



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

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

ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO NO
TERRENO ONDE SE PRETENDE
CONSTRUIR A UNIDADE DE SAÚDE DA
MAIA, CONCELHO DA RIBEIRA GRANDE

RELATÓRIO 109/2023

Trabalho realizado para
Direção Regional das Obras Públicas
Ponta Delgada, dezembro de 2023



REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

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

SERVIÇO DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO

ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO NO TERRENO ONDE SE PRETENDE CONSTRUIR A
UNIDADE DE SAÚDE DA MAIA, CONCELHO DA RIBEIRA GRANDE

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Relatório ID: LREC/SGSP – RELATÓRIO 109/2023
Proc. ID: Proc. 541
LREC/CD - Cota ID: 624.131
M755e
Autor(s) ID: Letícia da Conceição Melo Moniz Alves da Cunha
Eng.ª Civil, Mestre em Geotecnia
Ana Maria Mota de Albergaria Pacheco Malheiro
Geóloga, Mestre em Vulcanologia e Riscos Geológicos
André Almeida Santos
Eng.º Civil, Mestre em Construção
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.....	5
2.1	Localização	5
2.2	Geologia e tectónica.....	6
3	TRABALHOS DESENVOLVIDOS.....	8
3.1	Poços de observação.....	8
3.2	Ensaiois laboratoriais.....	19
3.3	Ensaiois de carga com placa	22
4	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA: RESULTADOS OBTIDOS.....	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
	ANEXOS	31

ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO NO TERRENO ONDE SE PRETENDE CONSTRUIR A UNIDADE DE SAÚDE DA MAIA, CONCELHO DA RIBEIRA GRANDE

1 INTRODUÇÃO

Foi solicitado ao Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC), pela Direção Regional das Obras Públicas (DROP), um estudo geológico e geotécnico no terreno onde se pretende construir a Unidade de Saúde da Maia, concelho da Ribeira Grande.

Nesta sequência, o LREC providenciou a deslocação de uma equipa técnica ao local em apreço no dia 8 de novembro do corrente ano, por forma a proceder à realização do trabalho de campo, nomeadamente a abertura de poços de observação e a recolha de amostras com vista à sua caracterização em laboratório. Os ensaios de carga com placa foram realizados no dia 29-11-2023.

Neste documento efetua-se uma descrição, do ponto de vista macroscópico, da constituição geológica ocorrente e são definidas as unidades geológicas e geotécnicas de interesse. Por fim, tecem-se algumas considerações de âmbito geotécnico.

2 ENQUADRAMENTO GERAL DA ÁREA

2.1 Localização

O terreno onde se pretende construir a Unidade de Saúde da Maia situa-se na rua do Divino Espírito Santo, concelho da Ribeira Grande, ilha de São Miguel (Figura 1). Importa referir que aquando da chegada ao local verificou-se que uma faixa de terreno, com cerca de 18 m, encontra-se cultivada (Figura 1), e por este motivo não foi abrangida pelo estudo geológico e geotécnico.

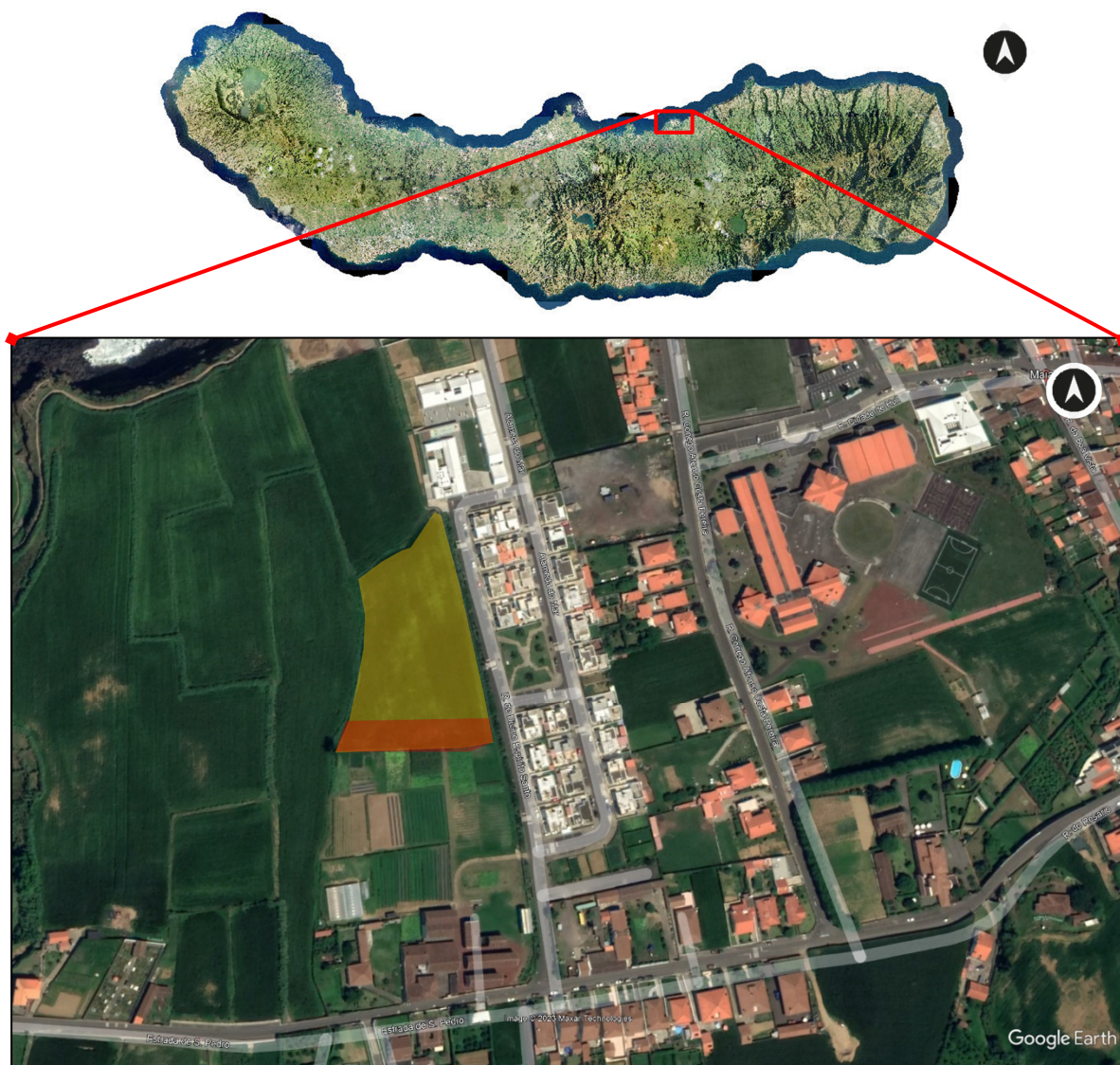


Figura 1 – Delimitação, a amarelo, do terreno alvo de estudo. A vermelho demarca-se uma faixa do terreno que se encontrava cultivada (*Google Earth* - 12/2023).

2.2 Geologia e tectónica

A freguesia da Maia situa-se numa zona de transição entre o sistema vulcânico do Fogo e o sistema vulcânico fissural do Congro, na designada Plataforma do Norte, uma das oito unidades geomorfológicas definidas por Zbyszewski (1959 e 1961) para a ilha de São Miguel.

Dada a presença destes dois sistemas vulcânicos, encontra-se uma diversidade de produtos vulcânicos, desde piroclastos pomíticos a basálticos e escoadas lávicas de natureza basáltica. As estruturas identificadas nestes dois sistemas vulcânicos definem uma direção predominante NW-SE a WNW-ESE, bem marcada pelo alinhamento dos centros eruptivos (cones de escórias e domos lávicos) e pela direção de algumas linhas de água.

Do ponto de vista geológico, de uma forma genérica, no terreno de interesse foram intersetados depósitos de piroclastos pomíticos de queda e/ou de fluxo, com diferentes dimensões granulométricas (níveis de cinzas e *lapilli*), apresentando-se cobertos por uma camada de solo vegetal.

A análise de documentos históricos e os dados da sismicidade instrumental (*e.g.*, INMG e LNEC, 1986; Nunes, 1991) permitem constatar que a ilha de São Miguel tem sido bastante afetada por eventos de natureza sismo-vulcânica. A atividade sísmica tem, no entanto, sido mais importante ao nível dos vulcões poligenéticos ativos e estruturas submarinas associadas, verificando-se que o sistema vulcânico do Fogo e o sistema fissural do Congro evidenciam índices de sismicidade elevados.

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

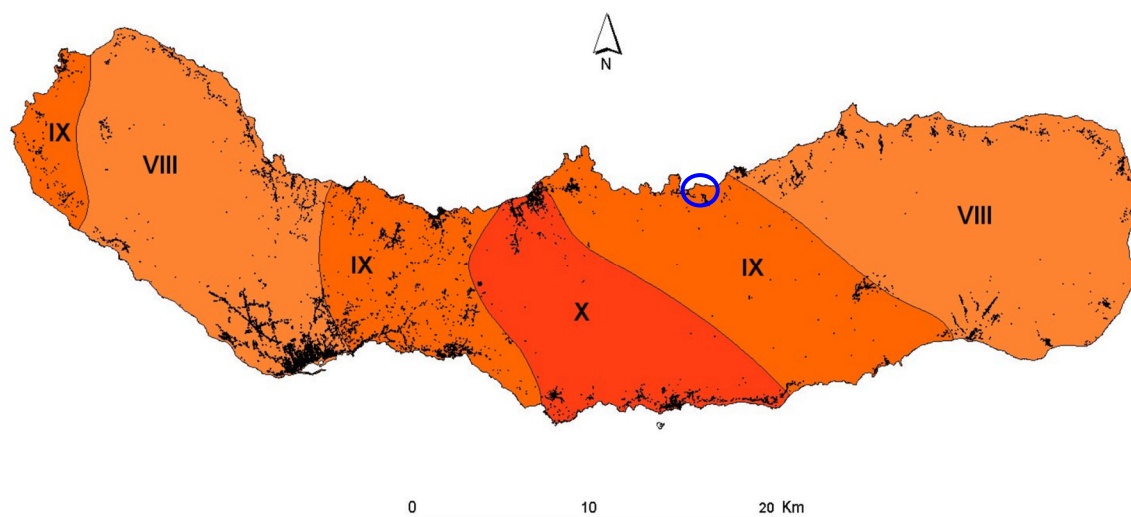


Figura 2 – Carta de intensidades máximas históricas para a ilha de S. Miguel (Silveira, 2002). Zona em análise assinalada a azul.

