

Povoado proto-histórico de Monsaraz



Relatório de Prospeção Geofísica

Bento Caldeira, José Borges e Rui Oliveira

6 de Julho de 2016



Índice

Introdução	3
Os Locais	3
Ensaio Geofísicos	4
GEORRADAR (GPR)	4
MAGNETOMETRIA	6
RESULTADOS	7
A-GEOREFERENCIAÇÃO DOS PERFIS	7
B-GEORRADAR	8
C-MAGNETOMETRIA	12
CONCLUSÕES	14
Anexo	16
RADARGRAMAS PROCESSADOS	16

INTRODUÇÃO

Os ensaios geofísicos apresentados neste relatório tem por objectivo avaliar a presença de estruturas subsuperficiais compatíveis com as delimitações do pretenso povoado proto-histórico de Monsaraz, nomeadamente: a) estruturas na sub-superfície provenientes de restos de muralhas ou b) depressões na base do solo originadas pelas fundações de muralhas ou sistemas de fossos. As áreas estudadas situam-se sobre 4 perfis que cortam taludes nas vertentes Sul e Sudoeste de Monsaraz (Fig. 1). A definição dos perfis foi feita em articulação com a equipa de arqueologia, após prospeção arqueológica de superfície levada a cabo por aquela equipa na colina em torno das muralhas medievais da vila, conforme a descrição pormenorizada do relatório de arqueologia. Para avaliar com maior confiança o tipo de estruturas enterradas foi usada uma metodologia onde são cruzados resultados obtidos por duas técnicas geofísicas não invasivas: Georradar (GPR) e magnetometria. Devido à irregularidade do terreno os perfis geofísicos precisaram ser submetidos a correção topográfica. Para isso as áreas prospectadas foram georreferenciadas por topografia de precisão (GNSS diferencial).

OS LOCAIS

Os dados de geofísica foram registados sobre os 4 perfis marcados na imagem da Fig. 1. São perfis que cortam os principais taludes situados nas vertentes Sul e SE da colina de Monsaraz. O perfil 1 tem cerca de 109m; o perfil 2 tem 28m; o perfil 3 tem cerca de 60m e o perfil 4 cerca de 100m. Há que referir que as difíceis condições de acessibilidade do terreno tornou muito difícil as leituras, principalmente no perfil 4, onde não foi conseguida uma qualidade aceitável de dados que permitisse o seu processamento.



Figura 1- Imagem satélite do Google Earth com implantação dos dos perfis de GPR (200MHz e 400MHz) e Magnetometria executados

ENSAIOS GEOFÍSICOS

GEORRADAR (GPR)

Para os ensaios de georradar utilizou-se um equipamento GSSI SIR-3000, sendo as leituras feitas com duas antenas. Uma de 400 MHz, configurada para um alcance de 60 ns (que corresponde a cerca de 2.5 m de profundidade) e outra de 200MHz configurada para um alcance de 150 ns (que corresponde a cerca de 7m de profundidade). As leituras de GPR foram feitas por arrastamento das antenas sobre o solo ao longo dos perfis, a que foi acoplado uma roda tacométrica calibrada, para registo simultâneo da posição ao longo dos perfis (Fig. 2). A Tabela 1 representa os principais parâmetros de configuração do GPR para cada uma das antenas. A Tabela 2 exhibe o volume de dados de GPR adquiridos sobre os quatro perfis.

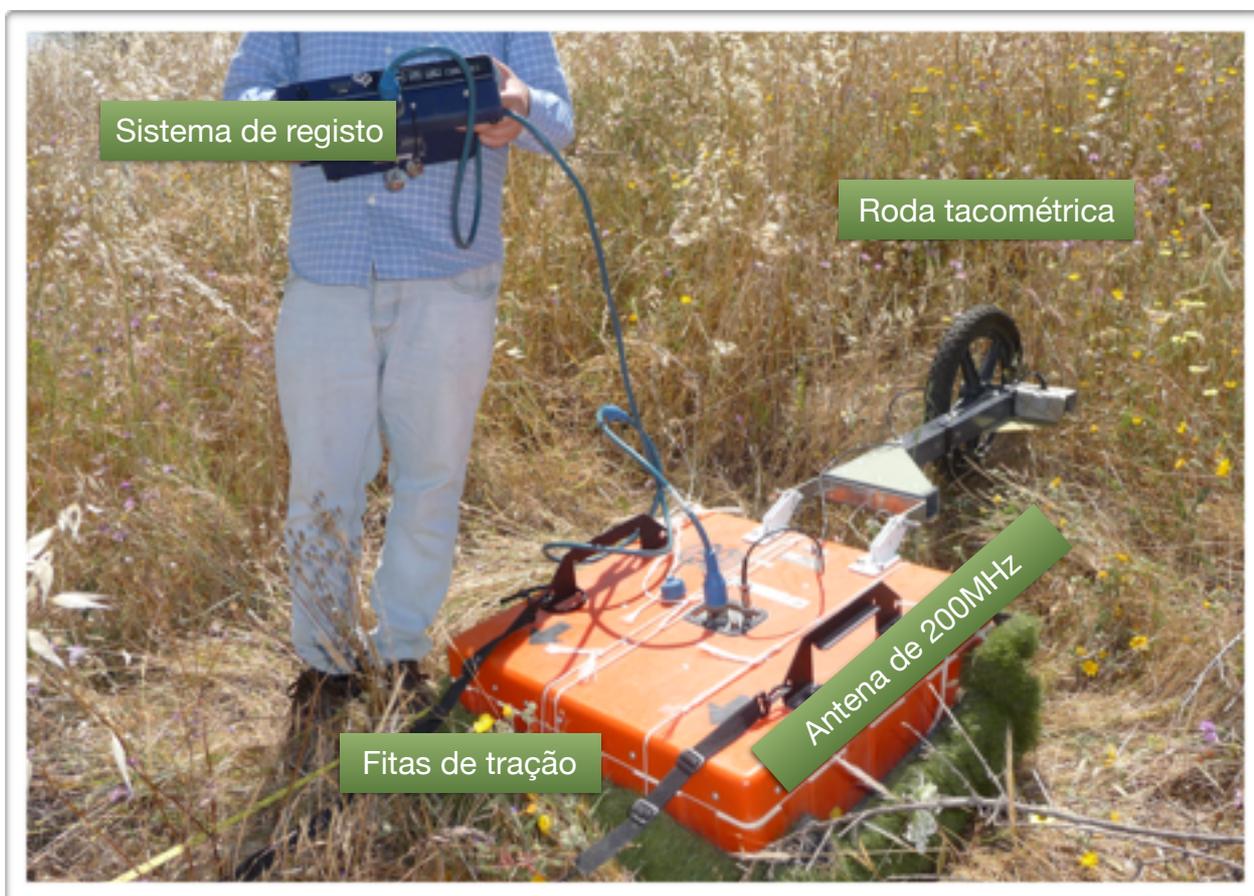


Figura 2- Levantamento de um perfil de GPR, com antena de 200MHz.

Tabela 1 - Parâmetros de configuração do GPR para cada uma das antenas utilizada

	Com antena de 200MHz	Com antena de 400MHz
Modo de registo horizontal	Distância	Distância
Bits por amostra	16	16
Traços por metro	20	50
Alcance (ns)	60	150
Alcance aprox. (m)	7	3
Amostras por traço	1024	1024
Ganho	5pts : (-14; 43; 50; 57; 57)dB	3pts : (-3dB; 44dB; 48dB)
Filtro Vertical IIR	LP=600MHz; HP=50MHz	LP=800MHz; HP=100MHz

Tabela 2 - Registos de GPR efetuados. Os registos do perfil 3 tiveram que ser feitos por partes devido a ter-se que desligar o equipamento para transpor as descontinuidades encontradas no terreno ao longo deste perfil (vedações com redes altas)

Ficheiro	Perfil	Antena	Comprimento (m)	Obs.
Monsaraz_1_A_200	1	200	109	
Monsaraz_1_A_400	1	400	109	
Monsaraz_2_A_200	2	200	28	
Monsaraz_2_A_400	2	400	28	
Monsaraz_3_A_400	3	400	10	as secções A,B e C pertencem ao mesmo perfil e estão em sequência
Monsaraz_3_B_400	3	400	25	
Monsaraz_3_C_400	3	400	20	
Monsaraz_3_A_200	3	200	10	as secções A,B, C e D pertencem ao mesmo perfil e estão em sequência
Monsaraz_3_B_200	3	200	25	
Monsaraz_3_C_200	3	200	1.5	
Monsaraz_3_D_200	3	200	17	
Monsaraz_4_400	4	400	100	Devido às más condições do levantamento os dados não tem qualidade suficiente para serem processados

O tratamento dos dados nos ensaios foi realizado com o programa Radan 7, tendo-se aplicado as seguintes operações:

A- correção da posição;

B- Filtro horizontal para remoção do ruído de fundo;

- C- correção do ganho;
- D- Desconvolução preditiva;
- E- Correção topográfica.

