



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 SERVIR DE APOIO A OBRAS DE
SUBSTITUIÇÃO DAS ADUTORAS DE ÁGUA
NA E.R.3-1^a-PONTA DELGADA, ENTRE A
ALAMEDA DE SANTA TERESA E O NÓ DE
BELÉM

RELATÓRIO 25/2019

Trabalho realizado para
SMAS-Serviços Municipalizados de Água e Saneamento-Município de Ponta
Delgada
Ponta Delgada, março de 2019



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 SERVIR DE APOIO A OBRAS DE
SUBSTITUIÇÃO DAS ADUTORAS DE ÁGUA NA E.R.3-1ª-PONTA DELGADA, ENTRE A
ALAMEDA DE SANTA TERESA E O NÓ DE BELÉM

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Relatório ID: LREC/DSGP – RELATÓRIO 25/2019
Proc. ID: Proc. 399
LREC/CD - Cota ID: 624.131
A516e
Autor(s) ID: Paulo Alexandre Pimentel Amaral
Geólogo, Doutor em Geologia, Especialidade de Vulcanologia
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 25-19, 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 GERAL DA ÁREA DE INTRESSE.....	5
2.1	Localização	5
2.2	Geologia e tectónica.....	5
3	TRABALHOS DESENVOLVIDOS	8
4	RESULTADOS OBTIDOS.....	14
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
6	BIBLIOGRAFIA.....	18

ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO PARA SERVIR DE APOIO A OBRAS DE
SUBSTITUIÇÃO DAS ADUTORAS DE ÁGUA NA E.R.3-1ª-PONTA DELGADA, ENTRE A
ALAMEDA DE SANTA TERESA E O NÓ DE BELÉM

1 INTRODUÇÃO

Foi adjudicado ao Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) pelos SMAS – Serviços Municipalizados de Água e Saneamento, através de e-mail datado de 06-02-2018, a realização de um estudo geológico e geotécnico para servir de apoio a obras de substituição das adutoras de água, na E.R.3-1ª, entre a Alameda de Santa Teresa e o nó de Belém.

Para o presente estudo geológico e geotécnico foram realizadas sondagens mecânicas à rotação para identificação e caracterização geológica do material ocorrente. Sempre que possível foram realizados ensaios SPT (*Standart Penetration Test*) de modo a avaliar a compacidade do terreno. Os trabalhos de prospeção foram efetuados entre os dias 19 e 21 de março.

Neste documento efetua-se uma descrição do ponto vista macroscópico das formações geológicas intersetadas pelas sondagens geotécnicas, apresentam-se os resultados obtidos pelos ensaios SPT e tecem-se considerações sobre a escavabilidade para a substituição das adutoras de água, entre a Alameda de Santa Teresa e o nó de Belém.

2 ENQUADRAMENTO GERAL DA ÁREA DE INTRESSE

2.1 Localização

O local em estudo situa-se na freguesia de São Roque, no troço da estrada regional E.R.3-1ª- Ponta Delgada, entre a Alameda de Santa Teresa e o nó de Belém (Fig.1).



Figura 1 – Localização do troço da E.R.3-1ª, entre a Alameda de Santa Teresa e o nó de Belém, onde incidiram os trabalhos de reconhecimento geológico e geotécnico. Imagem fornecida pelos SMAS-PDL.

2.2 Geologia e tectónica

Do ponto de vista geomorfológico a área em questão 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.

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 compreendem, para além dos piroclastos basálticos (s.l.) (escórias vulcânicas), a escoadas lávicas de natureza basáltica (s.l.) extrudidas a partir dos referidos cones monogenéticos.

As escoadas lávicas durante o seu processo de instalação 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 (0,063-2mm). 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 e de fluxo de natureza traquítica (s.l.), com dimensões variadas desde os siltes aos cascalhos, provenientes essencialmente de erupções ocorridas no maciço vulcânico das Sete Cidades e do Fogo.

A zona onde se desenvolve o traçado da estrada e regional e os espaços envolventes às edificações existentes são formados por depósitos de aterro.

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 VIII / IX graus (Fig. 2).

