



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DO TURISMO, MOBILIDADE E INFRAESTRUTURAS
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
SERVIÇO DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO

ESTUDO GEOLÓGICO PARA APOIO AO
PROJETO DE EXECUÇÃO DE
INFRAESTRUTURAS DE SANEAMENTO
BÁSICO NAS FREGUESIAS DE SÃO ROQUE
E LIVRAMENTO, CONCELHO DE PONTA
DELGADA

RELATÓRIO 141/2022

Trabalho realizado para
NORAQUA - Consultores de Engenharia, Lda.
Ponta Delgada, outubro de 2022



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

**SECRETARIA REGIONAL DO TURISMO, MOBILIDADE E INFRAESTRUTURAS
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL**

SERVIÇO DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO

ESTUDO GEOLÓGICO PARA APOIO AO PROJETO DE EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURAS
DE SANEAMENTO BÁSICO NAS FREGUESIAS DE SÃO ROQUE E LIVRAMENTO, CONCELHO
DE PONTA DELGADA

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Relatório ID:	LREC/DSGSP – RELATÓRIO 141/2022
Proc. ID:	Proc. 82
LREC/CD - Cota ID:	624.131 A516e
Autor(s) ID:	Paulo Alexandre Pimentel Amaral Doutorado em Geologia, Especialidade de Vulcanologia
Visto(s) ID:	A Diretora do Serviço de Geotecnia, Sustentabilidade e Prospeção Ana Maria Mota de Albergaria Pacheco Malheiro O Diretor do Laboratório Regional de Engenharia Civil Francisco de Sousa Fernandes

Índice

1	INTRODUÇÃO	4
2	ENQUADRAMENTO GERAL DA ÁREA DE INTERESSE	5
2.1	Localização	5
2.2	Geologia e tectónica.....	6
3	TRABALHOS DESENVOLVIDOS	8
3.1	Poços de observação e descrição macroscópica das formações geológicas 10	
3.2	Penetrómetro Dinâmico Médio (PDM).....	21
3.3	Afloramentos rochosos superficiais.....	25
3.4	Informação em acervo documental	27
4	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA.....	36
4.1	Unidade geológica C1 – Aterros	36
4.2	Unidade geológica C2 - Depósitos piroclásticos pomíticos	36
4.3	Unidade geológica C3 - Depósitos piroclásticos basálticos	37
4.4	Unidade geológica C4 – Clinker e basalto	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

**ESTUDO GEOLÓGICO PARA APOIO AO PROJETO DE EXECUÇÃO DE INFRAESTRUTURAS
DE SANEAMENTO BÁSICO NAS FREGUESIAS DE SÃO ROQUE E LIVRAMENTO,
CONCELHO DE PONTA DELGADA**

1 INTRODUÇÃO

Foi solicitado ao Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) pela NORAQUA, Consultores de Engenharia, LDA., através de correio eletrónico datado de 07/07/2022, a realização de um estudo geológico e geotécnico para servir de apoio ao projeto de execução de infraestruturas de saneamento básico nas freguesias de São Roque e do Livramento, no concelho de Ponta Delgada, cujo Dono da Obra são os SMAS – Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Ponta Delgada.

Tendo em consideração a extensa área, com diversas infraestruturas subterrâneas e impermeabilizadas, privilegiou-se a utilização dos métodos de prospeção preconizados (poços de observação e ensaios com um Penetrómetro Dinâmico Médio) em espaços verdes, disponíveis na área de estudo, de modo a não danificar as estradas pavimentadas.

Dada a complexidade do ponto de vista de infraestruturas subterrâneas na zona de interesse, previamente à campanha de campo, foram realizadas diversas reuniões em diferentes dias com técnicos responsáveis pelas diversas áreas, de forma a garantir que nenhum dos pontos de amostragem estaria em conflito com a existência de qualquer infraestrutura. Este fator motivou atrasos no início do arranque dos trabalhos de campo, que decorreram entre 26-09-2022 e 6-10-2022.

Neste documento efetua-se uma descrição do ponto vista macroscópico das formações geológicas intersetadas pelos poços de observação e apresentam-se os resultados obtidos pelos ensaios com o Penetrómetro Dinâmico Médio (PDM). Para além disso, foi efetuado um levantamento de trabalhos executados pelo LREC na

área em estudo de modo a complementar a informação obtida pelo trabalho de campo. Por fim, tecem-se considerações sobre a escavabilidade na zona de interesse.

2 ENQUADRAMENTO GERAL DA ÁREA DE INTERESSE

2.1 Localização

O local de estudo situa-se nas freguesias de São Roque e Livramento e inclui um vasto conjunto de arruamentos que serão objeto de intervenção no âmbito do projeto de execução de infraestruturas de saneamento básico (Fig. 1).



Figura 1 – Localização geral dos locais objeto de intervenção nas freguesias de São Roque e Livramento, no concelho de Ponta Delgada. Os arruamentos a intervir foram cedidos pelo cliente.

2.2 Geologia e tectónica

Do ponto de vista geomorfológico, a área em estudo enquadra-se no sistema vulcânico da região dos Picos, uma das 8 regiões geomorfológicas definidas por Zbyszewsky (1959, 1961) para a ilha de São Miguel. Esta região geomorfológica, compreendida entre o Complexo Vulcânico das Sete Cidades e o de Água de Pau, corresponde à formação vulcanológica mais recente da ilha de São Miguel e inclui formas e produtos vulcânicos gerados na sequência do vulcanismo fissural, de caráter básico.

Neste sentido, a forma vulcânica predominante corresponde a cones de escórias formados em resultado da acumulação de piroclastos basálticos (*s.l.*) no decurso de erupções de estilo estromboliano e/ou havaiano. Neste contexto, os produtos vulcânicos predominantes nesta área correspondem, para além dos piroclastos basálticos (*s.l.*) (escórias vulcânicas), a escoadas lávicas de natureza basáltica (*s.l.*) emitidas a partir dos referidos cones monogenéticos.

Durante o seu processo de instalação, as escoadas lávicas dão origem a fragmentos irregulares e espinhosos, constituídos por lava consolidada, designados de clinker. Este material apresenta dimensões variadas, desde os blocos (> 64mm), cascalhos (2 - 64 mm) a areias (0,063 – 2 mm). Normalmente, este material encontra-se mal graduado. A estrutura externa de um maciço lávico de natureza basáltica mostra, geralmente, um nível inferior de clinker, uma zona central de lava maciça e, sobrejacente, um nível de clinker, geralmente mais espesso que o basal.

Superficialmente ou intercalados em profundidade com os demais materiais observam-se depósitos piroclásticos de queda de natureza traquítica (*s.l.*), com dimensões variadas desde os siltes aos cascalhos, provenientes essencialmente de erupções explosivas ocorridas no maciço vulcânico das Sete Cidades e do Fogo.

Na área de estudo, em particular no setor este da freguesia do Livramento, desde o Pico do Fogo até ao mar, ocorrem derrames lávicos recentes provenientes da

erupção histórica de 1652 com origem no Pico do Fogo. Tais derrames lávicos cobrem grande parte da freguesia e constituem o material de superfície predominante.

O enquadramento tectónico da área é dominado por um conjunto importante de sistemas de falhas, com uma direção predominante de WNW-ESE a NW-SE, coincidente com as direções gerais das principais estruturas tectónicas regionais. Os cones monogenéticos instalados segundo aquelas orientações refletem a referida tendência geoestrutural.

A análise de documentos históricos e os dados da sismicidade instrumental (*e.g.*, Nunes, 1991; CIVISA, 2009) permitem constatar que a ilha de S. Miguel tem sido bastante afetada por eventos de natureza sismovulcânica. A atividade tem, no entanto, sido mais importante ao nível dos vulcões poligenéticos ativos e estruturas submarinas associadas, verificando-se que o Sistema Vulcânico da Região dos Picos evidencia índices de sismicidade significativamente mais baixos (Ferreira, 2000).

De acordo com Silveira (2002), que elaborou uma carta de intensidades máximas com base no estudo sísmico documental e instrumental para ilha de São Miguel, a área em questão apresenta uma intensidade máxima histórica de grau VIII / IX (Fig. 2).

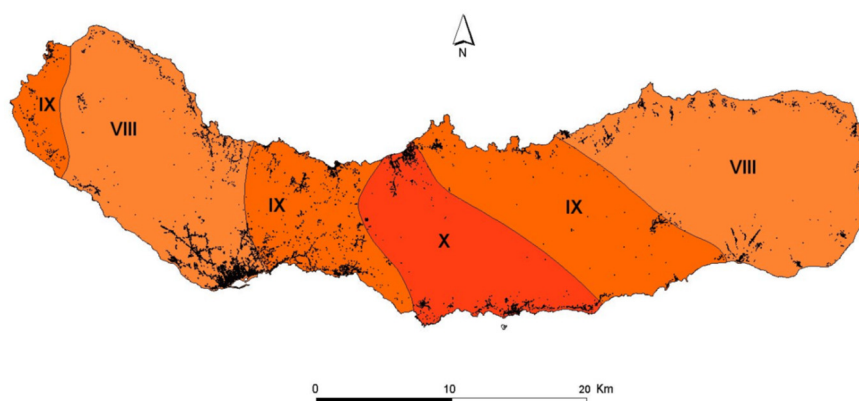


Figura 2 – Carta de intensidades máximas históricas para a ilha de S. Miguel (Silveira, 2002).

Face ao descrito anteriormente, para efeitos de caracterização das ações sísmicas, considera-se que, de acordo com o Regulamento de Segurança e Ações para estruturas de Edifícios e Pontes, Decreto-Lei 235/83, de 31 de maio de 1983, o terreno em estudo enquadra-se na categoria A, com um coeficiente de sismicidade $\alpha = 1$.

De acordo com o Eurocódigo 8 (NP EN 1998-1), a área em análise localiza-se na zona sísmica 2.1 que adota para o valor de referência da aceleração máxima à superfície de um terreno do tipo A, a_{gR} , 2,5 m/s². Para efeito de configuração espectral, tendo em conta a geologia mais representativa do local, o perfil geológico a considerar será o 4 devendo, como tal, adotar-se o tipo de terreno B.

3 TRABALHOS DESENVOLVIDOS

Tendo em conta a extensa área de cobertura espacial para o presente estudo geológico e geotécnico, com muitas infraestruturas subterrâneas e zonas impermeabilizadas, o programa de trabalhos consistiu nas seguintes atividades:

- Abertura de 10 poços de observação, doravante designados de P1 a P10, com profundidades que variaram entre os 0,3 m e os 3,0 m.
- Realização de 27 ensaios com um Penetrómetro Dinâmico Médio, doravante designados de PDM1 a PDM27. As profundidades variaram entre os 0,9 m e os 3,9 m.
- Inspeção visual a afloramentos existentes, tanto em taludes (e.g., taludes da via rápida Ponta Delgada – Lagoa), como à superfície topográfica.
- Análise ao acervo documental relativo a anteriores campanhas de prospeção realizados pelo LREC na proximidade dos locais de interesse, quer por sondagens à rotação, quer por poços de observação, de modo a complementar e suportar a

informação em locais que apresentavam condicionalismos para a realização quer de poços de observação, quer de ensaios com o PDM.

- Interpretação dos resultados

Em anexo apresenta-se a localização espacial dos poços de observação, dos ensaios com o PDM, dos afloramentos rochosos em cortes de taludes e/ou à superfície topográfica e das informações referentes a sondagens/poços existentes no acervo documental do LREC.

Aos materiais rochosos, sempre que possível, procedeu-se à determinação dos índices de Qualidade dos basaltos, nomeadamente a sua alteração (Quadro 1) e fraturação (Quadro 2) de acordo com as recomendações da *International Society for Rock Mechanics* (ISRM, 1981).

Quadro 1– Classificação do maciço rochoso em relação ao estado de alteração, segundo a ISRM (1981).

Símbolos	Designações	Características
W ₁	São	A rocha não apresenta quaisquer sinais de alteração
W ₂	Pouco alterado	Sinais de alteração apenas nos planos e bordos das descontinuidades
W ₃	Medianamente alterado	Alteração visível em todo o maciço rochoso (mudança de cor) mas a rocha não é friável
W ₄	Muito alterado	Alteração visível em todo o maciço rochoso e a rocha é parcialmente friável
W ₅	Decomposto	O maciço apresenta-se completamente friável, com comportamento de solo

Quadro 2– Classificação do maciço rochoso em relação ao estado de fraturação (ISRM, 1981).

Símbolos	Intervalos de afastamento (cm)	Afastamento das fraturas	Estado de fraturação do maciço
F ₁	> 200	Muito afastadas	Muito pouco fraturado
F ₂	60 a 200	Afastadas	Pouco fraturado
F ₃	20 a 60	Medianamente afastadas	Medianamente fraturado
F ₄	6 a 20	Próximas	Muito fraturado
F ₅	< 6	Muito Próximas	Fragmentado

3.1 Poços de observação e descrição macroscópica das formações geológicas

A natureza geológica do terreno foi descrita pelo LREC a partir da execução de 10 poços de observação, designados de P1 a P10.

Para a realização dos poços de observação recorreu-se a uma retroescavadora, tendo-se atingido a profundidade máxima de 3,0 m, a partir da cota da superfície natural do terreno. De referir que no local do poço P7 não foi necessário recorrer à abertura do mesmo, uma vez que a geologia se encontrava expressa num corte de escavação contíguo ao local preconizado para a abertura do mesmo.

Os trabalhos de campo decorreram no dia 06-10-2022. Ao longo da abertura dos poços não foi detetado nenhum nível de água.

Os poços foram dados por concluído quando a presença de material grosseiro (*e.g.*, blocos rochosos) impedia/dificultava a progressão da abertura por aquela via.

Apresenta-se no Quadro 3 a localização planimétrica e na figura 3 a localização espacial dos poços de observação.

Quadro 3 – Localização planimétrica aproximada no sistema de referência PTR08-UTM/ITRF93, e profundidade máxima alcançada nos poços de observação.

Poço Nº	M	P	Profundidade alcançada (m)	Profundidade do nível de água (m)
P1	622628	4180649	2,0	n.d.
P2	623617	4180880	2,5	n.d.
P3	623323	4180677	0,3	n.d.
P4	622745	4179855	1,0	n.d.
P5	622274	4179825	2,6	n.d.
P6	622778	4179244	2,0	n.d.
P7	622090	4180500	2,0	n.d.
P8	621290	4179972	2,5	n.d.
P9	621431	4179324	3,0	n.d.
P10	619722	4178636	2,0	n.d.

n.d. – não detetado

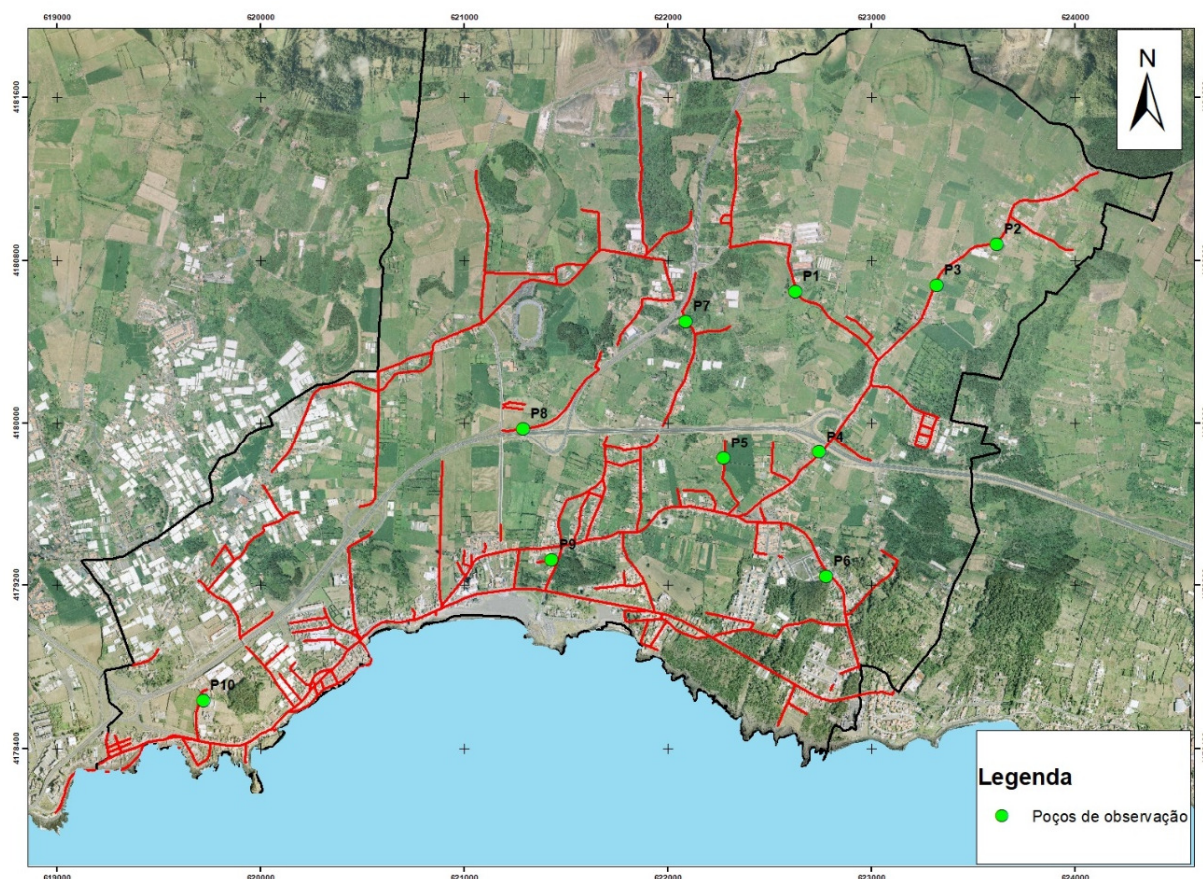


Figura 3 – Localização dos poços de observação realizados.