MAGNETOMETRIA

Os ensaios de magnetometria foram realizados com o equipamento GEM Systems GSM-19. O modo de aquisição de dados aplicado visou a determinação do gradiente magnético vertical sobre os perfis. Para isso, foram usados dois magnetômetros em disposição vertical, montados sobre um suporte tipo mochila e distanciados de 80 cm (Fig. 3). Cada um destes magnetômetros mede o valor absoluto do campo magnético



Figura 3- Levantamento de um perfil de magnética.

terrestre local. A partir desses valores é posteriormente calculado o gradiente vertical do campo magnético, que será afetado se nas proximidades houver alguma anomalia magnética de curto alcance. Os magnetômetros foram configurados para fazerem registros com uma taxa de amostragem de 2 Hz (duas amostras por segundo). Sobre os magnetômetros foi ainda montada uma antena de GPS em funcionamento com constelações de satélites geostacionários para localização precisa das leituras sobre os perfis. A

prospecção magnética só foi possível usar sobre os dois primeiros perfis do georradar. No perfil 3 os resultados não foram processados devido às enormes perturbações produzidas devido à presença de redes e fios metálicos precisamente sobre os taludes. É uma situação que inviabiliza completamente a deteção de qualquer anomalia da subsuperfície. No perfil 4 o levantamento magnético não foi feito por não ser possível transportar o equipamento em condições de operação, principalmente na transposição dos taludes, os locais onde o estudo se iria focar.

O processamento de dados e representação de resultados foi realizado com o matlab.

RESULTADOS

A-GEOREFERENCIAÇÃO DOS PERFIS

Tabela 3 - Coordenadas Geográficas (WGS84) dos extremos de cada um dos perfis efetuados, adquiridas com GPS diferencial

	Início do perfil		Fim do perfil	
	LAT	LONG	LAT	LONG
Perfil 1	38.44210607	-7.379408623	38.44077408	-7.380178699
Perfil 2	38.44183145	-7.377250575	38.4418492	-7.376937164
Perfil 3	38.44268015	-7.377887274	38.44245957	-7.377664532

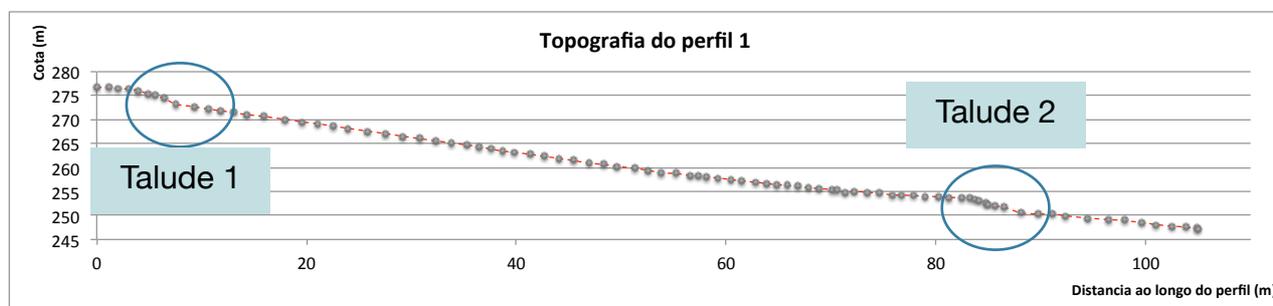


Figura 4- Topografia do perfil 1 com indicação da localização dos taludes aos ~5m e 85m.

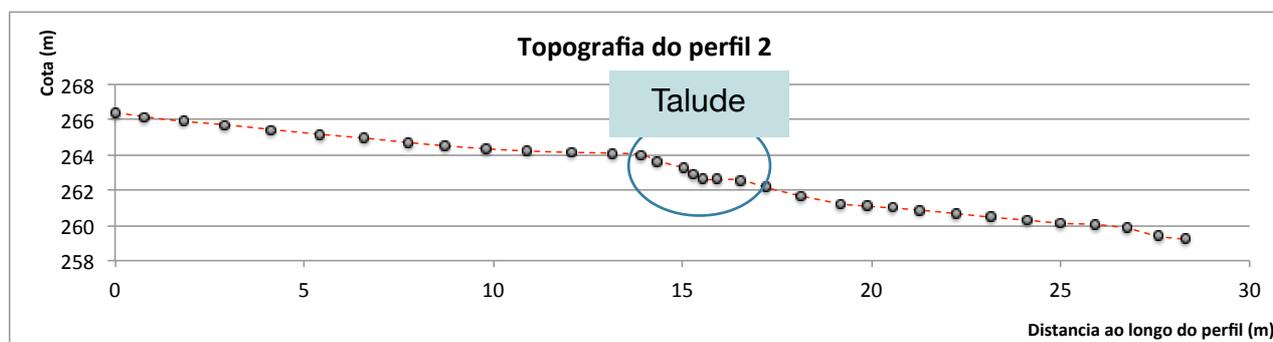


Figura 5- Topografia do perfil 2 com indicação da localização do talude aos ~15m.

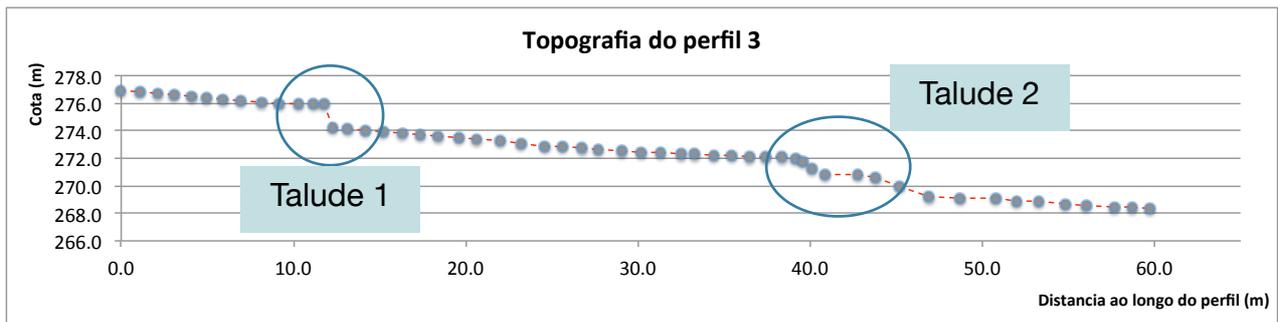


Figura 6- Topografia do perfil 3 com indicação da localização dos taludes aos ~10m e ~40m.

B-GEORRADAR

A análise que se apresenta é feita a partir dos resultados do processamento dos dados GPR registados, atrás referido, sobre os 12 radargramas identificados na Tabela 2, captados sobre os 4 perfis (Fig. 1). Nos radargramas das Figs. 7 a 15, referente ao perfil 1 foram colocadas algumas notas explicativas acerca da interpretação feita. Os radargramas dos restantes perfis são colocados em anexo e a sua interpretação explicada nas conclusões.

