



## LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO

### PROJETO DE EXECUÇÃO

## VOLUME VI – RELATÓRIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO



**Outubro de 2024**



## PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO

### VOLUME VI – RELATÓRIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

#### EQUIPA TÉCNICA

Coordenação Geral

Sofia Azevedo Ph. D.

Eng.º António Capelo

---

Geologia e Geotecnia

Dr. Eurico Teixeira

Dr. Henrique Rézio

Engº Fernando Ferreira

---



## ÍNDICES

TEXTO	Pág.
<b>EQUIPA TÉCNICA</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO</b> .....	<b>2</b>
2.1 SISMICIDADE .....	7
<b>3 TRABALHOS REALIZADOS</b> .....	<b>10</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	10
3.2 SONDAGENS MECÂNICAS .....	11
3.3 POÇOS DE RECONHECIMENTO .....	14
3.4 PERFIS SÍSMICOS DE REFRAÇÃO .....	17
3.5 ENSAIOS DE LABORATÓRIO .....	21
<b>4 CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS</b> .....	<b>30</b>
4.1 ASPETOS GERAIS .....	30
4.2 CONDUTA ADUTORA.....	30
4.2.1 Modelo Geológico-Geotécnico.....	31
4.2.2 Condições de Escavação .....	32
4.2.3 Condições de Fundação .....	33
4.2.4 Geometria das Valas .....	34
4.2.5 Reutilização de Materiais para Aterro da Vala .....	35
4.2.6 Pontos Críticos .....	36
4.3 CÂMARA DE CARGA.....	40
4.3.1 Modelo Geológico-Geotécnico.....	40
4.3.2 Parametrização Geotécnica.....	43
4.3.3 Condições de Fundação .....	45
4.3.4 Condições de Escavação .....	47
4.3.5 Estabilidade dos Taludes.....	49
4.3.6 Reutilização de Materiais no Aterro dos Diques Perimetrais .....	54
4.4 CENTRAL MINI-HÍDRICA.....	54
4.4.1 Modelo Geológico-Geotécnico.....	54
4.4.2 Parametrização Geotécnica.....	58
4.4.3 Condições de Fundação .....	59
4.4.4 Condições de escavação.....	60
4.5 REDE VIÁRIA .....	61
<b>5 COMENTÁRIOS FINAIS</b> .....	<b>63</b>

---

## QUADROS

Quadro 2.1 – Valores de aceleração máxima de referência.....	8
Quadro 2.2 – Parâmetros descritores dos espectros de resposta elástica .....	9
Quadro 2.3 – Classes de importância de edifícios e períodos de retorno (EC8) .....	9
Quadro 2.4 – Enquadramento sísmico da zona em estudo.....	9
Quadro 3.1 – Resumo das quantidades de prospeção realizadas .....	10
Quadro 3.2 – Localização geográfica das sondagens mecânicas.....	11
Quadro 3.3 – Aspectos geológicos e geotécnicos reconhecidos nas sondagens mecânicas.	12
Quadro 3.4 – Resumo dos registos dos ensaios SPT .....	13
Quadro 3.5 – Aspectos geológico-geotécnicos reconhecidos nos poços.....	15
Quadro 3.6 – Características geográficas e geométricas dos perfis sísmicos.....	19
Quadro 3.7 - Ensaios de laboratório executados em solos .....	21
Quadro 3.8 - Ensaios de laboratório executados em rocha.....	21
Quadro 3.9 - Resumo dos ensaios de laboratório em amostras remexidas de solo .....	23
Quadro 3.10 - Resumo dos ensaios de laboratório em amostras de rocha .....	29
Quadro 4.1 - Distribuição das unidades geológicas ao longo do traçado da conduta adutora .....	31
Quadro 4.2 - Proporção dos meios de desmonte na abertura das valas da conduta adutora .....	33
Quadro 4.3 - Distribuição das valas-tipo no traçado da conduta adutora .....	34
Quadro 4.4 - Distribuição dos pontos críticos de afluência de água à escavação da vala ...	40
Quadro 4.5 - Critérios de definição das zonas geotécnicas na câmara de carga .....	41
Quadro 4.6 - Síntese da parametrização geomecânica do subsolo da câmara de carga ....	44
Quadro 4.7 – Parâmetros geotécnicos adotados no cálculo de estabilidade dos taludes de aterro da câmara de carga.....	50
Quadro 4.8 - Resumo dos coeficientes de segurança obtidos nas análises de estabilidade	50
Quadro 4.9 – Comparação dos aspectos geológicos e geotécnicos reconhecidos nas sondagens mecânicas S6 e S1-Roxo (2011) .....	55
Quadro 4.10 - Critérios de definição das unidades geotécnicas na central mini-hídrica .....	55
Quadro 4.11 - Síntese da parametrização geomecânica do subsolo da central mini-hídrica .....	58

## FIGURAS

Figura 2.1 – Enquadramento litoestratigráfico da área em estudo .....	2
Figura 2.2 - Enquadramento Neotectónico da área em estudo .....	6
Figura 2.3 - Zonamento sísmico para ações sísmicas .....	8
Figura 3.1 – Ilustração dos trabalhos de furação na realização das sondagens mecânicas.	13
Figura 3.2 – Ilustração dos trabalhos de abertura dos poços de reconhecimento .....	14
Figura 3.3 - Ilustração do dispositivo sísmico.....	18
Figura 3.4 – Ilustração da aquisição de dados da sísmica de refração .....	18
Figura 3.5 – Modelos sísmicos dos perfis PS8 e PS9 obtidos por processamento clássico.	20
Figura 3.6 – Distribuição granulométrica e carta de plasticidade das amostras remexidas de solo da conduta adutora .....	25
Figura 3.7 – Distribuição granulométrica e carta de plasticidade das amostras remexidas de solo da câmara de carga .....	26
Figura 3.8 – Distribuição granulométrica e carta de plasticidade das amostras remexidas de solo recolhidas nos traçados da rede viária .....	27
Figura 3.9 –Curvas de compactação obtidas pelo ensaio Proctor e gráfico comparativo de teores de água ótimo vs. teor de água natural .....	28
Figura 3.10 – Relação tensão de corte vs tensão vertical para as amostras P15 e P17 .....	29
Figura 4.1 – Variação da profundidade de soleira da conduta adutora ao longo do traçado	32
Figura 4.2 – Esquematisação do aterro-tipo da vala da conduta adutora.....	36
Figura 4.3 – Perfil geológico no local de atravessamento da via rodoviária EN2.....	37
Figura 4.4 – Perfil geológico no local de atravessamento da via rodoviária EM526-1 .....	38
Figura 4.5 – Perfil geológico no local de atravessamento do canal condutor geral do Roxo	39
Figura 4.6 – Planta geológica e de localização dos perfis geotécnicos .....	41
Figura 4.7 – Perfis geotécnicos interpretativos 1-1' e 2-2' .....	42
Figura 4.8 – Resistência admissível ao carregamento por fundação direta em ZG1 e ZG2.	46
Figura 4.9 – Enquadramento das zonas geotécnicas na carta de ripabilidade para equipamento D8R.....	47
Figura 4.10 – Enquadramento das zonas geotécnicas na classificação Pettifer e Fookes (1994) .....	48
Figura 4.11 – Análise de estabilidade estática em fase final de construção. Talude jusante.	51
Figura 4.12 – Análise de estabilidade pseudo-estática em fase final de construção. Talude jusante.....	52
Figura 4.13 – Análise de estabilidade estática em pleno armazenamento. Talude jusante ..	53
Figura 4.14 – Análise de estabilidade pseudo-estática em pleno armazenamento. Talude jusante.....	53
Figura 4.15 – Planta geológica e de localização dos perfis geotécnicos .....	56
Figura 4.16 – Perfil geotécnico interpretativo 1-1' .....	56
Figura 4.17 – Perfil geotécnico interpretativo 2-2' .....	57

---

## **ANEXOS**

Boletins das Sondagens Mecânicas  
Boletins dos Poços de Reconhecimento  
Boletins dos Perfis Sísmicos de Refração  
Boletins dos Ensaios de Laboratório

## **DESENHOS AFETOS A ESTE VOLUME**

**Desenho G01, Folha 1 a Folha 4** – Planta Geológica e de Localização dos Trabalhos de Prospecção. Perfil Longitudinal e Pente Geotécnico do Adutor. Troço 1.

**Desenho G02, Folha 1 a Folha 3** – Planta Geológica e de Localização dos Trabalhos de Prospecção. Perfil Longitudinal e Pente Geotécnico do Adutor. Troço 2.

**Desenho G03** – Câmara de Carga. Planta Geológica e de Localização dos Trabalhos de Prospecção e dos Perfis Geotécnicos Interpretativos. Perfis Geotécnicos Interpretativos 1-1' e 2-2'.

**Desenho G04** – Central Mini-Hídrica. Planta Geológica e de Localização dos Trabalhos de Prospecção e dos Perfis Geotécnicos Interpretativos. Perfis Geotécnicos Interpretativos 1-1' e 2-2'.

## 1 INTRODUÇÃO

Na sequência do Concurso Público n.º 17/2023, a EDIA adjudicou ao consórcio CAMPO D'ÁGUA/AQUALOGUS a elaboração do “**Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado**”, integrados no Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA).

O projeto em referência visa a construção de uma infraestrutura alternativa à adução de caudais através da albufeira e do canal condutor geral (CCG) do Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo, denominada adutor Ervidel-Sado

Esta infraestrutura terá origem no reservatório R1 de Ervidel terminando no reservatório R1 do Roxo-Sado prevendo-se a construção de uma central mini-hídrica para aproveitamento da carga hidráulica disponível. O reservatório R1 de Ervidel encontra-se englobado na Ligação Pisão-Roxo, que tem início na albufeira do Pisão e termina na mini-hídrica existente a montante da albufeira do Roxo.

Este documento constitui o estudo geológico-geotécnico que avalia no âmbito do projeto em referência as condições geotécnicas do subsolo associado pelas seguintes infraestruturas:

- Adutor
- Câmara de carga
- Central mini-hídrica
- Acessos rodoviários

A memória descritiva apresentada neste documento inclui 5 capítulos, incluindo este, resumidamente descritos nos pontos seguintes.

- **Introdução**
- **Enquadramento**, onde se apresenta o enquadramento da área em estudo incluindo a geologia e sismicidade.
- **Trabalhos de Prospeção Realizados**, onde se explicam os trabalhos de reconhecimento realizados e se resumem os resultados obtidos.
- **Considerações Geotécnicas**, onde se apresentam os modelos de subsolo específicos a cada infraestrutura e as condições geotécnicas a ter em consideração no dimensionamento dos respetivos projetos.
- **Comentários Finais**

No âmbito do presente estudo foram realizados diversos trabalhos de prospeção para caracterização do subsolo em apreciação, nomeadamente sondagens mecânicas, poços de reconhecimento, perfis sísmicos de refração e ensaios laboratoriais sobre amostras de solo.

Os respetivos boletins de ensaio poderão ser consultados nos elementos anexos a este volume.



Por análise destes elementos verifica-se a predominância de terrenos sedimentares enquadrados em estratigrafia cenozoica e onde se incluem as aluviões, os terraços fluviais e as formações de Alvalade, Esbarrondadoiro e Vale de Guizo, antiga bacia terciária de Alvalade e que são interrompidas por duas manchas de substrato rochoso metassedimentar, enquadrado em estratigrafia paleozóica.

Nos pontos seguintes passam-se a descrever as unidades geológicas indicadas:

- **Aluviões (a):**

Caracterizado pelos depósitos aluvionares que preenchem os cursos de água mais importantes.

A sua espessura é variável sendo constituídas, em geral, por depósitos argilosos e areias com diferentes percentagens de finos e ocorrências de seixos e calhaus rolados.

- **Terraços Quaternários (Q<sub>4</sub>)**

Caracterizados por terraços fluviais associados aos antigos níveis marinhos 20-30m, são constituídos, na sua generalidade, por cascalheiras argilosas com seixos mal rolados a sub-rolados, de granulometria variada; e areias argilosas a areias siltosas, por vezes com intercalações argilosas., ocasionalmente com concreções manganésíferas.

Ocorrem maioritariamente nos vales dos cursos de água.

Os seus afloramentos apresentam-se pouco contínuos, recortados pela rede de drenagem actual que progressivamente erodiu estes depósitos expondo as formações subjacentes.

- **Formação de Alvalade (F.Alv)**

Estes depósitos definem-se essencialmente por enquadramento, sobrepondo-se às litologias subjacentes da Formação de Esbarrondadoiro ou, na ausência desta, aos da Formação de Vale do Guizo e caracterizam-se na prática por depósitos areno-conglomeráticos com estruturas e fácies fluviais.

As litofácies que o distinguem são as seguintes:

- Conglomerados: geralmente quártzicos, por vezes com alguns seixos quartzíticos, predominando as formas sub-angulosas. A calibragem dos clastos é moderada e a matriz arenosa abundante, normalmente de granulometria grosseira.
- Areias: os depósitos arenosos constituem a fração predominante nesta formação. São essencialmente quártzicos, por vezes feldspáticos com grãos angulosos a sub-angulosos. A sua granulometria o fino e o grosseiro.

- 
- Lutitos: estes depósitos são pouco abundantes nesta formação, restringindo-se a pequenos leitos entre bancadas areno-conglomeráticas. Podem ocorrer com natureza mais siltosa ou mais argilosa, resultando daí uma diferenciação estrutural em que na primeira se identificaram laminações horizontais e, na segunda, depósito maciço.

- **Formação de Esbarrondadoiro (F.Esb)**

Esta formação é constituída por uma sucessão de bancadas métricas, bastante homogêneas, tabulares e com grande extensão lateral. As bancadas são de natureza predominantemente areno-argilosa, ocorrendo desde areias médias com espessuras centimétricas até espessas argilas homogêneas.

A sucessão de camadas organiza-se geralmente por uma gradação positiva suave, sem superfícies de estratificação claras entre camadas de granularidade distinta.

As litofácies reconhecidas neste depósito são as seguintes:

- Conglomerados argilosos: ocorrem com diferentes proporções de matriz podendo observar-se desde conglomerados grosseiros com seixos de  $D_{max} = 20\text{cm}$  e matriz argilosa na ordem de 20-30% até argilitos com pequenos clastos dispersos de  $D_{max} = 2-3\text{cm}$ .
- Litofácies arenosas: foram reconhecidas nesta formação areias médias a finas, soltas com matriz argilosa pouco abundante, apresentando-se homogêneas e sem evidências de estruturas sedimentares. Ocorrem também areias finas, micáceas, com componente silto-argilosa importante, caracterizando-se pela existência de palhetas de moscovite, por vezes abundante.
- Litofácies lutítica: ocorre sob a forma de argilas laminadas e argilas homogêneas, sendo as primeiras caracterizadas por forte componente siltítica que lhes confere reduzida plasticidade. As argilas homogêneas apresentam cor cinza-escuro e apresentam elevada plasticidade, ocorrendo com espessuras variáveis entre 0,2 e 2 metros em geometrias que variam entre o tabular extensa, intercalada com corpos arenosos homogêneos e corpos lenticulares inclusos em areias.
- Litofácies carbonatada: ocasionalmente ocorrem bancadas calcárias de grande continuidade lateral, normalmente não ultrapassando 1 metro de espessura.

Foram também reconhecidos níveis e mesmo bancadas pisolíticas constituídas por óxidos e hidróxidos de ferro, que ocorrem no limite entre 2 sequências deposicionais com forte contraste granulométrico, associadas a bases grosseiras.

- **Formação de Vale do Guizo (FVG)**

Esta formação apresenta uma geometria de colmatação de um substracto paleozóico muito irregular, o qual localmente irrompe da cobertura cenozóica e aflora a cotas superiores.

A diversidade sedimentológica dos depósitos pode ser traduzida na alternância e combinação das seguintes litofácies: conglomerados, areias grosseiras, arenitos finos e fácies lutítica frequentemente carbonatada com características de marga.

A diversidade sedimentológica dos depósitos pode ser traduzida na alternância e combinação das seguintes litofácies:

- Conglomerados: ocorrem conglomerados suportados por matriz, constituídos por balastros heterométricos e angulosos. A composição da matriz inclui forte componente de finos que pode mesmo exceder a fração arenosa.
- Litofácies arenosa: identificaram-se areias micro-conglomeráticas, geralmente grosseiras e mal calibradas e arenitos finos, geralmente de tom avermelhado, que incluem importante componente siltosa.
- Litofície lutítica: incluem geralmente importante fração arenosa, por vezes grosseira ou mesmos com pequenos seixos. Apresenta-se frequentemente carbonatada com características de marga.

Estes depósitos detríticos podem apresentar carbonatação mais ou menos intensa que chega a sobrepor-se à componente detrítica originando que bancadas mais ou menos compactas.

- **Formação de Santa Iria**

Trata-se de uma unidade constituída por alternâncias de pelitos, grauvaques e xistos roxos com características sedimentares turbidíticas. As bancadas de grauvaque são geralmente finas, mas localmente podem atingir espessuras métricas.

- **Xistos Siliciosos do Complexo Vulcano-Sedimentar**

Os xistos siliciosos representam a fácies xistenta do Complexo Vulcano-Sedimentar, constituindo os metassedimentos mais frequentes daquele complexo que poderá também incluir transições entre o cherte e o xisto sericítico.

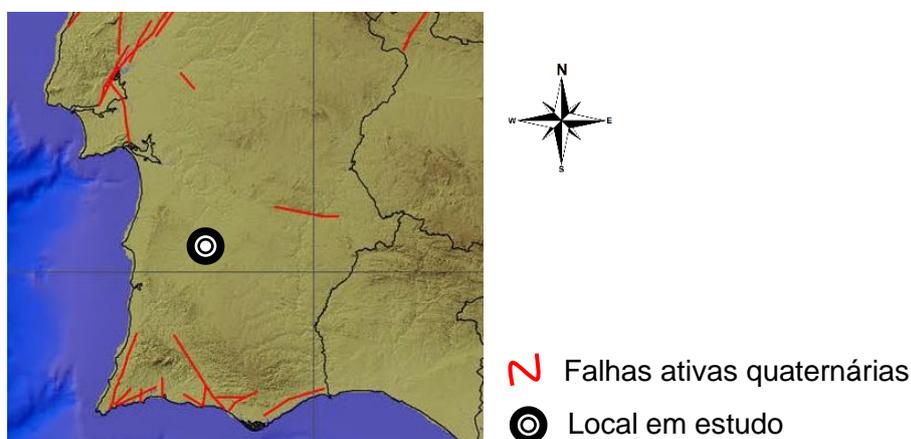
Estes sedimentos siliciosos podem ser considerados o esqueleto do Complexo Vulcano-Sedimentar, tendo intercaladas lentículas e níveis de rochas vulcânicas.

---

Do ponto de vista da tectónica regional é de assinalar a existência de extensas áreas aplanadas com cobertura cenozoica o que, aliada à fraca exposição dos maciços rochosos paleozoicos, condiciona a análise detalhada das estruturas variscas.

Neste contexto estrutural é de assinalar apenas que a Bacia do Sado assenta sobre uma estrutura tectónica do tipo graben, cujo bloco principal se encontra segmentado por um sistema secundário de horst e grabens associados às falhas normais inseridas no sistema Falha-Filão da Messejana.

No contexto neotectónico e tendo por base a cartografia das falhas quaternárias ativas da Ibéria, disponibilizada pelo Instituto Geológico e Mineiro de Espanha, em 2012, pelo programa QAFI (ver Figura 2.2) é de referir a inexistência de falhas reconhecidas como ativas nesta região.



**Figura 2.2 - Enquadramento Neotectónico da área em estudo**

No que respeita à hidrogeologia, o principal sistema aquífero é caracterizado pelos depósitos essencialmente detríticos que preenchem o graben da bacia do Sado, admitindo-se a ocorrência de um sistema multi-camada constituído por alternâncias lenticulares de níveis mais ou menos permeáveis.

Deste modo, numa abordagem geral, pode-se afirmar que se trata de um sistema complexo onde podem coexistir aquíferos livres, confinados e semi-confinados. A existência de aquíclusos e aquitardos desempenham um papel fundamental, quer na limitação geométrica das unidades hidrogeológicas quer na drenagem dos aquíferos.

Atendendo à configuração do substrato paleozóico, é previsível que o fluxo subterrâneo se faça no sentido de se alcançarem as zonas mais profundas do graben que caracteriza morfo-estruturalmente a Bacia do Sado, justificando a existência de níveis aquíferos profundos em situação de confinamento.

## 2.1 SISMICIDADE

As considerações efetuadas neste capítulo estão de acordo com a norma NP EN 1998-1:2010 – “Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios”, ao qual se inclui ainda o Anexo Nacional.

No quadro da tectónica de placas, Portugal encontra-se inserido na placa Eurasiática, relativamente próxima da fratura Açores - Gibraltar que constitui fronteira entre aquela placa e a placa africana. Neste contexto, Portugal pertence à subplaca ibérica, separada da restante área continental europeia pela cadeia pirenaica.

As placas Americana e Eurasiática estão divididas pelo Rift (Dorsal) do Médio Atlântico Norte, onde domina, maioritariamente, uma geodinâmica caracterizada pela expansão das placas referidas e, em grande parte, responsável pela sismicidade da região dos Açores. Daqui deriva, em direção a Gibraltar prosseguindo pelo Mar Mediterrâneo, a fratura Açores - Gibraltar.

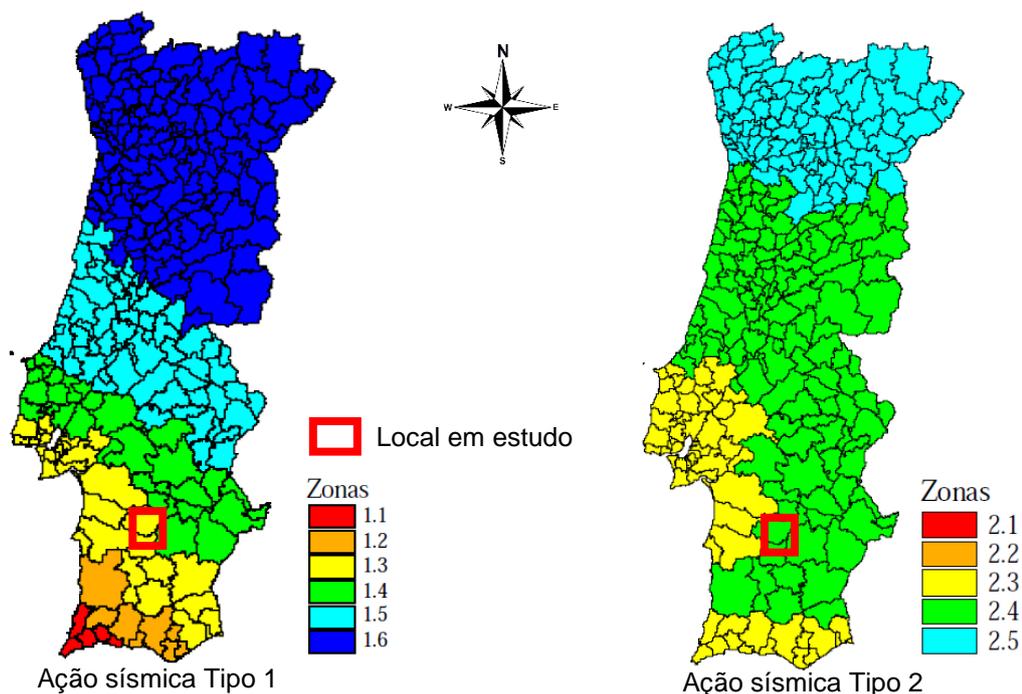
Ao localizar-se numa posição de transição entre a fronteira de placas africana-ibérica e as regiões interiores continentais mais estáveis do noroeste da Europa, o território nacional é afetado por duas grandes zonas de atividade sísmica:

- Sismicidade interplaca, associada à fronteira das placas Eurasiática e Africana, gerada na Zona de fratura Açores - Gibraltar, com registo de sismos de magnitudes elevadas (exemplo, sismo de 1755 e 1969);
- Sismicidade intraplaca, associada a movimentos ao longo de estruturas de ressonância no interior da placa Eurasiática, resultantes da acumulação de tensões e desenvolvimento de deformações, originando sismos de magnitudes moderadas (exemplo, sismo de 1909).

Neste enquadramento existem, em Portugal, dois cenários de geração de sismos, existindo, portanto, a necessidade de considerar dois tipos de ação sísmica:

- Um cenário designado de sismo afastado, referente aos sismos com epicentro na região atlântica e correspondente à Ação Sísmica Tipo 1;
- Um cenário designado de sismo “próximo”, referente aos sismos com epicentro no território Continental e que corresponde à Ação Sísmica Tipo 2.

Posto isto, apresenta-se em seguida o zonamento sísmico para Portugal Continental proposto no Anexo Nacional do Eurocódigo 8 – considerando os dois tipos de ação sísmica.



**Figura 2.3 - Zonamento sísmico para ações sísmicas**

Os valores de aceleração máxima de referência ( $a_{gR}$ ) para as várias zonas sísmicas e para os dois tipos de ação sísmica a considerar são os indicados no quadro seguinte.

**Quadro 2.1 – Valores de aceleração máxima de referência**

Ação sísmica Tipo 1		Ação sísmica Tipo 2	
Zona sísmica	$a_{gR}$ (m/s <sup>2</sup> )	Zona sísmica	$a_{gR}$ (m/s <sup>2</sup> )
1,1	2,5	2,1	2,5
1,2	2,0	2,2	2,0
1,3	1,5	2,3	1,7
1,4	1,0	2,4	1,1
1,5	0,6	2,5	0,8
1,6	0,35	-	-

A referida norma apresenta diferentes tipos de terreno (A, B, C, D, E, S1 e S2), descritos por perfis estratigráficos e cuja identificação pretende ter em conta a influência das condições locais do terreno na ação sísmica.

No presente cenário geológico foi considerado o perfil de terreno tipo “C” referido como “depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros”. A referida norma enquadra ainda este tipo de terreno no intervalo  $N_{SPT}$  15-50 pancadas.

Os parâmetros que descrevem os espectros de resposta elástica dos dois tipos de ação sísmica poderão ser retirados do seguinte quadro.

**Quadro 2.2 – Parâmetros descritores dos espectros de resposta elástica**

Tipo de Terreno	Ação sísmica Tipo 1				Ação sísmica Tipo 2			
	S <sub>max</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>	S <sub>max</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
A	1,0	0,1	0,6	2,0	1,0	0,1	0,25	2,0
B	1,35	0,1	0,6	2,0	1,35	0,1	0,25	2,0
C	1,6	0,1	0,6	2,0	1,6	0,1	0,25	2,0
D	2,0	0,1	0,8	2,0	2,0	0,1	0,30	2,0
E	1,8	0,1	0,6	2,0	1,8	0,1	0,25	2,0

Admitindo os coeficientes de importância ( $\gamma$ ) indicados no quadro seguinte para as diferentes classes de importância de infraestruturas, atendendo ao tipo de informação expetável para o local, obtêm-se os valores  $a_g$  associados a diferentes períodos de retorno para sismos afastados e próximos.

**Quadro 2.3 – Classes de importância de edifícios e períodos de retorno (EC8)**

Classe de importância	Período de retorno (anos)	Ação sísmica Tipo 1	Ação sísmica Tipo 2
I	243	0,65	0,75
II	475	1,00	1,00
III	821	1,45	1,25
IV	1303	1,95	1,50

A determinação do valor de cálculo do deslocamento à superfície do terreno ( $d_g$ ), correspondente ao valor de cálculo da aceleração à superfície do terreno, poderá ser efetuada pela seguinte expressão:  $d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$

Por análise dos elementos acima expostos, apresenta-se no quadro seguinte o enquadramento sísmico do local em estudo que deverá ser considerado no estabelecimento das soluções estruturais a implantar no âmbito do presente projeto, preconizando-se que seja tido em conta o pior cenário.

**Quadro 2.4 – Enquadramento sísmico da zona em estudo**

Perfil de terreno	Ação sísmica	Zona sísmica	$a_{gR}$ (m/s <sup>2</sup> )	$a_g$ <sup>(1)</sup> (m/s <sup>2</sup> )	S <sub>max</sub> / S	$a_g \cdot S$ (m/s <sup>2</sup> )	$\alpha$ <sup>(2)</sup>	$d_g$ (m)
Tipo C	Tipo 1	1,3	1,5	1,5	1,6 / 1,50	2,25	0,23	0,07
	Tipo 2	2,4	1,1	1,1	1,6 / 1,58	1,74	0,17	0,02

<sup>(1)</sup> Valor da aceleração à superfície considerando terreno tipo A e a classe importância da obra, resultante do produto  $a_{gR} \cdot \gamma$

<sup>(2)</sup> Razão entre o valor de cálculo da aceleração de um terreno e a aceleração da gravidade

Nas análises pseudo-estáticas, os valores de cálculo das forças de inércia sísmicas ( $F_H$  e  $F_V$ ), atuantes na massa de terreno, respetivamente nas direções horizontal e vertical, deverão considerar um cenário com os seguintes coeficientes:

$$k_h = 0,5 \cdot \alpha = \mathbf{0,12} / k_v = 0,5 \cdot k_h = \mathbf{0,06}$$

---

### 3 TRABALHOS REALIZADOS

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No âmbito do presente estudo e com a intenção de reconhecer e caracterizar o subsolo afeto às infraestruturas do projeto, foram realizados os trabalhos de prospeção geotécnica discriminados no Quadro 3.1, onde também se indicam as respetivas as quantidades concretizadas.

**Quadro 3.1 – Resumo das quantidades de prospeção realizadas**

<b>Prospeção Âmbito</b>	<b>Sondagens mecânicas</b>	<b>Poços de reconhecimento</b>	<b>Perfis sísmicos de refração</b>	<b>Amostras de solo p/ laboratório</b>	<b>Amostras de solo p/ laboratório</b>
Adutor	2	13	10	4	-
Rede viária	-	3	-	2	-
Câmara de Carga	3	5	2	-	4
Central mini- hidrica	1	-	1	5	-
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>4</b>

Previamente à elaboração destes trabalhos, foi submetido e aprovado um plano de prospeção com indicação das quantidades e localizações em planta destes ensaios.

Os trabalhos de prospeção tiveram início na segunda semana de agosto de 2024 com a realização de poços de reconhecimento. Porém, aquando da sua execução, verificou-se necessária a validação por parte da Herdade do Monte do Sobrado do posicionamento de todos os elementos de prospeção mecânica coincidentes com o seu olival, de modo a despistar o sistema de rede de rega que se encontra enterrado e que serve aquela propriedade.

Este processo acabou por atrasar os restantes trabalhos que acabaram concluídos apenas na primeira quinzena de setembro.

As amostras de solo remexidas recolhidas nalguns poços de reconhecimento foram submetidas a ensaios de laboratório. Pelos motivos anteriormente indicados e que originaram 2 campanhas distintas de poços, existiram 2 entregas de amostras de laboratório, recebendo-se os primeiros resultados na 1ª semana de setembro e os restantes na 3ª semana de setembro.

As metodologias e resultados serão apresentados nos subcapítulos seguintes e as respetivas localizações poderão ser consultadas nas peças desenhadas associadas às infraestruturas em questão, nomeadamente os desenhos G01, G02, G03 e G04.

### 3.2 SONDAGENS MECÂNICAS

No âmbito do presente estudo foram realizadas 6 sondagens mecânicas com o objetivo de obter informação geológico-geotécnica a profundidade inalcançável por outros meios de prospeção direta.

A sua execução pretende avaliar aspetos geotécnicos associados aos seguintes elementos:

- Adutor e respetiva travessia da rodovia nacional EN2, numa perspetiva de dimensionar os procedimentos de cravação horizontal, com particular foco na abertura dos respetivos poços de ataque e saída e conseqüente metodologias de desmonte.
- Câmara de carga, numa perspetiva de estabelecer um modelo geológico-geotécnico do subsolo afetado por esta infraestrutura e subseqüentes considerações geotécnicas, nomeadamente escavabilidade do terreno para instalação do reservatório e condições de fundação dos seus órgãos hidráulicos.
- Central mini-hídrica, numa perspetiva de estabelecer um modelo geológico-geotécnico do subsolo afetado por esta infraestrutura e subseqüentes considerações geotécnicas, nomeadamente condições de fundação das suas infraestruturas de exploração.

As sondagens foram executadas por sonda rotativa Fraste SL G, acionada por motor a diesel e de avanço hidráulico, decorrendo a furação por método rotativo com recolha contínua de amostra com o amostrador T2 de diâmetro 86mm. Nos troços mais superficiais de solo e maciço decomposto até à profundidade considerada necessária recorreu-se a revestimento dos furos com diâmetro 98mm, por forma a garantir a sua integridade no desenvolvimento das manobras subseqüentes.

Os furos foram acompanhados de ensaios SPT a cada 1,5m sempre que intersetados solos e maciço decomposto. Após terminada cada sondagem, procedeu-se à selagem da boca do respetivo furo.

No quadro seguinte indicam-se as principais características geográficas.

**Quadro 3.2 – Localização geográfica das sondagens mecânicas**

Objetivo	Ref <sup>a</sup>	Coordenadas – ETRS89		Prof. final (m)
		M	P	
Travessia da EN2	S1	2280	-182883	7,5
	S2	2253	-182889	7,5
Câmara de carga	S3	-2624	-186003	9,0
	S4	-2629	-186027	9,0
	S5	-2661	-186039	9,0
Central mini-hídrica	S6	-4906	-188374	12,0

As características de destaque resultantes da análise dos elementos obtidos nas sondagens mecânicas encontram-se sintetizadas no quadro seguinte. A restante informação poderá ser consultada nos boletins em anexo.

**Quadro 3.3 – Aspetos geológicos e geotécnicos reconhecidos nas sondagens mecânicas**

Âmbito	Refª.	Prof. final (m)	Prof. (m)	Descrição litoestratigráfica	Índice RQD - Prof. (m)			
					≤25%	25-50%	>50%	
Travessia EN2	S01	7,5	0,0 - 1,5	Solo argilo-siltoso com areia na base e com litoclastos esbranquiçados	-	6,0-7,5	4,5-6,0	
			1,5 - 4,7	Calcário margoso pulverulento e arenito brechoide, desagregado				
			4,7 - 7,5	Arenito ferruginoso brechóide a conglomerático compacto com nódulos carbonatados				
	S02	7,5	0,0 - 0,4	Solo argilo-siltoso com litoclastos	-	6,0-7,5	-	
			0,4 - 3,0	Calcário margoso pulverolento				
			3,0 - 5,5	Arenito brechoide a conglomerático desagregado, ferruginoso				
			5,5 - 7,5	Arenito brechoide a conglomerático compacto, ferruginoso				
	Câmara de carga	S03	9,0	0,0 - 0,4	Solo argilo-siltoso com litoclastos	2,5-3,0	7,5-9,0	3,0-7,5
0,4 - 2,5				Calcário margoso pulverulento e arenito brechoide a conglomerático, desagregado				
2,5 - 9,0				Arenito ferruginoso brechóide a conglomerático compacto com nódulos carbonatados				
S04		9,0	0,0 - 0,6	Solo argilo-siltoso com litoclastos	-	-	3,0-9,0	
			0,6 - 2,7	Calcário margoso pulverulento e arenito brechoide a conglomerático, desagregado				
			2,7 - 9,0	Arenito ferruginoso brechóide a conglomerático compacto com nódulos carbonatados				
S05		9,0	0,0 - 0,2	Solo argilo-siltoso com litoclastos	2,2-3,0	3,0-4,5	4,5-9,0	
			0,2 - 2,2	Calcário margoso pulverulento e arenito brechoide a conglomerático, desagregado				
			2,2 - 9,0	Arenito ferruginoso brechóide a conglomerático compacto com nódulos carbonatados				
Central mini-hídrica		S06	12,0	0,0 - 0,4	Solo argilo-siltosa com seixos subangulosos	-	-	-
				0,4 - 4,0	Argila arenosa de tons acinzentados com nódulos ferruginosos			
				4,0 - 7,5	Areia de grão médio a grosseiro, argiloso com seixos quartzitos			
	7,5 - 10			Argila siltosa acinzentada com laivos alaranjados				
	10 - 12			Areia de grão médio, argilosa com seixos quartzíticos				

Os resultados dos ensaios SPT executados a cada 1,5m nas sondagens onde se justificava são sintetizados no quadro seguinte.

**Quadro 3.4 – Resumo dos registos dos ensaios SPT**

Prof. Sond.	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0
S01	18	49	60	-	-	-	-	-
S02	26	48	50	60	60	-	-	-
S03	60	-	-	-	-	-	-	-
S04	35	60	-	-	-	-	-	-
S05	60	60	60 (*)	-	-	-	-	-
S06	7	37	60	37	27	60	60	60

\*nega de 1ª fase

Na figura seguinte apresentam-se algumas perspetivas fotográficas que ilustram o desenvolvimento dos trabalhos.



**Figura 3.1 – Ilustração dos trabalhos de furação na realização das sondagens mecânicas**

---

### 3.3 POÇOS DE RECONHECIMENTO

Na intenção de reconhecer as características do subsolo afeto às infraestruturas projetadas foram abertos poços de reconhecimento com recurso a retroescavadora. Os trabalhos decorreram por subcontrato local de máquina e manobrador e foram monitorizados por técnico da Geoárea.

Este reconhecimento possibilitou a observação direta do perfil de solo incluindo avaliação da espessura de terra vegetal, a identificação de níveis de água, a averiguação relativamente a condições de escavabilidade e a recolha de amostras remexidas de solo que foram posteriormente encaminhadas a laboratório da especialidade.

A profundidade limite de escavação foi previamente estabelecida à capacidade de alcance do braço da máquina o que, por norma, se verifica entre os 3,5 e 4m de profundidade ou por interseção de maciço rochoso ou substrato limitante da capacidade de escavação da máquina.

Na figura seguinte ilustram-se algumas perspetivas de execução dos trabalhos.



**Figura 3.2 – Ilustração dos trabalhos de abertura dos poços de reconhecimento**

**No**

Quadro 3.5 resumem-se as principais características dos poços de reconhecimento.

**Quadro 3.5 – Aspetos geológico-geotécnicos reconhecidos nos poços**

Refª	Âmbito	Coordenadas ETRS89 (m)		Prof. final (m)	Nível de água (m)	Perfil de solo		Obs.
		M	P			Prof. (m)	Descrição litológica	
P01	Acesso / conduta adutora	2317	-182878	4,0	-	0,0-1,0	Solo argilo-siltoso com litoclastos.	Amostra remexida
						1,0-4,0	Solo areno-argiloso com pequenos fragmentos rochosos xistentos	
P02	Conduta adutora	1563	-183144	4,0	-	0,0-0,7	Solo argilo-siltoso com torrões rijos e litoclastos	-
						0,7-1,5	Cascalheira de quartzo com matriz argilo-arenosa.	
						1,5-4,0	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P03	Conduta adutora	1042	-183317	3,9	-	0,0-0,3	Solo argilo-siltoso	Amostra remexida
						0,3-3,9	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P04	Conduta adutora	598	-183542	3,1	-	0,0-0,6	Solo argilo-siltoso com torrões rijos e litoclastos.	-
						0,6-1,2	Cascalheira de quartzo com matriz argilo-arenosa.	
						1,2-3,1	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P05	Conduta adutora	-129	-183972	3,9	-	0,0-0,3	Solo argilo-siltoso	Amostra remexida
						0,3-1,0	Calcário margoso, pulverolento com leve componente arenosa	
						1,0-3,9	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P06	Conduta adutora	-535	-184197	3,9	-	0,0-0,7	Solo argilo-siltoso	Amostra remexida
						0,7-1,2	Cascalheira de quartzo com matriz argilo-arenosa.	
						1,2-3,0	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
						3,0-3,9	Argilito avermelhado com areia e concreções carbonatadas	
P07	Conduta adutora	-1016	-184579	3,0	-	0,0-0,3	Solo argilo-siltoso com litoclastos.	Amostra remexida
						0,3-3,0	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P08	Conduta adutora	-1336	-185046	3,5	3,4	0,0-1,5	Solo argilo-siltoso com plasticidade e torrões rijos (aluvião?)	
						1,5-2,1	Cascalheira de quartzo com matriz argilo-arenosa.	

Refª	Âmbito	Coordenadas ETRS89 (m)		Prof. final (m)	Nível de água (m)	Perfil de solo		Obs.
		M	P			Prof. (m)	Descrição litológica	
						2,1-3,5	Areia argilosa (arenito decomposto?) avermelhada com concreções carbonatadas	
P09	Conduta adutora	-1879	-185317	3,5	-	0,0-1,0	Solo argilo-siltoso, com plasticidade, com litoclastos.	Amostra remexida
						1,0-3,0	Argilito avermelhado com areia e concreções carbonatadas	
						3,0-3,5	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, de cor avermelhada	
P10	Conduta adutora	-2369	-185757	2,3	-	0,0-0,9	Solo argilo-siltoso, com plasticidade, com seixos quartzíticos	
						0,9-1,8	Argilito com areia e concreções carbonatadas	
						1,8-2,3	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, de cor avermelhada.	
P11	Acesso à câmara de carga	-2772	-185931	2,2	-	0,0-0,4	Solo silto-argiloso com litoclastos.	
						0,4-1,4	Calcário margoso, com areia, pulverulento	
						1,4-2,2	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, de cor avermelhada.	
P12	Acesso à câmara de carga	-2979	-185693	2,5	-	0,0-0,3	Solo silto-argiloso	Amostra remexida
						0,3-1,2	Argila castanha com laivos avermelhados, rija	
						1,2-2,5	Xisto argiloso com xistosidade subvertical, cor acinzentada.	
P13	Câmara de carga	-2635	-185996	2,9	-	0,0-0,6	Solo argilo-siltoso, com plasticidade e com litoclastos.	Amostra remexida
						0,6-2,2	Calcário margoso, com areia, pulverulento	
						2,2-2,9	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P14	Câmara de carga	-2615	-186014	2,1	-	0,0-0,5	Solo argilo-siltoso com litoclastos.	Amostra remexida
						0,5-1,4	Calcário margoso, com areia, pulverulento	
						1,4-2,1	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P15	Câmara de carga	-2642	-186022	2,6	-	0,0-0,3	Solo argilo-siltoso	Amostra remexida
						0,3-0,7	Calcário margoso, com areia, pulverulento	
						0,7-2,6	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P16	Câmara de carga	-2670	-186028	2,8	-	0,0-0,4	Solo argilo-siltoso	Amostra remexida
						0,4-1,1	Calcário margoso, com areia, pulverulento	
						1,1-2,8	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com	

Refª	Âmbito	Coordenadas ETRS89 (m)		Prof. final (m)	Nível de água (m)	Perfil de solo		Obs.
		M	P			Prof. (m)	Descrição litológica	
							avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P17	Câmara de carga	-2651	-186047	2,7	-	0,0-0,4	Solo argilo-siltoso	Amostra remexida
						0,4-2,0	Calcário margoso, com areia, pulverulento	
						2,0-2,7	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P18	Conduta adutora	-2981	-186342	2,2	-	0,0-0,4	Solo argilo-siltoso	
						0,4-1,6	Calcário margoso, com areia, pulverulento	
						1,6-2,2	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P19	Conduta adutora	-3644	-187060	3,9	-	0,0-0,7	Solo argilo-siltoso	Amostra remexida
						0,7-3,9	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P20	Conduta adutora	-4053	-187500	3,9	-	0,0-0,7	Solo argilo-siltoso	Amostra remexida
						0,7-2,0	Argila arenosa com concreções carbonatadas	
						2,0-3,9	Arenito, conglomerático a brechóide, ferruginoso, com avermelhada com concreções carbonatadas esbranquiçadas	
P21	Conduta adutora	-4445	-187924	3,3	-	0,0-0,5	Solo argilo-siltoso com litoclastos.	
						0,5-2,2	Argila arenosa de cor castanha com concreções carbonatadas	
						2,2-3,3	Argila arenosa de tom avermelhado com concreções carbonatadas	

### 3.4 PERFIS SÍSMICOS DE REFRAÇÃO

A sísmica de refração baseia-se na medição da velocidade de propagação das ondas longitudinais “P” geradas por meio de um impacto à superfície do material a investigar. Mediante este impacto induz-se uma perturbação sísmica que gera frentes de ondas longitudinais “P”.

O equipamento de registo é constituído por sensores (geofones) capazes de medir os deslocamentos do terreno, instalados no solo e ligados ao equipamento de medida (sismógrafo). Este possui um sistema que mede o tempo de percurso da frente de onda entre o ponto de impacto e a chegadas aos diferentes geofones.



**Figura 3.3 - Ilustração do dispositivo sísmico**

Desta forma, os ensaios de sísmica de refração foram realizados com recurso a sismógrafo de 24 canais, distribuindo-se 24 geofones em espaçamentos equidistantes de 2,5m ao longo de alinhamentos retilíneos com 62,5m de comprimento. A fonte de energia utilizada para produção de ondas sísmicas resultou do impacto de uma queda de massa de 7kg em chapa metálica, incidente em 5 pontos de impacto (tiro direto, tiro central, tiro inverso e 2 tiros intermédios), perfazendo 120 leituras por perfil.

No total foram realizados 13 perfis sísmicos, distribuídos pelo traçado da conduta principal, na câmara de carga e central mini-hídrica.

Na Figura 3.4 apresentam-se algumas perspetivas da aquisição de dados no terreno



**Figura 3.4 – Ilustração da aquisição de dados da sísmica de refração**

No quadro seguinte indicam-se as características geográficas e geométricas dos perfis sísmicos realizados.

**Quadro 3.6 – Características geográficas e geométricas dos perfis sísmicos**

Âmbito	Ref.	Coordenadas ETRS89			Nº de geofones /espaçamento (m)	Comp. final (m)
		Extremo	M	P		
Conduta adutora	PS1	Td	2018	-182991	24 / 2,5	62,5
		Ti	1958	-183009		
	PS2	Td	1297	-183230	24 / 2,5	62,5
		Ti	1237	-183248		
	PS3	Td	217	-183791	24 / 2,5	62,5
		Ti	170	-183832		
	PS4	Td	61	-183904	24 / 2,5	62,5
		Ti	3	-183927		
	PS5	Td	-756	-184265	24 / 2,5	62,5
		Ti	-803	-184306		
	PS6	Td	-1489	-185138	24 / 2,5	62,5
		Ti	-1549	-185156		
	PS7	Td	-2004	-185407	24 / 2,5	62,5
		Ti	-2050	-185449		
Câmara de carga	PS8	Td	-2661	-186011	24 / 2,5	62,5
		Ti	-2599	-186016		
	PS9	Td	-2685	-186036	24 / 2,5	62,5
		Ti	-2623	-186042		
Conduta adutora	PS10	Td	-2852	-186219	24 / 2,5	62,5
		Ti	-2894	-186266		
	PS11	Td	-3420	-186816	24 / 2,5	62,5
		Ti	-3462	-186863		
	PS12	Td	-3861	-187290	24 / 2,5	62,5
		Ti	-3903	-187336		
Central mini-hídrica	PS13	Td	-4914	-188346	24 / 2,5	62,5
		Ti	-4884	-188401		

Para interpretação dos dados de campo recorreu-se a inversão algorítmica através do software *Rayfract*. Nesta abordagem a obtenção do modelo final pressupõe o ajuste entre um modelo sintético calculado e um modelo de campo medido.

Nestes modelos o resultado final é apresentado sobre a forma de uma secção bidimensional de velocidades sísmicas longitudinais, que surge após diferença mínima de erro RMS no cálculo iterativo. Este erro RMS resulta do cálculo da diferença quadrática entre todos os pontos de campo e dos calculados por inversão.

Nestas secções tomográficas optou-se por destacar a isolinha da velocidade 1700m/s que se considera de referência a equipamento escarificador do tipo D8 ou de capacidade semelhante.

Nos perfis realizados no âmbito da câmara de carga (PS8 e PS9) a interpretação dos dados sísmicos foi complementada com a metodologia clássica que recorre aos tempos de interseção e distâncias críticas.

Esta análise permitiu o estabelecimento de modelos onde os contrastes de velocidades sísmicas são mais estratificados e evidentes, contornando-se desta forma a tendência das tomografias sísmicas para a aplicação de gradientes de velocidades.

Na figura seguinte apresentam-se os modelos sísmicos obtidos por esta abordagem de processamento clássico. Os modelos tomográficos poderão ser consultados nos boletins de ensaio incluídos em anexo

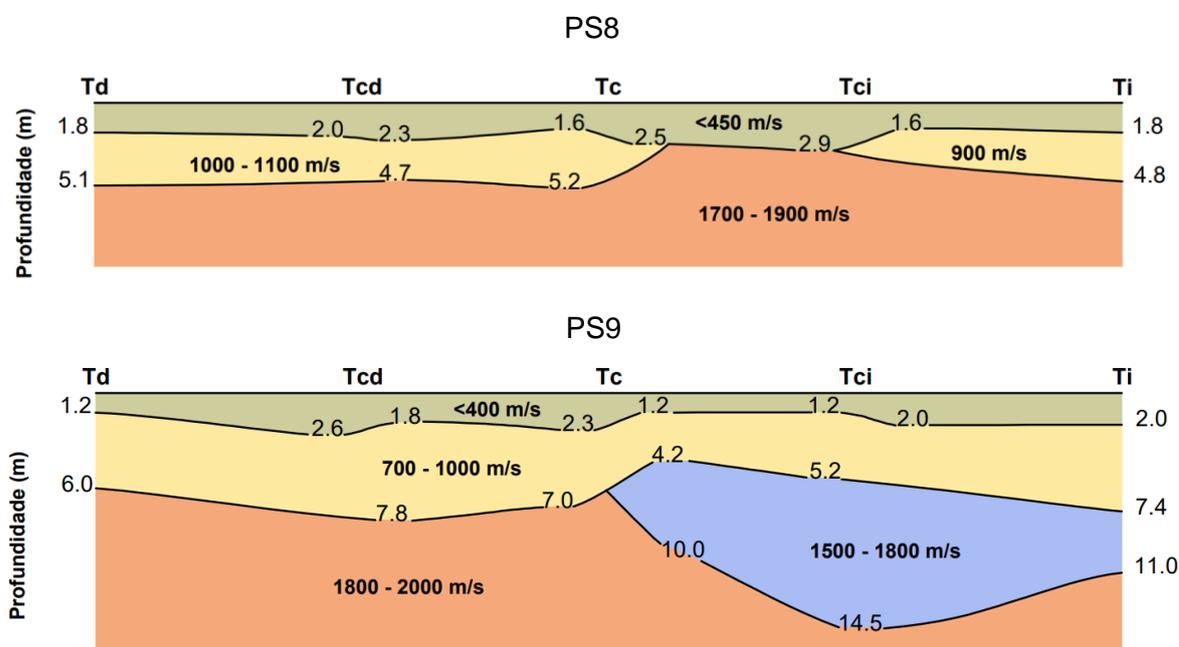


Figura 3.5 – Modelos sísmicos dos perfis PS8 e PS9 obtidos por processamento clássico

### 3.5 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

No âmbito do presente estudo foram ensaiadas em laboratório diversas amostras remexidas de solo recolhidas nos poços de reconhecimento, que pretenderam a identificação e caracterização física dos solos integrantes do subsolo em análise; e amostras de rocha recolhidas nas sondagens mecânicas, que pretenderam a caracterização da resistência mecânica dos maciços areníticos intersectados.

Nos quadros seguintes apresenta-se a relação entre amostras e ensaios realizados.

**Quadro 3.7 - Ensaios de laboratório executados em solos**

Âmbito	Ref. Amostra	Granul. por peneiração	Granul. sedimentação	Limites de Atterberg	Teor em água	Proctor normal	Proctor modificado	Ensaio CBR	Corte Directo (CU)
Acesso / conduta	P1	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-
	P3	✓	-	✓	-	-	-	-	-
Conduta adutora	P5	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	-
	P7	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	-
	P9	✓	-	✓	-	-	-	-	-
Acesso	P12	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-
Câmara de carga	P13	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-
	P14	-	✓	✓	-	-	-	-	-
	P15	✓	-	✓	✓	-	-	-	-
	P16	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-
	P17	✓	-	✓	✓	-	-	-	-
Conduta adutora	P19	✓	-	✓	✓	-	-	-	-
	P20	✓	-	✓	✓	-	-	-	-
	P21	✓	-	✓	✓	-	-	-	-

**Quadro 3.8 - Ensaios de laboratório executados em rocha**

Âmbito	Ref. Amostra	RCU	Módulo de Deformabilidade
Câmara de carga	S3	✓	✓
	S4-am1	✓	✓
	S4-am2	✓	✓
	S5	✓	✓

No Quadro 3.9 sintetizam-se os resultados dos ensaios de laboratório de todas as amostras de solo concernentes ao projeto.



Quadro 3.9 - Resumo dos ensaios de laboratório em amostras remexidas de solo

Ref	Prof. (m)	Granulometria (% de material passado)						Limites de consistência		Teor em água (%)	Ensaio Proctor Normal		Ensaio Proctor Modificado		Ensaio CBR		Corte direto		Classificação	
		2 $\mu$ m	#200	#40	#10	#4	3/4"	LL (%)	IP (%)		$\gamma_{dmax}$ (kN/m <sup>3</sup> )	W <sub>opt</sub> (%)	$\gamma_{dmax}$ (kN/m <sup>3</sup> )	W <sub>opt</sub> (%)	Índice CBR (%)	Exp (%)	$\phi$ (°)	C (kPa)	ASTM	AASHTO
P1	0,5-1,0	56	80,6	88,8	92,1	94,9	99,8	68	38	28,9	-	-	16,3	17,8	5	10	-	-	CH	A-7-5 (0)
P3	3,0-3,5	-	12,6	30,1	52,1	65,6	97,4	48	17	20,1	15,6	23,2	-	-	-	-	-	-	SM	A-2-7 (0)
P5	2,0-2,5	-	14,1	28,4	43,7	53,8	78,4	45	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	GM	A-2-7 (0)
P7	0,5-1,0	-	15,0	40,5	64,7	77,7	97,4	52	18	12,3	15,5	18,2	-	-	-	-	-	-	SM	A-2-7(0)
P9	2,0-2,5	-	17,0	23,9	38,0	47,2	75,2	56	27	24,5	14,3	19,4	-	-	-	-	-	-	GC	A-2-7 (0)
P12	0,5-1,0	-	69,4	77,1	88,7	92,7	99,5	42	22	10,8	-	-	18,2	11,0	1	4	-	-	CL	A-7-6 (14)
P13	1,0-1,5	-	21,3	36,3	57,9	71,8	98,4	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SM	A-1-b (0)
P14	0,8-1,2	-	50,7	66,8	79,5	85,6	98,8	60	23	25,9	13,5	15,6	-	-	-	-	-	-	MH	A-7-5 (9)
P15	1,0-1,5	-	7,7	15,6	26,9	37,0	71,6	NP	NP	26,3	12,9	18,6	-	-	-	-	30	3	GP-GM	A-1-a (0)
P16	0,5-1,0	-	11,9	20,2	33,8	43,3	75,1	56	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	GM	A-2-7 (0)
P17	1,0-1,5	12	42,0	48,0	49,7	59,8	86,6	53	18	17,6	13,3	12,4	-	-	-	-	22	13	GM	A-7-5 (4)
P19	1,5-2,0	-	31,7	53,9	72,1	84,0	98,6	56	36	17,4	17,0	15,6	-	-	-	-	-	-	SC	A-2-7 (4)
P20	2,0-2,5	-	19,5	31,4	49,9	63,1	85,1	49	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SM	A-2-7 (1)
P21	1,5-2,0	-	70,6	79,3	87,9	91,1	97,5	34	15	17,1	15,7	14,4	-	-	-	-	-	-	CL	A-6 (9)



Nas figuras seguintes apresentam-se por cada uma das infraestruturas em estudo, as curvas granulométricas obtidas para os solos ensaiados e a respetiva carta de plasticidade.

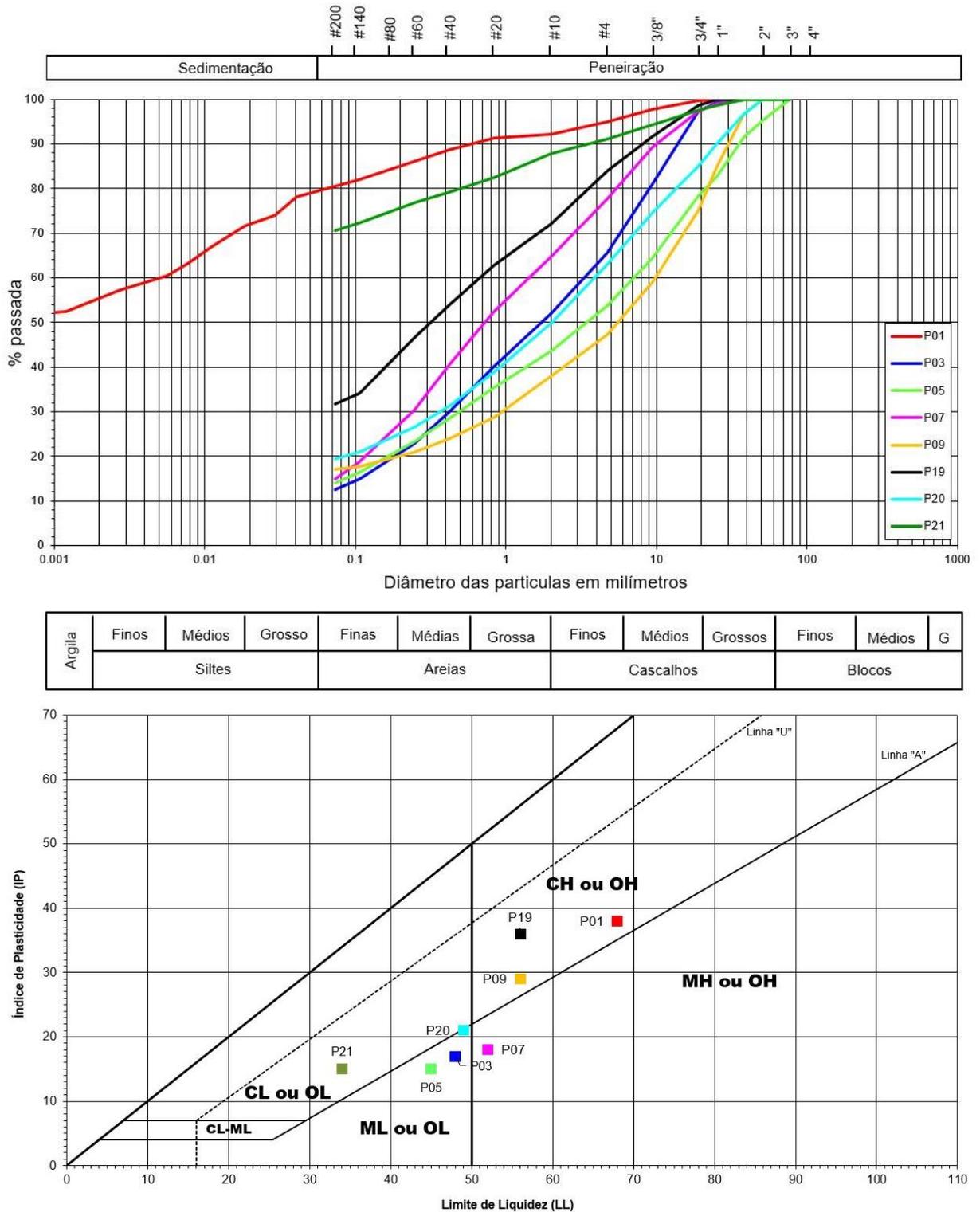
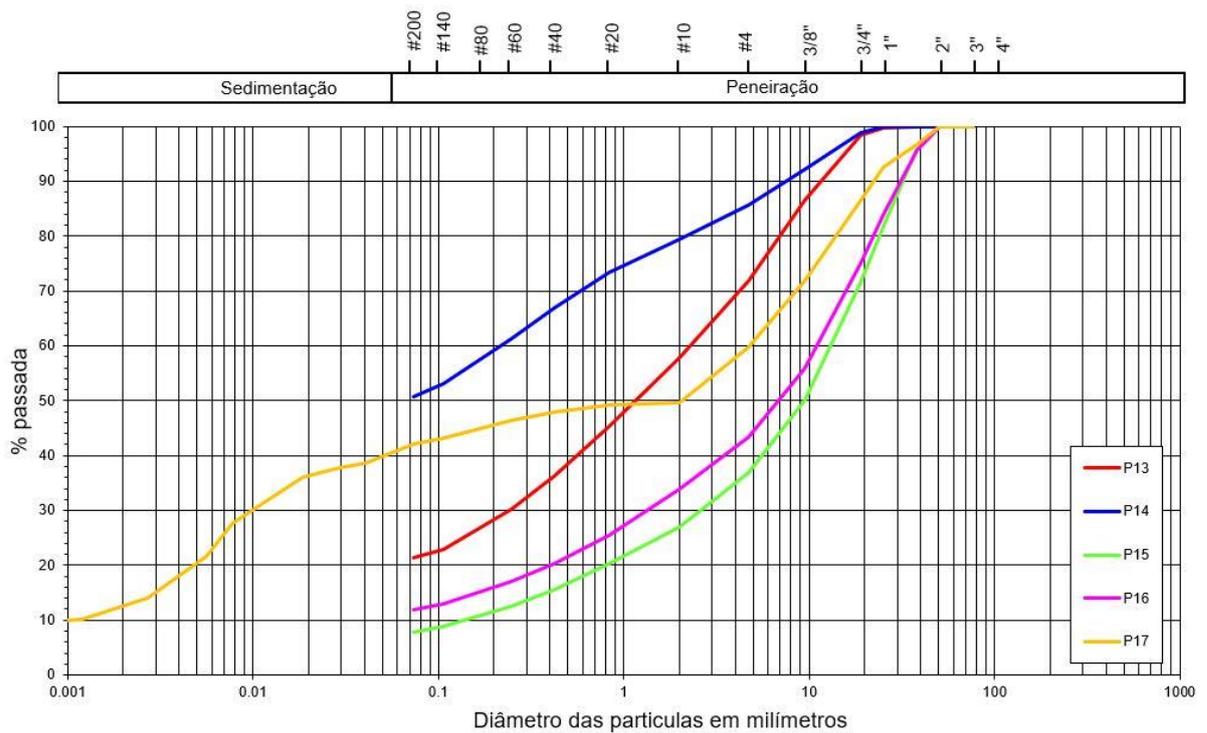


Figura 3.6 – Distribuição granulométrica e carta de plasticidade das amostras remexidas de solo da conduta adutora



Argila	Finos	Médios	Grosso	Finas	Médias	Grossa	Finos	Médios	Grossos	Finos	Médios	G
	Siltos			Areias			Cascalhos			Blocos		

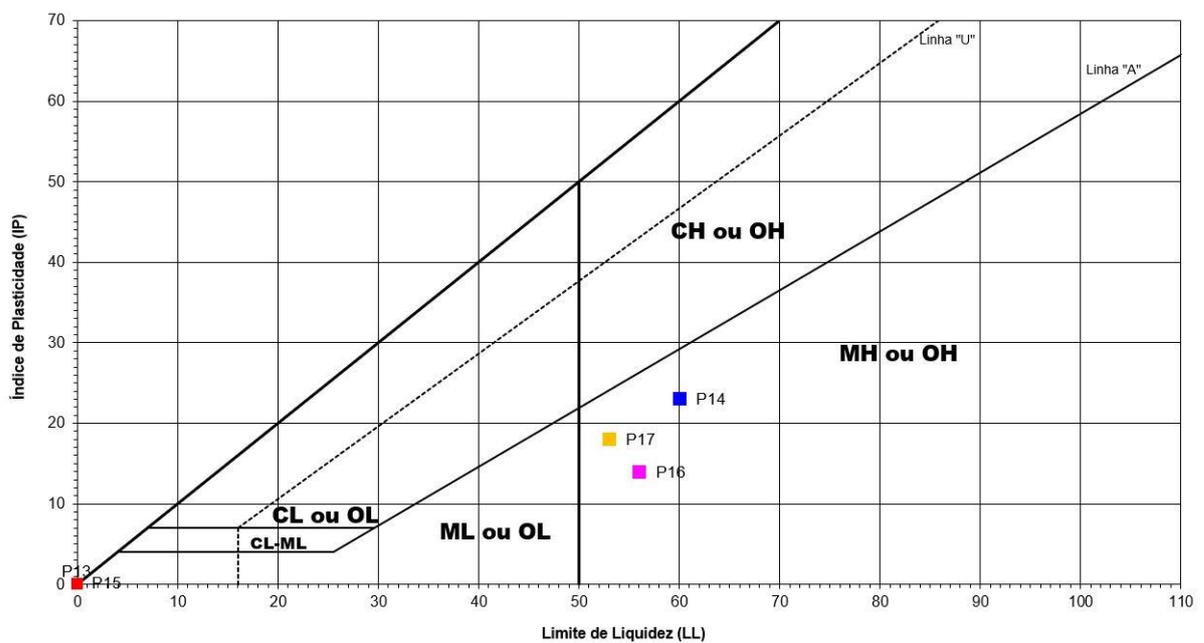
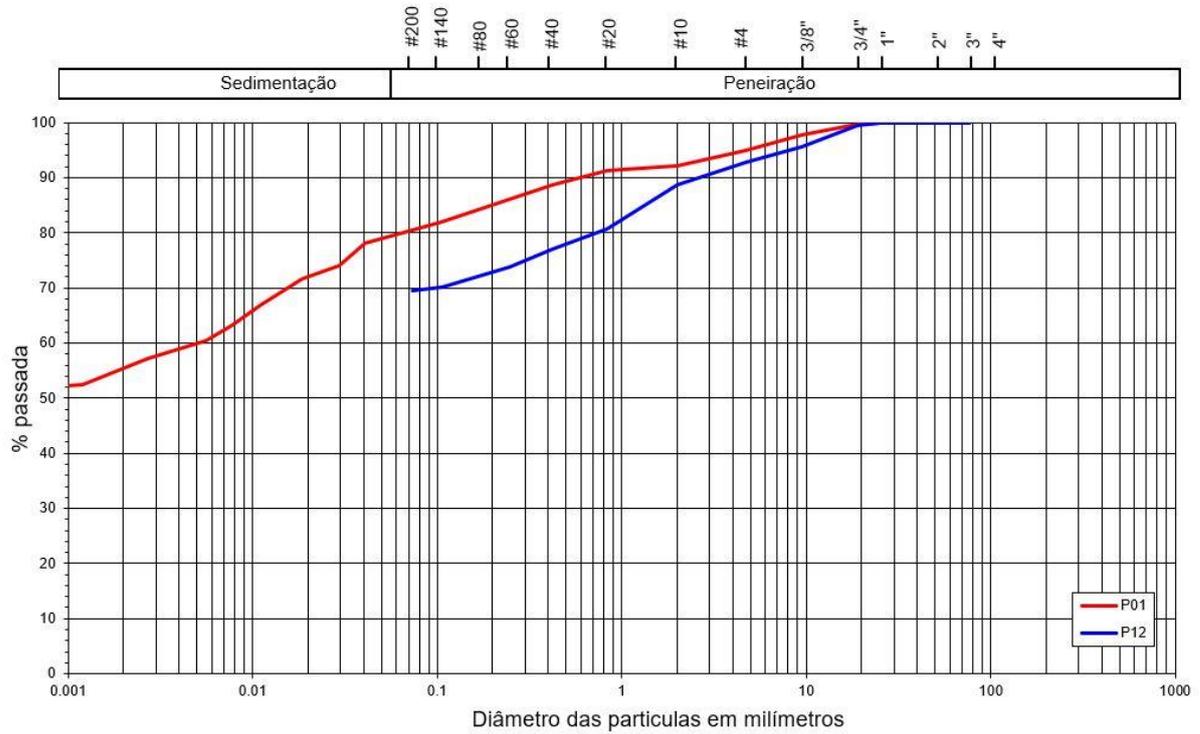