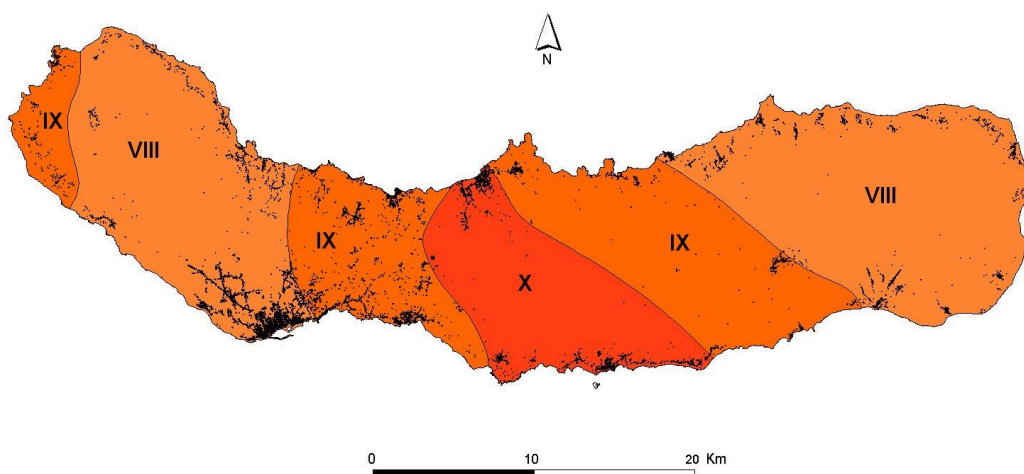


Figura 2 - Carta de intensidades máximas históricas para a ilha de S. Miguel (Silveira, 2002).

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

Com o objetivo de definir as unidades geológicas e geotécnica do local de interesse para a substituição das adutoras de água, os trabalhos compreenderam a realização de 6 sondagem (designadas de S1 a S6) à rotação com amostragem contínua de testemunhos de solo e/ou rocha.

As sondagens foram distribuídas ao longo da E.R.3-1^a, entre a Alameda de Santa Teresa e o nó de Belém. Sempre que a natureza geológica do terreno permitiu, foram realizados ensaios do tipo SPT (*Standart Penetration Test*) nas sondagens S1, S5 e S6.

A localização das sondagens realizadas é ilustrada na planta em anexo. As coordenadas, bem como as profundidades alcançadas, são indicadas no Quadro I. As coordenadas foram obtidas por um GPS Leica Viva, de monofrequência, da Direção de Serviços de Cartografia e Informação Geográfica (DSCIG). No início e no final de cada sondagem foi verificado o desvio angular da perfuração, tendo-se obtido valores inferiores a 1º, o que, para as profundidades alcançadas, resulta numa diferença, no final do furo, entre o valor da profundidade medida no terreno e o real, da ordem de 1 mm.

Tendo em consideração que o traçado é complexo do ponto de vista de infraestruturas subterrâneas, previamente à campanha de campo, foi realizada uma reunião com técnicos responsáveis de diversas áreas com infraestruturas instaladas na área, de forma a garantir que nenhum dos pontos de sondagem determinados estaria em conflito com alguma das infraestruturas.

O equipamento utilizado para a furação foi uma sonda à rotação ROLATEC RL-48-L (Fig. 3). Foi utilizada para corte do terreno uma coroa diamantada acoplada a um amostrador de parede dupla com 101 mm de diâmetro. Para limpeza do furo e arrefecimento das peças de perfuração foi usada água como fluido de circulação.



Figura 3 – Equipamento utilizado no trabalho de perfuração.

Quadro I – Localização planimétrica e altimétrica no sistema de referência PTR08-UTM/ITRF93, e profundidade máxima alcançada nas sondagens à rotação realizadas.

Sondagem N°	M	P	Cota	Profundidade alcançada (m)	Profundidade do nível de água (m)
S1	619287,6127	4178799,0861	33,7029	3,2	ausente
S2	619385,6186	4178806,597	34,2779	3,2	ausente
S3	619509,7344	4178906,7278	34,6769	3,3	ausente
S4	619559,2624	4179044,6239	35,3919	3,1	ausente
S5	619676,2971	4179202,0676	36,7797	3,0	ausente
S6	619815,6007	4179406,7138	40,4571	3,2	ausente

Ao longo da furação foi efetuada uma amostragem contínua do material atravessado. As informações retiradas pela observação dessa amostragem foram assinaladas nos diagramas de sondagens que se apresentam em anexo (classificação macroscópica das formações atravessadas, percentagem de recuperação e espessura dos níveis atravessados, alterabilidade, fraturação e R.Q.D).