PERFIL 1

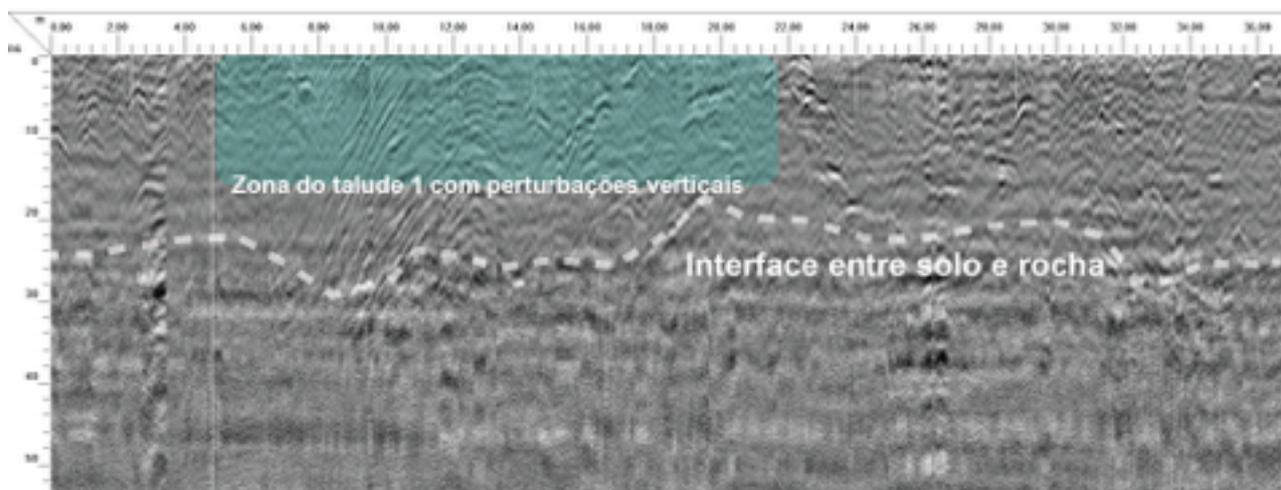


Figura 7- Radargrama processado relativo aos primeiros 36 m do perfil 1, obtido com a antena de 400MHz. A linha tracejada branca corresponde à interpretação feita para a separação entre o solo e a rocha (soco) e situa-se sensivelmente a 25 ns da superfície (cerca de 1m para o tipo de solo). Verificam-se alguns refletos isolados no meio sedimentar, nomeadamente na zona que corresponde ao primeiro talude. Apesar de não ser muito expressivo, o soco na zona do talude parece estar um pouco mais fiundo (~30ns).

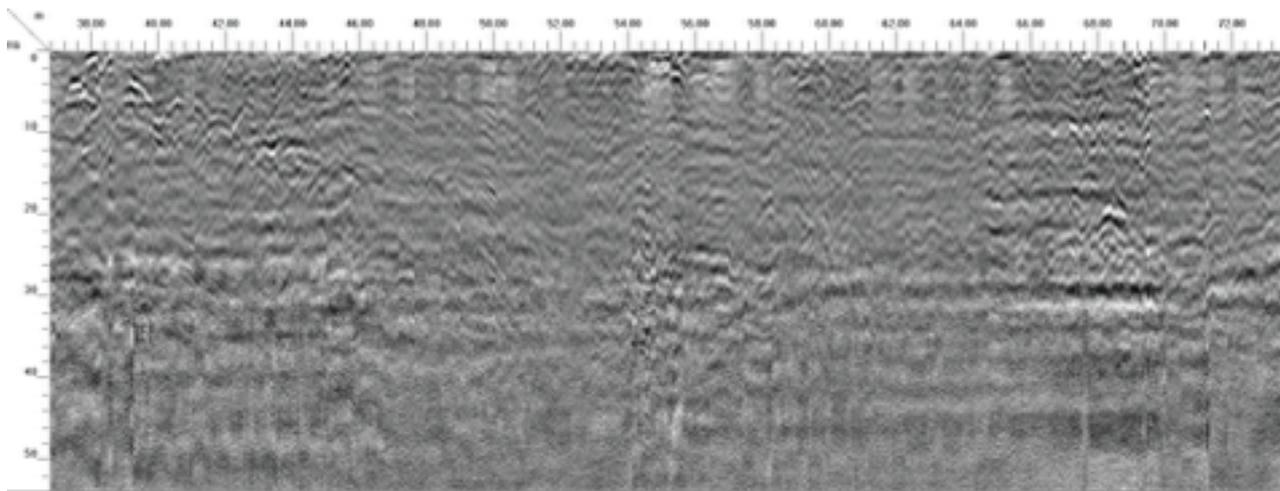


Figura 8- Radargrama processado relativo ao trecho entre talude 1 e talude 2, entre 36 m e 72m, obtido com a antena de 400MHz. São visíveis alguns refletores dispersos na camada sedimentar, alguns muito superficiais (entre 53m e 56m). A secção entre 66m e 70m parece perturbada por refletores acumulados em toda a camada sedimentar.

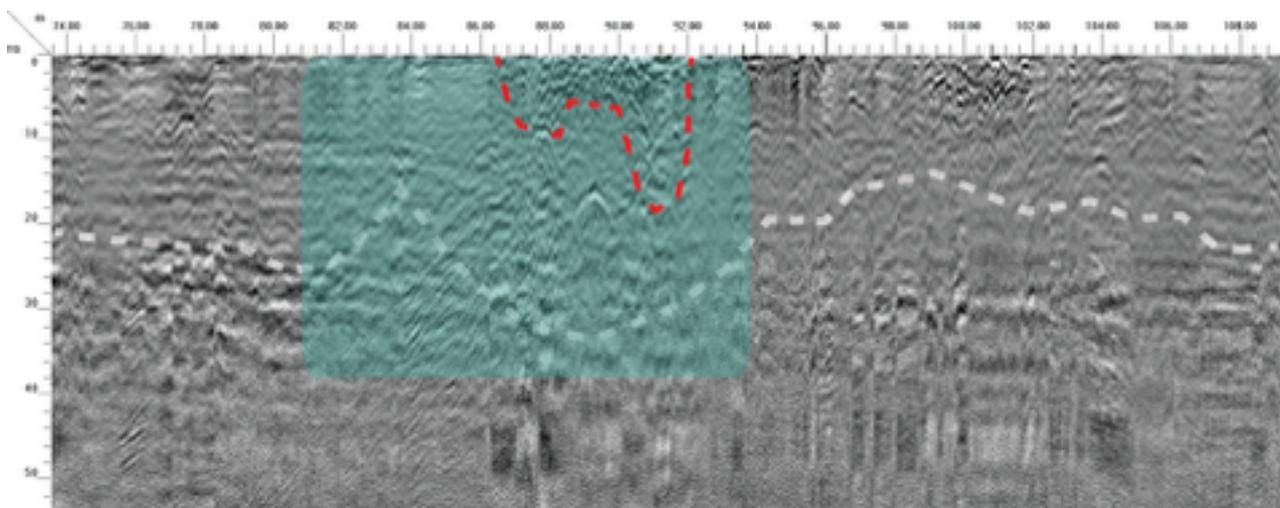


Figura 9- Radargrama de antena de 400MHz processado e relativo à ultima secção do perfil 1, entre 74m e 108m, que contém o talude 2 (zona esverdeada). Na parte final do talude o solo parece estar um pouco mais fundo, como sugere concavidade da linha tracejada branca que representa a interface com o solo. Sobre essa concavidade próximo da superfície é bem notória uma forte perturbação produzida por refletores dispersos com dimensões entre 20 a 30cm. A envolvente dessa zona perturbada foi assinalada com um contorno vermelho. Entre a zona do contorno vermelho e a base do solo são visíveis algumas hipérboles que denunciam blocos de rocha com de maiores dimensões.