Em termos médios, a escavabilidade com a retroescavadora foi conseguida até à profundidade de 2,0 m, com um quantitativo mínimo de 0,3 m e um máximo de 3,0 m.

A descrição macroscópica das formações geológicas e as profundidades encontram-se resumidas de seguida, acompanhadas de imagens fotográficas dos poços de observação e dos materiais existentes.

Quadro 4- Resumo das características obtidas no P1.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P1		2,0	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,6	Aterro (AT). Mistura de areias de tons castanhos e cinzentos com raízes e alguns plásticos.		
0,6	2,0	Clinker (CL). Cascalhos e blocos rochosos de natureza basáltica, misturados com areias de natureza basáltica. Não plástico. Tons escuros. D. Máx.: 0,30 m.		
> 2,0		Clinker/basalto (CL / B). Presença de blocos rochosos de natureza basáltica que impediram a progressão do avanço com a retroescavadora.		

Observações:



Figura 4 – Vista geral do poço P1 e do material resultante.

Quadro 5- Resumo das características obtidas no P2.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P2		2,5	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,6	Aterro (AT). Mistura de areias com cascalhos e blocos rochosos. Presença de plásticos.		
0,6	2,5	Clinker (CL). Cascalhos e blocos rochosos de natureza basáltica, misturados com areias de natureza basáltica de tons escuros. Não plástico. D. Máx.: 0,60 m.		

Observações:



Figura 5 – Vista geral do poço P2 e do material resultante.

Quadro 6- Resumo das características obtidas no P3.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P3		0,3	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,3	Aterro (AT). Solo vegetal constituído por areias pomíticas castanhas misturadas com cascalhos e blocos rochosos.		
> 0,3		Basalto (B). Rocha cinzenta de natureza basáltica, pouco a medianamente fraturada e sã.		

Observações:



Figura 6 – Vista geral do poço P3 e do material resultante.

Quadro 7- Resumo das características obtidas no P4.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P4		1,0	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,6	Aterro (AT). Areias e cascalhos pomíticos de tons castanhos misturadas com escórias vulcânicas de tons vermelhos. Não plástico.		
0,6	1,0	Clinker/basalto (CL / B). Blocos rochosos de natureza basáltica.		
> 1,0		Basalto (B). Rocha cinzenta de natureza basáltica, pouco a medianamente fraturada e sã.		

Observações:



Figura 7 – Vista geral do poço P4 e do material resultante.

Quadro 8- Resumo das características obtidas no P5.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P5		2,6	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	2,0	Aterro (AT). Areias siltosas de natureza pomítica. Presença de tubo aos 1,9 m de profundidade. Não plástico.		
2,0	2,6	Clinker (CL). Blocos e cascalhos rochosos de natureza basáltica.		

Observações:



Figura 8 – Vista geral do poço P5 e do material resultante.

Quadro 9- Resumo das características obtidas no P6.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P6		2,0	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,5	Aterro (AT). Solo vegetal (0,3 m) passando a areias cinzentas misturadas com blocos rochosos. Não plástico.		
0,5	2,0	Clinker (CL). Blocos e cascalhos rochosos de natureza basáltica. D.Máx.: 0,60 m. Dificuldade de progressão a partir dos 2,0 m.		

Observações:



Figura 9 – Vista geral do poço P6 e do material resultante.

Quadro 10- Resumo das características obtidas no P7.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P7		2,0	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	2,0	Aterro (AT). Mistura de areias pomíticas com cascalhos e blocos rochosos. Presença de lixo.		

Observações: Neste local não foi aberto nenhum poço com retroescavadora uma vez que lateralmente ao sítio preconizado para o efeito foi possível verificar o material geológico presente junto a um muro existente.



Figura 10 – Vista geral do P7.

Quadro 11- Resumo das características obtidas no P8.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P8		2,5	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	2,0	Aterro (AT). Mistura de areias pomíticas com cascalhos e blocos rochosos. Presença de lixo (cabos de aço).		
2,0	2,5	Clinker (CL). Blocos e cascalhos rochosos de natureza basáltica. D.Máx.: 0,40 m. Dificuldade de progressão a partir dos 2,5m.		

Observações: ausência de fotografia do poço.



Figura 11 – Vista do material resultante.

Quadro 12- Resumo das características obtidas no P9.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P9		3,0	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	2,4	Aterro (AT). Mistura de areias pomíticas com cascalhos e blocos rochosos. Presença de troncos de árvores e lixo.		
2,4	3,0	Clinker (CL). Blocos e cascalhos rochosos de natureza basáltica. D.Máx.: 0,30 m.		
Observações: ausência de fotografia.				

Quadro 13 - Resumo das características obtidas no P10.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P10		2,8	Não	06-10-2022
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	2,4	Aterro (AT). Cascalhos e blocos rochosos misturados com areias e cascalhos de bagacina.		
2,4	2,8	Clinker (CL). Blocos e cascalhos rochosos de natureza basáltica. D.Máx.: 0,30 m.		
Observações: ausência de fotografia.				

3.2 Penetrômetro Dinâmico Médio (PDM)

O ensaio de penetração dinâmica consiste na determinação do número de pancadas (N_{10}) necessárias para que ocorra uma penetração no terreno de 10 cm de uma ponta cônica de área de base conhecida (A), acoplada a um conjunto de varas. A cravação da ponta é resultado da queda livre de um pilão de massa (M), a uma altura (h) sobre o conjunto formado pelas varas e ponteira.

O diâmetro das varas utilizadas é inferior ao da base da ponta cônica pelo que, teoricamente, a resistência à penetração resulta apenas de forças de reação do terreno sobre a superfície cônica existente na ponta. O ensaio é contínuo em profundidade, prolongando-se até à profundidade desejada ou até ser alcançado o ponto de “nega”, que consiste na ocorrência de 100 impactos consecutivos sem ocorrer penetração do conjunto de varas e da ponteira cônica.

O ensaio com o Penetrômetro Dinâmico Médio (PDM) também permite determinar a resistência dinâmica de ponta (R_d) a cada 10 cm de penetração da ponteira cônica (Eq. 1).

$$R_d = \frac{M^2 \times h}{A \times e \times (M + P + P_p)} \quad (\text{Eq. 1})$$

onde:

- A – área da superfície da ponteira cônica (cm^2);
- h – altura de queda do pilão (20 cm);
- P – peso das varas (2,9 kg/m);
- P_p – peso do suporte (12 kg);
- e – valor de penetração por pancada, obtido pela eq. 2.

$$e = \frac{10}{N_{10}} \quad (\text{Eq. 2})$$

O objetivo da execução deste ensaio rápido foi avaliar os valores de N_{10} em profundidade e inferir a posição de substratos rochosos através da ocorrência de negas. Quando ocorriam resultados de negas muito superficialmente, o ensaio era executado novamente, na proximidade, de modo a eliminar potenciais efeitos de blocos rochosos existentes em aterros.

Em anexo a este documento apresentam-se os registos do número de pancadas por profundidade e a resistência dinâmica de ponta, para cada ensaio realizado.

As características do penetrómetro dinâmico utilizado nos ensaios encontram-se apresentadas no Quadro 14.

Quadro 14- Características do equipamento utilizado.

Designação	Valor	Unidades
Massa do pilão	30	kg
Altura de Queda	20	cm
Área da ponta	5	cm ²
Comprimento das varas	1	m
Peso das varas	2,9	kg/m
Peso do suporte	12	kg

Os trabalhos de campo decorreram entre os dias 26 e 30 de setembro de 2022.

No total foram efetuados 27 ensaios, cujas coordenadas, no sistema de referência PTR08-UTM/ITRF93, e profundidades alcançadas são apresentadas no quadro 15. Na figura 12 ilustra-se a localização espacial dos PDMs realizados.

O critério de paragem do ensaio foi a obtenção de nega, ou quando foram alcançadas profundidades superiores a 3,0 m de profundidade.

Quadro 15 - Localização planimétrica aproximada no sistema de referência PTR08-UTM/ITRF93, e profundidade máxima alcançada nos ensaios com o PDM.

PDM	M	P	Profundidade alcançada (m)
PDM1	6121103	4180741	1,0*
PDM2	621591	4180775	2,9*
PDM3	622313	4180968	1,3*
PDM4	622855	4180466	2,8*
PDM5	621197	4179495	2,6*
PDM6	620524	4179581	2,1*
PDM7	620548	4179439	3,9
PDM8	621886	4179472	1,9*
PDM9	621946	4179563	1,3*
PDM10	622745	4179872	1,8*
PDM11	622845	4179996	1,8*
PDM12	620239	4179041	3,0
PDM13	621393	4179077	3,9*
PDM14	621644	4179140	1,0*
PDM15	622404	4178839	3
PDM16	622529	4178515	3,8*
PDM17	622904	4178801	1,3*
PDM18	622923	4178892	2,9*
PDM19	622716	4179370	2,0*
PDM20	622560	4179488	1,1*
PDM21	623883	4180895	3,9
PDM22	624020	4181136	1,7*
PDM23	619120	4178307	0,9*
PDM24	619664	4178368	2,4*
PDM25	620055	4178499	1,6*
PDM26	620286	4178671	1,2*
PDM27	620508	4178916	2,4*
(*) – Obtenção de nega			

As profundidades médias do registo das negas situaram-se em torno dos 2,20 m, com profundidades mínimas e máximas de 0,9 m e de 3,9 m, respetivamente. As profundidades médias das negas (sinónimo de existência de rocha ou blocos rochosos que impedem a progressão do ensaio em profundidade) foram

compatíveis com os valores médios conseguidos na escavabilidade, por retroescavadora, dos poços de observação.

Apesar do ensaio não permitir a visualização do material ocorrente, permite através do tipo de registo tecer alguns comentários sobre os materiais encontrados em profundidade: (1) as negas correspondem à presença de blocos rochosos ou rocha basáltica; (2) os quantitativos baixos, entre as 1 e as 10 pancadas, estão normalmente associados a aterros e/ou depósitos piroclásticos pomíticos, com compacidades muito soltas a soltas; No entanto, por vezes ocorrem valores superiores a 10, que estão relacionados com aterros com forte componente rochosa; esta situação é verificada quando inicialmente ocorrem valores altos do número de pancadas e com um decréscimo em profundidade; (3) os quantitativos superiores a 10 pancadas, neste tipo de ambiente geológico, estão normalmente associados a clinker e/ou depósitos piroclásticos basálticos.

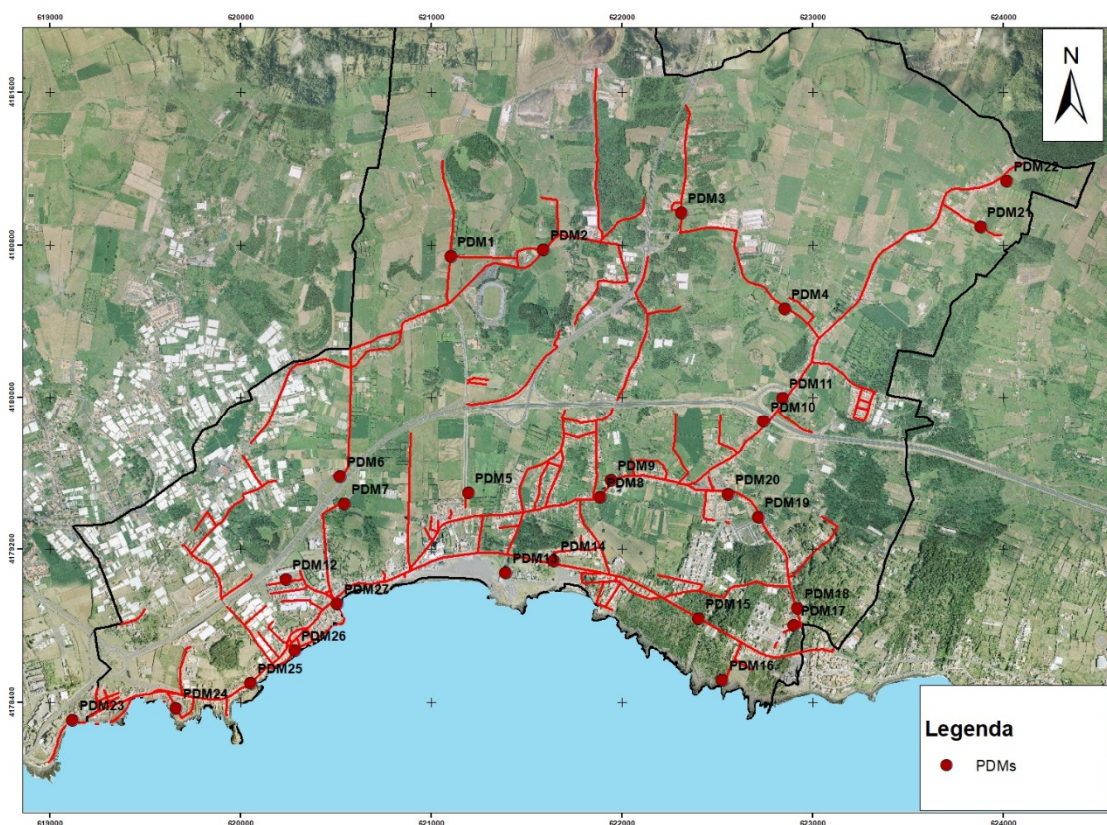


Figura 12 – Localização dos PDMs realizados.

3.3 Afloramentos rochosos superficiais

Na área de estudo são reconhecidos diversos locais com rocha aflorante à superfície topográfica, doravante designados de RA_1 a RA_21, tanto em taludes de escavação como, por exemplo, os encontrados na via rápida de ligação Ponta Delgada – Lagoa, e que cortam perpendicularmente vários arruamentos na área de estudo, como ao nível da superfície topográfica (Fig. 13).

Nestes arruamentos, o substrato a escavar será maioritariamente constituído por rocha basáltica, podendo estar intercalada ou não com clinker.



Figura 13 – Exemplos de afloramentos rochosos expressos à superfície topográfica.

Apresenta-se no quadro 16 a localização planimétrica da presença de rocha aflorante reconhecida na área de estudo.

Quadro 16 - Localização planimétrica aproximada no sistema de referência PTR08-UTM/ITRF93 da rocha aflorante.

Designação	M	P
RA_1	619667	4178484
RA_2	619920	4179442
RA_3	620888	4179120
RA_4	621746	4179879
RA_5	622966	4180408
RA_6	621930	4179470
RA_7	622151	4178941
RA_8	622051	4178985
RA_9	622560	4178982
RA_10	622956	4179099
RA_11	622995	4179173
RA_12	622266	4179727
RA_13	621953	4179947
RA_14	619900	4178931
RA_15	621695	4179803
RA_16	619868	4178930
RA_17	621178	4180003
RA_18	620047	4178508
RA_19	623045	4178676
RA_20	622414	4178834
RA_21	620558	4180051

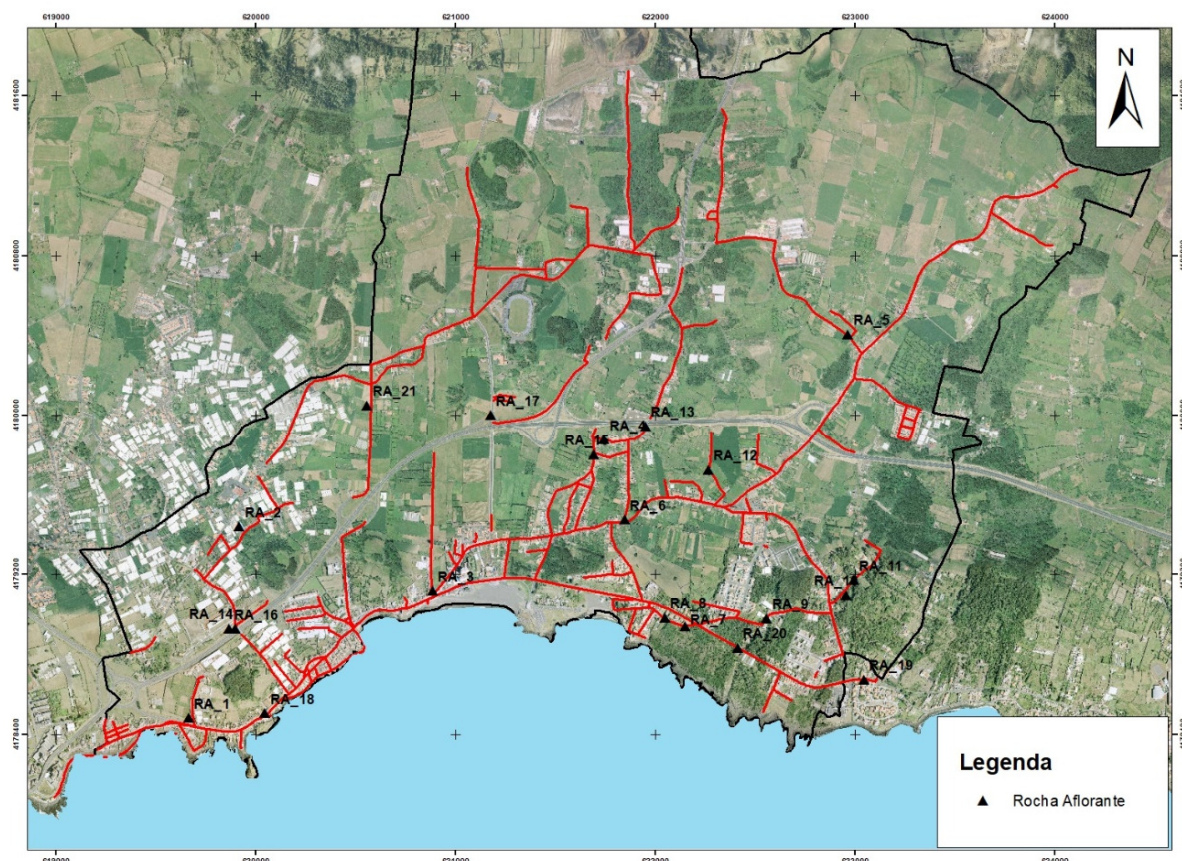


Figura 14 – Identificação de locais com presença de afloramentos rochosos visíveis à superfície topográfica.

