



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DOS TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA E PROSPEÇÃO

ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO
PARA APOIO AO PROJETO DE INSTALAÇÃO
DE INFRAESTRUTURAS DE SANEAMENTO
NA FREGUESIA DE FAJÃ DE BAIXO,
CONCELHO DE PONTA DELGADA

RELATÓRIO 74/2018

Trabalho realizado para
NORAQUA - Consultores de Engenharia, Lda.

Ponta Delgada, outubro de 2018



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

SECRETARIA REGIONAL DOS TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA E PROSPEÇÃO

ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO PARA APOIO AO PROJETO DE INSTALAÇÃO DE
INFRAESTRUTURAS DE SANEAMENTO NA FREGUESIA DE FAJÃ DE BAIXO, CONCELHO DE
PONTA DELGADA

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Relatório ID:	LREC/DSGP – RELATÓRIO 74/2018
Proc. ID:	Proc. 399
LREC/CD - Cota ID:	624.131 T267e
Autor(s) ID:	Luís Miguel Fernandes Teixeira <i>Engenheiro Civil</i> Paulo Alexandre Pimentel Amaral <i>Geólogo, Doutor em Geologia, Especialidade de Vulcanologia</i>
Visto(s) ID:	A Diretora de Serviços de Geotecnia e Prospeção Ana Maria Mota de Albergaria Pacheco Malheiro O Diretor do Laboratório Regional de Engenharia Civil Francisco de Sousa Fernandes

DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE

O Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) declara que a cópia em formato PDF gravada no CD com ID LREC 74-18, constitui uma cópia integral e autêntica do documento acima identificado, encontrando-se em arquivo próprio do LREC o original em papel.

Índice

1	INTRODUÇÃO	4
2	ENQUADRAMENTO DA ÁREA.....	5
2.1	Localização	5
2.2	Aspetos geológicos e tectónicos	5
3	TRABALHOS REALIZADOS	7
3.1	Poços de reconhecimento / observação	8
3.2	Penetrómetro Dinâmico Médio.....	15
3.3	Trabalhos anteriores	23
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS.....	26
	ANEXOS	28

**ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO PARA APOIO AO PROJETO DE INSTALAÇÃO DE
INFRAESTRUTURAS DE SANEAMENTO NA FREGUESIA DE FAJÃ DE BAIXO, CONCELHO
DE PONTA DELGADA**

1 INTRODUÇÃO

Foi solicitado ao Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) pela NORAQUA - Consultores de Engenharia, Lda., através de um e-mail datado de 24 de agosto de 2018, a caracterização geológica e geotécnica dos terrenos da freguesia da Fajã de Baixo, Ponta Delgada, com o intuito de servir de apoio ao projeto de expansão da rede de drenagem de águas residuais e pluviais.

Assim, no dia 27 de agosto de 2018, procedeu-se a um reconhecimento de toda a zona a caracterizar de forma a avaliar qual o ou os melhores processos para proceder à caracterização pretendida. Inicialmente estava prevista a execução de sondagens à rotação, mas após o reconhecimento efetuado, ficou determinado que a melhor estratégia a adotar seria a realização de cinco poços de reconhecimento e de vinte e seis ensaios com um Penetrómetro Dinâmico Médio (PDM). Se após a realização destes ensaios e poços fosse considerado necessário então executar-se-iam as sondagens.

O trabalho de campo decorreu, por motivos de serviço dos técnicos e devido às condições climáticas, entre os dias 11 de outubro e 8 de novembro de 2018. Neste documento efetua-se uma síntese dos trabalhos executados, um enquadramento da área de interesse em termos geológicos e geotécnicos e apresentam-se os resultados obtidos pela prospeção e pelos ensaios realizados.

2 ENQUADRAMENTO DA ÁREA

2.1 Localização

Os trabalhos para a caracterização geológica e geotécnica foram realizados na área abrangida pela freguesia da Fajã de Baixo, Ponta Delgada, ao longo dos 16 km de extensão dos traçados das redes (Figura 1).



Figura 1 – Mapa geral da ilha de São Miguel. A azul, a localização e delimitação da área abrangida (imagens de NORAQUA).

2.2 Aspetos geológicos e tectónicos

Do ponto de vista geomorfológico, a área em questão enquadra-se no sistema vulcânico dos Picos, uma das 8 regiões geomorfológicas definidas por Zbyszewski *et al.* (1959) para a ilha de São Miguel. Nesta região predominam os produtos vulcânicos resultantes de erupções vulcânicas com características básicas, nomeadamente as escoadas lávicas de natureza basáltica e os depósitos piroclásticos basálticos (bagacina, clinker).

A análise de documentos históricos e os dados da sismicidade instrumental permitem constatar que a ilha de S. Miguel tem sido bastante afetada por eventos de natureza sismo-vulcânica. A atividade tem, no entanto, sido mais importante ao nível dos vulcões poligenéticos ativos e estruturas submarinas associadas, verificando-se que o Sistema Vulcânico do Fogo evidencia índices de sismicidade bastante elevados.

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 (Figura 2), a área em questão apresenta uma intensidade máxima histórica de VIII graus.