Figura 3.7 – Distribuição granulométrica e carta de plasticidade das amostras remexidas de solo da câmara de carga



Argila	Finos	Médios	Grosso	Finas	Médias	Grossa	Finos	Médios	Grossos	Finos	Médios	G
	Siltos			Areias			Cascalhos			Blocos		

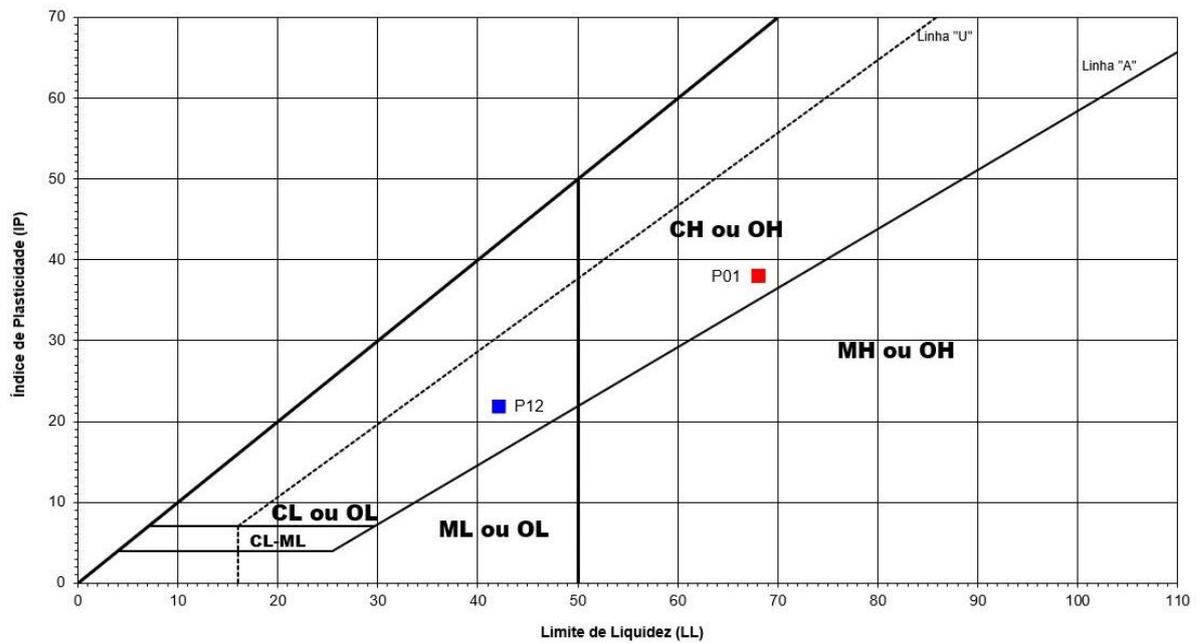
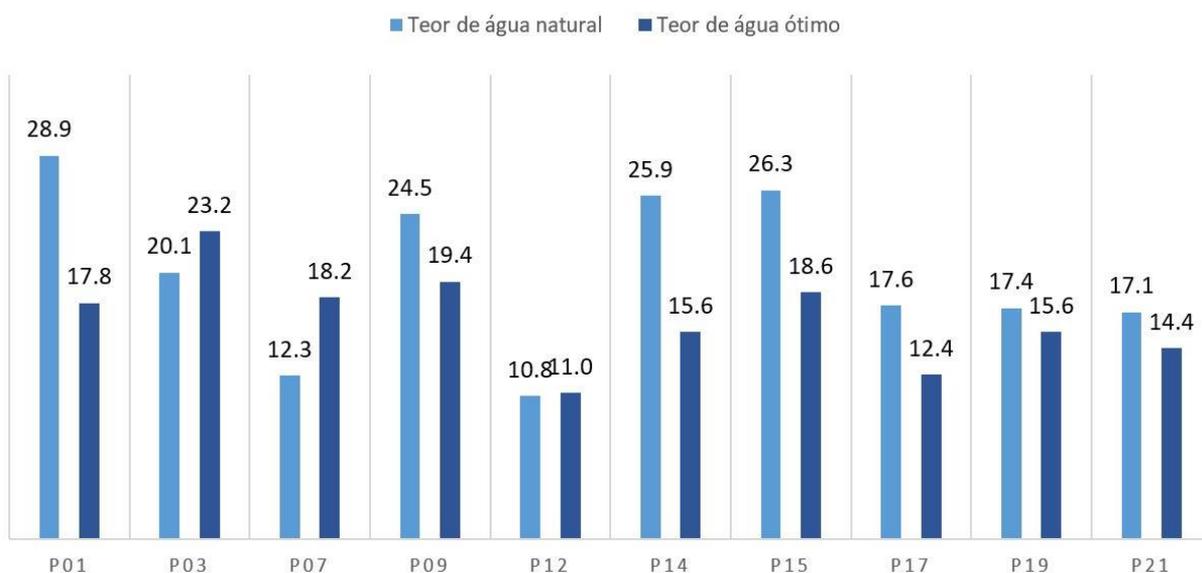
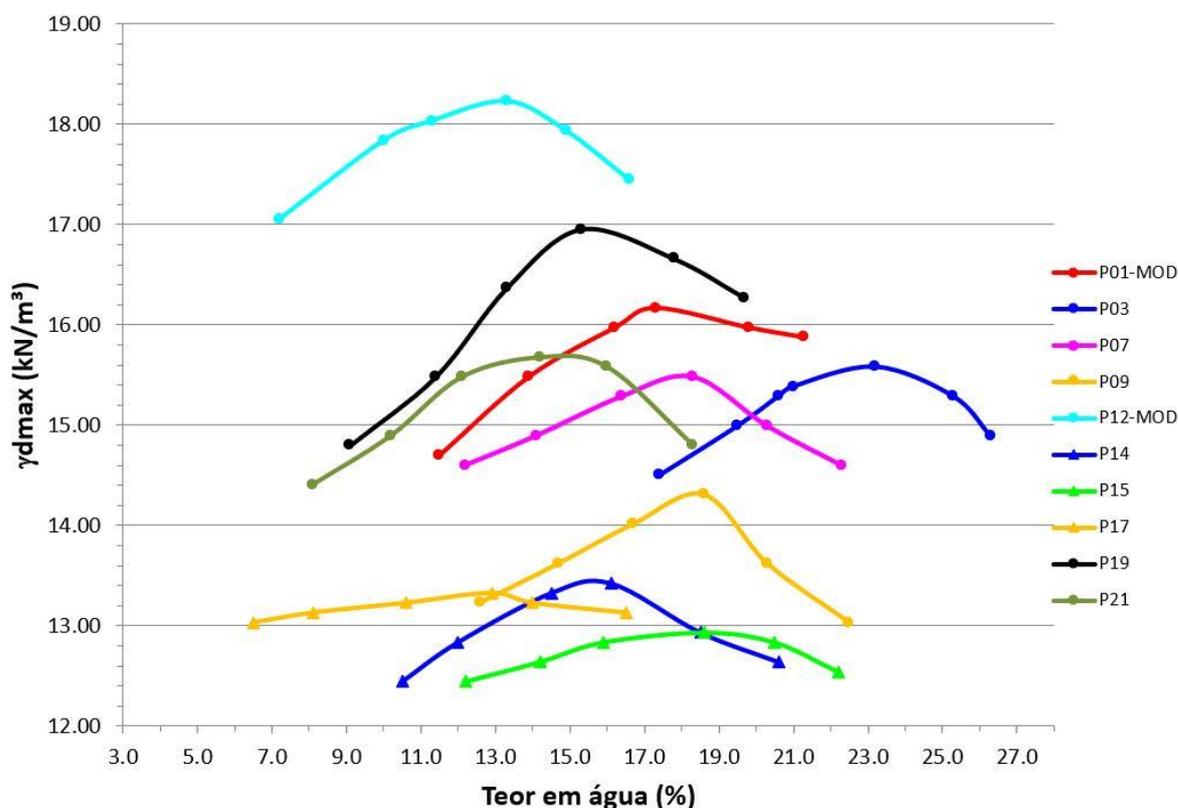


Figura 3.8 – Distribuição granulométrica e carta de plasticidade das amostras remexidas de solo recolhidas nos traçados da rede viária

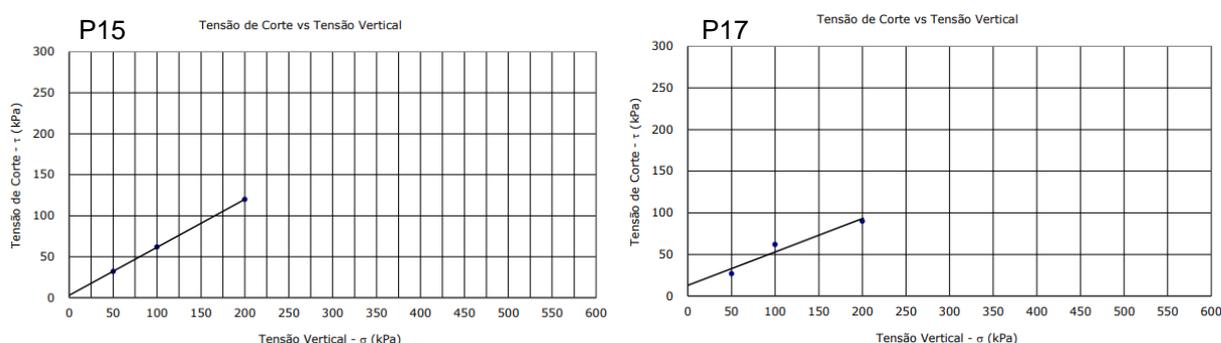
Na figura seguinte apresentam-se as curvas de compactação obtidas nas amostras selecionadas para os ensaios Proctor normal e Proctor modificado, conforme indicado, e os gráficos comparativos entre o teor de água ótimo e teor de água natural, este último representante das condições in situ de amostragem.



**Figura 3.9 –Curvas de compactação obtidas pelo ensaio Proctor e gráfico comparativo de teores de água ótimo vs. teor de água natural**

Os resultados dos cortes diretos realizados sobre as amostras dos poços P15 e P17, compactadas pelos parâmetros ótimos do ensaio Proctor normal, portando em condições consolidadas e em regime não drenado, resultaram em valores de  $\phi=30^\circ$  e  $c= 3$  kPa para a amostra P15, representativa dos arenitos ferruginosos e  $\phi=22^\circ$  e  $c= 13$  kPa para a amostra P17, representativa dos calcários pulverulentos. Estes valores são também indicados no Quadro 3.9.

Na obtenção destes valores foram consideradas tensões de consolidação de 50 / 100 / 200kPa para os 3 provetes ensaios, admitindo-se estes valores enquadrados nas tensões expetáveis no aterro da câmara de carga.



**Figura 3.10 – Relação tensão de corte vs tensão vertical para as amostras P15 e P17**

Os ensaios de determinação da resistência à compressão uniaxial e módulo de deformabilidade realizados nos tarolos rochosos das sondagens S3, S4 e S5 revelaram os resultados sintetizados no quadro seguinte.

**Quadro 3.10 - Resumo dos ensaios de laboratório em amostras de rocha**

Sondagem	Profundidade (m)	RCU (MPa)	E (GPa)
S3	2,8-3,0	12,5	2,4
S4	6,5-6,8	12,6	4,3
	8,0-8,5	13,3	3,8
S5	3,5-3,7	12,7	3,7

---

## **4 CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS**

### **4.1 ASPETOS GERAIS**

No presente capítulo serão abordados diversos aspetos geotécnicos a ter em consideração no dimensionamento e projeto das infraestruturas em estudo, nomeadamente no que diz respeito às condições de fundação, escavabilidade, estabilidade de taludes e reutilização de materiais. No caso da conduta adutora serão ainda analisados os pontos críticos de interseção do traçado com infraestruturas de serviço que não poderão ser interrompidos.

O desenvolvimento destas considerações geotécnicas tem por suporte os modelos geológico-geotécnicos estabelecidos para os diferentes elementos de obra e que serão apresentados em subcapítulo dedicado.

Estes modelos geológico-geotécnicos foram elaborados tendo por base os trabalhos de prospeção realizados no âmbito da caracterização do subsolo afetado por cada infraestrutura.

Neste contexto os modelos desenvolvidos pretendem delimitar zonas com litologias e propriedades geomecânicas diferenciadas a fim de se tipificarem comportamentos e soluções de resposta aos mesmos, podendo ser considerados uma versão preliminar de um sistema sujeito a aferição e adaptação mediante o confronto com dados complementares.

### **4.2 CONDUTA ADUTORA**

A conduta adutora será construída em betão e terá um traçado subdividido em 2 troços. Um primeiro troço que antecede a câmara de carga, apresentando uma extensão de 5960m e diâmetro nominal de 1600mm. Um segundo troço que sucede a câmara de carga e apresenta extensão de 3200m e diâmetro nominal de 1400mm.

Nos subcapítulos seguintes serão avaliados diversos aspetos geológico-geotécnicos relacionados com esta estrutura e respetiva vala de instalação, nomeadamente condições de escavação e geometria dos taludes da vala, condições de fundação e reutilização dos materiais disponibilizados pelas escavações no aterro da vala.

Serão também avaliados os pontos críticos relacionados com a interseção do traçado desta conduta com locais que irão requerer particular atenção no decorrer da empreitada, destacando-se neste contexto a travessia do traçado rodoviário EN2.

Nas peças desenhadas G01, folha 1 a 4 e G02, folha 1 a 3, é apresentada a planta e o perfil geológico do traçado da conduta adutora, ao qual se associa um pente geotécnico que se pretende de suporte à leitura deste capítulo. Neste pente geotécnico é materializada a distribuição da vala tipo, a percentagem do tipo de meios de desmonte previstos e os locais onde se antecipa a afluência de água à escavação da vala.

#### 4.2.1 Modelo Geológico-Geotécnico

Ao longo do traçado da conduta são intersetadas diversas formações geológicas, conforme poderá ser consultado nas peças desenhadas G01 e G02 e no Quadro 4.1, onde se listam as unidades geológicas a intersetar pelas escavações da vala de instalação da conduta, na sequência quilométrica de cada troço da conduta

**Quadro 4.1 - Distribuição das unidades geológicas ao longo do traçado da conduta adutora**

Troço adutor	Km inicial	Km final	Unidade Geológica
Troço 1	0+000	4+350	Formação de Vale do Guizo
	4+350	4+444	Aluvião + Formação de Vale do Guizo
	4+444	4+631	Formação de Alvalade
	4+631	4+890	Formação de Alvalade + Formação de Vale do Guizo
	4+890	5+960	Formação de Vale do Guizo
Troço 2	0+000	0+869	Formação de Vale do Guizo
	0+869	0+915	Formação de Vale do Guizo + Xistos Siliciosos
	0+915	1+189	Xistos Siliciosos
	1+189	1+268	Formação de Vale do Guizo + Xistos Siliciosos
	1+268	1+606	Formação de Vale do Guizo
	1+606	2+125	Formação de Alvalade + Formação Vale do Guizo
	2+125	2+284	Formação de Vale do Guizo
	2+284	2+461	Formação de Alvalade + Formação Vale do Guizo
2+461	3+200	Formação de Alvalade	

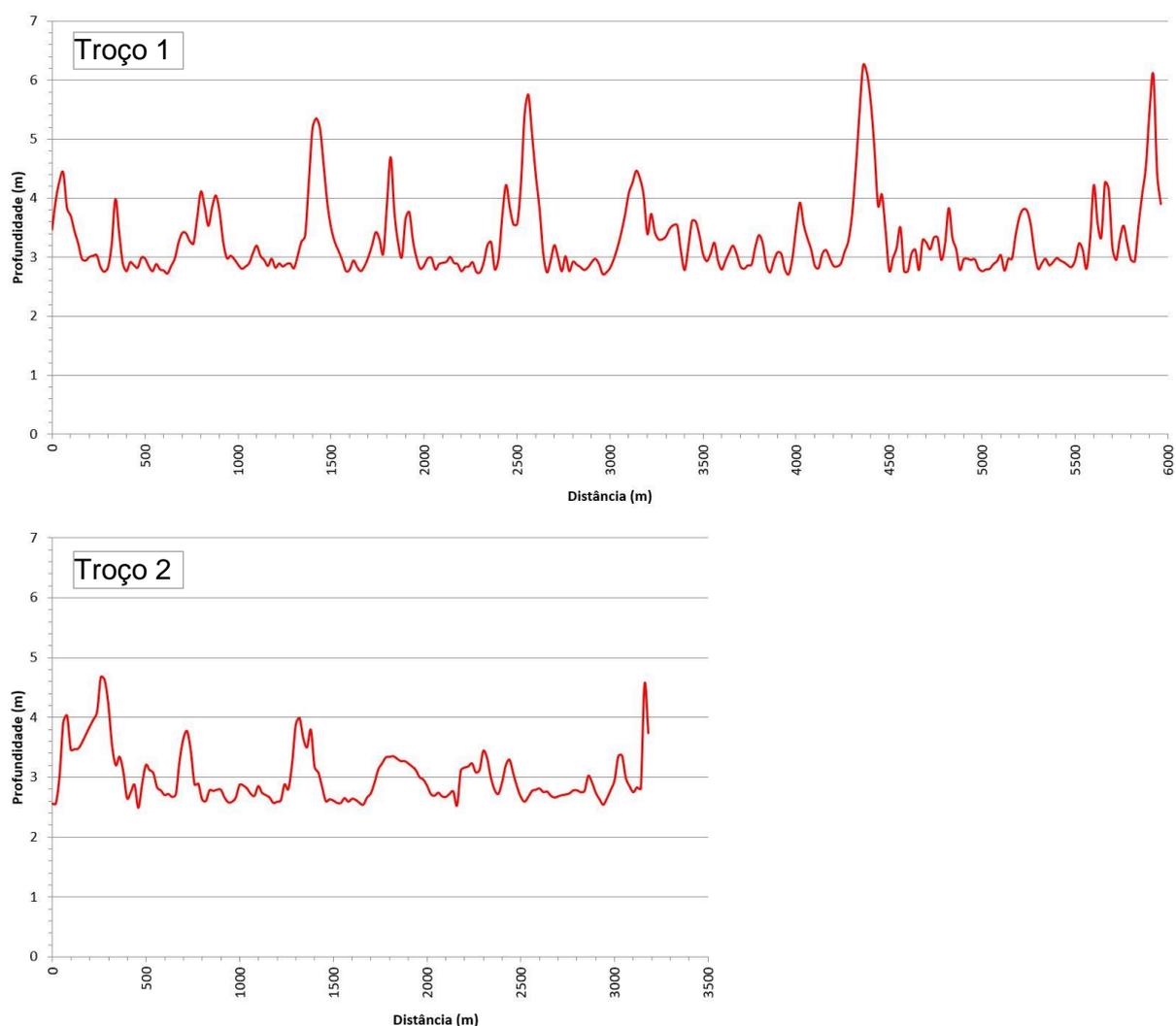
No enquadramento das observações efetuadas nos trabalhos de prospeção destacam-se, nos pontos seguintes, as características de relevo de cada unidade geológica:

- **Aluvião:** depósito argilo-siltoso de cor castanho-escuro que em profundidade se admite aumento o seu conteúdo arenoso. Tendencialmente plástico e orgânico.
- **Formação de Alvalade:** maioritariamente associada a argilas arenosas, frequentemente com concreções carbonatadas e que apresentam baixa plasticidade (argilas “margas”, pelo sistema de classificação ASTM).
- **Formação de Vale do Guizo:** genericamente ocorre com horizonte superior de calcários margosos, pulverolentos e calcarenitos a que subjazem arenitos ferruginosos conglomeráticos a brechóides, frequentemente com concreções carbonatadas, que inicialmente surgem brandamente cimentados ou com cimento muito alterado a decomposto, mas que, em profundidade, se revelam cada vez mais competentes e enquadrados na mecânica de rochas.
- **Xistos siliciosos:** maciço rochoso metassedimentar que se apresenta sob a forma de xistos cinzentos, argilosos e ligeiramente friáveis, pelo menos nos horizontes mais superficiais. Apenas observados no poço P12 da rede viária.

## 4.2.2 Condições de Escavação

A profundidade da vala para inserção da conduta é condicionada pela conjugação de fatores como a geometria do traçado e modelo topográfico, bem como por otimizações hidráulicas não sendo, naturalmente, constante.

Na Figura 4.1 ilustra-se, graficamente, a variação da profundidade de soleira da conduta. Por análise desta figura verifica-se que a instalação da conduta adutora necessitará de escavações com profundidades que variam entre 3 e 6,5 metros.



**Figura 4.1 – Variação da profundidade de soleira da conduta adutora ao longo do traçado**

Tendo por base os elementos da prospeção geológico-geotécnica realizada ao longo do traçado desta adutora, efetuou-se uma avaliação relativa aos meios de desmonte necessários para obter as cotas finais previstas para a escavação da vala.

Neste contexto deu-se particular relevo à informação obtida nos poços de reconhecimento e sísmica de refração, nesta última tendo por referência a isolinha da velocidade sísmica 1700m/s como limite de ripabilidade de um equipamento D8 da Caterpillar.

Em suma, apenas se antecipam necessários meios mecânicos nas escavações da vala para instalação da conduta adutora, nomeadamente:

- Meios mecânicos ligeiros, escavadora com lâmina e balde, para escavação em solos.
- Meios mecânicos pesados, ripper D8 ou escavadora giratória de potência equivalente com capacidade de ripagem, para escavação em rocha branda.

No quadro seguinte apresenta-se a distribuição da proporção prevista para a aplicação destes meios de desmonte, que também poderá ser consultada nas peças desenhadas G01 e G02.

**Quadro 4.2 - Proporção dos meios de desmonte na abertura das valas da conduta adutora**

Troço adutor	Km inicial	Km final	Desmonte mecânico (%)	
			Ligeiro	Pesado
Troço 1	0+000	0+063	90	10
	0+063	0+083	Cravação Horizontal – EN2	
	0+083	5+959	90	10
Troço 2	0+000	0+915	90	10
	0+915	1+189	70	30
	1+189	1+362	90	10
	1+362	1+391	Cravação Horizontal – EM526	
	1+391	3+158	90	10
	3+158	3+187	Cravação Horizontal – CCG do Roxo	
	3+187	3+199	90	10

#### 4.2.3 Condições de Fundação

Conforme perceptível na Figura 4.1 a conduta será enterrada a profundidades de soleira superiores a 2,8 metros.

Considerando que o estado de tensão do solo em repouso é resultado do produto  $\gamma h \times P$ , sendo  $\gamma h$  a sua massa volúmica *in situ* e  $P$  a profundidade de fundação da conduta, admite-se que as tensões de serviço impostas pela inserção da estrutura, ainda que plena de água, mais os solos compactados subjacentes, não serão superiores às do seu estado em repouso.

Não se anteveem, deste modo, constrangimentos construtivos resultantes de condições de fundação deficientes.

#### 4.2.4 Geometria das Valas

Os taludes resultantes das escavações para abertura das valas deverão assumir as geometrias indicadas.

Assim, foram estabelecidas as seguintes valas-tipo:

- **Vala tipo I – vala corrente**
  - Pano superior fixo 1V:1H com 1m de altura
  - Pano intermédio 2V:1H com altura variável
  - Pano inferior fixo 10V:1H (para medições poderá ser vertical) da base da vala até ao eixo da conduta
- **Vala tipo II – vala na interseção de terrenos aluvionares**
  - Pano superior fixo 1V:1.5H com 1m de altura
  - Pano intermédio 2V:1H com altura variável
  - Pano inferior fixo 10V:1H da base da vala até ao eixo da conduta

A distribuição destas valas-tipo ao longo do traçado da adutora é sumarizada no quadro seguinte, podendo ser também consultada no pente geotécnico apresentado nas peças desenhadas G01 e G02.

**Quadro 4.3 - Distribuição das valas-tipo no traçado da conduta adutora**

Troço adutor	Km inicial	Km final	Vala-tipo
Troço 1	0+000	0+063	Tipo I
	0+063	0+083	Cravação Horizontal – EN2
	0+083	4+350	Tipo I
	4+350	4+444	Tipo II
	4+444	5+959	Tipo I
Troço 2	0+000	1+362	Tipo I
	1+362	1+391	Cravação Horizontal – EM526
	1+391	3+158	Tipo I
	3+158	3+187	Cravação Horizontal – CCG do Roxo
	3+187	3+199	Tipo I

As geometrias apresentadas não dispensam a avaliação em fase obra das condições de sustentabilidade dos taludes de escavação, sublinhando-se os seguintes fatores a ter em consideração:

- Condições meteorológicas vigentes no período da sua abertura.
- Variações litológicas.
- Afluência de água à escavação.
- Estratégia construtiva, nomeadamente duração do período de abertura da vala.
- Eficácia de drenagem e bombagem de água.
- Tipo e densidade de tráfego de equipamentos na proximidade das cristas.

Nos taludes de menor altura ou outros que o empreiteiro entender que lhe garantam maiores rendimentos e menores custos, admitem-se escavações verticais entivadas em contínuo com pranchões metálicos travados transversalmente por escoramentos hidráulicos

#### **4.2.5 Reutilização de Materiais para Aterro da Vala**

Após a instalação da adutora as cotas iniciais da superfície do terreno serão repostas com o material proveniente da escavação, salvo os horizontes envolventes da adutora, que requerem características selecionadas, como se verá. Os materiais excedentes deverão ser levados a centro certificado de gestão de resíduos ou, caso haja sobreposição de empreitadas, reutilizados nos aterros da câmara de carga ou rede viária.

Atendendo ao enquadramento geológico do traçado da conduta, prevêem-se disponíveis os seguintes tipos de material resultante das escavações:

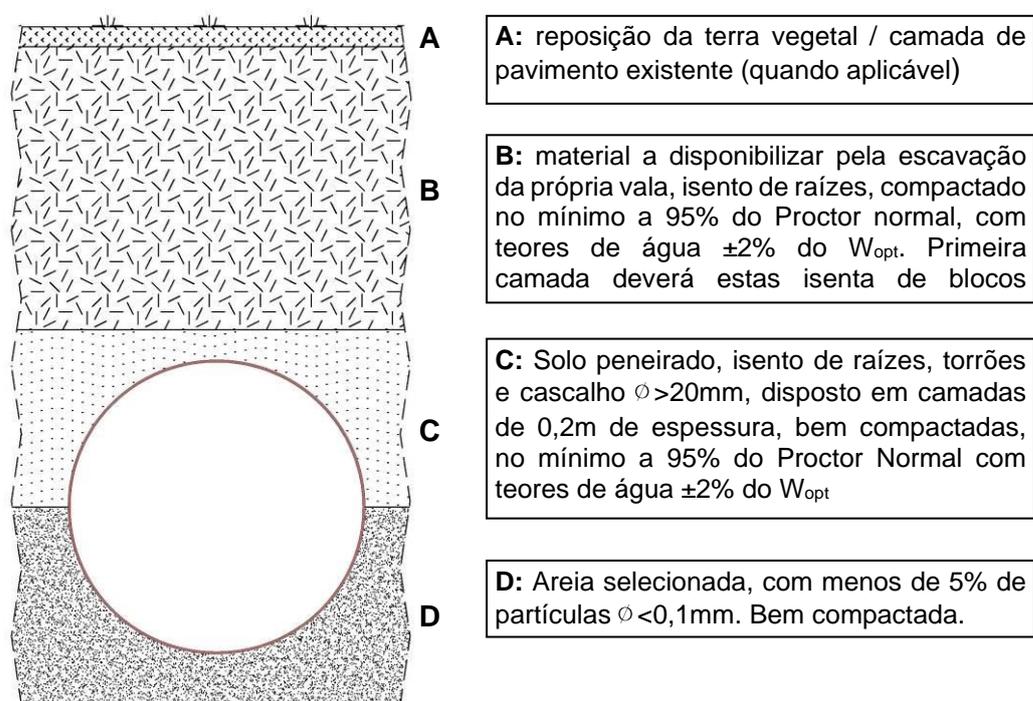
- Solos areno-argilosos e areno-siltosos (SC e SM, respetivamente, da classificação unificada) e solos cascalhentos com argila e siltes (GC e GM, respetivamente, da classificação unificada). Mais residualmente, presumem-se também ocorrentes solos francamente argilosos e siltosos que ocasionalmente poderão exibir elevada plasticidade.
- Escombro rochoso resultante do desmonte dos maciços areníticos e calcareníticos a profundidades superiores a 3-4m e associados à Formação de Vale do Guizo. Este material poderá requerer um processamento secundário para granulometrias mais adequadas ao processo de aterro da vala, uma vez que se admite que no decorrer dos trabalhos de desmonte poderão resultar materiais mal calibrados e com blocos de dimensão desajustada à regularização e boa compactação das camadas. A dimensão máxima destes elementos deverá estar limitada a 2/3 da espessura das camadas do aterro;

No surgimento de solos de elevada plasticidade como argilas e siltes, enquadrados na classe CH e MH da classificação unificada, recomenda-se que sejam separados dos restantes e levados a centro de gestão de resíduos, não se propondo a sua reutilização salvo num cenário deficitário de material para aterro da vala. Nessa situação admite-se a sua colocação nos troços onde as valas apresentem maior profundidade e o mais afastado de possíveis aflúências de água.

Igualmente se preconiza o rejeite dos solos orgânicos superficiais (terra vegetal) como material integrante dos aterros das valas, sugerindo-se o seu reaproveitamento na cobertura do horizonte superficial ou em trabalhos de integração paisagística de taludes definitivos de outros elementos de obra.

Posto isto não se perspetivam insuficiências no balanço de terras necessário à conclusão da empreitada.

Na figura seguinte esquematiza-se o aterro-tipo da vala preconizado pelo projeto.



**Figura 4.2 – Esquemática do aterro-tipo da vala da conduta adutora**

De sublinhar que nos trechos da adutora mais próximos da câmara de carga, portanto, no trecho de vala que antecede e no trecho de vala que sucede aquela infraestrutura, poderá haver utilidade em priorizar o recurso aos materiais de pior qualidade ou de escombros areníticos no aterro da vala, reservando os solos arenosos de melhor qualidade para aplicação nos aterros do dique perimetral do reservatório.

#### **4.2.6 Pontos Críticos**

Na interseção da conduta adutora com infraestruturas existentes e de importância estratégica, onde a abertura da vala no seu atravessamento impediria, ainda que provisoriamente, o seu pleno serviço, prevê-se o recurso a cravação por perfuração horizontal (pipe-jacking).

Esta técnica pressupõe o avanço da conduta por esforço horizontal aplicado por cilindros ou macacos hidráulicos instalados num poço de ataque aberto na berma. Estes esforços horizontais requerem um maciço de reação instalado na parede oposta à de cravação de modo a garantir o impulso mecânico suficiente para o êxito do método.

Esta metodologia pressupõe a abertura de um poço de ataque e outro de saída nas bermas da infraestrutura que se pretende atravessada. Por norma, realizou-se algum tipo de trabalho de prospeção para reconhecimento da geologia e geotecnia dos terrenos onde se prevê abertura desses poços de ataque e saída, conforme indicado nos subcapítulos respetivos desenvolvidos seguidamente.

#### 4.2.6.1 Travessia da Estrada Nacional EN2:

A via rodoviária EN2 será atravessada no intervalo quilométrico 0+063 a 0+083 do troço 1 da conduta adutora. A profundidade de soleira prevista para este troço varia entre 3,7m e 4,4m pelo que se antecipa que os poços de ataque e saída para o processo de perfuração por cravação horizontal atinjam profundidades dessa ordem de grandeza.

O modelo geológico local reconhecido pela sondagem S1 e S2 revelou subsolo enquadrado na Formação de Vale do Guizo e caracterizado pela ocorrência de um horizonte superior de solo argilo-arenoso que se sobrepõe a estrato carbonatado pulverolento, tendencialmente calcarenítico, sucedido por estratos areníticos ferruginosos com concreções carbonatadas, brandamente cimentados ou de cimento decomposto, por vezes conglomeráticos e brechoides.

Na figura seguinte exibe-se um extrato do perfil geológico longitudinal da conduta adutora e que integra o desenho G01, folha 1.

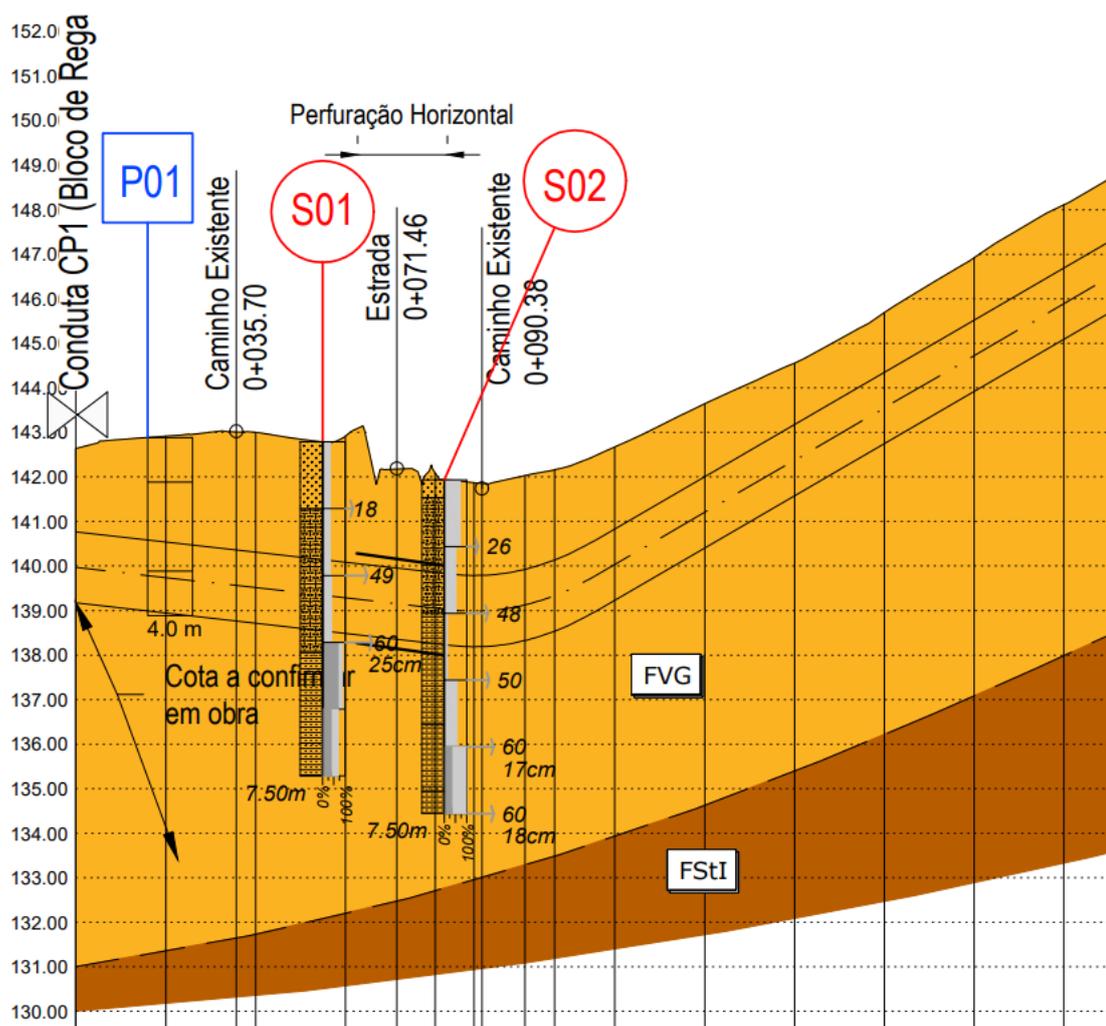


Figura 4.3 – Perfil geológico no local de atravessamento da via rodoviária EN2

De referir que este modelo geológico contraria as publicações conhecidas da carta geológica nas suas diversas escalas, que indicam terrenos enquadrados na Formação de Santa Iria neste local, caracterizados por alternâncias de xistos e grauvaques.

Tendo por referência o modelo geológico efetivamente reconhecido, antecipa-se que as escavações para abertura dos poços de ataque saída decorram predominantemente por meios mecânicos ligeiros.

Os taludes de escavação resultantes admitem-se verticalizados desde que aplicadas medidas de contenção adequadas que garantam a estabilidade dos respetivos cortes.

#### 4.2.6.2 Travessia da Estrada Municipal EM526-1

A via rodoviária EM526-1 será atravessada no intervalo quilométrico 1+362 a 1+391 do troço 2 da conduta adutora. A profundidade de soleira prevista para este troço varia entre 3,5m e 3,8m pelo que se antecipa que os poços de ataque e saída para o processo de perfuração por cravação horizontal atinjam profundidades dessa ordem de grandeza.

O modelo geológico local reconhecido pelo poço P19 sondagem S1 e S2 revelou subsolo enquadrado na Formação de Vale do Guizo e caracterizado pela ocorrência arenito ferruginoso com concreções carbonatadas, brandamente cimentados ou de cimento decomposto, por vezes conglomeráticos e brechoides.

Na figura seguinte exhibe-se um extrato do perfil geológico longitudinal da conduta adutora e que integra o desenho G02, folha 1.

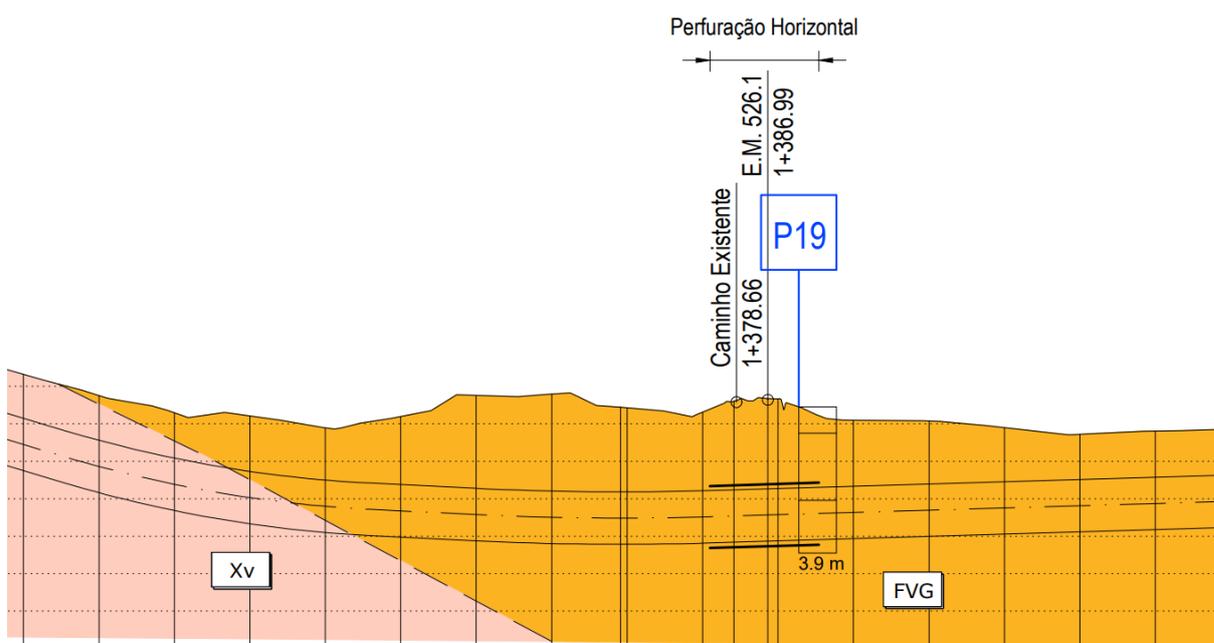


Figura 4.4 – Perfil geológico no local de atravessamento da via rodoviária EM526-1

Tendo por referência o modelo geológico reconhecido, antecipa-se que as escavações para abertura dos poços de ataque saída decorram predominantemente por meios mecânicos ligeiros.

Os taludes de escavação resultantes admitem-se verticalizados desde que aplicadas medidas de contenção adequadas que garantam a estabilidade dos respetivos cortes.

#### 4.2.6.3 Travessias do Canal Condutor Geral do Roxo

No trecho final do troço 2 da conduta adutora, o Canal Condutor Geral do Roxo será intersetado entre os quilómetros 3+158 a 3+187. A profundidade de soleira prevista para este troço varia entre 3,7m e 4,5m pelo que se antecipa que os poços de ataque e saída para o processo de cravação horizontal atinjam profundidades dessa ordem de grandeza.

O modelo geológico local reconhecido pela sondagem S6, realizada no âmbito da central mini-hídrica, revelou subsolo enquadrado na Formação de Alvalade e caracterizada pela alternância de argilas arenosas e areias médias a grosseiras, com negas no ensaio SPT a partir dos 9m de profundidade.

Na figura seguinte exhibe-se um extrato do perfil geológico longitudinal da conduta adutora e que integra o desenho G02, folha 3.

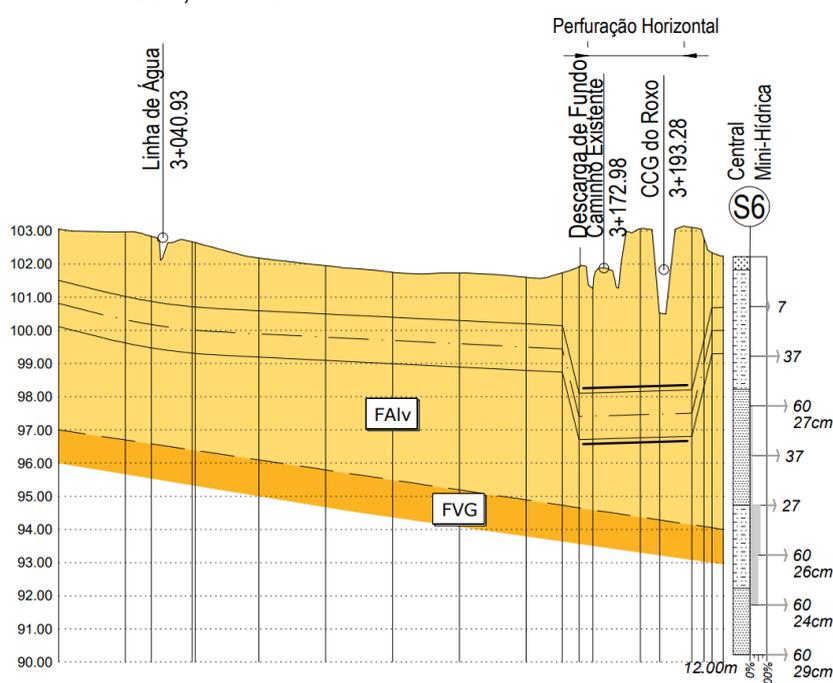


Figura 4.5 – Perfil geológico no local de atravessamento do canal condutor geral do Roxo

Tendo por referência o modelo geológico reconhecido, antecipa-se que as escavações para abertura dos poços de ataque saída decorram exclusivamente por meios mecânicos ligeiros. Os taludes de escavação resultantes admitem-se verticalizados desde que aplicadas medidas de contenção adequadas que garantam a estabilidade dos respetivos cortes.

---

#### 4.2.6.4 Travessias de Cursos de Água

A travessia de linhas de água decorrerá por escavação de vala.

Neste enquadramento deverá ter-se em especial atenção eventuais afluências de água à escavação, em particular se a empreitada decorrer em período chuvoso. No quadro seguinte identificam-se os locais mais críticos.

**Quadro 4.4 - Distribuição dos pontos críticos de afluência de água à escavação da vala**

Troço adutor	Km inicial	Km final	Origem
Troço 1	0+832	0+840	Linha de água
	1+860	1+880	Linha de água
	4+350	4+444	Linha de água – Barranco do Doroal
	4+730	4+730	Linha de água
Troço 2	2+202	2+216	Linha de água
	3+028	3+037	Linha de água

Nestes locais deverão estar garantidos meios eficazes de drenagem da vala. Eventualmente poderá ser de utilidade a regulação do período de empreitada com a época estival no sentido de minimizar a afluências de água à escavação, que deverá ser monitorizada ao pormenor.

De assinalar ainda que, na interseção de terrenos aluvionares, a vala deverá assumir a geometria tipo II, conforme indicado em subcapítulo dedicado. Esta geometria da vala antecipa-se aplicada na travessia do Barranco do Doroal, entre o km 4+350 e km 4+444.

### 4.3 CÂMARA DE CARGA

#### 4.3.1 Modelo Geológico-Geotécnico

A câmara de carga e infraestruturas associadas encontram-se projetadas em terrenos que litoestratigraficamente se enquadram na Formação de Vale de Guizo.

Sumariamente e como descrito no capítulo introdutório de enquadramento geológico, esta formação caracteriza-se por depósitos detríticos que podem apresentar carbonatação mais ou menos intensa que chega a sobrepor-se à componente detrítica, originando bancadas mais ou menos compactas.

Este perfil de subsolo foi efetivamente confirmado nos trabalhos de prospeção mecânica realizados no âmbito do reconhecimento deste local, observando-se a seguinte sucessão de horizontes, listados do topo para a base:

1. solo de cobertura argilo-siltoso com litoclastos variados.
2. Calcários margosos e pulverulentos, por vezes com intercalações calcareníticas.
3. Arenitos conglomeráticos a brechóides, ferruginosos, brandamente cimentados ou de cimento muito alterado e com frequentes concreções carbonatadas.

4. Arenitos conglomeráticos a brechóides, ferruginosos, compactos e com frequentes concreções carbonatadas.

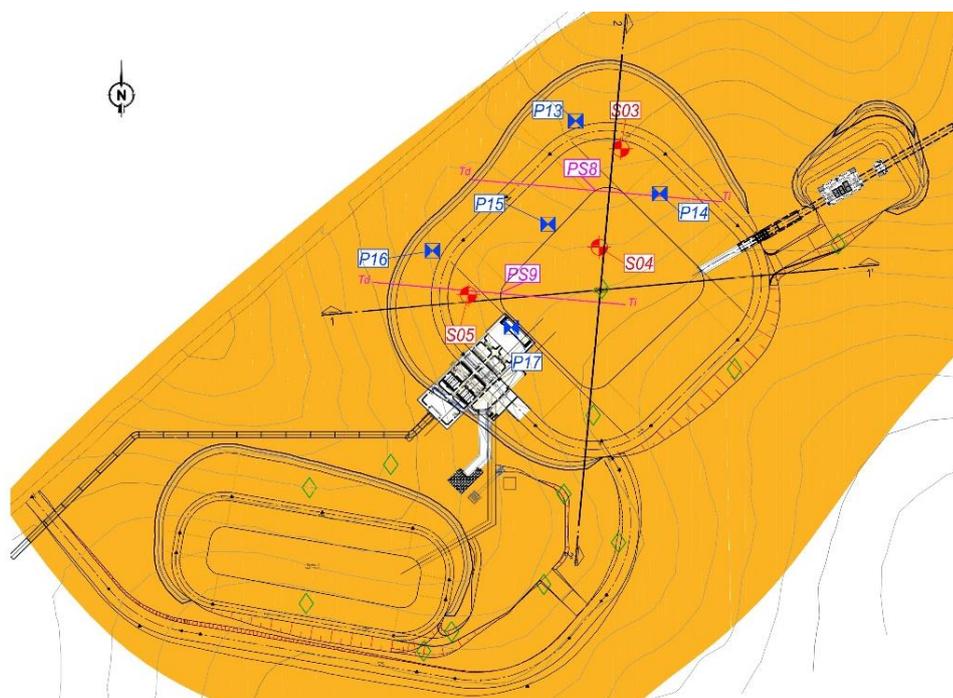
De referir que os horizontes 2 e 3 apenas foram distinguidos nos poços de reconhecimento. Nas sondagens mecânicas a qualidade da amostragem acabou por ser insuficiente para a identificação distinta destes horizontes.

No estabelecimento do modelo geotécnico associado a este local tiveram-se em consideração, além das características litológicas descritas, os parâmetros indicados no quadro seguinte e obtidos nos elementos de prospeção concretizados.

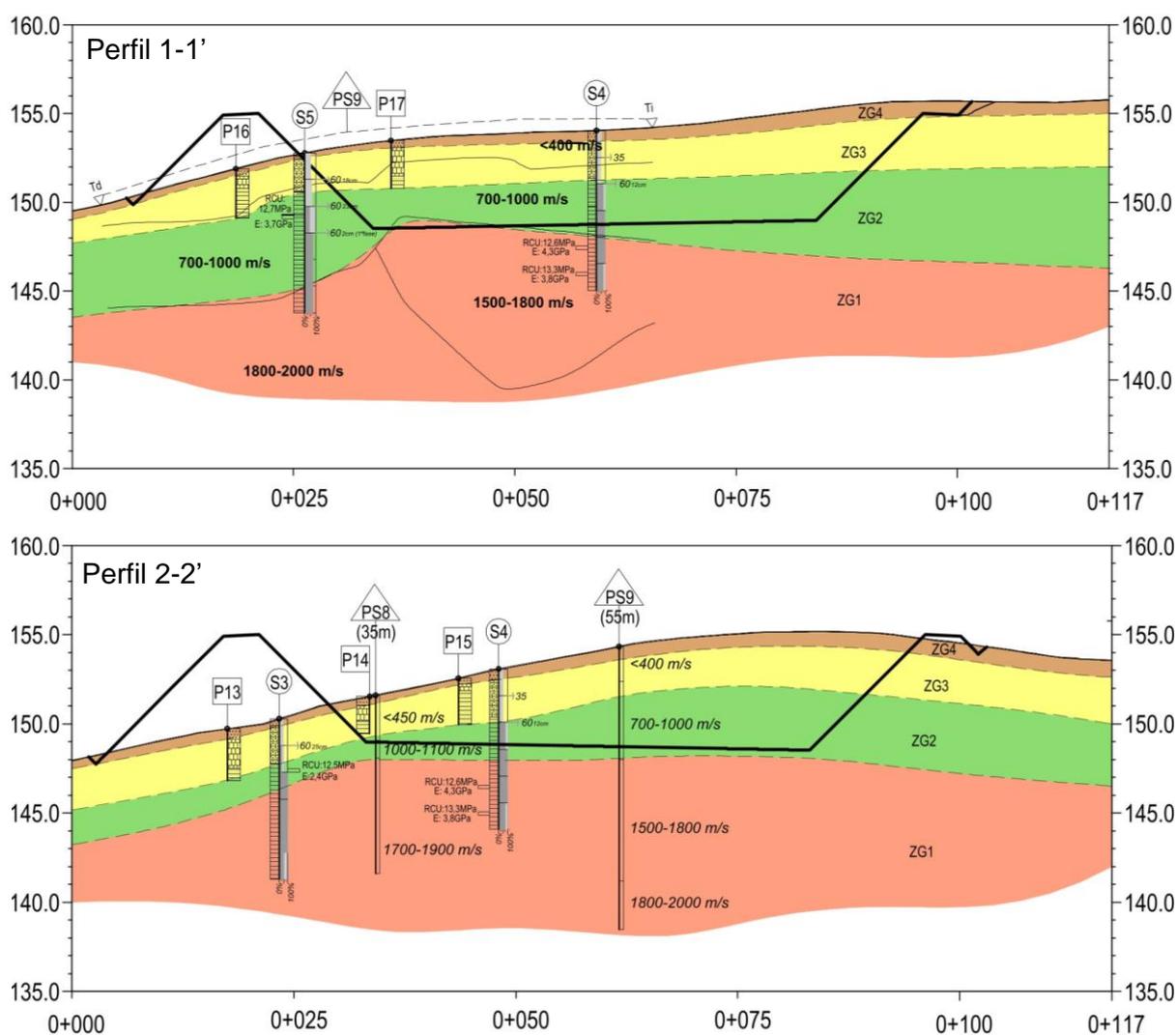
**Quadro 4.5 - Critérios de definição das zonas geotécnicas na câmara de carga**

Zona Geotécnica	Litologia	Ensaios SPT	RQD (%)	V <sub>L</sub> (m/s)	RCU (MPa)	E (GPa)
ZG4	Solos de cobertura argilo-siltosos.	-	-	< 450	-	-
ZG3	Calcários pulverulentos, calcarenitos e arenitos conglomeráticos a brechóides, brandamente cimentados, com frequentes concreções carbonatadas.	35-60	0-23	<700-1000	-	-
ZG2	Arenitos conglomeráticos a brechóides, ferruginosos, compactos, com frequentes concreções carbonatadas.	-	23-100	700-1000	12,5-12,7	2,4-3,7
ZG1	Arenitos conglomeráticos a brechóides, ferruginosos, compactos, com frequentes concreções carbonatadas.	-	51-100	1500-2000	12,5-13,3	3,8-4,3

Este modelo é apresentado nas figuras seguintes. Na Figura 4.6 apresenta-se a planta geológica e de localização dos trabalhos de prospeção e dos perfis geotécnicos. Na Figura 4.7 são apresentados os perfis interpretativos do modelo geotécnico.



**Figura 4.6 – Planta geológica e de localização dos perfis geotécnicos**



**Figura 4.7 – Perfis geotécnicos interpretativos 1-1' e 2-2'**

De referir que este modelo é fundamentado com elementos de reconhecimento de subsolo exclusivamente incidentes sobre o local do reservatório principal da câmara de carga. Porém, atendendo ao contexto geológico local, será de admitir que, em traços gerais, este modelo é extrapolável para as restantes infraestruturas associadas.

Resultam assim 4 zonas geotécnicas que ordenadas do topo para a base revelam uma competência geomecânica crescente.

A zona geotécnica ZG4 é então o horizonte com piores características geotécnicas e diz respeito aos solos de cobertura, apresentando-se tendencialmente argilo-siltosos e com litoclastos variados, ocorrendo com espessura entre 0,2m e 0,6m. São invariavelmente encimados por camada mais orgânica, embora de conteúdo vegetal relativamente pobre.

A zona geotécnica ZG3 subjaz a anterior e inclui estratos de calcários pulverulentos e arenitos e calcarenitos brandamente cimentados decomposto, tendencialmente conglomeráticos a

brechóides. Estas litologias foram apenas distinguidas nos poços de reconhecimento, surgindo no escombro das escavações como siltes, areias siltosas e cascalhos siltosos a argilosos. Nas sondagens mecânicas, a recuperação relativamente baixa e a fragmentação que o processo de furação induziu resultou na homogeneização da amostragem neste troço.

As zonas geotécnicas ZG2 e ZG1 são os horizontes com melhores características geomecânicas e incluem estratos areníticos compactos, de natureza conglomerática a brechóide, sendo essencialmente distinguidas por velocidades sísmicas.

A zona ZG2 é associada a velocidades entre 700-1000m/s e a zona ZG1 é associada a velocidades superiores a 1500 m/s, com prevalência no horizonte 1700-2000 m/s. Nos ensaios de determinação da resistência à compressão uniaxial e módulo de deformabilidade obtiveram-se valores semelhantes em ambas as zonas, conforme indicado no Quadro 4.5, verificando-se, contudo, ligeira superioridade nas amostras enquadradas na zona ZG1.

Esta zona ZG1 constitui o horizonte mais profundo e, por conseguinte, o que se admite menos descomprimido, o que acaba por justificar o acréscimo das velocidades sísmicas registadas a estas profundidades.

#### 4.3.2 Parametização Geotécnica

No seguimento do ponto anterior, apresentam-se neste subcapítulo os parâmetros geomecânicos associados a cada zona geotécnica.

O subsolo enquadrado nas zonas geotécnicas ZG4 e ZG3 foi analisado nas premissas da mecânica de solos. No entanto, do seu enquadramento superficial (<2,5m de profundidade) resulta uma caracterização deficitária no que diz respeito a ensaios de caracterização in situ, nomeadamente ensaios SPT. Neste contexto os solos foram considerados arenocascalhentos e a sua parametrização é fundamentada pelas seguintes formulações.

$$D_r = \sqrt{\frac{N_{60}}{60}} \quad \phi = 27 + 15 \cdot D_r \quad E = 1200 \cdot (N_{60} + 6)$$

Os horizontes ZG2 e ZG1 foram inseridos no domínio da mecânica de rochas. Neste contexto, a definição do modelo de comportamento do maciço rochoso para as diferentes zonas geotécnicas baseou-se no critério de rotura de Hoek-Brown, que obedece à expressão:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci} \left( m_b \frac{\sigma_3'}{\sigma_c} + s \right)^a$$

onde:

- $\sigma_1'$  e  $\sigma_3'$  são as tensões efetivas principal máxima e mínima na rotura
- $\sigma_c$  é a resistência à compressão simples da rocha;
- $m_b$  é o valor do parâmetro m para o maciço rochoso;

s e a são constantes que dependem das características geotécnicas gerais do maciço rochoso.

A determinação dos parâmetros  $m_b$  e  $s$  passou pela definição do *Geological Strength Index* (GSI) que foi deduzido da classificação multi-paramétrica  $RMR_{\text{Básico}}$  (Bieniewaski, 1989) na condição  $GSI = RMR_{\text{B}} - 5$ .

Uma vez avaliado o valor de GSI,  $m_b$  pode ser determinado com base na expressão seguinte onde  $m_i$  é o valor do parâmetro  $m$  para a rocha intacta.

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28}\right)$$

A relação entre  $s$  e GSI é avaliada através da seguinte expressão, válida para  $GSI > 25$ , maciço rochoso não perturbado e para valores de resistência à compressão simples da rocha iguais ou inferiores a 100 MPa.

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9}\right)$$

Para a determinação das características de resistência mecânica foram definidas as envolventes de rotura em termos de  $\sigma_1'$  e  $\sigma_3'$ . Uma vez conhecido o modelo de comportamento, ajustaram-se as envolventes de rotura de *Mohr-Coulomb* para avaliar a coesão ( $c'$ ) e o ângulo de atrito interno ( $\phi'$ ).

A determinação do módulo de deformabilidade do maciço rochoso foi suportada pela seguinte formulação de Hoek e Diederichs:

$$E_{rm} = E_i \left( 0,02 + \frac{\frac{1-D}{2}}{1 + e^{\frac{60+15D-GSI}{11}}} \right)$$

**Quadro 4.6 - Síntese da parametrização geomecânica do subsolo da câmara de carga**

Zona	N <sub>SPT</sub>	RQD (%)	V <sub>L</sub> (m/s)	RCU (MPa)	$\gamma h$ (kN/m <sup>3</sup> )	RMR <sub>B</sub>	GSI	Critério de rotura (resistências máximas)				E (GPa)
								Hoek-Brown		Mohr-Coulomb		
								$m_b$	$s$	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	
ZG4	<5 (1)	-	< 450		14 (1)	-	-	-	-	0 (1)	32 (1)	0,005 (1)
ZG3	35-60	-	<700-1000	-	17 (1)	-	-	-	-	10 (1)	38	0,03-0,04
ZG2	-	23-100	700-1000	12,5-12,7	22 (1)	55-65	50-60	2,851	0,0039	130	55	1-1,5
ZG1	-	51-100	> 1500	12,5-13,3	23 (1)	60-70	55-65	4,074	0,0117	180	58	1,5-2,5

(1) Valor admitido como mais provável atendendo à natureza dos materiais

### 4.3.3 Condições de Fundação

Nos subcapítulos seguintes avaliam-se as condições de fundação das principais infraestruturas associadas à câmara de carga.

Atendendo ao modelo geotécnico estabelecido preconiza-se que a fundação de infraestruturas não considere a unidade geotécnica ZG4 pelas suas insuficientes características de resistência mecânica. Este horizonte ocorre invariavelmente a topo do modelo geológico-geotécnico e estima-se que se desenvolva até profundidades máximas da ordem dos 0,6m.

No que diz respeito às restantes zonas geotécnicas, admite-se a possibilidade de estas servirem como terreno de fundação antecipando-se o recurso a fundações diretas do tipo sapata isolada.

Na interseção da zona geotécnica ZG3, o dimensionamento da resistência ao carregamento considerou condições drenadas de solo e foi determinada pela seguinte expressão proposta pela norma NP EN1997-1:2010 (eurocódigo 7).

$$q_r = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

Nesta equação  $c'$  e  $\phi'$  constituem os parâmetros de resistência ao corte minorados em 1,25;  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  os parâmetros de capacidade resistente;  $b_c$ ,  $b_q$  e  $b_\gamma$  os coeficientes de inclinação da superfície de fundação;  $s_c$ ,  $s_q$  e  $s_\gamma$  os coeficientes de forma da fundação;  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  os coeficientes de inclinação de carga;  $q'$  a tensão efetiva dos terrenos de recobrimento adjacentes e  $B'$  a largura efetiva da sapata.

A determinação destas tensões admissíveis ao carregamento teve por base a limitação dos assentamentos imediatos em 20mm, impondo-se o seguinte requisito:

$$\frac{q \cdot B}{E} (1 - \nu^2) \cdot I_f \leq 0.02$$

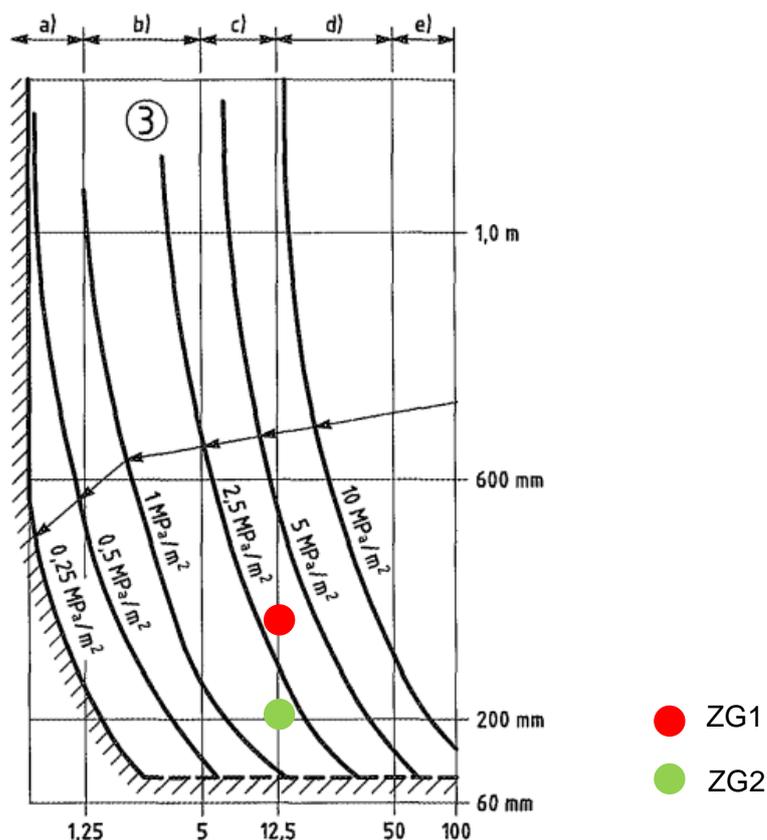
Resulta assim uma resistência ao carregamento de uma sapata conceptual de forma quadrada com  $B=1\text{m}$  de 1200 kPa e subsequente tensão admissível de **700 kPa**.

Na interseção das zonas geotécnicas ZG2 e ZG1 o dimensionamento das resistências admissíveis ao carregamento poderá ser efetuado recorrendo ao procedimento proposto no anexo G da norma NP EN1997-1:2010 (eurocódigo 7) relativo a fundações diretas em maciços rochosos e que, no presente caso, se enquadram no Grupo 3, associado a maciços areníticos brandos.

Este procedimento estima a capacidade resistente de determinado subsolo rochoso por projeção gráfica que nas abcissas considera o parâmetro da resistência à compressão

uniaxial (R.C.U.) do maciço rochoso e, nas ordenadas, o respetivo espaçamento entre descontinuidades. Esta abordagem admite a hipótese que a estrutura poderá tolerar assentamentos até 0,5% da largura da fundação.

Da referência gráfica apresentada na retira-se que a resistência ao carregamento nas condições indicadas é de **2 MPa** para a zona ZG2 e **3 MPa** para a zona ZG1



**Figura 4.8 – Resistência admissível ao carregamento por fundação direta em ZG1 e ZG2**

Para fundação do dique perimetral em aterro, que terá a sua maior expressão no quadrante N do reservatório, com sensivelmente 5m de altura se medidos ao nível do coroamento, prevê-se apenas necessário o saneamento dos terrenos associados ao horizonte ZG4 e que se estimam desenvolvidos até profundidades variáveis até 0,6m.

Deste modo, considera-se que os terrenos subjacentes e atribuídos zona geotécnica ZG3 apresentam capacidade de suporte para tensões de serviço que se estimam entre 75-100 kPa.

Após os trabalhos de saneamento será conveniente a escarificação e recompactação energética da superfície de fundação previamente ao início da construção dos aterros.

#### 4.3.4 Condições de Escavação

A construção do reservatório da câmara de carga decorrerá em tipologia mista de aterro / escavação, aproveitando a morfologia da encosta onde se prevê a sua implantação.