3.4 Informação em acervo documental

De modo a complementar a informação obtida pelo reconhecimento geológico de superfície, pela abertura dos poços de observação e pelos ensaios com o PDM, para a área de estudo, foi efetuada uma recolha de informação no acervo documental existente no LREC, quer de sondagens geotécnicas, quer de poços de observação realizados no passado. No total, foram reconhecidas 15 sondagens à rotação e 2 poços de observação que foram executados em arruamentos ou na proximidade dos locais a intervir.

Apresenta-se no quadro 17 a localização e a referência da tipologia de prospeção existente no acervo documental do LREC. Na figura 15 ilustra-se a localização espacial destes locais.

Quadro 17 - Localização planimétrica aproximada no sistema de referência PTR08-UTM/ITRF93 de trabalhos realizados pelo LREC.

Designação	M	P	Tipologia
A1	619921	4178921	Sondagem
A2	619385	4178806	Sondagem
A3	619509	4178906	Sondagem
A4	619675	4179202	Sondagem
A5	619815	4179406	Sondagem
A6	621889	4179100	Sondagem
A7	622857	4179067	Sondagem
A8	621196	4179955	Sondagem
A9	621627	4180219	Sondagem
A10	621958	4179941	Sondagem
A11	622045	4180526	Sondagem
A12	622780	4179907	Sondagem
A13	620883	4179833	Sondagem
A14	621180	4180365	Poço de observação
A15	621130	4180494	Poço de observação
A16	621116	4180733	Sondagem
A17	621107	4180640	Sondagem

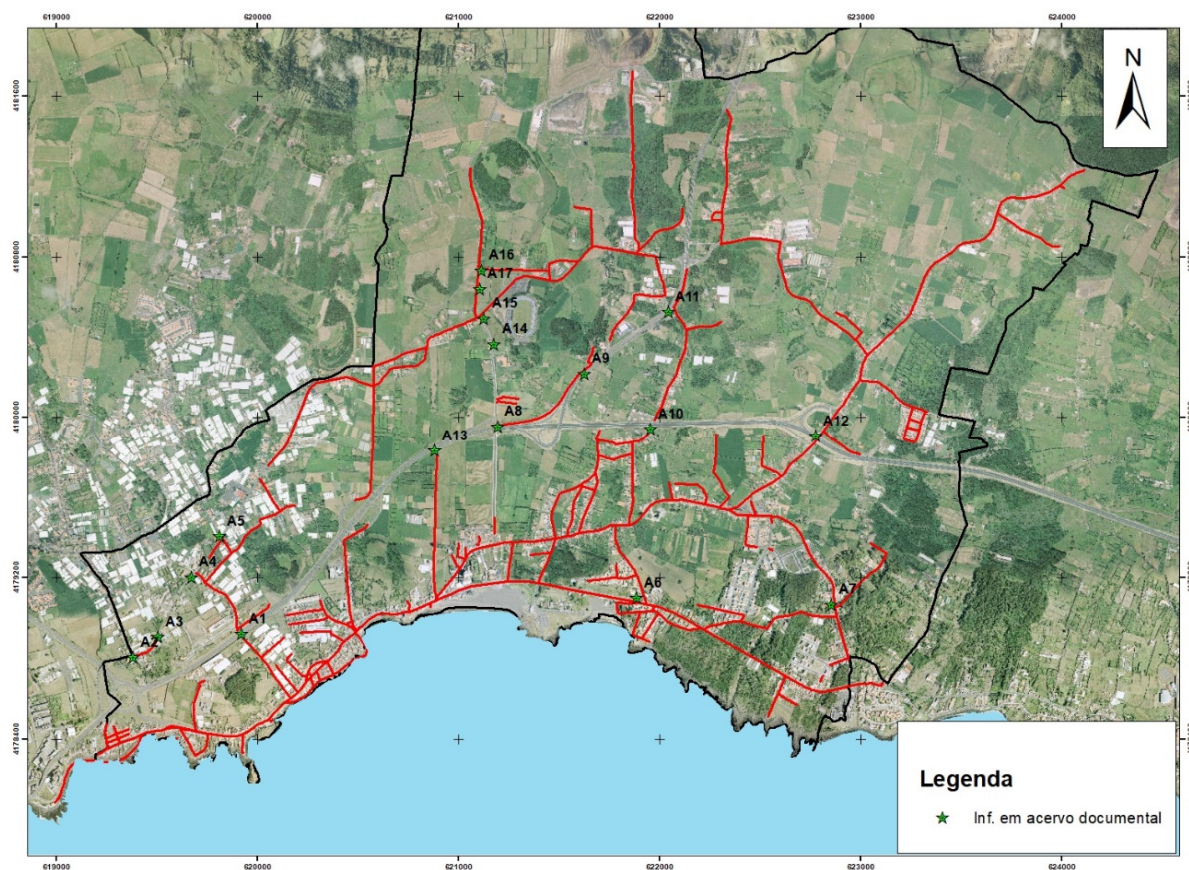


Figura 15 – Identificação da prospecção nos locais de interesse existente no acervo documental do LREC.

Nos quadros subsequentes apresenta-se, para cada local, uma descrição geológica sucinta.

Quadro 18 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A1.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A1		7,65	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,7	Aterro (AT).		
0,7	5,20	Clinker (CL) e Basalto (B)		
5,20	7,65	Basalto (B).		

Quadro 19 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A2.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A2		3,2	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	1,6	Aterro (AT).		
1,6	3,2	Clinker (CL)		

Quadro 20 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A3.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A3		3,2	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,6	Aterro (AT).		
0,6	1,8	Clinker (CL)		
1,8	3,2	Basalto (B)		

Quadro 21 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A4.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A4		3,0	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,6	Aterro (AT).		
0,6	2,8	Clinker (CL)		
2,8	3,0	Basalto (B)		

Quadro 22 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A5.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A5		3,2	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	1,6	Aterro (AT).		
1,6	3,2	Clinker (CL)		

Quadro 23 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A6.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A6		4,0	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	1,5	Aterro (AT).		
1,5	2,3	Depósito piroclástico pomítico (DPP)		
2,3	4,0	Clinker (CL).		

Quadro 24 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A7.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A7		8,0	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	1,7	Depósito piroclástico pomítico (DPP)		
1,7	3,8	Clinker (CL)		
3,8	8,0	Basalto (B).		

Quadro 25 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A8.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A8		10,0	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	1,0	Depósito piroclástico pomítico (DPP)		
1,0	3,0	Clinker (CL).		
3,0	3,65	Basalto (B)		
3,65	6,5	Depósito piroclástico pomítico (DPP)		
6,5	7,25	Clinker (CL).		
7,25	8,38	Basalto (B)		
8,35	10,0	Clinker (CL).		

Quadro 26 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A9.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A9		9,0	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	1,5	Depósito piroclástico pomítico (DPP)		
1,5	6,8	Clinker (CL).		
6,8	9,0	Basalto (B)		

Quadro 27 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A10.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A10		7,5	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	1,8	Clinker (CL)		
1,8	6,3	Clinker (CL) / Basalto (B).		
6,3	7,5	Clinker (CL)		

Quadro 28 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A11.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A11		8,0	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	4,0	Clinker (CL)		
4,0	6,0	Basalto (B).		
6,0	8,0	Clinker (CL)		

Quadro 29 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A12.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A12		10,6	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	5,3	Clinker (CL)		
5,3	8,0	Basalto (B).		
8,0	10,6	Clinker (CL)		

Quadro 30 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A13.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A13		4,04	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	4,04	Piroclastos basálticos (DPB)		

Quadro 31 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A14.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A14		3,5	Não	Poço de observação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	3,5	Depósito piroclástico pomítico (DPP)		
> 3,5		Basalto (B).		

Quadro 32 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A15.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A15		3,1	Não	Poço de observação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	1,0	Depósito piroclástico pomítico (DPP)		
1,0	3,1	Depósito piroclástico basáltico (DPB)		

Quadro 33 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A16.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A16		5,0	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,5	Aterro (AT)		
0,5	3,3	Clinker (CL)		
3,3	5,0	Basalto (B)		

Quadro 34 - Resumo da litoestratigrafia obtida no A17.

Designação		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Tipologia
A16		4,0	Não	Sondagem à rotação
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
dos	aos			
0,0	0,6	Aterro (AT)		
0,6	4,0	Clinker (CL)		

A informação obtida no acervo documental do LREC, permite verificar a existência de diferentes litologias, que se reconhecem visualmente na área de estudo, entre elas: aterros, depósitos piroclásticos basálticos, depósitos piroclásticos pomíticos, clinker e basalto.

Os aterros encontram-se desde a superfície topográfica até ao máximo de 1,6 m. Os depósitos pomíticos são igualmente de pouca espessura, desde a superfície topográfica até um máximo de 3,5 m. Os depósitos piroclásticos basálticos, quando presentes, situam-se na proximidade dos cones de escória da área em estudo. Por fim, o clinker e o basalto normalmente encontram-se subjacentes aos demais materiais, e muitas vezes ocorrem próximo da superfície topográfica. Do total da amostragem do acervo documental, em 64% dos casos, o clinker/rocha surge com profundidades inferiores a 2,0 m.

4 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA

Com base em toda a informação descrita no § 3 para a área de interesse ao projeto de execução de infraestruturas de saneamento básico nas freguesias de São Roque e Livramento, é possível identificar 4 unidades geológicas e geotécnicas distintas:

C1 – Aterros (AT)

C2 – Depósitos piroclásticos de natureza pomítica (DPP)

C3 – Depósitos piroclásticos de natureza basáltica (DPB)

C4 –Clinker e rocha basáltica:

C4a – Clinker (CL)

C4b – Rocha basáltica (B)

4.1 Unidade geológica C1 – Aterros

Trata-se de materiais que foram remexidos e/ou colocados pela ação humana. Esta unidade é composta, na globalidade, por areias de natureza pomítica e/ou basáltica, misturadas com cascalhos e blocos rochosos. Por vezes apresentam-se com lixo. A matriz fina não denota plasticidade e exhibe tons castanhos escuros a cinza. A espessura é muito variável, entre os 0,3 m e os 2,4 m. Apresenta-se muito solto a solto em termos de compactidade e é ripável com a utilização de meios de escavação convencionais. Poderão ser utilizados na execução de aterros, desde que não contenham lixos.

4.2 Unidade geológica C2 - Depósitos piroclásticos pomíticos

Trata-se de areias a areias siltosas, castanhas de natureza pomítica. No geral não são plásticas. Esta unidade, apesar de não ter sido reconhecida nos poços de observação efetuados neste trabalho, é reconhecida em sondagens realizadas pelo LREC e que constam no ponto 3.4. Normalmente encontram-se superficialmente,

com profundidades que vão desde os 1,0 m até aos 3,5 m. São materiais normalmente muito soltos a soltos e são ripáveis com equipamentos de escavação com balde. Os produtos de escavação na sua globalidade poderão servir de aterros para estruturas de pouca responsabilidade.

4.3 Unidade geológica C3 - Depósitos piroclásticos basálticos

Trata-se de cascalhos e areias avermelhadas de natureza basáltica e não exibem plasticidade. Esta unidade, apesar de não ter sido reconhecida nos poços de observação efetuados neste trabalho, está presente nas imediações dos cones de escória da área em estudo (*e.g.*, cone de escórias contíguo à rua João Leite). Em termos de compactidade, são materiais soltos a medianamente compactos, sendo escaváveis com os meios convencionais correntes. São excelentes materiais de aterro, desde que devidamente compactados.

4.4 Unidade geológica C4 – Clinker e basalto

A unidade geológica C4 corresponde ao material predominante na zona de estudo.

Trata-se de escoadas lávicas de natureza basáltica (*s.l.*), do tipo *aa*, com clinker. Tal como foi referido anteriormente, as escoadas lávicas durante o seu processo de instalação, dão origem a fragmentos irregulares e espinhosos, constituídos por lava consolidada, designados de clinker. A génese do clinker está relacionada com a fracturação da crosta superficial, viscosa, face à movimentação da lava subjacente. Neste sentido, a estrutura externa de um maciço lávico de natureza basáltica, corresponde normalmente a um nível inferior de clinker, uma zona central de lava maciça e um nível de clinker sobrejacente, geralmente mais espesso que o basal.

Neste sentido, embora estes dois materiais estejam associados na sua génese, apresentam características geotécnicas e hidrológicas distintas, facto que motiva a divisão desta unidade em 2 subunidades: C4a e C4b.

A C4a corresponde a clinker. De um modo geral, na área de estudo, o clinker é constituído por cascalhos e blocos rochosos, por vezes misturados com areias de natureza basáltica. Apresenta características permeáveis face ao arranjo estrutural existente e encontra-se, no geral, mal graduado.

A subunidade geológica e geotécnica C4b corresponde a rocha basáltica (*s.l.*) (β), com sectores vacuolares e compactos, de cor cinza e com um estado de alteração sã.

Em termos estratigráficos, este material ocorre normalmente subjacente à C1 ou à C2. Em diversos locais, ocorre à superfície topográfica, tal como é o caso de grande parte da freguesia do Livramento, que é coberta por derrames lávicos recentes, em resultado da erupção histórica de 1652, com origem no Pico do Fogo.

Esta Unidade C4 foi identificada na maioria dos ensaios com o PDM e nos poços de observação. Nestes, esta unidade foi identificada entre os 0,3 m e os 2,4 m de profundidade. Na informação obtida pelo acervo documental, esta unidade também foi encontrada a profundidades entre os 0,5 m e os 3,5 m.

Os ensaios com o PDM permitiram verificar valores de nega entre os 0,9 m e os 3,9 m, com um valor médio na ordem dos 2,0 m.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atendendo à extensa aérea de cobertura que irá ser intervencionada, torna-se impossível cobrir com este estudo todos os arruamentos existentes. Neste sentido, por forma a ter-se uma representatividade dos principais materiais geológicos que servirão de terreno de fundação e de escavação para as futuras infraestruturas, o presente estudo foi suportado pela abertura de poços de observação (10), ensaios com um Penetrómetro Dinâmico Médio (27) e reconhecimento de afloramentos rochosos superficiais (21). Complementarmente, foi efetuada uma recolha de informação sobre trabalhos de prospeção (sondagens à rotação e poços de observação) efetuados ao longo dos anos pelo LREC em locais próximos aos preconizados para a intervenção do projeto de infraestruturas de saneamento.

Com base em toda a informação coligida, os produtos vulcânicos na área de estudo incluem: aterros (C1), depósitos piroclásticos pomíticos (C2), depósitos piroclásticos basálticos (C3 clinker e rocha basáltica (C4: C4a e C4b).

Tratando-se de uma região vulcânica relativamente recente, o material predominante é o clinker e a rocha basáltica, que normalmente encontra-se a profundidades inferiores a 2,0 m. A rocha basáltica aflorante encontra-se em ambas as freguesias, embora com um maior predomínio na freguesia do Livramento, que se encontra abrangida por derrames lávicos históricos de 1652, com origem no pico do Fogo, e que se desenvolvem até ao mar.