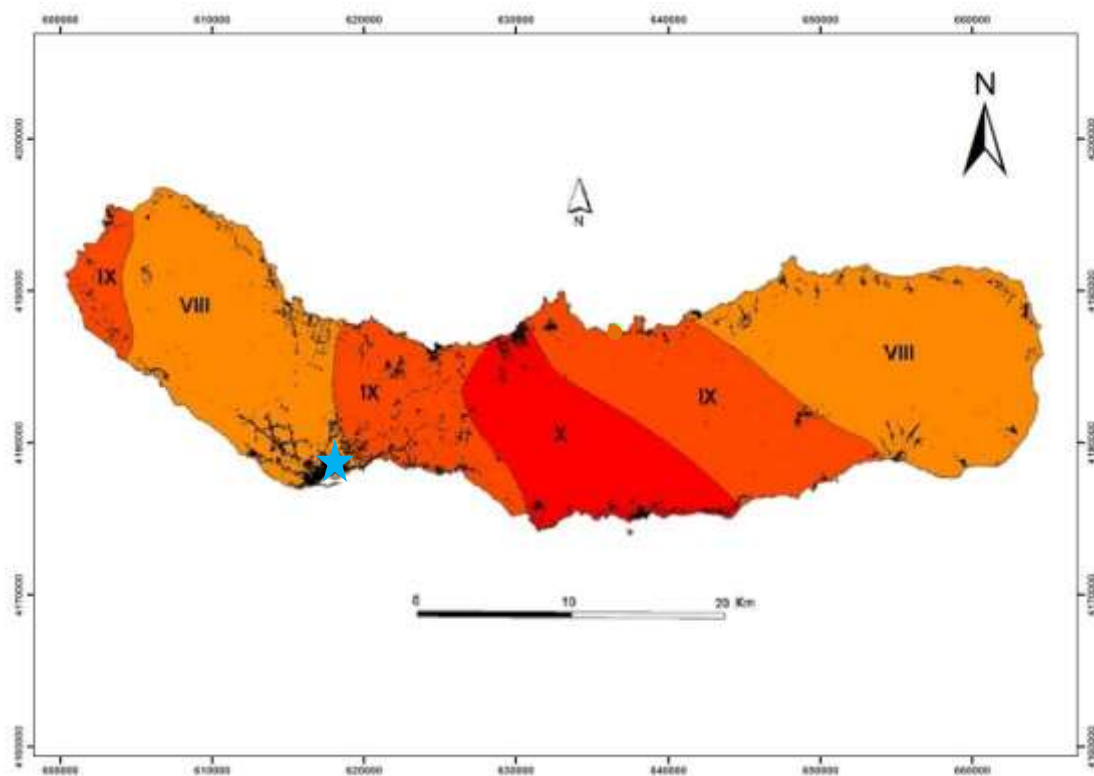


Figura 2- Carta de intensidades máximas para a ilha de S. Miguel (Silveira, 2002). A azul, a zona de estudo.

Face ao descrito anteriormente, para efeitos de caracterização das ações sísmicas, considera-se que, de acordo com o Art.º 28º do 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 zona 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 predominante do local, o perfil geológico a considerar será o 3, devendo como tal adotar-se o tipo de terreno B.

3 TRABALHOS REALIZADOS

Por forma a caracterizar a área a intervir, e após o reconhecimento efetuado, o LREC concluiu que a melhor metodologia a adotar seria a abertura de cinco poços de reconhecimento / observação dos solos intersetados e a realização de vinte e seis ensaios PDM. A disposição espacial dos dois tipos de ensaios a realizar foi feita de modo a tentar abranger a maior área possível e obter uma maior representatividade dos solos ocorrentes.

Esta disposição também foi feita tendo em consideração todos os condicionalismos existentes no terreno, nomeadamente o elevado nível de impermeabilização da área abrangida - estradas, passeios, construção, etc. - e as infraestruturas existentes a nível de subsolo - saneamento, abastecimento de água, rede elétrica, telecomunicações, incluído os cabos submarinos –, tentando-se não interferir com o normal funcionamento das vias de comunicação e, principalmente, com as infraestruturas no subsolo.

Também foi feita uma reunião, em campo, com técnicos responsáveis, de diversas áreas, pelas infraestruturas instaladas naquela zona, de forma a garantir que nenhum dos pontos de ensaio pré-determinados se encontrava em conflito com alguma das infraestruturas existentes.

Em termos de condicionalismos de infraestruturas, o que motivou uma maior preocupação foi a existência de um cabo submarino, da responsabilidade da Marinha Portuguesa, cujo percurso naquela zona percorre as ruas: alameda de Santa Teresa, estrada M503-2, rua Direita da Fajã, estrada M503-3 e rua Jácome Correia.

Com a metodologia adotada pretendeu-se, através dos poços, fazer uma observação direta dos solos ocorrentes, e através dos ensaios PDM, estimar o tipo de solo atravessado e as profundidades atingidas. Dada a natureza do projeto e os declives naturais do terreno, o LREC determinou que os ensaios PDM seriam executados até à obtenção de nega ou até uma profundidade máxima de três metros.

3.1 Poços de reconhecimento / observação

Tendo em vista a caracterização estratigráfica dos solos ocorrentes na área em estudo, foi realizada a abertura de cinco poços de reconhecimento, designados de P1, P2, P3, P4 e P5, conforme a localização indicada na Figura 3, e observou-se a estratigrafia intersetada (planta de localização em anexo). A abertura dos poços foi feita com o recurso a uma retroescavadora dos SMAS de Ponta Delgada.



Figura 3 - Localização dos poços de observação.

Os solos intersetados consistem em:

- Material de aterro **AT**;
- Clinker **CL**;
- Depósitos piroclásticos pomíticos **DPP**, e;
- Depósitos piroclásticos basálticos **DPB**.

Nos quadros seguintes faz-se uma descrição dos poços efetuados e dos materiais observados por poço.

QUADRO I - Poço 1.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P1		2,00	Não	11-10-2018
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,80	AT – Mistura de cascalhos e areias de natureza basáltica, de cor negra e avermelhada. Não plástico.		
0,80	2,00	DPB – Areias, cascalhos e blocos basálticos (bagacina) de cor avermelhada. Não plástico. Aos 1,80 m apareceram blocos rochosos (D. máx:0,8 m), o que dificultou o avanço da escavação.		



Figura 4 - Aspeto do interior e material do P1.

QUADRO II - Poço 2.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P2		2,20	Não	11-10-2018
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	2,20	AT – Mistura de cascalhos e areias de natureza basáltica com resíduos de construção. (D. máx: 0,40 m). Não plástico.		



Figura 5 - Aspeto do interior e material do P2.