Em anexo a este documento, apresenta-se a localização das sondagens realizada, os diagramas de sondagens da perfuração e as fotografias das caixas de sondagem, com os testemunhos de solos e/ou rochas prospectados.

As formações atravessadas foram caracterizadas através da análise macroscópica dos testemunhos recolhidos aquando da execução da furação, procedendo-se também à determinação dos Índices de Qualidade, de acordo com a *International Society for Rock Mechanics* (ISRM, 1981), sendo estes expressos por:

PERCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO POR MANOBRA: Corresponde à relação entre a soma dos comprimentos das amostras e o comprimento total da manobra.

RQD (Rock Quality Designation): Índice que traduz a percentagem de recuperação, mas em que apenas são considerados comprimentos de tarolos iguais ou superiores a 10 cm, e que permite a classificação do maciço rochoso que se indica no Quadro II.

Quadro II – Classificação do maciço rochoso em relação ao RQD, segundo a ISRM (1981).

RQD (%)	Classificação do maciço rochoso
0 a 25	Muito Fraco
25 a 50	Fraco
50 a 75	Médio
75 a 90	Bom
90 a 100	Excelente

ALTERAÇÃO: Utilizaram-se os estados de alteração de acordo com os critérios definidos pela *International Society for Rock Mechanics* (ISRM, 1981), que se indicam no Quadro III.

Quadro III – 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

FRATURAÇÃO: Utilizaram-se os critérios definidos pela ISRM (1981), baseados no espaçamento entre descontinuidades, que se apresentam no Quadro IV.

Quadro IV – 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

Foram realizados dois ensaios de penetração dinâmica com a sonda normalizada (SPT – Terzaghi). O procedimento do ensaio de penetração dinâmica SPT consiste em cravar na base do furo de sondagem um amostrador com dimensões e energia de cravação normalizadas (pilão com 63,5 kg $\pm$ 0,5 kg de massa e altura de queda de 760 mm $\pm$ 10 mm) a partir de um dispositivo hidráulico automático.

O ensaio foi realizado em três fases com penetrações de 15 cm, respetivamente, suspendendo-se o ensaio caso o número de pancadas atingisse as 60. Devido ao facto de haver perturbações no terreno provocadas pelos trabalhos de furação, desprezam-se os resultados obtidos na primeira fase.

Assim sendo, o valor de N_{SPT} é definido como o número de pancadas necessárias para atingir a penetração de 30 cm, obtido nas últimas duas fases. Nos diagramas de sondagens, em anexo, apresenta-se o somatório da segunda e terceira fases, atendendo a que não se entra em linha de conta com os valores obtidos nos primeiros 15 cm. Na descrição litológica do diagrama de sondagem apresentam-se ainda as profundidades onde os ensaios foram realizados, bem como o número de pancadas obtido em cada uma das três fases.

O ensaio SPT permite classificar o terreno interstetado quanto à sua compacidade e/ou consistência (Terzaghi & Peck, 1967), com base nos critérios definidos nos Quadros V e VI, respetivamente:

Quadro V – Classificação dos solos arenosos quanto à compacidade.

N (SPT)	Grau de compacidade	Índice de compacidade (I_D)
< 4	Muito solta	< 0,15
4 - 10	Solta	0,15 – 0,35
10 - 30	Medianamente compacta	0,35 – 0,65
30 - 50	Compacta	0,65 – 0,85
> 50	Muito compacta	0,85 – 1,00

Quadro VI – Classificação de solos finos quanto à consistência e a sua relação com a resistência à compressão simples.

N (SPT)	Consistência	Resistência à compressão simples, q_u (kPa)
< 2	Muito mole	< 25
2 - 4	Mole	25 – 50
4 - 8	Média	50 – 100
8 - 15	Dura	100 – 200
15 - 30	Muito dura	200 – 400
> 30	Rija	> 400

4 RESULTADOS OBTIDOS

Tendo em consideração os elementos obtidos no reconhecimento geológico da área através da perfuração realizada, os diferentes produtos geológicos foram agrupados em 2 unidades lito-estratigráficas:

C1 – Aterro (AT) de natureza diversa

C2 – Clinker (CL) (C2a) e/ou escoada lávica basáltica s.l. (ELB) (C2b)

Em anexo, apresentam-se os diagramas de sondagem, com a descrição lito estratigráfica obtida em cada sondagem, e as imagens fotográficas dos testemunhos de solos e rochas obtidos.