De um modo geral, as escavações para a abertura das valas vão incidir, grosso modo, em aterros, que normalmente apresentam pouca espessura, entre os 0,3 m e os 2,4 m, clinker e em rocha basáltica. Serão estes os materiais que também servirão maioritariamente de terreno de fundação.

Perante as características granulométricas dos materiais das unidades C1, C2, e C3 considera-se que os mesmos poderão ser escavados, na generalidade, com o recurso a meios mecânicos correntes (*e.g.*, retroescavadoras, pás escavadoras, etc.) e manualmente.

De um modo geral, a C4a é normalmente ripável com a utilização de meios de escavação convencionais. No entanto, o aparecimento de blocos rochosos de acreção, de maiores dimensões, poderá levar à necessidade da utilização de outros meios como, por exemplo, a utilização de martelo de compressão hidráulico. A C4b não é ripável com os meios convencionais, necessitando que o desmonte seja conseguido por equipamentos mais potentes, e equipados com martelo pneumático.

Nas situações em que não se possa proceder desse modo, devido às vibrações causadas nas edificações, sugere-se que o desmonte seja realizado com recurso a um cimento expansivo.

Os trabalhos de colocação das infraestruturas em profundidade irão envolver escavações que poderão, em alguns casos, atingir cotas diferenciadas superiores a 1,50 m, dando origem, temporariamente, a pequenos taludes de escavação. Estes taludes podem ser solicitados por estímulos extremos, podendo causar roturas do terreno, com implicações para a obra e para a segurança de pessoas e bens, pelo que devem ser tomadas as medidas de contenção adequadas para que os trabalhos ocorram com segurança.

Durante a execução dos trabalhos de campo não foi detetado nenhum nível de água até às cotas referidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMO, R. (2013) – Estudo da neotectónica na ilha de S. Miguel. Uma contribuição para o estudo do risco sísmico no arquipélago dos Açores. Tese de doutoramento. Departamento de Geociências. Universidade dos Açores, pp 306.
- CIVISA (2009) - Base de dados do Centro de Informação e Vigilância Sismo vulcânica dos Acores. Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos da Universidade dos Acores.
- FERREIRA, T. (2000). Caracterização da actividade vulcânica subaérea da ilha de S. Miguel (Açores): vulcanismo basáltico recente e zonas de desgaseificação. Avaliação de riscos. Tese de doutoramento em Geologia, especialidade em Vulcanologia, Universidade dos Açores, 248 p.
- INMG e LNEC (1986) - Sismicidade instrumental do arquipélago dos Açores (Período 1980-1986). Estudos realizados para o Novo Hospital de Ponta Delgada, Relatório INMG/LNEC Nº2.
- ISRM (1981) - Basic geotechnical description of rock masses. Int. Journal of rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, vol. 18, pp. 85-110.
- NP EN 1998-1:2010 – Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios.
- NP EN 1998-5 (2010). Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos.
- NUNES, J.C. (1991) - Microssismos e neotectónica: contribuição para o seu estudo nos Açores. Tese APCC, Universidade dos Açores, 245 p.
- SILVEIRA, D. (2002) – Caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico. Tese de mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos. Universidade dos Açores.
- ZBYSZEWSKI, G (1961) - Étude Géologique de L'Ile de S. Miguel (Açores). *Com. Serv. Geol. Portugal*, 45, 5-79
- ZBYSZEWSKI, G., FERREIRA, O.V. & TORRE DE ASSUNÇÃO, C. (1959) - Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000. Notícia explicativa da folha A, S. Miguel (Açores). *Publ. Serv. Geol. de Portugal*, 22 p. Lisboa.

Ponta Delgada, Laboratório Regional de Engenharia Civil, outubro de 2022.

AUTORIA

Assinado por: **PAULO ALEXANDRE PIMENTEL
AMARAL**

Num. de Identificação: 11103718

Data: 2022.10.14 16:59:03+00'00'

Paulo Alexandre Pimentel Amaral

Doutorado em Geologia, Especialidade Vulcanologia

VISTOS

A Diretora do Serviço de
Geotecnia, Sustentabilidade e Prospeção

Assinado por: **ANA MARIA MOTA DE ALBERGARIA
PACHECO MALHEIRO**

Num. de Identificação: 05378021

Data: 2022.10.14 17:05:27+00'00'

Ana Maria Mota Albergaria P. Malheiro

Diretor do LREC

Assinado por: **Francisco de Sousa Fernandes**

Num. de Identificação: 10012122

Data: 2022.10.17 10:15:01+00'00'

Certificado por: **Governo Regional dos Açores.**

Atributos certificados: **Diretor do Laboratório
Regional de Engenharia Civil.**



CHAVE MÓVEL

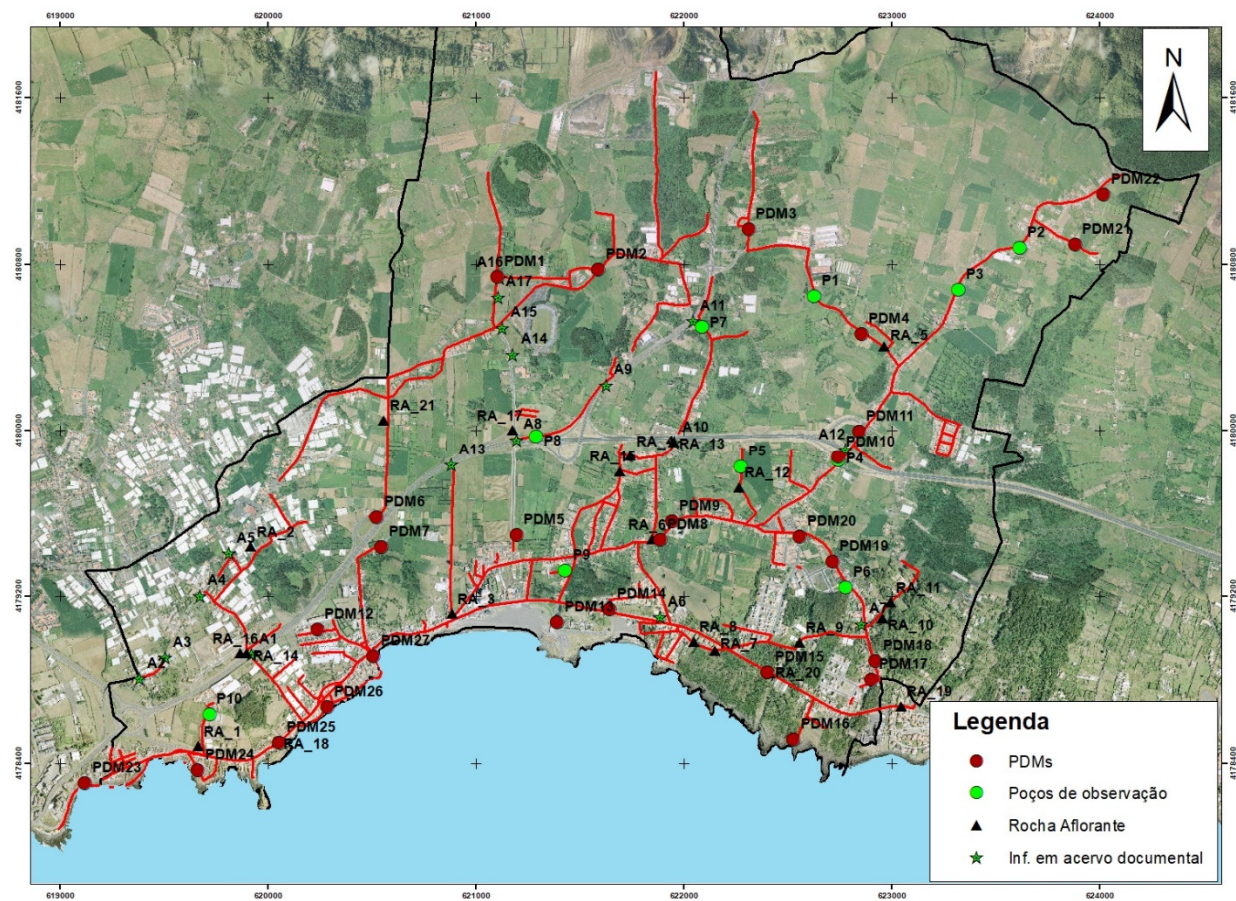


Francisco de Sousa Fernandes

ANEXOS

- **Localização espacial dos poços de observação, PDMs, afloramentos rochosos e informação em acervo documental**
- **Registo dos ensaios com o Penetrómetro Dinâmico Médio**

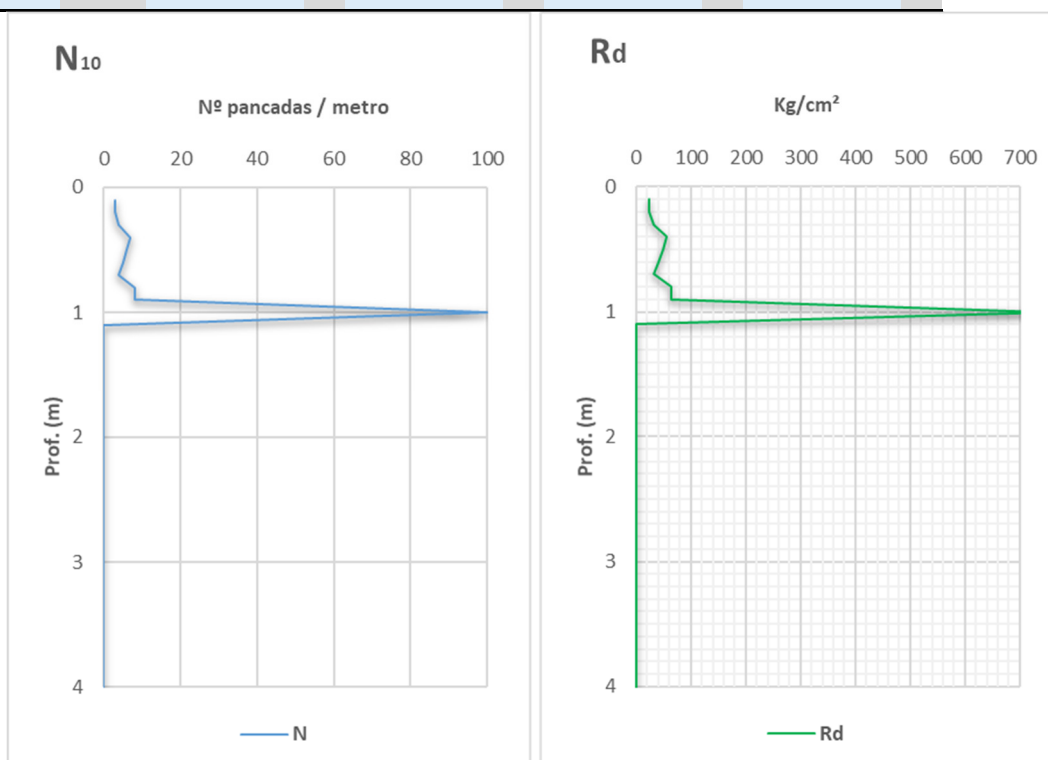
**Localização espacial dos poços de observação, PDMs, afloramentos
rochosos e informação em acervo documental**



Registo dos ensaios com o Penetrómetro Dinâmico Médio

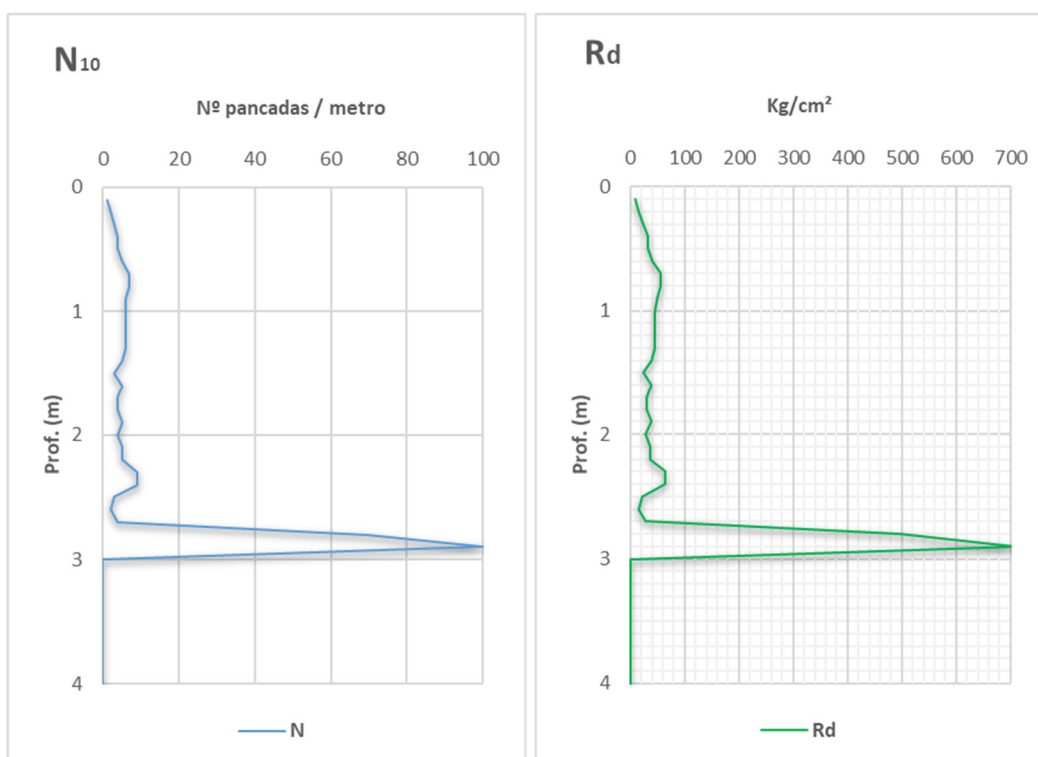
Registro do ensaio PDM1

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	3								
0,20	3								
0,30	4								
0,40	7								
0,50	6								
0,60	5								
0,70	4								
0,80	8								
0,90	8								
1,00	100								



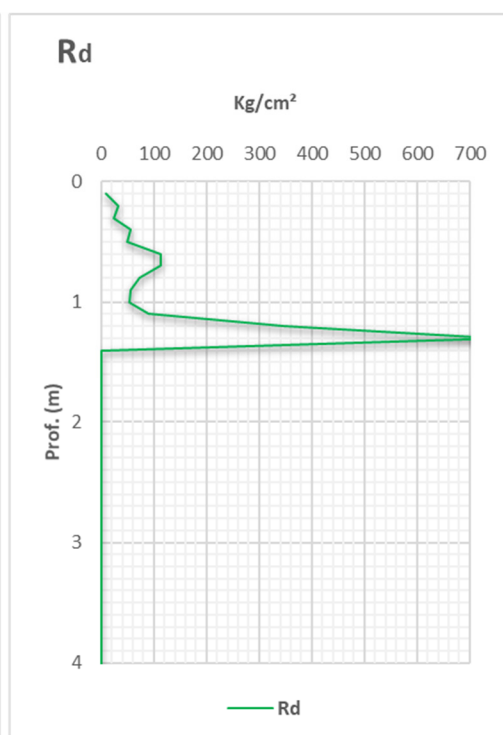
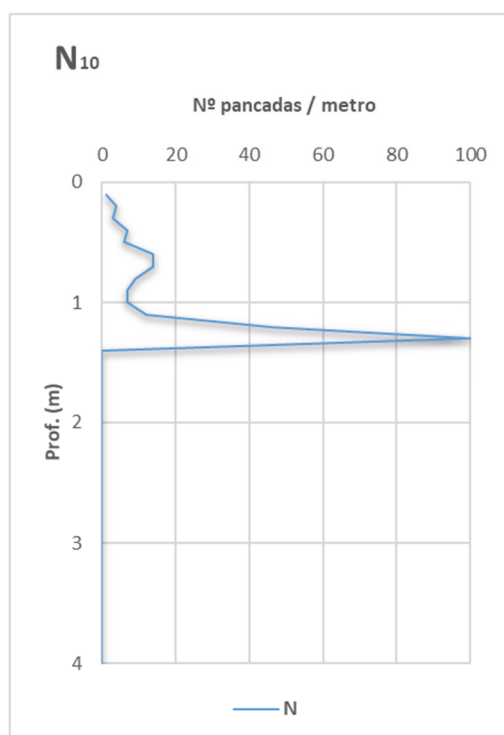
Registro do ensaio PDM2

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	1	2,10	5						
0,20	2	2,20	5						
0,30	3	2,30	9						
0,40	4	2,40	9						
0,50	4	2,50	3						
0,60	5	2,60	2						
0,70	7	2,70	4						
0,80	7	2,80	70						
0,90	6	2,90	100						
1,00	6	---							
1,10	6								
1,20	6								
1,30	6								
1,40	5								
1,50	3								
1,60	5								
1,70	4								
1,80	4								
1,90	5								
2,00	4								