De acordo com o Eurocódigo 8 (NP EN 1998: Parte 1 e 5), 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 5, devendo, como tal, adotar-se o tipo de terreno C.

3 TRABALHOS DESENVOLVIDOS

De acordo com o plano de trabalhos proposto pelo LREC, o referido estudo geológico e geotécnico compreendeu o seguinte:

- i) Abertura de oito poços de observação, doravante designados de P1 a P8;
- ii) Ensaios laboratoriais para identificação e caracterização geológica dos materiais intersetados nos poços de observação;
- iii) Ensaios de carga com placa
- iv) Interpretação dos resultados.

3.1 Poços de observação

A natureza geológica do terreno onde se pretende construir a Unidade de Saúde da Maia foi descrita pelo LREC a partir da execução de oito poços de observação.

Para a realização destes poços recorreu-se a uma escavadora do tipo *bobcat*, tendo-se atingido a profundidade máxima de 4,00 m, a partir da cota da superfície natural do terreno. Todos os poços foram dados por concluídos quando foi alcançada a capacidade máxima do equipamento de escavação. Ao longo da abertura dos poços não foi detetado nenhum nível de água.

A localização dos poços é apresentada na Figura 3 através da fotografia aérea. As coordenadas e as profundidades alcançadas nos poços de observação são indicadas no Quadro I.



Figura 3 – Localização, em fotografia aérea, dos poços de observação realizados. A vermelho assinala-se a faixa de terreno que se encontrava cultivada, por isso fora do âmbito da prospeção (Google Earth).

Quadro I - Localização planimétrica e profundidade máxima alcançada nos poços de observação.

Poço nº	Latitude	Longitude	Profundidade alcançada (m)
P1	37°49'53.69"N	25°23'40.47"W	3,70
P2	37°49'52.96"N	25°23'40.33"W	3,70
P3	37°49'52.20"N	25°23'40.08"W	3,70
P4	37°49'54.03"N	25°23'39.35"W	3,80
P5	37°49'52.92"N	25°23'38.97"W	3,90
P6	37°49'51.80"N	25°23'38.66"W	3,70
P7	37°49'53.34"N	25°23'39.73"W	3,65
P8	37°49'52.26"N	25°23'39.29"W	4,00

Nos Quadros II a IX apresenta-se a descrição litoestratigráfica do terreno ocorrente na abertura dos poços de observação, acompanhada por um registo fotográfico.

Quadro II - Descrição do poço de observação P1.

Nº Poço		Prof. máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P1		3,70	Não	08-11-2023
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,30	Solo vegetal		
0,30	0,80	Solo castanho areno-siltoso		
0,80	1,15	Nível de pedra-pomes, muito fina, de cor amarelada		
1,15	2,50	Solo castanho silto-arenoso		
2,50	3,70	Solo acinzentado areno-siltoso, por vezes com pequenos líticos		
> 3,70		Solo acinzentado silto-arenoso		

Observações: Recolha de amostras aos 3,50 m.



Figura 4 – Vista do P1.

Quadro III - Descrição do poço de observação P2.

Nº Poço		Prof. máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P2		3,70	Não	08-11-2023
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,40	Solo vegetal		
0,40	1,30	Solo castanho areno-siltoso		
1,30	1,60	Nível de pedra-pomes, muito fina, de cor amarelada		
1,60	3,70	Solo castanho silto-arenoso		



Figura 5 – Vista do P2.

Quadro IV - Descrição do poço de observação P3.

Nº Poço		Prof. máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P3		3,70	Não	08-11-2023
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,40	Solo vegetal		
0,40	1,30	Solo castanho areno-siltoso		
1,30	1,60	Nível de pedra-pomes, muito fina, de cor amarelada		
1,60	3,70	Solo castanho silto-arenoso		
> 3,70		Solo cinzento areno-siltoso		



Figura 6 – Vista do P3.

Quadro V - Descrição do poço de observação P4.

Nº Poço		Prof. máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P4		3,80	Não	08-11-2023
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,40	Solo vegetal		
0,40	0,80	Solo amarelado silto-arenoso		
0,80	1,50	Solo castanho areno-siltoso		
1,50	1,75	Nível de pedra-pomes, muito fina, de cor amarelada		
1,75	3,80	Solo castanho silto-arenoso		

Observações: A 1,20 m de profundidade procedeu-se à determinação do peso volúmico *in situ*.



Figura 7 – Vista do P4.

Quadro VI - Descrição do poço de observação P5.

Nº Poço		Prof. máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P5		3,90	Não	08-11-2023
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,30	Solo vegetal		
0,30	0,65	Solo amarelado silto-arenoso		
0,65	1,40	Solo castanho areno-siltoso		
1,40	1,75	Nível de pedra-pomes, muito fina, de cor amarelada		
1,75	3,90	Solo castanho silto-arenoso		



Figura 8 – Vista do P5.

Quadro VII - Descrição do poço de observação P6.

Nº Poço		Prof. máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P6		3,70	Não	08-11-2023
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,45	Solo vegetal		
0,45	0,70	Solo amarelado silto-arenoso		
0,70	1,60	Solo castanho areno-siltoso		
1,60	1,90	Nível de pedra-pomes, muito fina, de cor amarelada		
1,90	3,70	Solo castanho silto-arenoso		



Figura 9 – Vista do P6.

Quadro VIII - Descrição do poço de observação P7.

Nº Poço		Prof. máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P7		3,65	Não	08-11-2023
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,40	Solo vegetal		
0,40	1,30	Solo castanho silto-arenoso		
1,30	1,60	Nível de pedra-pomes, muito fina, de cor amarelada		
1,60	3,15	Solo castanho areno-siltoso		
3,15	3,65	Solo castanho acinzentado silto-arenoso		

Observações: Recolha de amostra aos 1,20 m e aos 3,00 m. A 1,00 m de profundidade procedeu-se à determinação do peso volúmico *in situ*.



Figura 10 – Vista do P7.

Quadro IX - Descrição do poço de observação P8.

Nº Poço		Prof. máxima alcançada (m)	Presença de água	Data de realização
P8		4,00	Não	08-11-2023
Profundidades (m)		Descrição geológica do terreno		
0,00	0,35	Solo vegetal		
0,35	0,70	Solo amarelado silto-arenoso		
0,70	1,60	Solo castanho areno-siltoso		
1,60	2,00	Nível de pedra-pomes, muito fina, de cor amarelada		
2,00	4,00	Solo castanho silto-arenoso		



Figura 11 – Vista do P8.

Na Figura 12 apresenta-se uma vista geral da localização dos 8 poços de observação realizados.



Figura 12 – Vista geral os 8 poços de observação realizados.

3.2 Ensaios laboratoriais

Foram recolhidas três amostras representativas para caracterização em laboratório, através da realização de ensaios de identificação. As amostras foram obtidas nos poços P1 (1 amostra) e P7 (2 amostras). O peso volúmico *in situ* foi determinado nos poços P4 (1,20 m) e P7 (1,00 m), na mesma litologia. No Quadro X apresenta-se a listagem dos ensaios laboratoriais realizados e respetivos documentos normativos.

Quadro X - Documentos normativos de referência para os ensaios laboratoriais realizados.

	Ensaio Laboratorial	Documento Normativo
Ensaio de identificação	Classificação unificada de solos	ASTM D 2487-00
	Análise granulométrica	LNEC E 239
	Limites de consistência	NP 143
	Teor em água	NP 84
	Densidade das partículas sólidas	NP 83 / NP 581
	Peso volúmico <i>in situ</i>	Procedimento interno

No Quadro XI apresentam-se os resultados obtidos nos ensaios de identificação realizados, para cada amostra.

Quadro XI - Resultados obtidos nos ensaios de identificação.

Amostra nº	Poço (Prof.)	Gs	w (%)	Análise granulométrica (%)			Limites de Consistência (%)			Classificação Unificada Revista
				Casc.	Areia	Silte + Argila	LL	LP	IP	
39894	P1 (3,50 m)	1,83	52,1	16,3	51,0	32,7	NP	NP	NP	SM – Areia siltosa com cascalho
39891	P7 (1,20 m)	2,54	40,5	2,1	46,6	51,3	NP	NP	NP	ML – Silte arenoso
39893	P7 (3,00)	2,60	53,0	12,1	58,0	29,9	NP	NP	NP	SM – Areia siltosa

Em anexo encontram-se os boletins de ensaio referentes aos ensaios laboratoriais realizados.

O peso volúmico *in situ* foi determinado para as duas amostras recolhidas. Este parâmetro foi obtido através de amostradores cravados no terreno, com a aplicação de um procedimento interno do LREC, tendo sido alcançados os resultados apresentados no Quadro XII.

Quadro XII - Peso volúmico *in situ*.

Amostra nº	Poço (Prof.)	Peso volúmico húmido médio (g/cm ³)	Peso volúmico seco médio (g/cm ³)
--	P4 (1,2 m)	1,340	0,960
39891	P7 (1,00 m)	1,135	0,820

Tendo em consideração o peso volúmico *in situ*, a densidade das partículas (que para o P4 assumiu-se ser a mesma que o P7, pois trata-se do mesmo material) e as relações massa/volume do solo (Aysen, 2005), é possível determinar um conjunto de parâmetros físicos do material como, por exemplo, a porosidade, o índice de vazios e o grau de saturação, entre outros (Quadro XIII).