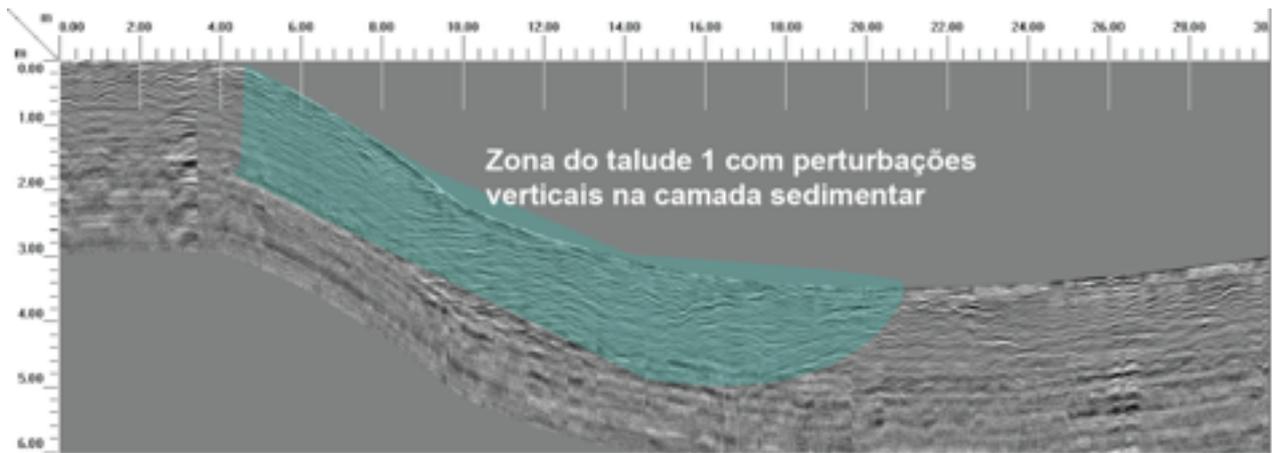


Figura 10- Radargrama de antena de 400MHz com correção topográfica na zona do talude 1.

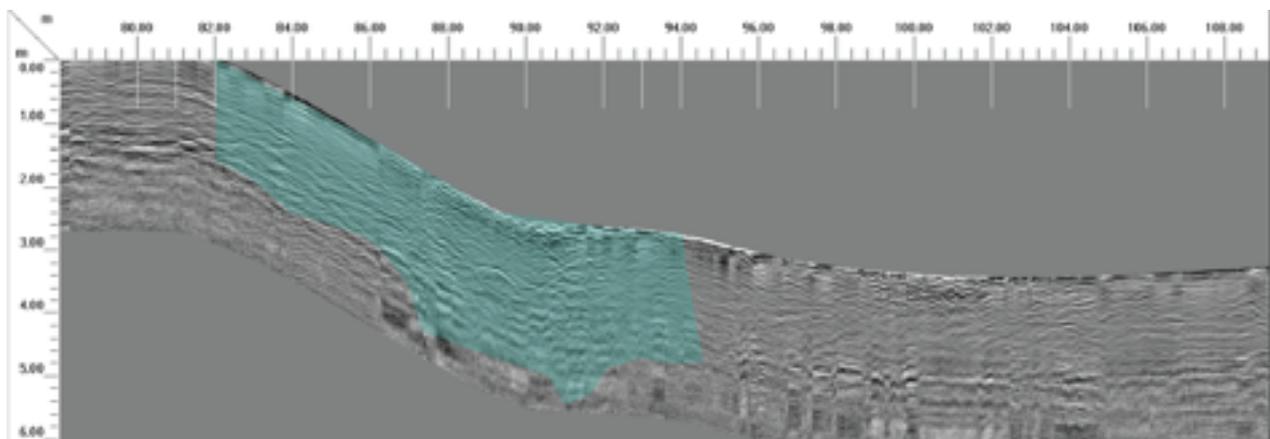


Figura 11- Radargrama de antena de 400MHz com correção topográfica na seção que contém o talude 2 (zona esverdeada). Na parte final do talude o soco parece estar um pouco mais fundo, como sugere a mancha esverdeada.

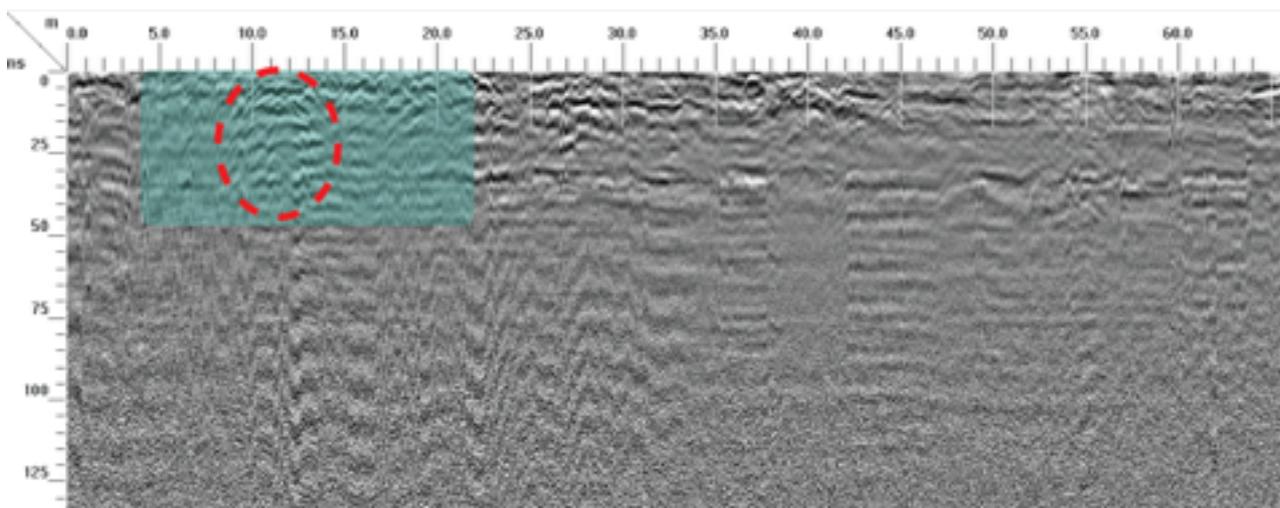


Figura 12- Radargrama de antena de 200MHz processado e relativo aos primeiros 65m do perfil 1. A zona do primeiro talude está marcada através da mancha esverdeada. A elipse vermelha assinala a zona perturbada por refletores na zona do perfil. Ao longo desta seção mas em zonas fora do talude notam-se outros refletores extensos.