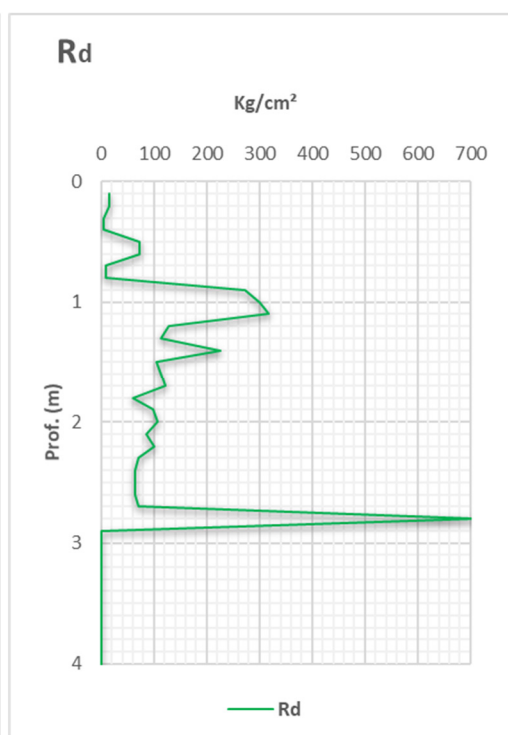
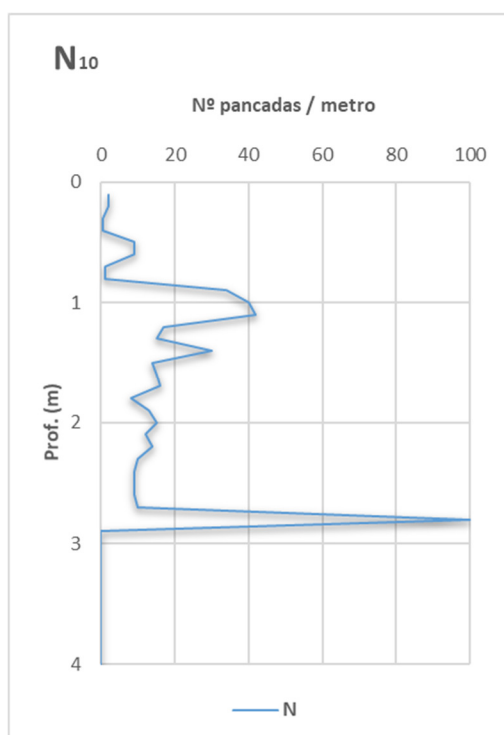
Registro do ensaio PDM3

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	1								
0,20	4								
0,30	3								
0,40	7								
0,50	6								
0,60	14								
0,70	14								
0,80	9								
0,90	7								
1,00	7								
1,10	12								
1,20	46								
1,30	100								



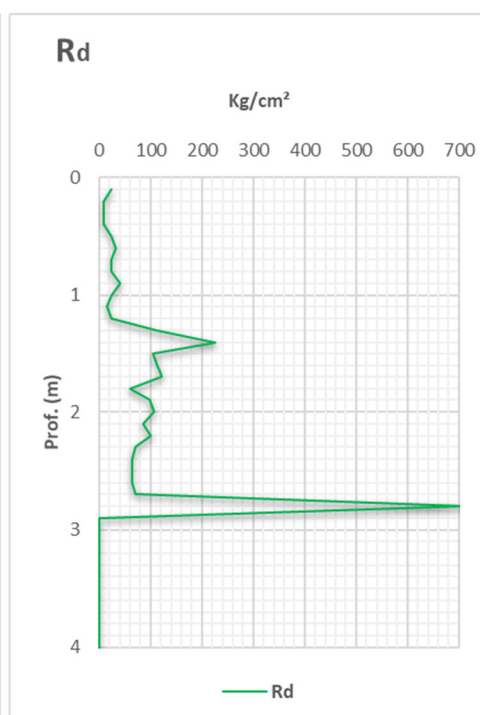
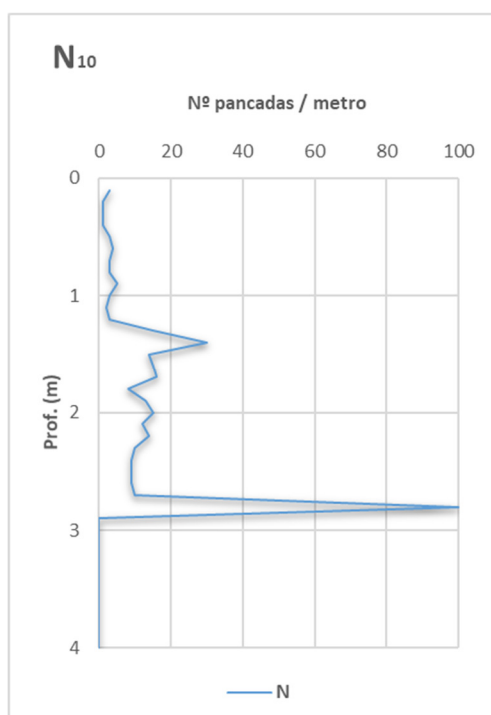
Registro do ensaio PDM4

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	2	2,10	12						
0,20	2	2,20	14						
0,30	0,5	2,30	10						
0,40	0,5	2,40	9						
0,50	9	2,50	9						
0,60	9	2,60	9						
0,70	1	2,70	10						
0,80	1	2,80	100						
0,90	34	---							
1,00	40								
1,10	42								
1,20	17								
1,30	15								
1,40	30								
1,50	14								
1,60	15								
1,70	16								
1,80	8								
1,90	13								
2,00	15								



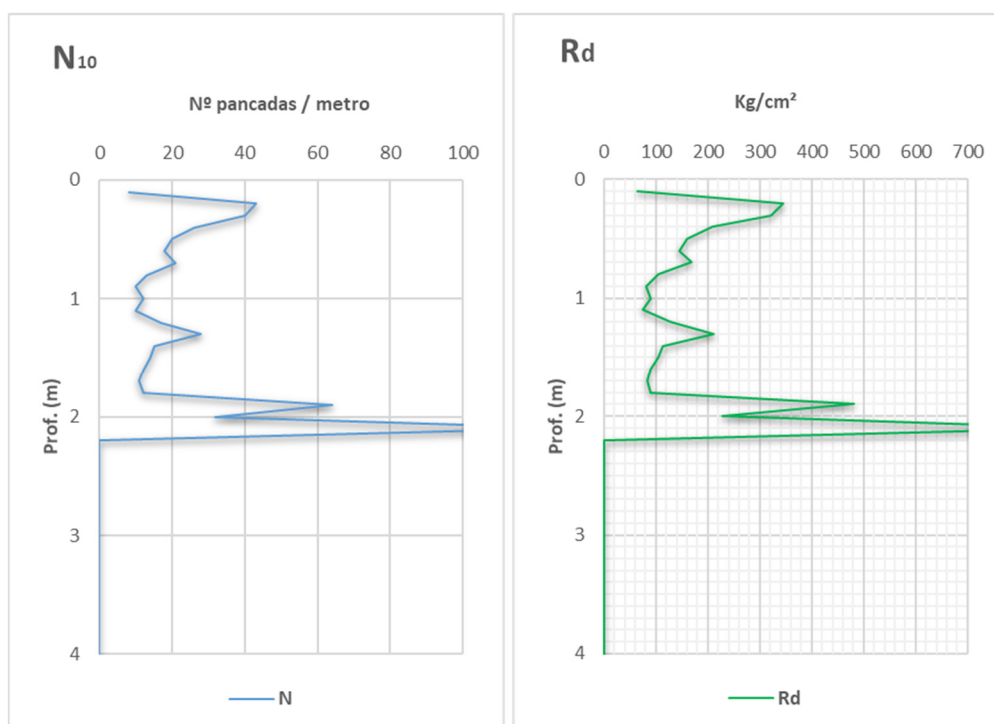
Registro do ensaio PDM5

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	3	2,10	12						
0,20	1	2,20	14						
0,30	1	2,30	10						
0,40	1	2,40	9						
0,50	3	2,50	9						
0,60	4	2,60	9						
0,70	3	2,70	10						
0,80	3	2,80	100						
0,90	5	---							
1,00	3								
1,10	2								
1,20	3								
1,30	15								
1,40	30								
1,50	14								
1,60	15								
1,70	16								
1,80	8								
1,90	13								
2,00	15								



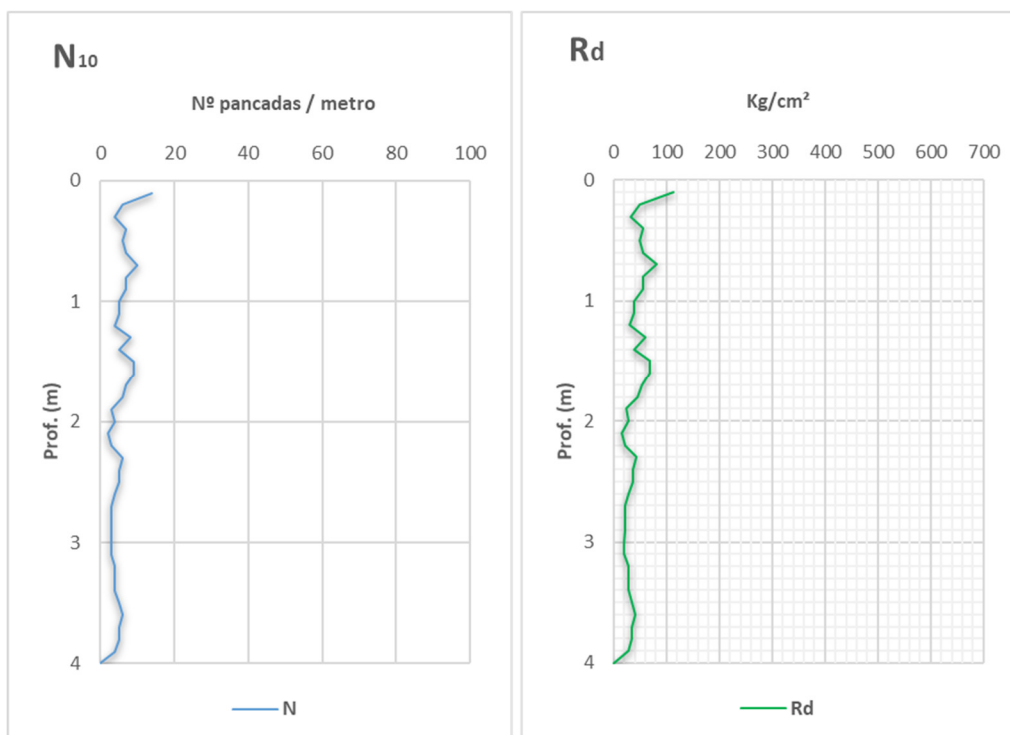
Registro do ensaio PDM6

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	8	2,10	130						
0,20	43	---							
0,30	40								
0,40	26								
0,50	20								
0,60	18								
0,70	21								
0,80	13								
0,90	10								
1,00	12								
1,10	10								
1,20	17								
1,30	28								
1,40	15								
1,50	14								
1,60	12								
1,70	11								
1,80	12								
1,90	64								
2,00	32								



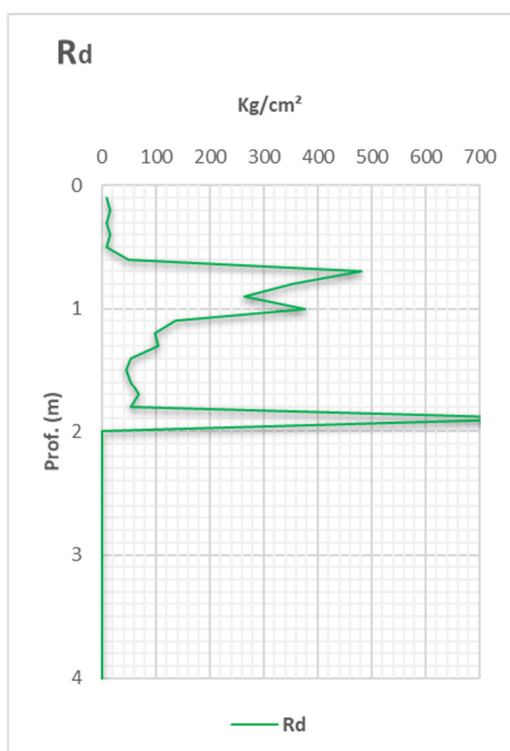
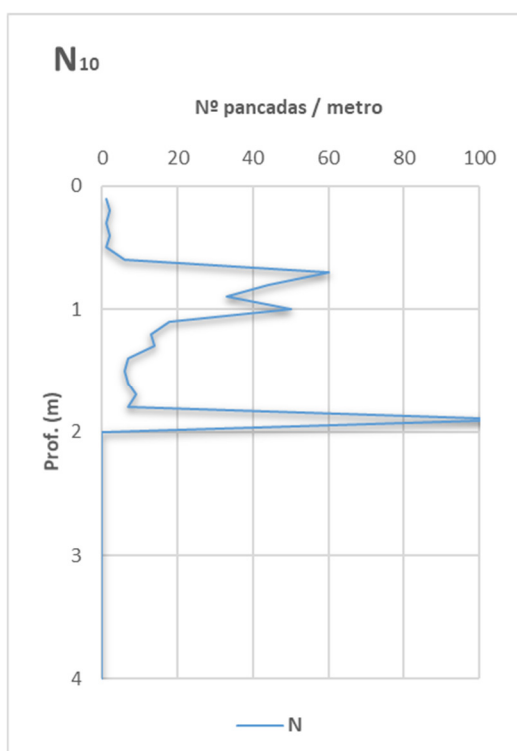
Registro do ensaio PDM7

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	14	2,10	2						
0,20	6	2,20	3						
0,30	4	2,30	6						
0,40	7	2,40	5						
0,50	6	2,50	5						
0,60	7	2,60	4						
0,70	10	2,70	3						
0,80	7	2,80	3						
0,90	7	2,90	3						
1,00	5	3,00	3						
1,10	5	3,10	3						
1,20	4	3,20	4						
1,30	8	3,30	4						
1,40	5	3,40	4						
1,50	9	3,50	5						
1,60	9	3,60	6						
1,70	7	3,70	5						
1,80	6	3,80	5						
1,90	3	3,90	4						
2,00	4	4,00							

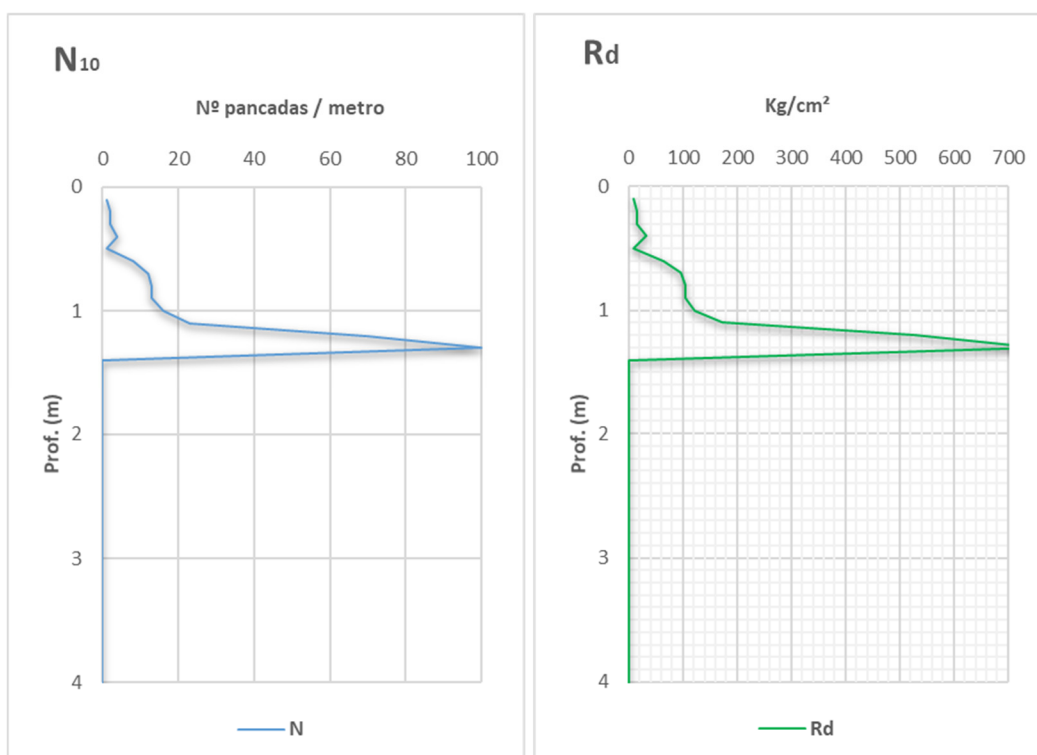


Registro do ensaio PDM8

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	1								
0,20	2								
0,30	1								
0,40	2								
0,50	1								
0,60	6								
0,70	60								
0,80	44								
0,90	33								
1,00	50								
1,10	18								
1,20	13								
1,30	14								
1,40	7								
1,50	6								
1,60	7								
1,70	9								
1,80	7								
1,90	110								