Quadro XIII - Propriedades físicas.

Amostra	Teor em água w (%)	Peso volúmico húmido γ_h - (kN/m ³)	Peso volúmico seco γ_s - (kN/m ³)	Densidade das partículas G _s	Volume de sólidos V _s - (m ³)	Volume de vazios V _v - (m ³)	Volume de água V _w - (m ³)	Índice de vazios e	Porosidade n - (%)	Grau de saturação S _r - (%)	Peso volúmico saturado γ_{sat} - (kN/m ³)	Teor em água saturado w _{sat} - (%)	Peso volúmico submerso Y _{sub} - (g/cm ³)
			$\gamma_s = \gamma_d / (1 + w)$		$V_s = \gamma_s / (G_s \gamma_w)$	$V_v = 1 - V_s$	$V_w = (Y_d - \gamma_s) / \gamma_w$	$e = V_v / V_s$	$n = e / (1 + e)$	$S_r = G_s w / e$	$\gamma_{sat} = \gamma_w (G_s + e) / (1 + e)$	$w_{sat} = V_v / \gamma_s$	$Y_{sub} = Y_{sat} - Y_w$
P4 (1,20m) -1	37,60	12,70	9,23	2,54	0,36	0,64	0,35	1,75	63,66	54,51	15,60	6,90	5,60
P4 (1,20m) -2	40,40	14,10	10,04	2,54	0,40	0,60	0,41	1,53	60,46	67,10	16,09	6,02	6,09
Média	39,00	13,40	9,64	2,54	0,38	0,62	0,38	1,64	62,06	60,81	15,84	6,46	5,84
39891 - 1	36,60	11,90	8,71	2,54	0,34	0,66	0,32	1,92	65,70	48,53	15,28	7,54	5,28
39891 - 2	40,20	10,80	7,70	2,54	0,30	0,70	0,31	2,30	69,67	44,45	14,67	9,04	4,67
Média	38,40	11,35	8,21	2,54	0,32	0,68	0,31	2,11	67,69	46,49	14,98	8,29	4,98

3.3 Ensaios de carga com placa

O presente trabalho incluiu também a execução de ensaios de carga com placa, os quais visaram, fundamentalmente, a caracterização *in situ* da deformabilidade do solo. No total, foram realizados 2 ensaios de carga: o EC1 e o EC2.

Os ensaios de carga com placa foram realizados nas proximidades dos poços P1 e P6, a cerca de 1,2 m e 1,0 m de profundidade, respetivamente. As formações caracterizadas correspondem ao solo castanho silto-arenoso e areno-siltoso respetivamente.

Os ensaios de carga com placa foram realizados de acordo com o estabelecido na norma BS 1377-9:1990. O ensaio consiste na aplicação de uma força estática, sucessivamente crescente (por patamares), sobre uma placa circular rígida com dimensões adequadas, registando-se os correspondentes assentamentos medidos sobre a mesma. Em cada patamar a carga é mantida constante até à estabilização dos assentamentos.

Como meio de reação utilizou-se uma retroescavadora, de modo a permitir a aplicação da força pretendida na placa. A deformação do solo foi medida com recurso a 3 defletómetros, posicionados de forma igualmente espaçada na placa de ensaio, em relação a uma estrutura de referência apoiada no terreno em três pontos devidamente afastados da zona de aplicação da força.

À cota da realização do ensaio, a superfície do terreno foi previamente regularizada, tendo-se procedido, quando necessário, ao espalhamento de uma fina camada de areia (0-1 cm), com o objetivo de regularizar o terreno de fundação, de modo a garantir o contacto da totalidade da superfície da placa com o terreno.

A aplicação da carga foi efetuada em incrementos a que correspondem escalões de tensão de 50 kPa. Os incrementos foram aplicados após a estabilização das deformações no patamar de tensão anterior. Após a obtenção da tensão máxima

definida para o ensaio, procedeu-se à descarga por patamares, registando-se as deformações recuperadas em cada um. De seguida, efetuou-se novo ciclo de carga e descarga, registando-se os respetivos valores obtidos.

Devido à limitação dos meios de reação disponíveis para aplicação de força no terreno e o tipo de litologia intersetada, utilizou-se a placa de 30 cm de diâmetro nos ensaios realizados. Neste ensaio, o resultado reflete tão somente o comportamento da camada superficial do material subjacente à placa, com uma espessura de duas a duas vezes e meia o diâmetro da mesma. Deste modo, os ensaios realizados espelham apenas o desempenho do solo até uma profundidade de 0,60 m a 0,75 m, abaixo da cota de ensaio.

Os resultados dos ensaios de carga efetuados são apresentados graficamente numa curva tensão/deformação nos relatórios de ensaio (em anexo). A partir desses resultados são ainda apresentados os módulos de deformabilidade secantes, calculados para a tensão máxima aplicada em cada ciclo de carga/descarga, para a trajetória de carga e para a trajetória de descarga.

Para além desses valores, é apresentado nos relatórios de ensaio, apenas com carácter indicativo, o valor da capacidade de carga recomendado, o qual é estimado a partir de correlações concebidas para obras rodoviárias.

Ressalva-se que o valor da “capacidade de carga” não representa a tensão de rotura do solo, mas sim um valor limite para a tensão de contacto das fundações, com o intuito de assegurar um melhor desempenho das construções. A este propósito, frisa-se que, atendendo a que se trata de um valor empírico destinado a obras rodoviárias, a sua validade será maior junto de edifícios de pequeno porte que possuam elementos de fundação de dimensões reduzidas e semelhantes entre si, transmitindo cargas ao solo de uma forma homogénea. Deste modo, com os valores da capacidade de carga indicados, pretende-se que a gama de deformações alcançadas pela estrutura seja compatível com o seu normal funcionamento.

No Quadro XIV apresentam-se os módulos de deformabilidade secantes calculados para a tensão máxima aplicada na trajetória de carga dos dois ciclos de carga/descarga, bem como a média dos módulos calculados para a trajetória de descarga.

Quadro XIV - Módulo de deformabilidade secante na trajetória de carga e descarga.

Ensaio	Diâmetro da Placa (mm)	Módulo Deformabilidade Secante		
		Trajetória de Carga		Trajetória de descarga
		1º Ciclo (MPa)	2º Ciclo (MPa)	Média (MPa)
EC1 (prox. P1)	300	4,2	10,5	30,5
EC2 (prox. P6)	300	7,3	10,1	18,9

Estes resultados mostram que no 1º ciclo de carga ocorreram deformações permanentes significativas, com módulos de deformabilidade muito modestos, entre 4,2 e 7,3 MPa. Este comportamento era expectável atendendo a que se trata de solos geologicamente muito recentes, por serem superficiais, e que nunca foram sujeitos a estados de tensão que tenham superado o peso próprio dos estratos sobrejacentes. Os resultados das trajetórias de descarga mostram, como esperado, valores de módulo de deformabilidade mais elevados, tendo-se alcançado valores médios na ordem dos 18,9 e os 30,5 MPa, para o EC2 e EC1, respetivamente. Com efeito, com a aplicação do primeiro ciclo de carga, o material adensou devido a uma redução dos vazios (compactação), e mesmo com a expulsão de alguma água dos poros (consolidação), passando a exibir um desempenho claramente superior.

4 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA: RESULTADOS OBTIDOS

Com base na observação dos poços realizados, pode considerar-se que o terreno em questão é constituído, até às profundidades prospectadas, por duas formações geológicas:

C1 – Solo vegetal

C2 – Piroclastos de queda e/ou de fluxo de natureza pomítica

Unidade geológica C1 – Solo vegetal

No geral, são solos areno-siltosos com raízes. Não denotam plasticidade quando húmidos e apresentam tons acastanhados. Esta unidade foi intersetada em todos os poços de observação, com espessuras variáveis entre os 0,30 m e os 0,45 m.

Unidade geológica C2 – Piroclastos de queda e/ou de fluxo

A unidade geológica-geotécnica C2 corresponde a depósitos piroclásticos pomíticos (DPP). Esta unidade foi observada em toda a profundidade dos poços de observação. Corresponderá por isso, ao solo de fundação dos edifícios a construir neste terreno.

Estes depósitos piroclásticos pomíticos castanhos amarelados, areno-siltosos, ou silto-arenosos apresentam uma intercalação de um nível de pedra-pomes, geralmente com granulometria fina, de cor amarelada, com espessura variável entre os 25 e os 40 cm. A profundidades superiores aos 3 m observou-se que estes depósitos assumiam uma cor castanho acinzentada. No conjunto, este depósito de piroclastos pomíticos apresenta uma espessura que variou entre mais de 3,25 m (nos P6 e P7) e mais de 3,65 m no P8. Estes solos não apresentam plasticidade quando húmidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi solicitado ao Laboratório Regional de Engenharia Civil, pela Direção Regional das Obras Públicas, a realização de um estudo geológico e geotécnico para apoio à construção da Unidade de Saúde da Maia, concelho da Ribeira Grande, na ilha de São Miguel.

O estudo geológico e geotécnico compreendeu a caracterização geológica através da execução de poços de observação e da realização de ensaios laboratoriais e de campo.

A abertura de oito poços de observação permitiu identificar duas unidades geológicas e geotécnicas: C1 – Solo Vegetal, C2 – Piroclastos de queda e/ou de fluxo de natureza pomítica

A unidade geológica e geotécnica C1 (solo vegetal) é superficial. Pelas suas características, e pelo acima referido, não é adequada para servir de terreno de fundação, pelo que deve ser removida.