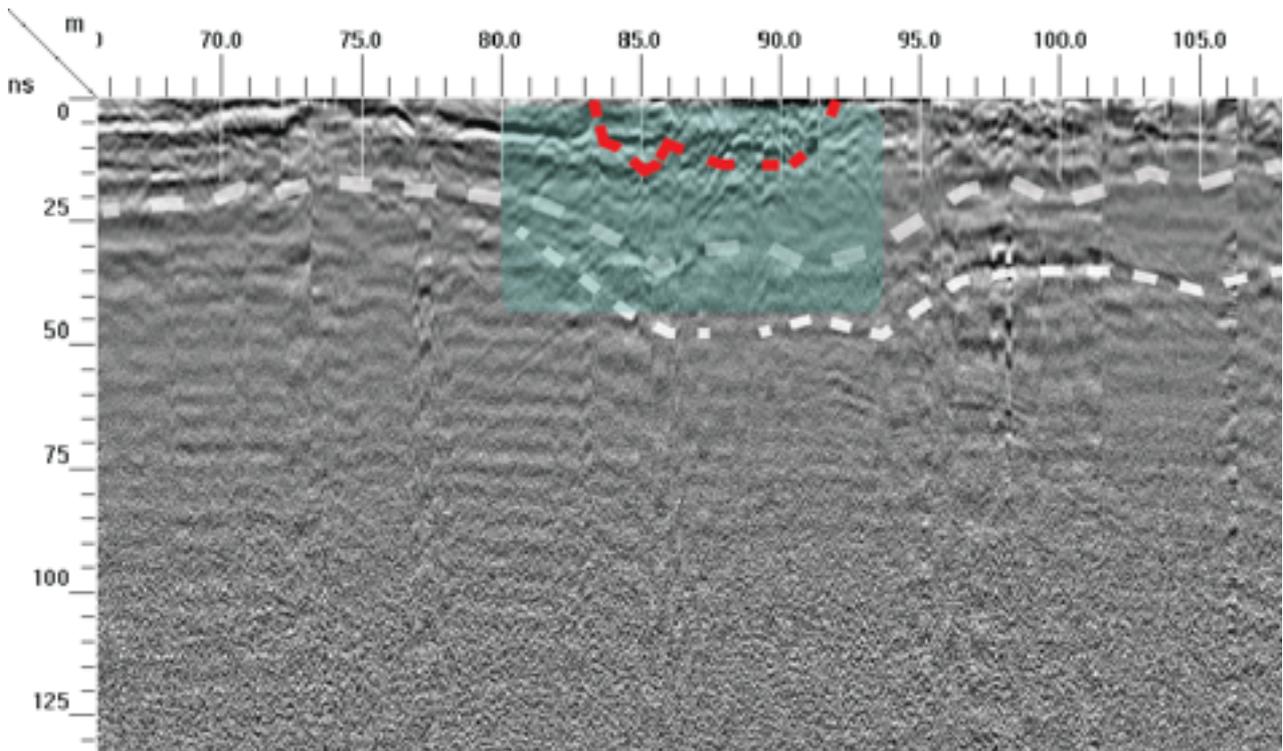


Figura 13- Radargrama de antena de 200MHz processado e relativo à secção final do perfil 1. A zona do talude 2 está marcada através da mancha esverdeada. A linha vermelha assinala a uma zona perturbada por refletos de maiores dimensões que os encontrados noutras zonas do solo que se encontra numa região onde a espessura do solo sedimentar aparenta ser maior

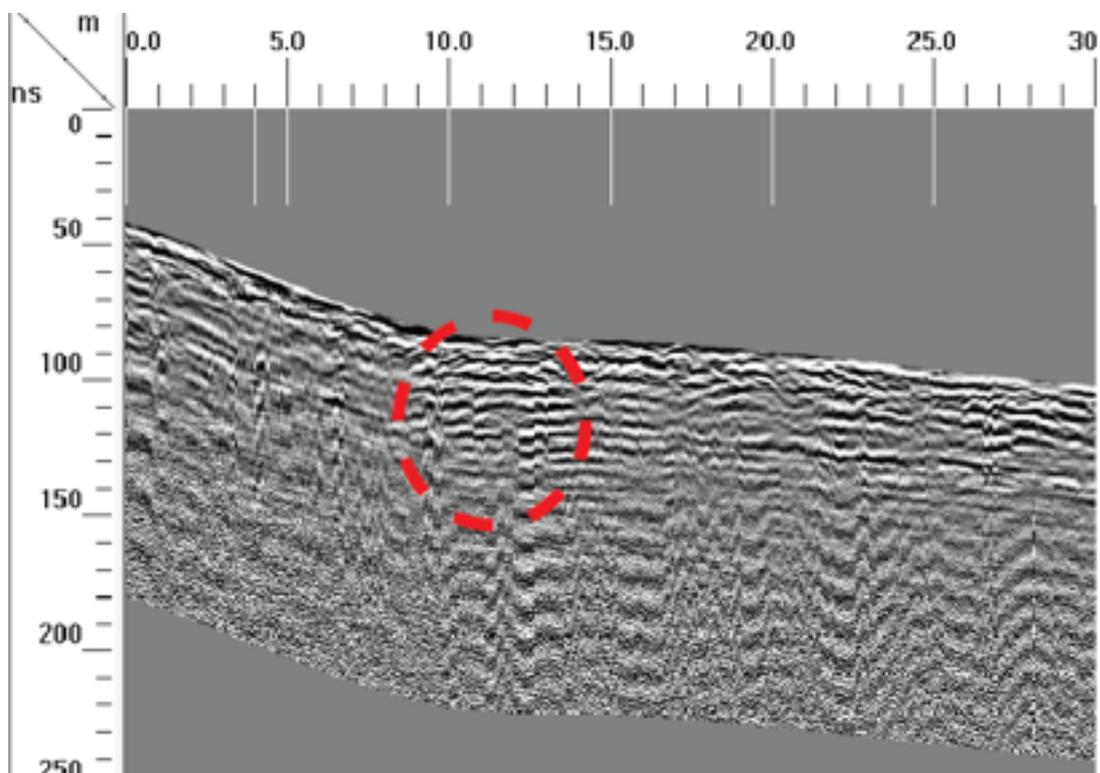


Figura 14- Radargrama de antena de 200MHz com correção topográfica na secção que contém o talude 1 marcado por elipse vermelha.

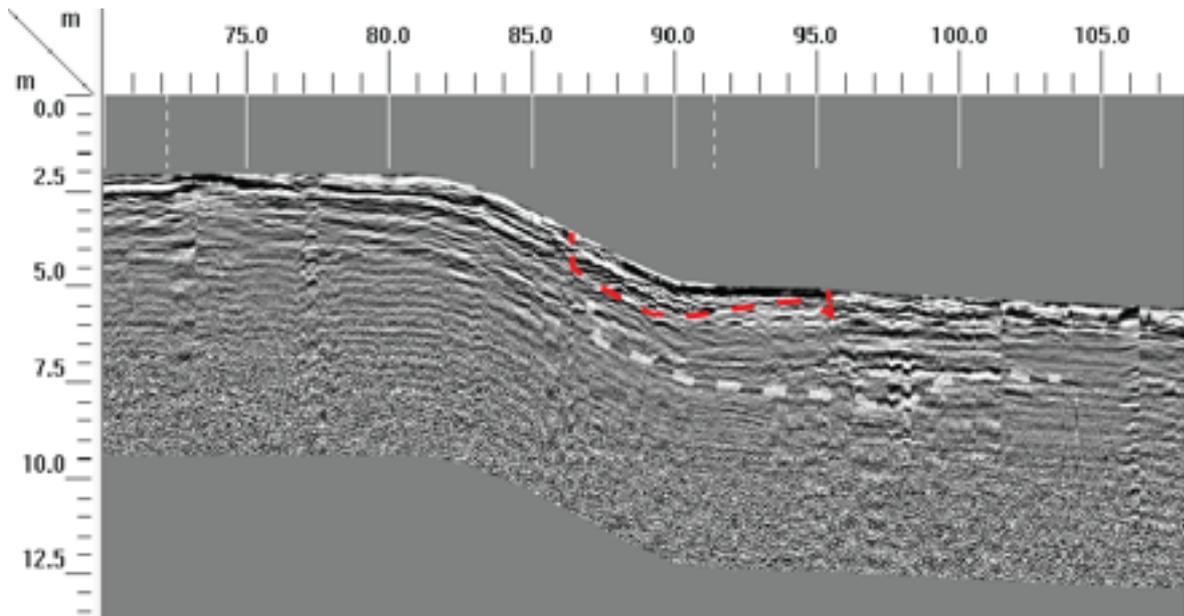


Figura 15- O mesmo radargrama da Fig. 13 mas agora com correção topográfica. A linha vermelha assinala a uma zona junto da superfície bastante perturbada por refletos de maiores dimensões. A espessura sedimentar na parte inferior deste talude, marcada por linha tracejada a branco, aparenta ser maior.

C-MAGNETOMETRIA

A análise que se apresenta é feita a partir dos resultados do processamento dos dados GPR registados, através referido.