Unidade geológica C1

A geologia da área prospetada consiste num nível superior constituído por aterro de natureza diversa. Trata-se de material colocado pela ação humana. O aterro apresenta uma espessura entre os 0,6 m, na S3, e os 3,20 m na S1.

É constituído por uma mistura de cascalhos (2-64mm) e blocos (> 64 mm) dispersos, de natureza basáltica, inseridos numa matriz arenosa, geralmente cinzenta escura. A matriz fina não denota características plásticas.

A realização de um ensaio SPT aos 3,20 m, na S1, permitiu obter um quantitativo de 20 pancadas. Este número reflete em muito a presença de clastos rochosos da dimensão dos blocos na matriz arenosa.

Unidade geológica C2

A unidade geológica e geotécnica C2 corresponde a clinker e/ou rocha basáltica. Embora estes materiais estejam associados na sua génese, apresentam características geotécnicas distintas, facto que motiva a divisão desta unidade em 2 subunidades: a C2a e a C2b.

O clinker (C2a), vulgarmente designado de burgalhau, corresponde a fragmentos rochosos, por vezes vacuolares, da dimensão do cascalho e dos blocos, com algumas areias misturadas. Esta subunidade foi encontrada subjacentemente à unidade C1.

Na sondagem S6 surge a partir dos 1,40 m até ao final da furação, a 3,20m; na S5, desde os 0,8 m até aos 2,80 m, onde transita para a C2b; na S4 desde os 1,60 m até aos 2,80 m, passando para a rocha; na S3 surge desde os 1,6 m de profundidade até aos 1,8 m, onde transita até ao final da furação (3,3 m) para rocha de natureza basáltica.

Na S2, a C2a encontra-se a partir dos 1,6 m de profundidade até ao final da furação.

De referir que tanto na S5 como na S6 foi possível obter ensaios SPT, tendo estes apresentado valores entre as 9 e as 8 pancadas, respetivamente, traduzindo numa compacidade solta.

Quanto à subunidade C2b, referente à rocha de natureza basáltica, apesar de ter sido detetada nas sondagens S5 e S4 a partir dos 2,8 m, foi na S3 que esta unidade foi encontrada com maior expressão e mais superficial, sensivelmente a partir dos 1,8 m até aos 3,30 m. Os testemunhos obtidos na S3 revelam uma bancada rochosa pouco fraturada e pouco alterada. Apresenta-se vacuolar, de cor cinzenta e com uma textura afanítica. Denota um RQD de 70 %, revelando uma qualidade média qualidade, quanto a esse índice de qualidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos vulcânicos atravessados durante a perfuração incluíram: aterros (C1), clinker e basalto, correspondendo às unidades geológico geotécnicas C1, C2a e C2b, respetivamente.

Tendo em consideração o objetivo da obra para substituição das condutas adutoras de Ponta Delgada, entre a Alameda de Santa Teresa e o nó de Belém, de acordo com a informação obtida pelo cliente, as profundidades previstas para escavação apresentam um valor médio de 1,3 m, um mínimo de 1,24 m e um máximo de 1,60 m.

Neste contexto, as escavações previstas para instalação das adutoras irão interetar, essencialmente, os materiais de aterro e o clinker. Estes materiais são escaváveis com recurso a meios tradicionais de terraplanagem, o que não inviabiliza a necessidade de se recorrer a rippers ou a martelos pneumáticos para desmonte de blocos de basalto de maiores dimensões que venham a ser encontrados em fase de obra.

Porém mais a norte da zona onde foi efetuada a S1, em particular no entroncamento da estrada regional com a Alameda de Santa Teresa, é expectável o surgimento de substrato rochoso a partir dos 1,20 m (aferido por prospeção geológica realizada no passado pelo LREC).

No caso dos basaltos (C2b), estes terão de ser escavados com máquina equipada com ripper e martelo demolidor. 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, 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 vem 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.