Assim e tendo por referência a cota de fundo de 148,5m verifica-se que esta intervenção obrigará a realizar escavações que atingirão, no máximo, 6,5m de profundidade.

Neste contexto e conforme observável nos cortes geotécnicos apresentados na Figura 4.7 antecipam-se interseções das zonas geotécnicas ZG4, ZG3 e ZG2 que se admitem exclusivamente escavadas com recurso a meios mecânicos.

Esta premissa é fundamentada pelas duas metodologias de análise de escavabilidade seguidas no presente estudo e que se passam a detalhar.

A primeira é suportada pelas cartas de ripabilidade propostas pela Caterpillar que relaciona as velocidades sísmicas das ondas longitudinais com as capacidades de desmonte de vários equipamentos, usando-se aqui para referência a carta relativa a escarificadora tipo D8R, apresentada na Figura 4.9.

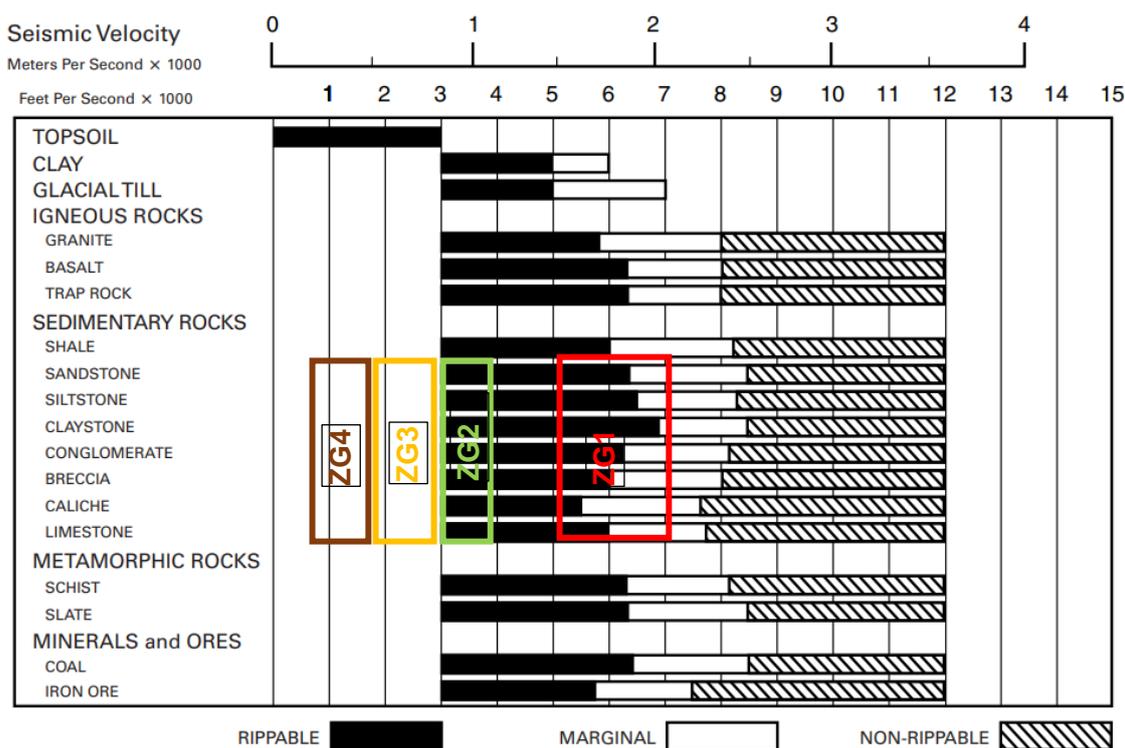
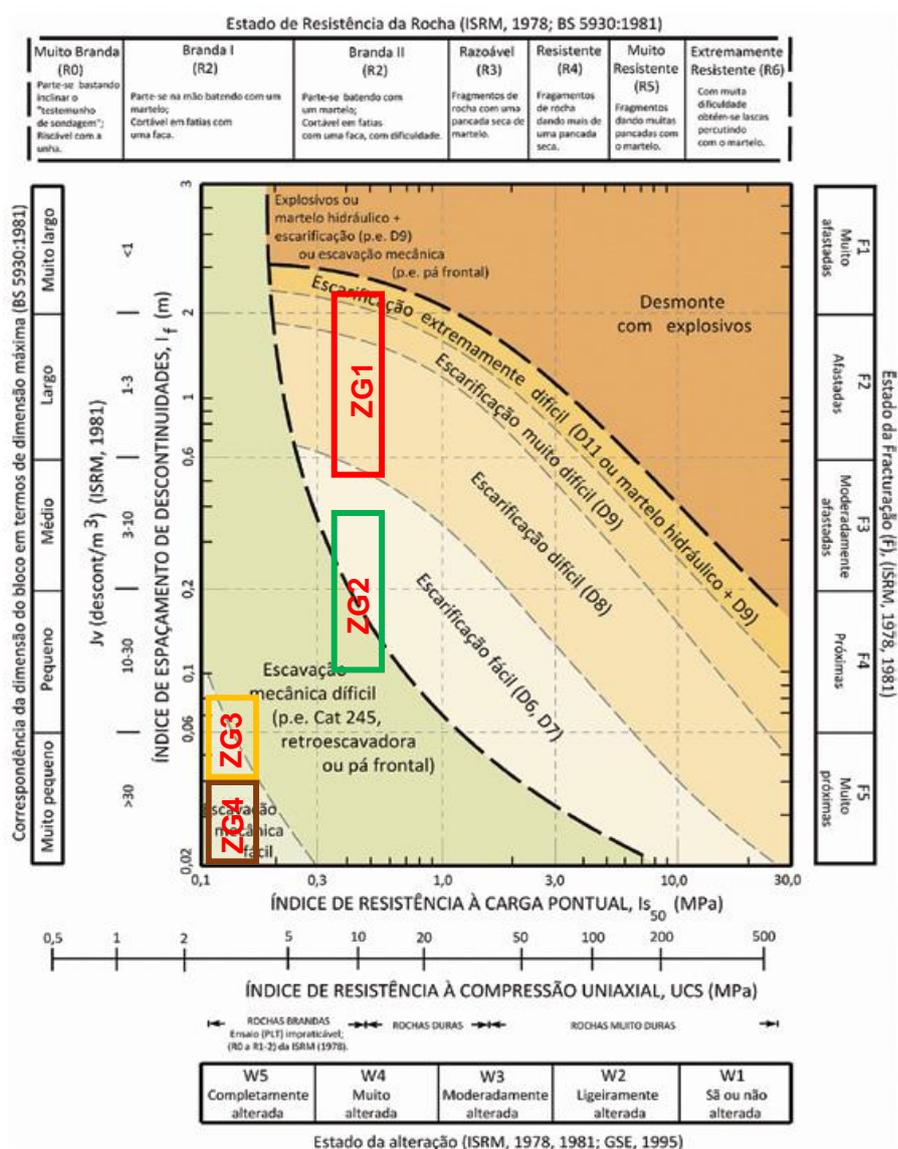


Figura 4.9 – Enquadramento das zonas geotécnicas na carta de ripabilidade para equipamento D8R

Por análise deste elemento verifica-se o enquadramento do subsolo a escavar no equipamento de desmonte mecânico em referência admitindo-se, pelo seu posicionamento gráfico, na facilidade do desmonte com equipamentos semelhantes.

A outra abordagem proposta para análise da escavabilidade destes terrenos e que se antecipa concordante com a anterior é a proposta por Pettifer & Fookes (1994) que propõe o diagrama apresentado na Figura 4.10 e onde se enquadram as zonas geotécnicas do modelo estabelecido para este local.

Este diagrama tem em consideração elementos de caracterização geomecânica como a resistência à compressão uniaxial e o espaçamento entre fraturas e sugere uma série de classes de escavação mais completas às da cartas de ripabilidade atrás apresentada.



**Figura 4.10 – Enquadramento das zonas geotécnicas na classificação Pettifer e Fookes (1994)**

Neste enquadramento valida-se a expeável escavação mecânica do subsolo afetado à instalação da câmara de carga, antecipando-se que o desmonte nas zonas geotécnicas ZG4 e ZG3 decorra 100% por meios mecânicos ligeiros e na zona ZG2 decorra na proporção 80%-20% para meios mecânicos ligeiros e pesados, respetivamente.

#### 4.3.5 Estabilidade dos Taludes

Dos trabalhos de construção da câmara de carga resultarão taludes de aterro dos diques perimetrais e taludes das escavações incidentes sobre o subsolo local. Em ambos os casos os taludes assumem a geometria 1V:2H.

Neste contexto a estabilidade dos taludes de escavação não se revela problemática, admitindo-se que esta suave geometria ficará muito aquém de qualquer envolvente de rotura dos maciços sedimentares intersetados.

Será então avaliada a estabilidade global dos taludes de aterro do dique perimetral com a análise das respetivas condições estáticas e pseudo-estáticas (sismo), apresentando-se diversos cenários tipificados de acordo com os seguintes pressupostos:

- Geometria considerada: 1V:2H
- Altura máxima ensaiada: 5,3m
- Sobrecarga considerada de 20 kN/m<sup>2</sup> para simulação da passagem de veículos pesados de manutenção no coroamento do aterro
- Fases de exploração consideradas:
  - Situação final de construção
  - Situação de pleno armazenamento (NPA= 154m)
- Requisito de desempenho considerado nas análises pseudo-estáticas:
  - Requisito de não colapso
- Coeficientes sísmicos de projeto  $k_h = 0,12g$  e  $k_v = 0,06g$ , considerando análise pseudo-estática em requisito de não colapso (10% de probabilidade em 50 anos, período de retorno 475 anos).

Esta análise de estabilidade foi efetuada tendo por base um método de cálculo de equilíbrio limite (Bishop simplificado) e utilizando para o efeito o programa Slide, comercializado pela Rocscience.

Esta metodologia recorre à segmentação da massa de solo instabilizada em fatias sendo as superfícies de instabilidade geradas pelo programa de cálculo que compara os momentos resistentes com os momentos desestabilizadores. A verificação é efetuada para todas as superfícies possíveis de modo a ser determinada a menor razão entre os dois momentos, definindo assim o fator de segurança do problema.

Nesta abordagem admite-se que não ocorrem deformações antes da rotura e que cada fatia da massa deslizante se comporta como um corpo rígido, para além da superfície de rotura se gerar de forma instantânea e simultânea ao longo da sua extensão.

Os cálculos de estabilidade seguiram os pressupostos da norma Eurocódigo 7, recorrendo a abordagem de cálculo 1 e combinação 2 que prevê a minoração dos parâmetros de resistência ao corte dos solos pelo coeficiente de 1,25. Neste contexto o coeficiente mínimo a considerar como válido deverá ser superior à unidade ( $FS \geq 1,0$ ). Na verificação da estabilidade global pseudo-estática, ou seja, ação accidental, os parâmetros de resistência ao corte dos solos são minorados pelo coeficiente 1,1 e o coeficiente mínimo a obter no cálculo deve ser igualmente superior à unidade ( $FS \geq 1,0$ ).

Os parâmetros de resistência ao corte adotados para os materiais que constituirão o aterro e a fundação são os indicados no Quadro 4.7. Na parametrização do material de aterro consideraram-se os valores de massa volúmica ótima obtidos no ensaio Proctor e no ensaio de corte direto, nos seus registos mais conservadores.

**Quadro 4.7 – Parâmetros geotécnicos adotados no cálculo de estabilidade dos taludes de aterro da câmara de carga**

MATERIAIS	$\gamma_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\phi'$ (°)
Aterro do dique perimetral	13	3	30
Zona geotécnica – ZG3 (maciço de fundação)	17	10	38
Zona geotécnica – ZG2	22	130	55

No Quadro 4.8 sintetizam-se os coeficientes de segurança obtidos para os diferentes cenários ensaiados que poderão também ser consultados nos respetivos modelos de estabilidade constantes das figuras incluídas nos subcapítulos seguintes.

**Quadro 4.8 - Resumo dos coeficientes de segurança obtidos nas análises de estabilidade**

Fase de exploração	Condições estáticas	Condições pseudo-estáticas (requisito de não colapso)
	Talude jusante	Talude jusante
Final de construção	FS= 1,10	FS= 1,10
Pleno armazenamento	FS= 1,10	FS= 1,10

#### 4.3.5.1 Estabilidade em Situação Final de Construção

Em fase final de construção as solicitações desestabilizadoras advêm essencialmente do próprio peso do aterro. O talude ensaiado foi o talude de jusante do dique uma vez que será neste que verificará a maior altura de aterro.

Adicionalmente e em virtude do processo de compactação das camadas de solo que constituem o aterro, deverão ser contabilizadas as pressões neutras que advêm da adição de água ao material na perspectiva de se alcançar o peso volúmico máximo, pelo que se adotou um valor de  $R_u = 0,15$  nos cálculos efetuados.

Por análise dos modelos apresentados verifica-se que os fatores de segurança obtidos são muito parecidos nos cenários estático e pseudo-estático (diferindo apenas na 3 casa decimal), apesar dos diferentes coeficientes de minoração aplicados entre cenários.

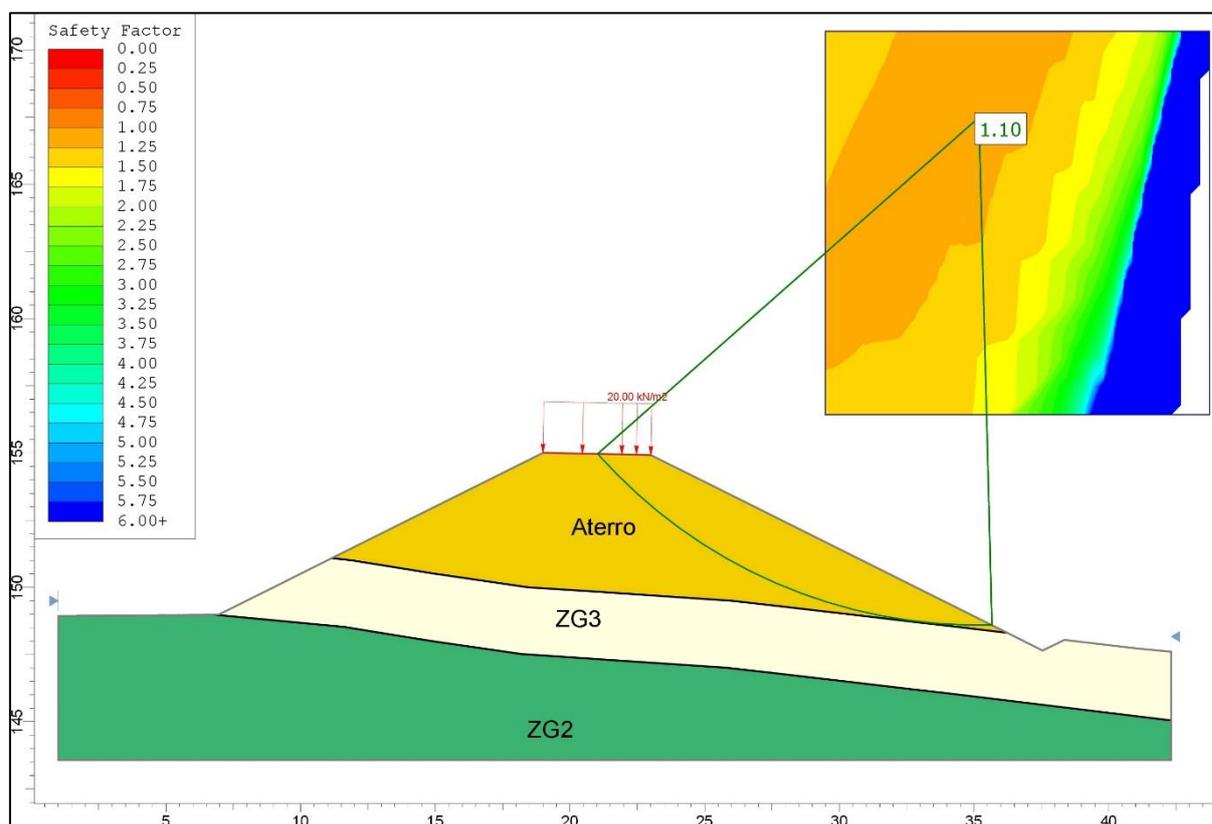
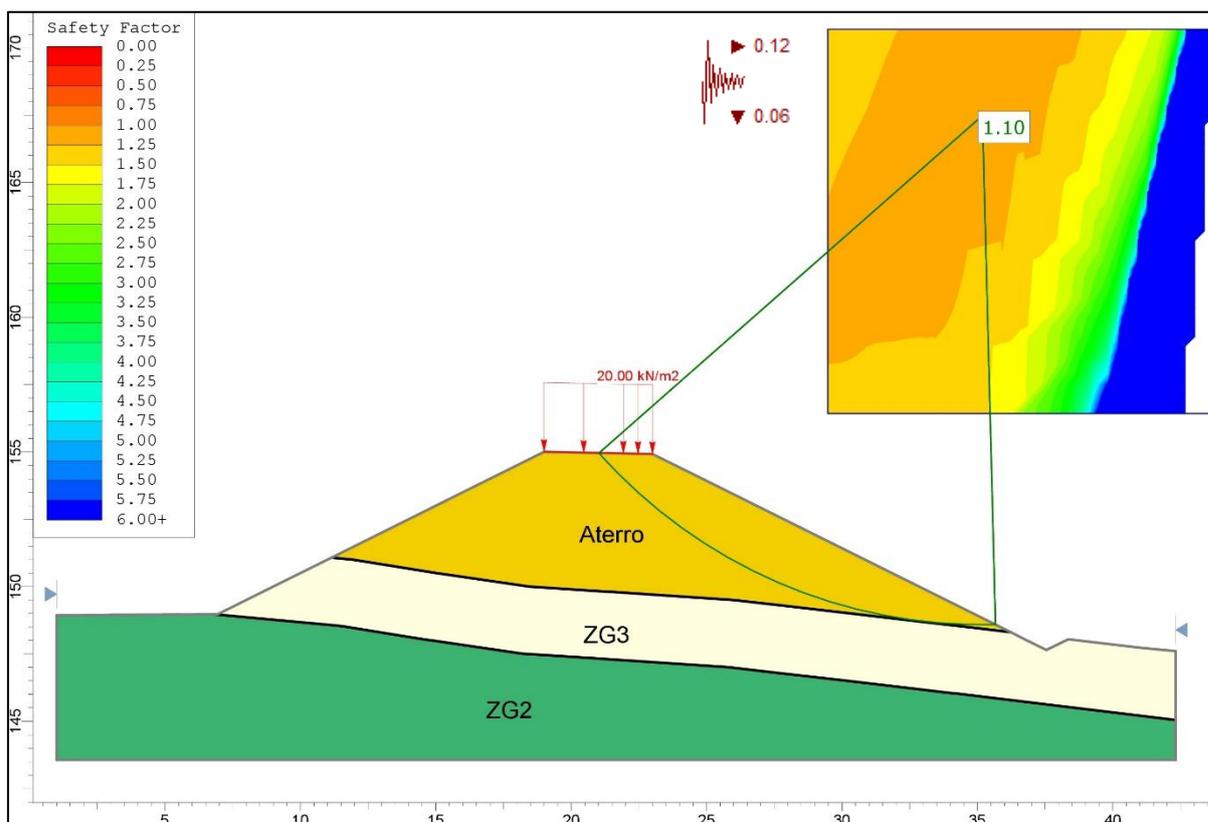


Figura 4.11 – Análise de estabilidade estática em fase final de construção. Talude jusante.



**Figura 4.12 – Análise de estabilidade pseudo-estática em fase final de construção. Talude jusante.**

#### 4.3.5.2 Estabilidade em Situação de Pleno Armazenamento

Em fase de pleno armazenamento a cota NPA será de 154m.

Admite-se que neste cenário a situação mais crítica em termos de estabilidade se verifica, mais uma vez, no talude de jusante do dique uma vez que o peso da água funcionará como elemento estabilizador no talude montante.

Acresce ainda que o lado montante será parcialmente materializado em escavação e impermeabilizado com tela pelo que se espera uma altura de aterro inferior a jusante e a inexistência de saturação dos materiais que condicionem a sua estabilidade.

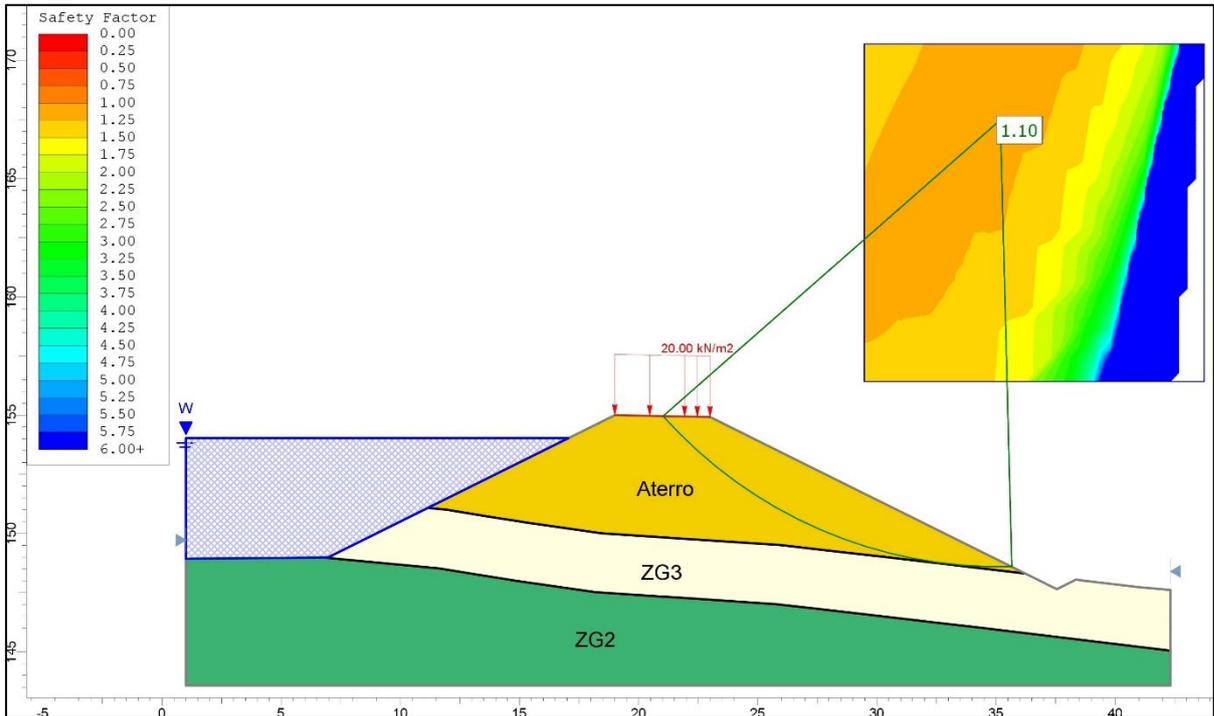


Figura 4.13 – Análise de estabilidade estática em pleno armazenamento. Talude jusante

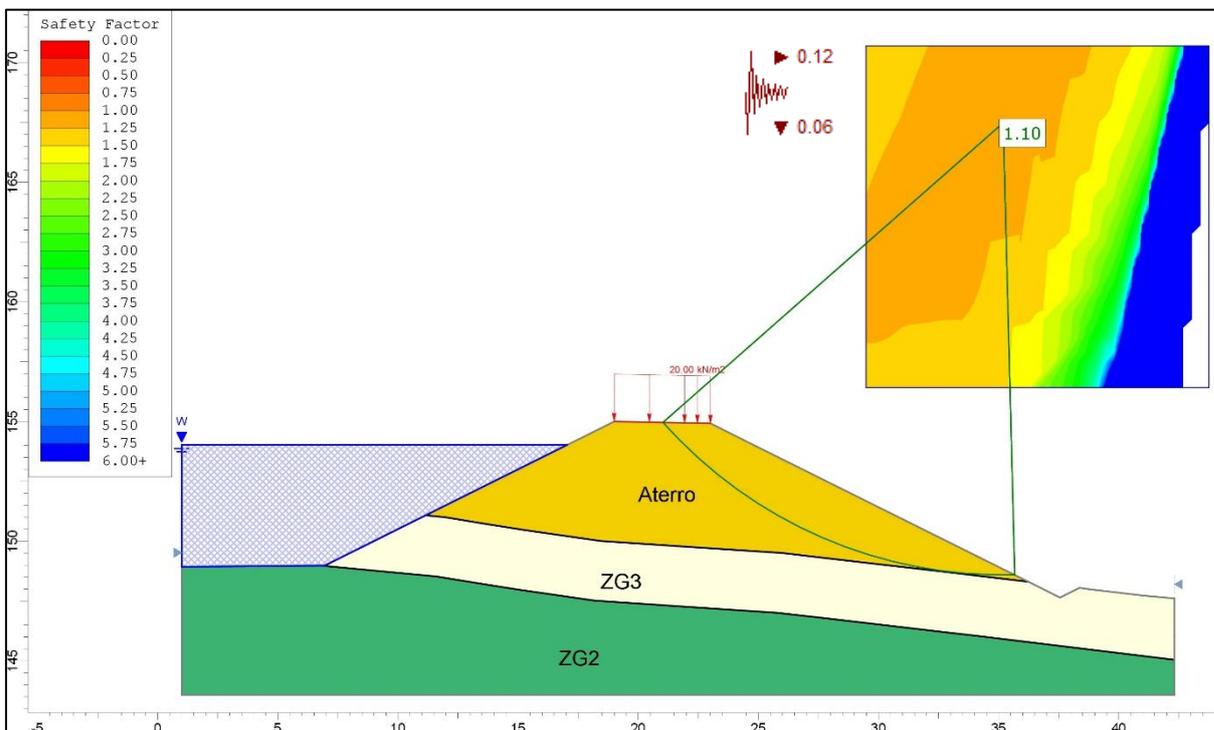


Figura 4.14 – Análise de estabilidade pseudo-estática em pleno armazenamento. Talude jusante

---

#### **4.3.6 Reutilização de Materiais no Aterro dos Diques Perimetrais**

Na construção dos aterros dos diques perimetrais recorrer-se-á a material proveniente das escavações da câmara de carga e órgãos de exploração e segurança associados. Admite-se ainda o recurso a solos a disponibilizar pelas escavações dos troços mais próximos da adutora se o balanço de terras assim o justificar.

No decorrer das escavações deverá proceder-se à seleção dos materiais com características adequadas e com os quais se executarão depósitos temporários. Este procedimento deverá ser exaustivamente acompanhado pela fiscalização de obra.

Os materiais a reutilizar serão provenientes da zona geotécnica ZG3 e ZG2, sendo expetável uma elevada percentagem de reaproveitamento destes solos.

Eventualmente poderá verificar-se necessário o processamento de materiais provenientes da zona geotécnica ZG2 se forem confirmadas as características rochosas reconhecidas nas sondagens mecânicas, admitindo-se do desmonte destes materiais resultem materiais mal calibrados e com blocos de dimensão desadequada. A dimensão máxima das partículas deverá estar limitada a 2/3 da espessura das camadas do aterro.

Chama-se a atenção que os materiais carbonatados revelam tendência para comportamento evolutivo quando compactados, com tendência para incremento do teor em finos, antecipando-se que tal seja particularmente expetável na reutilização dos calcários pulverulentos e arenitos com concreções carbonatadas.

#### **4.4 CENTRAL MINI-HÍDRICA**

##### **4.4.1 Modelo Geológico-Geotécnico**

A central mini-hídrica enquadra-se, geologicamente, em terrenos sedimentares da Formação de Alvalade que, neste local, se caracteriza pela alternância de argilas e areias médias a grosseiras, tendencialmente argilosas.

No estabelecimento do modelo geotécnico afeto a esta infraestrutura tiveram-se em consideração, além das características litológicas descritas, os registos dos ensaios SPT obtidos na sondagem mecânica S6.

A título complementar, foram também consultados alguns elementos da prospeção realizada em 2011 no âmbito do reservatório R1 do Roxo, nomeadamente a sondagem S1 (Roxo) e os poços P1 e P63 (Roxo). Estes elementos de prospeção corroboram o modelo geológico-geotécnico reconhecido na sondagem S6 e contribuem para a validação do seu desenvolvimento em toda a área.

No Quadro 4.9 confrontam-se os resultados de ambas as sondagens

**Quadro 4.9 – Comparação dos aspetos geológicos e geotécnicos reconhecidos nas sondagens mecânicas S6 e S1-Roxo (2011)**

Ret <sup>a</sup>		S6	S1 – Roxo (2011)
<b>Parâmetro</b>			
<b>Profundidade final</b>		12m	10,5m
<b>Modelo geológico</b>		<b>0,0-4,0m:</b> argila arenosa com nódulos ferruginosos.	<b>0,0-4,0m:</b> argila siltosa com nódulos carbonatados.
		<b>4,0-7,5m:</b> areia média a grosseira, argilosa com seixos.	<b>4,0-8,5m:</b> areia média a grosseira, argilosa, com seixos.
		<b>7,5-10m:</b> argila siltosa de tom acinzentado, com laivos alaranjados.	-
		<b>10-12m:</b> areia média, argilosa, com seixos, cor castanho- alaranjado.	<b>8,5-10,5m:</b> areia fina, silto-argilosa, cor castanho-alaranjado com passagens acinzentadas.
<b>Ensaio SPT</b>	1,5m	7	14
	3,0m	37	24
	4,5m	60	20
	6,0m	37	41
	7,5m	27	40
	9,0m	60	56
	10,5m	60	60
	12,0m	60	-

Dadas as características geológico-geotécnicas deste subsolo optou-se, pela constituição de unidades geotécnicas associadas às diferentes litologias em detrimento de um zonamento geotécnico delimitador de propriedades geomecânicas.

No Quadro 4.10 indicam-se os critérios definidores das unidades geotécnicas consideradas para a zona da central mini-hídrica.

**Quadro 4.10 - Critérios de definição das unidades geotécnicas na central mini-hídrica**

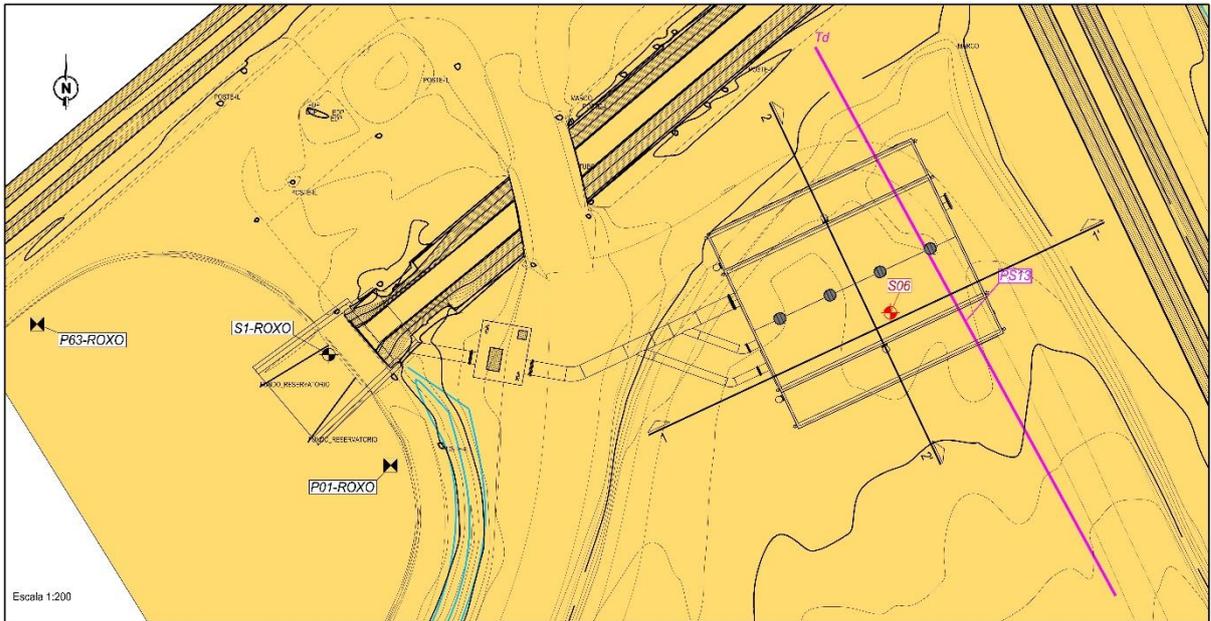
Unidade Geotécnica	Litologia	Ensaio SPT <sup>(1)</sup>
UG4	Argila siltosa a argila arenosa	7 - 14
UG3	Argila siltosa a argila arenosa	24 – 37 <sup>(2)</sup>
UG2	Areia média a grosseira, argilosa, com seixos quartzíticos	20 - 41 <sup>(3)</sup>
UG1	Areia média, argilosa, com seixos quartzíticos	56 – 60

<sup>(1)</sup> - inclui os registos N<sub>SPT</sub> da sondagem S6 e S1- Roxo (2011)

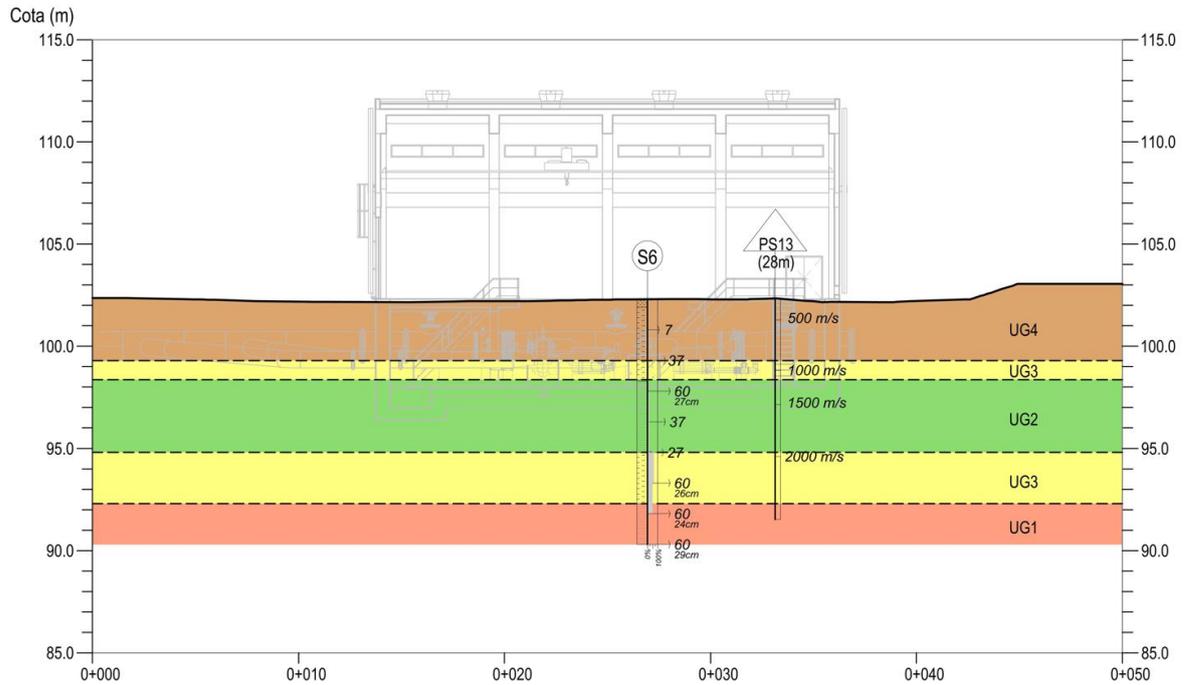
<sup>(2)</sup> – não foi considerado o registo N<sub>SPT</sub> da sondagem S6 aos 4,5m de prof. por se admitir condicionado pelos seixos quartzíticos presentes

<sup>(3)</sup> – não foi considerado o registo N<sub>SPT</sub> da sondagem S6 aos 9m de prof. por de admitir condicionado por intercalação margosa

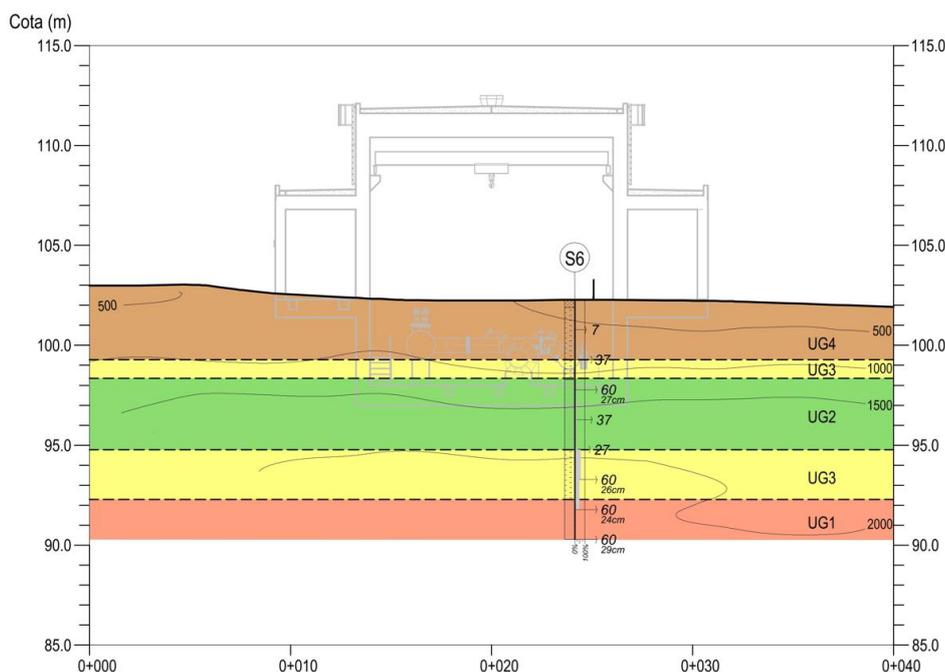
Este modelo é apresentado nas figuras seguintes. Na Figura 4.15 apresenta-se a planta geológica e de localização dos trabalhos de prospeção e dos perfis geotécnicos. Na Figura 4.16 e Figura 4.17 são apresentados os perfis interpretativos do modelo geotécnico.



**Figura 4.15 – Planta geológica e de localização dos perfis geotécnicos**



**Figura 4.16 – Perfil geotécnico interpretativo 1-1'**



**Figura 4.17 – Perfil geotécnico interpretativo 2-2'**

Resultam assim 4 unidades geotécnicas que se estabeleceram dispostas horizontalmente por correlação entre as sondagens S6 e S1-Roxo.

A unidade geotécnica UG4 revela-se o horizonte com piores características geotécnicas e diz respeito ao depósito argilo-siltoso a argilo-arenoso superior que ocorre com espessura de 3m. É caracterizado por registos SPT entre 7 e 14 pancadas. Os ensaios de laboratório realizados para o reservatório do Roxo em 2011 revelaram solos enquadrados nos grupos CH e CL do sistema de classificação ASTM (argilas plásticas e argilas de baixa plasticidade, respetivamente) com claro predomínio da 2ª. Será ainda provável que exista uma camada superior mais orgânica, embora de conteúdo vegetal tendencialmente pobre.

A unidade geotécnica UG3 materializa os depósitos argilo-siltosos e argilo-arenosos caracterizados por registos SPT entre 24 e 37 pancadas. Analisando o diagrama descritivo da sondagem S6 verifica-se que este horizonte se repete em profundidade entre os 7,5 e os 10m. No entanto, no descritivo da sondagem S1-Roxo, tal não se verifica, admitindo-se que em profundidade esta unidade terá um desenvolvimento descontínuo e, portanto, nem sempre presente.

As unidades geotécnicas UG2 e UG1 dizem respeito aos horizontes arenosos integrados na Formação de Alvalade e são distinguidos pelos ensaios SPT que os caracteriza. A unidade UG2 é caracterizada pelo intervalo de registos SPT 20-40 pancadas. A unidade UG1 é caracterizada pelo intervalo de registos SPT 56-60 pancadas. Neste contexto é ainda de assinalar que, na sondagem S6, os registos SPT enquadram-se, invariavelmente, na nega de ensaio.

De referir ainda que os ensaios de laboratório realizados para o reservatório do Roxo em 2011 revelaram que os solos arenosos locais se enquadram no grupo SC do sistema de classificação ASTM (areias argilosas).

#### 4.4.2 Parametrização Geotécnica

A parametrização destas unidades geotécnicas é a exibida no Quadro 4.11 admitindo-se um contexto enquadrado na mecânica de solos não drenados para as unidades geotécnicas UG4 e UG3 e solos drenados para as unidades geotécnicas UG2 e UG1.

A determinação dos parâmetros de resistência ao corte destas unidades foi suportada pelos registos SPT sem que, contudo, se tenha recorrido à correção relativa ao efeito da tensão efetiva do subsolo e à perda de energia do comprimento das varas. Neste enquadramento apenas se considerou que o dispositivo SPT utilizado correspondia a uma eficiência (Er) de 60% e, portanto, NSPT=N60.

Por conveniência de projeto os registos SPT foram ainda correlacionados com resistências de ponta associadas ao ensaio CPT ( $q_c$ ) que permitiram o recurso a bibliografia aplicada a estas condições geomecânicas. Os restantes parâmetros seguem as indicações NP EN1997-2:2010.

Solos tendencialmente argilosos (condições não drenadas):

$$q_c = 1,8 \cdot \rho_a \cdot N_{60} \quad C_u = 5,74 \cdot N_{60} \quad C_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{Nks(= 15 \text{ a } 20)} \quad E = 300 \cdot (N_{60} + 6)$$

$$E = \frac{4 \cdot q_c + 5000}{1,6} \quad \text{para } 2,5\text{MPa} < q_c < 5\text{MPa} \quad E = (2,5) \cdot q_c \quad \text{para } q_c < 2,5\text{MPa}$$

Solos tendencialmente arenosos (condições drenadas):

$$D_r = \sqrt{\frac{N_{60}}{60}} \quad \phi = 27 + 15 \cdot D_r \quad q_c = (4) \cdot \rho_a \cdot N_{60} \quad E = 500 \cdot (N_{60} + 15) \quad E = (3) \cdot q_c$$

**Quadro 4.11 - Síntese da parametrização geomecânica do subsolo da central mini-hídrica**

UG	N <sub>60</sub> (*) (de projeto)	Dr (%)	q <sub>c</sub> (MPa)	γ <sub>h</sub> (**) (kN/m <sup>3</sup> )	Parâmetros de resistência			E (MPa)
					c (KPa) (**)	φ (°)	C <sub>u</sub> (KPa)	
UG4	7-10	-	1 - 1,8	14 - 15	-	-	40 - 60	2 - 5
UG3	24-37	-	4 - 6,5	16 - 17	-	-	150 - 250	12 - 19
UG2	37-41	75-80	14 - 16	17 - 18	1-10	38-39	-	30 - 40
UG1	>60	>90	20 - 25	20 - 21	5-10	40-42	-	50 - 70

(\*) Valores enfatizados pelos resultados da sondagem S6

(\*\*) Valores estimados por comparação com contexto geológico-geotécnicos semelhantes

#### 4.4.3 Condições de Fundação

A infraestrutura da central prevê-se construída com um piso -1 instalado à cota altimétrica 98m, sendo que o terreno natural se encontra sensivelmente à cota 102m, pelo que se preveem escavações da ordem dos 4m de profundidade.

Neste cenário admite-se o recurso a fundações diretas do tipo sapata isolada ou ensoleiramento geral.

No enquadramento apresentado será antecipado que o piso -1 seja instalado a profundidade coincidente a unidade geotécnica UG2 que, pelo modelo geológico-geotécnico estabelecido, se desenvolve até à cota 95m.

Nestas condições a resistência ao carregamento deverá ser avaliada pela seguinte expressão relativa a regime drenado de solo:

- condições drenadas de solo:  $q_r = c'.N_c.b_c.s_c.i_c + q'.N_q.b_q.s_q.i_q + 0,5.\gamma'.B'.N_\gamma.b_\gamma.s_\gamma.i_\gamma$ , proposta pela norma NP EN1997-1:2010 (eurocódigo 7). Nesta equação  $c'$  e  $\phi'$  constituem os parâmetros de resistência ao corte minorados em 1,25;  $N_c$ ,  $N_q$  e  $N_\gamma$  os parâmetros de capacidade resistente;  $b_c$ ,  $b_q$  e  $b_\gamma$  os coeficientes de inclinação da superfície de fundação;  $s_c$ ,  $s_q$  e  $s_\gamma$  os coeficientes de forma da fundação;  $i_c$ ,  $i_q$  e  $i_\gamma$  os coeficientes de inclinação de carga;  $q'$  a tensão efetiva dos terrenos de recobrimento adjacentes e  $B'$  a largura efetiva da sapata.

A determinação das tensões admissíveis ao carregamento teve por base a limitação dos assentamentos imediatos em 20mm, impondo-se o seguinte requisito:

$$\frac{q \cdot B}{E} (1 - \nu^2) \cdot I_f \leq 0.02$$

De referir que se admitiu um cenário hidrogeológico onde o nível de água se encontrará ao nível do terreno natural e uma espessura de horizonte geotécnico suficiente para negligenciar a estratificação de horizontes subjacentes.

Resulta assim uma resistência ao carregamento de uma sapata conceptual de forma quadrada com  $B=1\text{m}$  de 800 kPa e subsequente tensão admissível de **650 kPa**.

Num cenário de interseção de unidade geotécnica UG2, a resistência ao carregamento deverá ser avaliada pela seguinte expressão relativa a condições não drenadas de solo

- condições não drenadas de solo:  $q_r = (\pi+2).c_u.b_c.s_c.i_c + q_s$  proposta pela norma NP EN1997-1:2010 (eurocódigo 7). Nesta equação  $c_u$  constitui o parâmetro de resistência ao corte minorado em 1,4;  $b_c$  o coeficiente de inclinação da superfície de

---

fundação ( $b_c=1$  para superfície horizontal);  $s_c$  o coeficiente de forma da fundação ( $s_c=1.2$  para sapata quadrada);  $i_c$  o coeficiente de inclinação de carga ( $i_c= 1$  para carregamento vertical);  $q_s$  a tensão dos terrenos de recobrimento adjacentes.

Admitindo os mesmos cenários anteriormente referidos, resulta assim uma resistência ao carregamento de uma sapata conceptual de forma quadrada com  $B=1\text{m}$  de  $600\text{ kPa}$ .

No sentido de se minimizarem assentamentos diferenciais poderá existir necessidade de rebaixamento das cotas de fundação uniformizando assim o horizonte de solicitação das cargas do edifício ou aumentando o efeito de sobrecarga de terras adjacentes.

Preconiza-se ainda que as condições geológico-geotécnicas de fundação sejam confirmadas no decorrer da empreitada por fiscalização técnica com capacidade de análise na vertente de geologia de engenharia e geotecnia.

#### **4.4.4 Condições de escavação**

No âmbito das escavações a decorrer para construção da central mini-hídrica que se prevêem da ordem dos 4 metros de profundidade, antecipam-se suficientes meios mecânicos ligeiros do tipo escavadora giratória com lâmina e balde.

De facto, a informação disponibilizada pelos elementos de prospeção, nomeadamente a sondagem mecânica S6 e o perfil sísmico PS13, em conjugação com o conhecimento adquirido da construção ali próxima do reservatório do Roxo R1, não se antecipam dificuldades na materialização das cotas de trabalho com os meios indicados.

Neste contexto de salientar que a projeção das velocidades sísmicas obtidas no perfil PS13 na carta de ripabilidade de um equipamento D8R apresentado na Figura 4.9 fundamenta esta avaliação.

No decorrer destes trabalhos poderá verificar-se afluência de água às escavações por escorrências superficiais ou subida do nível freático, pelo que deverão ser asseguradas condições de drenagem e/ou bombagem que encaminhem a esgoto estes níveis de água.

Deverão também ser asseguradas medidas de contenção adequadas no que respeita aos taludes de escavação de modo que se proceda ao desenvolvimento de trabalhos sem constrangimentos de maior.

Os taludes de escavação provisórios deverão assumir geometrias V:H adequadas à sua altura e materiais intersetados, preconizando-se 1V:1.5H para escavações até 4m de altura. Em alternativa e na perspetiva de se recorrerem a cortes verticalizados, será imperativo a aplicação de soluções estruturais de suporte.

#### 4.5 REDE VIÁRIA

O projeto de execução prevê a instalação de traçado novo de rede viária de serviço ao sistema de regadio, nomeadamente acesso à câmara de válvulas no início da nova conduta adutora, junto à estação de filtração existente, e de acesso à câmara de carga.

Na materialização destes os traçados não se antecipam grandes movimentações de terra uma vez que será expetável que os caminhos sigam a topografia existente do terreno.

Neste contexto apresentam-se algumas recomendações e disposições construtivas relativas à construção de aterros enquadrados na rede viária e que se admitem comuns a todos os traçados:

- Toda a vegetação e solo orgânico deverão ser removidos ao longo do traçado assim como todas as raízes mais significativas.
- A superfície exposta por saneamento deverá ser avaliada por técnico qualificado para verificar a ocorrência de troços de baixa resistência e assim avaliar eventuais necessidades de saneamentos mais profundos.
- Na interseção de zonas saturadas e solos aluvionares compressíveis deverão ser aplicados solos insensíveis à água ou enrocamento constituído por rocha sã, ao nível da fundação e sobrepostos em geotêxtil.
- Os solos identificados nos traçados da adutora, com exceção do horizonte orgânico mais superficial, podem ser aplicados no corpo dos aterros da rede viária. Os solos com melhores características deverão ser guardados para as zonas mais nobres do aterro, nomeadamente a Parte Superior do Aterro e a Parte Inferior do Aterro.
- O leito de pavimento poderá integrar solos locais recomendando-se que cumpram os seguintes requisitos mínimos:
  - Dimensão máxima das partículas: 75mm;
  - Percentagem máxima de material que passa no peneiro #200 (0.074mm): 20%
  - Limite de liquidez máximo: 25%
  - Índice de plasticidade máximo: 6%
  - Equivalente de areia, mínimo: 30%
  - Valor máximo do azul-de-metileno (da fração <0,074mm): 2g/100g
  - Índice CBR mínimo: 10%
  - Expansibilidade (ensaio CBR) máxima: 1,5%
  - Percentagem de material orgânica 0%
- Na inexistência de materiais com estas características a disponibilizar por escavações a decorrer no âmbito da empreitada, será necessário recorrer a fontes externas de material.
- Para as camadas de base e sub-base deverão ser aplicados materiais britados de granulometria extensa provenientes de fontes aprovadas e com os seguintes requisitos mínimos:

- 
- Máximo de 30% retido no peneiro 19mm (3/4" ASTM)
  - Teste Los Angeles < 45%
  - Materiais não plásticos
  - Equivalente de areia > 45%

Nos troços onde não se preveem intervenções de terraplenagem e após o saneamento do horizonte de terra vegetal, recomenda-se que se escarifique o terreno e se proceda a recompactação com meios adequados. Eventualmente poderão ser equacionadas soluções com geossintéticos se intersetadas passagens de solos moles ou substituição por material de enrocamento.

Acrescente-se ainda que:

- a plataforma rodoviária deverá ter um pendor transversal para facilitar a drenagem das águas superficiais.
- deverá ser ponderado a inclusão de valetas de berma de modo a prevenir fenómenos de erosão.
- deverão ser construídas passagens hidráulicas na interseção de linhas de água para assegurar a drenagem natural das águas superficiais e evitar a submersão do acesso e subsequente erosão.

## 5 COMENTÁRIOS FINAIS

Este documento constitui o estudo geológico e geotécnico enquadrado no Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado.

No âmbito do reconhecimento do subsolo das infraestruturas associadas a este sistema o foram realizados diversos trabalhos de prospeção, executados especificamente para esta fase de projeto e os seus resultados refletem as condições de terreno existente à data da sua execução.

Os trabalhos de prospeção incluíram poços de reconhecimento, sondagens mecânicas, perfis sísmicos de refração e ensaios de laboratório realizados sobre amostras remexidas de solo e amostras rochosas recolhidas nas sondagens mecânicas.

As metodologias de trabalhos e síntese de resultados poderão ser consultadas no capítulo 3 desta memória. Os respetivos boletins de ensaio poderão ser consultados em anexo.

Estes trabalhos de prospeção serviram de suporte à avaliação das condições geotécnicas relacionadas com a conduta adutora, câmara de carga, central mini-hídrica e rede viária que poderão ser consultados no capítulo 4.

Acompanham esta memória diversas peças desenhadas (Desenhos G01 a G04), que se encontram em cada um dos projetos de execução, e onde se apresentam as plantas geológicas e perfis interpretativos associados aos elementos de projeto avaliados.



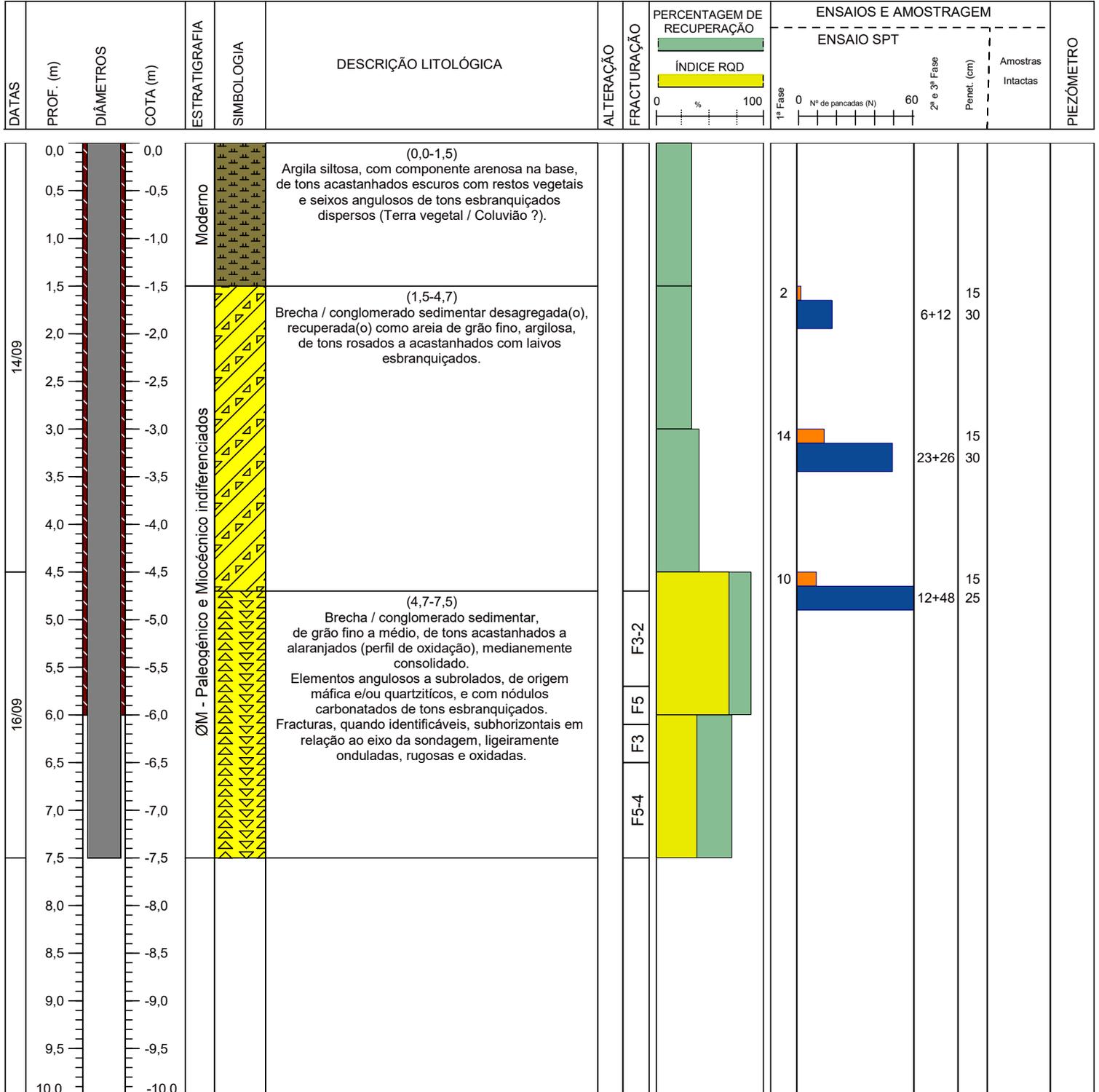








Tipo Furação: Amostragem contínua	Data de início: 14.09.2024	Fim: 16.09.2024	<b>NÍVEL DE ÁGUA</b>	<b>Obra N°: 24.262</b>
Furação: 0.00 m - 7.50 m Ø: 86 mm	Revestimento: 0.00 m - 6.00 m Ø: 98 mm		Detectado: -	
Equipamento: Fraste SL	Comprimento: 7.50 m		Estabilizado: -	
M: P: -182 883,0	Cota:0,0	Azimute: 0	Inclinação: 90 °	



OBSERVAÇÕES

S1



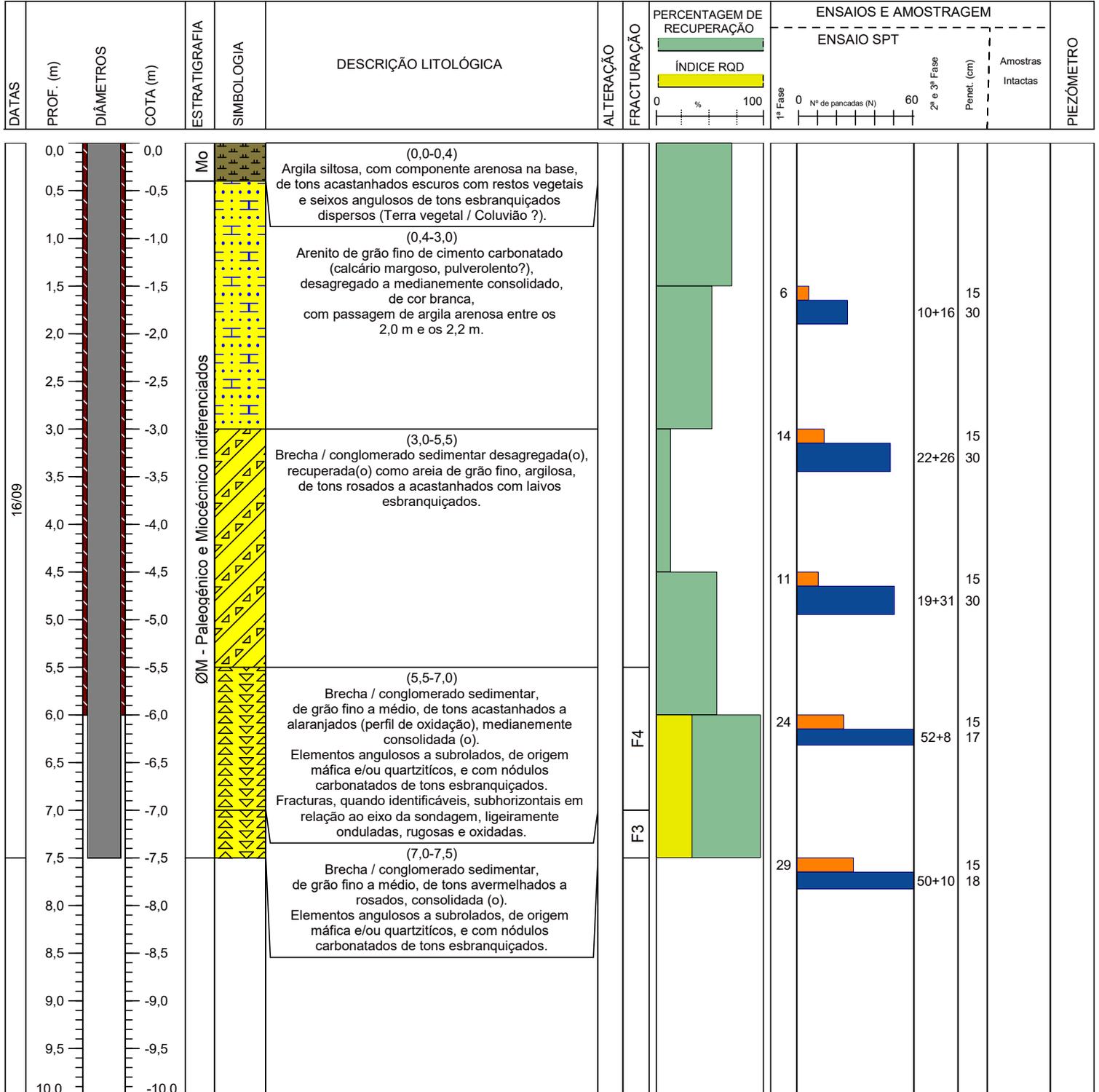
De 0,00 m a 5,58 m



De 5,58 m a 7,50 m

**LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL - SADO**

Tipo Furação: Amostragem contínua	Data de início: 16.09.2024	Fim: 16.09.2024	<b>NÍVEL DE ÁGUA</b>	<b>Obra Nº: 24.262</b>
Furação: 0.00 m - 7.50 m Ø: 86 mm	Revestimento: 0.00 m - 6.00 m Ø: 98 mm		Detectado: -	
Equipamento: Fraste SL	Comprimento: 7.50 m		Estabilizado: -	
M: 2 253,0 P: -182 889,0	Cota: 0,0 Azimute: 0	Inclinação: 90 °		



Mo - Moderno

## S2



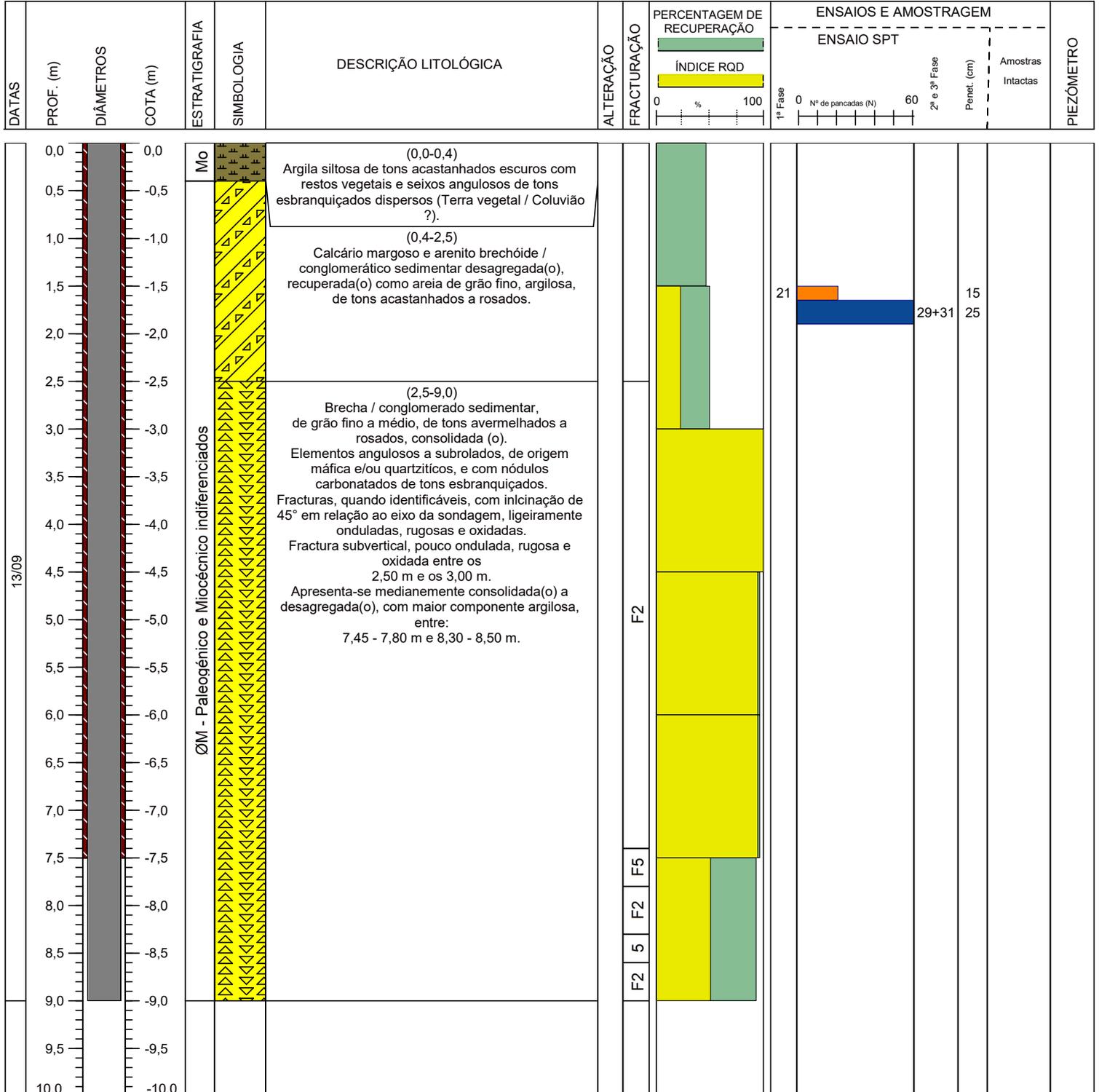
De 0,00 m a 5,10 m



De 5,10 m a 7,50 m

**LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL - SADO  
Gasparões**

Tipo Furação: Amostragem contínua	Data de início: 13.09.2024	Fim: 13.09.2024	<b>NÍVEL DE ÁGUA</b>	<b>Obra Nº: 24.262</b>
Furação: 0.00 m - 9.00 m Ø: 86 mm	Revestimento: 0.00 m - 7.50 m Ø: 98 mm		▼ Detectado: -	
Equipamento: Fraste SL	Comprimento: 9.00 m		▼ Estabilizado: -	
M: -2 624,0 P: -186 003,0	Cota:0,0 Azimute: 0 Inclinação: 90 °			



Mo - Moderno

S3



De 0,00 m a 4,23 m



De 4,23 m a 7,10 m

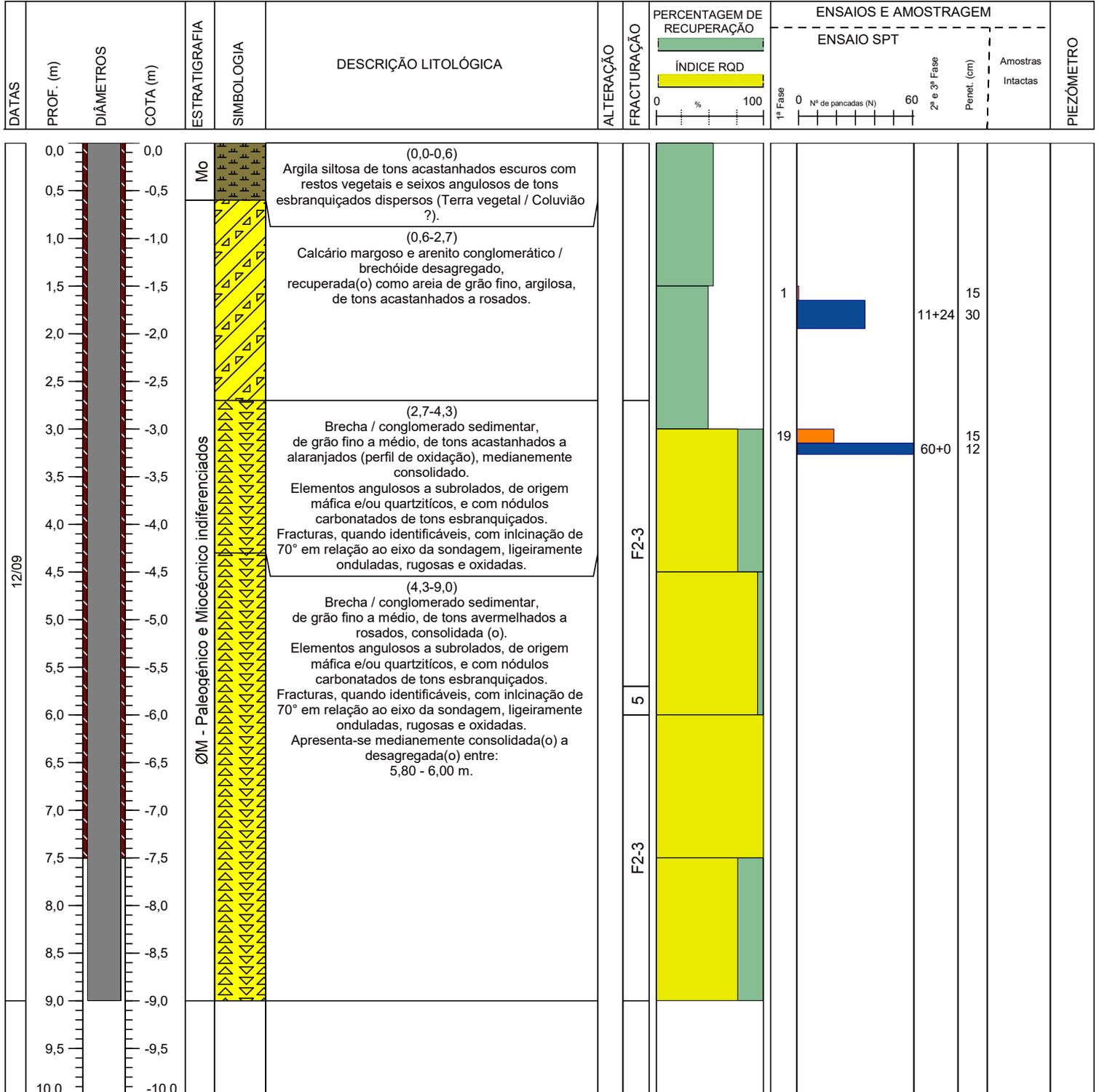
### S3 (Cont.)