Atendendo à expressão da unidade geológica e geotécnica C2, que consiste em piroclastos de queda e/ou de fluxo, de natureza pomítica, areno-siltosos ou silto-arenosos, esta deverá corresponder ao solo de fundação da Unidade de Saúde da Maia. Tendo em conta a juvenilidade deste material à escala geológica, e o ensaio de carga realizado, as tensões admissíveis para este material, sem qualquer tipo de tratamento, deverão situar-se, no máximo, nos 50 kPa, devendo, nessa situação, assumir-se como módulos de deformabilidade valores em torno dos 4 MPa.

Caso se pretenda incrementar as tensões admissíveis, será necessário recorrer a medidas de reforço e/ou melhoramento do terreno. Uma alternativa possível consiste na substituição da formação C2, na espessura de cerca de 60 cm, abaixo da cota das fundações, por um material mais competente (*e.g.* bagacinas - material natural abundante na ilha de S. Miguel), devidamente compactado. Estes materiais, mesmo sem tratamento, de um modo geral, têm um bom desempenho como

material de aterro e, se devidamente compactados, podem apresentar tensões admissíveis na ordem dos 250 kPa.

O solo natural, à cota a partir da qual será realizado o aterro, deverá ser estabilizado com recurso a um compactador. Esta medida permite um ligeiro melhoramento da capacidade de carga do aterro a construir. Após este processo, na interface do terreno natural e o aterro deverá ser colocada uma manta geotêxtil para não ocorrer a contaminação do aterro, por parte do solo natural.

No final da execução do aterro deverão ser executados ensaios de carga com placa de modo a determinar o comportamento do aterro.

No que diz respeito à escavabilidade das formações existentes, estas poderão ser removidas com o recurso a meios mecânicos correntes (*e.g.*, retroescavadoras, pás escavadoras, etc.).

Finalmente, de referir que até às profundidades alcançadas na prospeção não foi detetado nenhum nível de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYSEN, A. (2005) - Soil mechanics – basic concepts and engineering applications. Taylor & Francis Group plc, London, UK. 457 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.

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., VEIGA FERREIRA, O. E TORRE DE ASSUNÇÃO, C. (1959) - Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50 000. Notícia explicativa da Folha A, S. Miguel (Açores). Publ. Serv. Geol. de Portugal, 22p. Lisboa.

Documentos normativos

ASTM D 2487-00 – Standard practice for classification of soils for engineering purposes (unified soil classification system).

BS 1377-9: 1990 – Methods of test for soils for civil engineering purposes – Part 9: in-situ tests

LNEC E239: 1970 – Solos. Análise granulométrica por peneiração húmida.

NP 83: 1965 – Solos – Determinação da densidade das partículas.

NP 84: 1965 – Solos. Determinação do teor em água.

NP 143: 1969 – Solos. Determinação dos limites de consistência.

NP 581: 1969 – Determinação das massas volúmicas e da absorção de água de britas e godos.

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

Ponta Delgada, Laboratório Regional de Engenharia Civil, dezembro de 2023.

AUTORIA

Letícia da Conceição Melo Moniz Alves da Cunha
Eng^a Civil, Mestre em Geotecnia

Ana Maria Mota de Albergaria Pacheco Malheiro
Geóloga, Mestre em Vulcanologia e Riscos Geológicos

André Almeida Santos
Eng.^o Civil, Mestre em Construção

VISTOS

A Diretora do Serviço de
Geotecnia, Sustentabilidade e Prospeção

Ana Maria Mota Albergaria P. Malheiro

Pl' O Diretor do LREC

Francisco de Sousa Fernandes

ANEXOS

Boletins de ensaio

Ensaaios de carga com placa – Amostra 39911

- Boletim nº1174/2023 – Ensaio de carga com placa



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
SERVIÇOS DE NATUREZA LABORATORIAL
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente: Direção Regional das Obras Públicas
Morada: Largo do Colégio n.º 4, 9500 Ponta Delgada
Obra: SEM OBRA ASSOCIADA
V/Referência:

N/Ref n.º. 1712/23

Proc. n.º. 541

Ensaio de Carga com Placa BS 1377-9:1990

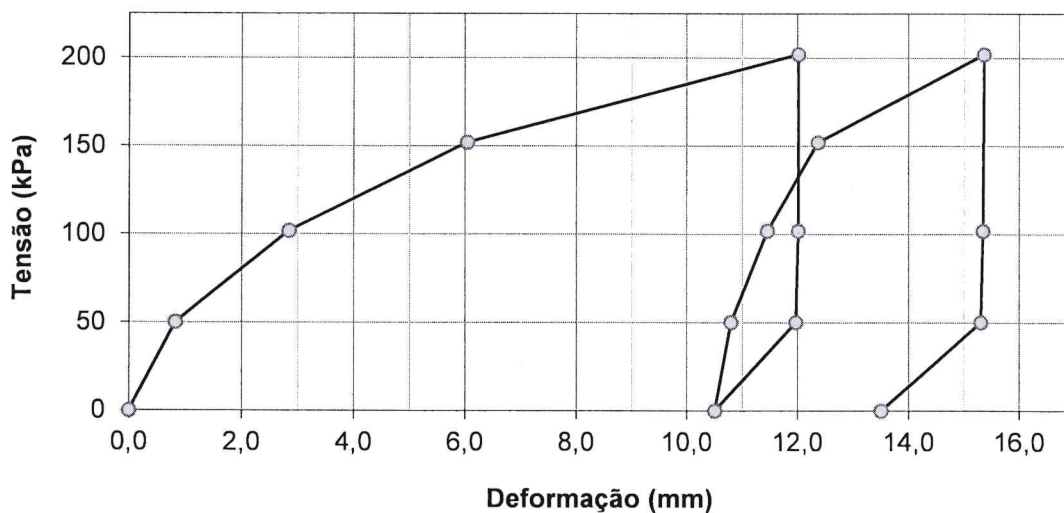
Identificação do Ensaio

Amostra n.º:	39911	Ref. Externa:		Provete n.º:	39911.1
Local de Ensaio:	Maia	Data de Ensaio:	24/05/2022		
Material Ensaiado:	Solo	Teor em Água:			

Resultados do Ensaio

Placa de Ensaio: 30 cm												
Patamar de Carga		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tensão na Placa	(kPa)	0,0	50,1	101,7	151,8	202,0	101,7	50,1	0,0	50,1	101,7	151,8
Deformação Média	(mm)	0,00	0,829	2,844	6,048	12,03	12,02	11,97	10,51	10,81	11,46	12,38
Patamar de Carga		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tensão na Placa	(kPa)	202,0	101,7	50,1	0,0							
Deformação Média	(mm)	15,37	15,35	15,30	13,51							
Patamar de Carga		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Tensão na Placa	(kPa)											
Deformação Média	(mm)											

Ensaio de Carga com Placa de 30 cm



Pa

Mód. Sec. (Traj. Carga-Tens. Máx.): 1ºCiclo-4,2MPa • 2ºCiclo-10,5MPa
Mód. Sec. (Traj. Desc.-Tens. Máx.): 1ºCiclo-33,6MPa • 2ºCiclo-27,4MPa
Correlações de Casagrande - CBR 2,2 % - Capacidade de Carga 51,8 kPa

Observações

Poço 1 - Prof. 1,20 m

Modelo: LREC GT EC01-03 - Rev. 00

O Técnico de Laboratório

Bruno Miguel Cabral

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.

Ensaaios de carga com placa – Amostra 39911

- Boletim nº1175/2023 – Ensaio de carga com placa



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
SERVIÇOS DE NATUREZA LABORATORIAL
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º. 1712/23

Proc. n.º. 541

Ensaio de Carga com Placa BS 1377-9:1990

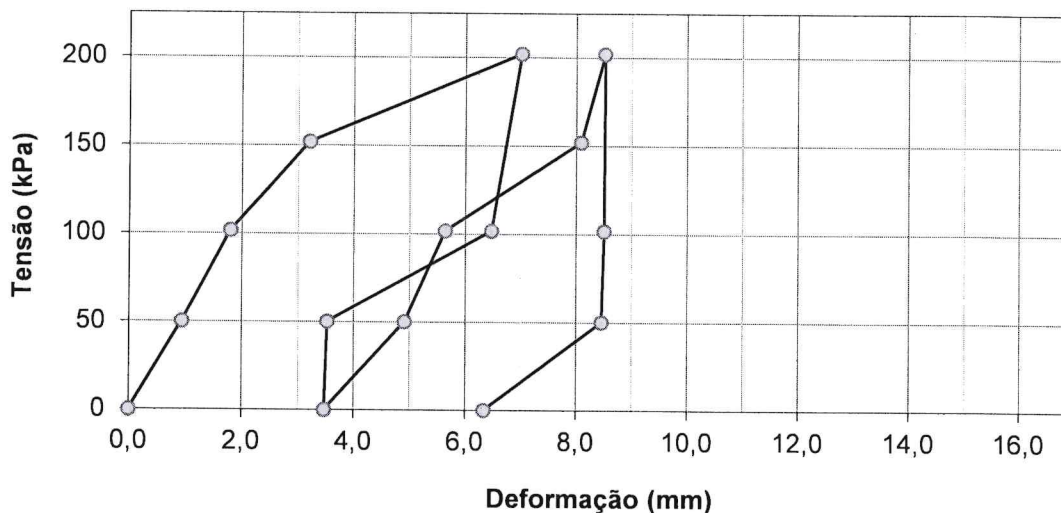
Identificação do Ensaio

Amostra n.º:	39911	Ref. Externa:		Provete n.º:	39911.2
Local de Ensaio:	Maia	Data de Ensaio:	24/05/2022		
Material Ensaiado:	Solo	Teor em Água:			

Resultados do Ensaio

Placa de Ensaio: 30 cm												
Patamar de Carga		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tensão na Placa	(kPa)	0,0	50,1	101,7	151,8	202,0	101,7	50,1	0,0	50,1	101,7	151,8
Deformação Média	(mm)	0,00	0,945	1,805	3,208	7,015	6,472	3,527	3,476	4,911	5,642	8,093
Patamar de Carga		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tensão na Placa	(kPa)	202,0	101,7	50,1	0,0							
Deformação Média	(mm)	8,522	8,508	8,461	6,335							
Patamar de Carga		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Tensão na Placa	(kPa)											
Deformação Média	(mm)											

Ensaio de Carga com Placa de 30 cm



Pa

Mód. Sec. (Traj. Carga-Tens. Máx.): 1ºCiclo-7,3MPa • 2ºCiclo-10,1MPa
Mód. Sec. (Traj. Desc.-Tens. Máx.): 1ºCiclo-14,4MPa • 2ºCiclo-23,3MPa
Correlações de Casagrande - CBR 2,6 % - Capacidade de Carga 55,9 kPa

Observações

Poço 6; Prof. 1,00 m

Modelo: LREC GT EC01-03 - Rev. 00

O Técnico de Laboratório

Bruno Miguel Cabral

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.