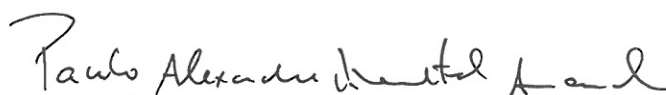
Para além do referido, a zona em questão é muito sensível no que toca à presença de infraestruturas subterrâneas (e.g., cabo de alta voltagem em contínuo), pelo que deverá haver um acompanhamento permanente na abertura de valas pelas entidades com responsabilidade nas infraestruturas que por lá passam.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- NUNES, J.C. (1991) - Microssismos e neotectónica: contribuição para o seu estudo nos Açores. Tese APCC, Universidade dos Açores, 245 p.
- NP EN 1998-1:2010 – Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios.
- RSA (1983) – Regulamento de Segurança e Ações em Edifícios e Pontes. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).
- 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.
- TERZAGHI, K. & PECK, R. B. (1967) - Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd edition, John Wiley & Sons, 729 p.
- ZBYSZEWSKI, G., FERREIRA, O.V. e ASSUNÇÃO, C.T. (1959) - Carta Geológica de Portugal na escala 1:50000. Not. explicativa da folha A, S. Miguel (Açores). Pub. Serv. Geol. de Portugal, 22 p.

Ponta Delgada, Laboratório Regional de Engenharia Civil, março de 2019.