De 7,10 m a 9,00 m

**LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL - SADO**  
**Gasparões**

Tipo Furação: Amostragem contínua	Data de início: 12.09.2024	Fim: 12.09.2024	<b>NÍVEL DE ÁGUA</b>	<b>Obra N°: 24.262</b>
Furação: 0.00 m - 9.00 m Ø: 86 mm	Revestimento: 0.00 m - 7.50 m Ø: 98 mm		▼ Detectado: -	
Equipamento: Fraste SL	Comprimento: 9.00 m		▼ Estabilizado: -	
M:-2 629,0 P:-186 027,0	Cota:0,0 Azimute: 0 Inclinação: 90 °			



Mo - Moderno

S4



De 0,00 m a 4,2 m



De 4,20 m a 7,08 m

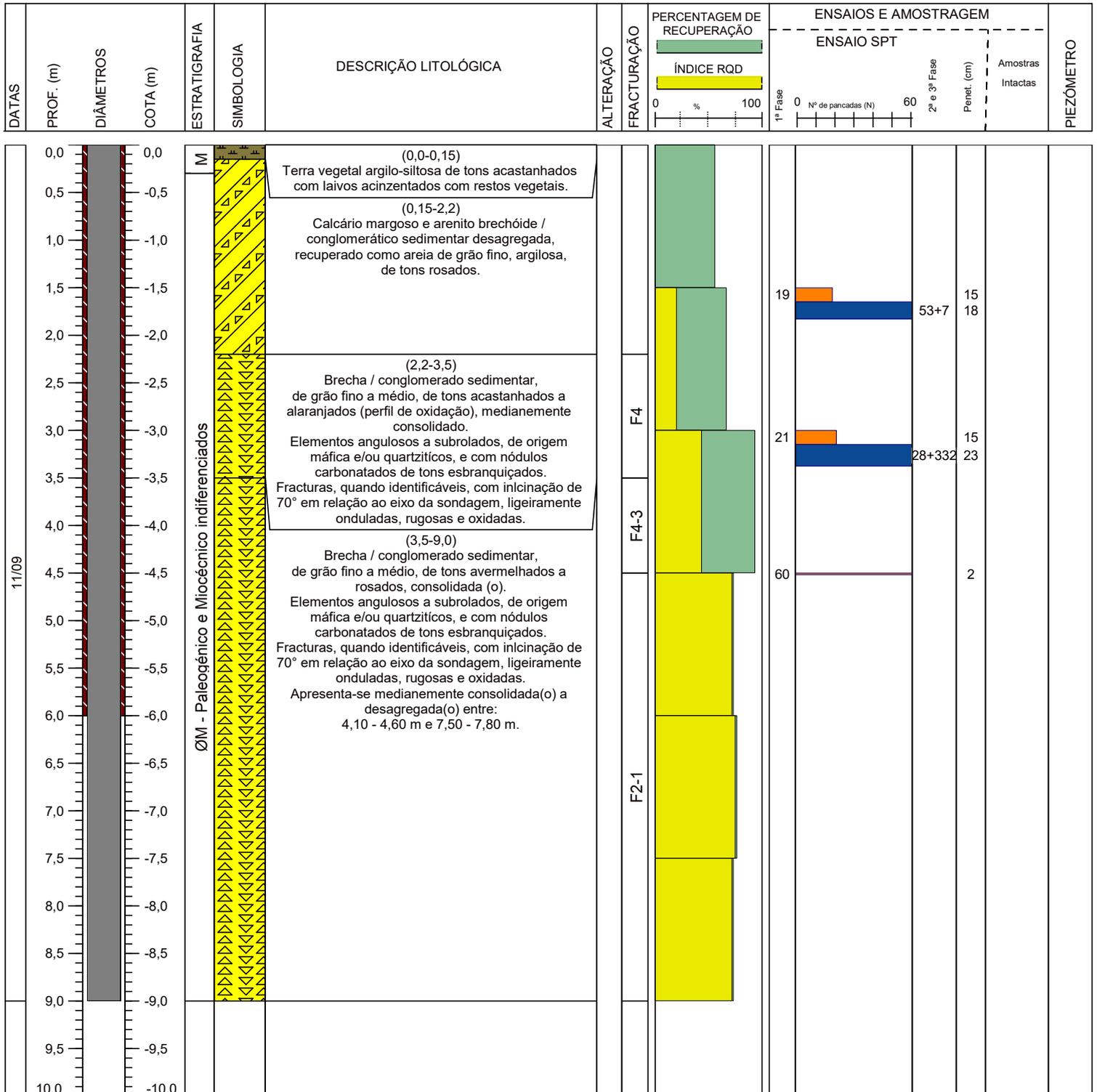
### S4 (Cont.)



De 7,08 m a 9,00 m

**LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL - SADO**  
**Gasparões**

Tipo Furação: Amostragem contínua	Data de início: 11.09.2024	Fim: 11.09.2024	<b>NÍVEL DE ÁGUA</b>	<b>Obra N°: 24.262</b>
Furação: 0.00 m - 9.00 m Ø: 86 mm	Revestimento: 0.00 m - 6.00 m Ø: 98 mm		Detectado: -	
Equipamento: Fraste SL	Comprimento: 9.00 m		Estabilizado: -	
M:-2 661,0 P:-186 039,0	Cota:0,0 Azimute: 0 Inclinação: 90 °			



M - Moderno

S5



De 0,00 m a 3,9 m



De 3,9 m a 7,3 m

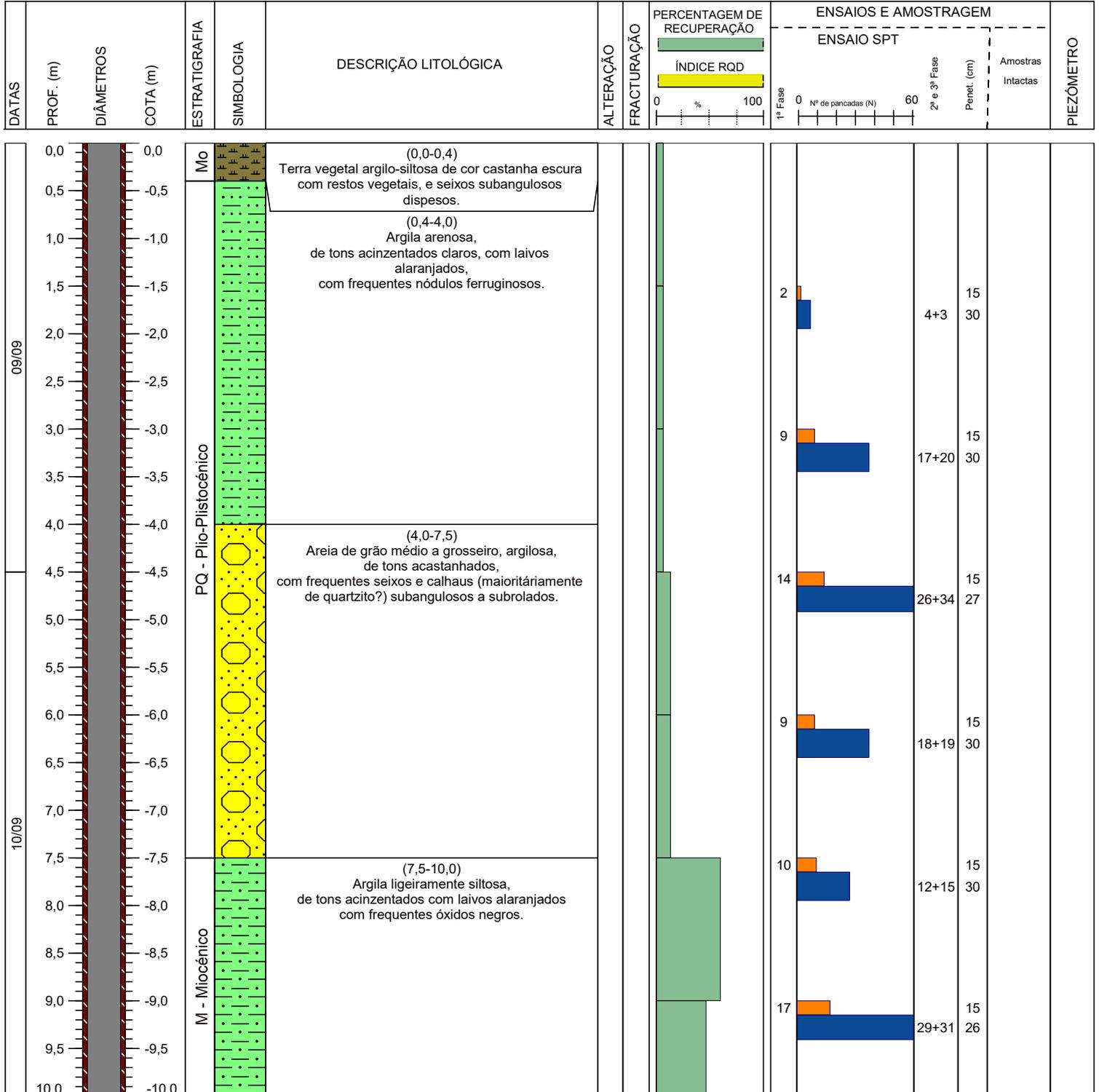
## S5 (Cont.)



De 7,3 m a 9,0 m

**LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL - SADO  
São João de Negrilhos**

Tipo Furação: Amostragem contínua	Data de início: 09.09.2024	Fim: 10.09.2024	<b>NÍVEL DE ÁGUA</b>	<b>Obra Nº: 24.262</b>
Furação: 0.00 m - 12.00 m Ø: 86 mm	Revestimento: 0.00 m - 12.00 m Ø: 98 mm		Detectado: -	
Equipamento: Fraste SL	Comprimento: 12.00 m		Estabilizado: -	
M:-4 906,0 P:-188 371,0	Cota:0,0 Azimute: 0 Inclinação: 90 °			



Mo - Moderno

**LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL - SADO  
São João de Negrilhos**

Tipo Furação: Amostragem contínua	Data de início: 09.09.2024	Fim: 10.09.2024	<b>NÍVEL DE ÁGUA</b>	<b>Obra Nº: 24.262</b>
Furação: 0.00 m - 12.00 m Ø: 86 mm	Revestimento: 0.00 m - 12.00 m Ø: 98 mm		☒ Detectado: -	
Equipamento: Fraste SL	Comprimento: 12.00 m		☒ Estabilizado: -	
M:-4 906,0 P:-188 371,0	Cota:0,0 Azimute: 0 Inclinação: 90 °			

DATAS	PROF. (m)	DIÂMETROS	COTA (m)	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA	ALTERAÇÃO	FRACTURAÇÃO	ENSAIOS E AMOSTRAGEM				PIEZÔMETRO	
									PERCENTAGEM DE RECUPERAÇÃO	ÍNDICE RQD	ENSAIO SPT			Amostras Intactas
10/09				M - Miocénico		(10,0-12,0) Areia de grão médio, argilosa, (argila arenosa?) de tons acastanhados a alaranjados, com seixos subangulosos dispersos.								
	10,5		-10,5											
	11,0		-11,0											
	11,5		-11,5											
	12,0		-12,0											
	12,5		-12,5											
	13,0		-13,0											
	13,5		-13,5											
	14,0		-14,0											
	14,5		-14,5											
	15,0		-15,0											
	15,5		-15,5											
	16,0		-16,0											
	16,5		-16,5											
	17,0		-17,0											
	17,5		-17,5											
	18,0		-18,0											
	18,5		-18,5											
	19,0		-19,0											
	19,5		-19,5											
	20,0		-20,0											

Mo - Moderno

S6



De 0,0 m a 9,1 m



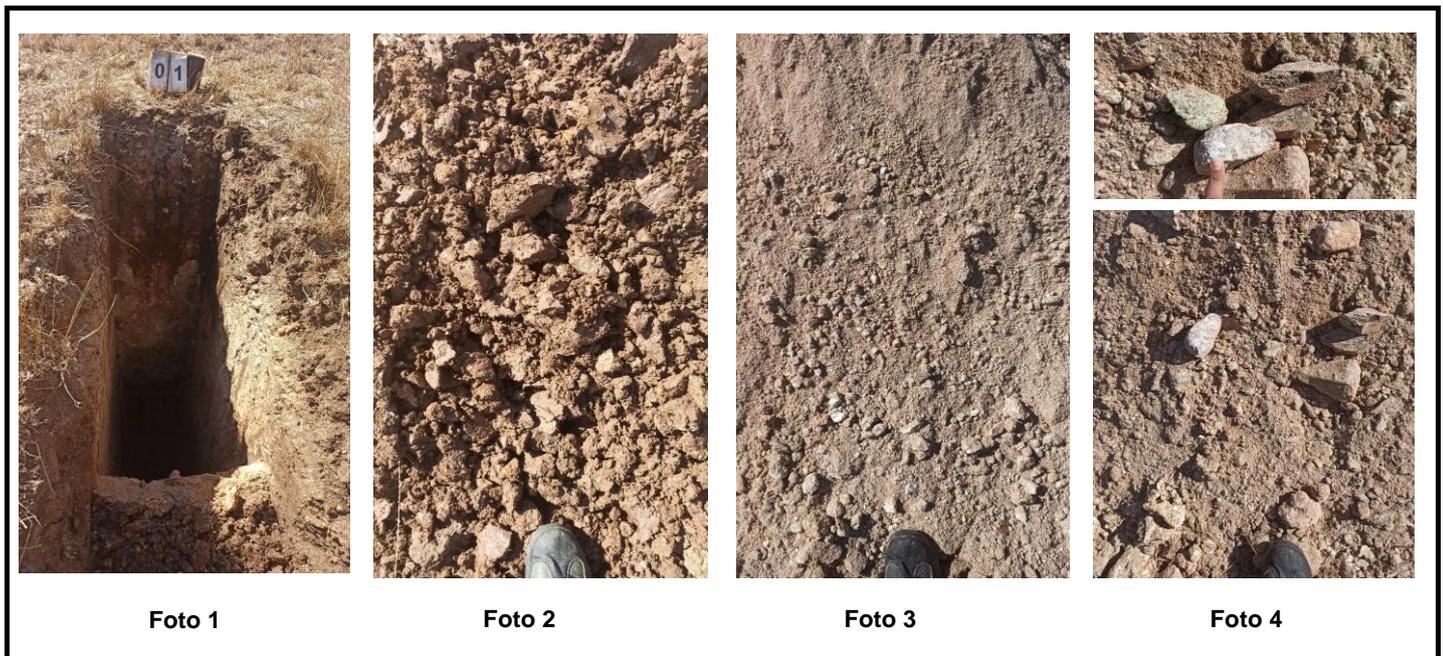
De 9,1 m a 12,0 m

**POÇOS DE RECONHECIMENTO**

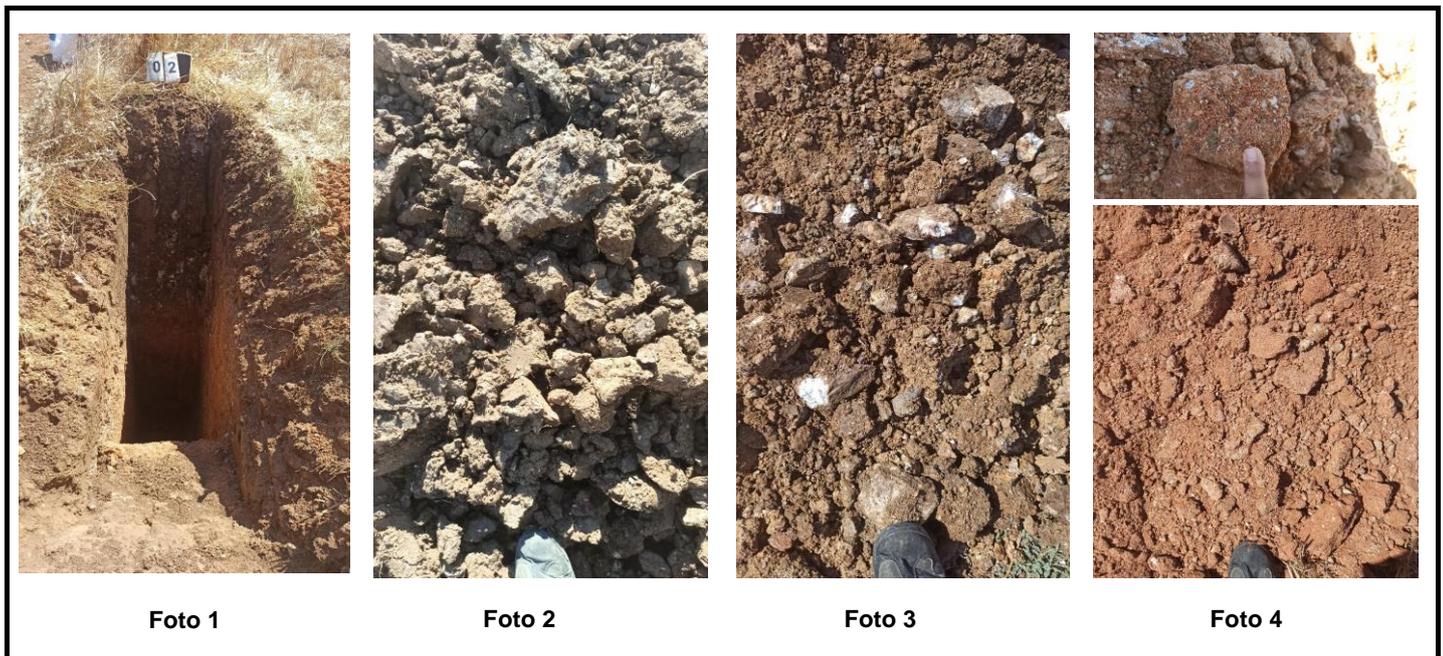
---



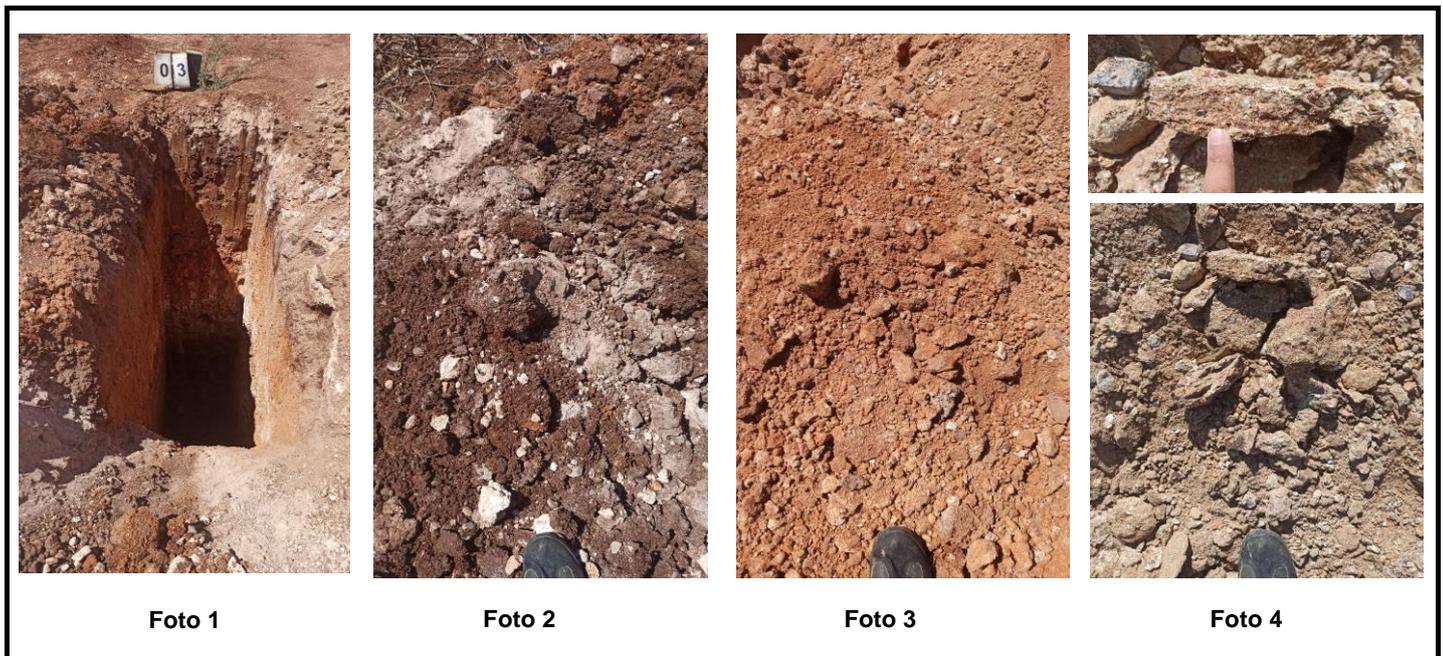
PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO		Coordenadas (ETRS89)			Capacidade da máquina <input checked="" type="checkbox"/>				POÇO P01	
Localização: conduta adutora / caminho de acesso		M = 2317 P = -182878 Z = -			Difícil escavação <input type="checkbox"/> Não escavável <input type="checkbox"/>					
		Escavação			Profundidade = 4,0 m				Data: 08/08/2024	
Prof. (m)	DESCRIÇÃO	Fácil	Difícil	M. difícil	Amostra	Ensaios de laboratório				Classificação Unificada
						finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Modificado) Ensaio CBR	Classificação AASHTO
0.5	Solo argilo-siltoso de cor castanho escuro, com humidade, moldável, com pequenos fragmentos líticos dispersos. <b>Foto 2.</b>									
1.0					<b>AM [0403_24]</b>	80,6	68	38	$\gamma_{d,max} = 16,3 \text{ kN/m}^3$ $W_{opt} = 17,8\%$ CBR= 5% / Exp=10%	CH A-7-5 (0)
1.5										
2.0	Solo areno-argiloso com pequenos fragmentos rochosos xistentos de dimensão diversa (Dmáx.: 3cm), de cor castanho acinzentado com laivos alaranjados. <b>Foto 3.</b>									
2.5										
3.0										
3.5	Solo areno-argiloso com torrões facilmente desagregáveis com a mão e com fragmentos dispersos de rocha xistenta e e mais secundariamente de quartzo, (Dmáx.: 15cm). <b>Foto 4.</b>									
4.0										
4.5	Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina									



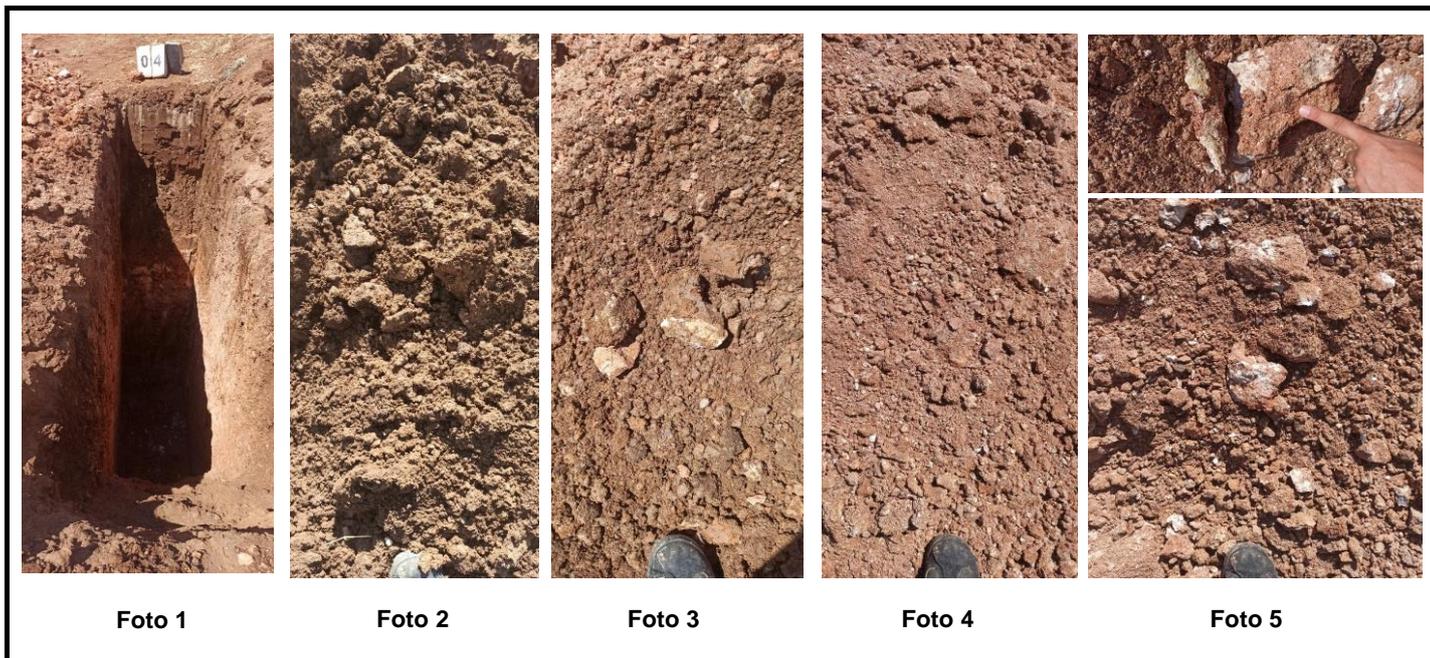
Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		<b>PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO</b>		<b>Coordenadas (ETRS89)</b> M = 1563 P = -183144 Z = -		Capacidade da máquina <input checked="" type="checkbox"/> Difícil escavação <input type="checkbox"/> Não escavável <input type="checkbox"/>		<b>POÇO P02</b> Data: 08/08/2024			
		Localização: conduta adutora				<b>Profundidade = 4,0 m</b>					
-0.5		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com raras raízes dispersas, com plasticidade. Na escavação surgem torrões rijos. <b>Foto 2.</b>									
-1.0		Nível cascalhento. Fragmentos abundantes de quartzo, sub-angulosos a sub-rolados (Dmáx.: 15cm), envolvidos em solos argilo-arenosos, cor castanha. Nível de difícil escavação. <b>Foto 3.</b>									
-2.0		Arenito ferruginoso decomposto, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com raras concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos.									
-3.0		Na escavação evolui para uma areia silto-argilosa com cascalho, sendo o cascalho resultado do desmonte daquele estrato arenítico. <b>Foto 4.</b>									
-4.0		Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina									
-4.5											



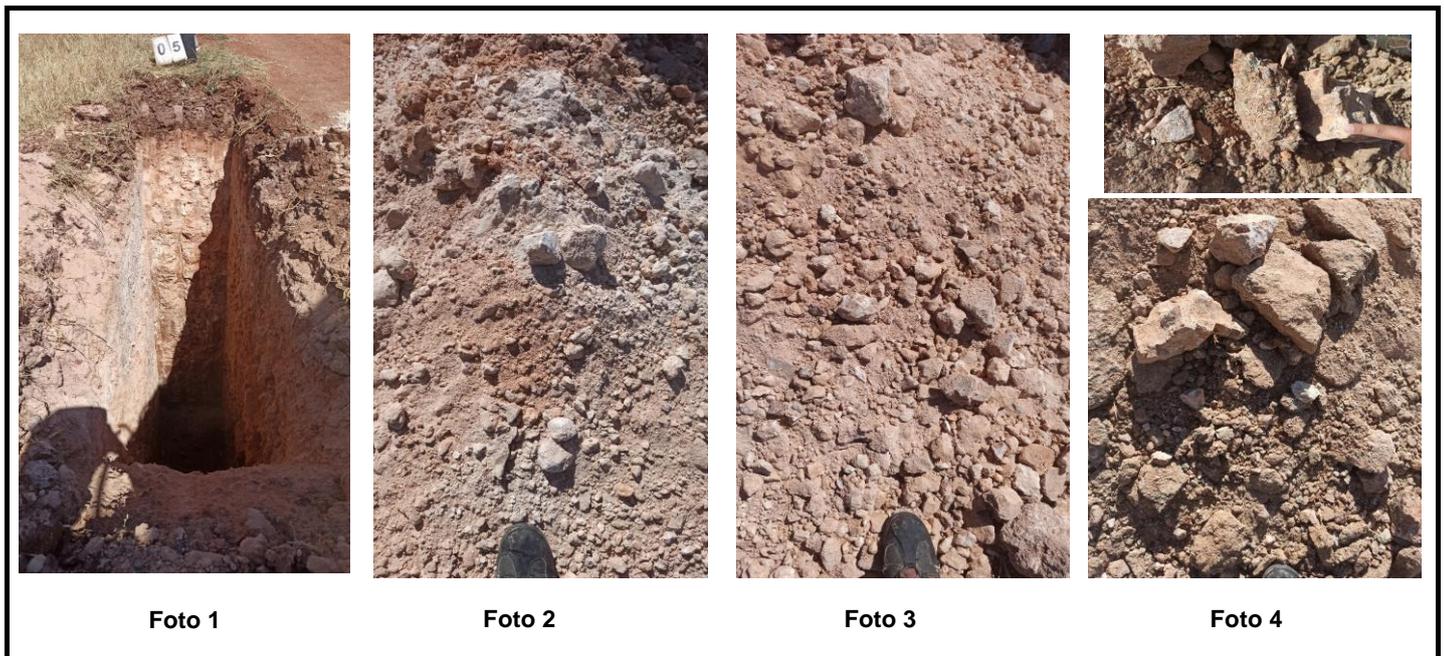
Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		Solo de cobertura de cor castanha, argiloso, com raízes dispersas. <b>Foto 2.</b>									
-0.5		Arenito ferruginoso decomposto, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com raras concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos.									
-1.0		Na escavação evolui para uma areia silto-argilosa com cascalho, sendo o cascalho resultado do desmonte daquele estrato arenítico. <b>Foto 3.</b>									
-1.5											
-2.0											
-2.5		Arenito brandamente cimentado, de cor acastanhado, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos e xistos.									
-3.0		Na escavação evolui para uma areia siltosa com cascalho, sendo o cascalho resultado do desmonte daquele estrato arenítico									
-3.5		Na base o arenito revela-se difícil de escavar <b>Foto 4.</b>				<b>AM</b> [0404_24]	12,6	48	17	$\gamma_{dm\acute{a}x} = 15,6 \text{ kN/m}^3$ $W_{opt} = 23,2\%$	SM A-2-7 (0)
-4.0		Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina									
-4.5											



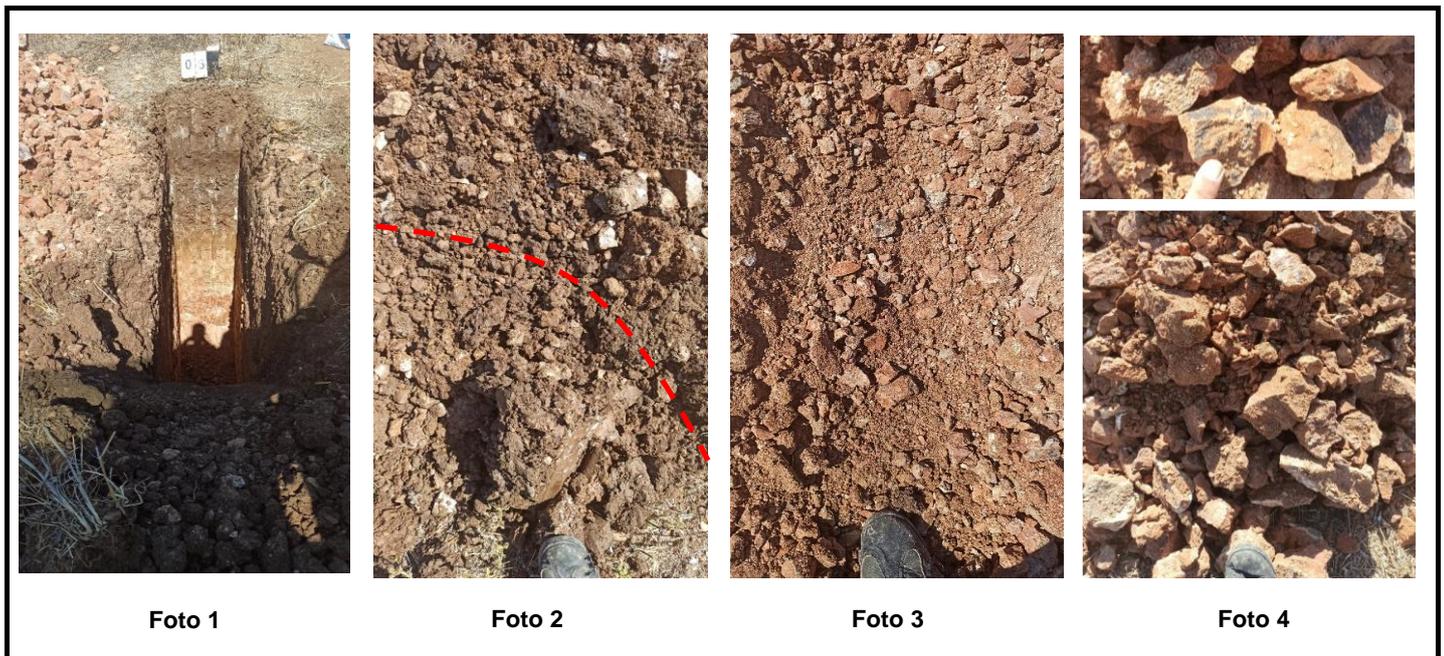
Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaios de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
-0.5		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com raras raízes dispersas, com plasticidade. Na escavação surgem torrões rijos. <b>Foto 2.</b>									
-1.0		Nível cascalhento. Cascalho de quartzo abundante envolto em argila húmida, de cor acastanhada. Fragmentos de quartzo de granulometria diversa, sub-angulosos a sub-rolados. <b>Foto 3.</b>									
-1.5		Arenito ferruginoso decomposto, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com raras concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos.									
-2.0		Na escavação evolui para uma areia silto-argilosa com cascalho, sendo o cascalho resultado do desmonte daquele estrato arenítico. <b>Foto 4.</b>									
-2.5											
-3.0		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos e xistos. <b>Foto 5.</b>									
-3.5		Fim de escavação. Não escavável com o meio mecânico empregue.									
-4.0											
-4.5											



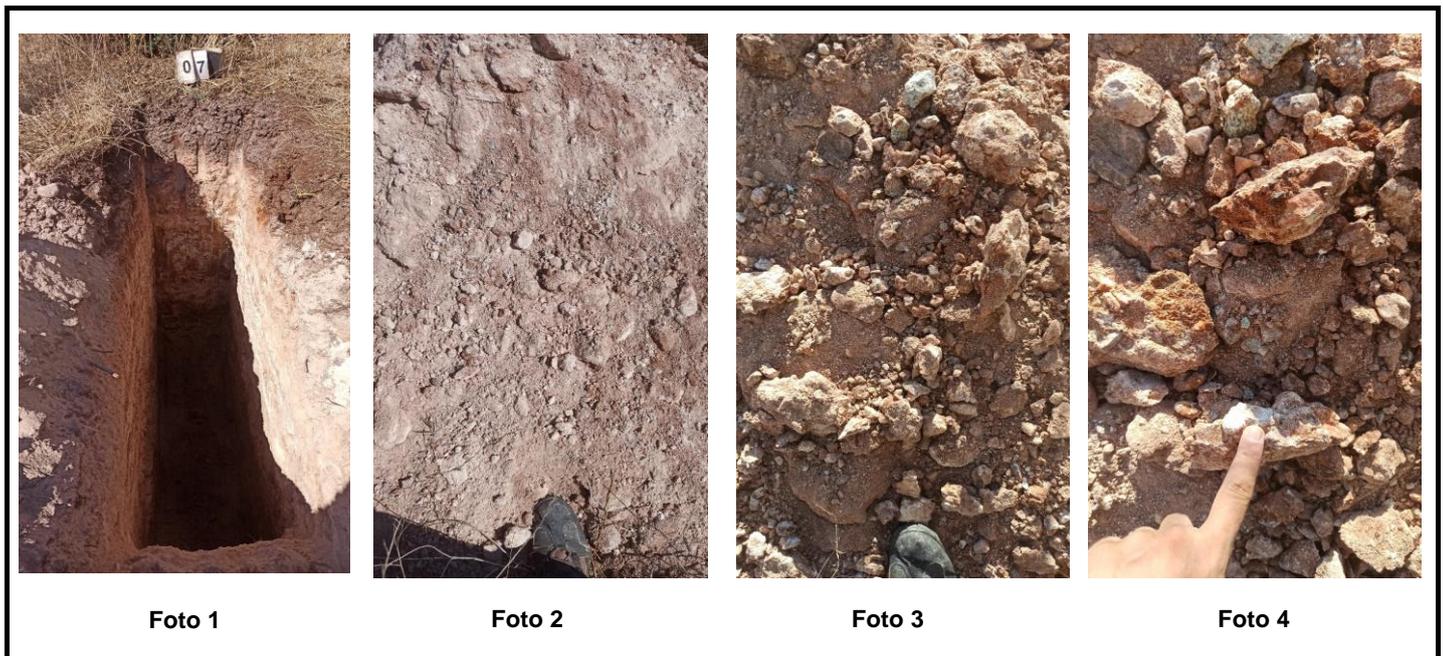
Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaios de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com raras raízes dispersas,									
-0.5		Calcário margoso, pulverolento (caliços?) de cor esbranquiçada a acinzentada, com leve componente detritica arenosa. Revela-se parcialmente friável, evoluindo na escavação para uma areia siltosa cascalhenta. <b>Foto 2.</b>									
-1.0		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos e xistos.									
-1.5											
-2.0		Na escavação evolui para uma cascalheira areno-siltoso, sendo o cascalho resultado do desmonte daquele estrato arenítico.									
-2.5		<b>Foto 3 e 4.</b>									
-3.0		Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina.									
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaios de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		<b>PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO</b>		<b>Coordenadas (ETRS89)</b> M = -535 P = -184197 Z = -		Capacidade da máquina <input checked="" type="checkbox"/> Difícil escavação <input type="checkbox"/> Não escavável <input type="checkbox"/>		<b>POÇO P06</b> Data: 08/08/2024			
		Localização: conduta adutora				<b>Profundidade = 3,9 m</b>					
-0.5		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com raras raízes dispersas, com plasticidade. Na escavação surgem torrões rijos.									
-1.0		Nível cascalhento com argila. Cascalho de quartzo sub-anguloso a sub-rolado abundante, envolto em argila rija, húmido, de cor castanha. <b>Foto 2 (topo).</b>									
-1.5		Arenito brandamente cimentado de cor avermelhado com concreções carbonatadas de cor esbranquiçada. Observam-se intercalações argilosas rijas (argilitos?).  Este depósito surge na escavação como areia silto-argilosa com fragmentos areníticos difíceis de quebrar com a mão.  <b>Foto 3.</b>									
-2.0											
-2.5											
-3.0		Argilito de cor avermelhada com alguma componente arenosa, com concreções carbonatadas esbranquiçadas.									
-3.5		Da escavação resulta escombros com inúmeros fragmentos difíceis de quebrar com a mão a não quebráveis. <b>Foto 4.</b>									
-4.0		Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina.									
-4.5											



Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		<p><b>PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO</b></p>		<p>Coordenadas (ETRS89) M = -1016 P = -184579 Z = -</p>		<p>Capacidade da máquina <input type="checkbox"/> Difícil escavação <input type="checkbox"/> Não escavável <input checked="" type="checkbox"/></p>		<p><b>POÇO P07</b></p>		<p>Data: 08/08/2024</p>	
		<p>Localização: conduta adutora</p>				<p>Profundidade = 3,0 m</p>					
0.5		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com raras raízes dispersas, com plasticidade. Na escavação surgem torrões rijos.									
1.0		Arenito brandamente cimentado a calcarenito com concreções carbonatadas de cor esbranquiçada com laivos alaranjados que evolui na escavação para areia fina siltosa com cascalho desagregável com a mão. As concreções surgem esbranquiçadas e pulverulentas. <b>Foto 2.</b>			<b>AM [0406_24]</b>	15,0	52	18	$\gamma_{dm\max} = 15,5 \text{ kN/m}^3$ $W_{opt} = 18,2\%$	SM A-2-7 (0)	
1.5											
2.0		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, destacando-se os quartzitos e o xisto. Na escavação evolui para areia siltosa, cascalhenta. <b>Foto 3 e 4.</b>									
2.5											
3.0		Fim de escavação. Não escavável com o meio mecânico empregue.									
3.5											
4.0											
4.5											



Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaios de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO	
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)		
-0.5		Aluvião / solo de cobertura. Solo castanho escuro, argilo-siltoso, com raízes dispersas, com plasticidade. Na escavação surgem torrões rijos <b>Foto 2.</b>										
-1.0												
-1.5		Argila arenosa exibindo diferentes tons de castanho, com plasticidade, moldável. <b>Foto 3</b>										
-2.0												
-2.5		Areia argilosa, avermelhada e esbranquiçada de granulometria média a fina, com seixos quartzíticos finos dispersos. Observam-se ainda níveis areníticos brandamente cimentados e outros margosos de consistência elevada. <b>Foto 3.</b>										
-3.0												
-3.5		3,4m - Nível de água com caudal baixo										
-4.0		Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina.										
-4.5												



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO		Coordenadas (ETRS89)			Capacidade da máquina <input checked="" type="checkbox"/>				POÇO P09	
Localização: conduta adutora		M = -1879 P = -185317 Z = -			Difícil escavação <input type="checkbox"/> Não escavável <input type="checkbox"/>					Data: 02/09/2024
Prof. (m)	DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada
		Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	Classificação AASHTO
-0.5	Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com raras raízes dispersas, com plasticidade. Na escavação surgem torrões rijos. <b>Foto 2.</b>									
-1.0										
-1.5										
-2.0	Argilito avermelhado brandamente cimentado com laivos brancos que resultam da existência de concreções carbonatadas disseminadas no depósito argiloso. Na escavação evolui para cascalho argiloso com areia. <b>Foto 3.</b>				AM 0438/24	17,0	56	27	$\gamma_{d\max} = 14,3\text{kN/m}^3$ $W_{opt} = 19,4\%$	GC A-2-7 (0)
-2.5										
-3.0										
-3.5	Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, que na escavação evolui para areia cascalhenta. <b>Foto 4.</b>									
-4.0	Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina.									
-4.5										



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaios de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		<b>PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO</b>		<b>Coordenadas (ETRS89)</b> M = -2369 P = -185757 Z = -		Capacidade da máquina <input type="checkbox"/> Difícil escavação <input type="checkbox"/> Não escavável <input checked="" type="checkbox"/>		<b>POÇO P10</b> Data: 02/09/2024			
		Localização: conduta adutora				<b>Profundidade = 2,3 m</b>					
-0.5		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com raras raízes dispersas, com plasticidade, com litoclastos variados com predominância de quartzitos. Na escavação surgem torrões rijos difíceis de desagregar. <b>Foto 2.</b>									
-1.0		Argilito avermelhado brandamente cimentado com laivos brancos que resultam da existência de concreções carbonatadas disseminadas no depósito argiloso. Presença de seixos quartzíticos dispersos. <b>Foto 3</b>									
-1.5											
-2.0		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, que na escavação evolui para areia cascalhenta. <b>Foto 4.</b>									
-2.5		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável									
-3.0											
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaios de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor Modificado Ensaio CBR	
		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com plasticidade, com litoclastos variados.									
-0.5		Calcário margoso, pulverolento (caliço?) de cor esbranquiçada a acinzentada, com leve componente detrítica arenosa, que se revela parcialmente friável, evoluindo na escavação para uma areia siltosa cascalhenta. <b>Foto 2.</b>									
-1.0											
-1.5		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquicadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos. Na escavação evolui para areia siltosa, cascalhenta. <b>Foto 3 e 4.</b>									
-2.0											
-2.5		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável									
-3.0											
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor Modificado Ensaio CBR	
		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com plasticidade.									
-0.5		Argila castanha com laivos avermelhados, rija, com plasticidade, surgindo na escavação torrões difíceis de moldar com a mão. <b>Foto 2.</b>				AM 0439/24	69,4	42	22	$\gamma_{d_{max}} = 18,2\text{kN/m}^3$ $W_{opt} = 11,0\%$ CBR= 1% / Exp=4%	CL A-7-6 (14)
-1.0											
-1.5		Xisto argiloso de cor castanha e acinzentada, muito alterado, ligeiramente friável, com planos de xistosidade subverticais. Na escavação evolui para cascalheira argilosa de natureza xistenta. <b>Foto 3 e 4.</b>									
-2.0											
-2.5											
-3.0		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável									
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		<p><b>PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO</b></p>		<p><b>Coordenadas (ETRS89)</b> M = -2635 P = -185996 Z = -</p>		<p>Capacidade da máquina <input type="checkbox"/> Difícil escavação <input checked="" type="checkbox"/> Não escavável <input checked="" type="checkbox"/></p>		<p><b>POÇO P13</b> Data: 02/09/2024</p>			
		<p>Localização: câmara de carga</p>				<p><b>Profundidade = 2,9 m</b></p>					
-0.5		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com raízes dispersas, com plasticidade, com litoclastos variados. Na escavação surgem torrões rijos difíceis de desagregar. <b>Foto 2.</b>									
-1.0		Calcário margoso, pulverolento (caliço?) de cor esbranquiçada a acinzentada, com leve componente detrítica arenosa, que se revela parcialmente friável, evoluindo na escavação para uma areia siltosa cascalhenta. <b>Foto 3</b>			AM 0440/24	21,3	NP	NP		SM A-1-b (0)	
-1.5											
-2.0		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, destacando-se os quartzitos. Na escavação evolui para areia siltosa, cascalhenta. <b>Foto 4.</b>									
-2.5											
-3.0		O contacto entre o calcário e o arenito revela-se inclinado para oeste.									
-3.5		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável									
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada	Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)		
		<b>PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO</b>		<b>Coordenadas (ETRS89)</b> M = -2615 P = -186014 Z = -		Capacidade da máquina <input type="checkbox"/> Difícil escavação <input checked="" type="checkbox"/> Não escavável <input checked="" type="checkbox"/>		<b>POÇO P14</b> Data: 02/09/2024				
		Localização: câmara de carga				Profundidade = 2,1 m						
0.5		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com plasticidade, com litoclastos variados. Na escavação surgem torrões rijos, difíceis de desagregar. <b>Foto 2.</b>										
1.0		Calcário margoso, pulverento (caliço?) de cor esbranquiçada a acinzentada, com leve componente detrítica arenosa, que se revela parcialmente friável, evoluindo na escavação para uma areia siltosa a silte arenoso, cascalhentos. <b>Foto 3</b>			AM 0441/24	50,7	60	23	$\gamma_{dm\max} = 13,5 \text{ kN/m}^3$ $W_{opt} = 15,6\%$	MH	A-7-5 (9)	
1.5		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquicadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos. Na escavação evolui para areia siltosa, cascalhenta. <b>Foto 4.</b>										
2.0		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável										
2.5												
3.0												
3.5												
4.0												
4.5												



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com plasticidade.									
-0.5		Calcário margoso, pulverolento (caliço?) de cor esbranquiçada a acinzentada, com leve componente detrítica arenosa, que se revela parcialmente friável, evoluindo na escavação para uma areia siltosa cascalhenta. <b>Foto 2.</b>									
-1.0						AM 0442/24	7,7	NP	NP	$\gamma_{dm\max} = 12,9 \text{ kN/m}^3$ $W_{opt} = 18,6\%$	GP-GM A-1-a (0)
-1.5		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos. Na escavação evolui para cascalho arenoso e levemente siltoso. <b>Foto 3 e 4.</b>									
-2.0											
-2.5											
-3.0		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável									
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com plasticidade. surgindo na escavação torrões rijos.									
-0.5		Calcário margoso, pulverolento (caliço?) de cor esbranquiçada a acinzentada, com leve componente detrítica arenosa, que se revela parcialmente friável, evoluindo na escavação para cascalho areno-siltoso. <b>Foto 2.</b>				AM 0443/24	11,9	56	14		GM A-2-7 (0)
-1.0											
-1.5											
-2.0		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos. Na escavação evolui para areia siltosa, cascalhenta. <b>Foto 3 e 4.</b>									
-2.5											
-3.0		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável									
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com plasticidade, com litoclastos variados.									
-0.5		Calcário margoso, pulverolento (caliço?) de cor esbranquiçada a acinzentada, com leve componente detrítica arenosa, que se revela parcialmente friável, evoluindo na escavação para cascalho areno-siltoso. <b>Foto 2.</b>				AM 0444/24	42,0	53	18	$\gamma_{dm\max} = 13,3 \text{ kN/m}^3$ $W_{opt} = 12,4\%$	GM
-1.5			A-7-5 (4)								
-2.0		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos. Na escavação evolui para areia siltosa, cascalhenta. <b>Foto 3 e 4.</b>									
-2.5			Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável								
-3.0											
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaios de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com litoclastos variados, surgindo na escavação torrões compactos.									
-0.5		Calcário arenítico a calcarenito de tom esbranquiçado e rosáceo, que se revela parcialmente friável, evoluindo na escavação para cascalho areno-siltoso. <b>Foto 2.</b>									
-1.5		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas. Na escavação evolui para areia siltosa, cascalhenta. <b>Foto 3 e 4.</b>									
-2.0		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável									
-2.5											
-3.0											
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2

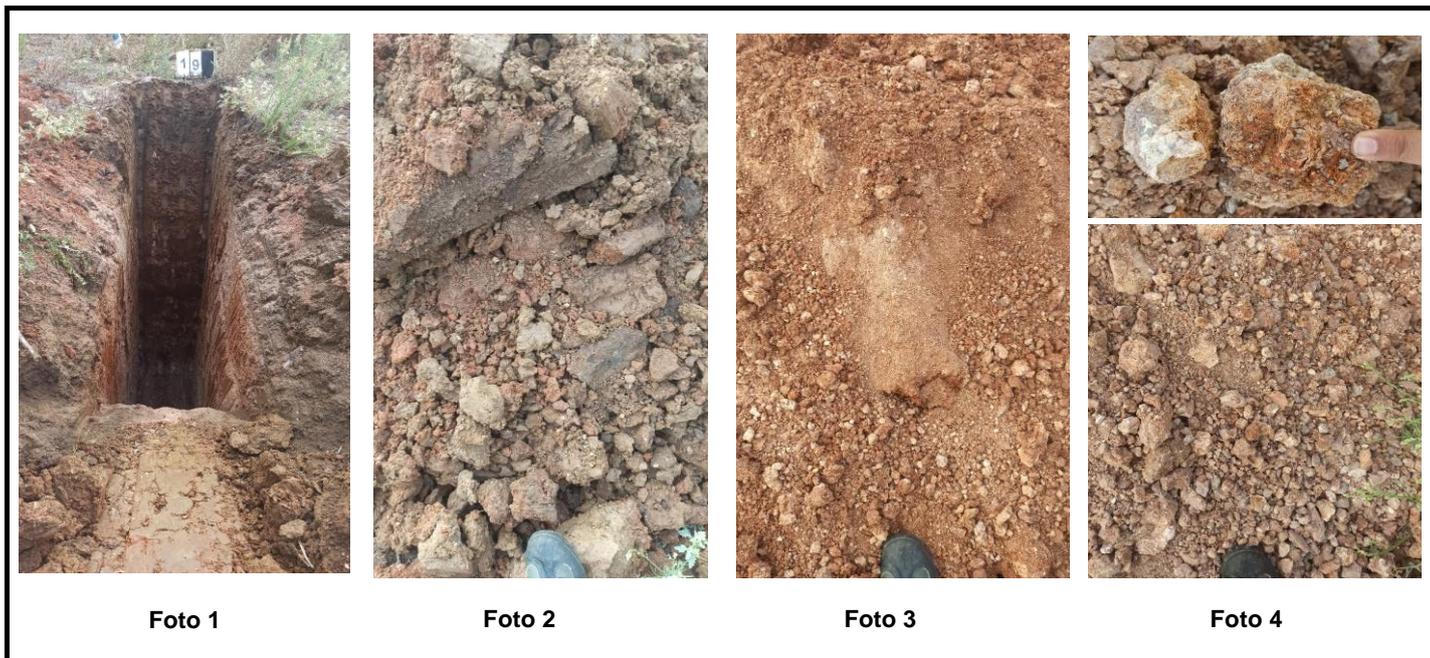


Foto 3

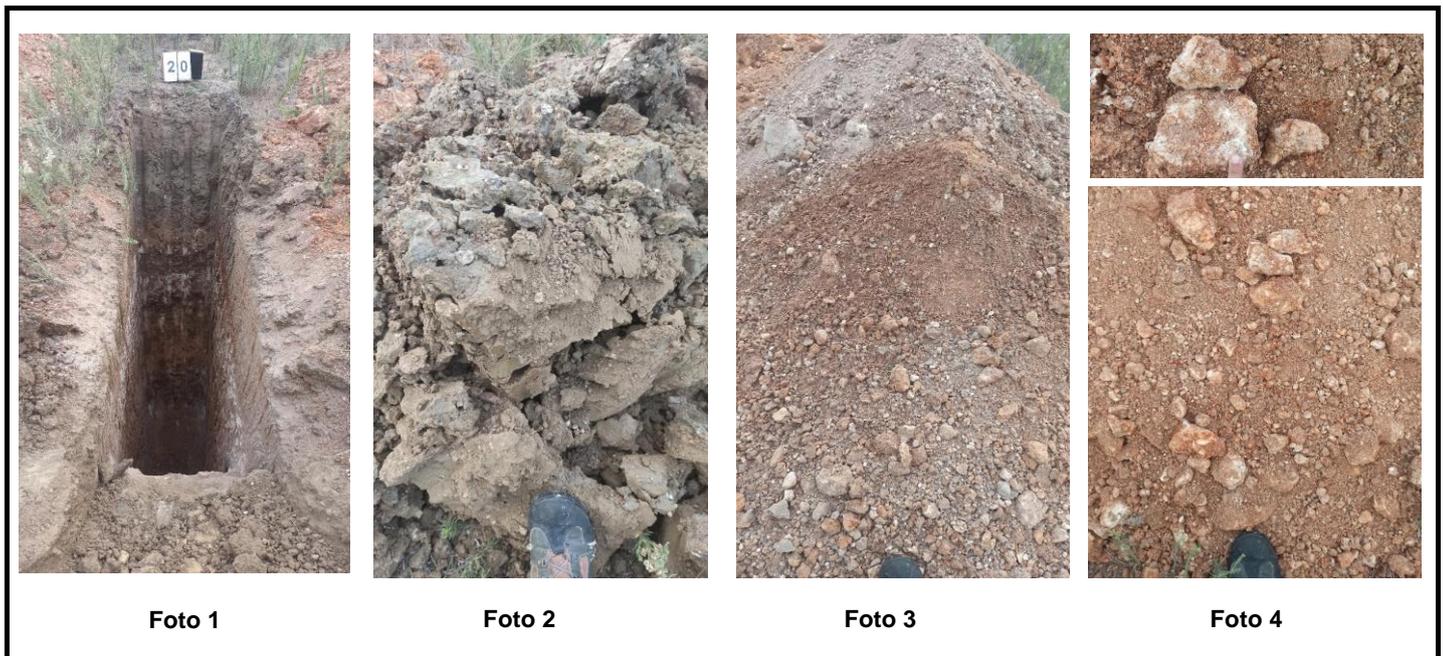


Foto 4

Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		<b>PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO</b>		<b>Coordenadas (ETRS89)</b> M = -3644 P = -187060 Z = -		Capacidade da máquina <input checked="" type="checkbox"/> Difícil escavação <input type="checkbox"/> Não escavável <input type="checkbox"/>		<b>POÇO P19</b> Data: 08/08/2024			
		Localização: conduta adutora				Profundidade = 3,9 m					
-0.5		Solo de cobertura de cor castanha, arenosiltoso, com seixos quartzíticos rolados, surgindo na escavação torrões compactos. <b>Foto 2.</b>									
-1.0		Arenito ferruginoso genericamente decomposto, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos.  Na escavação evolui para uma areia silto-argilosa com algum cascalho, sendo o cascalho resultado do desmonte daquele estrato arenítico. <b>Foto 3.</b>			AM [0407_24]	31,7	56	36	$\gamma_{dm\acute{a}x} = 17,0 \text{ kN/m}^3$ $W_{opt} = 15,6\%$	SC	
-1.5										A-2-7 (4)	
-2.0		Arenito ferruginoso brandamente cimentado, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos.  Na escavação evolui para uma cascalheira areno-argilosa, sendo o cascalho resultado do desmonte daque estrato arenítico. <b>Foto 4.</b>									
-2.5											
-3.0		Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina.									
-3.5											
-4.0											
-4.5											



Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		<p><b>PROJETO DE EXECUÇÃO DA LIGAÇÃO DE RESILIÊNCIA ERVIDEL-SADO</b></p>		<p>Coordenadas (ETRS89) M = -4053 P = -187500 Z = -</p>		<p>Capacidade da máquina <input checked="" type="checkbox"/> Difícil escavação <input type="checkbox"/> Não escavável <input type="checkbox"/></p>		<p><b>POÇO P20</b></p>		<p>Data: 08/08/2024</p>	
		<p>Localização: conduta adutora</p>				<p><b>Profundidade = 3,9 m</b></p>					
-0.5		Solo de cobertura de cor castanha, argilo-siltoso, com seixos quartzíticos rolados, surgindo na escavação torrões compactos. <b>Foto 2.</b>									
-1.0		Argila arenosa de cor castanha avermelhada com concreções carbonatadas pulverolentas de cor esbranquiçada, dissemimadas no depósito. Intercalações areníticas. Em profundidade as concreções apresentam uma natureza menos pulverolenta. <b>Foto 3.</b>									
-2.0		Arenito ferruginoso genericamente decomposto, de cor avermelhada, conglomerático a brechóide, com concreções carbonatadas, esbranquiçadas e litoclastos variados, com destaque para os quartzitos.  Na escavação evolui para uma areia silto-argilosa com algum cascalho, sendo o cascalho resultado do desmonte daquele estrato arenítico. <b>Foto 3.</b>									
-2.5			AM [0408_24]	19,5	49	21	-	SM A-2-7 (1)			
-3.0											
-3.5											
-4.0		Fim de escavação. Limite de alcance do braço da máquina.									
-4.5											



Prof. (m)		DESCRIÇÃO	Escavação			Amostra	Ensaio de laboratório				Classificação Unificada Classificação AASHTO
			Fácil	Difícil	M. difícil		finos (%)	LL (%)	IP (%)	Ensaio Proctor (Normal)	
		Solo de cobertura de cor castanha, arenosiltoso, com seixos quartzíticos rolados, surgindo na escavação torrões compactos.									
-0.5											
-1.0		Argila arenosa de cor castanha com concreções carbonatadas pulverolentas de cor esbranquiçada, dissimuladas no depósito argilo-arenoso. Exibe ligeira plasticidade. Em profundidade as concreções apresentam uma natureza menos pulverolenta. <b>Foto 2.</b>									
-1.5											
-2.0						AM 0445/24	70,6	34	15	$\gamma_{dm\acute{a}x} = 15,7\text{kN/m}^3$ $W_{opt} = 14,4\%$	CL A-6 (9)
-2.5		Argila arenosa de cor castanha avermelhada com concreções carbonatadas de cor castanho claro, compactas, surgindo na escavação com torrões rijos, difíceis de desagregar. <b>Foto 3.</b>									
-3.0		<b>Foto 4:</b> comparação entre os depósitos de argila e concreções associadas.									
-3.5		Fim de escavação. Muito difícil de escavar a não escavável									
-4.0											
-4.5											



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



## **PERFIS DE SÍSMICA DE REFRAÇÃO**

---



**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

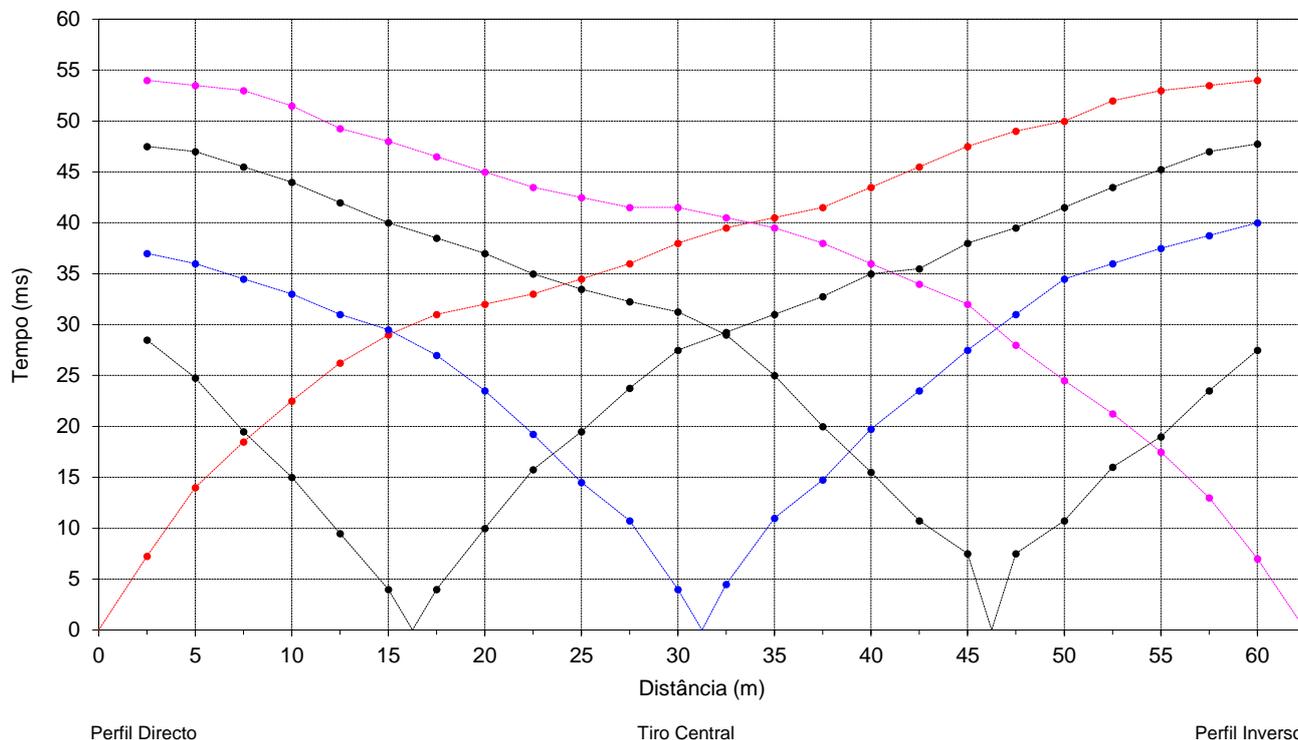
**PS1**

TD	M=	2018	TI	M=	1958
	P=	-182991		P=	-183009

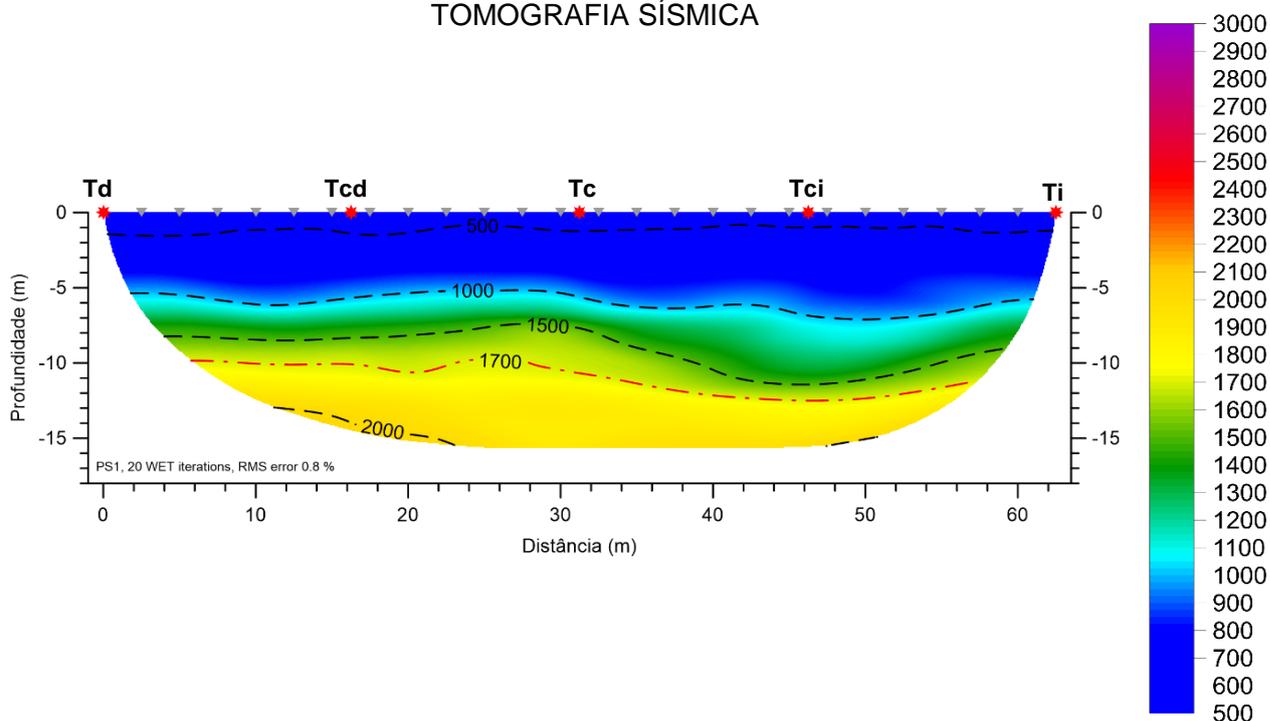
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Agosto 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