QUADRO III - Poço 3.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P3		1,70	Não	11-10-2018
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,60	AT – Areias e cascalhos pomíticos (solo vegetal) de cor castanha clara. Não plástico.		
0,60	1,70	CI – Clinker: blocos (D. máx: 0,60 m) e cascalhos rochosos misturados com areias e cascalhos escoriáceos, de cor avermelhada, basálticas. Não plástico.		



Figura 6 - Aspeto do interior e material do P3.

QUADRO IV - Poço 4.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P4		2,80	Não	11-10-2018
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,70	AT – Areias e cascalhos pomíticos de cor castanha clara misturados com lentículas de areias e cascalhos de bagacina, de tons escuros e avermelhados. Não plástico.		
0,70	1,30	DPP – Cinzas e lapilli pomítico (areias e cascalhos pomíticos) de tons castanhos claros. Não plástico.		
1,30	1,50	DPB – Areias basálticas com cascalhos (bagacina) de cor negra. Não plástico.		
1,50	2,80	DPP - Cinzas e lapilli pomítico (areias e cascalhos pomíticos) de tons castanhos claros. Não plástico.		



Figura 7 - Aspeto do interior e material do P4.

QUADRO V - Poço 5.

Nº Poço		Prof. Máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P5		2,30	Não	11-10-2018
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	1,10	AT – Lixo. Não plástico.		
1,10	2,30	CL – Clinker. Mistura de blocos e cascalhos de natureza basáltica. D. máx: 0,40 m		
> 2,30		ELB – Rocha basáltica.		



Figura 8 - Aspeto do interior e material do P5.

3.2 Penetrómetro Dinâmico Médio

O ensaio de Penetração Dinâmico (Figura 9), consiste na determinação do número de pancadas (N) necessárias para que ocorra uma penetração de 10 cm no terreno de uma ponta cônica de área de base conhecida (A), acoplada a um conjunto de varas. A cravação da ponta cônica é resultado da queda livre de um pilão de massa (M), a uma altura (h) sobre o conjunto formado pelas varas e ponteira.



Figura 9 - Aspeto do equipamento "Penetrómetro Dinâmico" e realização de ensaio.

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 de 10 cm do conjunto de varas e ponteira cônica.

Importa ainda referir que o diâmetro das varas utilizadas é inferior ao da ponteira cônica, pelo que, teoricamente, a resistência à penetração resulta apenas de forças de reação do terreno na ponteira.

No presente caso, o Penetrômetro Dinâmico utilizado apresenta as seguintes características (Quadro VI).

Quadro VI- Características do equipamento utilizado.

Designação	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

Assim, e uma vez que a massa utilizada foi de 30 kg, os ensaios realizados são considerados ensaios de Penetração Dinâmica Média (DPM).

Com base nos valores obtidos (N_{10}), é possível ainda estimar a resistência dinâmica de ponta (R_d), a cada 10 cm de penetração da ponteira cônica, pela equação (Eq. I).

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

Onde:

- A - área da superfície da ponteira cônica (cm²);
- h – altura de queda do pilão (20 cm);
- P – peso das varas (2,9 kg/m);
- P_p – peso do suporte (12 kg), e;
- e – valor médio da penetração por pancada, obtido pela equação (Eq. II):

$$e = \frac{10}{N} \quad (\text{Eq. II})$$

Com base na evolução dos valores do N_{10} em profundidade é possível verificar indiretamente a transição para diferentes unidades geológicas.

A realização dos ensaios não teve por objetivo calcular a resistência dinâmica de ponta (R_d) dos terrenos intersetados, mas sim avaliar o tipo de solo intersetado, estimado pelo N e as profundidades atingidas pelos ensaios. Na Figura 10 apresenta-se a localização dos locais ensaiados.