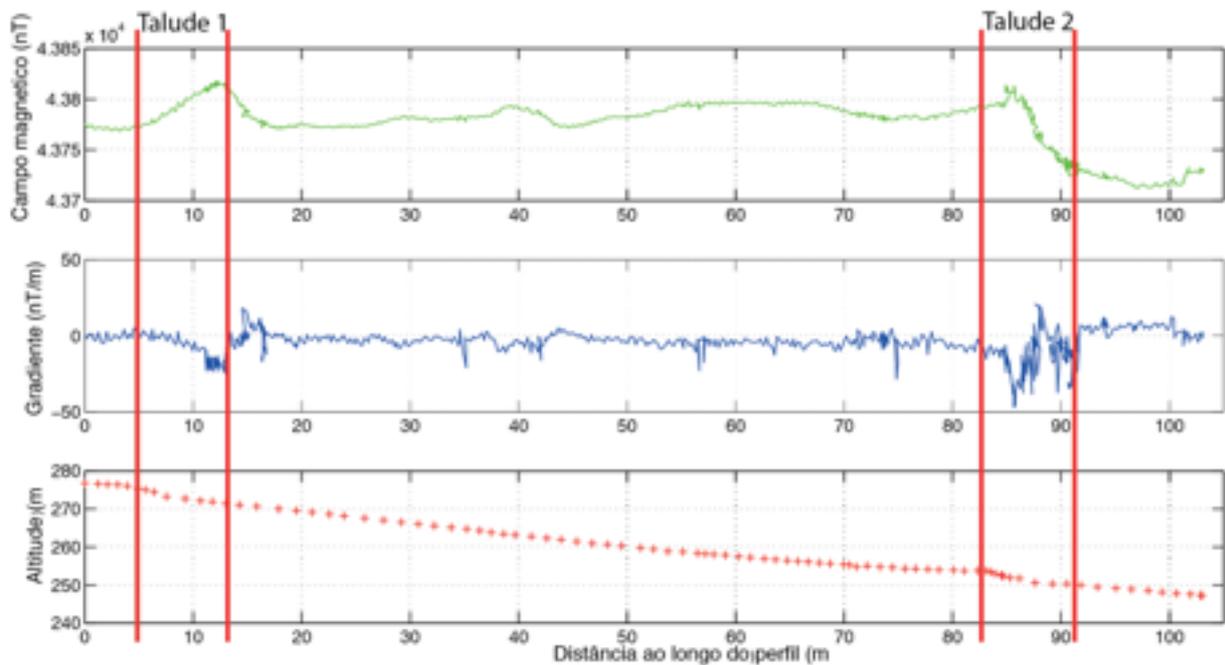


Figura 16- Resultados da magnética relativos ao perfil 1. Painel superior valores do campo magnético total; painel do meio, gradiente magnético vertical; painel inferior, topografia ao longo do perfil.

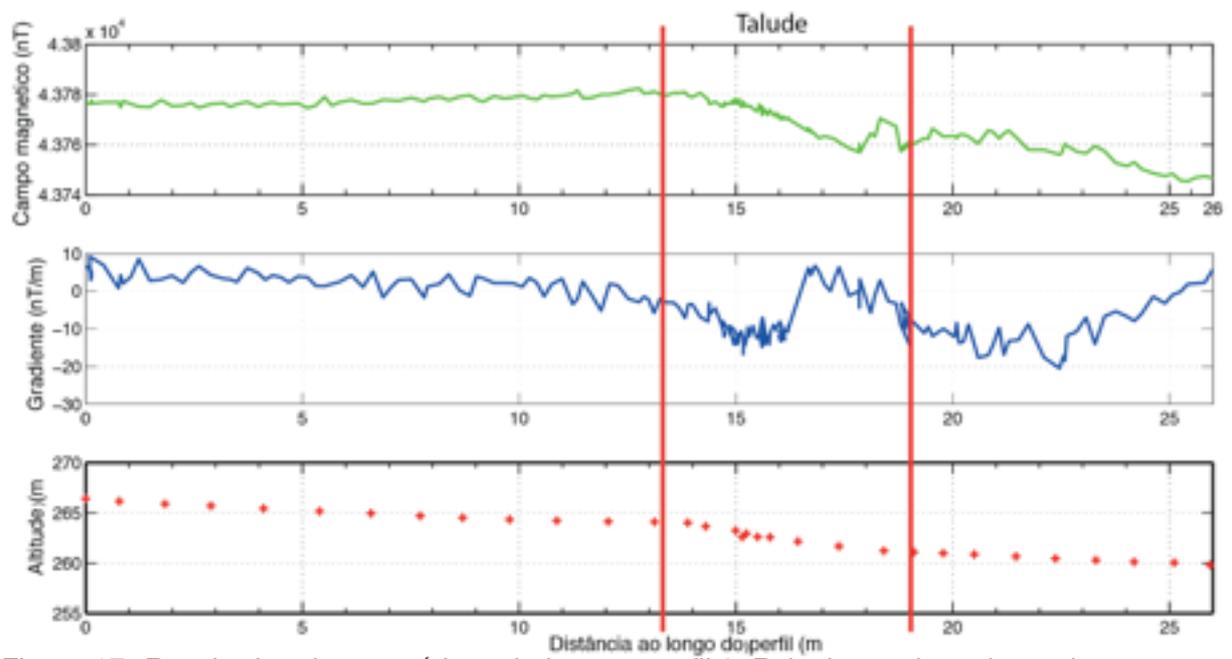


Figura 17- Resultados da magnética relativas ao perfil 2. Painel superior valores do campo magnético total; painel do meio, gradiente magnético vertical; painel inferior, topografia ao longo do perfil.

CONCLUSÕES

A apreciação geral dos resultados de GPR evidencia uma subsuperfície estruturada verticalmente por materiais com propriedades físicas distintas a dois níveis de profundidade, a que chamaremos camadas. A primeira camada situa-se nos primeiros ~25ns (cerca de 0.8m) e a segunda a partir daí até, pelo menos à profundidade máxima alcançada pelo GPR (150ns ~7m). A camada superficial interpretamos-la como correspondendo a uma camada sedimentar que constitui o solo. As inúmeras perturbações laterais que se encontram nessa camada permite obter alguma informação sobre a morfologia e da profundidade dessas anomalias; desde logo indiciam a presença de refletores com dimensões superiores a 20cm, que correspondem a objetos de material diferentes do que constitui o solo. Interpretamos as perturbações morfológicas desta camada devendo-se a: a) presença de blocos de pedra enterrados no solo; b) intrusões de natureza geológica ou antropogénica quando há uma diminuição da espessura da primeira camada, ou; c) cavidades na base do solo (também naturais ou antropogénicas) quando há espessamento da camada superficial. A segunda camada surge-nos como um corpo praticamente homogéneo que interpretamos provir de rocha não alterada ou pouco alterada.

A opinião acerca da organização estrutural dos vários perfis efetuados foi construída a partir da análise das descontinuidades laterais encontradas na camada superficial, cruzando as observações dos resultados das técnicas geofísicas aplicadas (GPR e Magnética) com a topografia do terreno obtida por GNSS (modo diferencial). Esta análise foi mais exaustiva sobre as áreas correspondentes aos taludes.

Assim, temos:

Perfil 1- *Tem cerca de 110m de comprimento com um declive médio de 15° e corta dois taludes (Fig. 4).*

Nos resultados GPR nota-se, junto ao talude 1 (Fig. 7), um conjunto de perturbações verticais com pouca expressão superficial e um ligeiro espessamento da camada de solo na zona deste talude. A morfologia destas perturbações verticais não nos sugere causas antropogénicas. O espessamento da camada de solo é coerente com a perturbação magnética que existe sobre esta região conforme se pode verificar na Fig. 16. Não recolhemos neste talude evidências sobre vestígios de construções compatíveis com os objetos procurados.

Para o segundo talude os resultados de GPR mostram uma forte perturbação superficial numa extensão de 5m, assinalada pelo contorno vermelho das Figs. 9 e 13, que se prolonga até à base da camada superficial que nesta zona é mais espessa indiciando uma depressão no soco (linha tracejada branca). Esta cavidade prolonga-se para além do fim do talude conforme se pode ver na interpretação das Figs. 11 e 15. Os resultados da Magnética revelam uma forte anomalia magnética nesta zona com uma assinatura compatível com a existência de uma subsuperfície preenchida por materiais com susceptibilidade magnética diferente dos que formam o solo em duas subsecções deste talude. A assinatura das perturbações obtidas com as duas técnicas indicia que elas são produzidas pela deposição de estruturas extensas dispostas por ação antropogénica.