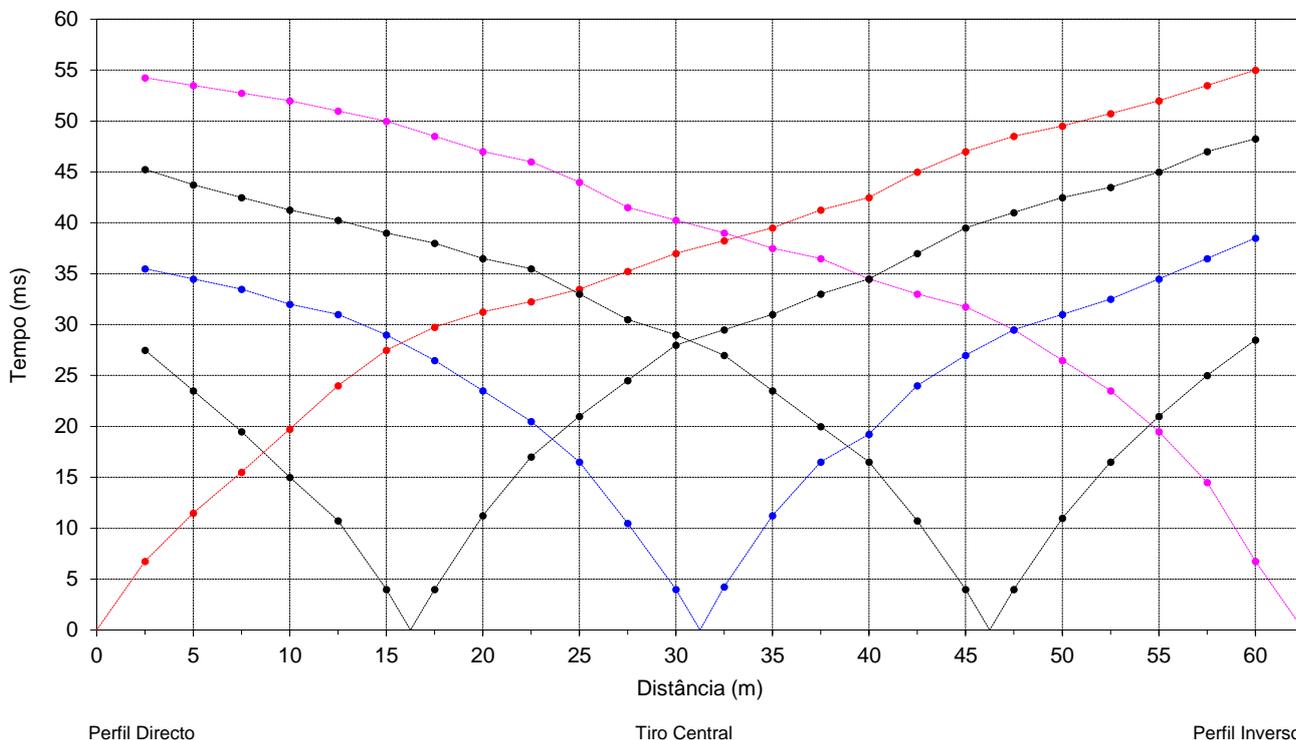
**PS2**

TD	M=	1297	TI	M=	1237
	P=	-183230		P=	-183248

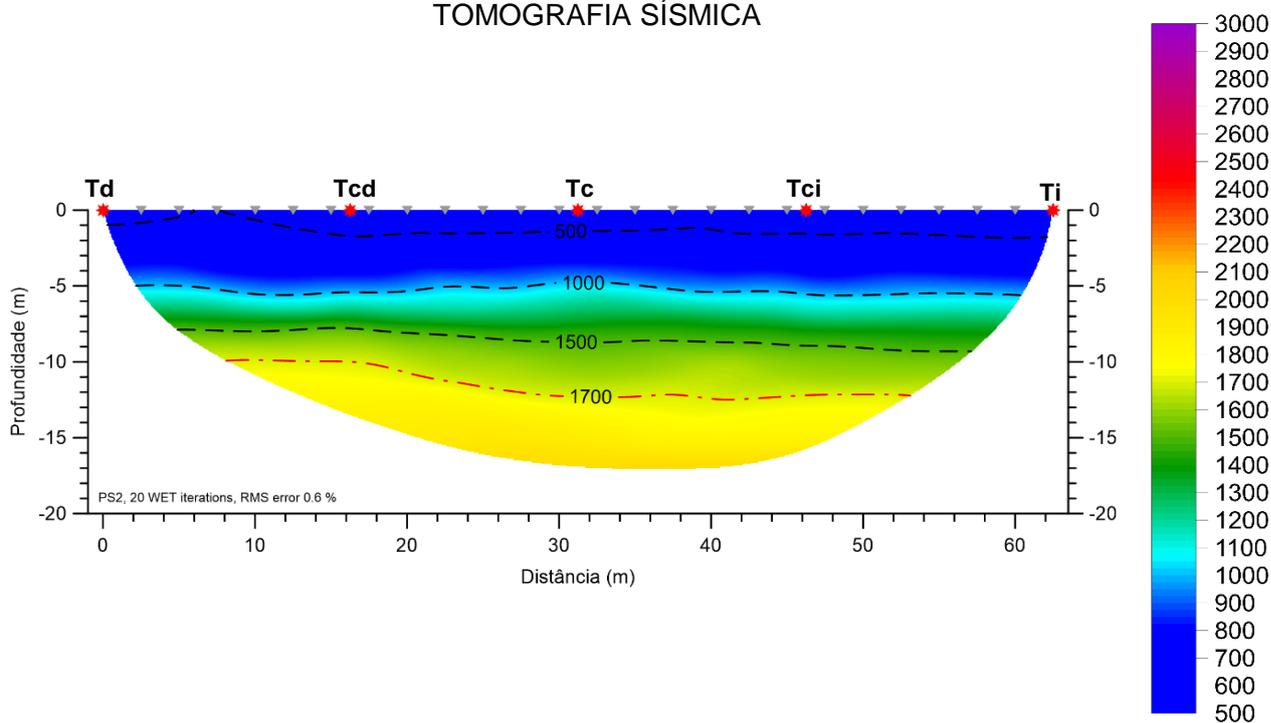
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Agosto 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

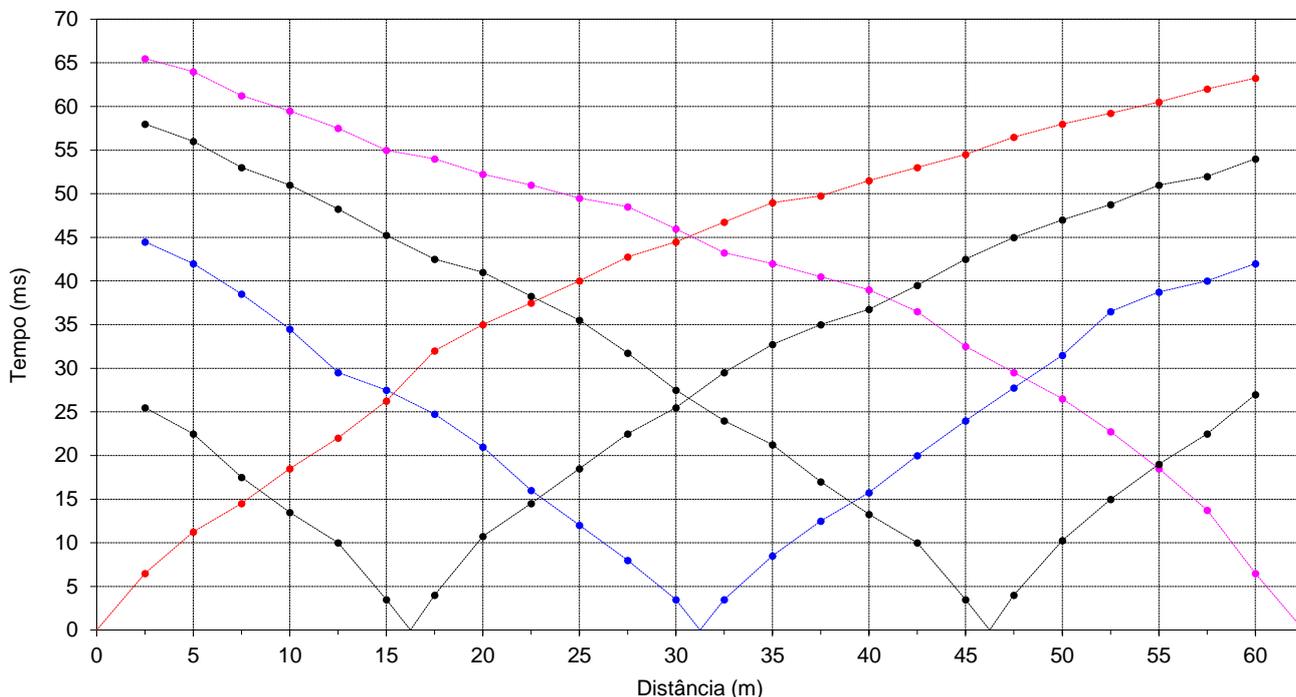
**PS3**

TD	M=	217	TI	M=	170
	P=	-183791		P=	-183832

**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**

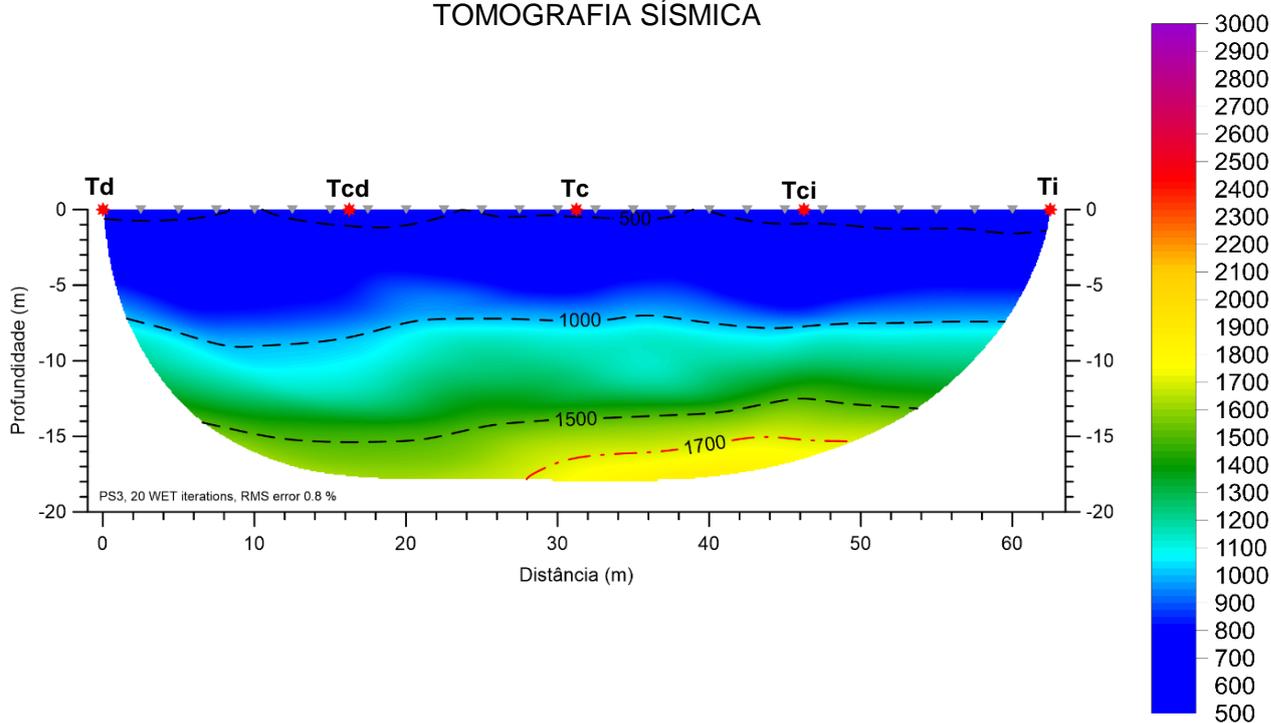


Perfil Directo

Tiro Central

Perfil Inverso

**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Agosto 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

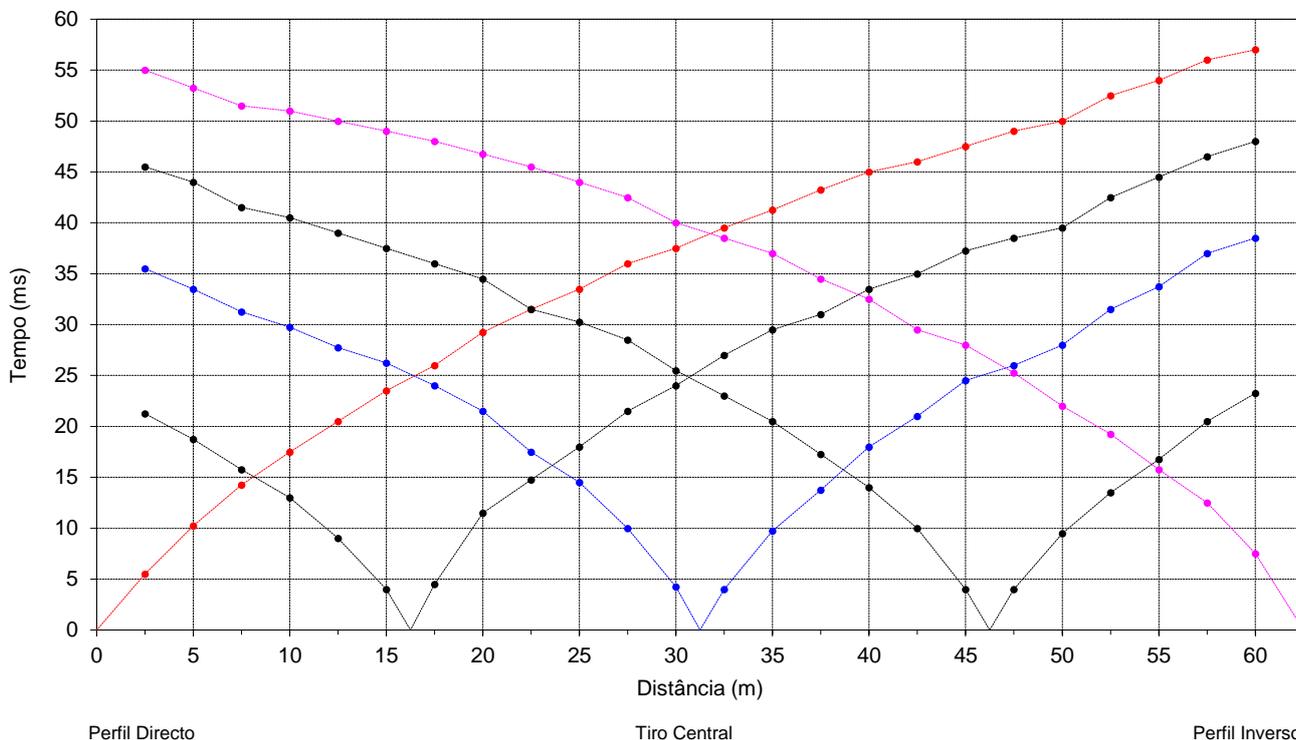
**PS4**

TD	M=	61	TI	M=	3
	P=	-183904		P=	-183927

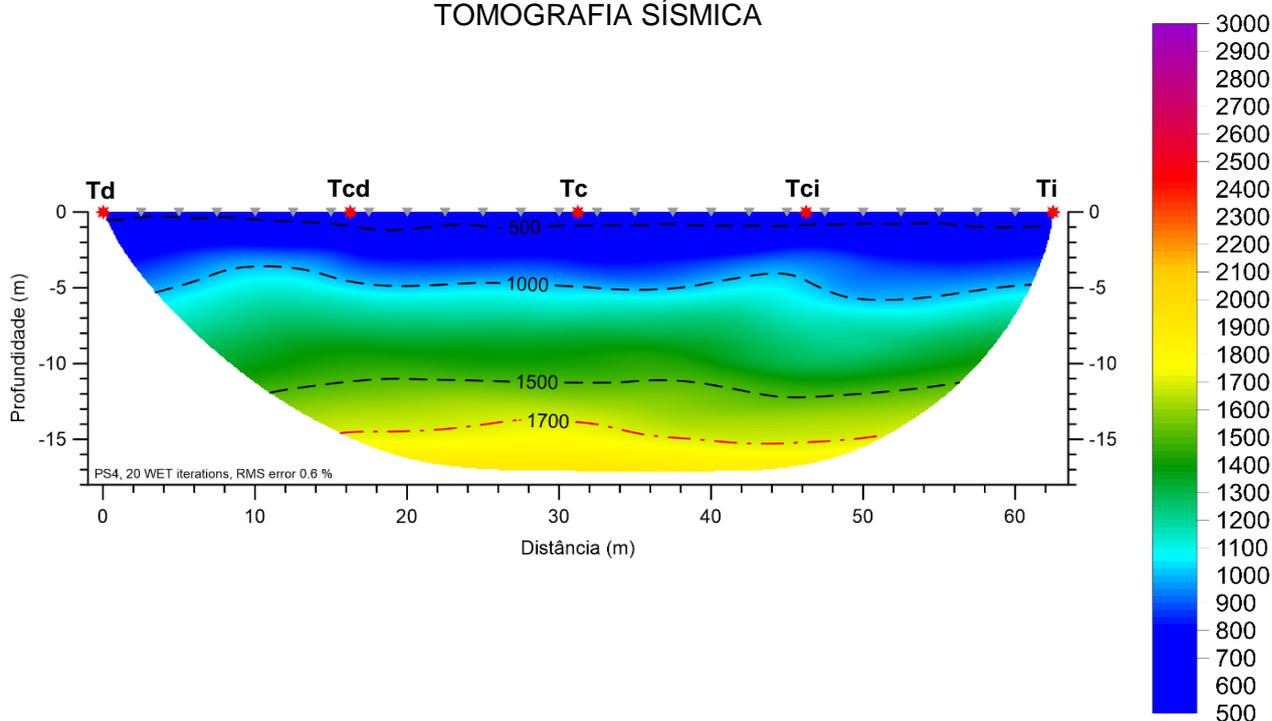
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Agosto 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

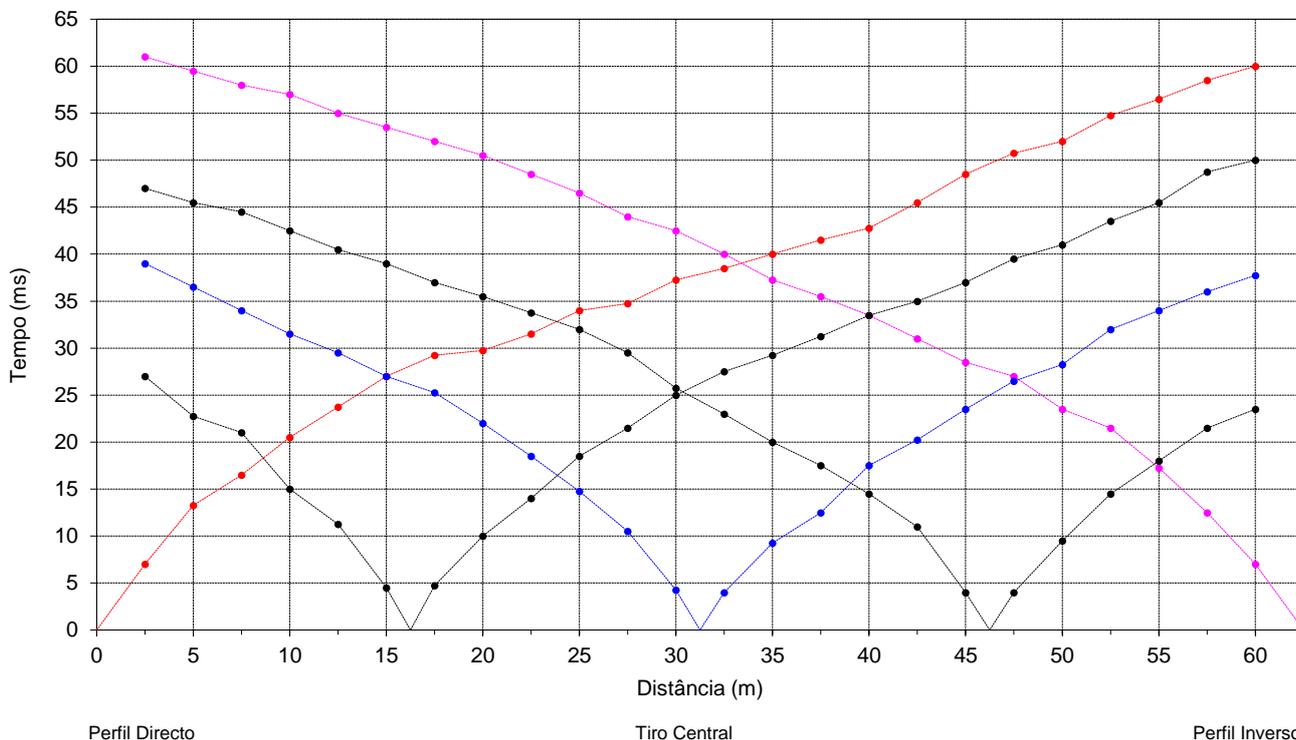
**PS5**

TD	M=	-756	TI	M=	-803
	P=	-184265		P=	-184306

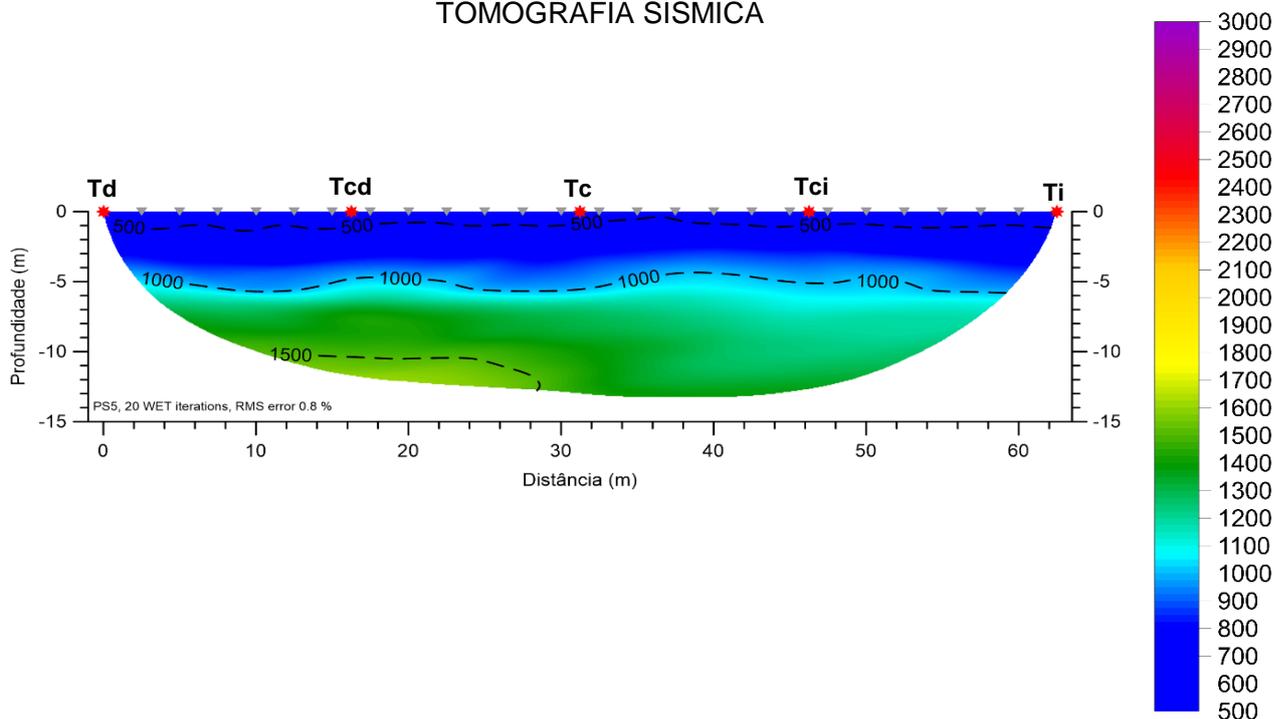
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FONTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Agosto 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

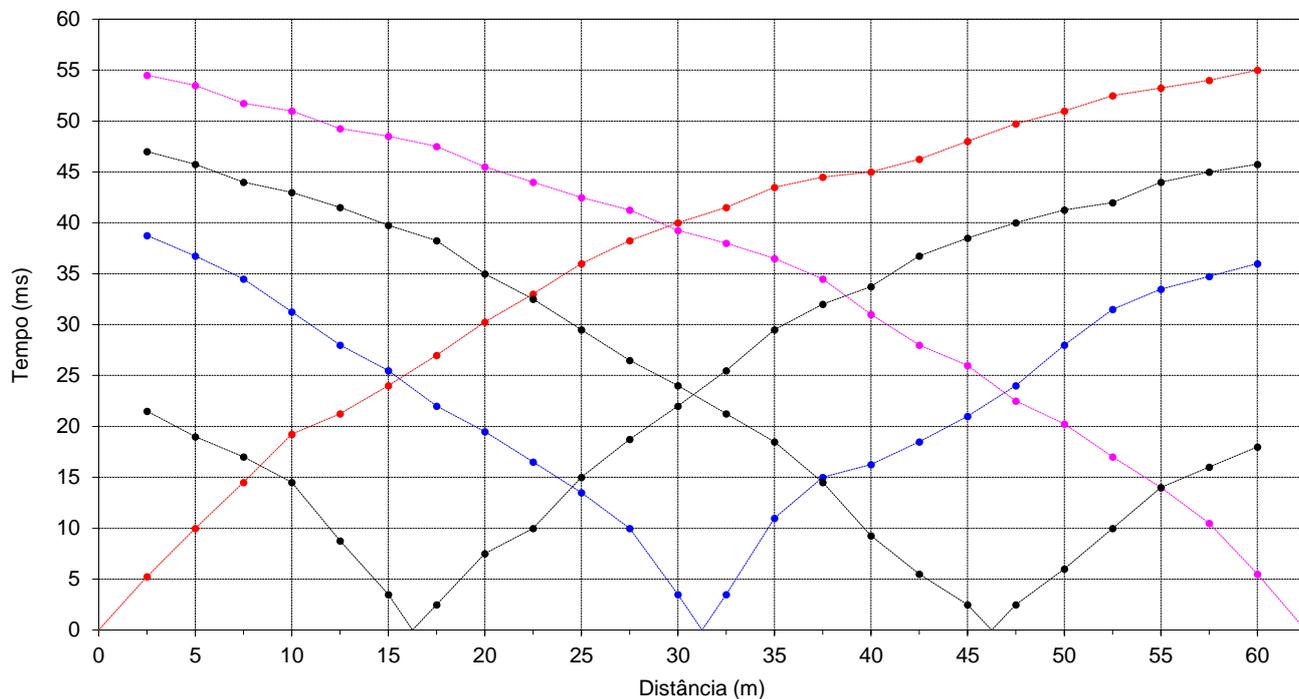
**PS6**

TD	M=	-1489	TI	M=	-1549
	P=	-185138		P=	-185156.5

**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**

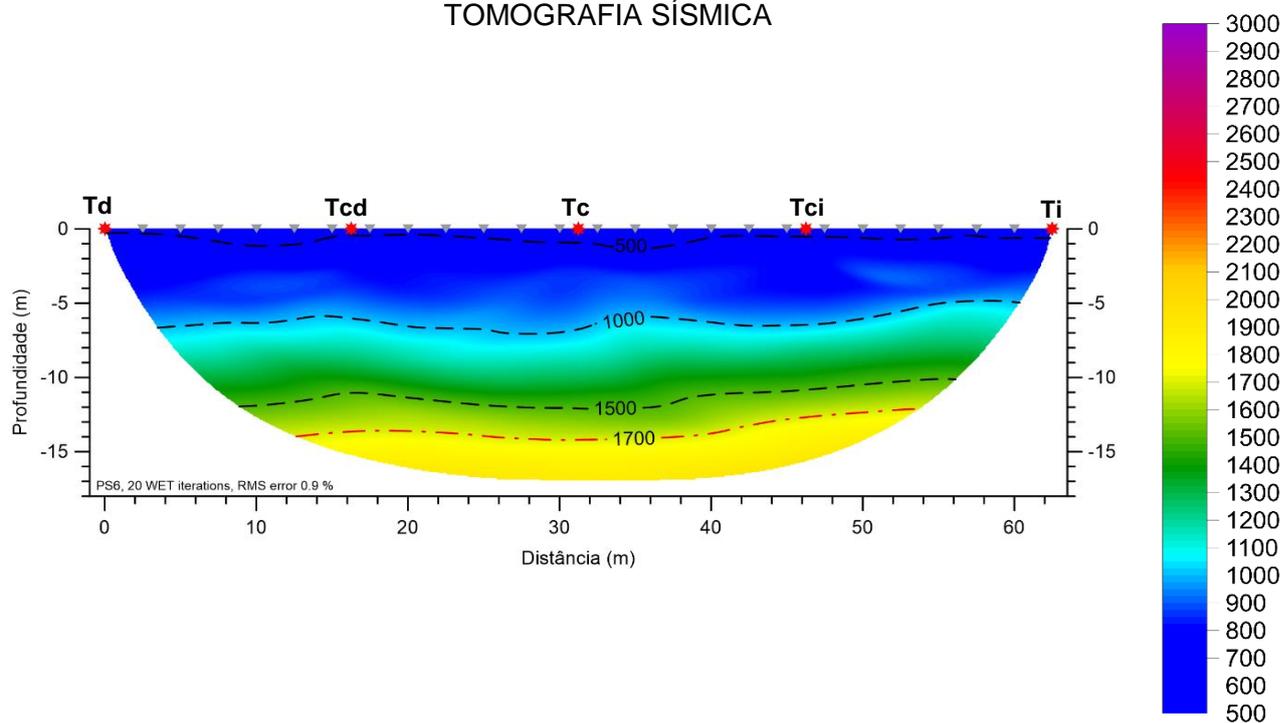


Perfil Directo

Tiro Central

Perfil Inverso

**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



PS6, 20 WET iterations, RMS error 0.9 %

ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Setembro 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

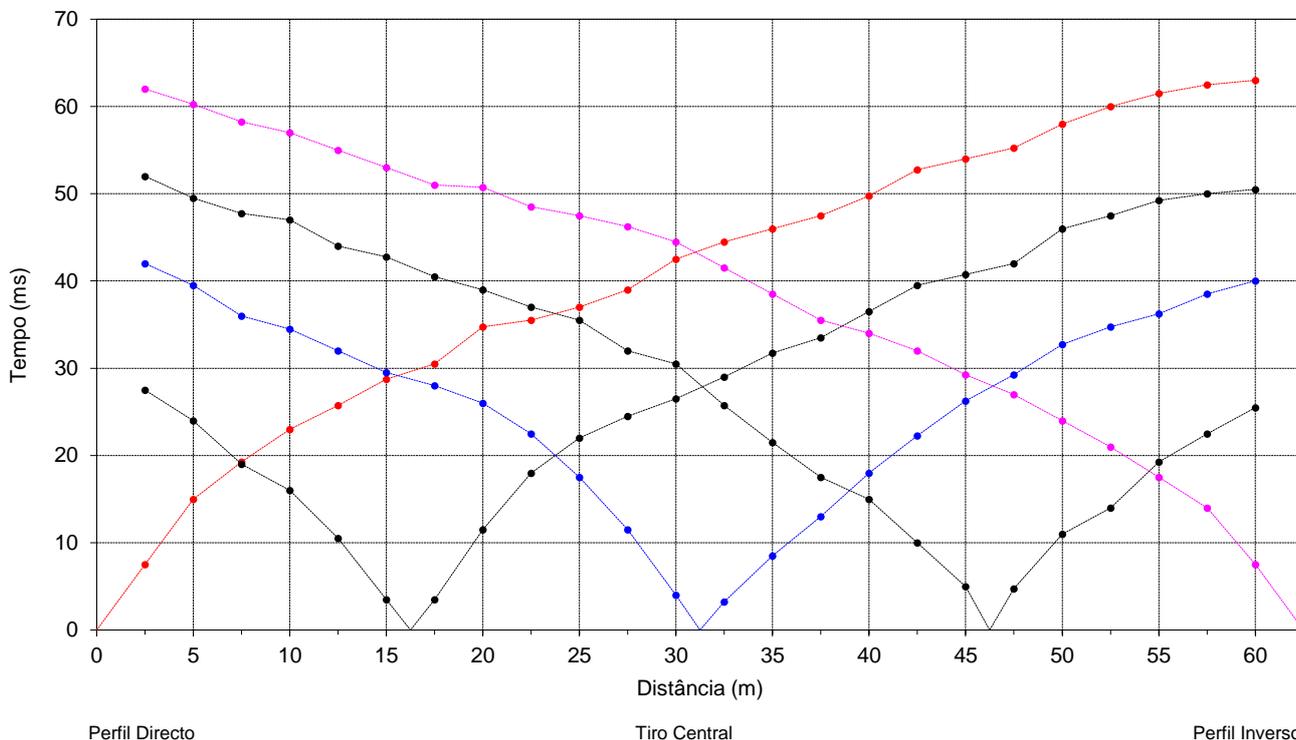
**PS7**

TD	M=	-2004	TI	M=	-2050
	P=	-185406.5		P=	-185449.3

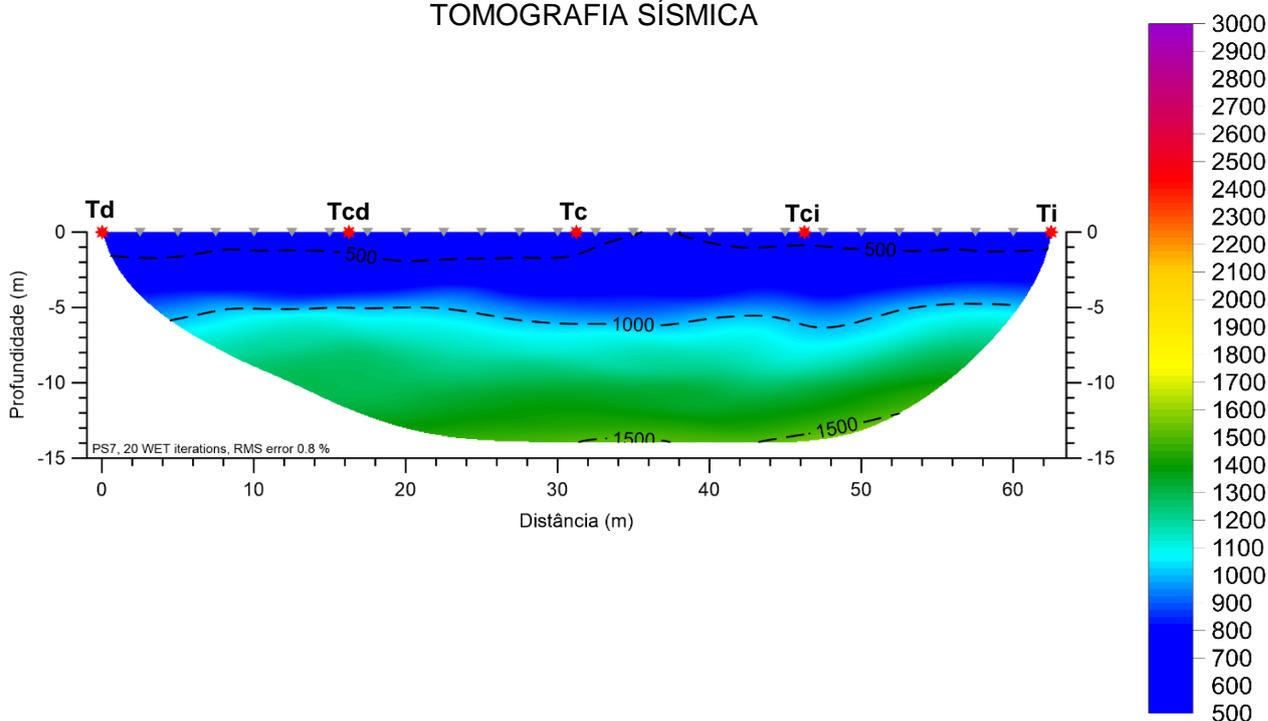
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt			+351 214191222		Setembro 2024		

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

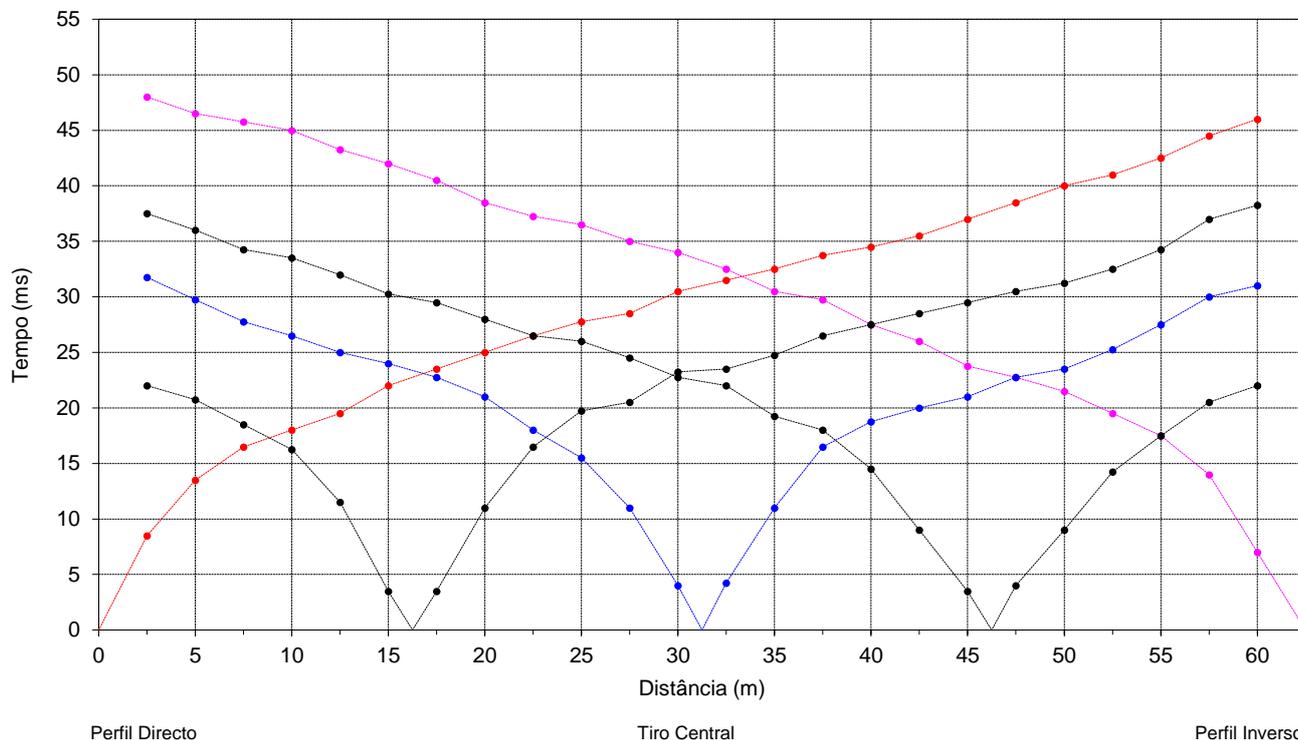
**PS8**

TD	M=	-2661	TI	M=	-2599
	P=	-186011		P=	-186016

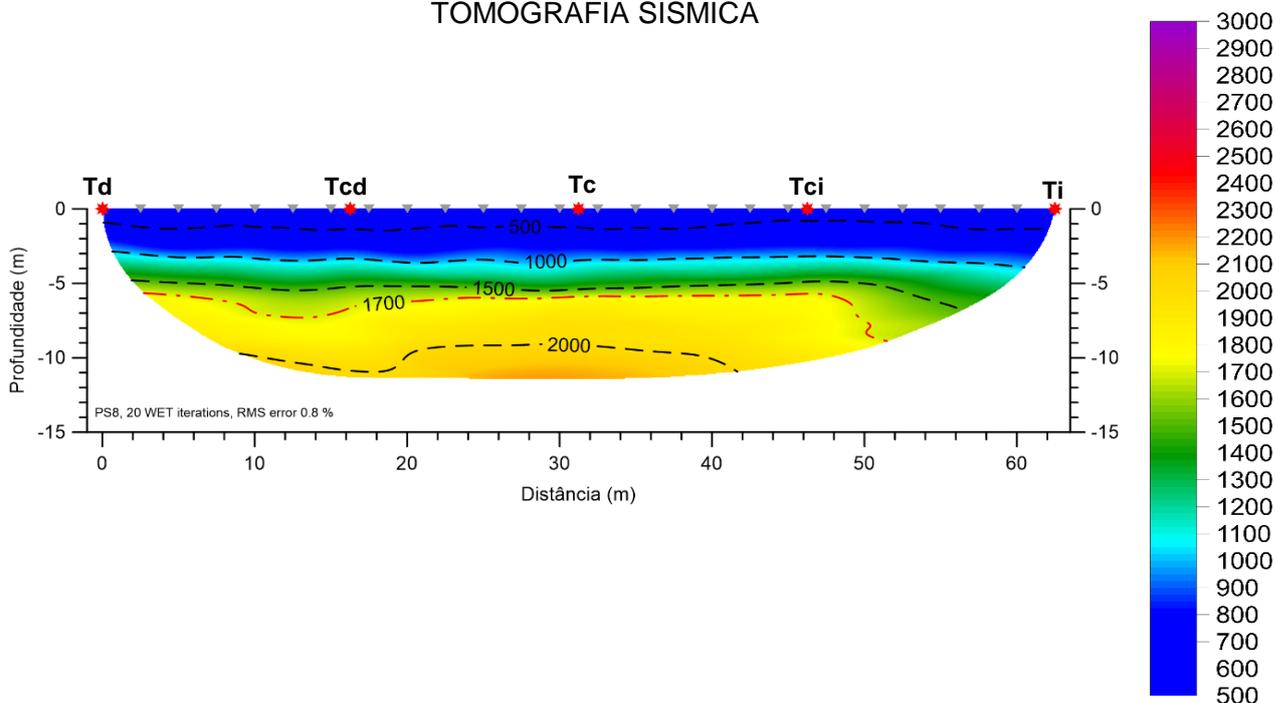
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas	RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia	RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Agosto 2024			

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

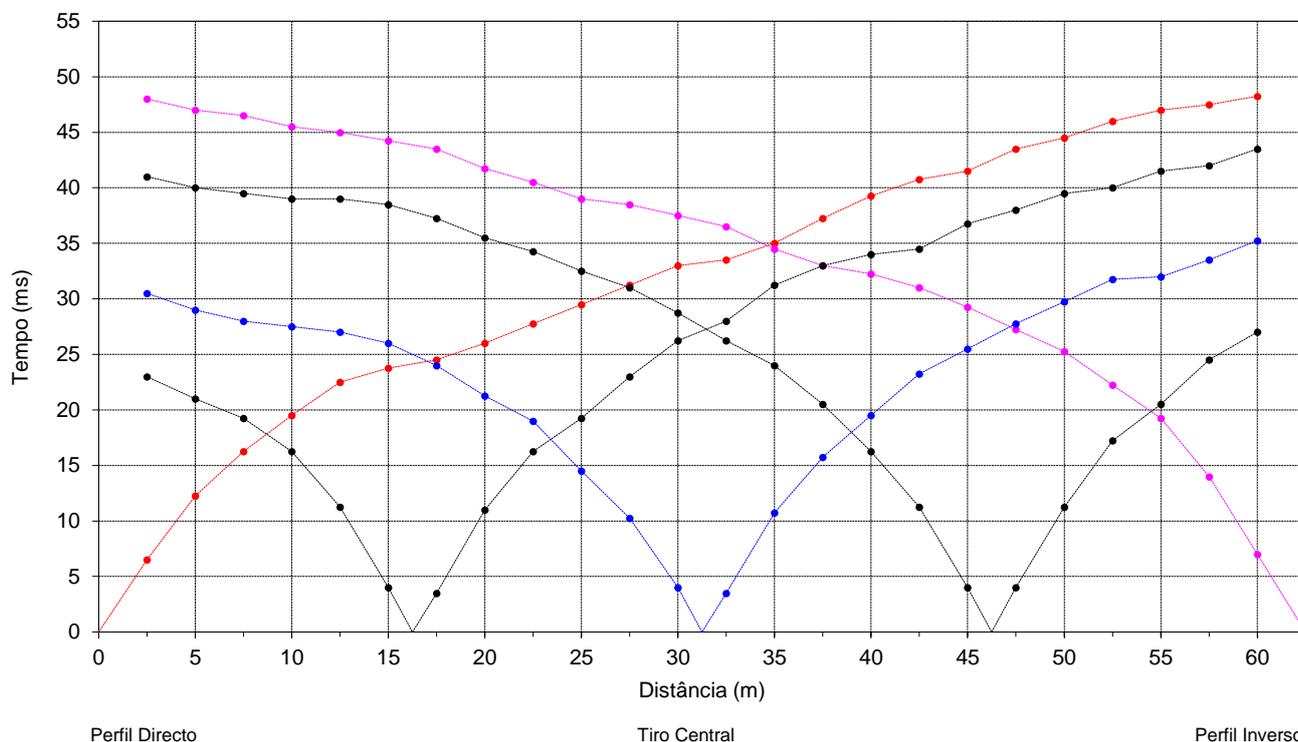
**PS9**

TD	M=	-2685	TI	M=	-2623
	P=	-186036		P=	-186042

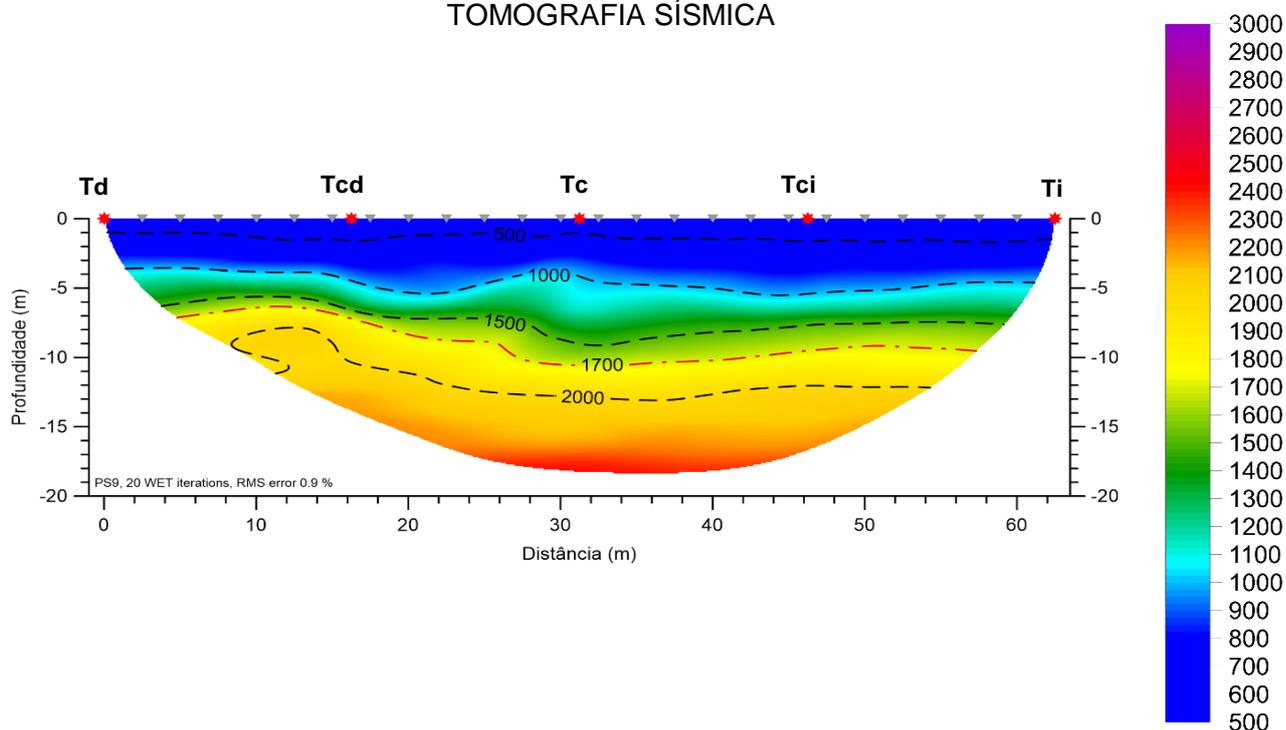
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Agosto 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

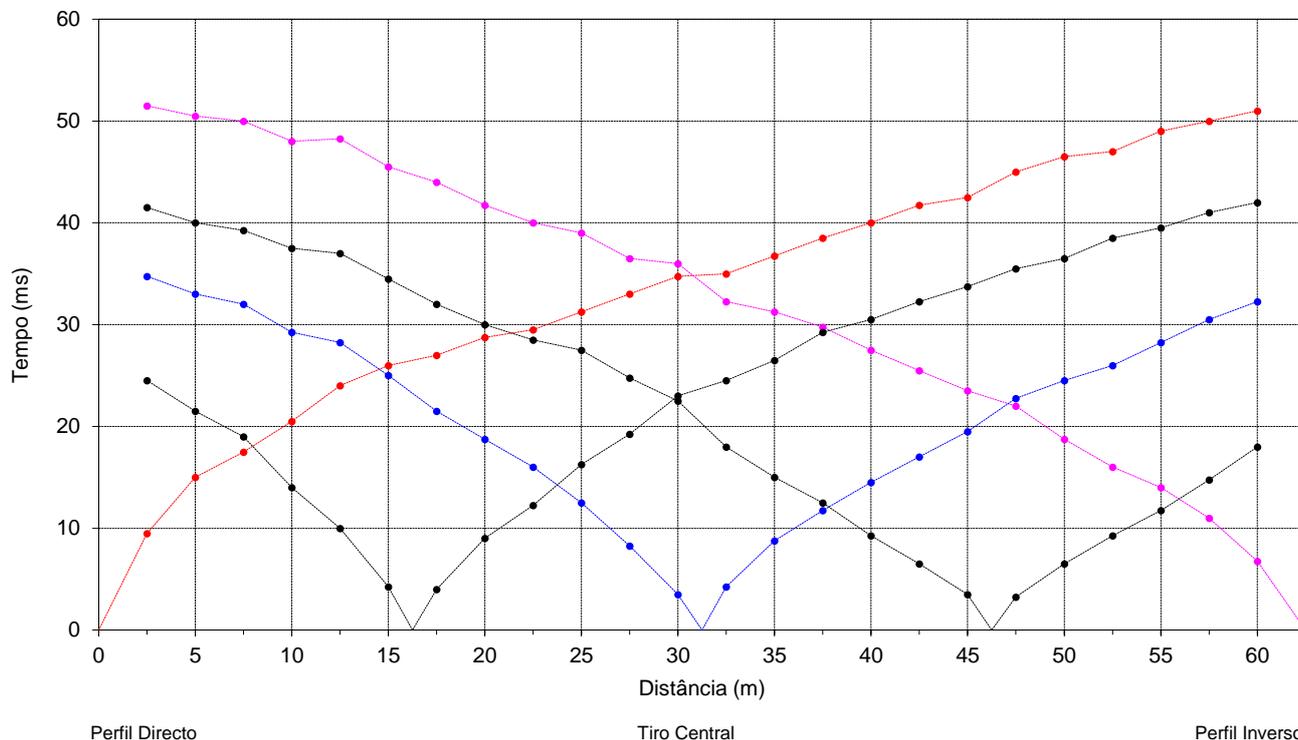
**PS10**

TD	M=	-2852	TI	M=	-2894
	P=	-186219.3		P=	-186265.5

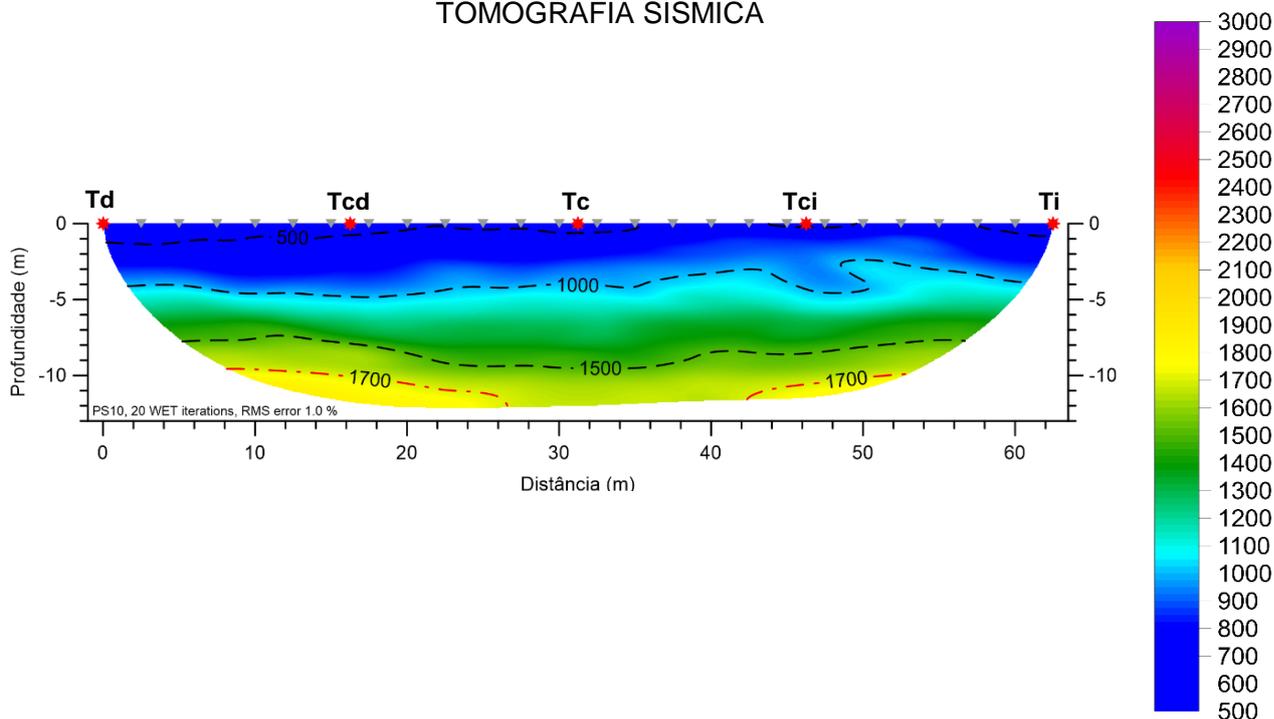
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Setembro 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

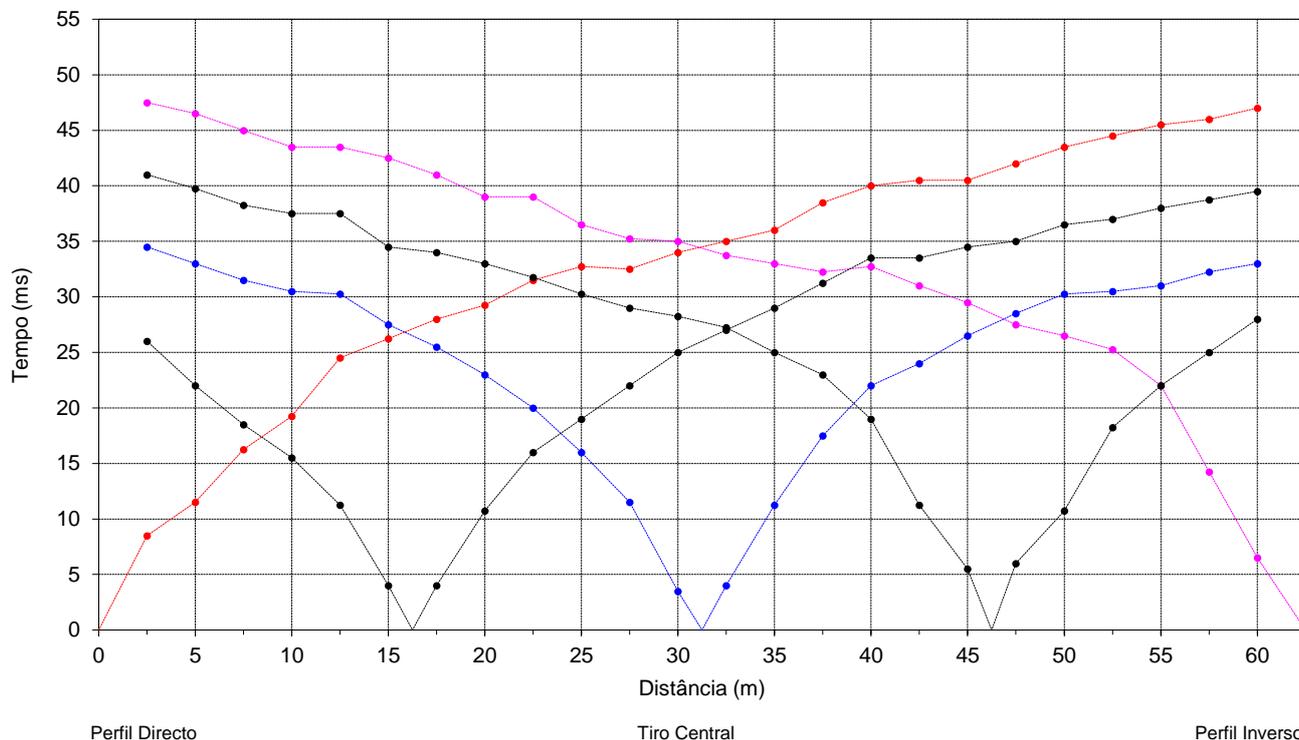
**PS11**

TD	M=	-3420	TI	M=	-3462
	P=	-186816.3		P=	-186863

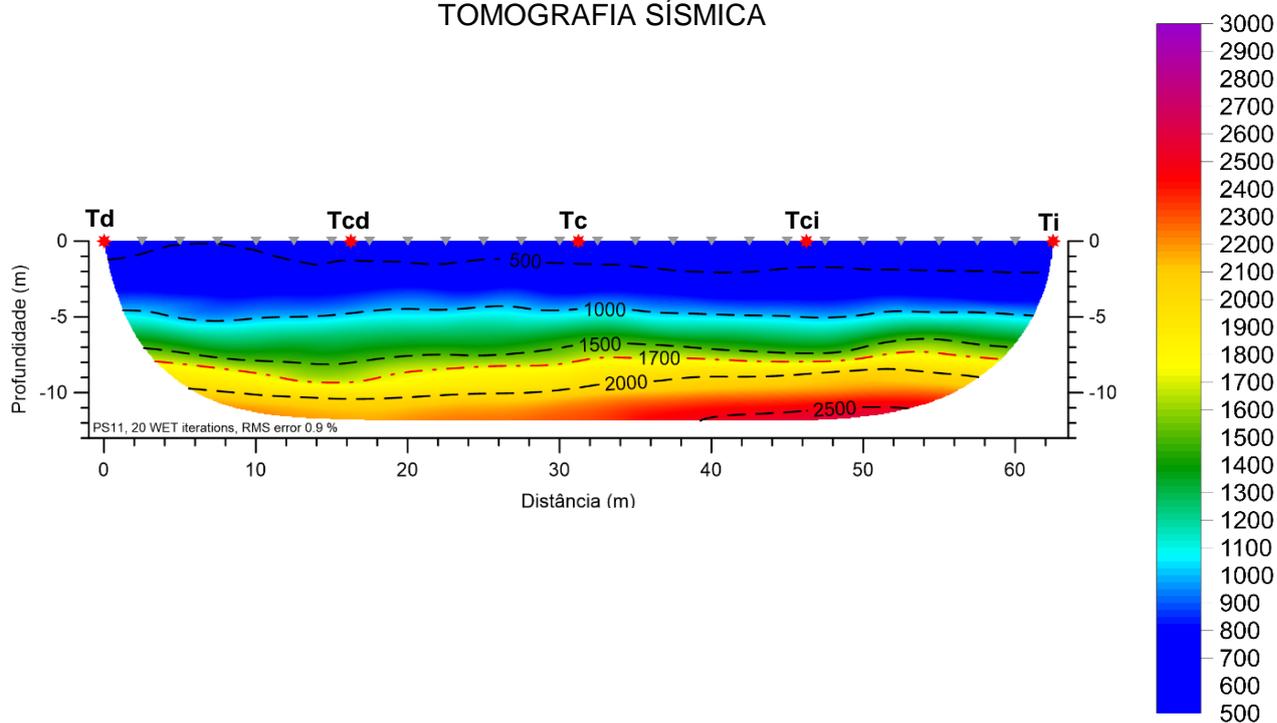
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Setembro 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