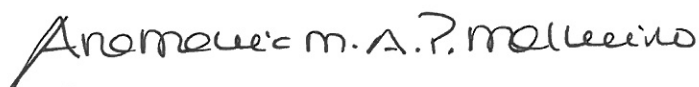
AUTORIA


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

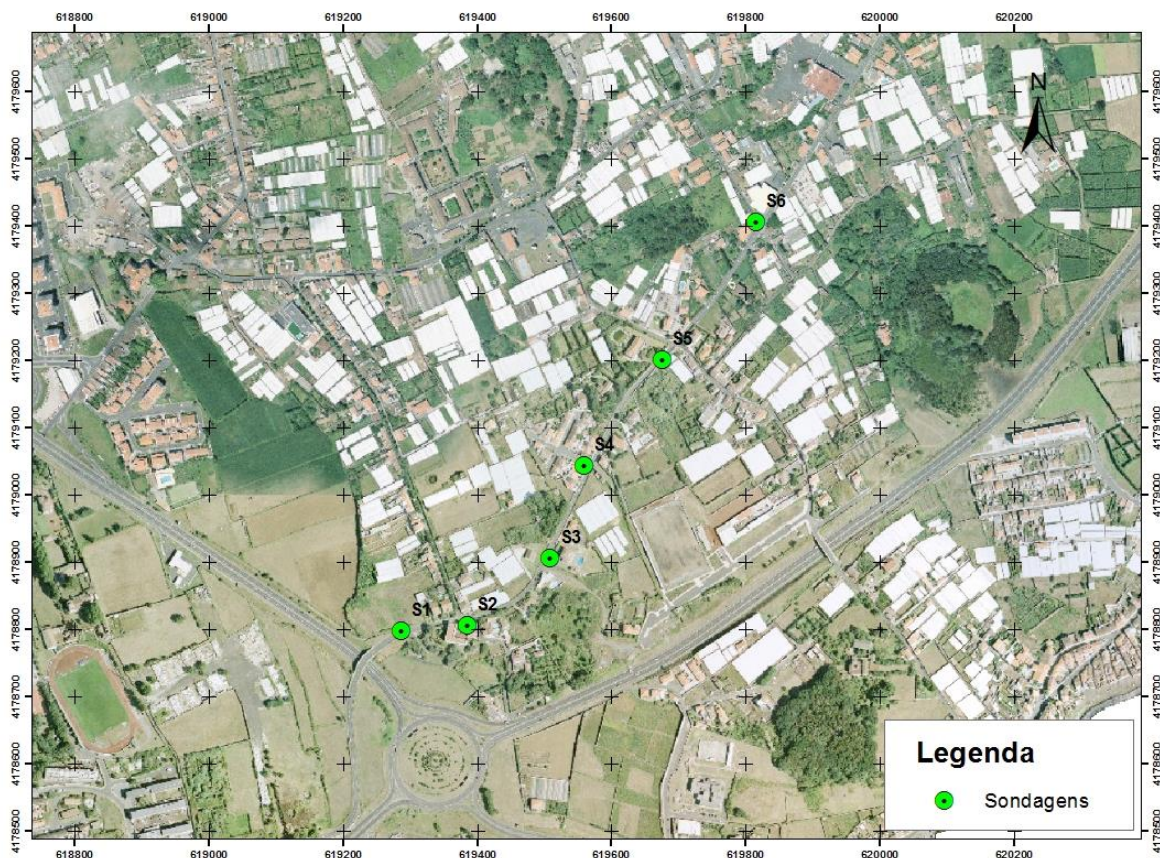


Francisco de Sousa Fernandes

ANEXOS

- **Localização da sondagem**
- **Fotografia da caixa com os testemunhos recolhidas ao longo da furação**
- **Diagrama da sondagem**

Localização das sondagens



Localização e designação das sondagens

Fotografias das caixas de sondagem



Foto 1 – Testemunhos obtidos na S1.



Foto 2 – Testemunhos obtidos na S2.



Foto 3 – Testemunhos obtidos na S3.



Foto 4 – Testemunhos obtidos na S4.



Foto 5 – Testemunhos obtidos na S5.



Foto 6 – Testemunhos obtidos na S6.

Diagramas de sondagem

LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



DIAGRAMA DE SONDAGEM

CLIENTE	SMAS	COORDENADAS BOCA FURO	EQUIPAMENTO:	Rotatéc RL-48
PROJETO	Subst. das adutoras de água	X 619287,6127	INCLINAÇÃO:	Vertical
LOCAL	Ponta Delgada	Y 4178799,0861	DIÂMETRO FURO:	101 m
SONDAGEM Nº	S1	Z 33,7029	NÍVEL DE ÁGUA:	Nd
DATA REALIZAÇÃO	19/03/2019	PROFUNDIDADE MÁXIMA:	3,2 m	

DATA REALIZAÇÃO: 10/03/2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Profundidade (m)	Prof. Nível de Água	Unidade Geol-Geot	Log. Estratigráfico	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	SOLOS												ROCHA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
					Ensaio Lab.	Nº. PANCADAS SPT / 30 cm						RECUP. (%)						* GRAU METEORIZAÇÃO	* FRACTURAÇÃO	* RQD (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	10	20				30	40	50	60	70	80	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

OBSERVAÇÕES

ENSAIOS LAB.
G - Granulometria
LA - Limites de Atterberg
IF - índices físicos
Tri - Ensaio Triaxial
Ed - Ensaio edométrico
C.U - Compressão Uniaxial

Manobra de perfuração
* ISRM (1981). Basic geotechnical description of rock masses.
Int. Journal of rock Mechanics and Mining Sciences and
Geomechanics Abstracts, vol. 18, pp. 85-110.

Elaborado por: Paulo A. L. Data 05-04-2019

Verificado por: Amelino Data 05-04-2019

LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



DIAGRAMA DE SONDAGEM

CLIENTE	SMAS	COORDENADAS BOCA FURO	EQUIPAMENTO:	Rotatéc RL-48
PROJETO	Subst. das adutoras de água	X 619385,6186	INCLINAÇÃO:	Vertical
LOCAL	Ponta Delgada	Y 4178806,597	DIÂMETRO FURO:	101 m
SONDAGEM Nº	S2	Z 34,2779	NÍVEL DE ÁGUA:	Nd
DATA REALIZAÇÃO	19/03/2019	PROFUNDIDADE MÁXIMA:	3,2 m	

Profundidade (m)	Prof. Nível de Água	Unidade Geol-Geot	Log. Estratigráfico	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	SOLOS						ROCHA									
					Ensaio Lab.	Nº. PANCADAS SPT / 30 cm					RECUP. (%)					* GRAU METEORIZAÇÃO	* FRACTURAÇÃO	* RQD (%)		
						10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
0				AT (Aterro): Trata-se de cascalhos (2-64mm) e blocos rochosos (>654m) misturados com areias de grão grosso. A matriz arenosa apresenta tons castanhos. Não plástico.																
1				C1														-	-	-
2				C2a														-	-	-
3																				
4																				
5																				

OBSERVAÇÕES

ENSAIOS LAB.	
G - Granulometria	Manobra de perfuração
LA - Limites de Atterberg	* ISRM (1981). Basic geotechnical description of rock masses.
IF - índices físicos	Int. Journal of rock Mechanics and Mining Sciences and
Tri - Ensaio Triaxial	Geomechanics Abstracts, vol. 18, pp. 85-110.
Ed - Ensaio edométrico	
C.U - Compressão Uniaxial	