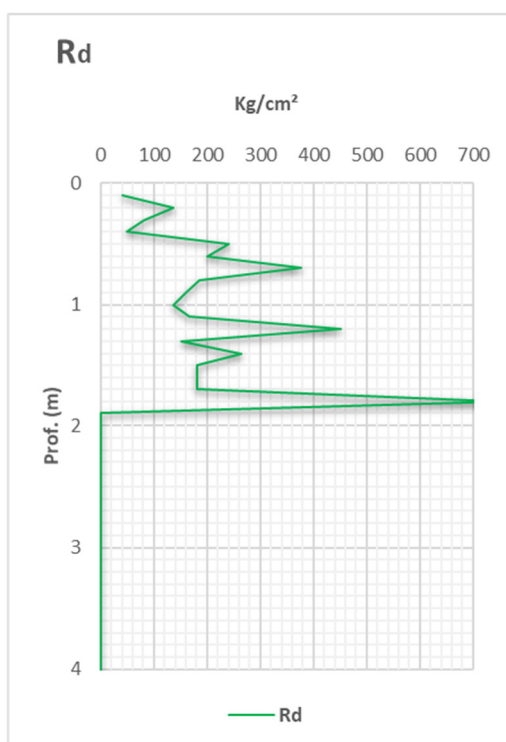
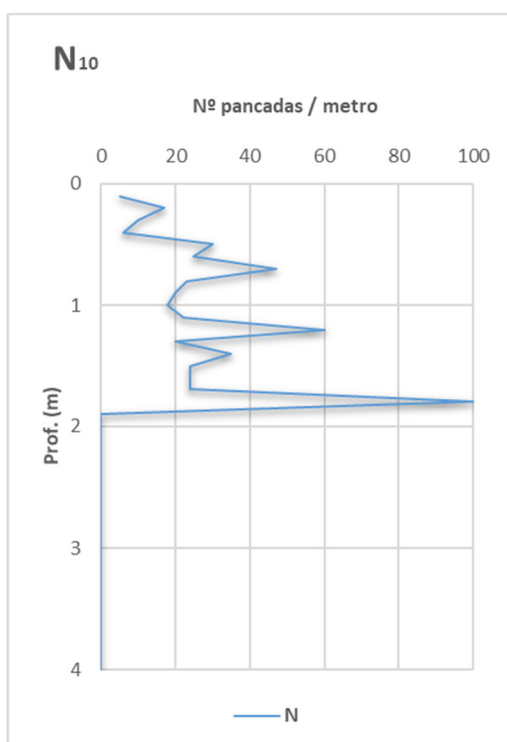


Registo do ensaio PDM9

[illegible]

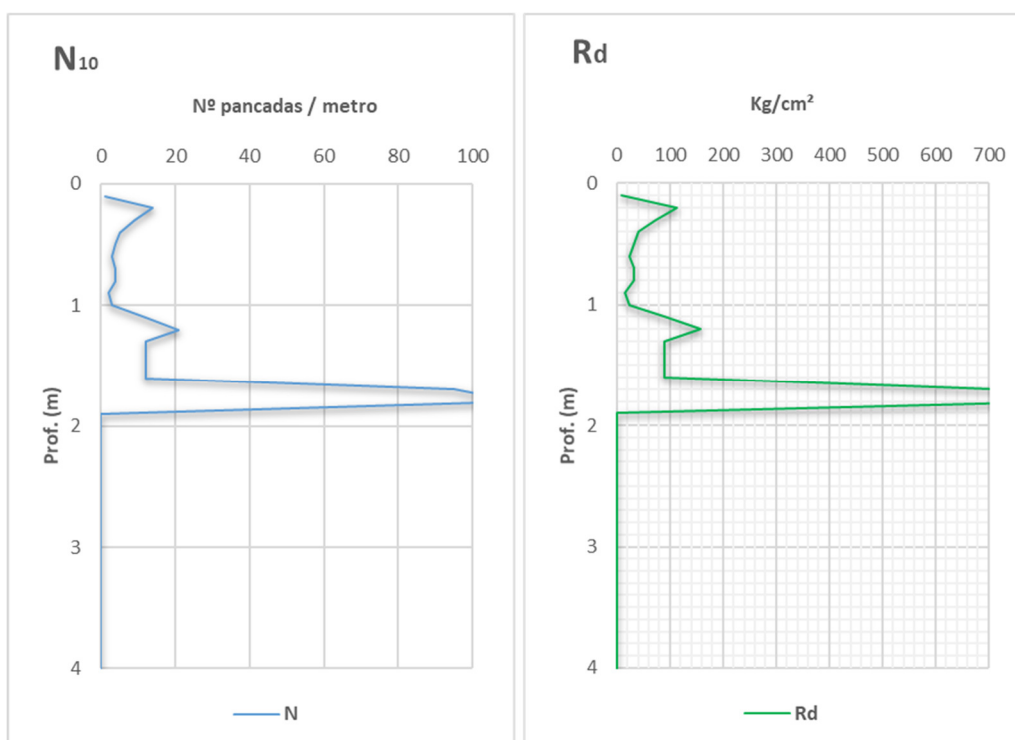
Registro do ensaio PDM10

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	5								
0,20	17								
0,30	10								
0,40	6								
0,50	30								
0,60	25								
0,70	47								
0,80	23								
0,90	20								
1,00	18								
1,10	22								
1,20	60								
1,30	20								
1,40	35								
1,50	24								
1,60	24								
1,70	24								
1,80	100								



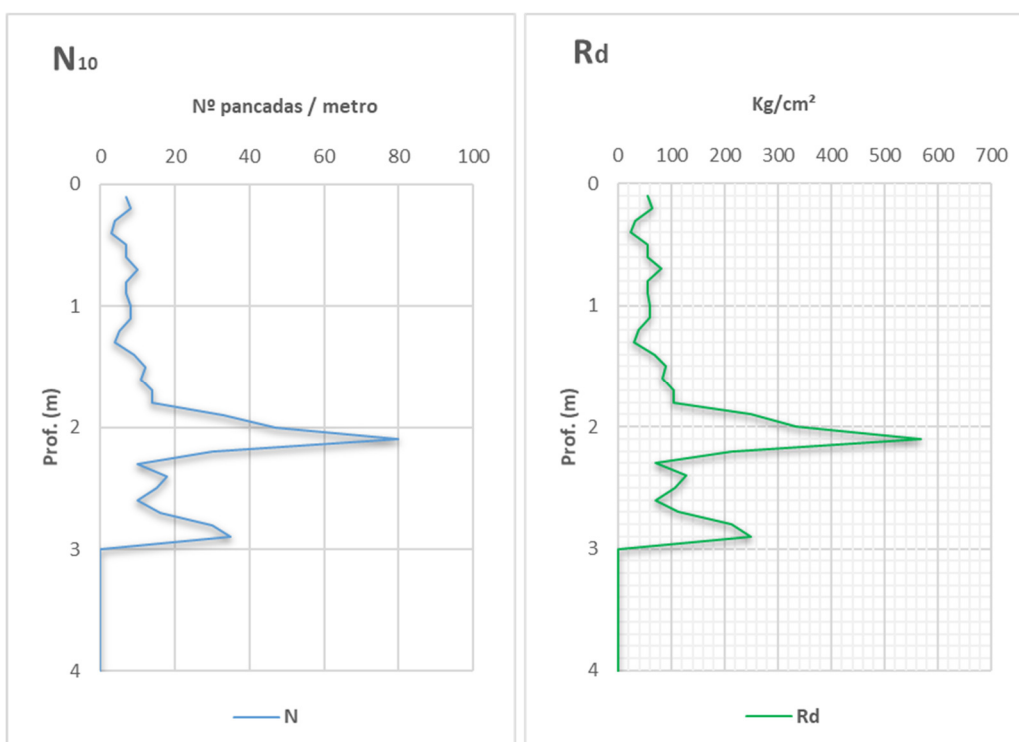
Registro do ensaio PDM11

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	1								
0,20	14								
0,30	9								
0,40	5								
0,50	4								
0,60	3								
0,70	4								
0,80	4								
0,90	2								
1,00	3								
1,10	12								
1,20	21								
1,30	12								
1,40	12								
1,50	12								
1,60	12								
1,70	95								
1,80	112								



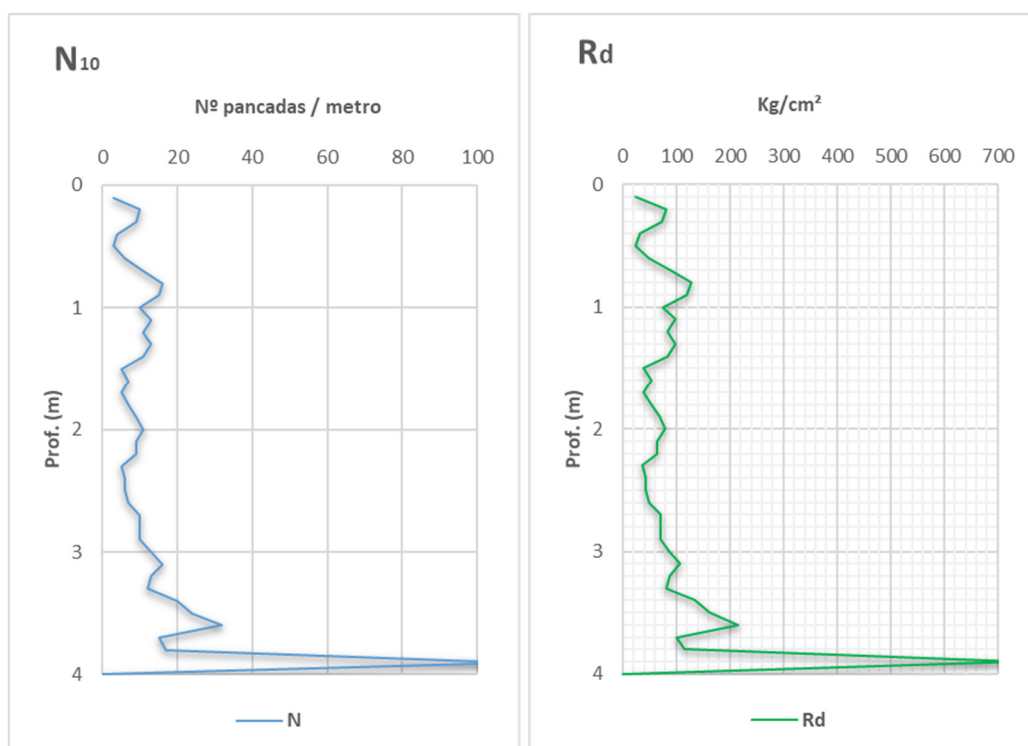
Registro do ensaio PDM12

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	7	2,10	80						
0,20	8	2,20	30						
0,30	4	2,30	10						
0,40	3	2,40	18						
0,50	7	2,50	15						
0,60	7	2,60	10						
0,70	10	2,70	16						
0,80	7	2,80	30						
0,90	7	2,90	35						
1,00	8	3,00							
1,10	8								
1,20	5								
1,30	4								
1,40	9								
1,50	12								
1,60	11								
1,70	14								
1,80	14								
1,90	33								
2,00	47								

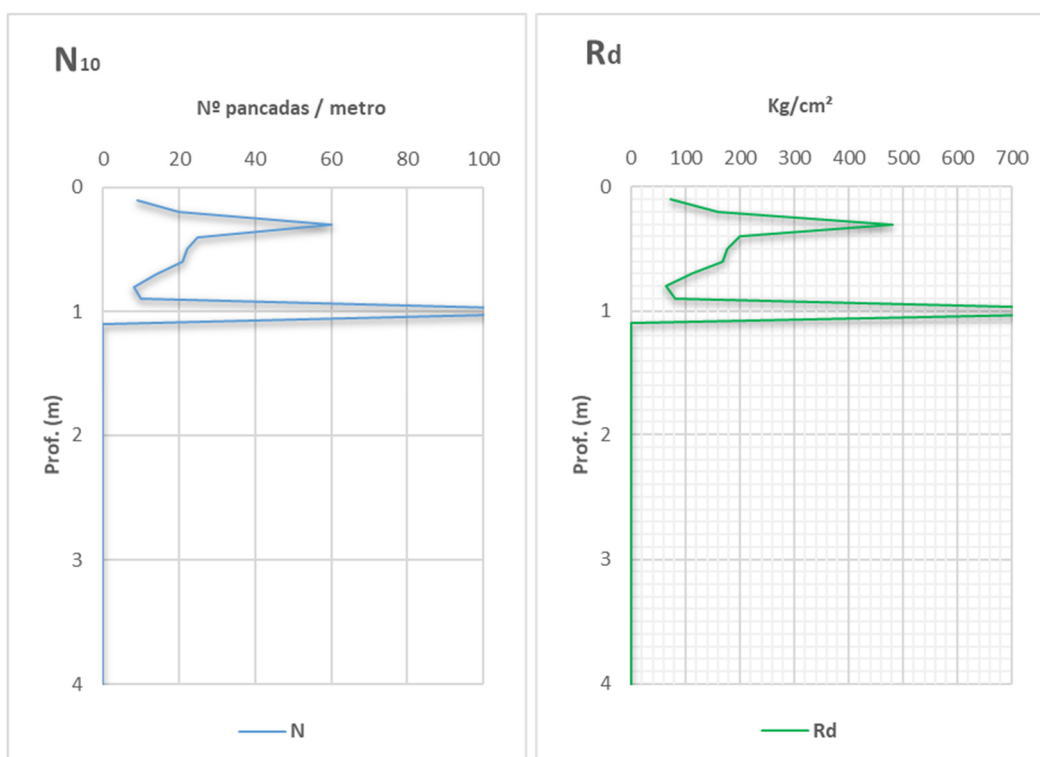


Registro do ensaio PDM13

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	3	2,10	9						
0,20	10	2,20	9						
0,30	9	2,30	5						
0,40	4	2,40	6						
0,50	3	2,50	6						
0,60	6	2,60	7						
0,70	11	2,70	10						
0,80	16	2,80	10						
0,90	15	2,90	10						
1,00	10	3,00	13						
1,10	13	3,10	16						
1,20	11	3,20	13						
1,30	13	3,30	12						
1,40	11	3,40	20						
1,50	5	3,50	24						
1,60	7	3,60	32						
1,70	5	3,70	15						
1,80	7	3,80	17						
1,90	9	3,90	110						
2,00	11	---							

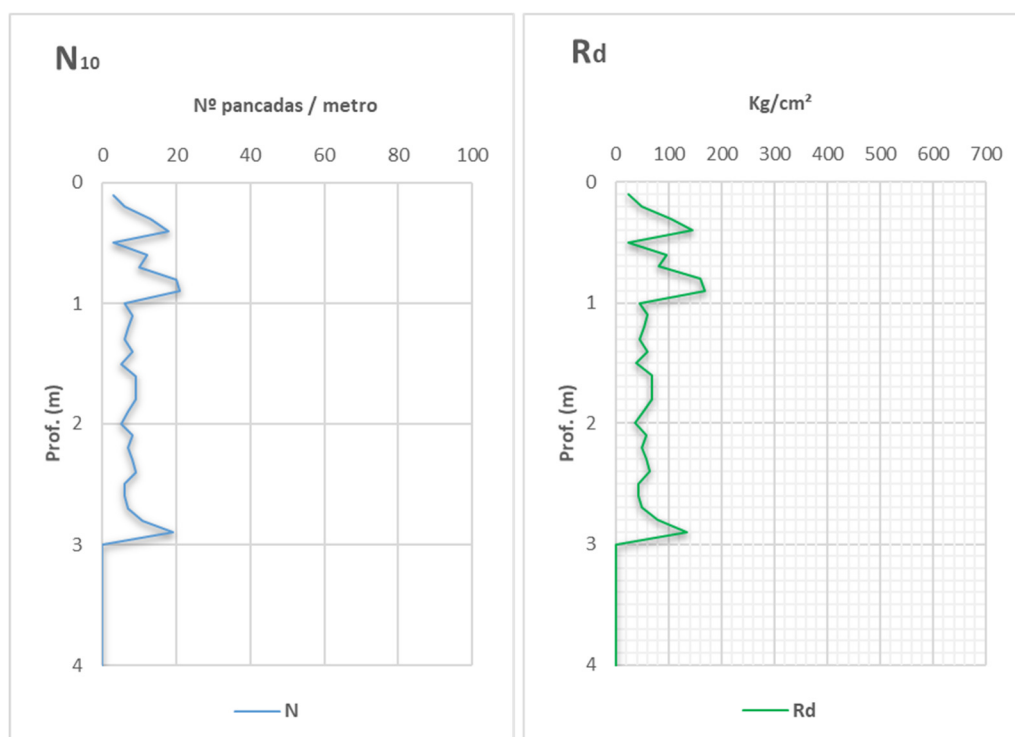


Registo do ensaio PDM14

[illegible]