Perfil 2 - *Tem cerca de 28m de comprimento com um declive médio de 14° e corta um talude taludes (Fig. 5).*

Nos resultados GPR (de ambas as antenas) o talude está inscrito a partir dos 14m, onde se nota um espessamento da camada de solo. Nota-se ainda que na secção do talude a camada sedimentar apresenta uma grande perturbação imediatamente abaixo da superfície numa espessura ~50cm, apresentando maior homogeneidade na parte inferior da camada sedimentar, destacando-se contudo nessa zona alguns refletores mais extensos. A cerca de 3m do início do talude são visíveis no perfil da antena de 400MHz alguns alinhamentos sub horizontais no interior da camada sedimentar (assinalados nas Figs. A1 e A2). Os

radargramas revelam que a secção que corresponde é acompanhada por um engrossamento da camada sedimentar que aparenta dever-se a uma depressão na camada superior da camada rochosa. Nota-se contudo numa parte desta zona uma sobre-elevação no perfil de magnética (Fig. 17) e no radargrama com a antena de 200MHz (fig. A3). O cruzamento destas informações faz crer haver uma depressão no solo imediatamente à frente da parte inferior do talude e no meio dessa depressão uma sobre-elevação. A partir destes resultados não é possível concluir relativamente à origem destas formações (se geológica ou por intervenção humana).

Perfil 3- *Tem cerca de 60m de comprimento com um declive médio de 8.5° e corta dois taludes (Figs. 1 e 6).*

As conclusões conseguidas para este perfil resultam exclusivamente da interpretação dos resultados de GPR uma vez que os resultados de magnética foram severamente afetados pela presença de redes metálicas e arames sobre os dois taludes que este perfil corta. O primeiro talude apresenta-se como uma descontinuidade vertical no terreno situada a 10m do início do perfil. Esta descontinuidade é mantida por meio de um muro visível no terreno que se encontra na plataforma inferior (Fig 18). O segundo talude embora seja delimitado por um muro, apresenta na parte inferior da separação uma acumulação de sedimentos que conferem à separação uma plataforma rampada. O local do talude 1 embora bem visível no radargrama da Figura A5 não apresenta lateralmente uma expressão significativa nem perturbações que sugiram alterações ao nível do soco. Porém a cerca 7m deste talude existe uma extensa perturbação que pela geometria que apresenta e pela intensidade da perturbação sugere ter origem geológica. O segundo talude surge no radargrama da figura A6 através de uma perturbação mais extensa (com cerca de 4m de comprimento) que contém o encaixe do muro visível, contudo a sua extensão excede largamente o que seria expectável para a dimensão daquele muro. Após o talude verifica-se um espessamento significativo da camada sedimentar perturbada em toda a sua extensão. Esta morfologia parece dever-se a uma depressão extensa preenchida com material sedimentar.



Figura 18- muro de separação entre os primeiros dois sectores do perfil 3 (talude 1), visível no terreno que se encontra na plataforma inferior do talude.

ANEXO

RADARGRAMAS PROCESSADOS

PERFIL 2

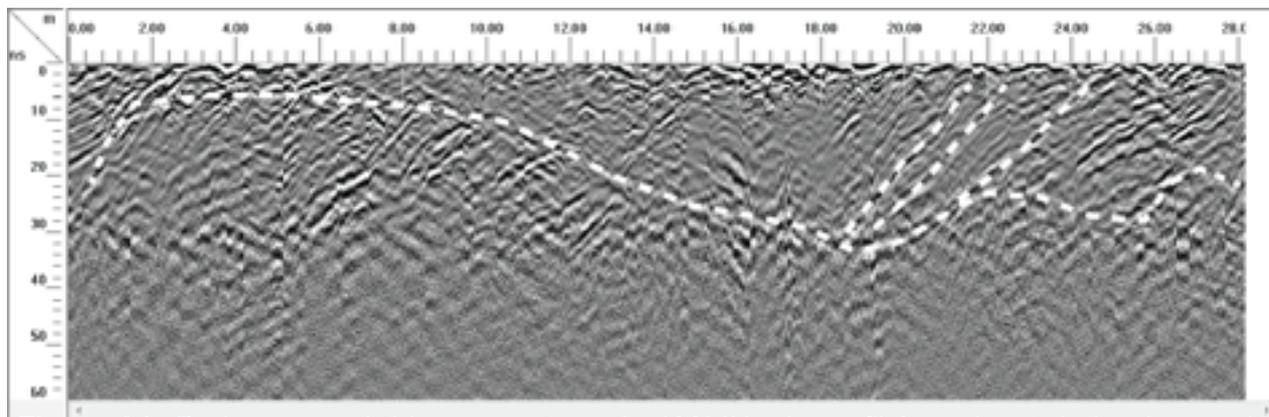


Figura A1- Radargrama obtido com antena de 400MHz do perfil 2, onde o talude, de acordo com a topografia da Fig. 5, começa sensivelmente aos 14m. Na zona do talude (entre 14-18m), é notória uma zona de perturbação superficial (compatível com algumas pedras junto à superfície). Nota-se ainda um engrossamento da camada sedimentar a jusante do talude compatível com alguma depressão no soco. Na zona mais profunda dessa depressão detetam-se (linhas paralelas tracejado) refletores paralelos dispostos aproximadamente na horizontal (obliquo no radiograma devido a não ter sido feita a correção topográfica)

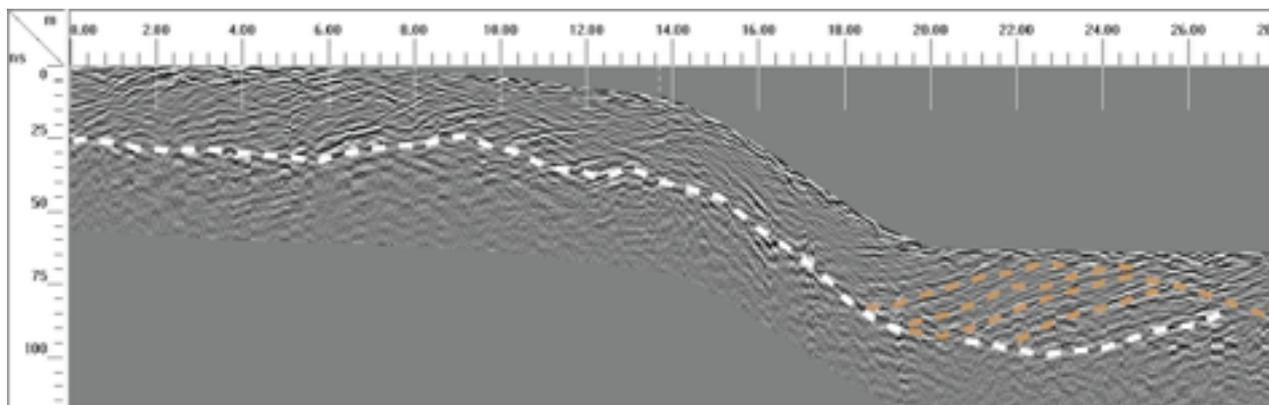


Figura A2- O mesmo radiograma da Fig. A1, com correção topográfica. Notar que as camadas paralelas dispostas na zona de maior espessura sedimentar (linhas castanhas tracejadas) se apresentam praticamente horizontais.