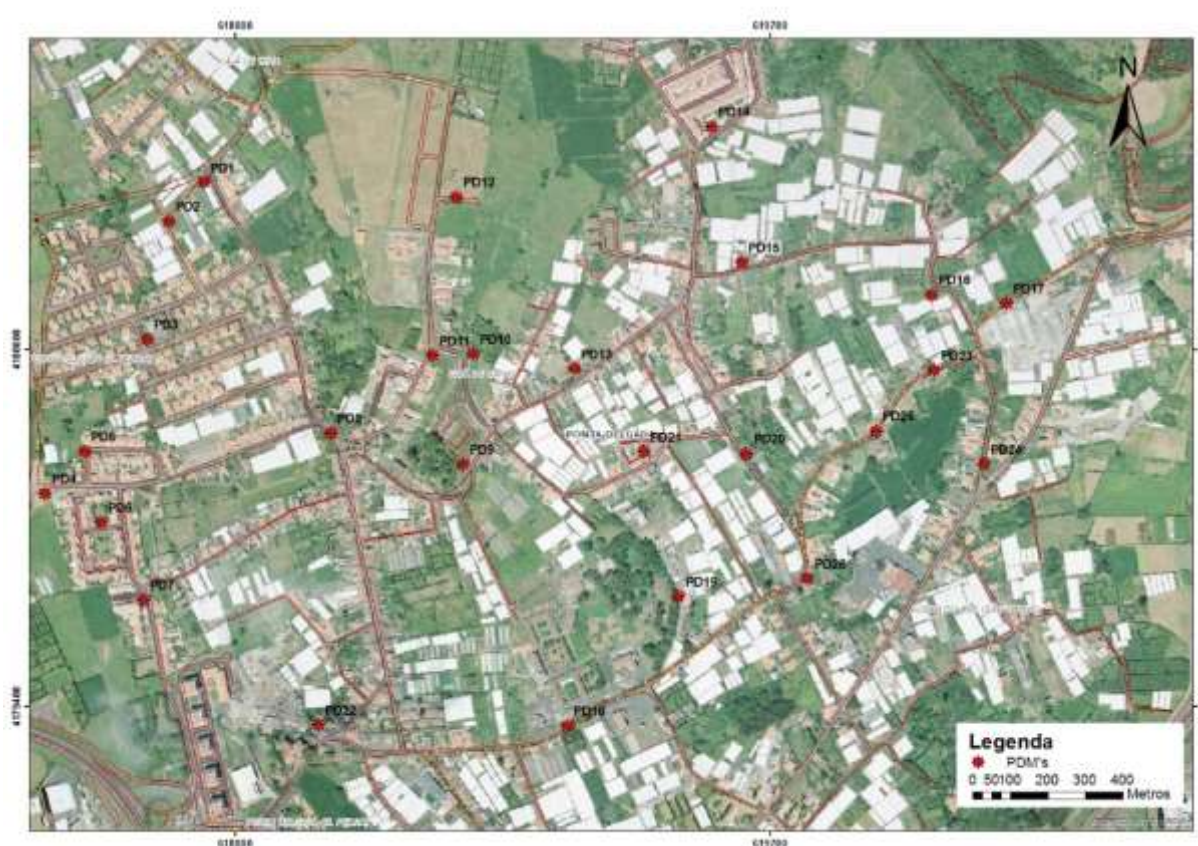


Figura 10 - Localização dos ensaios PDM.

Nos gráficos seguintes apresentam-se os valores de N para cada ensaio realizado.

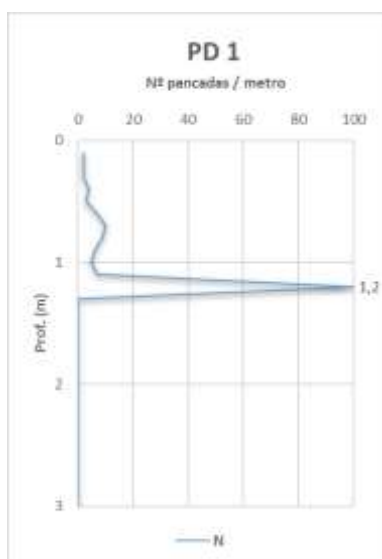


Gráfico 1 - N pancadas e profundidade de nega PDM1.

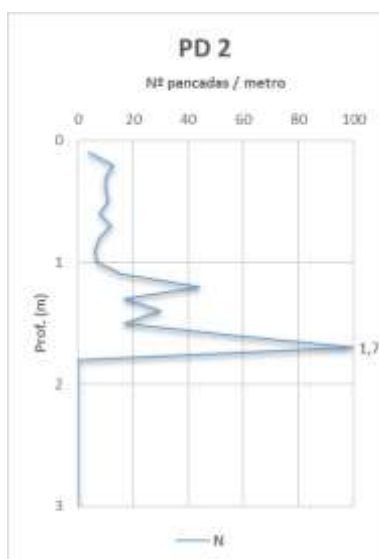


Gráfico 2 - N pancadas e profundidade de nega PDM2.

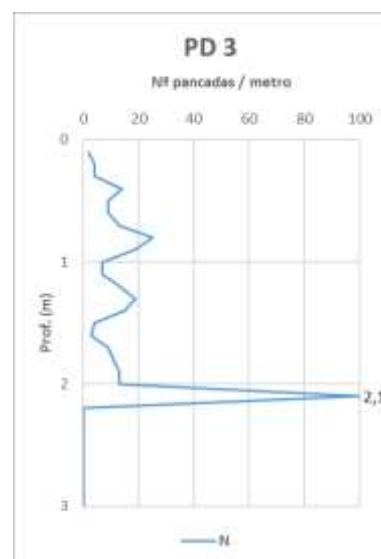


Gráfico 3 - N pancadas e profundidade de nega PDM3.

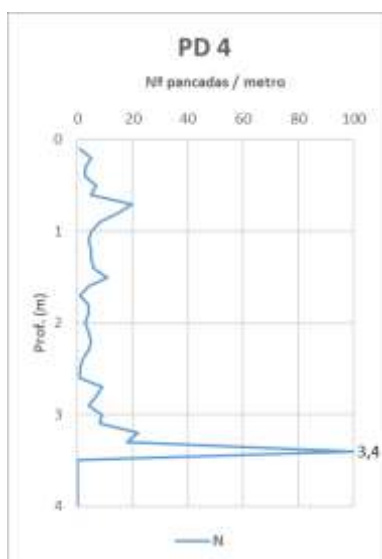


Gráfico 4 - N pancadas e profundidade de nega PDM4.

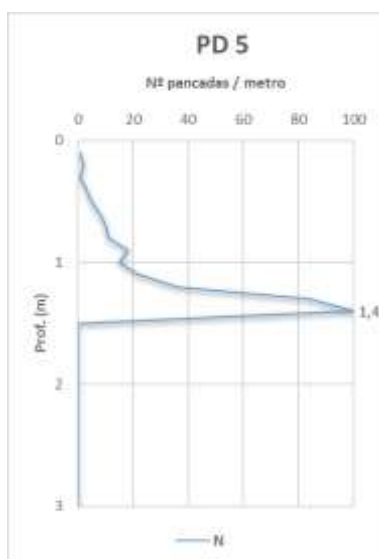


Gráfico 5 - N pancadas e profundidade de nega PDM5.

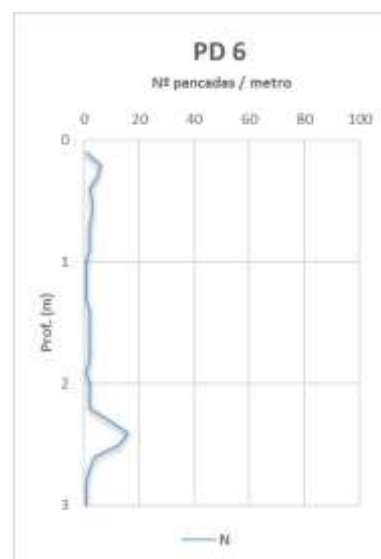


Gráfico 6 - N pancadas PDM6.