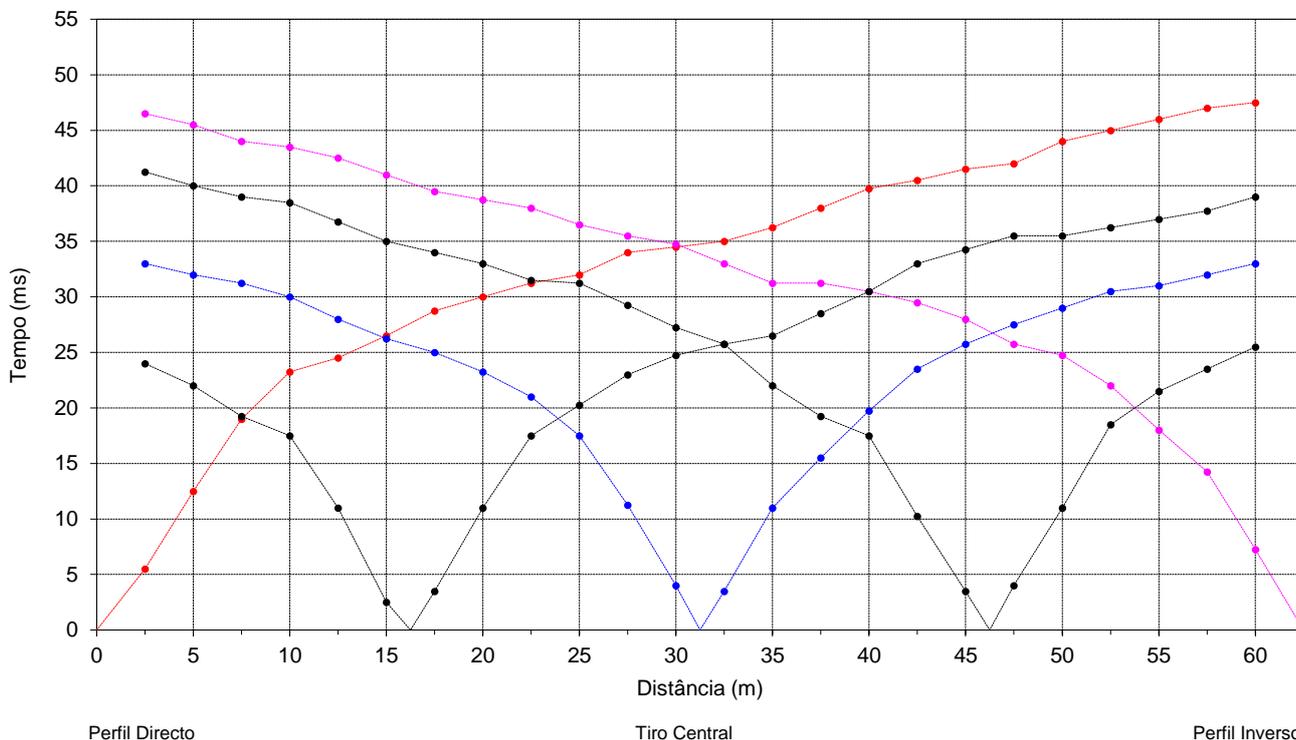
**PS12**

TD	M=	-3861	TI	M=	-3903
	P=	-187289.6		P=	-187336.2

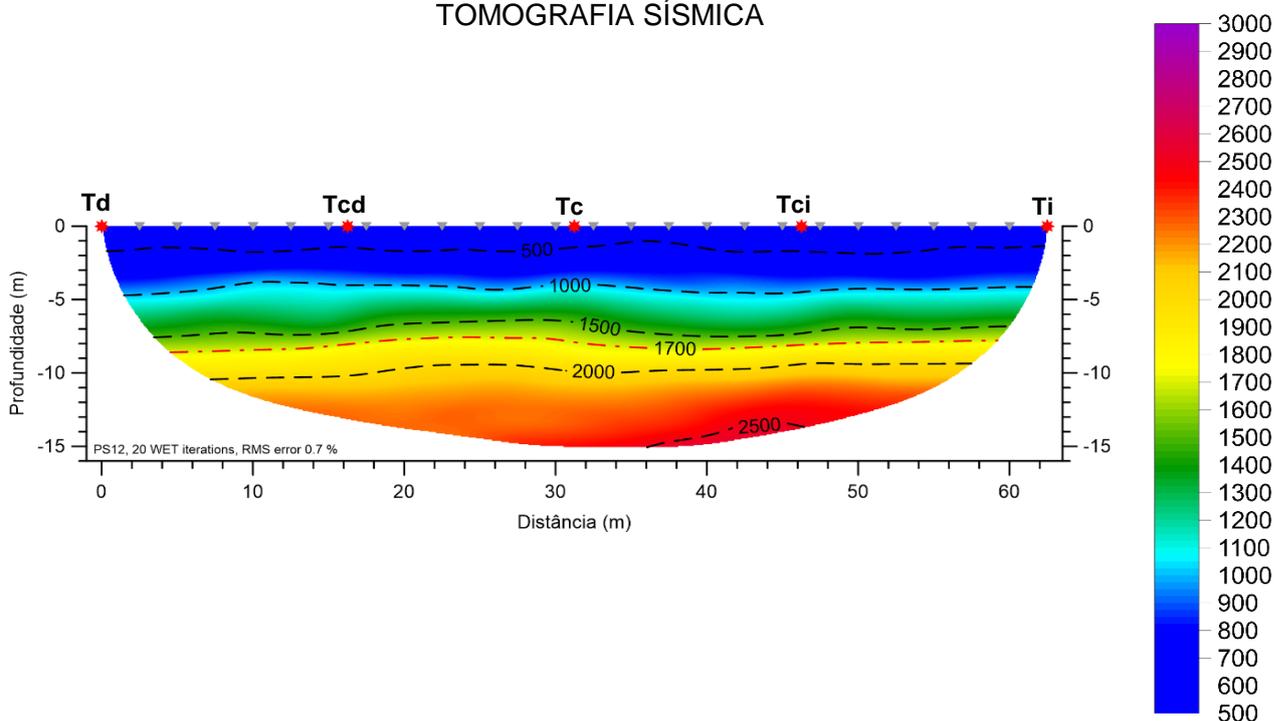
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Setembro 2024				

**OBRA:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

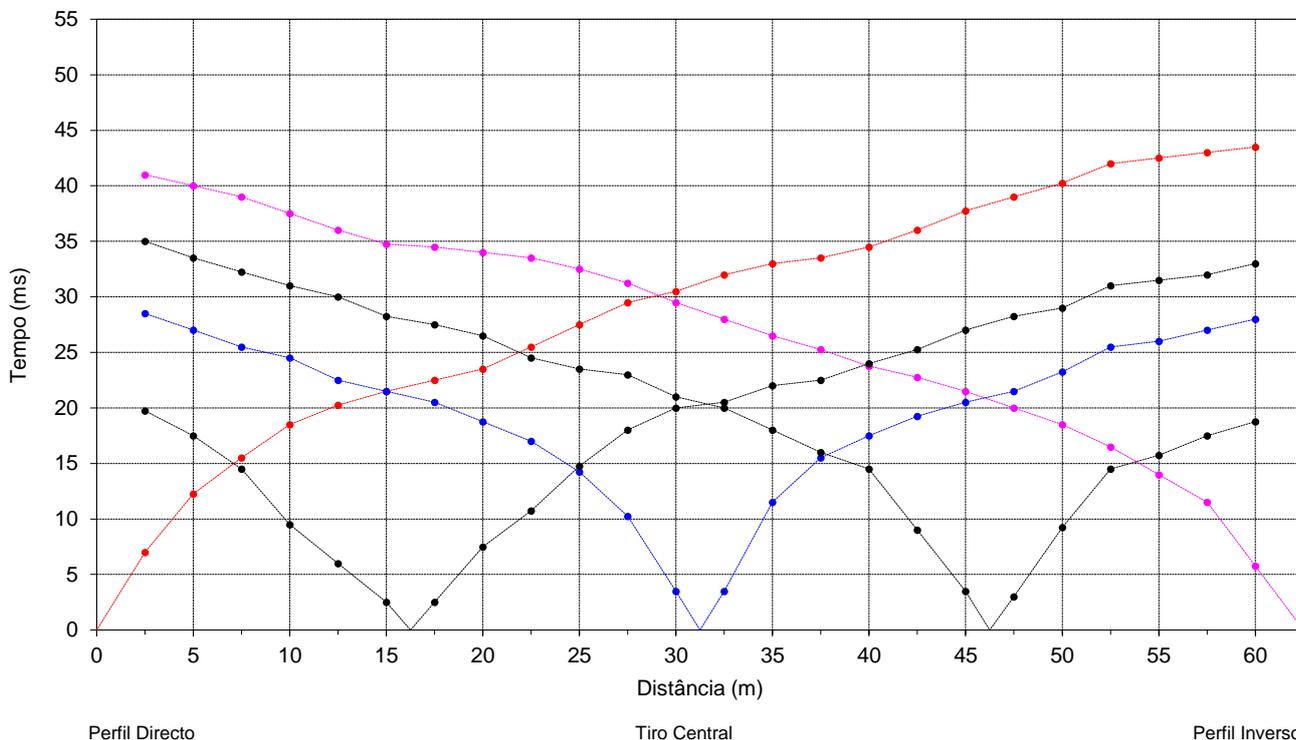
**PS13**

TD	M=	-4914	TI	M=	-4884
	P=	-188346		P=	-188401

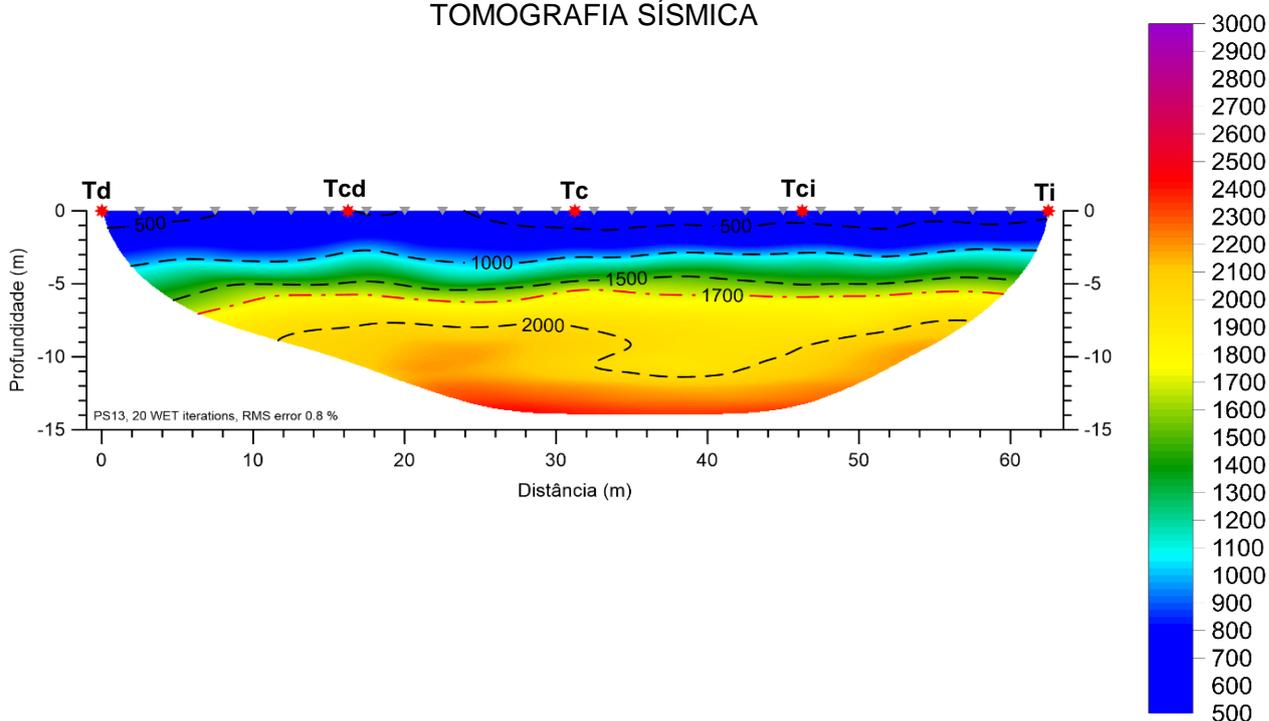
**CLIENTE:** EDIA, SA

ETRS89\_TM06

**GRÁFICO TEMPO-DISTÂNCIA**



**TOMOGRAFIA SÍSMICA**



ESCALA 1:500	Dist. entre geofones (m)	2,5	FORTE	EQUIPAMENTO	PROCESSAMENTO	Coordenação 	
	Comprimento total (m)	62,5	Queda de massa	Seistronix	1ª chegadas		RAS 24
	Nº total de tiros	5			Tomografia		RAYFRACT
www.geoarea.pt   geral@geoarea.pt   +351 214191222			Agosto 2024				









Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**QUADRO RESUMO SOLOS**

Nº G-1151-24/0403/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.09
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P01 (0.50 -1.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0403/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	CH Argila gorda com areia	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-7-5 (34)	--
Análise Granulométrica	PSL.03 (Procedimento interno baseado na especificação LNEC E-196:1966)	Peneiração	
		3/4"	99.8 %
		# 4	94.9 %
		# 10	92.1 %
		# 40	88.8 %
Passada )			
# 200	80.6 %		
		Sedimentação	(G) %
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	68	30 %
Índice de Plasticidade		38	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	NP 84:1965	28.9	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica	--	--	g/cm <sup>3</sup>
das Partículas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Secas	< #4	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	NP 83:1965	2.54	--
Ensaio de Compactação	LNEC E 197:1966	$\gamma_{d\text{máx}}$	1.66 g/cm <sup>3</sup>
		$W_{\text{opt}}$	17.8 %
Determinação do CBR	LNEC E 198:1967	Índice de CBR	5 %
95% de Comp. Relativa Expansibilidade		10 %	
Ensaio de permeabilidade	--	--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	--	c	--
		$\phi$	--
Ensaio de compress. Uniaxial	--	E	--
		$\sigma_{\text{rot}}$	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

(G) - Ver gráfico em anexo

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b>	
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	<b>Data: 240909</b>	
	Isa Gregório (Eng.)	Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**DETERMINAÇÃO DO  
TEOR EM ÁGUA**  
( NP 84:1965 )

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0403/24/SL01-I/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.13 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.19
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P01 (0.50 -1.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0403/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	260	278	359
Peso do recipiente	(g)	37.16	35.93	35.64
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	175.23	181.91	172.91
Peso do recipiente + solo seco	(g)	151.17	136.29	149.79
Peso da água	(g)	24.06	45.62	23.12
Peso do solo seco	(g)	114.01	100.36	114.15
Teor em água	(%)	21.10	45.46	20.25
<b>VALOR MÉDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>28.9</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240909

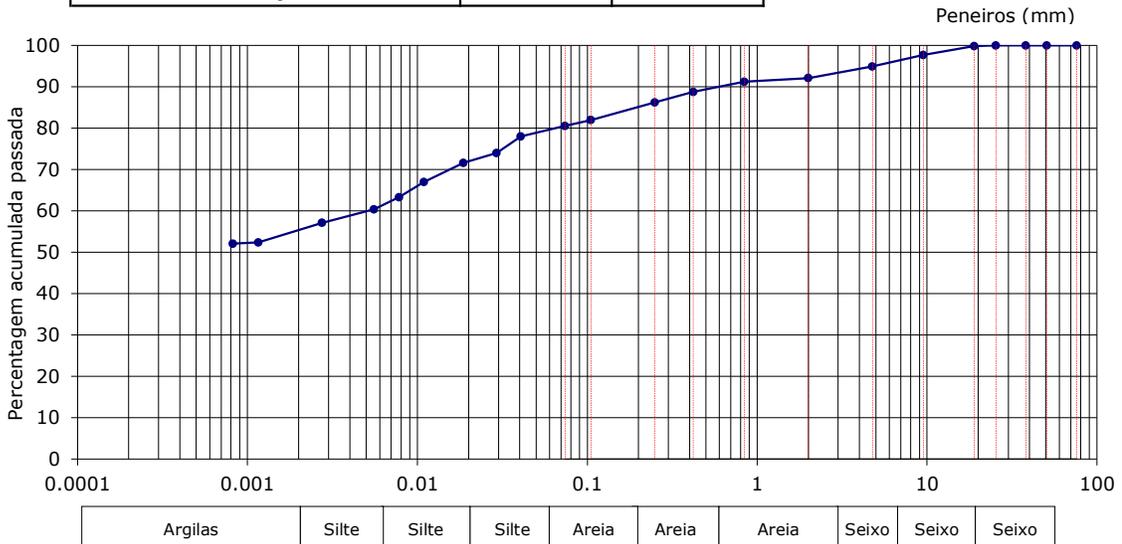
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	Processo Obra: <b>G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	CLIENTE : GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	DATA EXECUÇÃO : 2024.08.19
	MORADA : R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	DATA EMISSÃO : 2024.08.21
Amostra	DESIGNAÇÃO / LOCAL* : P01 (0.50 -1.00 m)	AMOSTRA : <b>0403/24</b>
	COLHEITA* : CLIENTE MAT./TIPO : SOLO / REMEXIDA	DATA RECEPÇÃO : 2024.08.13

**DADOS DA PENEIRAÇÃO E RESULTADOS GRÁFICOS**

Peso total amostra (g)	4397.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	46.1		
Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	7.7	0.2	0.2	99.8
3/8"	9.51	95.4	2.2	2.3	97.7
# 4	4.76	121.2	2.8	5.1	94.9
# 10	2.00	122.4	2.8	7.9	92.1
Total Fracção Grossa		346.7	7.9		
# 20	0.841	0.45	0.9	8.8	91.2
# 40	0.420	1.21	2.4	11.2	88.8
# 60	0.250	1.29	2.6	13.8	86.2
# 140	0.105	2.13	4.3	18.0	82.0
# 200	0.074	0.69	1.4	19.4	80.6
Fundo		40.28	80.6	100.0	0.0
Total Fracção Fina		46.05	92.1		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

(a) - Procedimento interno baseado na especificação LNEC E-196:1966

Realizado por: Anabela/ Joana

Aprovado por:

Assinatura Digital

Data: 240909

O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/2

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra:</b> G-1151-24
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.19 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.21
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P01 (0.50 -1.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0403/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

**DADOS DA SEDIMENTAÇÃO**

Nº Proveta		1
Nº Densímetro		152H-996256
Correcção do menisco	$C_M$	1.2
Antifloculante		Hexametáfosfato de sódio
Correcção do antifloculante	$C_A$	4.0
Densidade das Partículas	$G^{(1)}$	2.54
Factor corr. densid. partículas	A	1.0270
Temperatura média do ensaio	T	27.8
Factor f(G,T)	K	0.012872
Provete seco após pré-tratamento (g)		46.05

(1) - Valor da densidade das partículas determinado por ensaio - ver boletim anexo ao processo.

**CÁLCULOS**

Tempo	Temperat	Corr Temp	Leit Densím	Z	Zt	Leit Corr	Diâm	nD	ND
min	°C	$C_T$	$L_S$	cm	cm/min	$L_C$	mm	%	%
1	30.0	3.80	37.0	10.037	10.0374	38.00	0.0408	84.74	78.1
2	30.0	3.80	35.0	10.367	5.1835	36.00	0.0293	80.28	74.0
5	29.8	3.65	34.0	10.532	2.1064	34.85	0.0187	77.72	71.6
15	29.5	3.43	32.0	10.861	0.7241	32.63	0.0110	72.76	67.0
30	28.2	2.61	31.0	11.026	0.3675	30.81	0.0078	68.71	63.3
60	27.4	2.20	30.0	11.191	0.1865	29.40	0.0056	65.56	60.4
250	25.9	1.62	29.0	11.356	0.0454	27.82	0.0027	62.03	57.1
1440	25.0	1.30	27.0	11.685	0.0081	25.50	0.0012	56.87	52.4
2880	24.5	1.15	27.0	11.685	0.0041	25.35	0.0008	56.53	52.1

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

(a) - Procedimento interno baseado na especificação LNEC E-196:1966

**Realizado por:** Anabela/ Joana

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

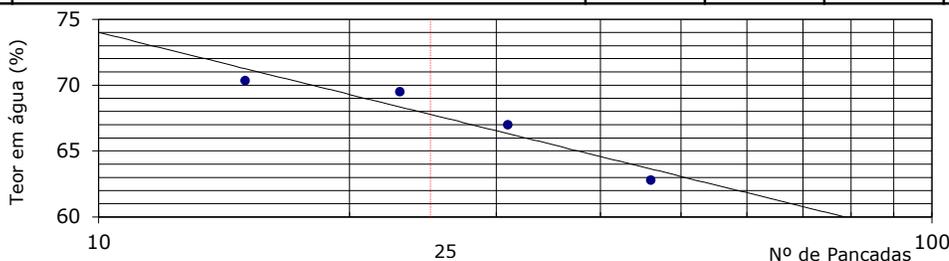
**Assinatura-Digital**
**Data: 240909**
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 2/2

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.19
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.21
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P01 (0.50 -1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0403/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	10.40	8.48	8.12	10.20
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	15.22	14.31	13.63	15.93
	Peso da cápsula + solo seco (g)	13.23	11.92	11.42	13.72
	Peso da água (g)	1.99	2.39	2.21	2.21
	Peso do solo seco (g)	2.83	3.44	3.30	3.52
	Teor em água (%)	70.3	69.5	67.0	62.8
	N.º de pancadas	15	23	31	46



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	4.54	4.54	4.51	4.53
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	6.18	5.98	5.54	5.72
	Peso da cápsula + solo seco (g)	5.80	5.64	5.30	5.45
	Peso da água (g)	0.38	0.34	0.24	0.27
	Peso do solo seco (g)	1.26	1.10	0.79	0.92
	Teor em água (%)	30.16	30.91	30.38	29.35
Valor Médio (%)	30				

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio (%)	--				

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 68 %</b>	<b>LP = 30 %</b>	<b>IP = 38 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**

 Assinatura Digital  
 Data: 240909

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

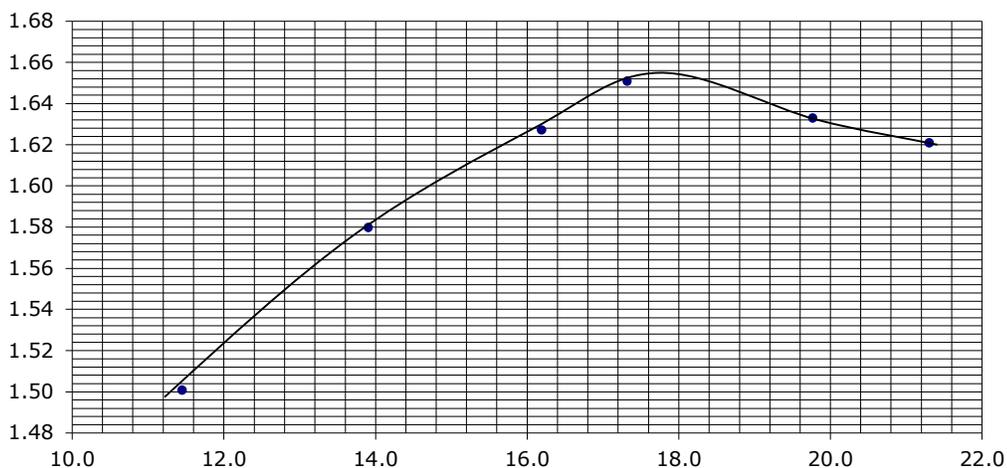
Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.16
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.28
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P01 (0.50 -1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0403/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

	2105		2105		2105		2105		2105		2105		2105		2105	
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105		2105		2105		2105		2105		2105		2105		2105	
Peso molde (g)	4984		4984		4984		4984		4984		4984		4984		4984	
Peso molde + solo húm (g)	8505		8772		8964		9061		9101		9123		9101		9123	
Peso solo húmido (g)	3521		3788		3980		4077		4117		4139		4117		4139	
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.67		1.80		1.89		1.94		1.96		1.97		1.96		1.97	
Cápsula nº	360	354	363	209	292	245	254	323	248	271	278	222	--	--	--	--
Peso cápsula (g)	36.88	35.02	34.37	37.73	35.85	36.16	37.06	33.40	37.41	35.87	35.93	35.98	--	--	--	--
Peso cáp. + solo húmid (g)	175.90	176.70	217.19	190.80	181.58	157.98	151.67	140.68	159.34	167.89	149.05	148.68	--	--	--	--
Peso cáp. com solo secc (g)	161.21	162.56	194.85	172.13	161.23	141.04	134.87	124.73	139.58	145.71	129.04	129.03	--	--	--	--
Peso água (g)	14.69	14.14	22.34	18.67	20.35	16.94	16.80	15.95	19.76	22.18	20.01	19.65	--	--	--	--
Peso solo seco (g)	124.33	127.54	160.48	134.40	125.38	104.88	97.81	91.33	102.17	109.84	93.11	93.05	--	--	--	--
Teor em água (%)	11.8	11.1	13.9	13.9	16.2	16.2	17.2	17.5	19.3	20.2	21.5	21.1	--	--	--	--
Teor em água (média) (%)	11.5		13.9		16.2		17.3		19.8		21.3		--		--	
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.50		1.58		1.63		1.65		1.63		1.62		--		--	



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.66</b>
Teor em Água Óptimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>17.8</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Realizado por: LAA/ZLA

Aprovado por:

 Assinatura-Digital  
 Data: 240909

O Responsável Técnico pelo Laboratório: Iça Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEÓAREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.29
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.03
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P01 (0.50 -1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0403/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

**COMPACTAÇÃO**

Nº pancadas por camada	12	25	55	Molde	nº	11	23	36				
Molde	nº	11	23	36	Cápsula	nº	215	280	305	315	331	370
Volume do molde	(cm <sup>3</sup> )	2066	2065	2068	Peso da cápsula	(g)	36.45	35.82	36.74	36.97	36.76	35.59
Peso do molde	(g)	7998	7526	7846	Peso da cáps. + solo húm(g)		145.99	171.02	160.79	159.78	149.02	156.03
Peso do solo	(g)	5500	5500	5500	Peso da cáps. + solo seco(g)		130.61	150.13	139.34	139.92	132.77	138.32
Água misturada	(ml)	770	770	770	Peso da água	(g)	15.38	20.89	21.45	19.86	16.25	17.71
Peso do molde + solo húm(g)		11493	11444	11823	Peso do solo seco	(g)	94.16	114.31	102.60	102.95	96.01	102.73
Peso do solo húmido	(g)	3495	3918	3977	Teor em água	(%)	16.3	18.3	20.9	19.3	16.9	17.2
Baridade húmida	(g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.90	1.92	Teor em água médio	(%)	17.3	20.1	17.1			
					Baridade seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.44	1.58	1.64			
					Grau de compactação	(%)	87	95	99			

**EMBEBIÇÃO**

Molde	nº	11	23	36		
Leit. inicial (mm) / D	0.00	29/ago	0.00	29/ago	0.00	29/ago
Leit. final (mm) / Da	11.02	2/set	10.98	2/set	10.37	2/set

Molde	nº	11	23	36
Altura final do molde +solo	(mm)	124.0	125.0	124.4
Expansão	(mm)	11.02	10.98	10.37
Expansão relativa	(mm)	9.75	9.63	9.10
Peso do molde + solo saturado(g)		11988	11924	12186
Peso do solo saturado	(g)	3990	4398	4340
Peso da água absorvida	(g)	495	480	363
Baridade húmida	(%)	1.77	1.94	1.92

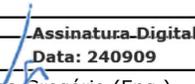
**PENETRAÇÃO**

Molde	nº	11	23	36
Penetração (mm)		Força (kgf)		
0.5		31	33	69
1.5		47	55	129
2.0		50	63	146
2.5		52	69	162
3.0		52	74	179
4.0		58	80	201
5.0		58	85	217
6.0		61	88	234
7.5		69	91	248
10.0		69	96	267
12.5		74	102	295

Molde	nº	11	23	36			
Cápsula	nº	215	280	305	315	331	370
Peso da cápsula	(g)	36.44	35.82	36.73	36.97	36.76	35.59
Peso da cáps. + solo húm(g)		184.00	169.14	164.72	157.53	163.72	176.16
Peso da cáps. + solo seco(g)		147.89	135.35	135.79	130.23	135.83	144.98
Peso da água	(g)	36.11	33.79	28.93	27.30	27.89	31.18
Peso do solo seco	(g)	111.45	99.53	99.06	93.26	99.07	109.39
Teor em água	(%)	32.4	33.9	29.2	29.3	28.2	28.5
Teor em água médio	(%)	33.2	29.2	28.3			
Baridade seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.33	1.50	1.50			
Grau de compactação	(%)	80	90	90			

**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

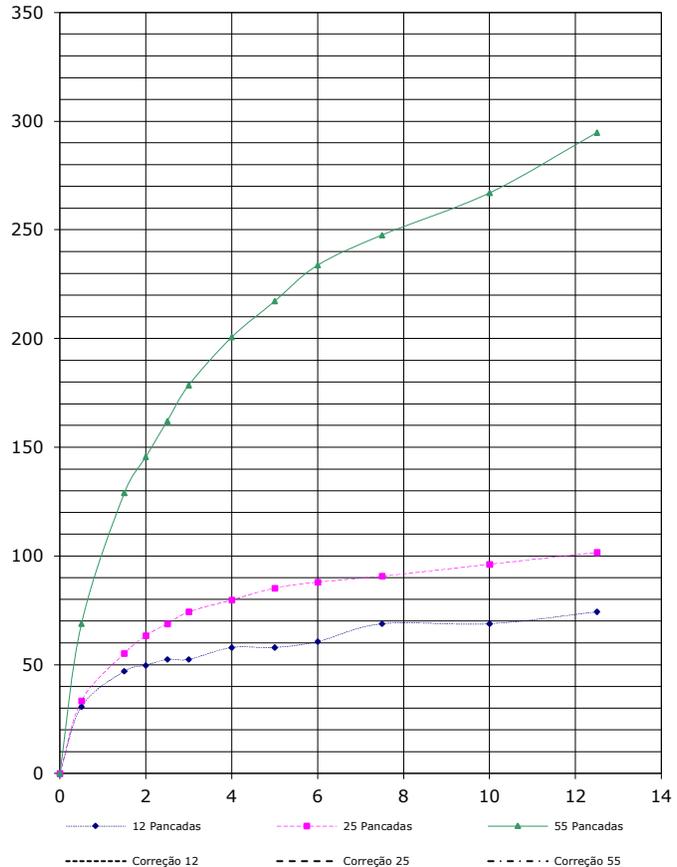
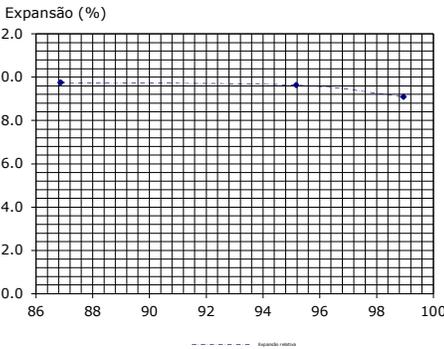
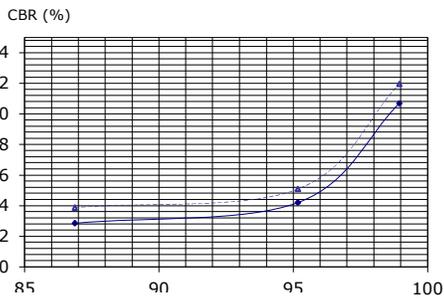
\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Realizado por:</b> Lídia	<b>Aprovado por:</b>  <b>Data: 240909</b>	Pág. 2/2
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b> Iza Gregório (Eng.)		

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEÓÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.29
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.03
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P01 (0.50 -1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0403/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Ensaio Compactação - LNEC E-197 (Ver Obs.)	
Compactação Pesada em Molde Grande	
Baridade Seca Máxima $\gamma_{d\text{máx}}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.66
Teor em Água Óptimo $W_{\text{opt}}$ (%)	17.8



Molde nº	VALORES OBTIDOS		Expansão Relativa (%)	Grau Compactação (%)
	CBR corrigido			
	2,5 (mm)	5,0 (mm)		
11	3.9	2.8	9.75	87
23	5.1	4.2	9.63	95
36	12.0	10.7	9.10	99

CBR a 95% de compactação relativa	
para 2,5 mm penetração	5 %
para 5,0 mm penetração	4 %
<b>RESULTADOS para 95% de compactação relativa</b>	
<b>Índice CBR (%)</b>	<b>5 %</b>
<b>Expansão relativa (%)</b>	<b>10 %</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

LNEC E-197 - 1966

<b>Realizado por:</b> Lídia	<b>Aprovado por:</b> _____	<b>Data:</b> 240909	Pág. 1/2
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b> Ismael Gregório (Eng.)		<i>Assinatura Digital</i>	

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.19
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.21
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P01 (0.50 -1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0403/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Ensaio		1	2
Picnómetro	nº	73	76
Peso do picnóm. c/ o provete seco	(g)	320.76	324.99
Peso do provete seco	(g)	117.04	125.29
Temperatura do ensaio	(°C)	25	25
Peso picnóm. cheio de água destilada à temp. do ensaio	(g)	779.31	777.50
Peso picnóm. cheio de água dest. c/ prov. á temp. do ensaio	(g)	850.47	853.21
Densidade das partículas à temperatura do ensaio		2.55	2.53
Razão entre densidade da água dest. à temp. do ensaio e a 20 °C		0.9990	0.9990
Densidade das partículas à temp. do ensaio em relação à água dest.		2.55	2.52

VALOR MÉDIO	<b>2.54</b>
-------------	-------------

Amostra com granulometria inferior a 4,76 mm

Ensaio com secagem prévia do provete

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**

Assinatura-Digital  
Data: 240909

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Iza Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**QUADRO RESUMO  
SOLOS**

Nº G-1151-24/0404/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.30
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P03 (3.00-3.50m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0404/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	SM Areia siltosa com cascalho	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-2-7 (0)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração	
		3/4"	97.4 %
		# 4	65.6 %
		( % Total	
		Passada )	
# 10	52.1 %		
# 40	30.1 %		
# 200	12.6 %		
Sedimentação	--	%	
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	48	31 %
Índice de Plasticidade		17	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	NP 84:1965	20.1	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica	--	--	g/cm <sup>3</sup>
das Partículas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Secas	< #4	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação	LNEC E 197:1966	1.59	g/cm <sup>3</sup>
Compactação Leve em Molde Grande		23.2	%
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa		--	%
Ensaio de permeabilidade	--	--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	--	c	--
		φ	--
Ensaio de compress. Uniaxial	--	E	--
		σ <sub>rot</sub>	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b> Data: 240830	Pág. 1/1
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Isa Gregório (Eng.)	

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.13 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.19
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P03 (3.00-3.50m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0404/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	209	271	363
Peso do recipiente	(g)	37.72	35.89	34.37
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	148.18	166.17	149.79
Peso do recipiente + solo seco	(g)	132.28	141.65	130.41
Peso da água	(g)	15.90	24.52	19.38
Peso do solo seco	(g)	94.56	105.76	96.04
Teor em água	(%)	16.81	23.18	20.18
<b>VALOR MÉDIO</b> (%)		<b>20.1</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

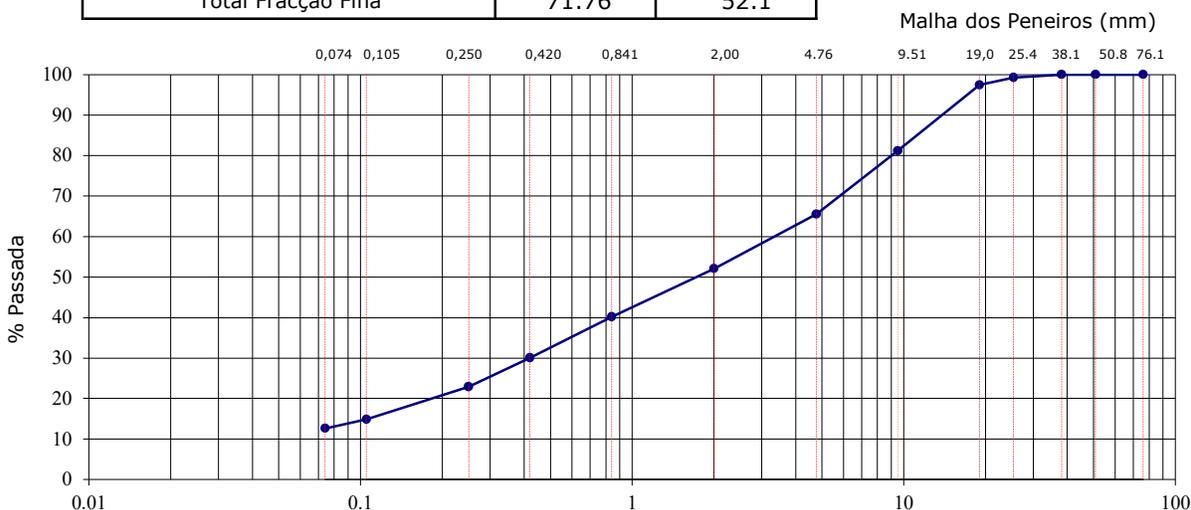
Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.20
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.20
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P03 (3.00-3.50m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0404/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Peso total amostra (g)	2872.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	71.76
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	20.2	0.7	0.7	99.3
3/4"	19.00	53.7	1.9	2.6	97.4
3/8"	9.51	467.3	16.3	18.8	81.2
# 4	4.76	448.1	15.6	34.4	65.6
# 10	2.00	386.7	13.5	47.9	52.1
Total Fracção Grossa		1376.0	47.9		
# 20	0.841	16.40	11.9	59.8	40.2
# 40	0.420	13.93	10.1	69.9	30.1
# 60	0.250	9.87	7.2	77.1	22.9
# 140	0.105	11.10	8.1	85.1	14.9
# 200	0.074	3.09	2.2	87.4	12.6
Fundo		17.37	12.6	100.0	0.0
Total Fracção Fina		71.76	52.1		



Argilas e Siltes	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa	Seixo Fino	Seixo Médio	Seixo Grosso
------------------	------------	-------------	--------------	------------	-------------	--------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lídia

**Aprovado por:**

Assinatura Digital  
Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**Obra**  
 ENSAIOS DE LABORATÓRIO  
 Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

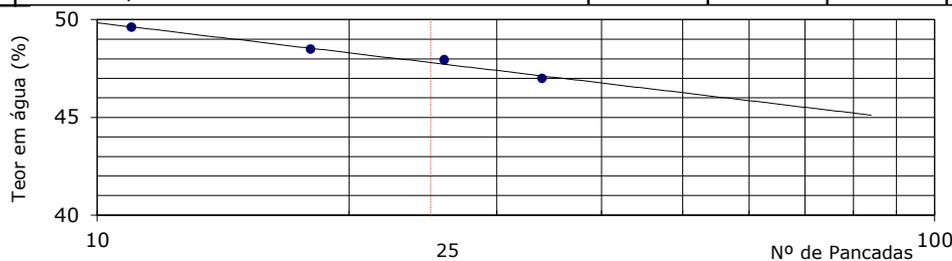
**Processo Obra: G-1151-24**
**Cliente**  
**CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE  
**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.08.19  
**DATA EMISSÃO :** 2024.08.21

**Amostra**  
**DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P03 (3.00-3.50m)  
**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**AMOSTRA :** **0404/24**  
**DATA RECEPÇÃO :** 2024.08.13

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	10.33	10.57	8.11	10.18
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	16.03	17.40	14.19	16.75
	Peso da cápsula + solo seco (g)	14.14	15.17	12.22	14.65
	Peso da água (g)	1.89	2.23	1.97	2.10
	Peso do solo seco (g)	3.81	4.60	4.11	4.47
	Teor em água (%)	49.6	48.5	47.9	47.0
	N.º de pancadas	11	18	26	34



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	4.53	4.48	4.51	4.40
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	6.15	5.89	5.34	5.48
	Peso da cápsula + solo seco (g)	5.76	5.56	5.14	5.23
	Peso da água (g)	0.39	0.33	0.20	0.25
	Peso do solo seco (g)	1.23	1.08	0.63	0.83
	Teor em água (%)	31.71	30.56	31.75	30.12
Valor Médio	31				

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio	--				

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 48 %</b>	<b>LP = 31 %</b>	<b>IP = 17 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**

 Assinatura Digital  
 Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

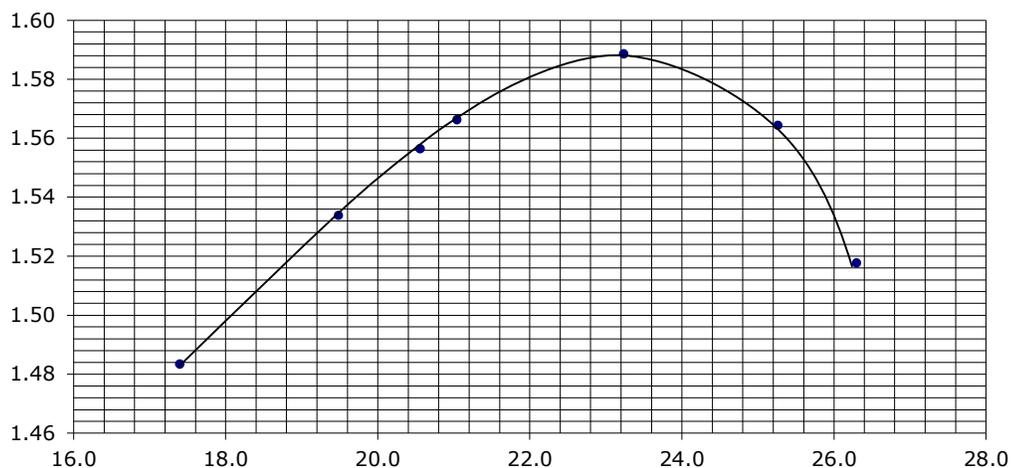
Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.19
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.30
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P03 (3.00-3.50m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0404/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Compactação Leve em Molde Grande														
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105		2105		2105		2105		2105		2105		2105	
Peso molde (g)	4984		4984		4984		4984		4984		4984		4984	
Peso molde + solo húm (g)	8650		8842		8934		8975		9105		9109		9019	
Peso solo húmido (g)	3666		3858		3950		3991		4121		4125		4035	
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.74		1.83		1.88		1.90		1.96		1.96		1.92	
Cápsula nº	210	359	293	253	260	233	152	163	231	37	201	403	147	157
Peso cápsula (g)	36.22	35.65	35.49	35.31	37.17	21.23	29.26	29.29	36.03	36.13	36.30	37.29	28.76	29.26
Peso cáp. + solo húmid (g)	180.17	167.54	217.37	171.58	181.25	165.13	94.74	93.07	188.15	195.14	184.49	178.27	130.80	123.80
Peso cáp. com solo secc (g)	158.93	147.91	188.22	148.98	156.70	140.57	83.40	81.94	159.48	165.15	154.33	150.10	109.71	103.97
Peso água (g)	21.24	19.63	29.15	22.60	24.55	24.56	11.34	11.13	28.67	29.99	30.16	28.17	21.09	19.83
Peso solo seco (g)	122.71	112.26	152.73	113.67	119.53	119.34	54.14	52.65	123.45	129.02	118.03	112.81	80.95	74.71
Teor em água (%)	17.3	17.5	19.1	19.9	20.5	20.6	20.9	21.1	23.2	23.2	25.6	25.0	26.1	26.5
Teor em água (média) (%)	17.4		19.5		20.6		21.0		23.2		25.3		26.3	
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.48		1.53		1.56		1.57		1.59		1.56		1.52	



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.59</b>
Teor em Água Ótimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>23.2</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Realizado por:</b> Zinayker/Lidia	<b>Aprovado por:</b> _____
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b> Isa Gregório (Eng.)	Pág. 1/1

**QUADRO RESUMO  
SOLOS**

Nº G-1151-24/0405/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.30
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P05 (2.00-2.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0405/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

ENSAIO		PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS		UNID.	
Classificação Unificada		ASTM D 2487-85	GM		--	
			Cascalho siltooso com areia			
Classificação para fins Rodoviários		AASHTO M 145-91	A-2-7 (0)		--	
Análise Granulométrica		LNEC E 239:1970	Peneiração ( % Total Passada )	3/4"	78.4	%
				# 4	53.8	%
				# 10	43.7	%
				# 40	28.4	%
			# 200	14.1	%	
			Sedimentação	--	%	
Limite de Liquidez / Plasticidade		PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	45	30	%	
Índice de Plasticidade			15		%	
Limite de Retracção			--		%	
Teor em Água		--	--		%	
Teor em Matéria Orgânica		--	--		%	
Equivalente de Areia		--	--		%	
Azul de metileno		--	--		--	
Massa Volúmica	--	--	--		g/cm <sup>3</sup>	
das Partículas	--	--	--		g/cm <sup>3</sup>	
Secas	< #4	--	--		g/cm <sup>3</sup>	
Massa Volúmica aparente		--	--		g/cm <sup>3</sup>	
Densidade das Partículas Sólidas		--	--		--	
Ensaio de Compactação	$\gamma_{d\text{máx}}$	--	--		g/cm <sup>3</sup>	
	$W_{\text{opt}}$	--	--		%	
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	--		%	
95% de Comp. Relativa		--	--		%	
Ensaio de permeabilidade		--	--		cm/s	
		--	--		m/s	
Ensaio de Corte Directo	c	--	--		--	
	$\phi$	--	--		--	
Ensaio de compress. Uniaxial	E	--	--		--	
	$\sigma_{\text{rot}}$	--	--		--	
Ensaio de Consolidação em Edómetro		--	--		--	
--		--	--		--	
--		--	--		--	

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

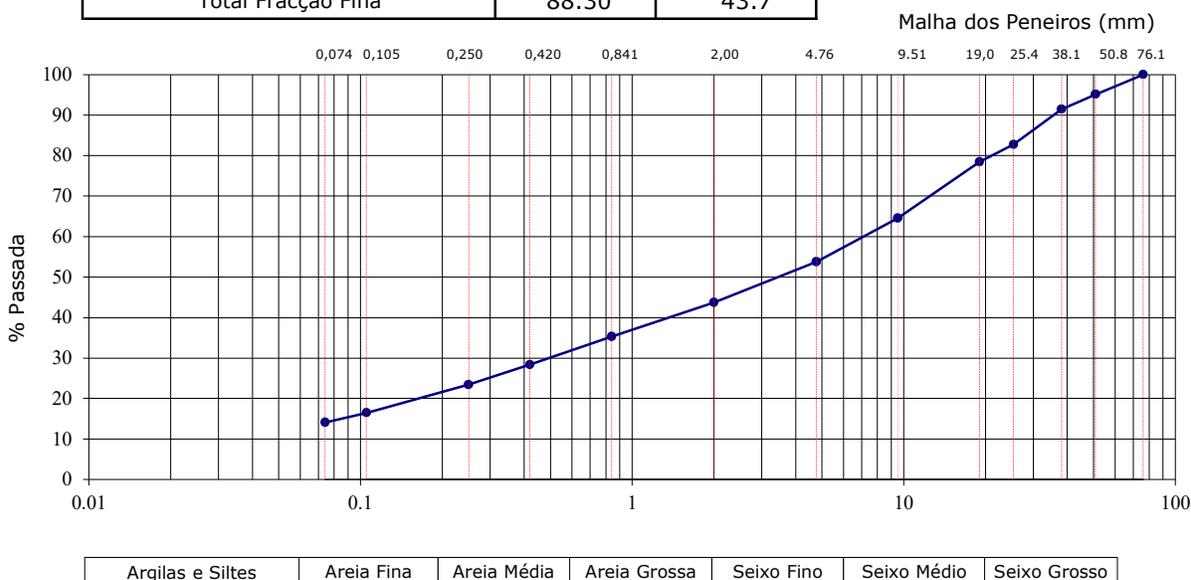
\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b>	<b>Data: 240830</b>
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Isa Gregório (Eng.)	Pág. 1/1

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra:</b> G-1151-24
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.20 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.20
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P05 (2.00-2.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0405/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Peso total amostra (g)	7092.5	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	88.30
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	345.9	4.9	4.9	95.1
1 1/2"	38.10	262.0	3.7	8.6	91.4
1"	25.40	617.4	8.7	17.3	82.7
3/4"	19.00	303.6	4.3	21.6	78.4
3/8"	9.51	984.8	13.9	35.4	64.6
# 4	4.76	765.5	10.8	46.2	53.8
# 10	2.00	711.8	10.0	56.3	43.7
Total Fracção Grossa		3991.0	56.3		
# 20	0.841	16.96	8.4	64.7	35.3
# 40	0.420	13.98	6.9	71.6	28.4
# 60	0.250	10.10	5.0	76.6	23.4
# 140	0.105	13.99	6.9	83.5	16.5
# 200	0.074	4.75	2.4	85.9	14.1
Fundo		28.52	14.1	100.0	0.0
Total Fracção Fina		88.30	43.7		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**  Isabela Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**Obra**  
 ENSAIOS DE LABORATÓRIO  
 Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

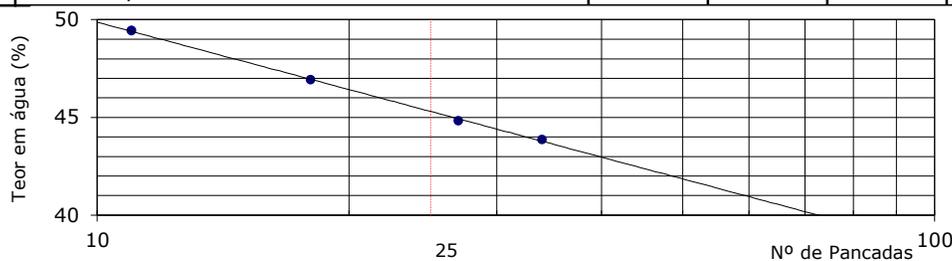
**Processo Obra: G-1151-24**
**Cliente**  
**CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE  
**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.08.19  
**DATA EMISSÃO :** 2024.08.21

**Amostra**  
**DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P05 (2.00-2.50 m)  
**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**AMOSTRA :** **0405/24**  
**DATA RECEPÇÃO :** 2024.08.13

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	10.35	8.30	8.19	8.27
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	16.85	14.28	14.20	14.37
	Peso da cápsula + solo seco (g)	14.70	12.37	12.34	12.51
	Peso da água (g)	2.15	1.91	1.86	1.86
	Peso do solo seco (g)	4.35	4.07	4.15	4.24
	Teor em água (%)	49.4	46.9	44.8	43.9
	N.º de pancadas	11	18	27	34



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	4.53	4.46	4.61	4.77
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	5.97	6.06	5.71	5.87
	Peso da cápsula + solo seco (g)	5.63	5.70	5.46	5.62
	Peso da água (g)	0.34	0.36	0.25	0.25
	Peso do solo seco (g)	1.10	1.24	0.85	0.85
	Teor em água (%)	30.91	29.03	29.41	29.41
Valor Médio	30				

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio	--				

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 45 %</b>	<b>LP = 30 %</b>	<b>IP = 15 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**

 Assinatura-Digital  
 Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**QUADRO RESUMO  
SOLOS**

Nº G-1151-24/0406/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.30
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P07 (0.50-1.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0406/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

ENSAIO		PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.	
Classificação Unificada		ASTM D 2487-85	SM Areia siltosa com cascalho	--	
Classificação para fins Rodoviários		AASHTO M 145-91	A-2-7 (0)	--	
Análise Granulométrica		LNEC E 239:1970	Peneiração		
			3/4"	97.4	%
			# 4	77.7	%
			( % Total		
			Passada )		
# 10	64.7	%			
# 40	40.5	%			
# 200	15.0	%			
			Sedimentação	--	%
Limite de Liquidez / Plasticidade		PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	52	34	%
Índice de Plasticidade			18		%
Limite de Retracção			--		%
Teor em Água		NP 84:1965	12.3		%
Teor em Matéria Orgânica		--	--		%
Equivalente de Areia		--	--		%
Azul de metileno		--	--		--
Massa Volúmica	--	--	--		g/cm <sup>3</sup>
das Partículas	--	--	--		g/cm <sup>3</sup>
Secas	< #4	--	--		g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente		--	--		g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas		--	--		--
Ensaio de Compactação	$\gamma_{d\text{máx}}$	LNEC E 197:1966	1.58		g/cm <sup>3</sup>
Compactação Leve em Molde Grande	$W_{\text{opt}}$		18.2		%
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	--		%
95% de Comp. Relativa Expansibilidade		--	--		%
Ensaio de permeabilidade		--	--		cm/s
		--	--		m/s
Ensaio de Corte Directo	c	--	--		--
	$\phi$	--	--		--
Ensaio de compress. Uniaxial	E	--	--		--
	$\sigma_{\text{rot}}$	--	--		--
Ensaio de Consolidação em Edómetro		--	--		--
--		--	--		--
--		--	--		--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b> Data: 240830
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Isa Gregório (Eng.)
Pág. 1/1	

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.13 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.19
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P07 (0.50-1.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0406/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	222	316	323
Peso do recipiente	(g)	35.99	34.05	33.40
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	165.02	124.04	151.21
Peso do recipiente + solo seco	(g)	149.09	113.67	140.68
Peso da água	(g)	15.93	10.37	10.53
Peso do solo seco	(g)	113.10	79.62	107.28
Teor em água	(%)	14.08	13.02	9.82
<b>VALOR MÉDIO (%)</b>		<b>12.3</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Zinayker/Lidia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240830

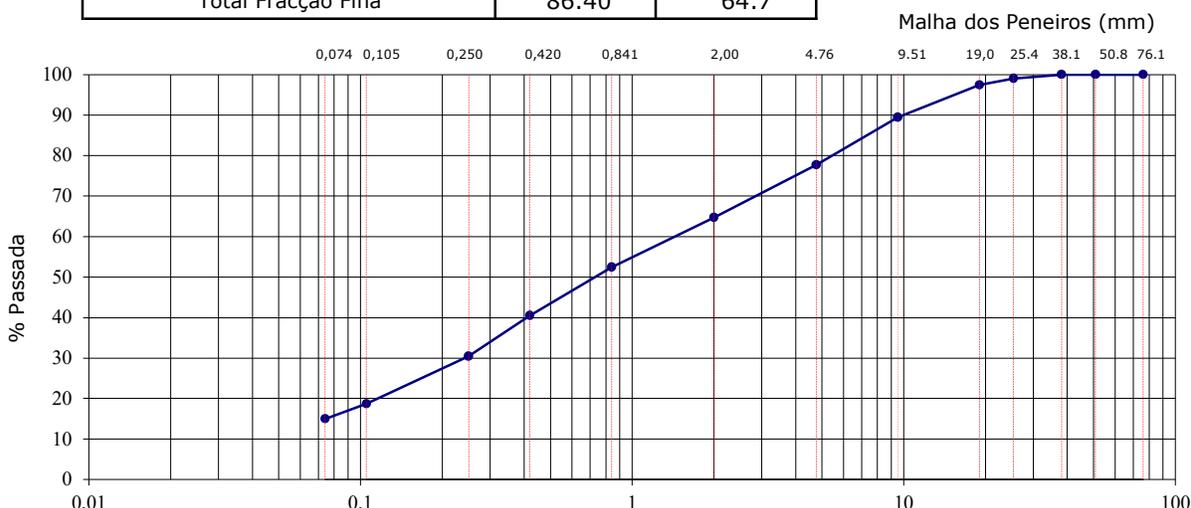
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Ismael Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P07 (0.50-1.00 m)	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.21 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.21
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0406/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Peso total amostra (g)	3499.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	86.40
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	33.7	1.0	1.0	99.0
3/4"	19.00	57.0	1.6	2.6	97.4
3/8"	9.51	279.0	8.0	10.6	89.4
# 4	4.76	409.3	11.7	22.3	77.7
# 10	2.00	455.8	13.0	35.3	64.7
Total Fracção Grossa		1234.8	35.3		
# 20	0.841	16.32	12.2	47.5	52.5
# 40	0.420	16.04	12.0	59.5	40.5
# 60	0.250	13.38	10.0	69.5	30.5
# 140	0.105	15.70	11.8	81.3	18.7
# 200	0.074	4.96	3.7	85.0	15.0
Fundo		20.00	15.0	100.0	0.0
Total Fracção Fina		86.40	64.7		



Argilas e Siltes	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa	Seixo Fino	Seixo Médio	Seixo Grosso
------------------	------------	-------------	--------------	------------	-------------	--------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Realizado por: Joana/Lídia

Aprovado por:

Assinatura Digital  
Data: 240830

O Responsável Técnico pelo Laboratório:

S. Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**Obra**  
 ENSAIOS DE LABORATÓRIO  
 Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

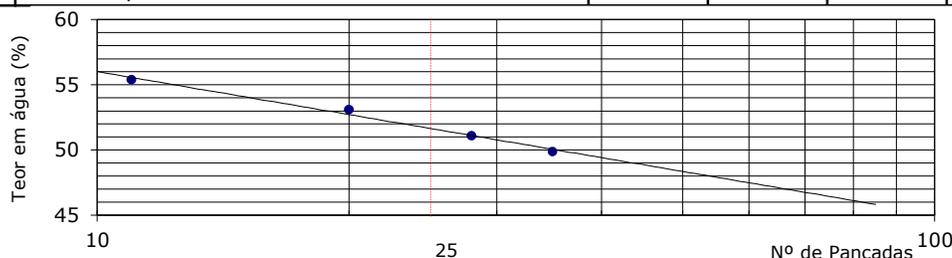
**Processo Obra: G-1151-24**
**Cliente**  
**CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE  
**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.08.20  
**DATA EMISSÃO :** 2024.08.21

**Amostra**  
**DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P07 (0.50-1.00 m)  
**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**AMOSTRA :** **0406/24**  
**DATA RECEPÇÃO :** 2024.08.13

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	8.52	8.39	8.65	7.77
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	13.29	15.31	14.92	13.84
	Peso da cápsula + solo seco (g)	11.59	12.91	12.80	11.82
	Peso da água (g)	1.70	2.40	2.12	2.02
	Peso do solo seco (g)	3.07	4.52	4.15	4.05
	Teor em água (%)	55.4	53.1	51.1	49.9
	N.º de pancadas	11	20	28	35



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	4.73	4.46	4.58	4.85
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	6.99	6.57	6.13	6.19
	Peso da cápsula + solo seco (g)	6.41	6.04	5.74	5.85
	Peso da água (g)	0.58	0.53	0.39	0.34
	Peso do solo seco (g)	1.68	1.58	1.16	1.00
	Teor em água (%)	34.52	33.54	33.62	34.00
Valor Médio (%)	34				

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio (%)	--				

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 52 %</b>	<b>LP = 34 %</b>	<b>IP = 18 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**

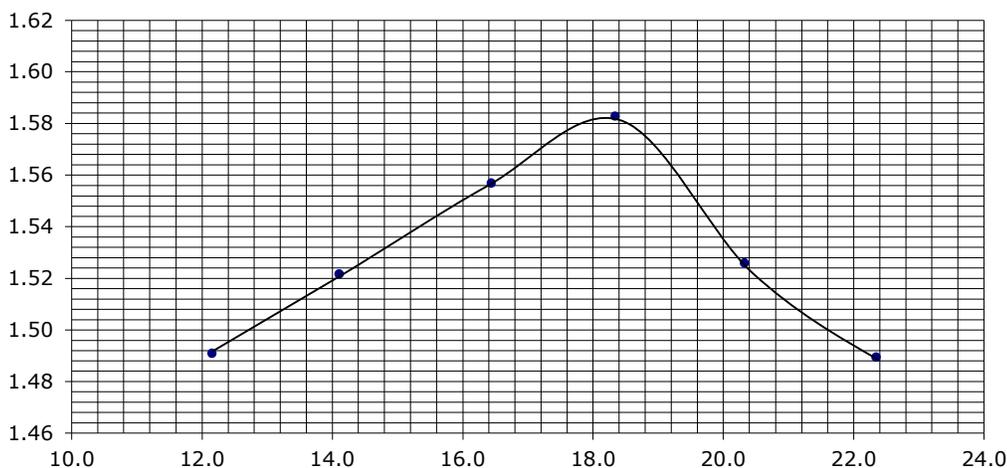
 Assinatura Digital  
 Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.19
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.20
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P07 (0.50-1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0406/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Compactação Leve em Molde Grande														
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105		2105		2105		2105		2105		2105		--	
Peso molde (g)	4984		4984		4984		4984		4984		4984		--	
Peso molde + solo húm (g)	8504		8639		8800		8927		8849		8820		--	
Peso solo húmido (g)	3520		3655		3816		3943		3865		3836		--	
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.67		1.74		1.81		1.87		1.84		1.82		--	
Cápsula nº	199	412	218	241	207	308	329	352	353	274	259	192	--	--
Peso cápsula (g)	33.46	37.61	37.05	21.50	36.92	35.29	34.06	32.23	35.60	35.89	36.59	33.77	--	--
Peso cáp. + solo húmid (g)	189.22	200.03	216.03	192.54	205.68	178.63	192.75	194.48	211.64	210.14	203.61	174.83	--	--
Peso cáp. com solo secc (g)	171.87	182.92	193.50	171.78	181.78	158.46	168.43	169.06	182.11	180.50	173.08	149.09	--	--
Peso água (g)	17.35	17.11	22.53	20.76	23.90	20.17	24.32	25.42	29.53	29.64	30.53	25.74	--	--
Peso solo seco (g)	138.41	145.31	156.45	150.28	144.86	123.17	134.37	136.83	146.51	144.61	136.49	115.32	--	--
Teor em água (%)	12.5	11.8	14.4	13.8	16.5	16.4	18.1	18.6	20.2	20.5	22.4	22.3	--	--
Teor em água (média) (%)	12.2		14.1		16.4		18.3		20.3		22.3		--	
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.49		1.52		1.56		1.58		1.53		1.49		--	



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.58</b>
Teor em Água Ótimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>18.2</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Zinayker/Lidia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

Is. Gregório (Eng.)

Pág. 1/1



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**QUADRO RESUMO SOLOS**

Nº G-1151-24/0438/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.18
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P09 (2.00- 2.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0438/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	GC Cascalho argiloso com areia	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-2-7 (0)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração ( % Total Passada )	
		3/4"	75.2 %
		# 4	47.2 %
		# 10	38.0 %
		# 40	23.9 %
		# 200	17.0 %
		Sedimentação	-- %
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	56	29 %
Índice de Plasticidade		27	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	NP 84:1965	24.5	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica das Partículas Secas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação Compactação Leve em Molde Grande	LNEC E 197:1966	$\gamma_{d\text{máx}}$	1.46 g/cm <sup>3</sup>
		$W_{\text{opt}}$	19.4 %
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa Expansibilidade		--	%
Ensaio de permeabilidade	--	--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	--	c	--
		$\phi$	--
Ensaio de compress. Uniaxial	--	E	--
		$\sigma_{\text{rot}}$	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura-Digital</b> Data: 240920	Pág. 1/1
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Isa Gregório (Eng.)	

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**DETERMINAÇÃO DO  
TEOR EM ÁGUA**  
( NP 84:1965 )

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0438/24/SL01-I/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.03 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.04
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P09 (2.00- 2.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0438/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	259	307	357
Peso do recipiente	(g)	36.55	35.74	33.46
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	223.55	203.20	195.89
Peso do recipiente + solo seco	(g)	186.17	170.65	164.13
Peso da água	(g)	37.38	32.55	31.76
Peso do solo seco	(g)	149.62	134.91	130.67
Teor em água	(%)	24.98	24.13	24.31
<b>VALOR MÉDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>24.5</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lídia

**Aprovado por:**

Assinatura Digital  
Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

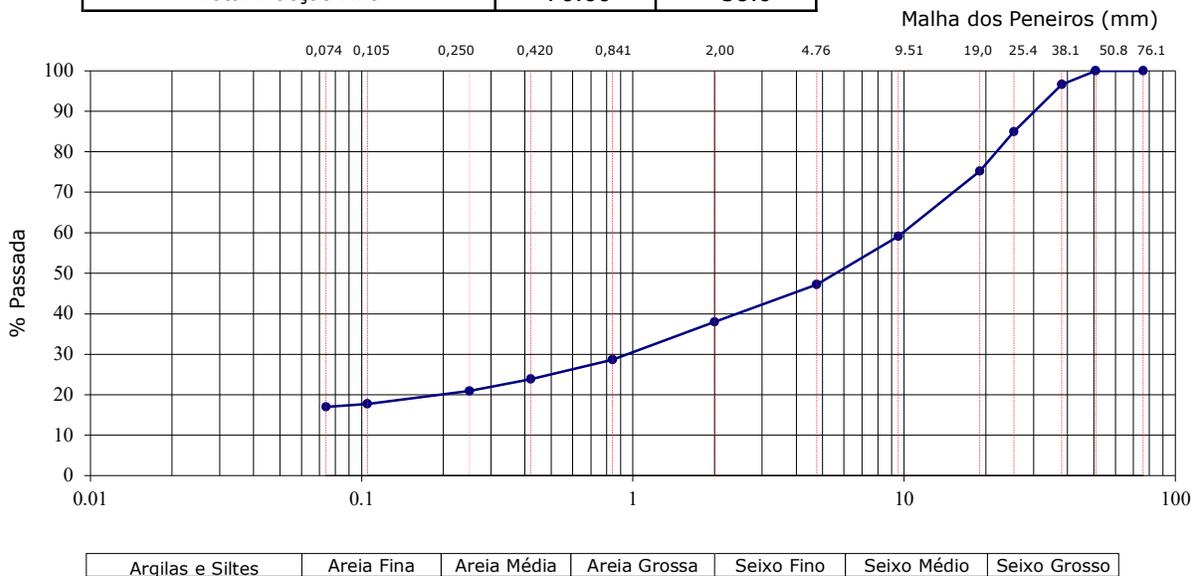
Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.10
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P09 (2.00- 2.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0438/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEÇÃO :</b> 2024.09.03

Peso total amostra (g)	6511.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	70.60
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	221.4	3.4	3.4	96.6
1"	25.40	759.6	11.7	15.1	84.9
3/4"	19.00	633.7	9.7	24.8	75.2
3/8"	9.51	1048.9	16.1	40.9	59.1
# 4	4.76	773.6	11.9	52.8	47.2
# 10	2.00	599.0	9.2	62.0	38.0
Total Fracção Grossa		4036.2	62.0		
# 20	0.841	17.34	9.3	71.3	28.7
# 40	0.420	8.93	4.8	76.1	23.9
# 60	0.250	5.52	3.0	79.1	20.9
# 140	0.105	5.92	3.2	82.3	17.7
# 200	0.074	1.28	0.7	83.0	17.0
Fundo		31.61	17.0	100.0	0.0
Total Fracção Fina		70.60	38.0		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
 Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

S. Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**Obra** ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

**Processo Obra: G-1151-24**
**Cliente** CLIENTE : GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE

**DATA EXECUÇÃO** : 2024.09.06

**MORADA** : R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

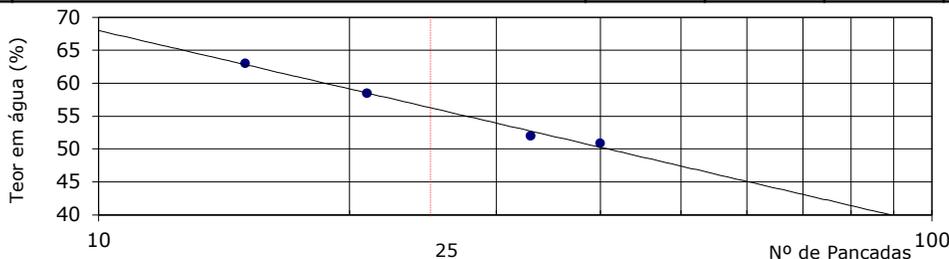
**DATA EMISSÃO** : 2024.09.09

**Amostra** DESIGNAÇÃO / LOCAL\* : P09 (2.00- 2.50 m)

**AMOSTRA** : **0438/24**
**COLHEITA\*** : CLIENTE **MAT./TIPO** : SOLO / REMEXIDA

**DATA RECEPÇÃO** : 2024.09.03

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	23.67	23.69	24.17	23.15
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	28.69	28.57	28.76	28.31
	Peso da cápsula + solo seco (g)	26.75	26.77	27.19	26.57
	Peso da água (g)	1.94	1.80	1.57	1.74
	Peso do solo seco (g)	3.08	3.08	3.02	3.42
	Teor em água (%)	63.0	58.4	52.0	50.9
	N.º de pancadas	15	21	33	40



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	14.77	14.33	14.49	14.49
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	15.70	15.22	15.48	15.37
	Peso da cápsula + solo seco (g)	15.49	15.02	15.26	15.17
	Peso da água (g)	0.21	0.20	0.22	0.20
	Peso do solo seco (g)	0.72	0.69	0.77	0.68
	Teor em água (%)	29.17	28.99	28.57	29.41
Valor Médio		29			

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio		--			

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 56 %</b>	<b>LP = 29 %</b>	<b>IP = 27 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Lúdia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital

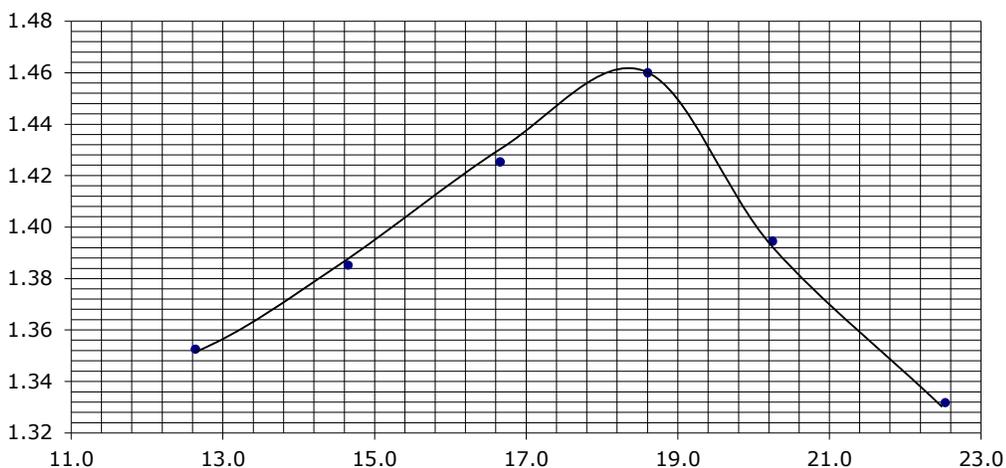
Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.10
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.12
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P09 (2.00- 2.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0438/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Compactação Leve em Molde Grande														
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105		2105		2105		2105		2105		2105		--	
Peso molde (g)	2688		2688		2688		2688		2688		2688		--	
Peso molde + solo húm (g)	5895	6031	6188	6333	6218	6123	--	--	--	--	--	--	--	
Peso solo húmido (g)	3207	3343	3500	3645	3530	3435	--	--	--	--	--	--	--	
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.52	1.59	1.66	1.73	1.68	1.63	--	--	--	--	--	--	--	
Cápsula nº	231	344	192	207	304	345	280	331	218	352	305	353	--	--
Peso cápsula (g)	36.01	35.54	33.78	36.95	36.07	38.03	35.82	36.77	37.06	32.26	36.78	35.62	--	--
Peso cáp. + solo húmid (g)	193.35	190.40	214.65	219.94	206.89	174.45	231.38	215.90	241.67	248.28	207.31	189.39	--	--
Peso cáp. com solo secc (g)	175.80	172.92	191.51	196.58	182.70	154.81	200.78	187.73	207.11	212.01	176.14	160.95	--	--
Peso água (g)	17.55	17.48	23.14	23.36	24.19	19.64	30.60	28.17	34.56	36.27	31.17	28.44	--	--
Peso solo seco (g)	139.79	137.38	157.73	159.63	146.63	116.78	164.96	150.96	170.05	179.75	139.36	125.33	--	--
Teor em água (%)	12.6	12.7	14.7	14.6	16.5	16.8	18.5	18.7	20.3	20.2	22.4	22.7	--	--
Teor em água (média) (%)	12.6		14.7		16.7		18.6		20.3		22.5		--	--
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.35		1.39		1.43		1.46		1.39		1.33		--	--


**RESULTADOS OBTIDOS**

Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.46</b>
Teor em Água Óptimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>19.4</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**

Assinatura Digital

Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**QUADRO RESUMO SOLOS**

Nº G-1151-24/0439/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.20
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P12 (0.50-1.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0439/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	CL Argila magra arenosa	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-7-6 (14)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração	
		3/4"	99.5 %
		# 4	92.7 %
		( % Total	
		# 10	88.7 %
Passada )			
# 40	77.1 %		
# 200	69.4 %		
Sedimentação	--	%	
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	42	20 %
Índice de Plasticidade		22	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	NP 84:1965	10.8	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica	--	--	g/cm <sup>3</sup>
das Partículas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Secas	< #4	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação	LNEC E 197:1966	1.86	g/cm <sup>3</sup>
Compactação Pesada em Molde Grande		11.0	%
Determinação do CBR	LNEC E 198:1967	1	%
Índice de CBR		4	%
95% de Comp. Relativa			
Expansibilidade			
Ensaio de permeabilidade	--	--	cm/s
			m/s
Ensaio de Corte Directo	--	c	--
		φ	--
Ensaio de compress. Uniaxial	--	E	--
		σ <sub>rot</sub>	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b> Data: 240920	Pág. 1/1
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Ira Gregório (Eng.)	