P1 (Prof. 3,50 m) - Amostra nº 39894

- Boletim nº1139/2023 – Classificação de solos unificada revista
- Boletim nº1137/2023 – Análise granulométrica por peneiração húmida
- Boletim nº1138/2023 – Determinação dos Limites de Consistência
- Boletim nº1136/2023 – Determinação do teor em água
- Boletim nº1146/2023 – Determinação da densidade das partículas



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPECÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º 4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º 1712/23

Proc. n.º 541

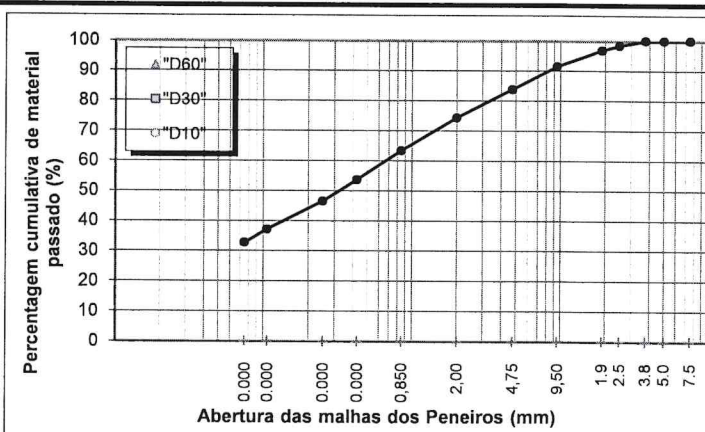
Classificação de Solos Unificada Revista ASTM D 2487-00

Identificação da Amostra

Amostra n.º:	39894	Ref. Externa:	Data de Ensaio:	15/11/2023
Designação da Amostra:	Pedra pomes	Data da Recolha:	08/11/2023	
Local da Recolha:	Poço 1 ; Prof. 3,50 m ;	Data da Entrada:	08/11/2023	

Características da Amostra

% de Cascalho	16,3 %
% de Areia	51,0 %
% de Finos	32,7 %



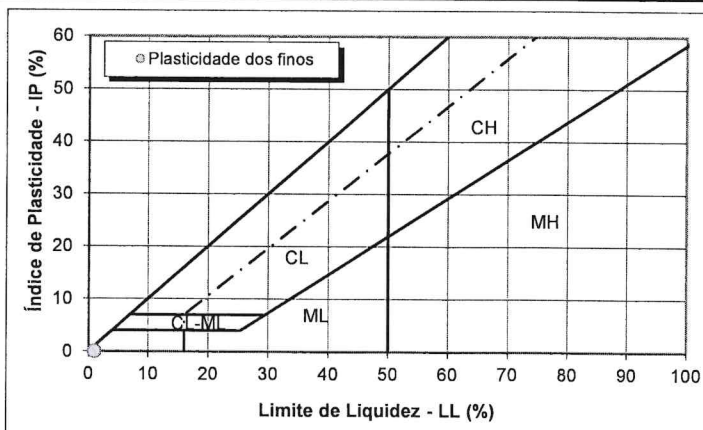
Limites de Atterberg

Sem secagem da amostra em estufa

Limite de Liquidez NP

Limite de Plasticidade NP

Índice de Plasticidade NP



Finos Inorgânicos

Classificação

SM - Areia siltosa com cascalho

Observações

P1; prof. 3,50 m

Modelo: LREC GT S013-01 - Rev. 00

O Técnico de Laboratório

José Paulo Martins Botelho

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.

LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO
Unidade Laboratorial de GeotecniaVisto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/ReferênciaDireção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º 4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º 1712/23

Proc. n.º 541

SOLOS
Análise Granulométrica por Peneiração Húmida
Especificação LNEC E 239

Identificação da Amostra

Amostra n.º:	39894	Provete n.º:	39894.2
Ref. Externa:		Data da Recolha:	08/11/2023
Local da Recolha: Poço 1 ; Prof. 3,50 m ;		Data da Entrada:	08/11/2023
Responsável pela Recolha: LREC		Data de Ensaio:	15/11/2023

Massa Total da Amostra (g).....	$m_t = 3631,9$
Massa Retida no peneiro de 2,00 mm (g).....	$m_{10} = 938,8$
Massa da Toma <2,00 (g).....	$m_a = 135,56$

Resultados do Ensaio

Dimensão das Aberturas dos Peneiros (mm)	Massa de Material Retido (g)	Percentagem Cumulativa do Material Retido (%)	Percentagem Cumulativa do Material Passado (%)
75,0	0,0	0,0	100,0
50,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	100,0
25,0	57,0	1,6	98,4
19,0	58,9	3,2	96,8
9,50	195,6	8,6	91,4
4,75	279,7	16,3	83,7
2,00	347,6	25,8	74,2
0,850	20,01	36,7	63,3
0,425	17,73	46,4	53,6
0,250	13,34	53,6	46,4
0,106	17,08	62,9	37,1
0,075	7,26	67,3	32,7
Fundo	0,59		

Observações

P1; prof. 3,50 m

Modelo: LREC GT SO02-01 - Rev. 02

O Técnico de Laboratório

José Paulo Martins Botelho

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.

LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPECÇÃO
Unidade Laboratorial de GeotecniaVisto
O Diretor do LREC

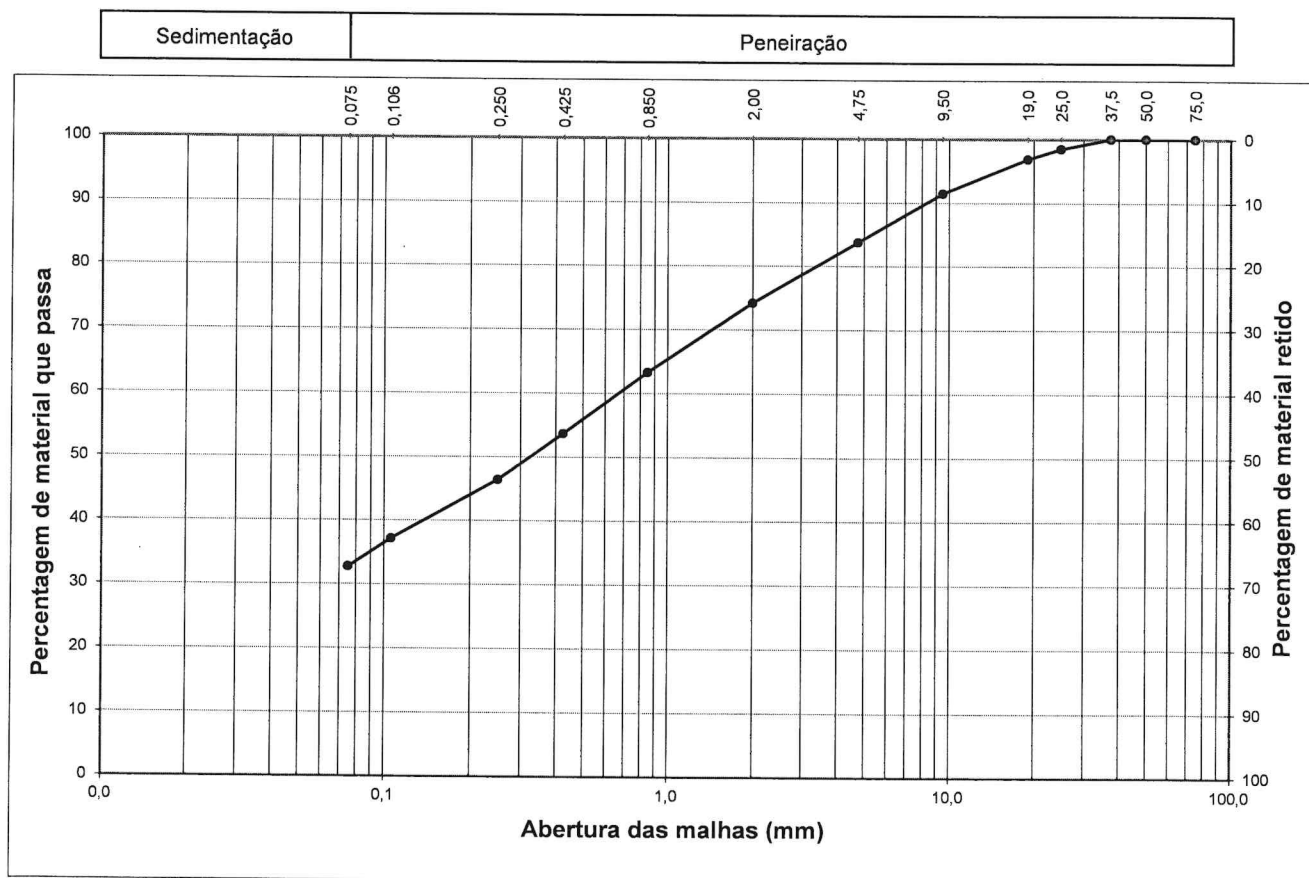
Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/ReferênciaDireção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º 1712/23