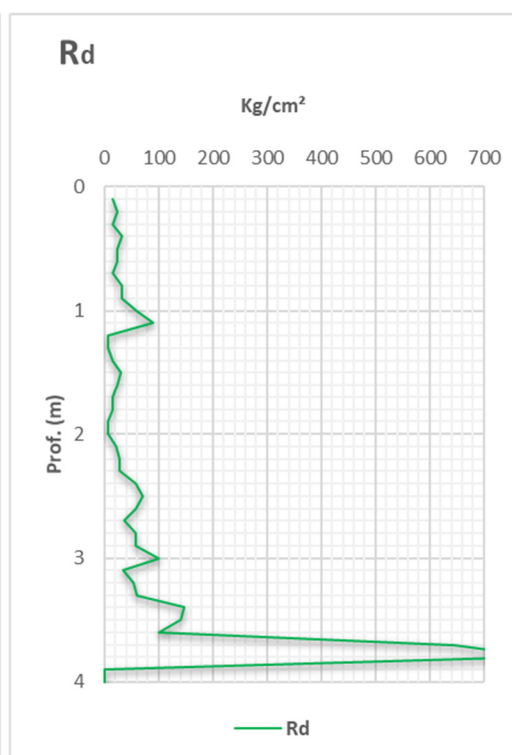
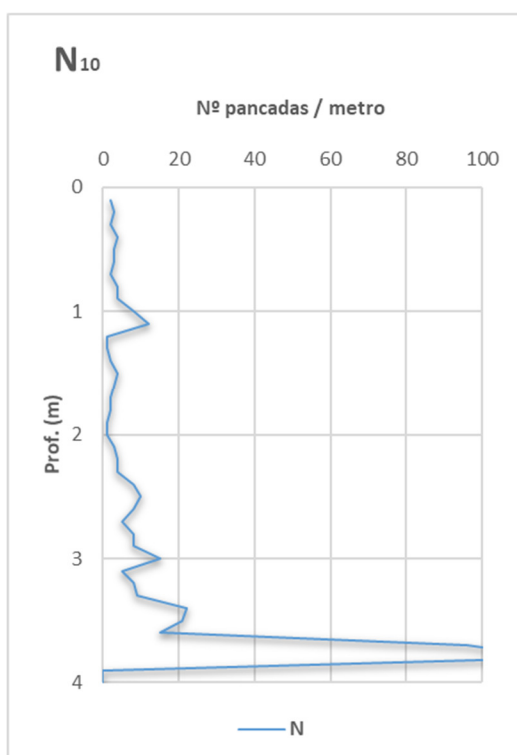
Registro do ensaio PDM15

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	3	2,10	8						
0,20	6	2,20	7						
0,30	13	2,30	8						
0,40	18	2,40	9						
0,50	3	2,50	6						
0,60	12	2,60	6						
0,70	10	2,70	7						
0,80	20	2,80	11						
0,90	21	2,90	19						
1,00	6	3,00							
1,10	8								
1,20	7								
1,30	6								
1,40	8								
1,50	5								
1,60	9								
1,70	9								
1,80	9								
1,90	7								
2,00	5								

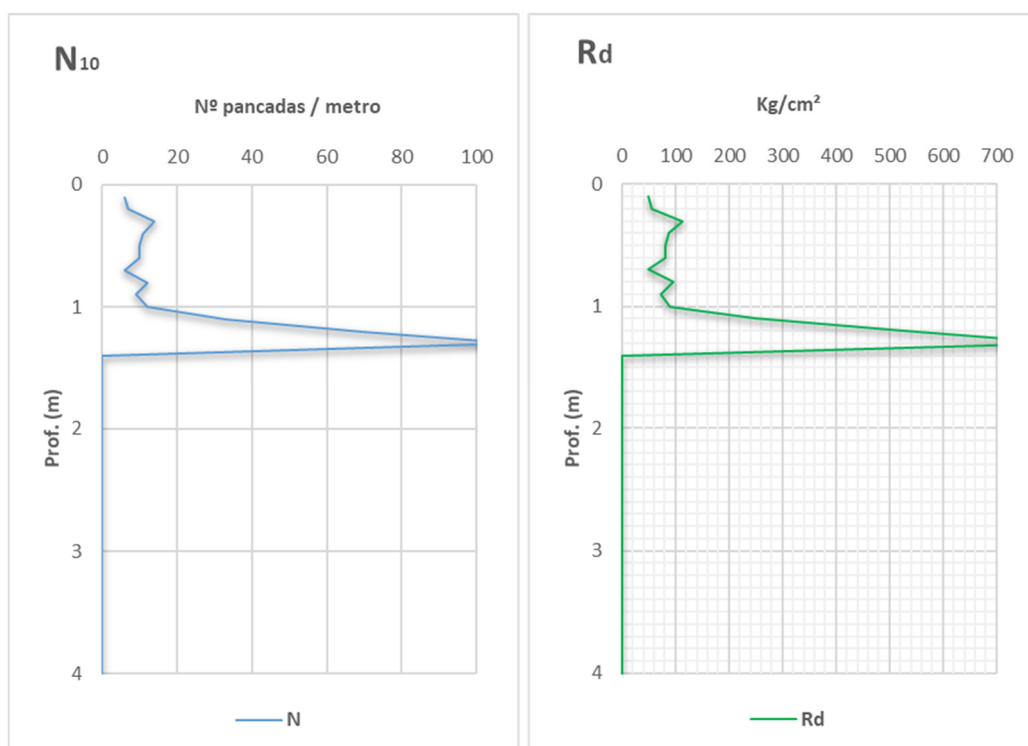


Registro do ensaio PDM16

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	2	2,10	3						
0,20	3	2,20	4						
0,30	2	2,30	4						
0,40	4	2,40	8						
0,50	3	2,50	10						
0,60	3	2,60	8						
0,70	2	2,70	5						
0,80	4	2,80	8						
0,90	4	2,90	8						
1,00	8	3,00	15						
1,10	12	3,10	5						
1,20	1	3,20	8						
1,30	1	3,30	9						
1,40	2	3,40	22						
1,50	4	3,50	21						
1,60	3	3,60	15						
1,70	2	3,70	96						
1,80	2	3,80	120						
1,90	1	---							
2,00	1								

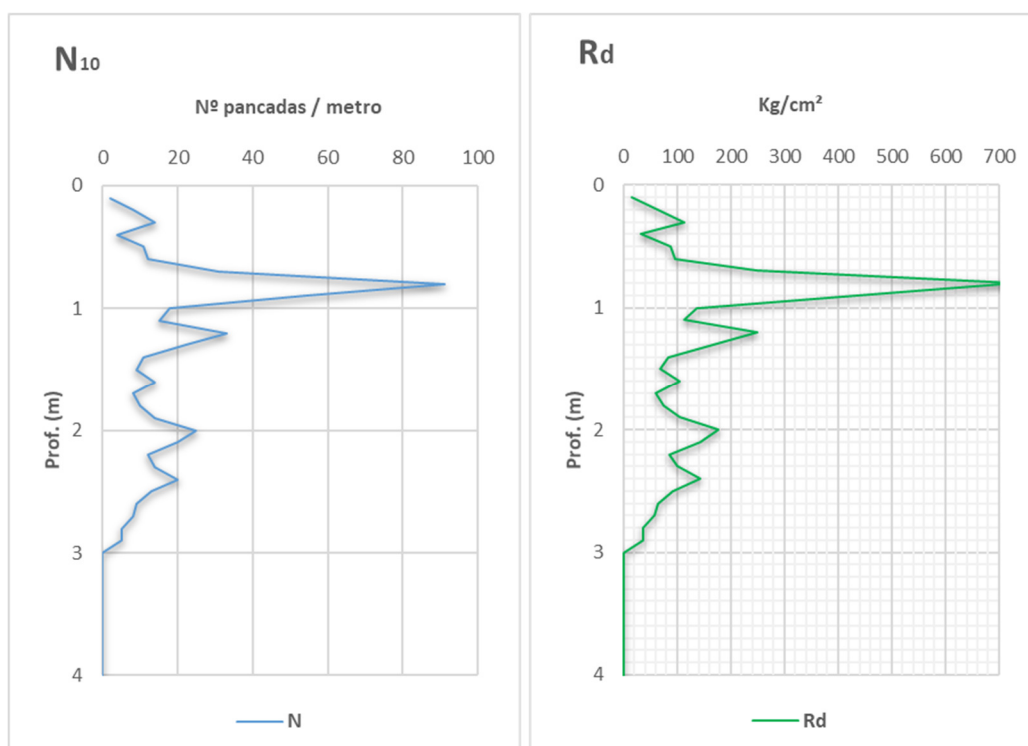


Registo do ensaio PDM17

[illegible]

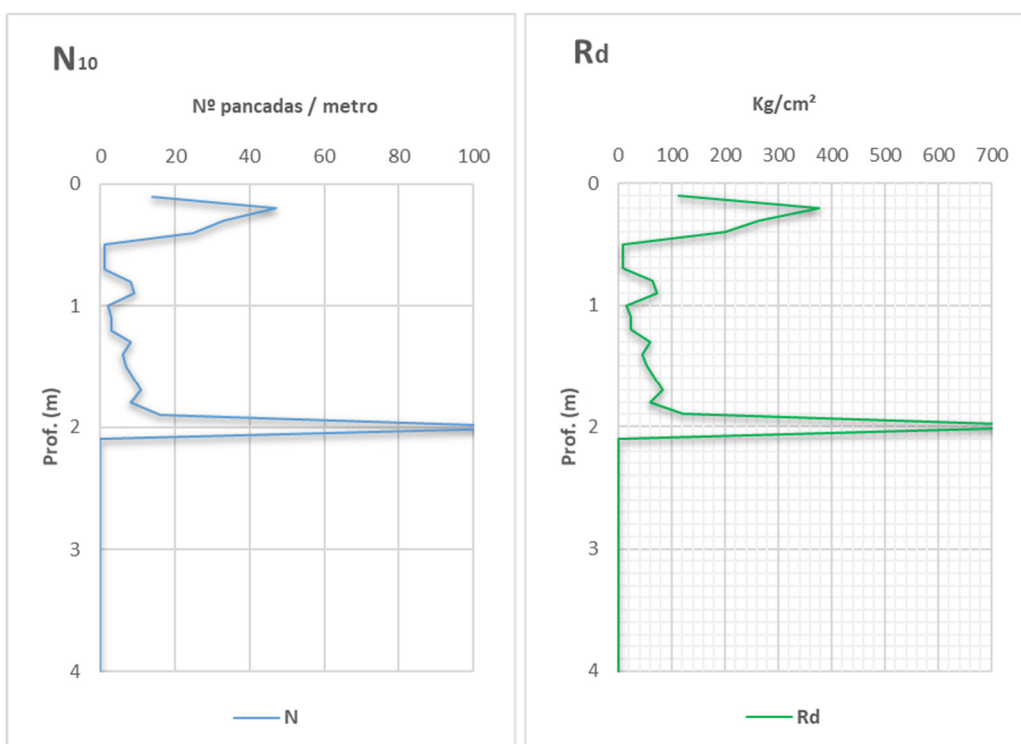
Registro do ensaio PDM18

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	2	2,10	20						
0,20	8	2,20	12						
0,30	14	2,30	14						
0,40	4	2,40	20						
0,50	11	2,50	13						
0,60	12	2,60	9						
0,70	31	2,70	8						
0,80	91	2,80	5						
0,90	54	2,90	5						
1,00	18	3,00							
1,10	15								
1,20	33								
1,30	22								
1,40	11								
1,50	9								
1,60	14								
1,70	8								
1,80	10								
1,90	14								
2,00	25								

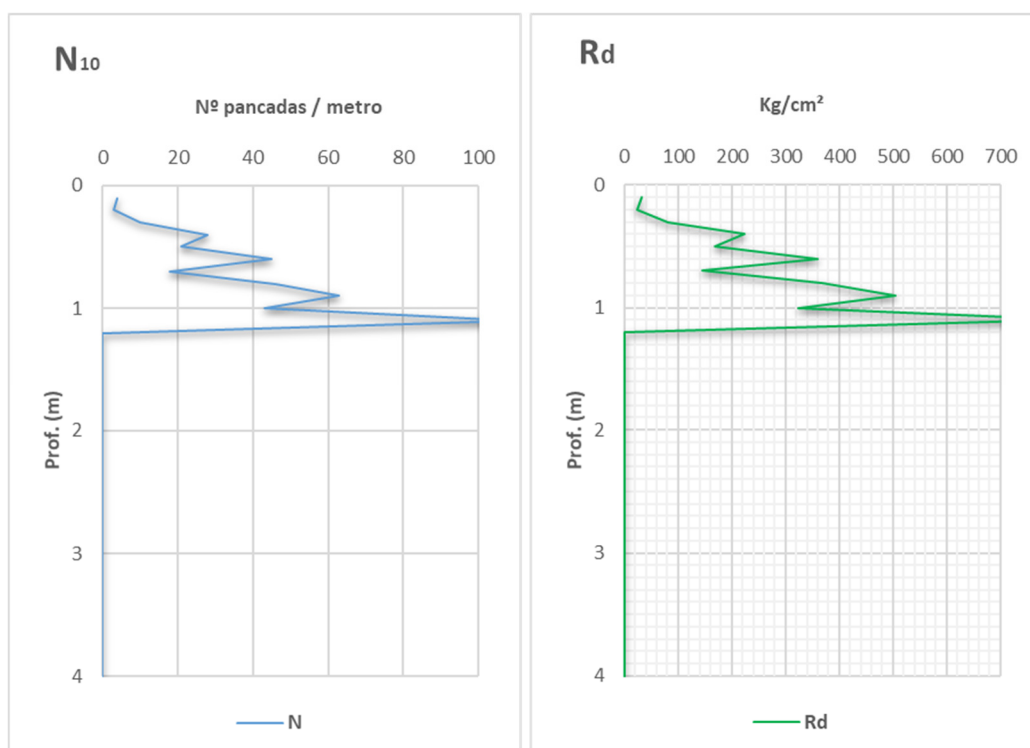


Registro do ensaio PDM19

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	14	---							
0,20	47								
0,30	33								
0,40	25								
0,50	1								
0,60	1								
0,70	1								
0,80	8								
0,90	9								
1,00	2								
1,10	3								
1,20	3								
1,30	8								
1,40	6								
1,50	7								
1,60	9								
1,70	11								
1,80	8								
1,90	16								
2,00	120								

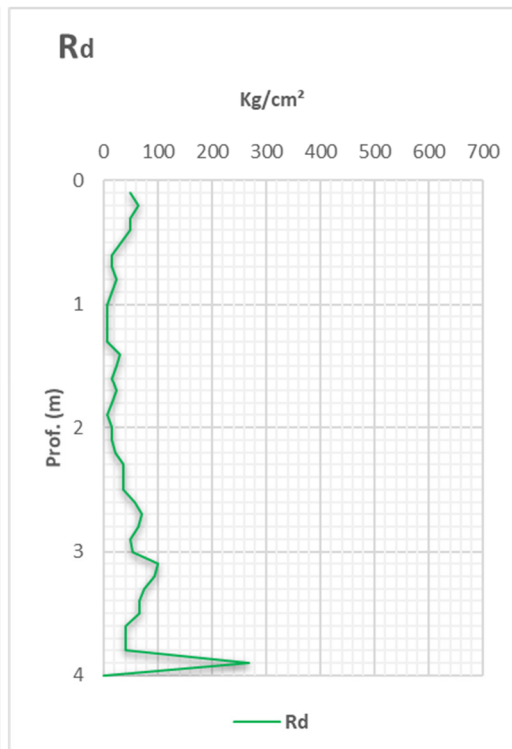
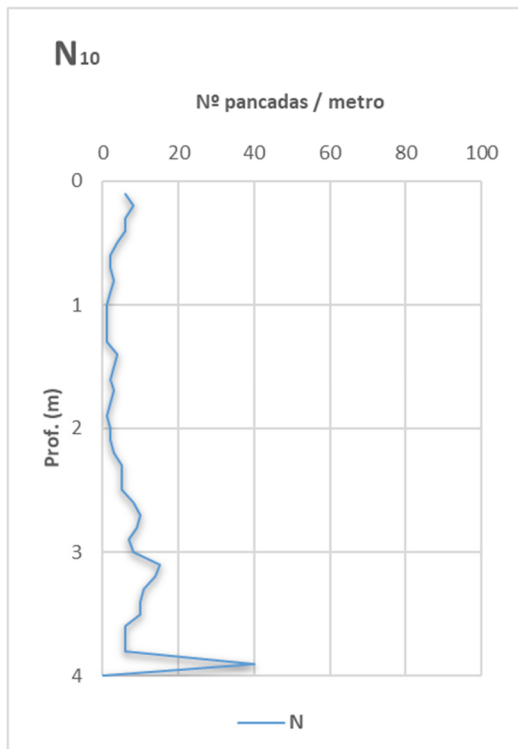


Registo do ensaio PDM20

[illegible]