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**DETERMINAÇÃO DO  
TEOR EM ÁGUA  
( NP 84:1965 )**

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0439/24/SL01-I/REV.00

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P12 (0.50-1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0439/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	253	271	354
Peso do recipiente	(g)	35.29	35.86	35.02
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	201.95	242.78	214.66
Peso do recipiente + solo seco	(g)	185.56	221.08	198.84
Peso da água	(g)	16.39	21.70	15.82
Peso do solo seco	(g)	150.27	185.22	163.82
Teor em água	(%)	10.91	11.72	9.66
<b>VALOR MÉDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>10.8</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lidia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

Is. Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**ENSAIOS DE LABORATÓRIO**

Obra Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

**Processo Obra: G-1151-24**

 Cliente **CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.09.10

**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EMISSÃO :** 2024.09.11

 Amostra **DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P12 (0.50-1.00 m)

**AMOSTRA :** 0439/24

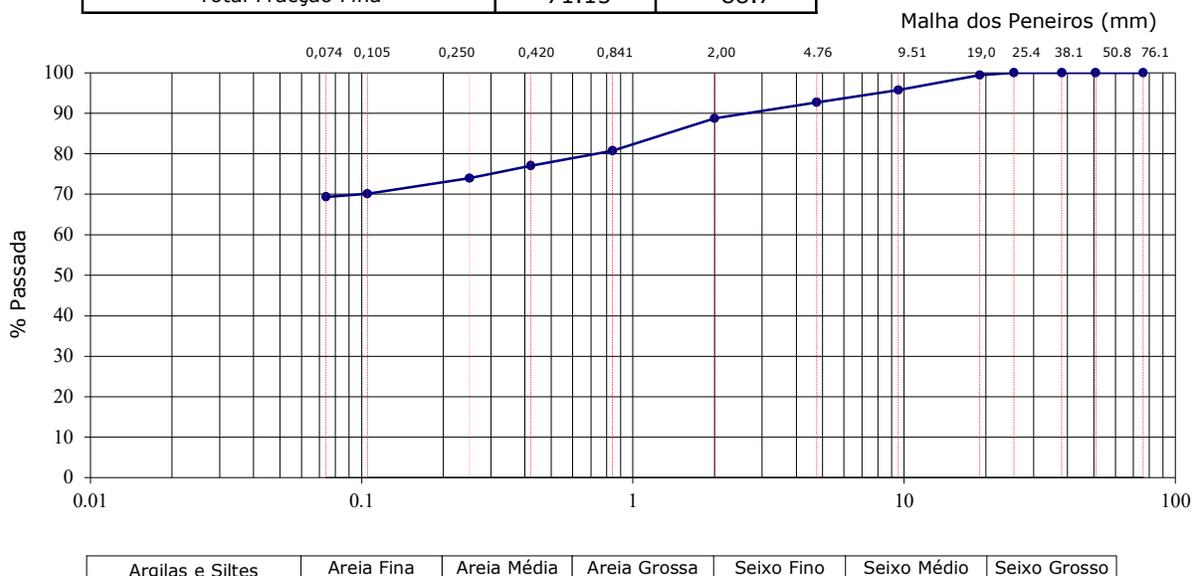
**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**DATA RECEPÇÃO :** 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Peso total amostra (g)	7126.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	71.15
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	38.6	0.5	0.5	99.5
3/8"	9.51	267.4	3.8	4.3	95.7
# 4	4.76	211.4	3.0	7.3	92.7
# 10	2.00	285.8	4.0	11.3	88.7
Total Fracção Grossa		803.2	11.3		
# 20	0.841	6.38	8.0	19.2	80.8
# 40	0.420	2.98	3.7	22.9	77.1
# 60	0.250	2.51	3.1	26.1	73.9
# 140	0.105	3.08	3.8	29.9	70.1
# 200	0.074	0.57	0.7	30.6	69.4
Fundo		55.63	69.4	100.0	0.0
Total Fracção Fina		71.15	88.7		


**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

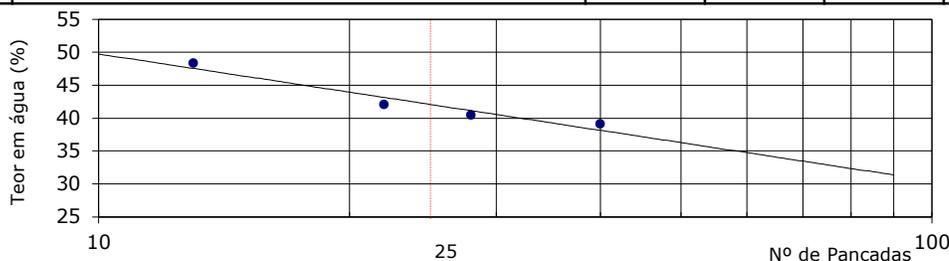
 Assinatura Digital  
 Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isabel Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P12 (0.50-1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0439/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	24.36	23.03	22.98	23.30
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	29.24	28.20	27.77	27.96
	Peso da cápsula + solo seco (g)	27.65	26.67	26.39	26.65
	Peso da água (g)	1.59	1.53	1.38	1.31
	Peso do solo seco (g)	3.29	3.64	3.41	3.35
	Teor em água (%)	48.3	42.0	40.5	39.1
	N.º de pancadas	13	22	28	40



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	14.14	14.56	14.25	14.38
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	15.15	15.62	15.27	15.48
	Peso da cápsula + solo seco (g)	14.98	15.44	15.10	15.30
	Peso da água (g)	0.17	0.18	0.17	0.18
	Peso do solo seco (g)	0.84	0.88	0.85	0.92
	Teor em água (%)	20.24	20.45	20.00	19.57
	Valor Médio (%)	20			

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
	Valor Médio (%)	--			

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 42 %</b>	<b>LP = 20 %</b>	<b>IP = 22 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

Realizado por: Lúdia

Aprovado por:

 Assinatura Digital  
 Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

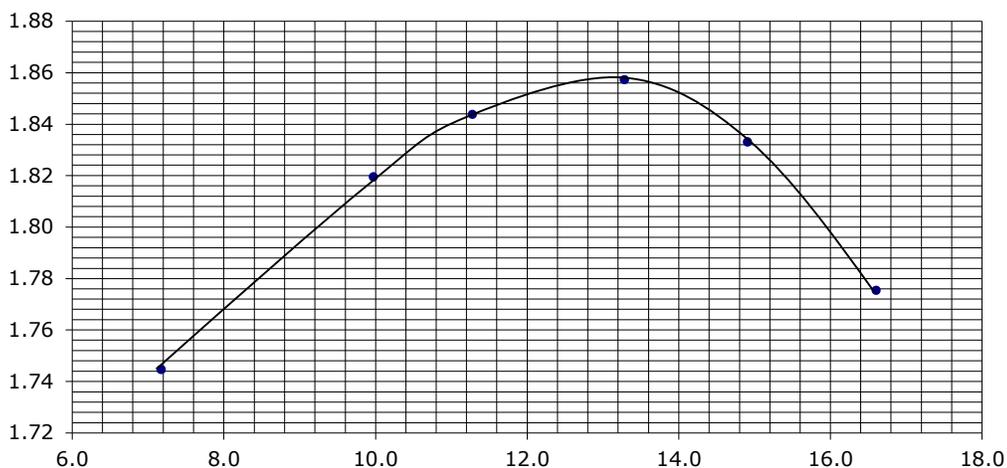
Iza Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.09
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.12
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P12 (0.50-1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0439/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Compactação Pesada em Molde Grande														
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	--
Peso molde (g)	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	--
Peso molde + solo húm (g)	6624	6900	7007	7117	7122	7046	7122	7046	7122	7046	7122	7046	7122	--
Peso solo húmido (g)	3936	4212	4319	4429	4434	4358	4434	4358	4434	4358	4434	4358	4434	--
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.87	2.00	2.05	2.10	2.11	2.07	2.11	2.07	2.11	2.07	2.11	2.07	2.11	--
Cápsula nº	201	210	294	362	254	281	326	346	296	371	215	290	--	--
Peso cápsula (g)	36.25	36.20	35.73	36.13	37.05	36.08	35.51	36.32	35.66	36.13	36.45	36.09	--	--
Peso cáp. + solo húmid (g)	243.86	227.29	218.22	231.85	241.06	250.73	176.17	135.54	194.29	210.67	190.95	235.06	--	--
Peso cáp. com solo secc (g)	230.39	214.11	201.48	214.31	220.69	228.65	159.94	123.72	173.10	188.70	168.94	206.74	--	--
Peso água (g)	13.47	13.18	16.74	17.54	20.37	22.08	16.23	11.82	21.19	21.97	22.01	28.32	--	--
Peso solo seco (g)	194.14	177.91	165.75	178.18	183.64	192.57	124.43	87.40	137.44	152.57	132.49	170.65	--	--
Teor em água (%)	6.9	7.4	10.1	9.8	11.1	11.5	13.0	13.5	15.4	14.4	16.6	16.6	--	--
Teor em água (média) (%)	7.2	10.0	11.3	13.3	14.9	16.6	--	--	--	--	--	--	--	--
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.74	1.82	1.84	1.86	1.83	1.78	--	--	--	--	--	--	--	--



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.86</b>
Teor em Água Óptimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>11.0</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Realizado por: Anabela

Aprovado por:

Assinatura Digital

Data: 240920

O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Isá Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEÓAREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.11
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.16
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P12 (0.50-1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0439/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**COMPACTAÇÃO**

Nº pancadas por camada	12	25	55	Molde	nº	10	20	23				
Molde	nº	10	20	23	Cápsula	nº	276	287	190	279	323	359
Volume do molde	(cm <sup>3</sup> )	2064	2076	2065	Peso da cápsula	(g)	35.75	35.65	32.80	35.91	33.41	35.63
Peso do molde	(g)	7801	7478	7528	Peso da cáps. + solo húm(g)		162.14	155.62	133.59	143.68	135.34	159.13
Peso do solo	(g)	5400	5400	5400	Peso da cáps. + solo seco(g)		149.81	143.63	123.98	132.76	124.28	146.24
Água misturada	(ml)	675	675	675	Peso da água	(g)	12.33	11.99	9.61	10.92	11.06	12.89
Peso do molde + solo húm(g)		11624	11513	11835	Peso do solo seco	(g)	114.06	107.98	91.18	96.85	90.87	110.61
Peso do solo húmido	(g)	3823	4035	4307	Teor em água	(%)	10.8	11.1	10.5	11.3	12.2	11.7
Baridade húmida	(g/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.94	2.09	Teor em água médio	(%)	11.0		10.9		11.9	
					Baridade seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.67		1.75		1.86	
					Grau de compactação	(%)	90		94		100	

**EMBEBIÇÃO**

Molde	nº	10	20	23			
Leit. inicial (mm) / D		10.00	11/set	11.00	11/set	22.00	11/set
Leit. final (mm) / Da		16.91	16/set	16.11	16/set	24.44	16/set

Molde	nº	10	20	23
Altura final do molde + solo	(mm)	119.9	119.1	116.4
Expansão	(mm)	6.91	5.11	2.44
Expansão relativa	(mm)	6.12	4.48	2.14
Peso do molde + solo saturado(g)		11787	11805	12036
Peso do solo saturado	(g)	3986	4327	4508
Peso da água absorvida	(g)	163	292	201
Baridade húmida	(%)	1.81	2.00	2.13

**PENETRAÇÃO**

Molde	nº	10	20	23
Penetração (mm)		Força (kgf)		
0.5		4	5	7
1.5		6	7	10
2.0		9	10	14
2.5		12	15	18
3.0		15	17	23
4.0		20	21	25
5.0		22	25	29
6.0		23	33	36
7.5		26	36	38
10.0		28	38	41
12.5		29	39	43

Molde	nº	10	20	23			
Cápsula	nº	275	403	268	324	226	351
Peso da cápsula	(g)	35.81	38.28	34.96	36.70	34.76	34.36
Peso da cáps. + solo húm(g)		166.17	169.97	178.98	152.46	134.17	106.31
Peso da cáps. + solo seco(g)		133.79	136.77	150.78	130.39	119.41	94.91
Peso da água	(g)	32.38	33.20	28.20	22.07	14.76	11.40
Peso do solo seco	(g)	97.98	98.49	115.82	93.69	84.65	60.55
Teor em água	(%)	33.0	33.7	24.3	23.6	17.4	18.8
Teor em água médio	(%)	33.4		24.0		18.1	
Baridade seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.36		1.62		1.81	
Grau de compactação	(%)	73		87		97	

**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Realizado por:</b> Anabela	<b>Aprovado por:</b> _____	<b>Assinatura Digital</b> Data: 240920	Pág. 2/2
	<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b> Iva Gregório (Eng.)		

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**Obra** ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

**Processo Obra: G-1151-24**
**Cliente** CLIENTE : GEÓAREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE

**DATA EXECUÇÃO** : 2024.09.11

**MORADA** : R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EMISSÃO** : 2024.09.16

**Amostra** DESIGNAÇÃO / LOCAL\* : P12 (0.50-1.00 m)

**AMOSTRA** : 0439/24

**COLHEITA\*** : CLIENTE **MAT./TIPO** : SOLO / REMEXIDA

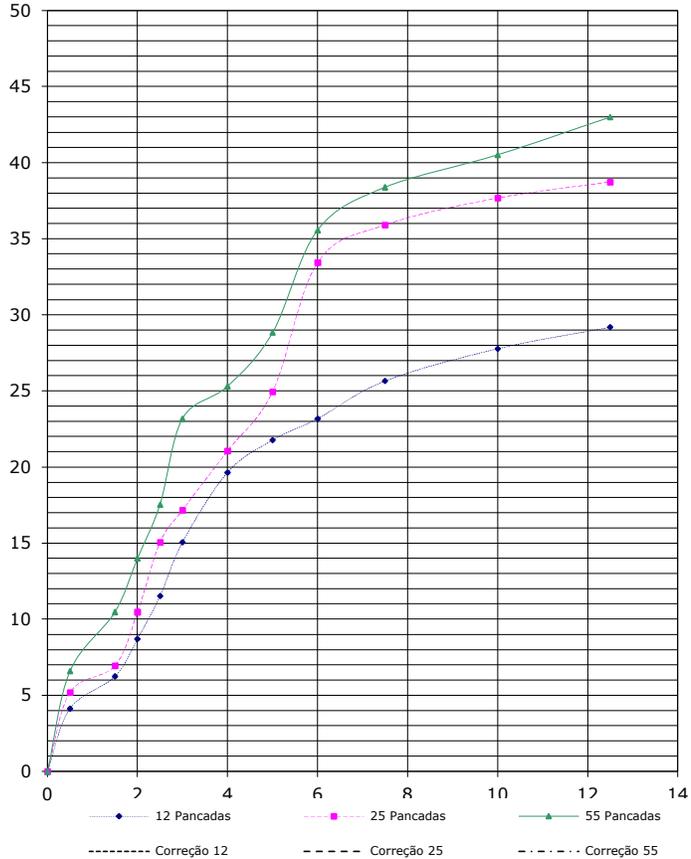
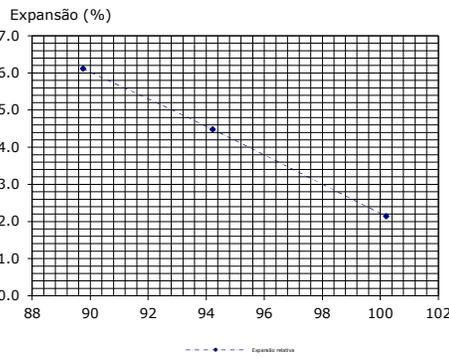
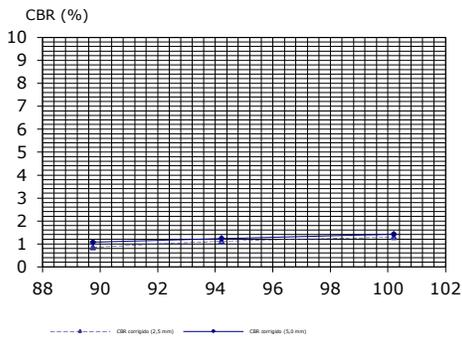
**DATA RECEPÇÃO** : 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Ensaio Compactação - LNEC E-197 (Ver Obs.)

Compactação Leve em Molde Grande

Baridade Seca Máxima $\gamma_{d_{m\acute{a}x}}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.86
Teor em Água Óptimo $W_{opt}$ (%)	11.0



Molde nº	VALORES OBTIDOS			Grau Compactação (%)
	CBR corrigido		Expansão Relativa (%)	
	2,5 (mm)	5,0 (mm)		
10	0.9	1.1	6.12	90
20	1.1	1.2	4.48	94
23	1.3	1.4	2.14	100

CBR a 95% de compactação relativa	
para 2,5 mm penetração	1 %
para 5,0 mm penetração	1 %
RESULTADOS para 95% de compactação relativa	
<b>Índice CBR (%)</b>	<b>1 %</b>
<b>Expansão relativa (%)</b>	<b>4 %</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

LNEC E-197 - 1966

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_ **Data:** 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Iza Gregório (Eng.)

Pág. 1/2



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

### QUADRO RESUMO SOLOS

Nº G-1151-24/0440/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.11
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P13 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0440/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	SM Areia siltosa com cascalho	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-1-b (0)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração ( % Total Passada )	
		3/4"	98.4 %
		# 4	71.8 %
		# 10	57.9 %
		# 40	36.3 %
		# 200	21.3 %
		Sedimentação	-- %
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	NP	NP %
Índice de Plasticidade		NP	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	--	--	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica das Partículas Secas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação	$\gamma_{d_{máx}}$	--	g/cm <sup>3</sup>
	$W_{opt}$	--	%
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa	Expansibilidade	--	%
Ensaio de permeabilidade		--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	c	--	--
	$\phi$	--	--
Ensaio de compress. Uniaxial	E	--	--
	$\sigma_{rot}$	--	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

NP - Não Plástico

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura-Digital</b> Data: 240920	Pág. 1/1
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Sa Gregório (Eng.)	

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**ENSAIOS DE LABORATÓRIO**
**Obra** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

**Processo Obra: G-1151-24**
**Cliente** **CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.09.10

**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EMISSÃO :** 2024.09.11

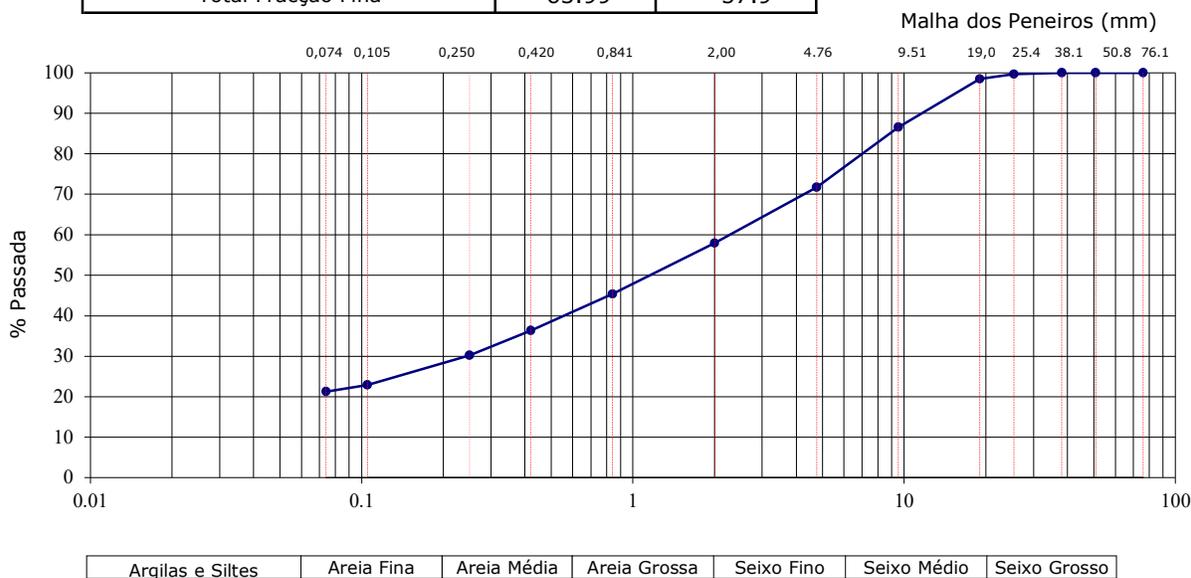
**Amostra** **DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P13 (1.00-1.50 m)

**AMOSTRA :** **0440/24**
**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**DATA RECEPÇÃO :** 2024.09.03

Peso total amostra (g)	6903.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	63.99
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	23.3	0.3	0.3	99.7
3/4"	19.00	83.8	1.2	1.6	98.4
3/8"	9.51	817.9	11.8	13.4	86.6
# 4	4.76	1023.8	14.8	28.2	71.8
# 10	2.00	955.5	13.8	42.1	57.9
Total Fracção Grossa		2904.3	42.1		
# 20	0.841	13.90	12.6	54.7	45.3
# 40	0.420	9.95	9.0	63.7	36.3
# 60	0.250	6.73	6.1	69.8	30.2
# 140	0.105	8.11	7.3	77.1	22.9
# 200	0.074	1.79	1.6	78.7	21.3
Fundo		23.51	21.3	100.0	0.0
Total Fracção Fina		63.99	57.9		


**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Lídia

**Aprovado por:**

Assinatura Digital

Data: 240920

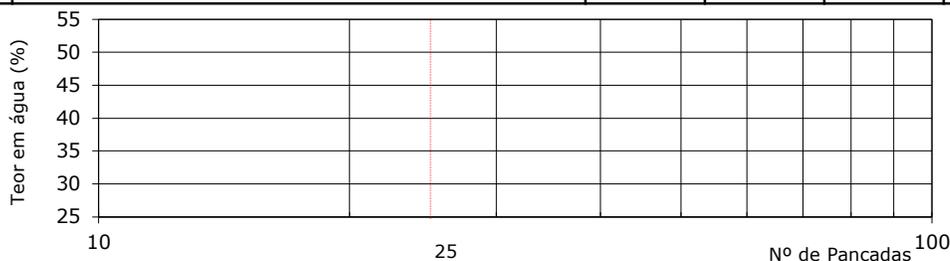
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Inês Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P13 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0440/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso da cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Peso da água (g)	--	--	--	--
	Peso do solo seco (g)	--	--	--	--
	Teor em água (%)	--	--	--	--
	N.º de pancadas	--	--	--	--



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso da cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Peso da água (g)	--	--	--	--
	Peso do solo seco (g)	--	--	--	--
	Teor em água (%)	--	--	--	--
	Valor Médio (%)	--			

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
	Valor Médio (%)	--			

<b>RESUMO</b>	<b>LL = NP</b>	<b>LP = NP</b>	<b>IP = NP</b>	<b>LR = --</b>
---------------	----------------	----------------	----------------	----------------

NP - Não Plástico

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

Realizado por: Lúdia

Aprovado por:

Assinatura Digital  
Data: 240920

O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

### QUADRO RESUMO SOLOS

Nº G-1151-24/0441/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.20
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P14 (0.80-1.20 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0441/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	MH Silte elástico arenoso	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-7-5 (9)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração	
		3/4"	98.8 %
		# 4	85.6 %
		( % Total	
		Passada )	
# 10	79.5 %		
# 40	66.8 %		
# 200	50.7 %		
Sedimentação	--	%	
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	60	37 %
Índice de Plasticidade		23	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	NP 84:1965	25.9	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica	--	--	g/cm <sup>3</sup>
das Partículas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Secas	< #4	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação	LNEC E 197:1966	1.38	g/cm <sup>3</sup>
Compactação Leve em Molde Grande		15.6	%
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa		--	%
Ensaio de permeabilidade	--	--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	--	c	--
		φ	--
Ensaio de compress. Uniaxial	--	E	--
		σ <sub>rot</sub>	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b>	<b>Data: 240920</b>
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	<b>Isa Gregório (Eng.)</b>	<b>Pág. 1/1</b>

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**DETERMINAÇÃO DO  
TEOR EM ÁGUA  
( NP 84:1965 )**

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0441/24/SL01-I/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.03 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.10
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P14 (0.80-1.20 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0441/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	278	291	365
Peso do recipiente	(g)	35.93	35.48	36.21
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	188.44	198.87	224.53
Peso do recipiente + solo seco	(g)	157.05	164.89	186.13
Peso da água	(g)	31.39	33.98	38.40
Peso do solo seco	(g)	121.12	129.41	149.92
Teor em água	(%)	25.92	26.26	25.61
<b>VALOR MÉDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>25.9</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lidia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_  
Assinatura Digital

Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1



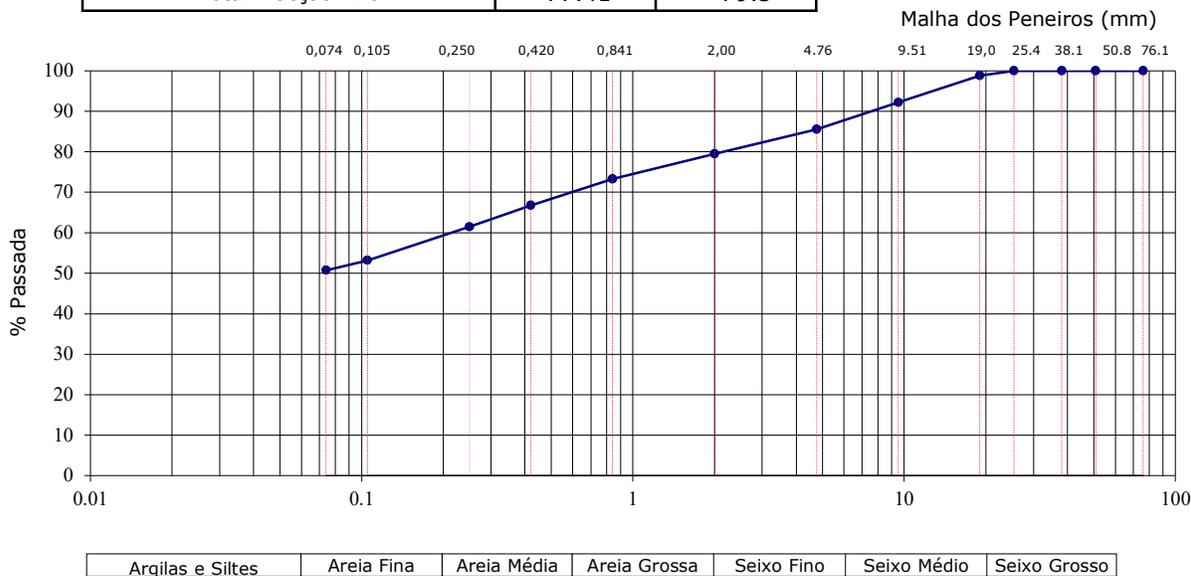
Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA  
 POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA  
 ( LNEC E 239:1970 )  
 BOLETIM DE ENSAIO  
 Nº G-1151-24/0441/24/SL02/REV.00**

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.10
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P14 (0.80-1.20 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0441/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Peso total amostra (g)	6832.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	77.41
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	81.1	1.2	1.2	98.8
3/8"	9.51	454.1	6.6	7.8	92.2
# 4	4.76	451.5	6.6	14.4	85.6
# 10	2.00	415.3	6.1	20.5	79.5
Total Fracção Grossa		1402.0	20.5		
# 20	0.841	6.00	6.2	26.7	73.3
# 40	0.420	6.36	6.5	33.2	66.8
# 60	0.250	5.21	5.3	38.6	61.4
# 140	0.105	8.00	8.2	46.8	53.2
# 200	0.074	2.43	2.5	49.3	50.7
Fundo		49.41	50.7	100.0	0.0
Total Fracção Fina		77.41	79.5		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Lúdia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
 Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

Isá Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Obra **ENSAIOS DE LABORATÓRIO**

Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

**Processo Obra: G-1151-24**

Cliente **CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.09.06

**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EMISSÃO :** 2024.09.09

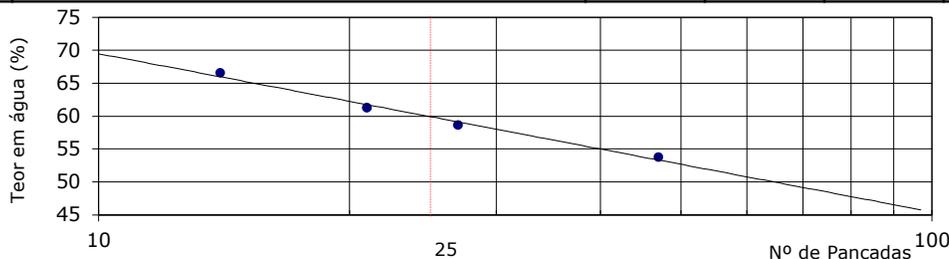
Amostra **DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P14 (0.80-1.20 m)

**AMOSTRA :** **0441/24**

**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**DATA RECEPÇÃO :** 2024.09.03

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	17.45	17.47	16.99	17.40
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	21.23	22.21	21.13	22.92
	Peso da cápsula + solo seco (g)	19.72	20.41	19.60	20.99
	Peso da água (g)	1.51	1.80	1.53	1.93
	Peso do solo seco (g)	2.27	2.94	2.61	3.59
	Teor em água (%)	66.5	61.2	58.6	53.8
	N.º de pancadas	14	21	27	47



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	4.53	12.55	12.82	14.43
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	5.51	13.54	13.70	15.55
	Peso da cápsula + solo seco (g)	5.25	13.27	13.46	15.25
	Peso da água (g)	0.26	0.27	0.24	0.30
	Peso do solo seco (g)	0.72	0.72	0.64	0.82
	Teor em água (%)	36.11	37.50	37.50	36.59
Valor Médio (%)	37				

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio (%)	--				

**RESUMO**    **LL = 60 %**    **LP = 37 %**    **IP = 23 %**    **LR = --**

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

Realizado por: Lúdia

Aprovado por:

Assinatura Digital  
Data: 240920

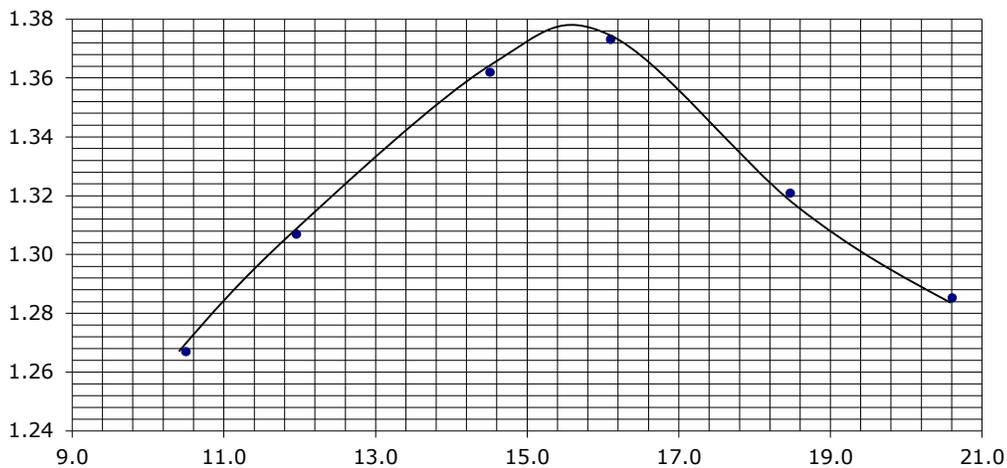
O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.11
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.12
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P14 (0.80-1.20 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0441/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Compactação Leve em Molde Grande														
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	--
Peso molde (g)	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	--
Peso molde + solo húm (g)	5635	5768	5971	6044	5982	5951	5982	5951	5982	5951	5982	5951	5982	--
Peso solo húmido (g)	2947	3080	3283	3356	3294	3263	3294	3263	3294	3263	3294	3263	3294	--
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.40	1.46	1.56	1.59	1.56	1.55	1.56	1.55	1.56	1.55	1.56	1.55	1.56	--
Cápsula nº	367	368	161	599	163	199	222	244	191	230	140	188	--	--
Peso cápsula (g)	31.88	37.75	29.53	36.69	29.27	33.46	36.02	21.41	33.54	20.82	29.49	36.25	--	--
Peso cáp. + solo húmid (g)	191.47	237.60	155.68	216.49	162.61	152.37	214.63	168.69	200.79	184.77	177.66	195.88	--	--
Peso cáp. com solo secc (g)	176.19	218.75	142.32	197.12	145.59	137.41	189.73	148.37	174.65	159.27	152.39	168.55	--	--
Peso água (g)	15.28	18.85	13.36	19.37	17.02	14.96	24.90	20.32	26.14	25.50	25.27	27.33	--	--
Peso solo seco (g)	144.31	181.00	112.79	160.43	116.32	103.95	153.71	126.96	141.11	138.45	122.90	132.30	--	--
Teor em água (%)	10.6	10.4	11.8	12.1	14.6	14.4	16.2	16.0	18.5	18.4	20.6	20.7	--	--
Teor em água (média) (%)	10.5	10.4	11.8	12.1	14.6	14.4	16.2	16.0	18.5	18.4	20.6	20.7	--	--
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.27	1.31	1.36	1.37	1.36	1.37	1.32	1.29	1.32	1.29	1.32	1.29	--	--



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.38</b>
Teor em Água Ótimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>15.6</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**

 Assinatura Digital  
 Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

## QUADRO RESUMO SOLOS

Nº G-1151-24/0442/24/QRSL/REV.01

<b>Obra</b>	<b>ENSAIOS DE LABORATÓRIO</b> Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P15 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0442/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.	
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	GP-GM Cascalho mal graduado com silte e areia	--	
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-1-a (0)	--	
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração ( % Total Passada )		
		3/4"	71.6	%
		# 4	37.0	%
		# 10	26.9	%
		# 40	15.6	%
		# 200	7.7	%
		Sedimentação	--	%
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	NP	NP	%
Índice de Plasticidade		NP	%	
Limite de Retracção		--	%	
Teor em Água	NP 84:1965	26.3	%	
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%	
Equivalente de Areia	--	--	%	
Azul de metileno	--	--	--	
Massa Volúmica das Partículas Secas	--	--	g/cm <sup>3</sup>	
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>	
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--	
Ensaio de Compactação Compactação Leve em Molde Grande	$\gamma_{d\text{máx}}$ $W_{\text{opt}}$	LNEC E 197:1966	1.32	g/cm <sup>3</sup>
			18.6	%
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%	
95% de Comp. Relativa	Expansibilidade	--	%	
Ensaio de permeabilidade		--	cm/s	
		--	m/s	
Ensaio de Corte Directo Consolidado Não Drenado	c	PSL.14 ( baseado na UNE 103401:1998 )	(G)	--
	$\phi$		(G)	--
Ensaio de compress. Uniaxial	E	--	--	
	$\sigma_{\text{rot}}$	--	--	
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--	
--	--	--	--	
--	--	--	--	

OBSERVAÇÕES : Este Quadro Resumo Complementa o emitido em 2024.09.20.

NP - Não Plástico (G) - Ver gráfico em anexo

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Aprovado por:

Assinatura Digital  
Data: 241011

O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.03
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.10
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	256	292	360
Peso do recipiente	(g)	36.78	35.83	36.87
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	238.62	242.96	216.34
Peso do recipiente + solo seco	(g)	196.31	199.02	179.91
Peso da água	(g)	42.31	43.94	36.43
Peso do solo seco	(g)	159.53	163.19	143.04
Teor em água	(%)	26.52	26.93	25.47
<b>VALOR MÉDIO (%)</b>		<b>26.3</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lidia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

 Assinatura Digital  
 Data: 240920

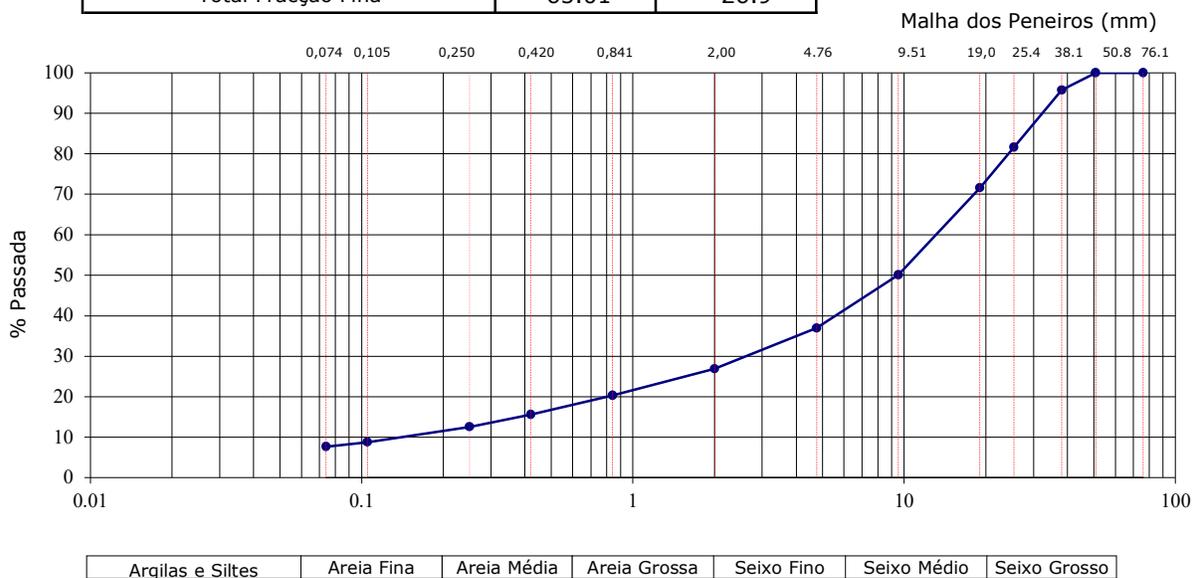
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.10
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Peso total amostra (g)	8236.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	65.01
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	349.1	4.2	4.2	95.8
1"	25.40	1162.1	14.1	18.3	81.7
3/4"	19.00	831.2	10.1	28.4	71.6
3/8"	9.51	1771.0	21.5	49.9	50.1
# 4	4.76	1078.3	13.1	63.0	37.0
# 10	2.00	831.1	10.1	73.1	26.9
Total Fracção Grossa		6022.8	73.1		
# 20	0.841	15.91	6.6	79.7	20.3
# 40	0.420	11.43	4.7	84.4	15.6
# 60	0.250	7.24	3.0	87.4	12.6
# 140	0.105	9.20	3.8	91.2	8.8
# 200	0.074	2.65	1.1	92.3	7.7
Fundo		18.58	7.7	100.0	0.0
Total Fracção Fina		65.01	26.9		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

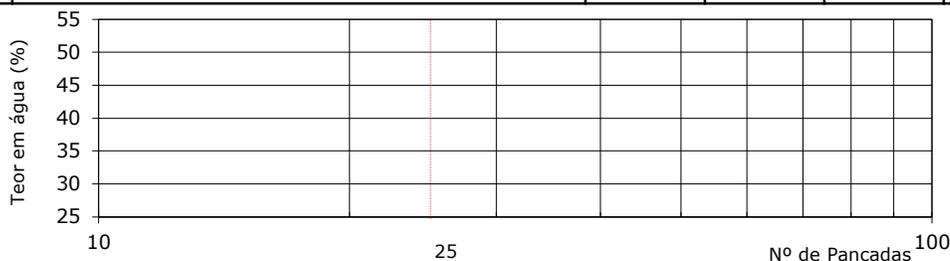
**Assinatura Digital**  
 Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso da cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Peso da água (g)	--	--	--	--
	Peso do solo seco (g)	--	--	--	--
	Teor em água (%)	--	--	--	--
	N.º de pancadas	--	--	--	--



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso da cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Peso da água (g)	--	--	--	--
	Peso do solo seco (g)	--	--	--	--
	Teor em água (%)	--	--	--	--
	Valor Médio (%)	--			

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
	Valor Médio (%)	--			

<b>RESUMO</b>	<b>LL = NP</b>	<b>LP = NP</b>	<b>IP = NP</b>	<b>LR = --</b>
---------------	----------------	----------------	----------------	----------------

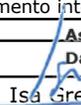
NP - Não Plástico

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

Realizado por: Lúdia

 Aprovado por: 

Assinatura Digital

Data: 240920

 O Responsável Técnico pelo Laboratório:  Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1



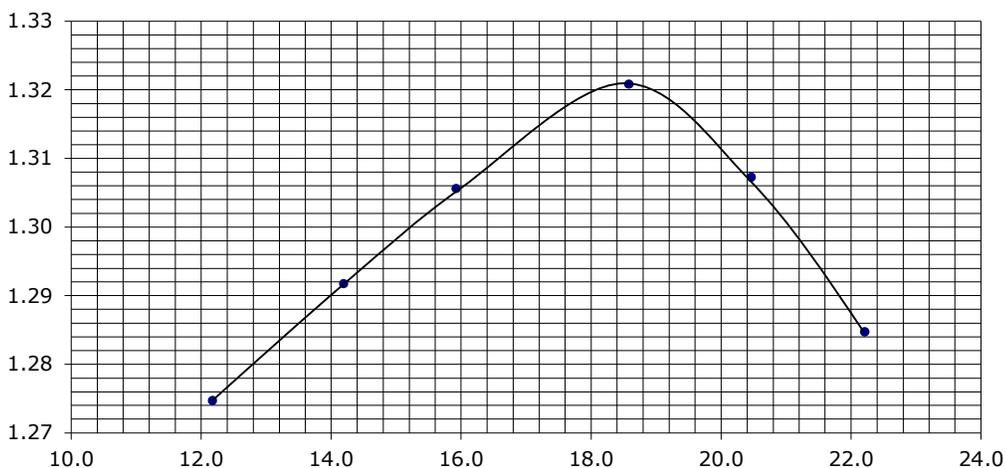
Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**  
( LNEC E 197:1966 )

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0442/24/SL07/REV.00

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.12
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.16
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

	2105		2105		2105		2105		2105		2105		--	
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105		2105		2105		2105		2105		2105		--	
Peso molde (g)	2688		2688		2688		2688		2688		2688		--	
Peso molde + solo húm (g)	5698	5793	5874	5985	6003	5993	--							
Peso solo húmido (g)	3010	3105	3186	3297	3315	3305	--							
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.43	1.48	1.51	1.57	1.57	1.57	--							
Cápsula nº	266	312	260	356	315	373	308	333	241	339	321	330	--	
Peso cápsula (g)	36.12	37.48	37.20	37.82	37.01	34.56	35.34	35.55	21.53	36.38	34.98	37.24	--	
Peso cáp. + solo húmid (g)	254.98	234.75	208.06	207.98	224.21	242.33	212.95	235.36	188.85	213.11	213.99	215.89	--	
Peso cáp. com solo secc (g)	231.33	213.24	187.00	186.66	198.43	213.86	185.39	203.74	160.58	182.92	181.68	183.20	--	
Peso água (g)	23.65	21.51	21.06	21.32	25.78	28.47	27.56	31.62	28.27	30.19	32.31	32.69	--	
Peso solo seco (g)	195.21	175.76	149.80	148.84	161.42	179.30	150.05	168.19	139.05	146.54	146.70	145.96	--	
Teor em água (%)	12.1	12.2	14.1	14.3	16.0	15.9	18.4	18.8	20.3	20.6	22.0	22.4	--	
Teor em água (média) (%)	12.2		14.2		15.9		18.6		20.5		22.2		--	
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.27		1.29		1.31		1.32		1.31		1.28		--	



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.32</b>
Teor em Água Ótimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>18.6</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	Processo Obra: <b>G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	CLIENTE : GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	DATA EXECUÇÃO : 2024.10.02
	MORADA : R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	DATA EMISSÃO : 2024.10.09
Amostra	DESIGNAÇÃO / LOCAL* : P15 (1.00-1.50 m)	AMOSTRA : <b>0442/24</b>
	COLHEITA* : CLIENTE MAT./TIPO : SOLO / REMEXIDA	DATA RECEPÇÃO : 2024.09.03

**CORTE TIPO CONSOLIDADO NÃO DRENADO (CU)**

Proвете		1	2	3	4
Área	(cm <sup>2</sup> )	28.37	28.37	28.37	--
Volume	(cm <sup>3</sup> )	54.75	55.32	55.61	--
Baridade húmida	(g/cm <sup>3</sup> )	1.49	1.48	1.47	--
Teor em água inicial	(%)	23.3	23.5	24.2	--
Baridade seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.21	1.19	1.18	--
Teor em água final	(%)	46.7	47.4	45.5	--
Tensão de consolidação	(kPa)	50	100	200	
Assentamento total	(mm)	0.75	0.77	1.48	--
Tensão vertical	(kPa)	50	100	200	--
Tensão de corte	(kPa)	32	62	120	--
Velocidade de corte	(mm/min)	0.400	0.400	0.400	--
Tempo de corte	(s)	675	300	450	--
Deslocamento de corte	(mm)	4.5	2.0	3.0	--

 OBSERVAÇÕES : Provetes moldados a 95 % do valor do Proctor Normal.

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

Realizado por: Anabela

Aprovado por:

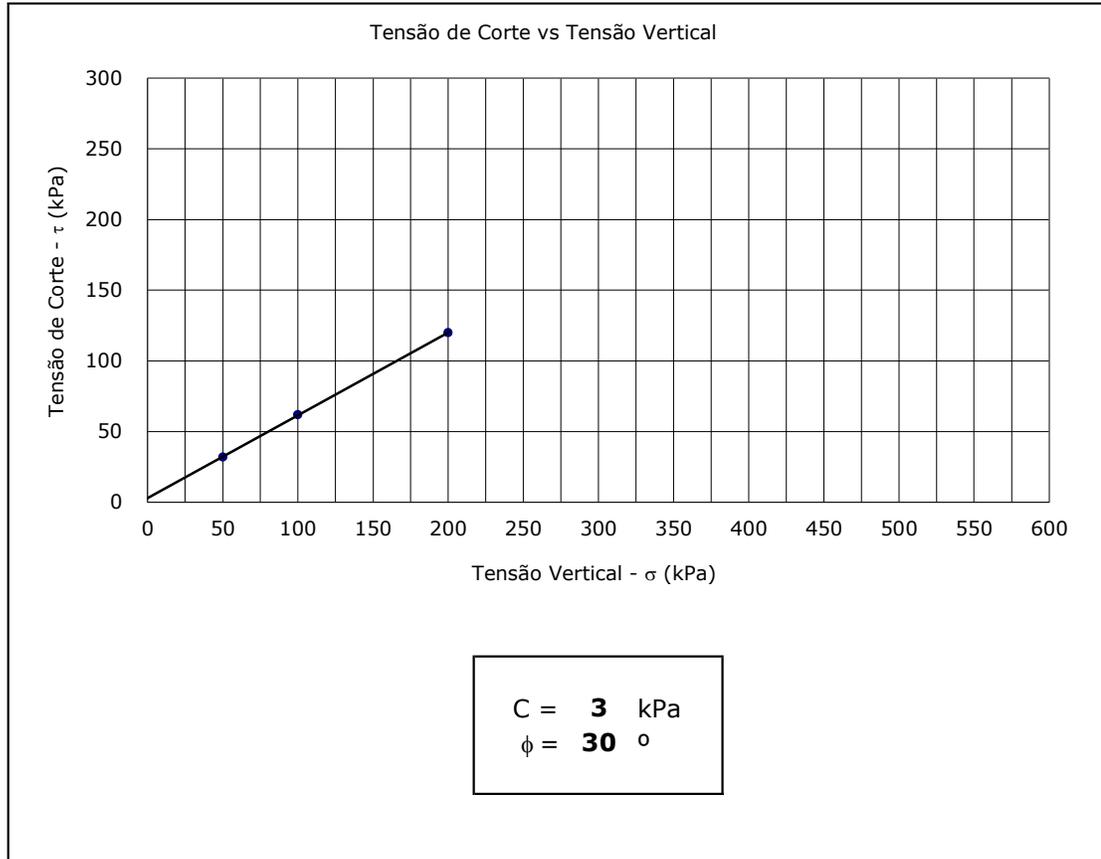
 Assinatura Digital  
 Data: 24/10/24

O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.02 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**CORTE TIPO: CONSOLIDADO, NÃO DRENADO (CU)**

 OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

 Assinatura Digital  
 Data: 24/10/24

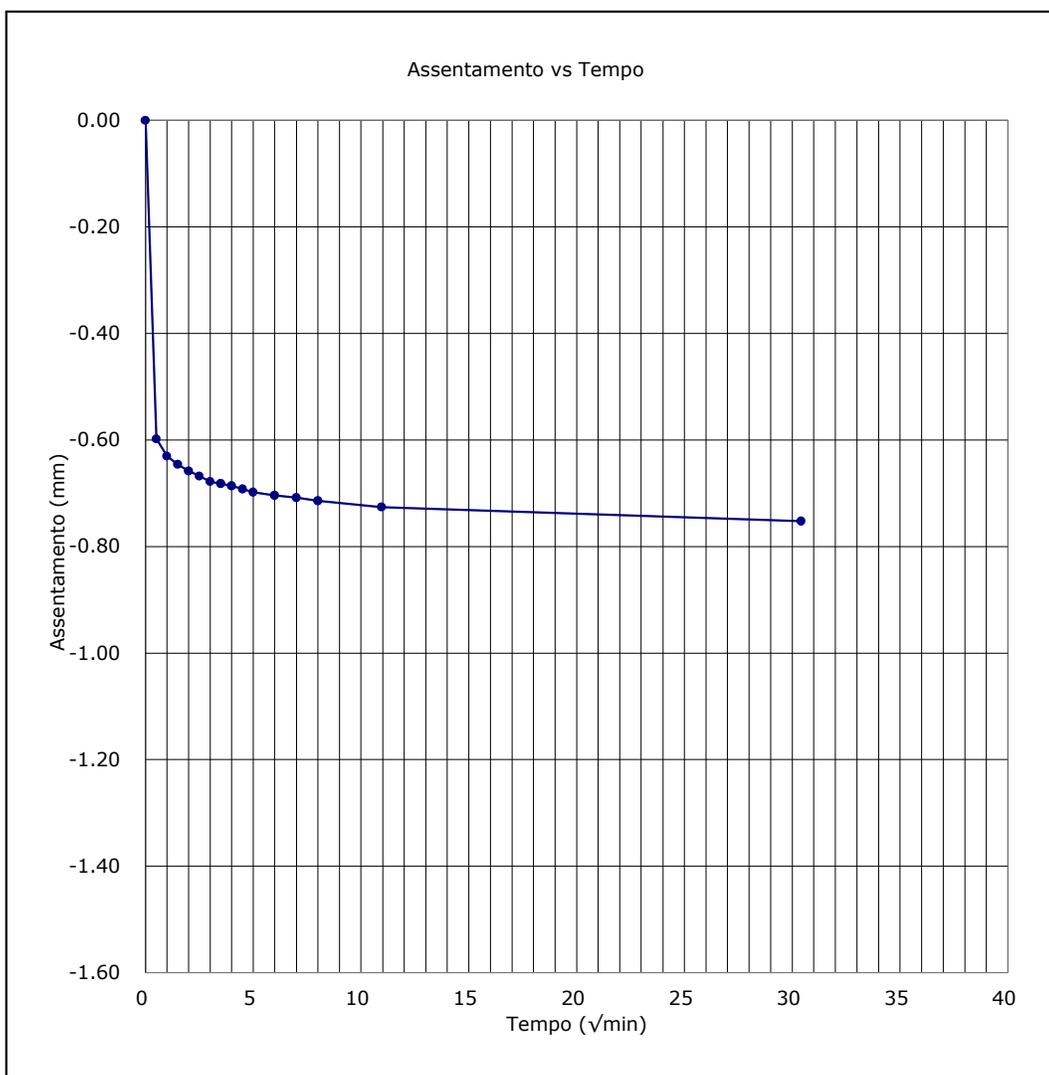
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 2/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.02
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**PROVETE 1 - CONSOLIDAÇÃO**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

 Assinatura Digital  
 Data: 24/10/24

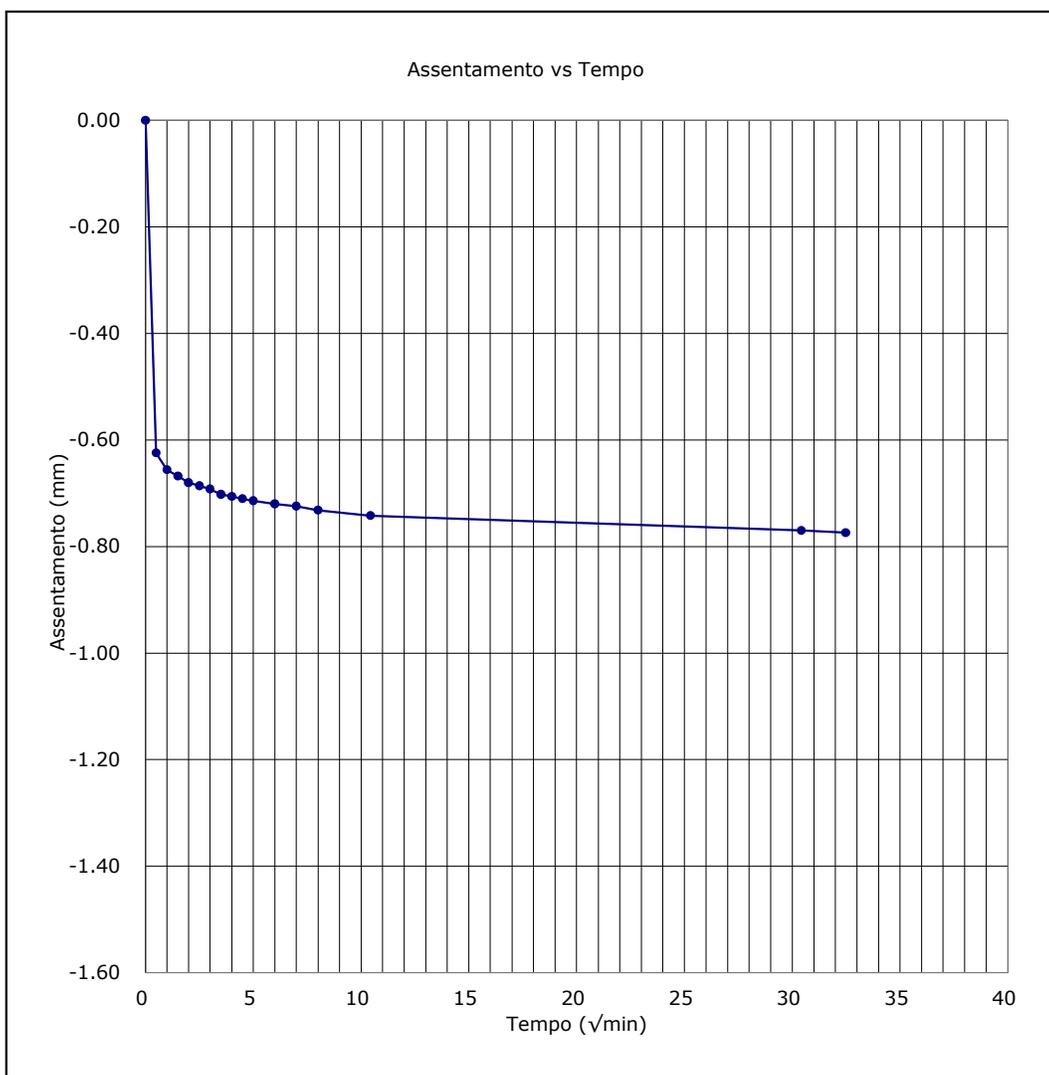
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 3/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.02
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**PROVETE 2 - CONSOLIDAÇÃO**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

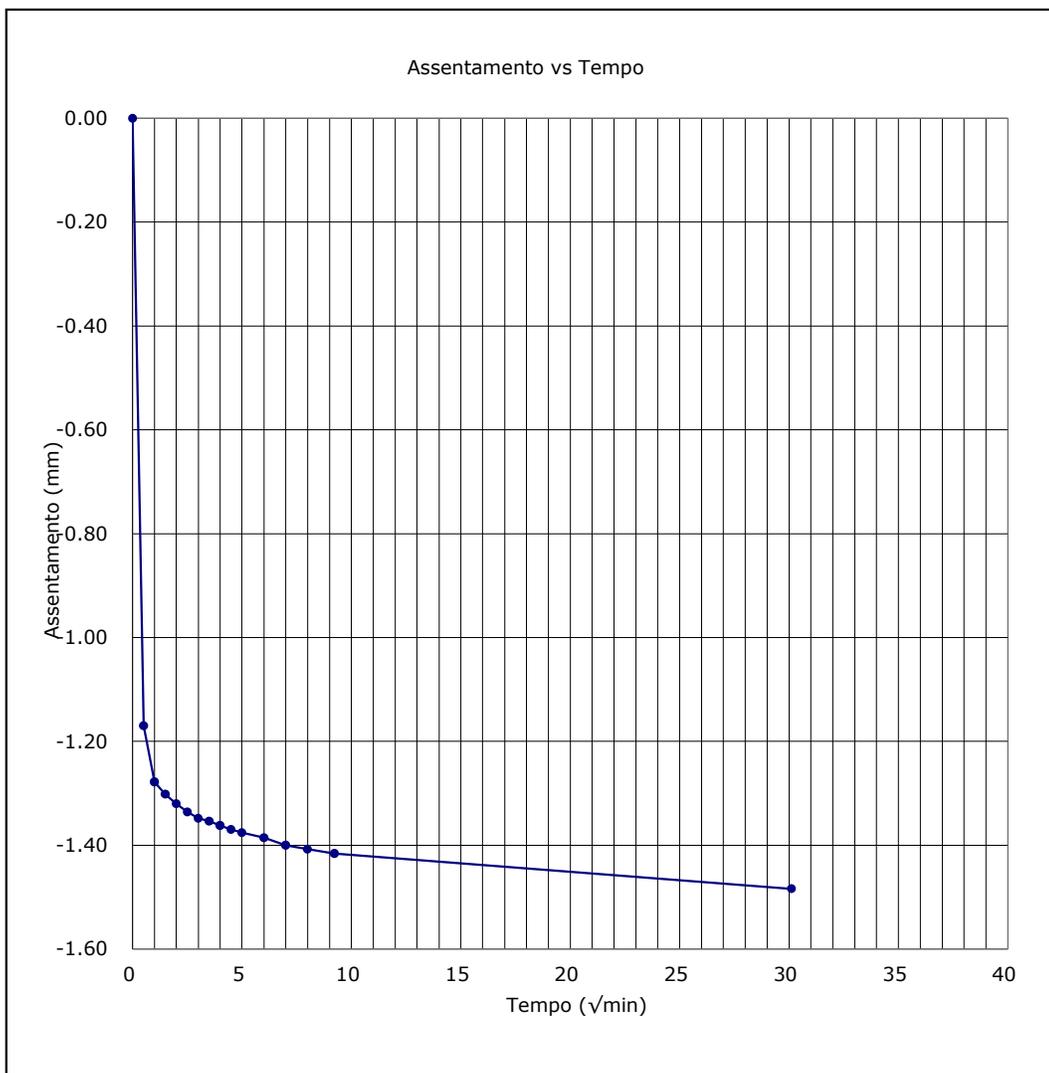
 Assinatura Digital  
 Data: 241011

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 4/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.02
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**PROVETE 3 - CONSOLIDAÇÃO**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela

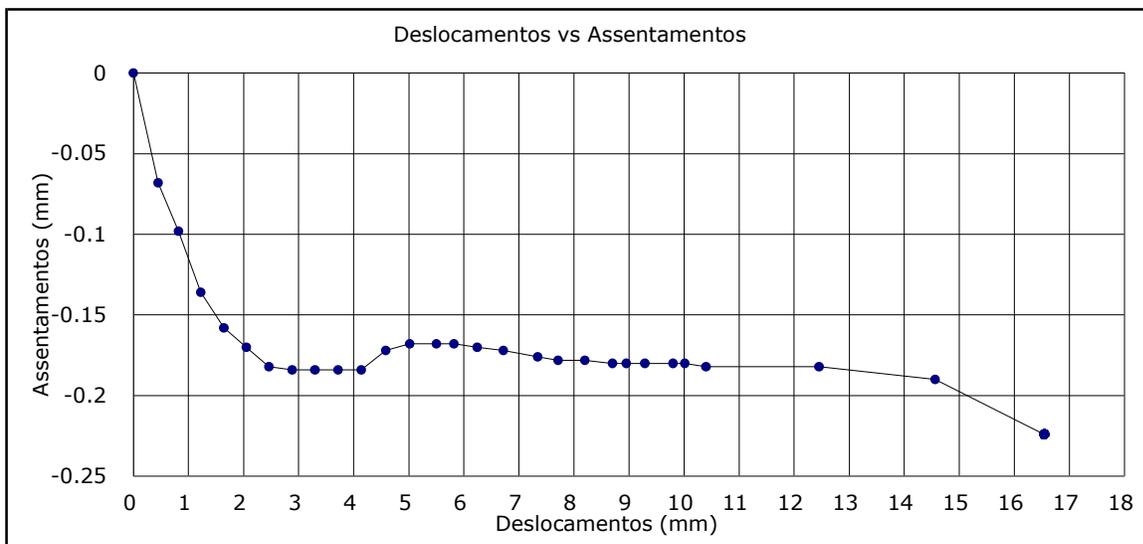
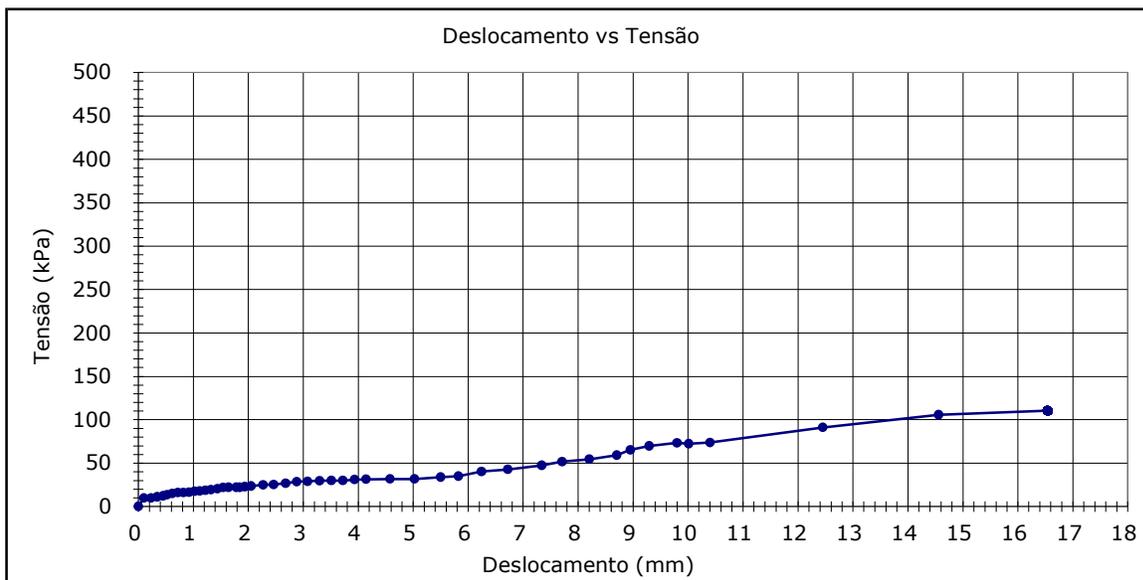
**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

 Assinatura Digital  
 Data: 241011

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 5/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	Processo Obra: <b>G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.02
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> 0442/24
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**PROVETE 1 - CORTE**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

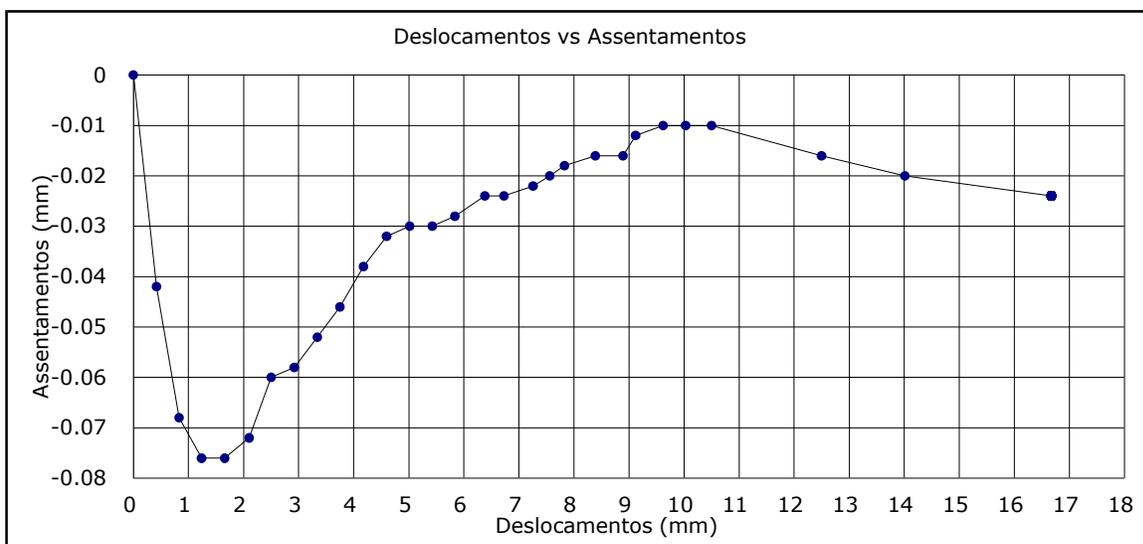
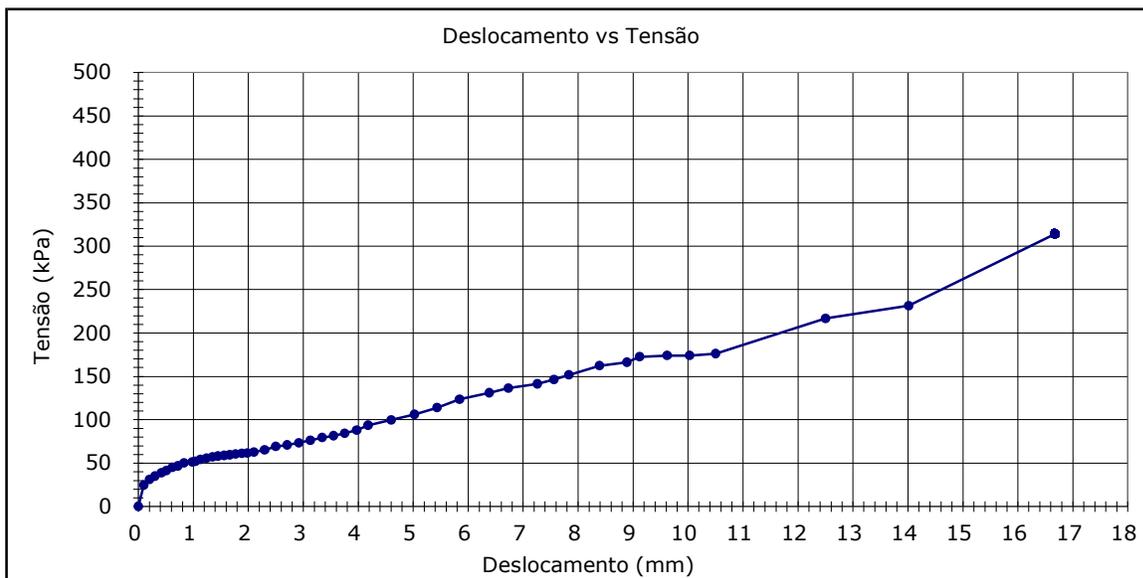
**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

 Assinatura Digital  
 Data: 24/10/24  
 Isa Gregório (Eng.)