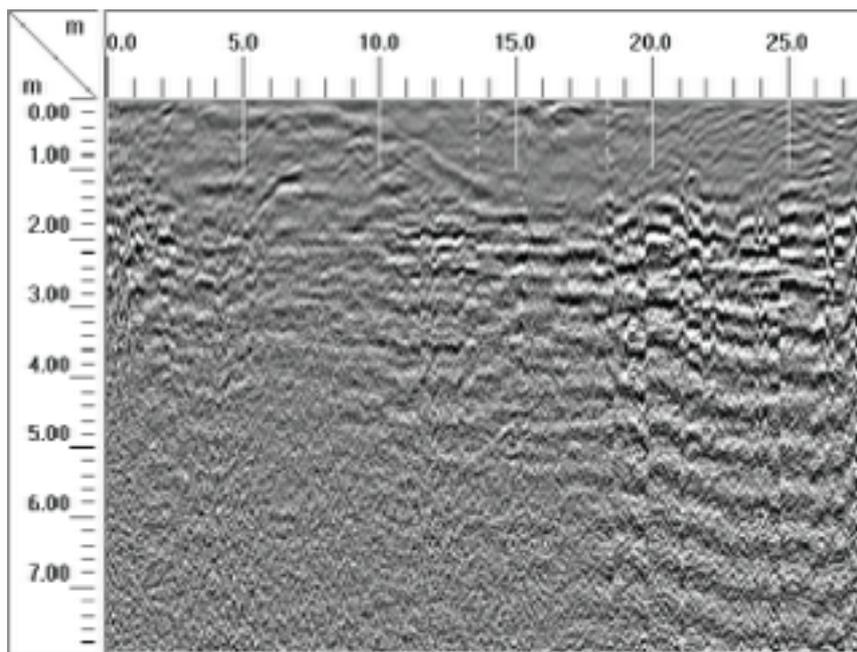


Figura A3- Radargrama do perfil 2 obtido com antena de 200MHz

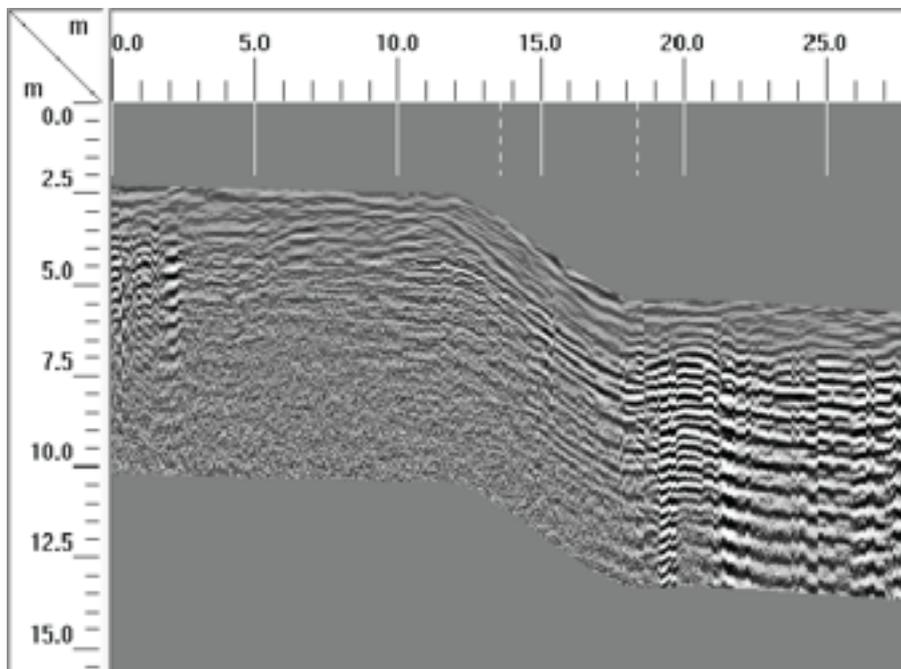


Figura A4- Radargrama do perfil 2 obtido com antena de 200MHz com correção topográfica

PERFIL 3

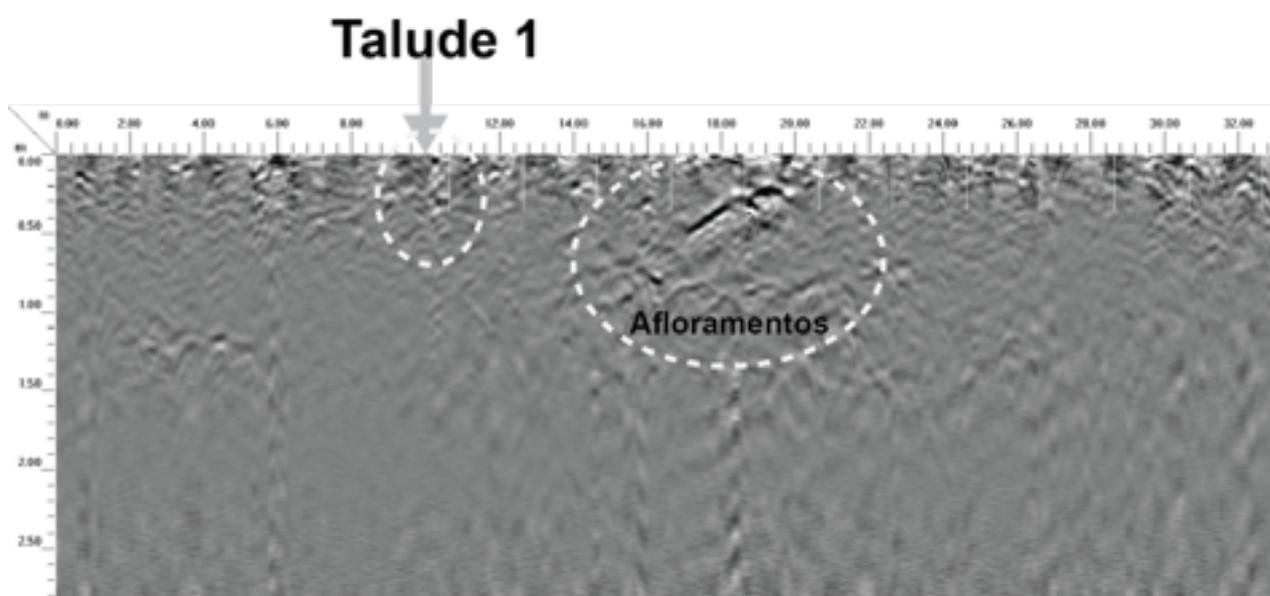


Figura A5- Radargrama dos primeiros 32m do perfil 3 obtido com antena de 400MHz. Esta secção contém o talude 1 indicado na Fig. 6. Na zona do talude 1 surge uma perturbação superficial pouco expressiva no local do muro existente. Também se nota neste perfil um refletor bastante extenso a cerca de 6m do primeiro talude (entre os metros 16 e 20 do perfil). Este refletor sugere ser de natureza geológica.

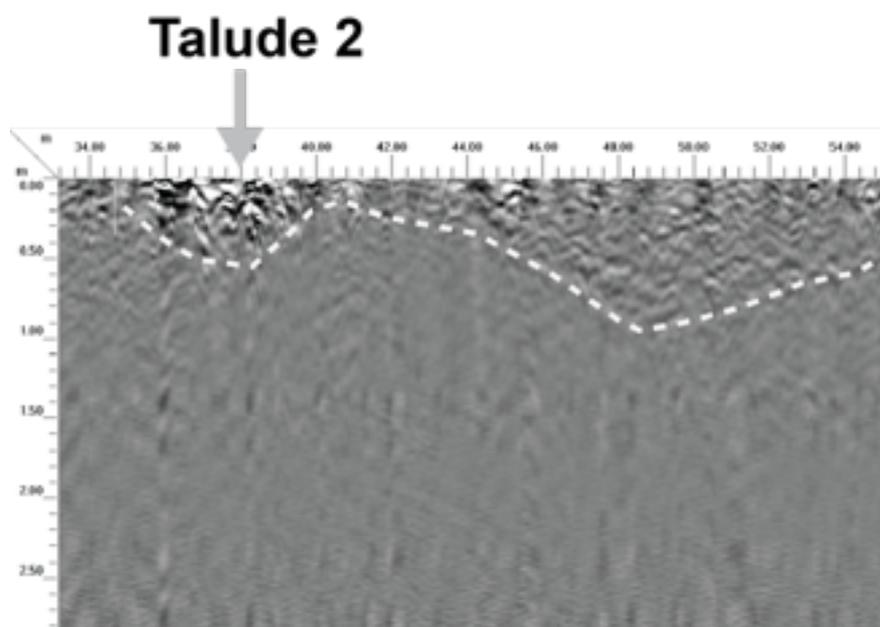


Figura A6- Radargrama da secção final do perfil 3, continuação da figura anterior, contendo o talude 2. Neste caso a perturbação na zona do talude é mais expressiva e no seguimento do talude a espessura sedimentar exposta sugere a presença de um negativo na rocha.