Proc. n.º 541

Curva Granulométrica



Relatório de Ensaio

Modelo: LREC GT S002-01 - Rev. 02

O Técnico de Laboratório

José Paulo Martins Botelho

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n°. 1712/23

Proc. n° 541

SOLOS

Determinação dos Limites de Consistência

NP 143:1969

Identificação da Amostra

Amostra n.º	39894	Provetes n.º	39894.3	39894.4
Ref. Externa:		Data da Recolha:	08/11/2023	
Local da Recolha: Poço 1 ; Prof. 3,50 m ;		Data da Entrada:	08/11/2023	
Preparação da Amostra: seca ao ar		Data de Ensaio:	15/11/2023	

Limite de Liquidez

Número de Pancadas	---					
Teor em água						
Limite de Liquidez	NP					

Limite de Liquidez

70									
65									
60									
55									
50									
45									
40									
35									

25
N.º de Pancadas

Limite de Plasticidade

Teor em água					
Limite de Plasticidade	NP				

Índice de Plasticidade

Índice de Plasticidade	NP
------------------------	----

Observações

Responsável pela Recolha: LREC:

P1; prof 3,50 m

Modelo: LREC GT S004-01 - Rev. 01

O Técnico de Laboratório

José Paulo Martins Botelho

pel' O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Servicos

Ana Malheiro, Dra



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA E PROSPECÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/ReferênciaDireção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º. 1712/23 Proc. n.º. 541

Solos - Determinação do Teor em Água
NP 84

Identificação da(s) Amostra(s)

Amostra(s) n.º	39894						
Tipo de Solo:	Pedra Pomes	D _{Máx} :	19,0 mm	Data da Entrada:	08/11/2023		
Local da Recolha:	Poço 1 ; Prof. 3,50 m ;			Data da Recolha:	08/11/2023		

Resultados do Ensaio

					Data do Ensaio: 14/11/2023	
Referência do provete		Massa do Provete Húmido	Massa do Provete Seco	Massa de Água no Provete	Teor em Água do Provete (%)	
Interna	Externa	(g)	(g)	(g)	Determinação	Valor Médio
39894.1		1288,0	846,7	441,3	52,1%	52,1%

Observações

39894

P1; prof. 3,50 m

Modelo: LREC GT S007-01 - Rev. 02

O Técnico de Laboratório

José Paulo Martins Botelho

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref nº. 1712/23

Proc. nº. 541

SOLOS DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

Baseada na Norma Portuguesa, NP 581 - Método do Cesto de Rede Metálica
Determinação da Densidade das Partículas, NP 83 - Método do Picnómetro

Identificação da Amostra

Amostra Nº	Designação da Amostra	Local de Origem da Amostra	Data	
			Recepção da Amostra	Realização do Ensaio
39894.6	Pedra pomes	P1; prof. 3,50	08/11/2023	17/11/2023

Resultados do Ensaio

Provete 1		Provete 2	
Partículas superiores a 4,75 mm		Partículas inferiores a 4,75 mm	
Massa seca utilizada (g)	% da Fracção	Massa seca utilizada (g)	% da Fracção
522,10	16,3%	30,43	83,7%
Temp de Realização do Ensaio (°C): 22,5		Temp Média de Realização do Ensaio(°C): 21,2	
		Modo de Preparação do Provete: SECO ao ar	

Densidade das Partículas a 20 °C	
Provetes	
Provete 1	0,92
Provete 2	2,26
Valor Médio Ponderado	1,83

Observações

Modelo: LREC GT SO06-01 - Rev. 01

O Técnico de Laboratório

José Paulo Martins Botelho

pe'l O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.

P7 (Prof. 1,20 m) - Amostra nº 39891

- Boletim nº1141/2023 – Classificação de solos unificada revista
- Boletim nº1132/2023 – Análise granulométrica por peneiração húmida
- Boletim nº1134/2023 – Determinação dos Limites de Consistência
- Boletim nº1131/2023 – Determinação do teor em água
- Boletim nº1148/2023 – Determinação da densidade das partículas



Requerente: Direção Regional das Obras Públicas
Morada: Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
Obra: SEM OBRA ASSOCIADA
V/Referência:

N/Ref n.º. 1712/23

Proc. n.º. 541

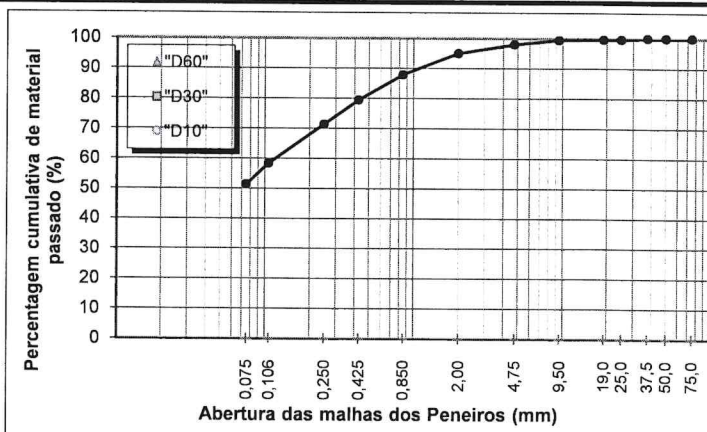
Classificação de Solos Unificada Revista ASTM D 2487-00

Identificação da Amostra

Amostra n.º:	39891	Ref. Externa:		Data de Ensaio:	15/11/2023
Designação da Amostra:	Pomítico			Data da Recolha:	08/11/2023
Local da Recolha:	Poço N.º7; Prof. 1,20 m;			Data da Entrada:	08/11/2023

Características da Amostra

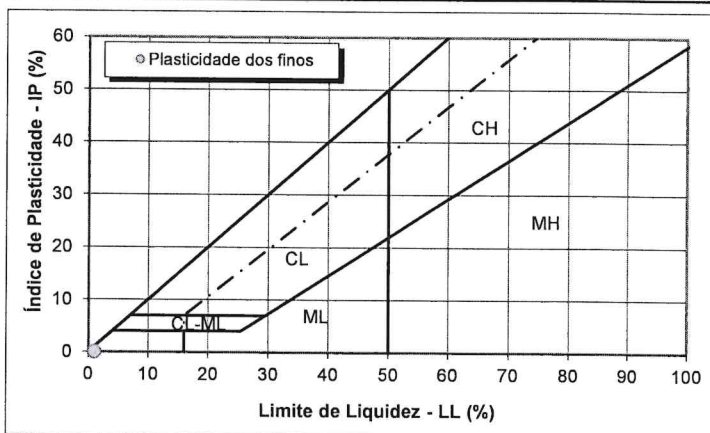
% de Cascalho 2,1 %
% de Areia 46,6 %
% de Finos 51,3 %



Limites de Atterberg

Sem secagem da amostra em estufa

Limite de Liquidez NP
Limite de Plasticidade NP
Índice de Plasticidade NP



Finos Inorgânicos

Classificação

ML - Silte arenoso

Observações

Poço N.º 7 ; Prof. 1,20 m ; Centro de Saúde; Maia;

Modelo: LREC GT S013-01 - Rev. 00

Técnico de Laboratório
Pedro DP. Figueiredo

O Responsável Técnico da UL
Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços
Ana Malheiro, Dra.



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Boletim n.º 1132
Emitido em 15/11/2023
Página 1 de 2

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º. 1712/23

Proc. n.º. 541

SOLOS
Análise Granulométrica por Peneiração Húmida
Especificação LNEC E 239

Identificação da Amostra

Amostra n.º:	39891	Provete n.º:	39891.2
Ref. Externa:		Data da Recolha:	08/11/2023
Local da Recolha:	Poço N.º7; Prof. 1,20 m;	Data da Entrada:	08/11/2023
Responsável pela Recolha:	LREC	Data de Ensaio:	14/11/2023

Massa Total da Amostra (g).....	$m_t = 2868,2$
Massa Retida no peneiro de 2,00 mm (g).....	$m_{10} = 147,4$
Massa da Toma <2,00 (g).....	$m_a = 175,0$

Resultados do Ensaio

Dimensão das Aberturas dos Peneiros (mm)	Massa de Material Retido (g)	Percentagem Cumulativa do Material Retido (%)	Percentagem Cumulativa do Material Passado (%)
75,0	0,0	0,0	100,0
50,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	100,0
25,0	11,2	0,4	99,6
19,0	0,0	0,4	99,6
9,50	6,3	0,6	99,4
4,75	43,4	2,1	97,9
2,00	86,5	5,1	94,9
0,850	13,1	12,2	87,8
0,425	15,4	20,6	79,4
0,250	15,1	28,7	71,3
0,106	23,9	41,7	58,3
0,075	11,3	48,7	51,3
Fundo	10,4		

Observações

Poço 7 ; Prof. 1,20 m ; Centro de Saúde; Maia;

Modelo: LREC GT SO02-01 - Rev. 02

O Técnico de Laboratório
Pedro DP. Figueiredo
Pedro DP. Figueiredo

O Responsável Técnico da UL
Filipe Marques, Eng.
Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços
Ana Malheiro, Dra.
Ana Malheiro, Dra.



DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA E SUSTENTABILIDADE CIVIL
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Boletim nº. 1132
Emitido em 15/11/2023
Página 2 de 2

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

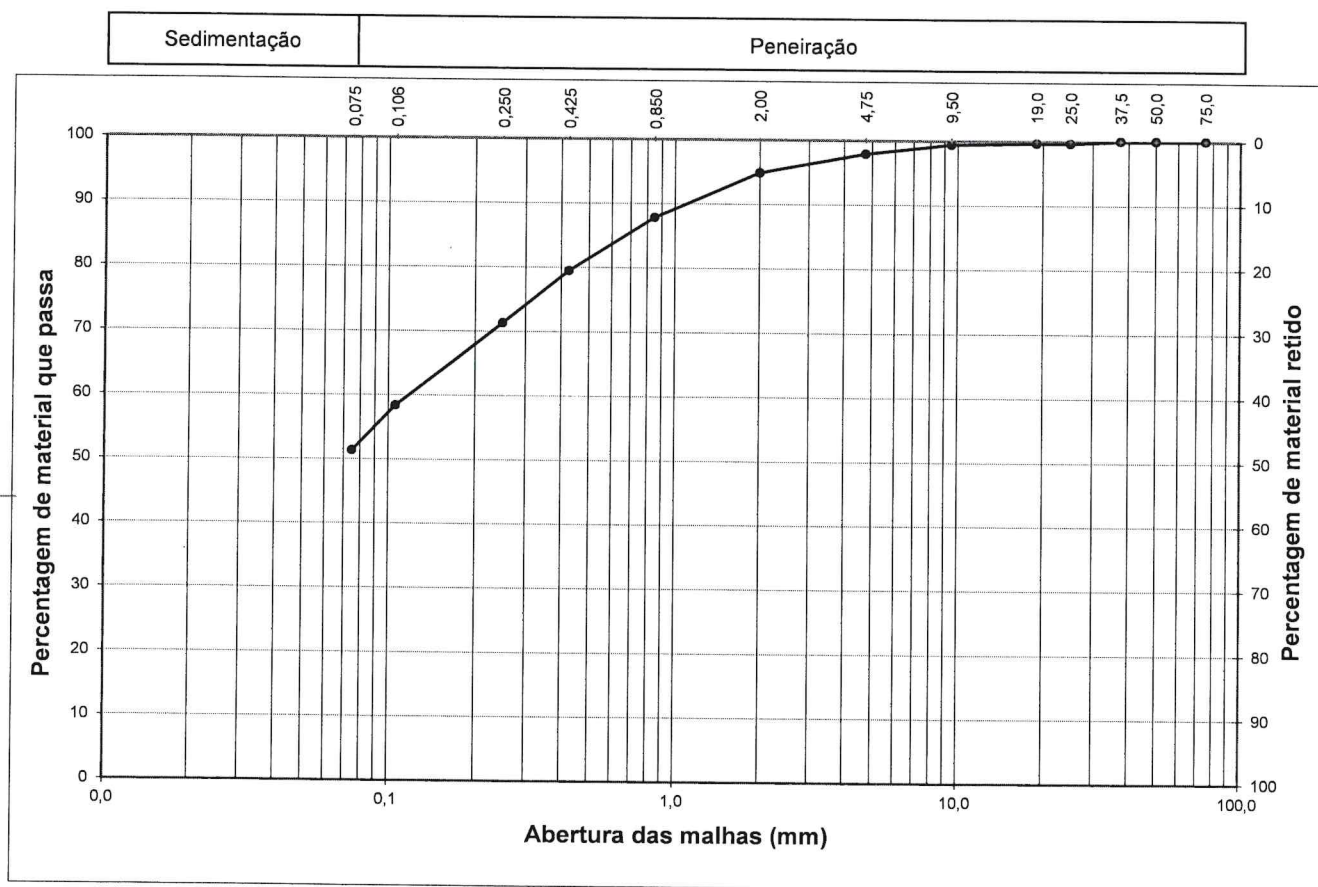
Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref nº. 1712/23

Proc. nº. 541

Curva Granulométrica



Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso	Calhau
Silte			Areia			Cascalho		

Modelo: LREC GT S002-01 - Rev. 02

O Técnico de Laboratório
Pedro DP. Figueiredo
Pedro DP. Figueiredo

O Responsável Técnico da UL
Filipe Marques
Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços
Ana Malheiro
Ana Malheiro, Dra.



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º. 1712/23

Proc. n.º. 541

SOLOS DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

Determinação da Densidade das Partículas, NP 83 - Método do Picnómetro

Identificação da Amostra

Amostra N.º	Designação da Amostra	Local de Origem da Amostra	Data	
			Recepção da Amostra	Realização do Ensaio
39891.5	Pomítico	Poço 7; 1,20 m	08/11/2023	20/11/2023

Resultados do Ensaio

Provete 1		Provete 2	
Partículas superiores a 4,75 mm		Partículas inferiores a 4,75 mm	
Massa seca utilizada (g)	% da Fracção	Massa seca utilizada (g)	% da Fracção
_____	_____	33,26	100,0%
Temp de Realização do Ensaio (°C): _____		Temp Média de Realização do Ensaio(°C): 21,7	
		Modo de Preparação do Provete: Seco em Estufa	

Densidade das Partículas a 20 °C	
Provetes	
Provete 1	_____
Provete 2	2,54
Valor Médio Ponderado	_____

Observações

Poço N.º7; Prof. 1,20 m; Solo Pomítico; Centro de Saúde; Maia;

Modelo: LREC GT SO06-01 - Rev. 01

O Técnico de Laboratório

Pedro D.P. Figueiredo

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.

P7 (Prof. 3,00 m) - Amostra nº 39893

- Boletim nº1147/2023 – Classificação de solos unificada revista
- Boletim nº1140/2023 – Análise granulométrica por peneiração húmida
- Boletim nº1135/2023 – Determinação dos Limites de Consistência
- Boletim nº1133/2023 – Determinação do teor em água
- Boletim nº1150/2023 – Determinação da densidade das partículas



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPECÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente: Direção Regional das Obras Públicas
Morada: Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
Obra: SEM OBRA ASSOCIADA
V/Referência:

N/Ref n.º. 1712/23

Proc. n.º. 541

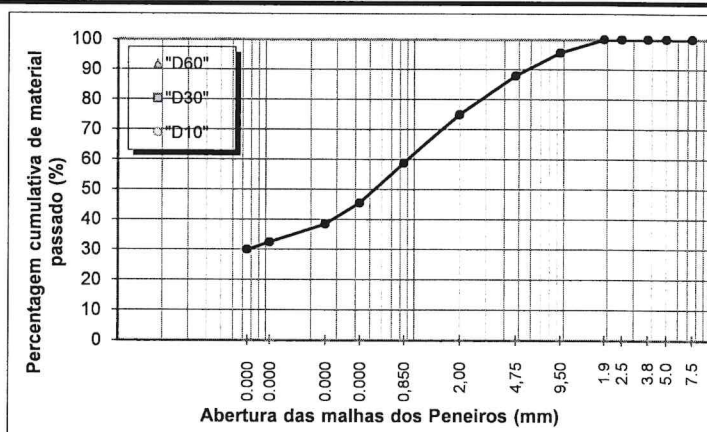
Classificação de Solos Unificada Revista ASTM D 2487-00

Identificação da Amostra

Amostra n.º:	39893	Ref. Externa:		Data de Ensaio:	17/11/2023
Designação da Amostra:	Pomítico			Data da Recolha:	08/11/2023
Local da Recolha:	Poço 7 ; Prof. 3,00 m ;			Data da Entrada:	08/11/2023

Características da Amostra

% de Cascalho 12,1 %
% de Areia 58,0 %
% de Finos 29,9 %



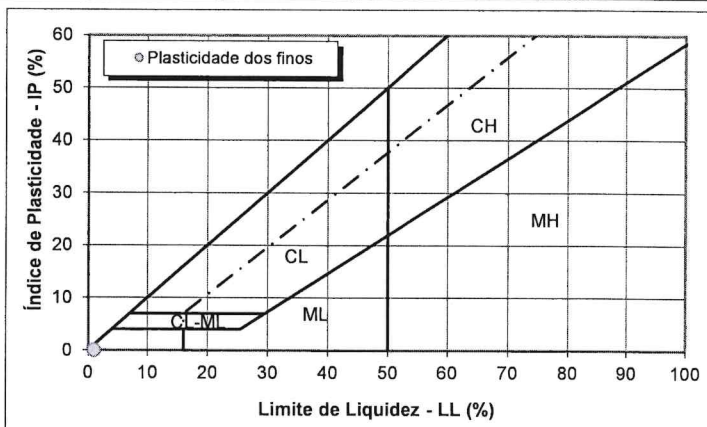
Limites de Atterberg

Sem secagem da amostra em estufa

Limite de Liquidez NP

Limite de Plasticidade NP

Índice de Plasticidade NP



Finos Inorgânicos

Classificação

SM - Areia siltosa

Observações

Poço N.º 7; Prof. 3,00 m; Solo Pomítico; Centro de Saúde; Maia;

Modelo: LREC GT SO13-01 - Rev. 00

O Técnico de Laboratório
Pedro DP. Figueiredo

O Responsável Técnico da UL
Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços
Ana Malheiro, Dra.



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º 4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º 1712/23

Proc. n.º 541

SOLOS
Análise Granulométrica por Peneiração Húmida
Especificação LNEC E 239

Identificação da Amostra

Amostra n.º:	39893	Provete n.º:	39893.2
Ref. Externa:		Data da Recolha:	08/11/2023
Local da Recolha:	Poço 7 ; Prof. 3,00 m ;	Data da Entrada:	08/11/2023
Responsável pela Recolha:	LREC	Data de Ensaio:	15/11/2023

Massa Total da Amostra (g).....	$m_t = 4988,1$
Massa Retida no peneiro de 2,00 mm (g).....	$m_{10} = 1250,3$
Massa da Toma <2,00 (g).....	$m_a = 166,5$

Resultados do Ensaio

Dimensão das Aberturas dos Peneiros (mm)	Massa de Material Retido (g)	Percentagem Cumulativa do Material Retido (%)	Percentagem Cumulativa do Material Passado (%)
75,0	0,0	0,0	100,0
50,0	0,0	0,0	100,0
37,5	0,0	0,0	100,0
25,0	0,0	0,0	100,0
19,0	0,0	0,0	100,0
9,50	220,3	4,4	95,6
4,75	384,4	12,1	87,9
2,00	645,6	25,1	74,9
0,850	36,2	41,3	58,7
0,425	29,7	54,6	45,4
0,250	15,5	61,6	38,4
0,106	13,3	67,6	32,4
0,075	5,0	70,1	29,9
Fundo	7,6		

Observações

Poço Nº 7 ; Prof. 3,00 m ; Solo Pomítico; Centro de Saúde; Maia;

Modelo: LREC GT S002-01 - Rev. 02

O Técnico de Laboratório

Pedro DP. Figueiredo

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro, Dra.



DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPECÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Boletim n.º 1140
Emitido em 17/11/2023
Página 2 de 2

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

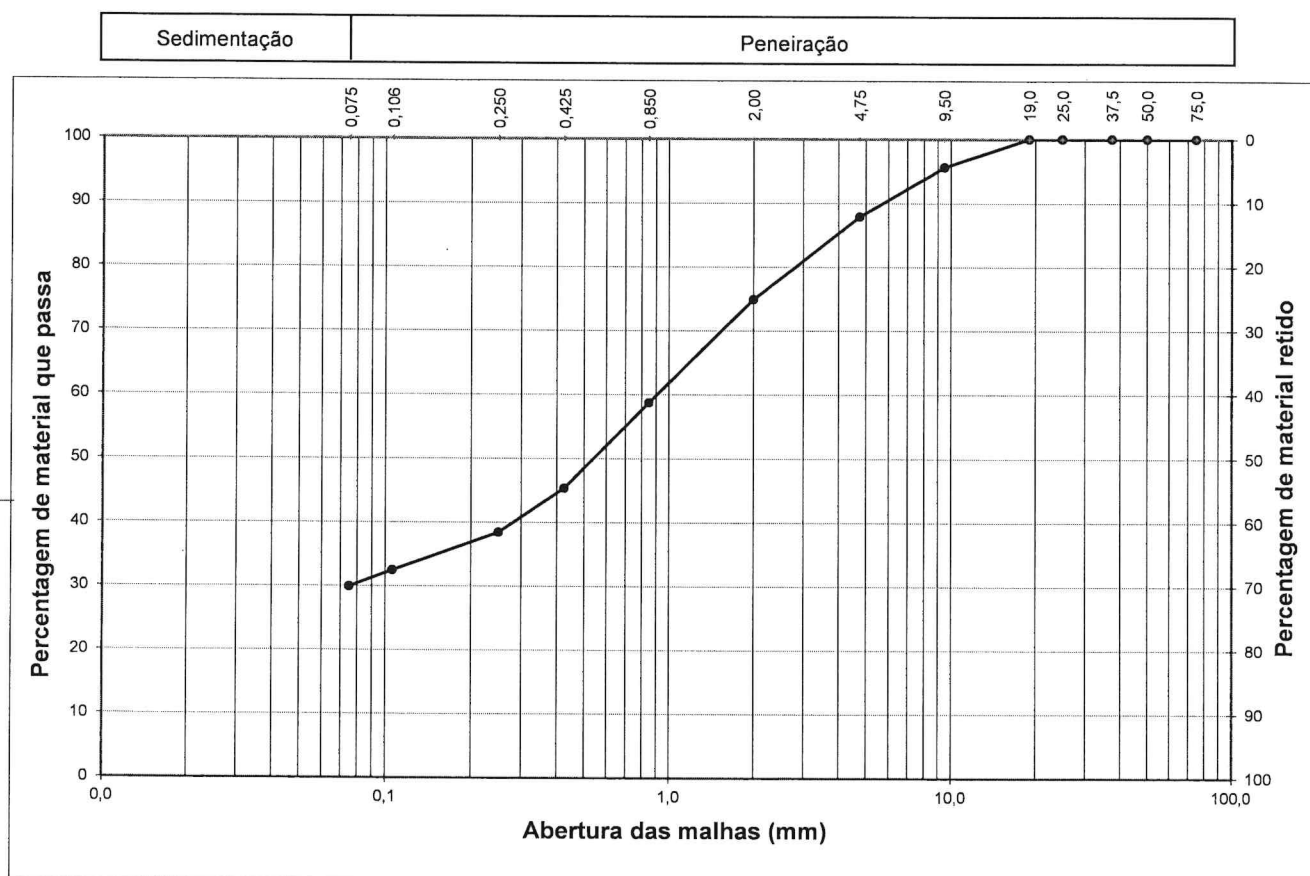
Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º. 1712/23

Proc. n.º. 541

Curva Granulométrica



Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso	Calhau
Silte		Areia			Cascalho			

Modelo: LREC GT S002-01 - Rev. 02

O Técnico de Laboratório
Pedro DP. Figueiredo

O Responsável Técnico da UL
Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços
Ana Malheiro, Dra.



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente Direção Regional das Obras Públicas
Morada Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
Obra SEM OBRA ASSOCIADA
V/Referência N/Ref n.º. 1712/23 Proc. n.º. 541

SOLOS
Determinação dos Limites de Consistência
NP 143:1969

Identificação da Amostra

Amostra n.º	39893	Provetes n.º	39893.3	39893.4
Ref. Externa:	Data da Recolha: 08/11/2023			
Local da Recolha: Poço 7 ; Prof. 3,00 m ;	Data da Entrada: 08/11/2023			
Preparação da Amostra: Seca ao Ar	Data de Ensaio: 13/11/2023			

Limite de Liquidez

Número de Pancadas	---								
Teor em água									
Limite de Liquidez	NP								
Limite de Liquidez									
Teor em Água (%)	70								
	65								
	60								
	55								
	50								
	45								
	40								
35									
25									
N.º de Pancadas									

Limite de Plasticidade

Teor em água					
Limite de Plasticidade	NP				

Índice de Plasticidade

Índice de Plasticidade	NP
------------------------	----

Observações

Responsável pela Recolha: LREC;
Poço N.º 7 ; Prof. 3,00 m ; Solo Pomítico;

Modelo: LREC GT S004-01 - Rev. 01

O Técnico de Laboratório
Pedro DP. Figueiredo

pel' O Responsável Técnico da UL
Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços
Ana Malheiro, Dra.



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA E PROSPEÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Boletim n.º
Emitido em 1133
Página 16/11/2023

Visto 1 de 1

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n°. 1712/23 Proc. n°. 541

Solos - Determinação do Teor em Água

NP 84

Identificação da(s) Amostra(s)

Amostra(s) nº	39893						
Tipo de Solo:	Pomítico	D _{Máx} :	19,0 mm	Data da Entrada:	08/11/2023		
Local da Recolha: Poço 7 ; Prof. 3,00 m ;				Data da Recolha:	08/11/2023		

Resultados do Ensaio

					Data do Ensaio: 13/11/2023	
Referência do provete		Massa do Provete Húmido (g)	Massa do Provete Seco (g)	Massa de Água no Provete (g)	Teor em Água do Provete (%)	
Interna	Externa				Determinação	Valor Médio
39893.1		1193,3	780,1	413,2	53,0%	53,0%

Observações

39893

Poço N° 7 ; Prof. 3,00 m ; Centro de Saúde; Maia;

Modelo: LREC GT S007-01 - Rev. 02

O Técnico de Laboratório

02 O Responsável Técnico da UL

Visto
O Diretor de Servicos

O Técnico de Laboratório

pel' O Responsável Te
André Santos

Anomalous

Pedro DP. Figueiredo Filipe Marques, Eng. Ana Malheiro, Dra.
Rua de São Gonçalo, s/n • 9500-343 Ponta Delgada • Tel: +351 301 500 • Fax: +351 296 654 109/183 E-mail: lrec@azores.gov.pt



LABORATÓRIO REGIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DIREÇÃO DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA, SUSTENTABILIDADE E PROSPEÇÃO
Unidade Laboratorial de Geotecnia

Boletim n.º 1150
Emitido em 22/11/2023
Página 1 de 1

Visto
O Diretor do LREC

Francisco S. Fernandes

Requerente
Morada
Obra
V/Referência

Direção Regional das Obras Públicas
Largo do Colégio n.º4, 9500 Ponta Delgada
SEM OBRA ASSOCIADA

N/Ref n.º. 1712/23

Proc. n.º. 541

SOLOS DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DAS PARTÍCULAS

Baseada na Norma Portuguesa, NP 581 - Método do Cesto de Rede Metálica
Determinação da Densidade das Partículas, NP 83 - Método do Picnómetro

Identificação da Amostra

Amostra N.º	Designação da Amostra	Local de Origem da Amostra	Data	
			Recepção da Amostra	Realização do Ensaio
39893.5	Pomítico	Poço 7; Prof. 3,00 m	08/11/2023	21/11/2023

Resultados do Ensaio

Provete 1		Provete 2	
Partículas superiores a 4,75 mm		Partículas inferiores a 4,75 mm	
Massa seca utilizada (g)	% da Fracção	Massa seca utilizada (g)	% da Fracção
178,20	12,1%	38,05	87,9%
Temp de Realização do Ensaio (°C): 20,2		Temp Média de Realização do Ensaio(°C): 22,4	
		Modo de Preparação do Provete: Seco em Estufa	

Densidade das Partículas a 20 °C	
Provetes	
Provete 1	2,42
Provete 2	2,63
Valor Médio Ponderado	2,60

Observações

Poço N.º 7; Prof. 3,00 m; Solo Pomítico; Centro de Saúde; Maia;

Modelo: LREC GT SO06-01 - Rev. 01

O Técnico de Laboratório

Pedro DP. Figueiredo
Pedro DP. Figueiredo

O Responsável Técnico da UL

Filipe Marques
Filipe Marques, Eng.

Visto
O Diretor de Serviços

Ana Malheiro
Ana Malheiro, Dra.