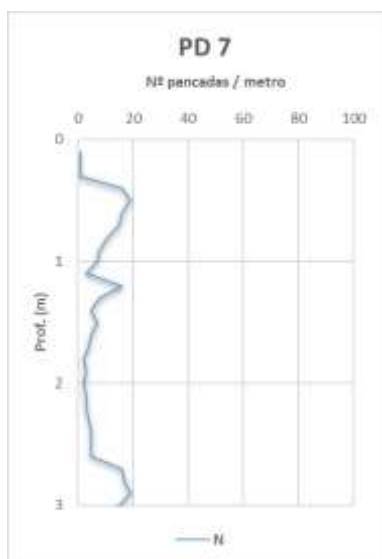


Gráfico 7 - N pancadas PDM7.

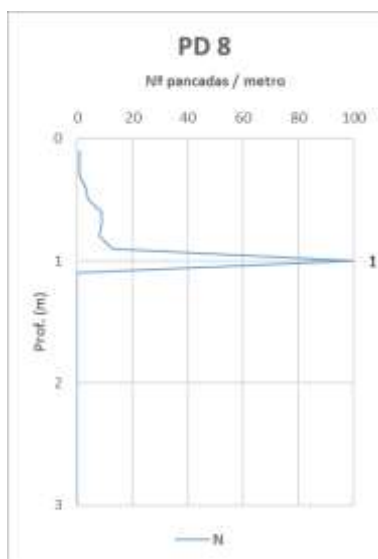


Gráfico 8 - N pancadas e profundidade de nega PDM8.

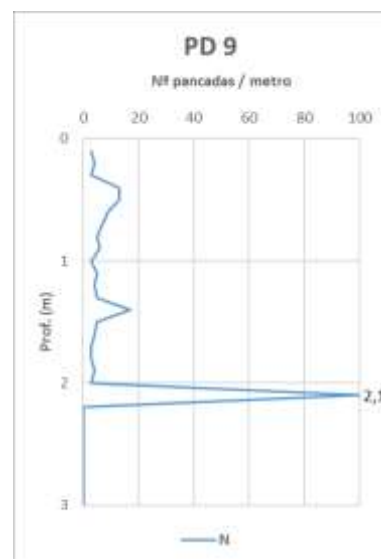


Gráfico 9 - N pancadas e profundidade de nega PDM9.

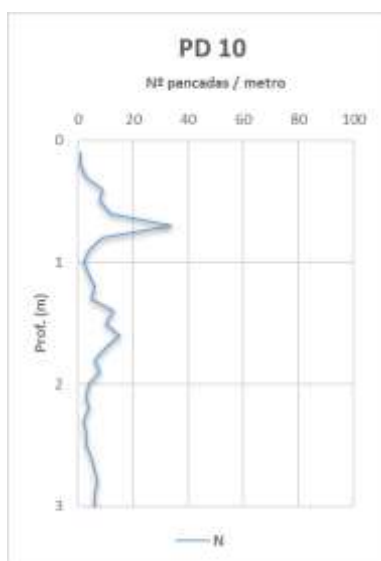


Gráfico 10 - N pancadas PDM10.

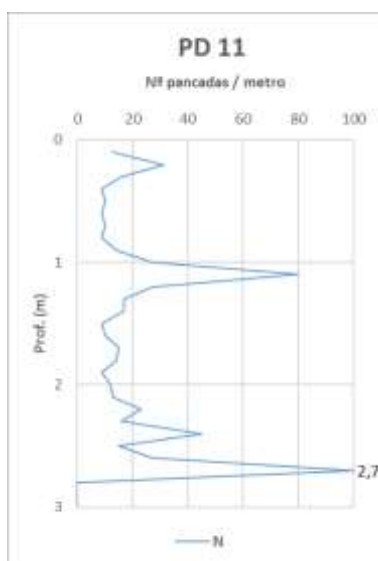


Gráfico 11 - N pancadas e profundidade de nega PDM11.

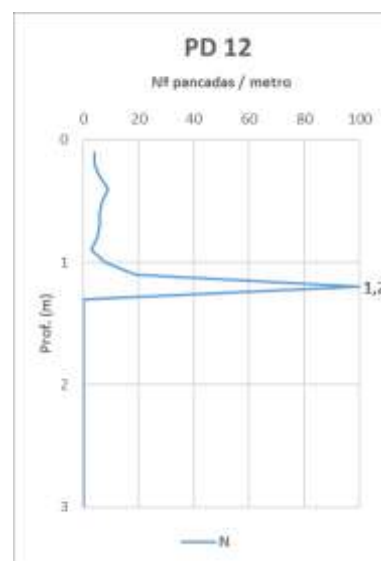


Gráfico 12 - N pancadas e profundidade de nega PDM12.

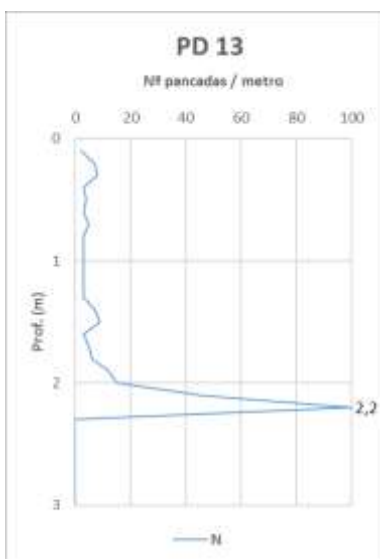


Gráfico 13 - N pancadas e profundidade de nega PDM13.