Elaborado por: Rafael Data 05-04-2019

Verificado por: Amoliceiro Data 05-04-2019

LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



DIAGRAMA DE SONDAGEM

CLIENTE	SMAS	COORDENADAS BOCA FURO	EQUIPAMENTO:	Rotatéc RL-48
PROJETO	Subst. das adutoras de água	X 619509,7344	INCLINAÇÃO:	Vertical
LOCAL	Ponta Delgada	Y 4178906,7278	DIÂMETRO FURO:	101 m
SONDAGEM Nº	S3	Z 34,6769	NÍVEL DE ÁGUA:	Nd
DATA REALIZAÇÃO	20/03/2019	PROFUNDIDADE MÁXIMA:	3,3 m	

Profundidade (m)	Prof. Nível de Água	Unidade Geol-Geot	Log. Estratigráfico	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	SOLOS						ROCHA										
					Ensaio Lab.	Nº. PANCADAS SPT / 30 cm						RECUP. (%)		* GRAU METEORIZAÇÃO	* FRACTURAÇÃO	* RQD (%)					
						10	20	30	40	50	60	70	80				90	100			
0				C1 AT (Aterro): Trata-se de cascalhos (2-64mm) e blocos rochosos (>654m) misturados com areias de grão grosso. A matriz arenosa apresenta tons cinzas. Não plástico. Dimensão máxima dos clastos 10 cm.																	
1				C2a CI (Clinker) – Clastos rochosos da dimensão dos blocos e cascalhos de textura escoriácea, misturados com areias. Não plástico. Dimensão máxima dos blocos: 30 cm																	
2				C2b ELB – Escoda lávica de natureza basáltica. Rocha basáltica vacuolar e de cor cinzenta. Denota textura afanítica, sem presença de fenocristais visíveis. Não denota alteração e apresenta uma fraturação afastada. Fim da sondagem: 3,20 m																	
3																					
4																					
5																					

OBSERVAÇÕES

ENSAIOS LAB.

G - Granulometria
LA - Limites de Atterberg
IF - índices físicos
Tri - Ensaio Triaxial
Ed - Ensaio edométrico
C.U - Compressão Uniaxial

Manobra de perfuração
* ISRM (1981). Basic geotechnical description of rock masses.
Int. Journal of rock Mechanics and Mining Sciences and
Geomechanics Abstracts, vol. 18, pp. 85-110.

Elaborado por: Pinto, André Data: 05-04-2019

Verificado por: Amorim, João Data: 05-04-2019

LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



DIAGRAMA DE SONDAGEM

CLIENTE	SMAS	COORDENADAS BOCA FURO	EQUIPAMENTO:	Rotatec RL-48
PROJETO	Subst. das adutoras de água	X 619559,2624	INCLINAÇÃO:	Vertical
LOCAL	Ponta Delgada	Y 4179044,6239	DIÂMETRO FURO:	101 m
SONDAGEM Nº	S4	Z 35,3919	NÍVEL DE ÁGUA:	Nd
DATA REALIZAÇÃO	20/03/2019	PROFUNDIDADE MÁXIMA:	3,1 m	

Profundidade (m)	Prof. Nível de Água	Unidade Geol-Geot	Log. Estratigráfico	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	SOLOS						ROCHA								
					Ensaio Lab.	Nº. PANCADAS SPT / 30 cm						RECUP. (%)		* GRAU METEORIZAÇÃO	* FRACTURAÇÃO	* RQD (%)			
						10	20	30	40	50	60	70	80				90	100	
0				AT (Aterro): Trata-se de cascalhos (2-64mm) e blocos rochosos (>654m) misturados com areias de grão grosso. A matriz arenosa apresenta tons castanhos. Não plástico.															
1				C1															
2				C2a															
3				C2b															
4																			
5																			

OBSERVAÇÕES

ENSAIOS LAB.
 G - Granulometria
 LA - Limites de Atterberg
 IF - índices físicos
 Tri - Ensaio Triaxial
 Ed - Ensaio edométrico
 C.U - Compressão Uniaxial

Manobra de perfuração
 * ISRM (1981). Basic geotechnical description of rock masses. Int. Journal of rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, vol. 18, pp. 85-110.

