Este).

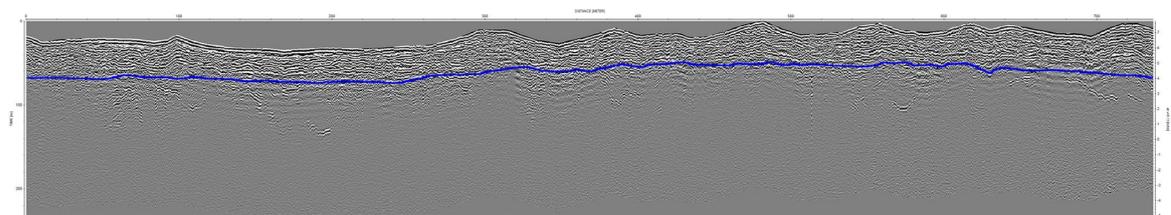


Figura 12: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L8 (Esquerda – Oeste; Direita - Este).

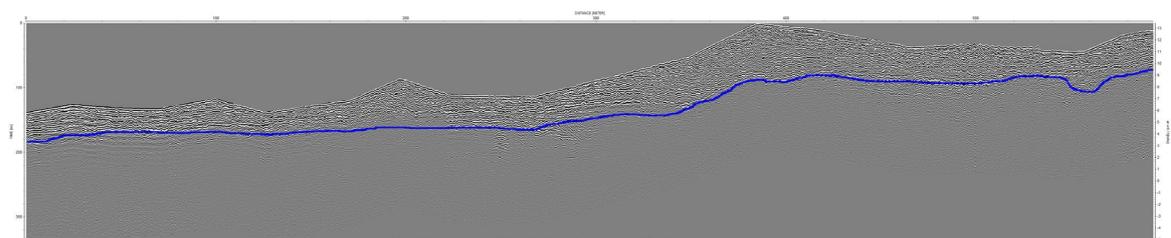


Figura 13: Resultados gerais da aquisição por Georadar, L9 (Esquerda – Norte; Direita - Sul).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Annan, A. P., Cosway, S. W. (1992). Ground penetrating radar survey design. In Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems 1992 (pp. 329-351). Society of Exploration Geophysicists. DOI: 10.4133/1.2921946

Daniels, J. J. (2000). Ground penetrating radar fundamentals. Prepared as an appendix to a Report to the US EPA, Region V, 1-21.

FORAM DISPONIBILIZADOS EXEMPLARES DIGITAIS DESTE RELATÓRIO A:

RESPONSABILIDADE TÉCNICO-CIENTÍFICA DA INTERVENÇÃO:

Nuno Barraca

(Engenheiro com cédula profissional nº 86008)

RECOLHA BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL:

Nuno Barraca

TRABALHOS DE CAMPO:

Sara Oliveira, Nuno Barraca, Júlio Barbosa

PROCESSAMENTO E INTERPÇÃO:

Nuno Barraca e Sara Oliveira

FOTOGRAFIA:

Júlio Barbosa

CARTOGRAFIA:

Sara Oliveira