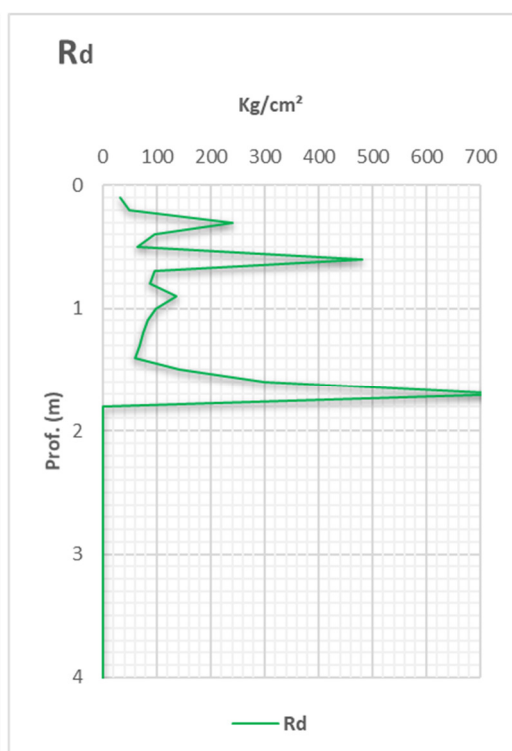
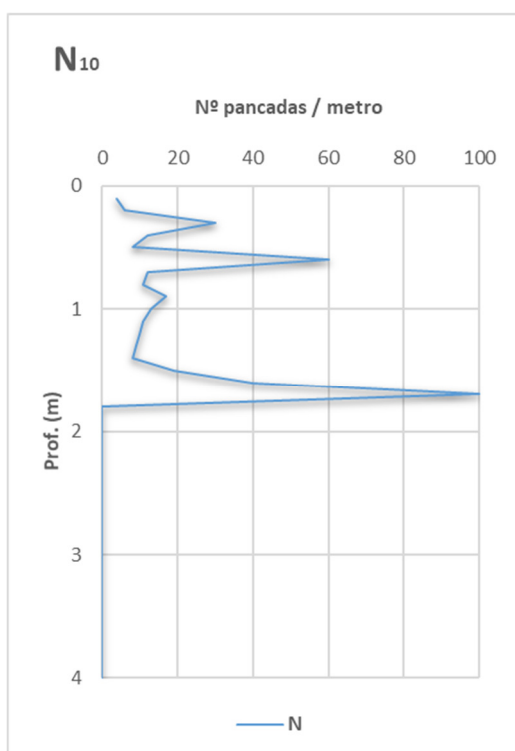
Registro do ensaio PDM21

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	6	2,10	2						
0,20	8	2,20	3						
0,30	6	2,30	5						
0,40	6	2,40	5						
0,50	4	2,50	5						
0,60	2	2,60	8						
0,70	2	2,70	10						
0,80	3	2,80	9						
0,90	2	2,90	7						
1,00	1	3,00	8						
1,10	1	3,10	15						
1,20	1	3,20	14						
1,30	1	3,30	11						
1,40	4	3,40	10						
1,50	3	3,50	10						
1,60	2	3,60	6						
1,70	3	3,70	6						
1,80	2	3,80	6						
1,90	1	3,90	40						
2,00	2	4,00							

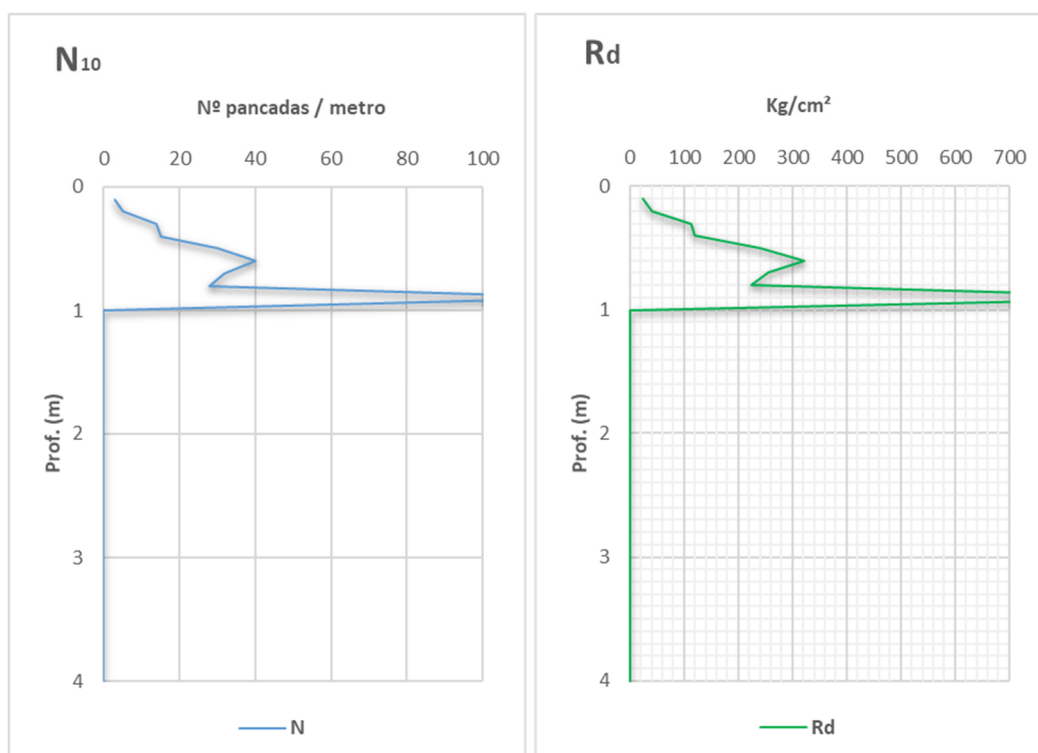


Registro do ensaio PDM22

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	4								
0,20	6								
0,30	30								
0,40	12								
0,50	8								
0,60	60								
0,70	12								
0,80	11								
0,90	17								
1,00	13								
1,10	11								
1,20	10								
1,30	9								
1,40	8								
1,50	19								
1,60	40								
1,70	100								

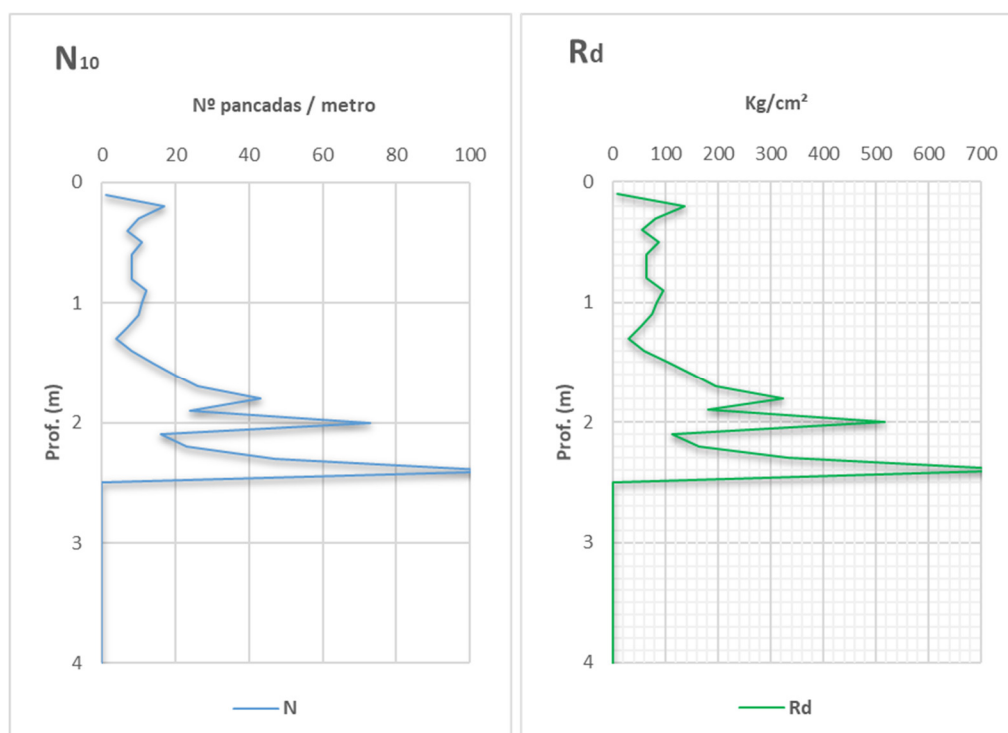


Registo do ensaio PDM23

[illegible]

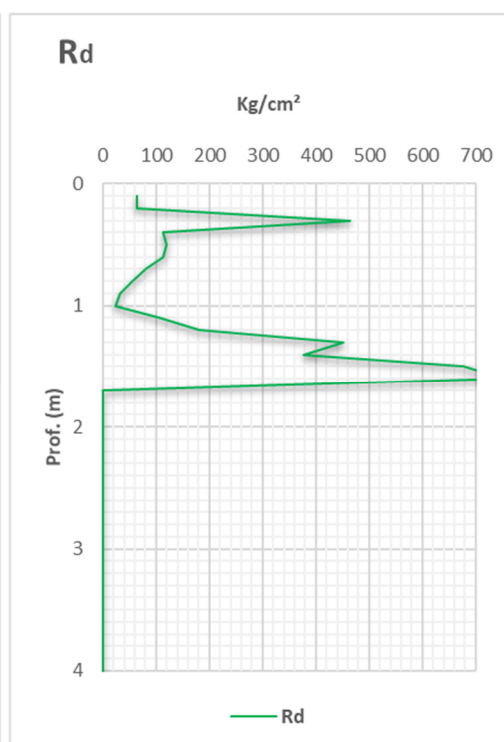
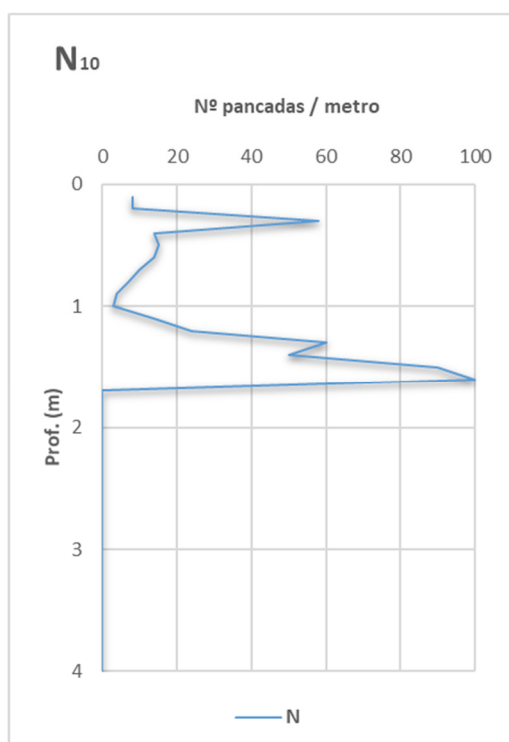
Registro do ensaio PDM24

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	1	2,10	16						
0,20	17	2,20	23						
0,30	10	2,30	47						
0,40	7	2,40	110						
0,50	11	---							
0,60	8								
0,70	8								
0,80	8								
0,90	12								
1,00	11								
1,10	10								
1,20	7								
1,30	4								
1,40	8								
1,50	14								
1,60	20								
1,70	26								
1,80	43								
1,90	24								
2,00	73								

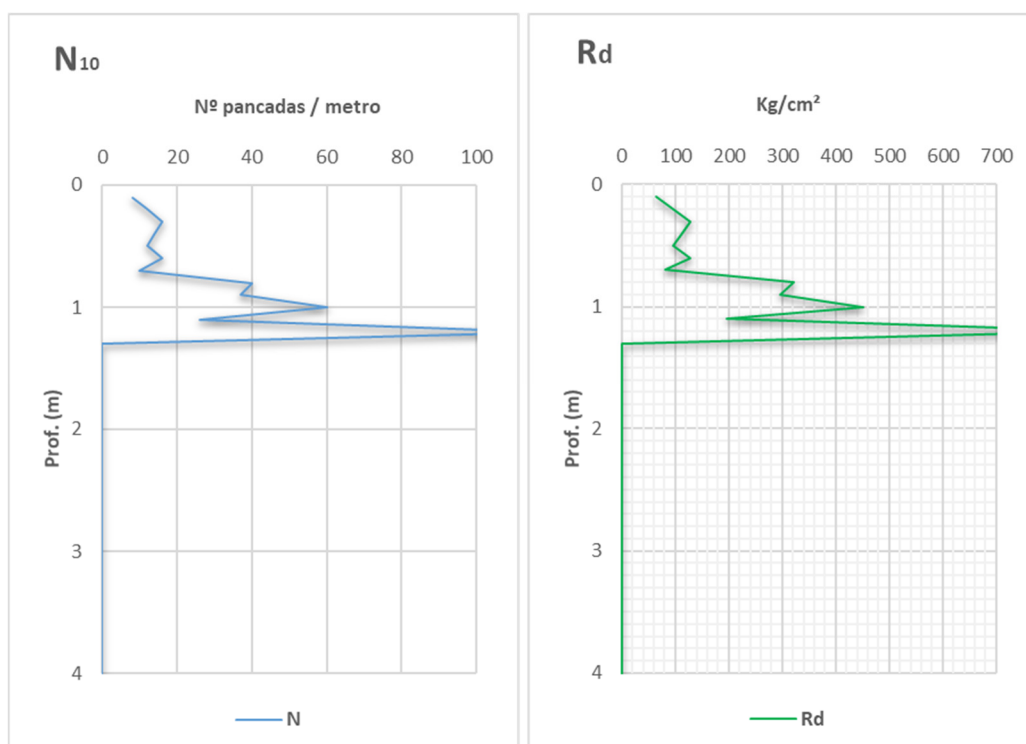


Registro do ensaio PDM25

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	8								
0,20	8								
0,30	58								
0,40	14								
0,50	15								
0,60	14								
0,70	10								
0,80	7								
0,90	4								
1,00	3								
1,10	14								
1,20	24								
1,30	60								
1,40	50								
1,50	90								
1,60	100								

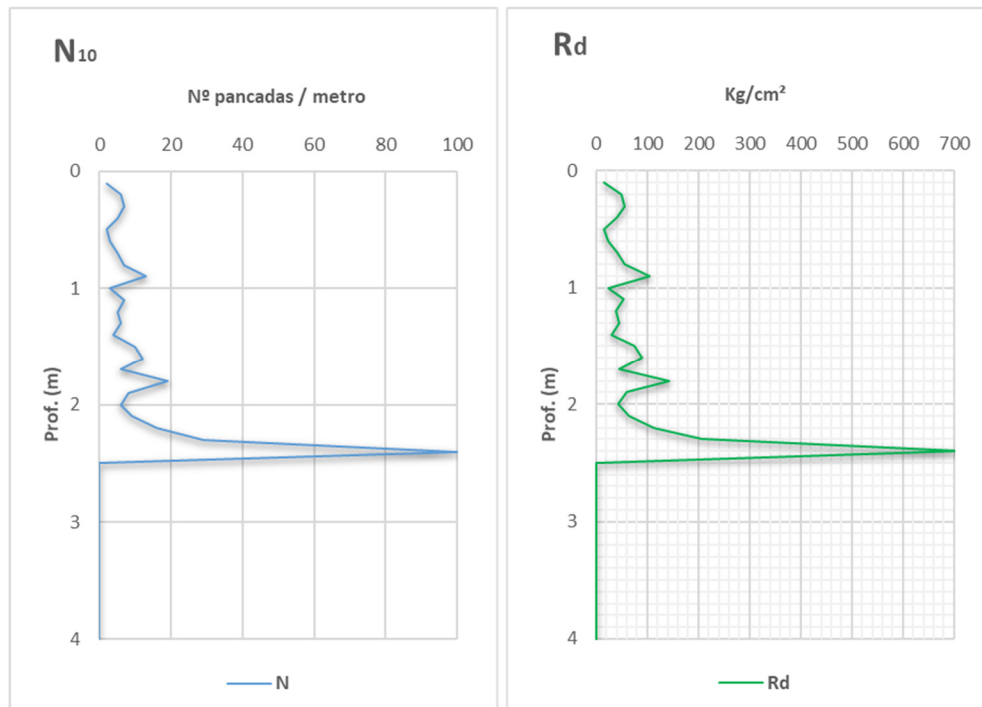


Registo do ensaio PDM25

[illegible]

Registo do ensaio PDM25

PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N	PROF. (m)	N
0,10	2	2,10	9						
0,20	6	2,20	16						
0,30	7	2,30	29						
0,40	5	2,40	100						
0,50	2	---							
0,60	3								
0,70	5								
0,80	7								
0,90	13								
1,00	3								
1,10	7								
1,20	5								
1,30	6								
1,40	4								
1,50	10								
1,60	12								
1,70	6								
1,80	19								
1,90	8								
2,00	6								



Assinatura Presidente Conselho de Administração

Assinado por: **PEDRO FILIPE RODRIGUES
FURTADO**
Num. de Identificação: 10116837
Data: 2022.10.20 13:06:44+00'00'

Assinaturas Vogais Conselho de Administração

Assinado por: **MARCO FILIPE FREITAS ARRUDA
MOURA RESENDES**
Num. de Identificação: 10801874
Data: 2022.10.24 14:26:04+00'00'

Assinado por: **CRISTINA SOUSA MELO DE
OLIVEIRA NETO CORDEIRO DO CANTO TAVARES**
Num. de Identificação: 11728494
Data: 2022.10.24 14:34:52+00'00'