Elaborado por: Paulo Lenc Data 05-04-2019

Verificado por: Amadeu Data 05-04-2019

LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



DIAGRAMA DE SONDAGEM

CLIENTE	SMAS	COORDENADAS BOCA FURO	EQUIPAMENTO:	Rotatec RL-48
PROJETO	Subst. das adutoras de água	X 619676,2971	INCLINAÇÃO:	Vertical
LOCAL	Ponta Delgada	Y 4179202,0676	DIÂMETRO FURO:	101 m
SONDAGEM Nº	S5	Z 36,7797	NÍVEL DE ÁGUA:	Nd
DATA REALIZAÇÃO	21/03/2019	PROFUNDIDADE MÁXIMA:	3,0 m	

Profundidade (m)	Prof. Nível de Água	Unidade Geol-Geot	Log. Estratigráfico	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	SOLOS						ROCHA								
					Ensaio Lab.	Nº. PANCADAS SPT / 30 cm						RECUP. (%)	* GRAU METEORIZAÇÃO	* FRACTURAÇÃO	* RQD (%)				
						10	20	30	40	50	60					70	80	90	100
0				C1 AT (Aterro): Trata-se de cascalhos (2-64mm) e blocos rochosos (>654m) misturados com areias de grão médio a grosso. A matriz arenosa apresenta tons cinzentos. Não plástico.															
1				C2a CI (Clinker) - Trata-se de blocos e cascalhos rochosos de textura escoriácea, misturados com areias. Não plástico. Dimensão máxima dos blocos: 17 cm NSPT 1,5 m (2+4+5)															
2																			
3				C2b ELB – Escuada lávica de natureza basáltica. Rocha basáltica vacuolar e de cor cinzenta. Denota textura afanítica, sem presença de fenocristais visíveis. Fim da sondagem: 3,0 m															
4																			
5																			

OBSERVAÇÕES

ENSAIOS LAB.

G - Granulometria
LA - Limites de Atterberg
IF - índices físicos
Tri - Ensaio Triaxial
Ed - Ensaio edométrico
C.U - Compressão Uniaxial

Manobra de perfuração

* ISRM (1981). Basic geotechnical description of rock masses.
Int. Journal of rock Mechanics and Mining Sciences and
Geomechanics Abstracts, vol. 18, pp. 85-110.

Elaborado por: Paula Land Data 05-04-2019

Verificado por: Amelkewo Data 05-04-2019

LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



DIAGRAMA DE SONDAGEM

CLIENTE	SMAS	COORDENADAS BOCA FURO	EQUIPAMENTO:	Rotatéc RL-48
PROJETO	Subst. das adutoras de água	X 619815,6007	INCLINAÇÃO:	Vertical
LOCAL	Ponta Delgada	Y 4179406,7138	DIÂMETRO FURO:	101 mm
SONDAGEM Nº	S6	Z 40,4571	NÍVEL DE ÁGUA:	Nd
DATA REALIZAÇÃO	21/03/2019	PROFUNDIDADE MÁXIMA:	3,2 m	

Profundidade (m)	Prof. Nível de Água	Unidade Geol-Geot	Log. Estratigráfico	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA	SOLOS										ROCHA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
					Ensaio Lab.	Nº. PANCADAS SPT / 30 cm						RECUP. (%)				* GRAU METEORIZAÇÃO	* FRACTURAÇÃO	* RQD (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
						10	20	30	40	50	60	10	20	30	40				50	60	70	80	90	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0				AT (Aterro): Trata-se de cascalhos (2-64mm) e blocos rochosos (>654m) misturados com areias de grão grosso. A matriz arenosa apresenta tons castanhos. Não plástico.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			</

OBSERVAÇÕES

ENSAIOS LAB.
 G - Granulometria
 LA - Limites de Atterberg
 IF - Índices físicos
 Tri - Ensaio Triaxial
 Ed - Ensaio edométrico
 C.U - Compressão Uniaxial

Manobra de perfuração
 * ISRM (1981). Basic geotechnical description of rock masses. Int. Journal of rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, vol. 18, pp. 85-110.

Elaborado por: Paulo André Data 05-04-2019

Verificado por: Amelkenn Data 05-04-2019