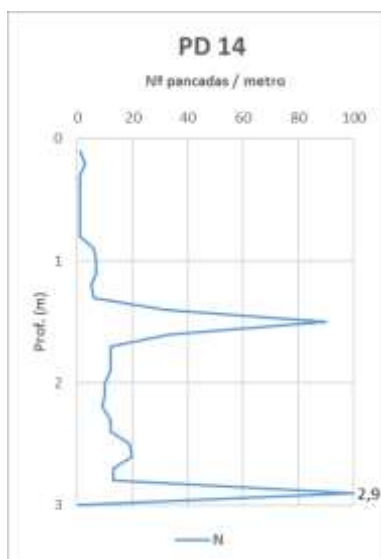


Gráfico 14 - N pancadas e profundidade de nega PDM14.

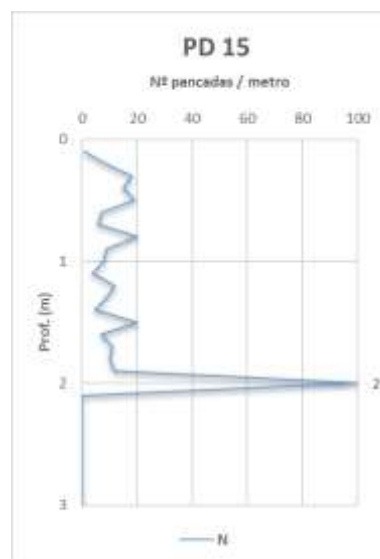


Gráfico 15 - N pancadas e profundidade de nega PDM15.

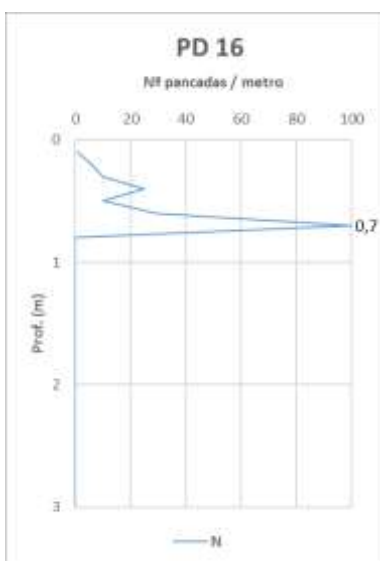


Gráfico 16 - N pancadas e profundidade de nega PDM16.

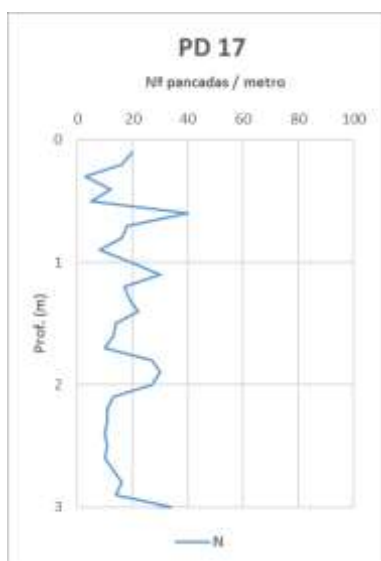


Gráfico 17 - N pancadas e profundidade de nega PDM17.

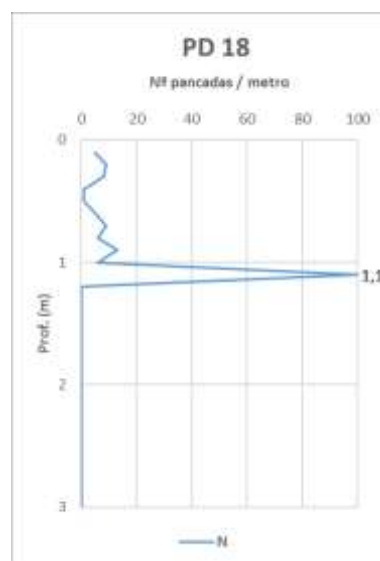


Gráfico 18 - N pancadas e profundidade de nega PDM18.

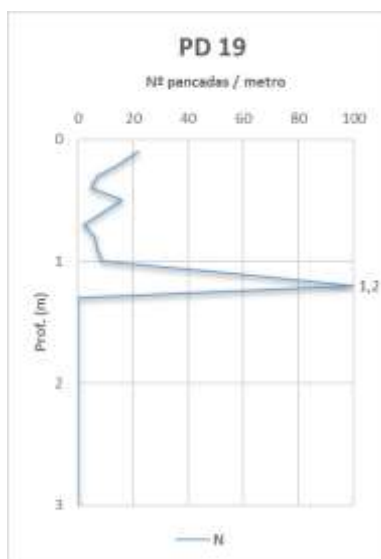


Gráfico 19 - N pancadas e profundidade de nega PDM19.

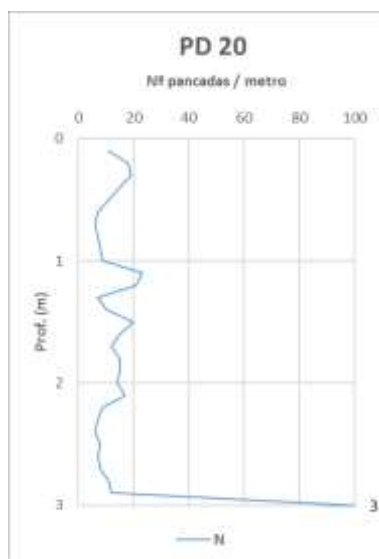


Gráfico 20 - N pancadas e profundidade de nega PDM20.

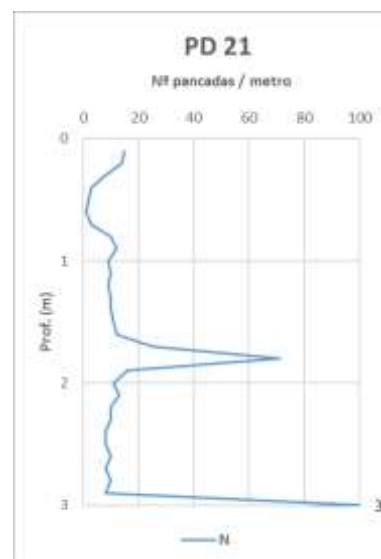


Gráfico 21 - N pancadas e profundidade de nega PDM21.

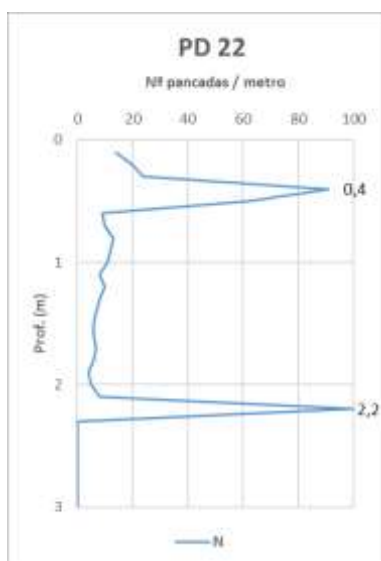


Gráfico 22 - N pancadas e profundidade de nega PDM22.

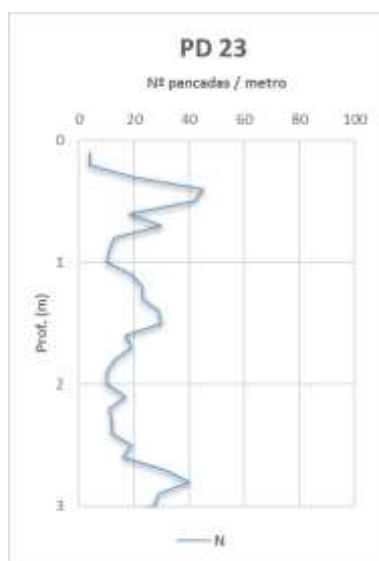


Gráfico 23 - N pancadas e profundidade de nega PDM23.

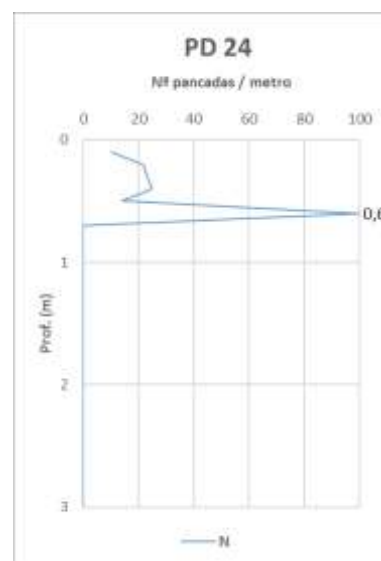


Gráfico 24 - N pancadas e profundidade de nega PDM24.

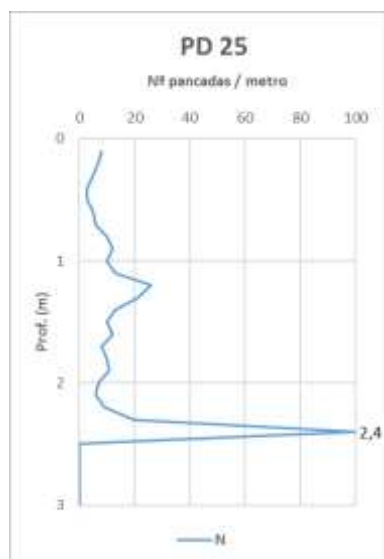


Gráfico 25 - N pancadas e profundidade de nega PDM25.

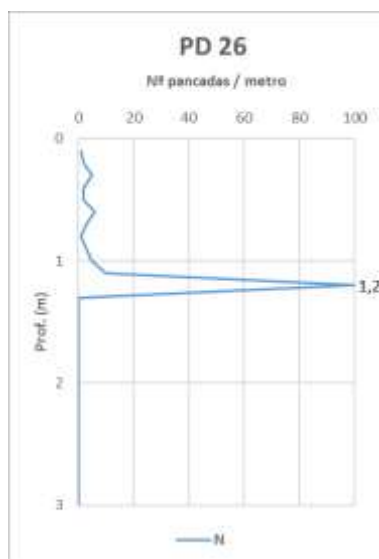


Gráfico 26 - N pancadas e profundidade de nega PDM26.

Dos vinte e seis ensaios realizados, a profundidade média atingida foi de cerca de 2,10 m, tendo a menor atingida sido 0,6 m no ensaio PD24 e a máxima de 3,40 m no ensaio PD4, previamente designado para ser testado sem o limite dos 3 m impostos como limite dos ensaios. No QUADRO VII apresentam-se os valores referidos.

QUADRO VII - Profundidades atingidas pelo PDM.

PROFUNDIDADES ATINGIDAS	
MÉDIA	2,1 m
MÁXIMA	3,4 m
MÍNIMA	0,6 m

No QUADRO VIII apresenta-se a relação entre os valores de N e a profundidade atingida. Como se pode observar, em cerca de 69% dos ensaios obteve-se a nega antes de atingidos os três metros impostos como limite do ensaio, correspondendo

à média exposta anteriormente de 2,10 m de profundidade atingida. Em 19% dos ensaios foi atingida a profundidade imposta sem se obter nega e em 8% a nega coincidiu com a profundidade imposta.

QUADRO VIII - Relação entre o valor N e a profundidade atingida.

N	PROFUNDIDADE	PDM	PERCENTAGENS
NEGA N=100	< 3 m	18	69 %
	= 3 m	2	8 %
	> 3 m	1	4 %
S/NEGA N<100	3 m	5	19 %
TOTAL		26	100 %

3.3 Trabalhos anteriores

A zona estudada no presente relatório já foi alvo de anteriores campanhas de prospeção, particularmente na zona circundante à igreja, tendo-se constatado que a geologia da área prospectada consiste num nível superior onde se incluem em alguns locais material de aterro e/ou solo vegetal. Subjacente a este material existe uma camada de clinker que aparece até profundidades compreendidas entre 1,90 e 2,80 m e que corresponde ao topo de uma escoada basáltica. Este nível de clinker apresenta uma espessura que varia entre valores da ordem dos 1,40 m e os 2,30 m. Abaixo dessas profundidades e até cerca dos 8,70 m a 9,70 m, observa-se a existência de uma escoada basáltica bastante espessa (com espessura variável entre os 5,90 m e os 7,80 m).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O LREC realizou, a pedido da NORAQUA - Consultores de Engenharia, Lda., uma campanha de vinte e seis ensaios PDM e a abertura de cinco poços de observação, na área abrangida pela freguesia da Fajã de Baixo, com vista à caracterização geológica e geotécnica dos solos ocorrentes, para servir de apoio ao projeto de expansão da rede de saneamento da freguesia.

Através da abertura dos poços, e da consulta de anteriores campanhas de prospeção realizadas na zona de interesse, pode observar-se que após uma camada relativamente pouco espessa de materiais diversos, desde materiais de aterro, areias e cascalhos pomíticos, encontra-se uma camada de clinker, com granulometrias desde os cascalhos até blocos, e que se distribuí de uma forma mais ou menos homogénea pela área de trabalho estudada. Este facto também pode ser observado pelos ensaios PDM, tendo em conta o modo de penetração e os sons produzidos pelo equipamento durante a realização dos ensaios.

A profundidade média atingida pelos ensaios PDM foi de 2,10 m, sendo a menor profundidade atingida na ordem dos 0,60 m o que, e pelo observado em campo, deverá corresponder à camada de clinker numa zona mais superficial. Subjacente à camada de clinker encontra-se uma escoada basáltica, facto suportado pelas campanhas anteriormente efetuadas e, uma vez mais, pela obtenção das negas pelos ensaios PDM e pelo som distinto produzido pelo equipamento.

É ainda importante referir, de novo, a existência do cabo submarino na zona estudada, cujo trajeto está parcialmente descrito na introdução do ponto 3 do presente relatório, devendo este ser tido em conta na realização do projeto de ampliação da rede de saneamento, pelo que se aconselha o estabelecimento de contactos com as entidades responsáveis pelas infraestruturas existentes para um melhor delineamento do trajeto a seguir pela rede de saneamento.

Assim, e até uma profundidade média de 2,10 m (pontualmente poder-se-ão atingir profundidades superiores ou inferiores), a abertura e escavação das valas para instalação das infraestruturas de saneamento poderá ser facilmente efetuada na generalidade da área de intervenção com recurso a meios mecânicos correntes (e.g. retroescavadora).

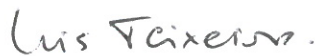
Como nota final, dada a natureza e o tipo de formações geológicas presentes na área, com elevada permeabilidade, não foi detetado qualquer nível de água quer nos poços quer nos ensaios PDM.

REFERÊNCIAS

- Almeida, R. L. (2013). Estudos de Neotectónica na Ilha de S. Miguel, uma contribuição para o estudo do risco sísmico no Arquipélago dos Açores. Departamento de Geociências. Ponta Delgada, Açores: Departamento de Geociências - Universidade dos Açores. Obtido em 14 de 07 de 2017, de <http://repositorio.uac.pt/handle/10400.3/2960>
- Amaral, P. A. (2010). Caracterização geotécnica e hidrológica de depósitos vulcânicos: modelação da estabilidade de taludes no concelho da Povoação (ilha de S. Miguel – Açores). Universidade dos Açores, Departamento de Geociências - Universidade dos Açores. Ponta Delgada, Açores: Universidade dos Açores.
- Fernandes, M. D. (1995). Mecânica dos solos (Vol. II). Porto: FEUP.
- França, Z., CRUZ, J., Nunes, J., & Forjaz, V. (2003). Geologia dos Açores: Uma perspectiva actual. Em Z. França, J. Cruz, & J. C. Nunes, Geologia dos Açores: Uma perspectiva actual (pp. 11-140). Açores, Portugal: Açoreana. Obtido em 19 de 07 de 2017, de file:///C:/Users/lt780907/Downloads/Geologia_%20A%C3%A7ores_Fran%C3%A7a%20et%20alia.pdf
- GROUP, C. (2008). 16-T0013/E - Penetrometro Dinamico - Instruction Manual.
- ISRM. (s.d.). Basic geotechnical description of rock masses. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, 18, 85-110.
- Malheiro, A. M., & Marques, F. M. (2011). Estudo Geológico e Geotécnico do Terreno de Fundação do Novo Centro de Interpretação da Cultura do Ananás. Ponta Delgada: LREC.
- Ministério Habitação, O. P. (1983). RSA - Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes. Decreto-Lei nº 235/83.
- NP EN 1998-1:2010 – Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios. (s.d.).

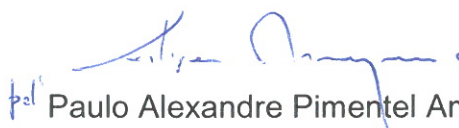
Ponta Delgada e Laboratório Regional de Engenharia Civil, novembro de 2018.

AUTORIA



Luís Teixeira

Eng.º Civil



Paulo Alexandre Pimentel Amaral

Doutorado em Geologia, especialidade Vulcanologia

VISTOS

A Diretora de Serviços de
Geotecnia e Prospeção



Ana Maria Mota Albergaria P.
Malheiro

O Diretor do LREC



Francisco Sousa Fernandes

ANEXOS

- Mapas cartográficos com identificação dos Poços e dos ensaios PDM.

617900

618800



4180600

4180600

FAZENDA DE CIMA

P5

P2

P1

PONTA DELGADA

P3

FAZENDA DE BAIXO

PONTA DELGADA (S. PEDRO)

P4

PONTA DELGADA (SÃO SEBASTIÃO)

4180000

4180000

Legenda

● POÇOS_executados
0 50 100 200 300 400
Metros

D:\CARTO\BSCIG\BSCIG

617900

618800