Pág. 6/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	Processo Obra: <b>G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.02
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> 0442/24
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**PROVETE 2 - CORTE**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

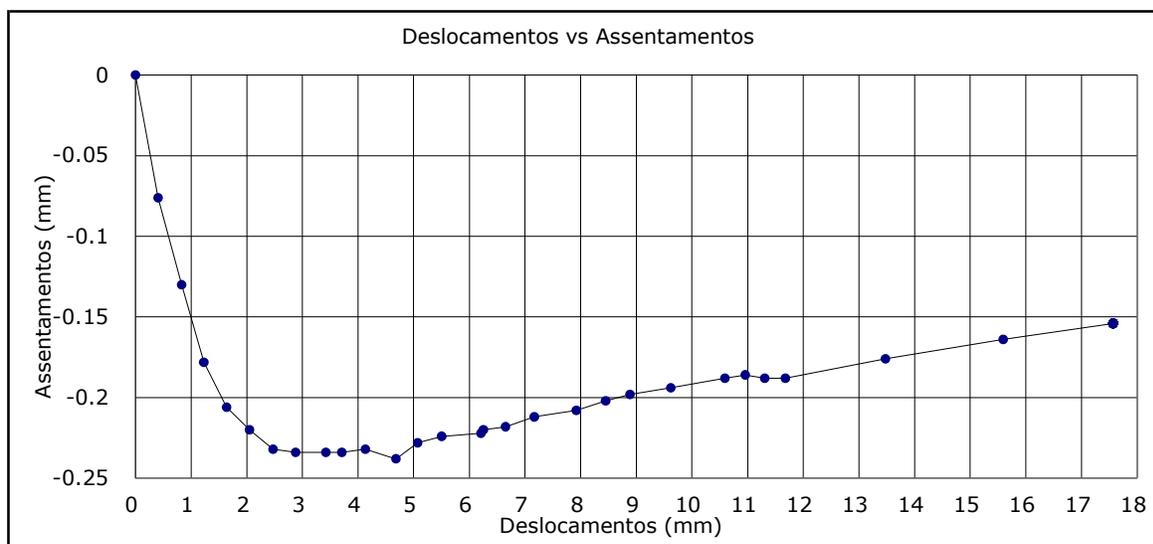
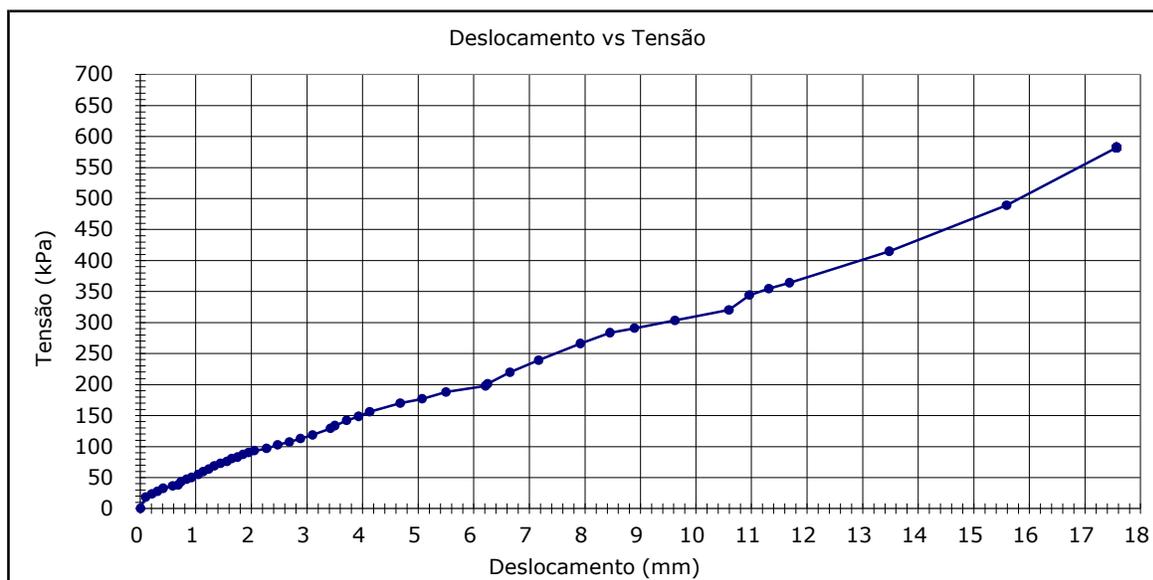
a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**
  
 Assinatura Digital  
 Data: 241011  
 Isa Gregório (Eng.)

Pág. 7/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	Processo Obra: <b>G-1151-24</b>
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.02 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P15 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0442/24</b> <b>DATA RECEÇÃO :</b> 2024.09.03

**PROVETE 3 - CORTE**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

Realizado por: Anabela

Aprovado por:

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

 Assinatura Digital  
 Data: 24/10/24  
 Isa Gregório (Eng.)

Pág. 8/8



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

### QUADRO RESUMO SOLOS

Nº G-1151-24/0443/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.11
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P16 (0.50-1.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0443/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	GM Casalho siltoso com areia	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-2-7 (0)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração	
		3/4"	75.1 %
		# 4	43.3 %
		( % Total	
		# 10	33.8 %
Passada )			
# 40	20.2 %		
# 200	11.9 %		
Sedimentação	--	%	
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	56	42 %
Índice de Plasticidade		14	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	--	--	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica	--	--	g/cm <sup>3</sup>
das Partículas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Secas	< #4	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação	$\gamma_{d_{máx}}$	--	g/cm <sup>3</sup>
	$W_{opt}$	--	%
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa	Expansibilidade	--	%
Ensaio de permeabilidade		--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	c	--	--
	$\phi$	--	--
Ensaio de compress. Uniaxial	E	--	--
	$\sigma_{rot}$	--	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

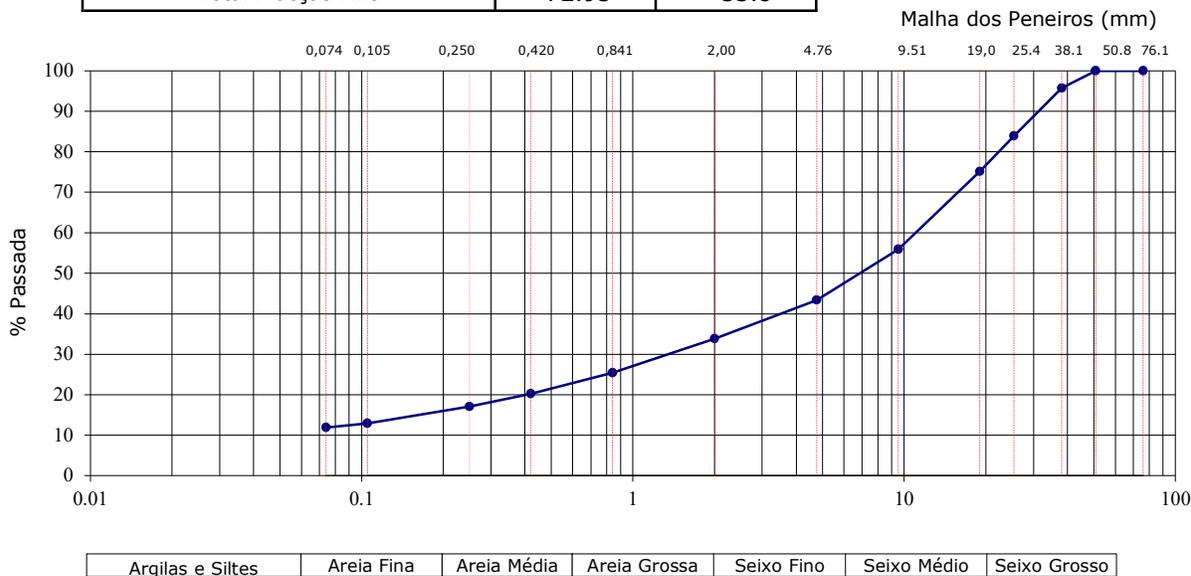
<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b> Data: 240920	Pág. 1/1
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Isabel Gregório (Eng.)	

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.10
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P16 (0.50-1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0443/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Peso total amostra (g)	9601.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	72.93
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	411.5	4.3	4.3	95.7
1"	25.40	1134.8	11.8	16.1	83.9
3/4"	19.00	840.6	8.8	24.9	75.1
3/8"	9.51	1846.3	19.2	44.1	55.9
# 4	4.76	1207.2	12.6	56.7	43.3
# 10	2.00	914.6	9.5	66.2	33.8
Total Fracção Grossa		6355.0	66.2		
# 20	0.841	18.13	8.4	74.6	25.4
# 40	0.420	11.20	5.2	79.8	20.2
# 60	0.250	6.79	3.1	82.9	17.1
# 140	0.105	8.89	4.1	87.1	12.9
# 200	0.074	2.30	1.1	88.1	11.9
Fundo		25.62	11.9	100.0	0.0
Total Fracção Fina		72.93	33.8		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Realizado por: Lídia

Aprovado por: \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
 Data: 240920

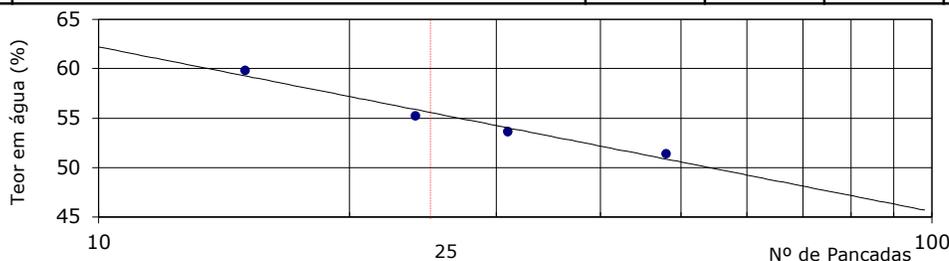
O Responsável Técnico pelo Laboratório: \_\_\_\_\_

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.09
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P16 (0.50-1.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0443/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	17.47	18.66	17.34	17.39
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	22.28	23.13	23.70	23.52
	Peso da cápsula + solo seco (g)	20.48	21.54	21.48	21.44
	Peso da água (g)	1.80	1.59	2.22	2.08
	Peso do solo seco (g)	3.01	2.88	4.14	4.05
	Teor em água (%)	59.8	55.2	53.6	51.4
	N.º de pancadas	15	24	31	48



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	17.34	17.41	18.82	17.58
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	18.26	18.40	19.74	18.56
	Peso da cápsula + solo seco (g)	17.99	18.11	19.47	18.27
	Peso da água (g)	0.27	0.29	0.27	0.29
	Peso do solo seco (g)	0.65	0.70	0.65	0.69
	Teor em água (%)	41.54	41.43	41.54	42.03
Valor Médio	42				

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio	--				

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 56 %</b>	<b>LP = 42 %</b>	<b>IP = 14 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Lúdia

**Aprovado por:**

Assinatura Digital

Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**QUADRO RESUMO SOLOS**

Nº G-1151-24/0444/24/QRSL/REV.01

<b>Obra</b>	<b>ENSAIOS DE LABORATÓRIO</b> Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P17 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	GM Cascalho siltooso com areia	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-7-5 (4)	--
Análise Granulométrica	PSL.03 (Procedimento interno baseado na especificação LNEC E-196:1966)	Peneiração ( % Total Passada )	
		3/4"	86.6 %
		# 4	59.8 %
		# 10	49.7 %
		# 40	48.0 %
		# 200	42.0 %
		Sedimentação	(G) %
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	53	35 %
Índice de Plasticidade		18	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	NP 84:1965	17.6	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica das Partículas Secas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	NP 83:1965	2.69	--
Ensaio de Compactação Compactação Leve em Molde Grande	LNEC E 197:1966	$\gamma_{d\text{máx}}$	1.36 g/cm <sup>3</sup>
		$W_{\text{opt}}$	12.4 %
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa Expansibilidade		--	%
Ensaio de permeabilidade	--	--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo Consolidado Não Drenado	PSL.14 ( baseado na UNE 103401:1998 )	c	(G) --
		$\phi$	(G) --
Ensaio de compress. Uniaxial	--	E	--
		$\sigma_{\text{rot}}$	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : Este Quadro Resumo substitui o emitido em 2024.09.26.

(G) - Ver gráfico em anexo

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

<b>Aprovado por:</b>	 Data: 241011
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Isa Gregório (Eng.)

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.03
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.10
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	222	260	356
Peso do recipiente	(g)	35.97	37.16	37.78
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	202.94	187.88	216.48
Peso do recipiente + solo seco	(g)	177.53	166.77	188.55
Peso da água	(g)	25.41	21.11	27.93
Peso do solo seco	(g)	141.56	129.61	150.77
Teor em água	(%)	17.95	16.29	18.52
<b>VALOR MÉDIO</b> (%)		<b>17.6</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

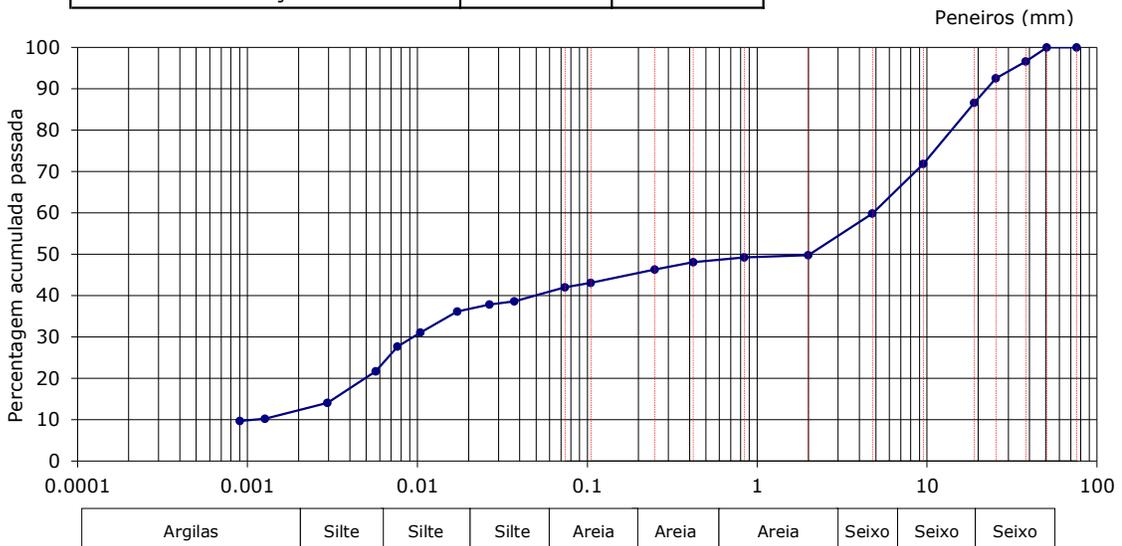
\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Realizado por:</b> Joana/Lidia	<b>Aprovado por:</b> _____	<b>Assinatura Digital</b> Data: 240920
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b> Ilsa Gregório (Eng.)		Pág. 1/1

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.09 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.11
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**DADOS DA PENEIRAÇÃO E RESULTADOS GRÁFICOS**

Peso total amostra (g)	7007.3	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	58.9		
Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	237.2	3.4	3.4	96.6
1"	25.40	288.4	4.1	7.5	92.5
3/4"	19.00	412.2	5.9	13.4	86.6
3/8"	9.51	1032.2	14.7	28.1	71.9
# 4	4.76	847.2	12.1	40.2	59.8
# 10	2.00	706.6	10.1	50.3	49.7
Total Fracção Grossa		3523.8	50.3		
# 20	0.841	0.53	0.4	50.7	49.3
# 40	0.420	1.47	1.2	52.0	48.0
# 60	0.250	2.03	1.7	53.7	46.3
# 140	0.105	3.80	3.2	56.9	43.1
# 200	0.074	1.27	1.1	58.0	42.0
Fundo		49.77	42.0	100.0	0.0
Total Fracção Fina		58.87	49.7		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

(a) - Procedimento interno baseado na especificação LNEC E-196:1966

**Realizado por:** Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

**Assinatura-Digital**  
**Data: 240920**
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

J. Gregório (Eng.)

Pág. 1/2

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra:</b> G-1151-24
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.09 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.11
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P17 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0444/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**DADOS DA SEDIMENTAÇÃO**

Nº Proveta		1
Nº Densímetro		152H-996256
Correcção do menisco	$C_M$	1.2
Antifloculante		Hexametáfosfato de sódio
Correcção do antifloculante	$C_A$	4.0
Densidade das Partículas	$G^{(1)}$	2.69
Factor corr. densid. partículas	A	0.9911
Temperatura média do ensaio	T	23.2
Factor f(G,T)	K	0.013010
Provete seco após pré-tratamento (g)		58.87

(1) - Valor da densidade das partículas determinado por ensaio - ver boletim anexo ao processo.

**CÁLCULOS**

Tempo	Temperat	Corr Temp	Leit Densím	Z	Zt	Leit Corr	Diâm	nD	ND
min	°C	$C_T$	$L_S$	cm	cm/min	$L_C$	mm	%	%
1	23.9	0.97	48.0	8.225	8.2246	46.17	0.0373	77.73	38.6
2	23.9	0.97	47.0	8.389	4.1947	45.17	0.0266	76.04	37.8
5	23.9	0.97	45.0	8.719	1.7438	43.17	0.0172	72.68	36.1
15	23.7	0.91	39.0	9.708	0.6472	37.11	0.0105	62.47	31.1
30	23.6	0.88	35.0	10.367	0.3456	33.08	0.0076	55.69	27.7
60	23.2	0.76	28.0	11.521	0.1920	25.96	0.0057	43.70	21.7
250	22.7	0.61	19.0	13.004	0.0520	16.81	0.0030	28.30	14.1
1440	22.2	0.46	14.5	13.745	0.0095	12.16	0.0013	20.47	10.2
2880	21.9	0.38	14.0	13.828	0.0048	11.58	0.0009	19.49	9.7

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

(a) - Procedimento interno baseado na especificação LNEC E-196:1966

Realizado por: Lídia

Aprovado por: \_\_\_\_\_

Assinatura Digital

Data: 240920

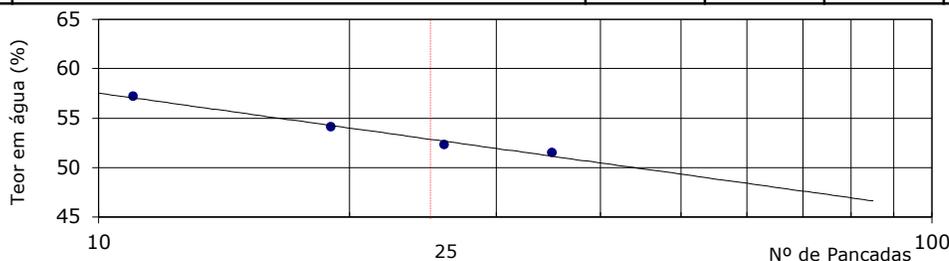
O Responsável Técnico pelo Laboratório: \_\_\_\_\_

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 2/2

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.09
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.10
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	24.36	23.67	23.68	24.17
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	27.85	27.97	28.66	29.29
	Peso da cápsula + solo seco (g)	26.58	26.46	26.95	27.55
	Peso da água (g)	1.27	1.51	1.71	1.74
	Peso do solo seco (g)	2.22	2.79	3.27	3.38
	Teor em água (%)	57.2	54.1	52.3	51.5
	N.º de pancadas	11	19	26	35



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	14.14	14.56	14.33	14.38
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	15.04	15.48	15.17	15.31
	Peso da cápsula + solo seco (g)	14.81	15.24	14.95	15.07
	Peso da água (g)	0.23	0.24	0.22	0.24
	Peso do solo seco (g)	0.67	0.68	0.62	0.69
	Teor em água (%)	34.33	35.29	35.48	34.78
	Valor Médio (%)	35			

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
	Valor Médio (%)	--			

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 53 %</b>	<b>LP = 35 %</b>	<b>IP = 18 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

Realizado por: Lúdia

Aprovado por:

 Assinatura-Digital  
 Data: 240920

O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



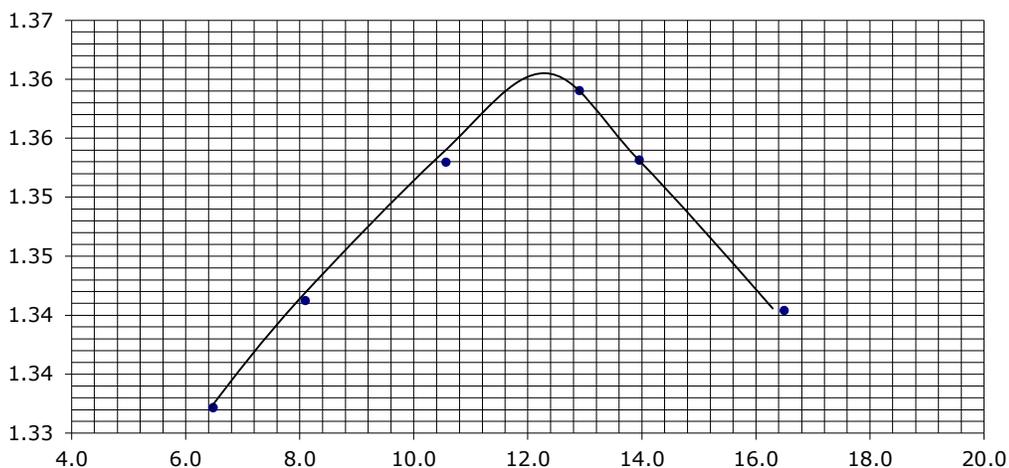
Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**  
( LNEC E 197:1966 )

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0444/24/SL07/REV.00

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.13
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.16
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Compactação Leve em Molde Grande														
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105		2105		2105		2105		2105		2105		--	
Peso molde (g)	2688		2688		2688		2688		2688		2688		--	
Peso molde + solo húm (g)	5674	5740	5837	5918	5934	5975	--							
Peso solo húmido (g)	2986	3052	3149	3230	3246	3287	--							
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.42	1.45	1.50	1.53	1.54	1.56	--							
Cápsula nº	231	344	202	238	293	366	279	287	307	332	233	276	--	--
Peso cápsula (g)	36.01	35.54	36.18	20.91	35.47	35.66	35.94	35.67	35.76	35.60	21.25	35.77	--	--
Peso cáp. + solo húmid (g)	200.12	212.34	207.72	205.44	222.31	204.14	212.22	217.73	193.47	204.71	181.31	195.34	--	--
Peso cáp. com solo secc (g)	190.18	201.52	194.58	191.92	205.12	187.44	192.32	196.66	174.01	184.15	158.73	172.66	--	--
Peso água (g)	9.94	10.82	13.14	13.52	17.19	16.70	19.90	21.07	19.46	20.56	22.58	22.68	--	--
Peso solo seco (g)	154.17	165.98	158.40	171.01	169.65	151.78	156.38	160.99	138.25	148.55	137.48	136.89	--	--
Teor em água (%)	6.4	6.5	8.3	7.9	10.1	11.0	12.7	13.1	14.1	13.8	16.4	16.6	--	--
Teor em água (média) (%)	6.5		8.1		10.6		12.9		14.0		16.5		--	
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.33		1.34		1.35		1.36		1.35		1.34		--	



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.36</b>
Teor em Água Óptimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>12.4</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 241011  
Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente a amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução e apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.09
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.10
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Ensaio		1	2
Picnómetro	nº	14	54
Peso do picnóm. c/ o provete seco	(g)	271.98	296.34
Peso do provete seco	(g)	50.80	56.80
Temperatura do ensaio	(°C)	23	23
Peso picnóm. cheio de água destilada à temp. do ensaio	(g)	802.50	848.65
Peso picnóm. cheio de água dest. c/ prov. á temp. do ensaio	(g)	834.37	884.45
Densidade das partículas à temperatura do ensaio		2.68	2.70
Razão entre densidade da água dest. à temp. do ensaio e a 20 °C		0.9990	0.9990
Densidade das partículas à temp. do ensaio em relação à água dest.		2.68	2.70

VALOR MÉDIO	<b>2.69</b>
-------------	-------------

Amostra com granulometria inferior a 4,76 mm

Ensaio com secagem prévia do provete

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Realizado por:</b> Lúcia	<b>Aprovado por:</b> _____	<b>Assinatura Digital</b> Data: 240920	Pág. 1/1
	<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b> _____	Isa Gregório (Eng.)	



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99  
www.geotest.pt geral@geotest.pt

**ENSAIO DE CORTE DIRECTO**  
(PSL.14)<sup>a</sup>

**BOLETIM DE ENSAIO**

Nº G-1151-24/0444/24/SL14/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra:</b> G-1151-24
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.06 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0444/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**CORTE TIPO CONSOLIDADO NÃO DRENADO (CU)**

Proвете		1	2	3	4
Área	(cm <sup>2</sup> )	28.37	28.37	28.37	--
Volume	(cm <sup>3</sup> )	54.75	55.32	55.61	--
Baridade húmida	(g/cm <sup>3</sup> )	1.43	1.42	1.41	--
Teor em água inicial	(%)	16.1	16.1	14.0	--
Baridade seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.23	1.22	1.24	--
Teor em água final	(%)	45.6	43.8	46.7	--
Tensão de consolidação	(kPa)	50	100	200	
Assentamento total	(mm)	1.74	2.11	2.96	--
Tensão vertical	(kPa)	50	100	200	--
Tensão de corte	(kPa)	27	62	90	--
Velocidade de corte	(mm/min)	0.400	0.400	0.400	--
Tempo de corte	(s)	675	675	525	--
Deslocamento de corte	(mm)	4.5	4.5	3.5	--

OBSERVAÇÕES : Provetes moldados a 95 % do valor do Proctor Normal.

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela Marques

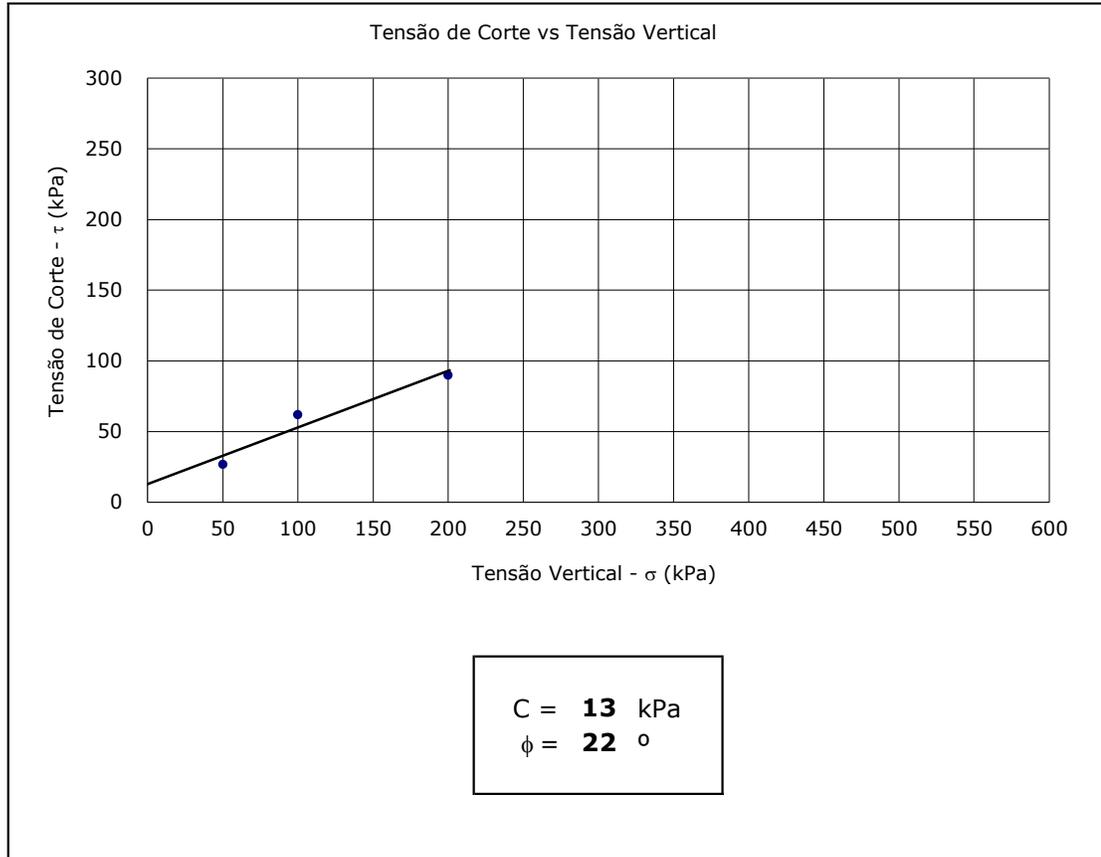
**Aprovado por:**

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Assinatura Digital  
Isa Viegas (Eng.)  
Data: 24/10/24

Pág. 1/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEÇÃO :</b> 2024.09.03

**CORTE TIPO: CONSOLIDADO, NÃO DRENADO (CU)**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela Marques

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

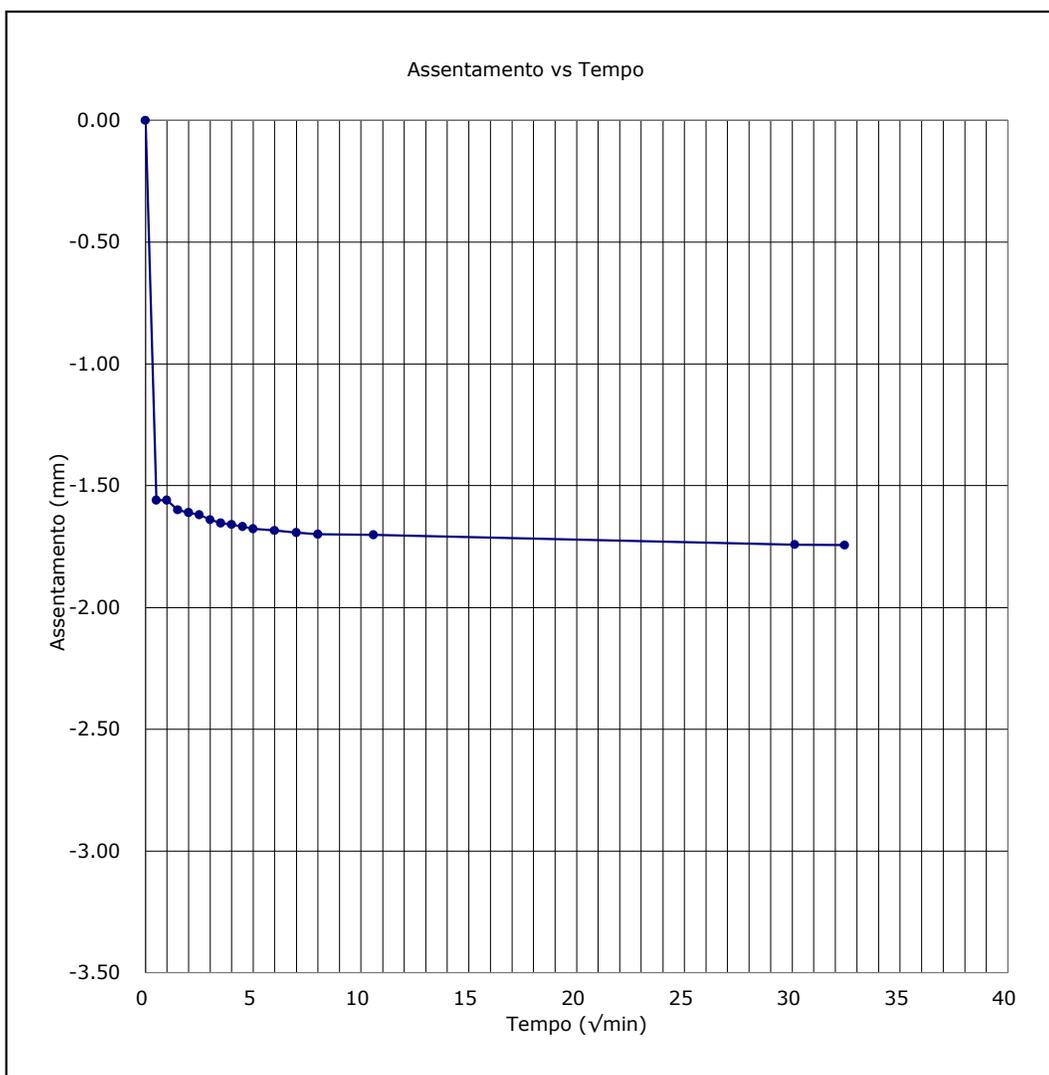
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

 Assinatura Digital  
 Data: 24/10/24

Pág. 2/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**PROVETE 1 - CONSOLIDAÇÃO**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela Marques

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

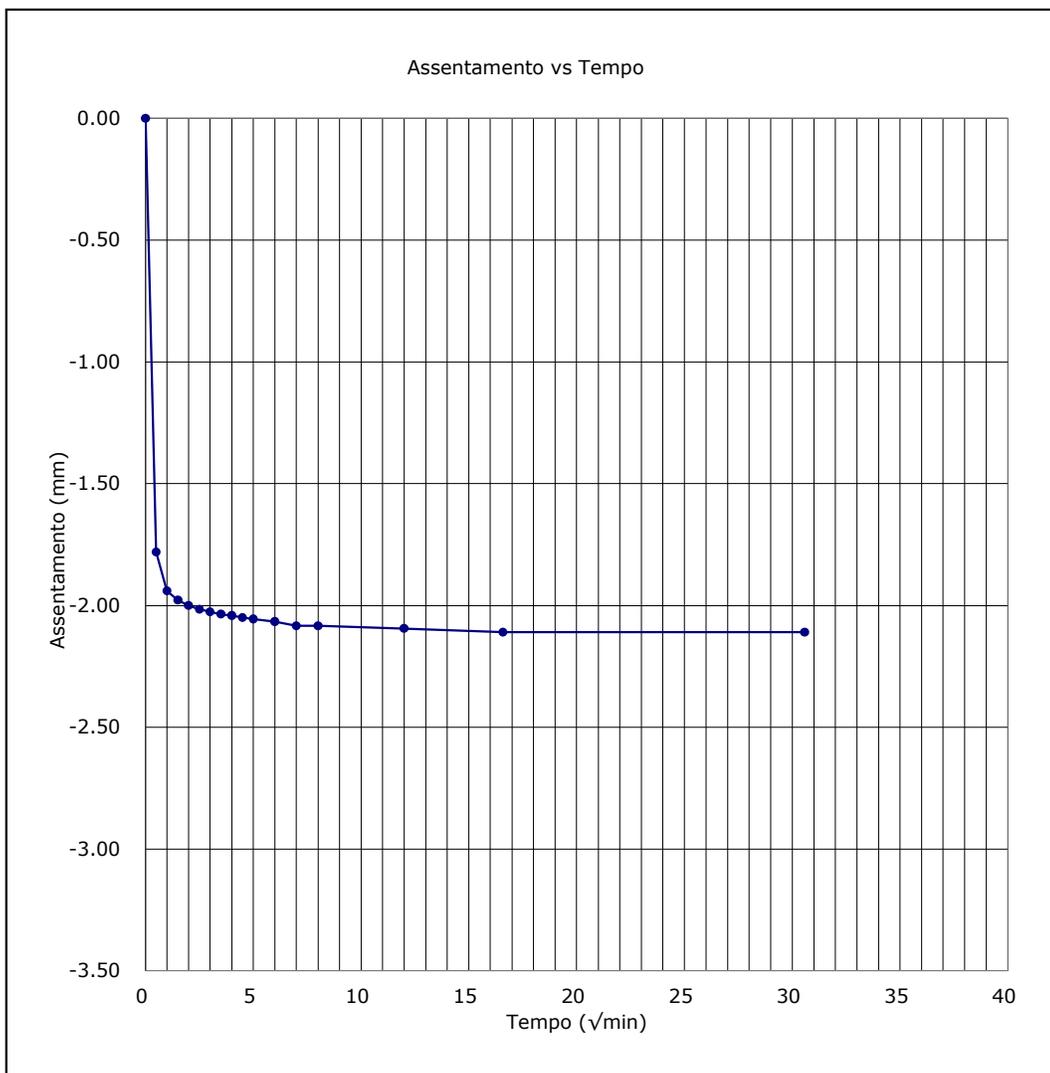
 Assinatura Digital  
 Data: 241011

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**  Isa Gregório (Eng.)

Pág. 3/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> 0444/24
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**PROVETE 2 - CONSOLIDAÇÃO**

**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela Marques

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

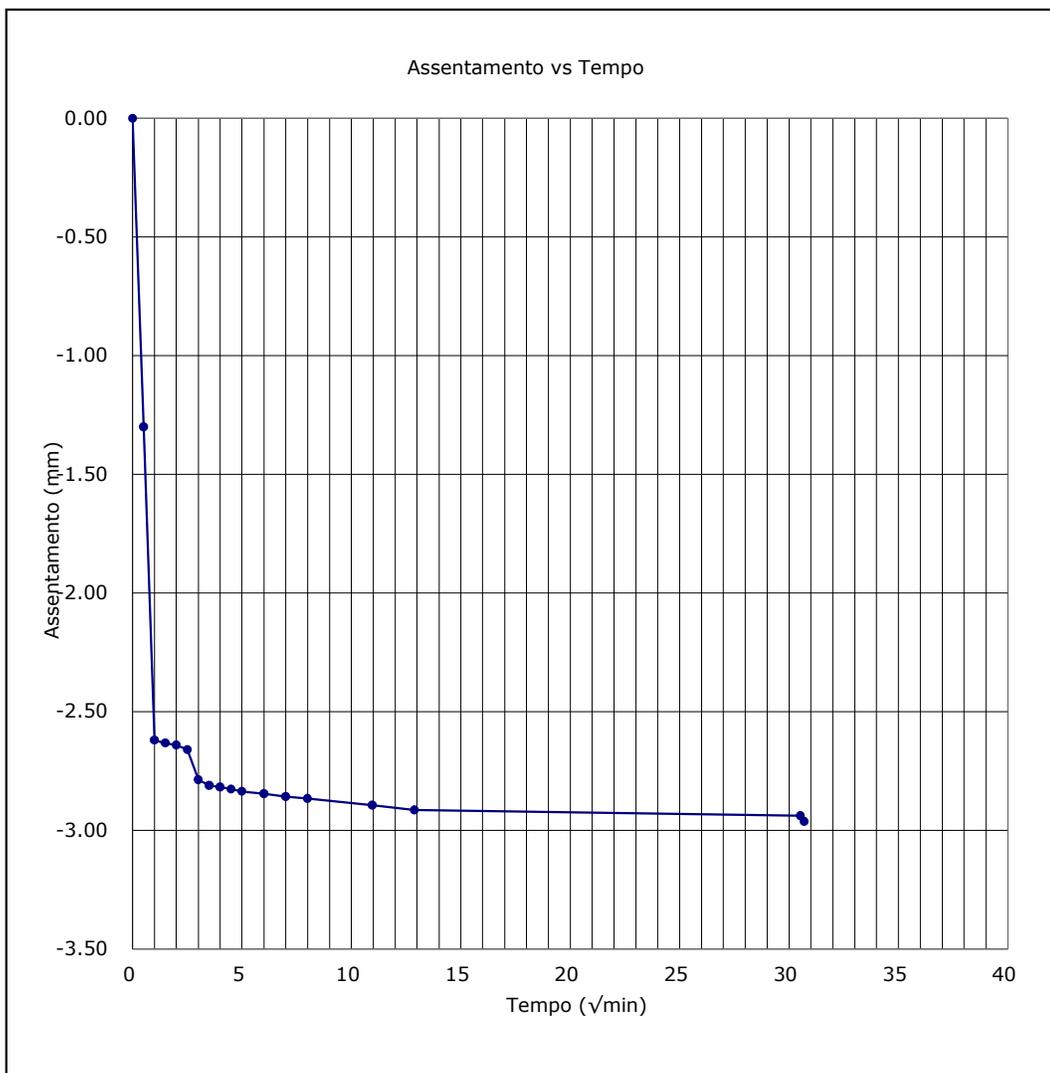
 Assinatura Digital  
 Data: 241011

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 4/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

**PROVETE 3 - CONSOLIDAÇÃO**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela Marques

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital

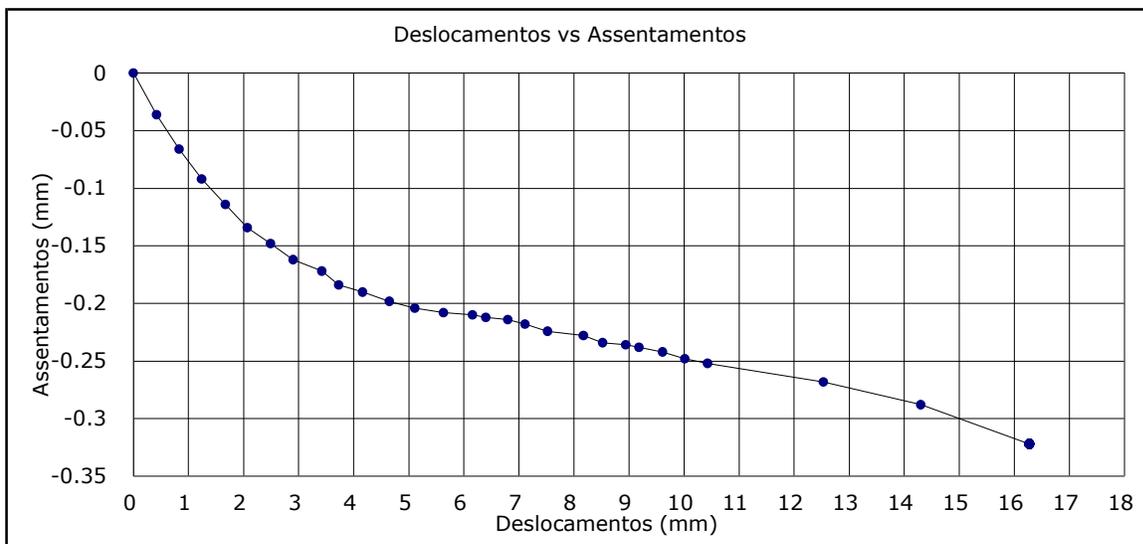
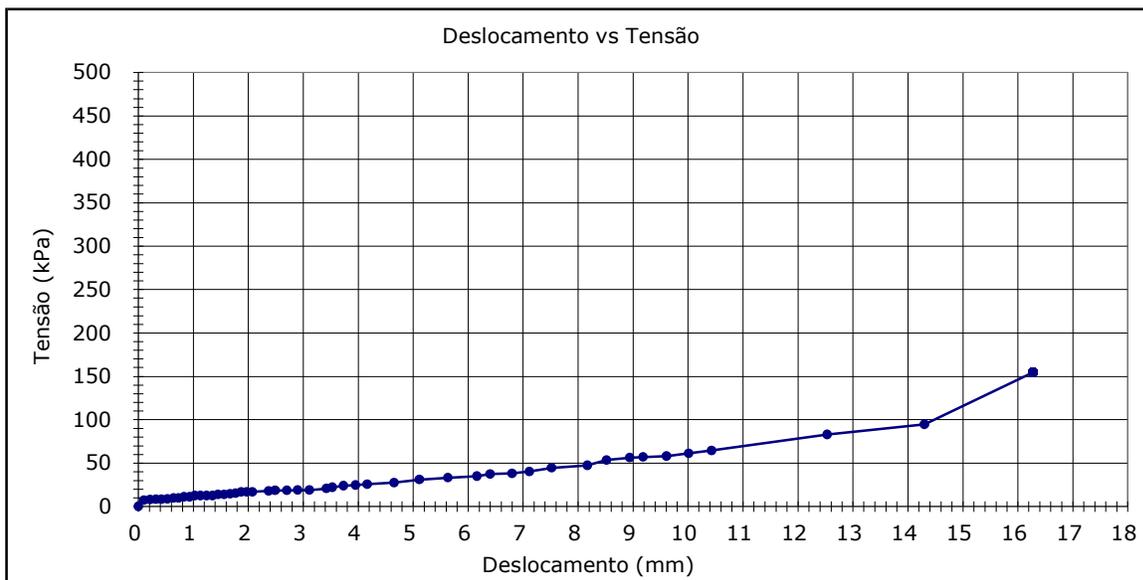
Data: 241011

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 5/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	Processo Obra: <b>G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.06
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m)	<b>AMOSTRA :</b> 0444/24
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**PROVETE 1 - CORTE**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela Marques

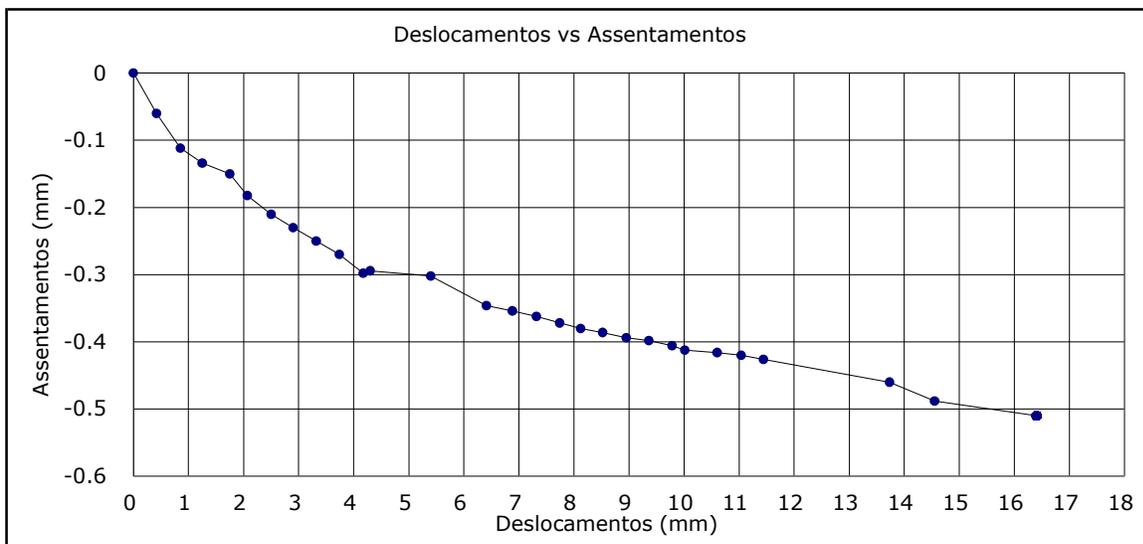
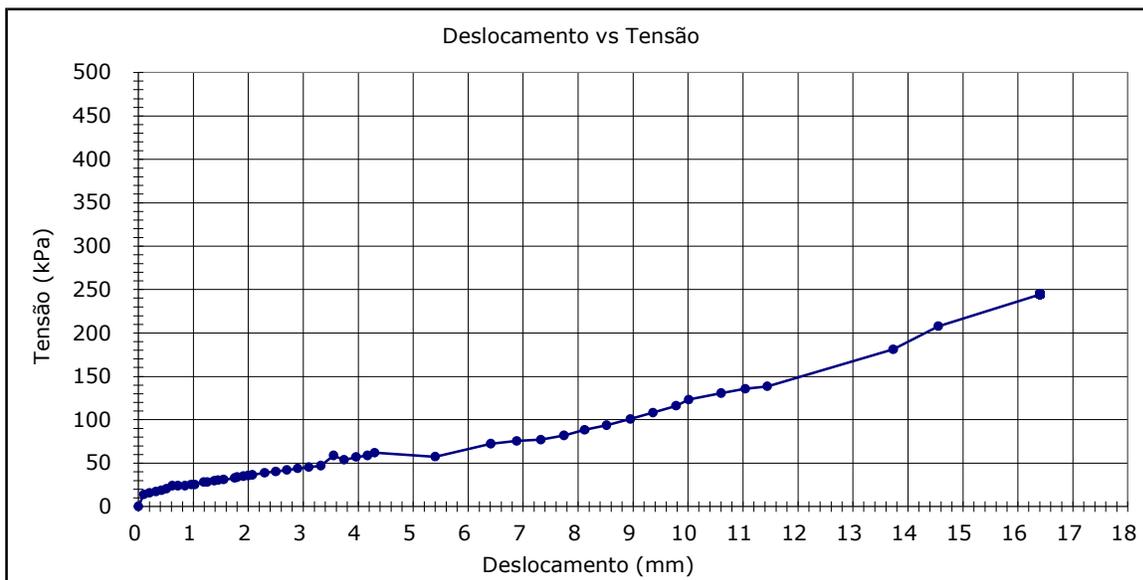
**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

 Assinatura Digital  
 Data: 241011  
 Isa Gregório (Eng.)

Pág. 6/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Cliente <b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.06 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0444/24 <b>DATA RECEÇÃO :</b> 2024.09.03

**PROVETE 2 - CORTE**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

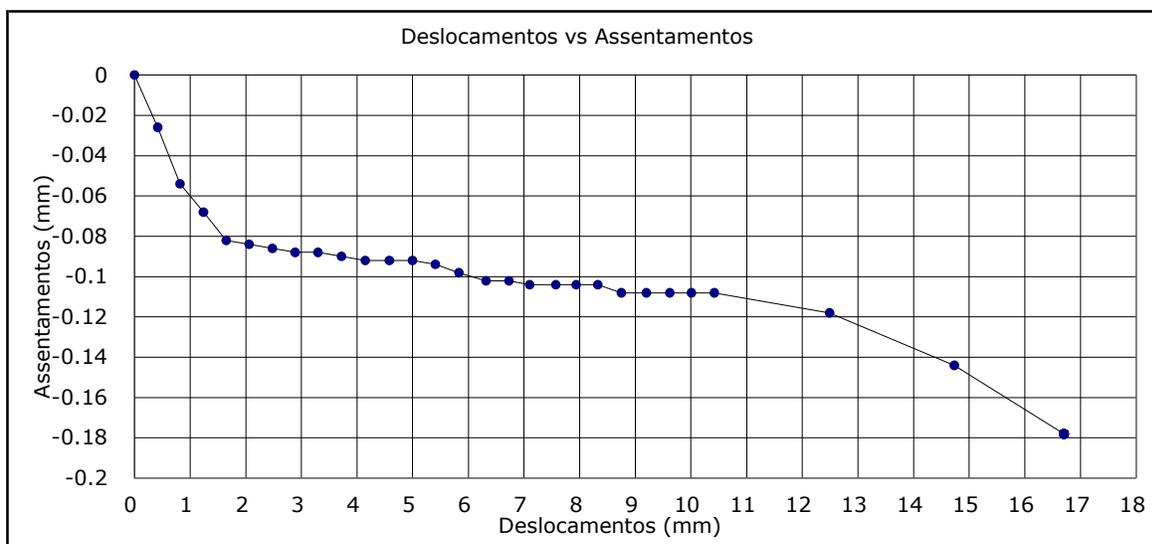
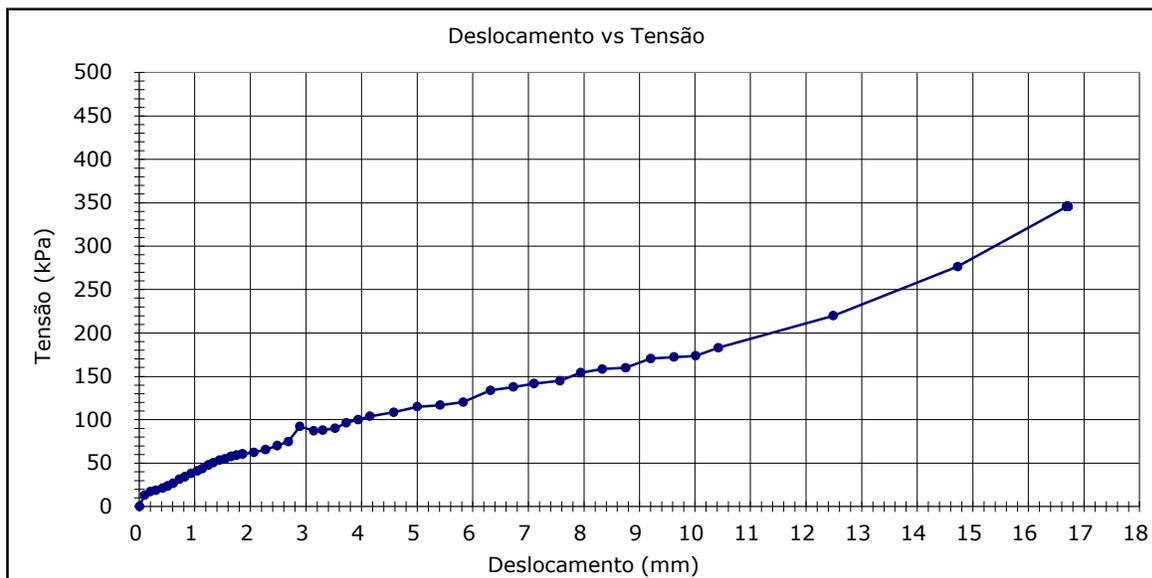
**Realizado por:** Anabela Marques

**Aprovado por:**
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

 Assinatura Digital  
 Data: 241011  
 Isa Gregório (Eng.)

Pág. 7/8

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	Processo Obra: <b>G-1151-24</b>
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.10.06 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.10.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P17 (1.00-1.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0444/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

**PROVETE 3 - CORTE**


OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

a - Procedimento interno baseado na Norma UNE 103401:1998

**Realizado por:** Anabela Marques

**Aprovado por:**
**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**
  
 Assinatura Digital  
 Data: 241011  
 Isa Gregório (Eng.)

Pág. 8/8



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**QUADRO RESUMO SOLOS**

Nº G-1151-24/0407/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.30
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P19 (1.50-2.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0407/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.07.13

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	SC Areia argilosa com cascalho	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-2-7 (4)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração ( % Total Passada )	
		3/4"	98.6 %
		# 4	84.0 %
		# 10	72.1 %
		# 40	53.9 %
		# 200	31.7 %
		Sedimentação	-- %
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	56	20 %
Índice de Plasticidade		36	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	NP 84:1965	17.4	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica das Partículas Secas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação Compactação Leve em Molde Grande	LNEC E 197:1966	$\gamma_{d\text{máx}}$	1.73 g/cm <sup>3</sup>
		$W_{\text{opt}}$	15.6 %
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa Expansibilidade		--	%
Ensaio de permeabilidade	--	--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	--	c	--
		$\phi$	--
Ensaio de compress. Uniaxial	--	E	--
		$\sigma_{\text{rot}}$	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b> Data: 240830	Pág. 1/1
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Isa Gregório (Eng.)	

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução e apenas expressa autorização da GEOTEST.



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**DETERMINAÇÃO DO  
TEOR EM ÁGUA**  
( NP 84:1965 )

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0407/24/SL01-I/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.13 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.19
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P19 (1.50-2.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0407/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.07.13

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	245	248	292
Peso do recipiente	(g)	36.16	37.41	35.84
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	209.77	216.62	225.01
Peso do recipiente + solo seco	(g)	183.35	189.84	198.15
Peso da água	(g)	26.42	26.78	26.86
Peso do solo seco	(g)	147.19	152.43	162.31
Teor em água	(%)	17.95	17.57	16.55
<b>VALOR MÉDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>17.4</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Zinayker/Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
s/ Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**ENSAIOS DE LABORATÓRIO**
**Obra** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

**Processo Obra: G-1151-24**
**Cliente** **CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.08.21

**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EMISSÃO :** 2024.08.21

**Amostra** **DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P19 (1.50-2.00 m)

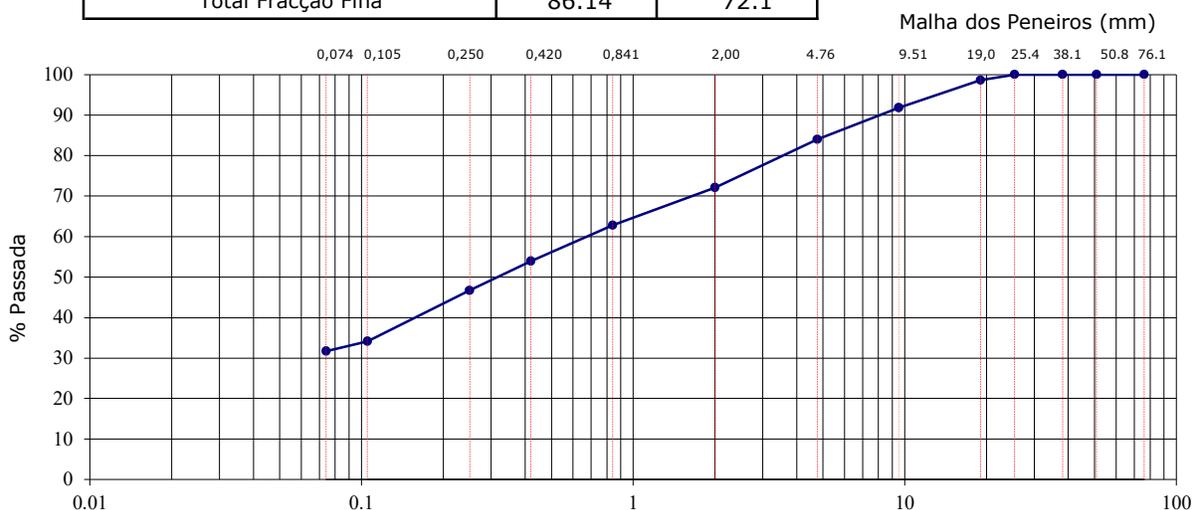
**AMOSTRA :** **0407/24**
**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**DATA RECEPÇÃO :** 2024.07.13

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Peso total amostra (g)	2857.6	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	86.14
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	39.2	1.4	1.4	98.6
3/8"	9.51	194.7	6.8	8.2	91.8
# 4	4.76	223.7	7.8	16.0	84.0
# 10	2.00	338.8	11.9	27.9	72.1
Total Fracção Grossa		796.4	27.9		
# 20	0.841	11.18	9.4	37.2	62.8
# 40	0.420	10.56	8.8	46.1	53.9
# 60	0.250	8.64	7.2	53.3	46.7
# 140	0.105	15.00	12.6	65.9	34.1
# 200	0.074	2.93	2.5	68.3	31.7
Fundo		37.83	31.7	100.0	0.0
Total Fracção Fina		86.14	72.1		



Argilas e Siltes	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa	Seixo Fino	Seixo Médio	Seixo Grosso
------------------	------------	-------------	--------------	------------	-------------	--------------

**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lídia

**Aprovado por:**

 Assinatura Digital  
 Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Iã Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**ENSAIOS DE LABORATÓRIO**

Obra Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

**Processo Obra: G-1151-24**

 Cliente **CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.08.20

**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EMISSÃO :** 2024.08.21

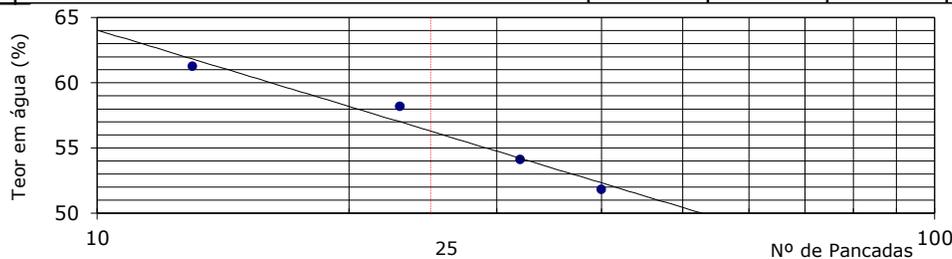
 Amostra **DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P19 (1.50-2.00 m)

**AMOSTRA :** 0407/24

**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**DATA RECEPÇÃO :** 2024.07.13

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	17.45	10.85	10.26	10.93
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	22.82	16.26	15.70	17.23
	Peso da cápsula + solo seco (g)	20.78	14.27	13.79	15.08
	Peso da água (g)	2.04	1.99	1.91	2.15
	Peso do solo seco (g)	3.33	3.42	3.53	4.15
	Teor em água (%)	61.3	58.2	54.1	51.8
	N.º de pancadas	13	23	32	40



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	4.71	4.48	4.81	4.80
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	5.93	6.08	6.17	6.25
	Peso da cápsula + solo seco (g)	5.73	5.81	5.94	6.01
	Peso da água (g)	0.20	0.27	0.23	0.24
	Peso do solo seco (g)	1.02	1.33	1.13	1.21
	Teor em água (%)	19.61	20.30	20.35	19.83
Valor Médio (%)	20				

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio (%)	--				

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 56 %</b>	<b>LP = 20 %</b>	<b>IP = 36 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital

Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1



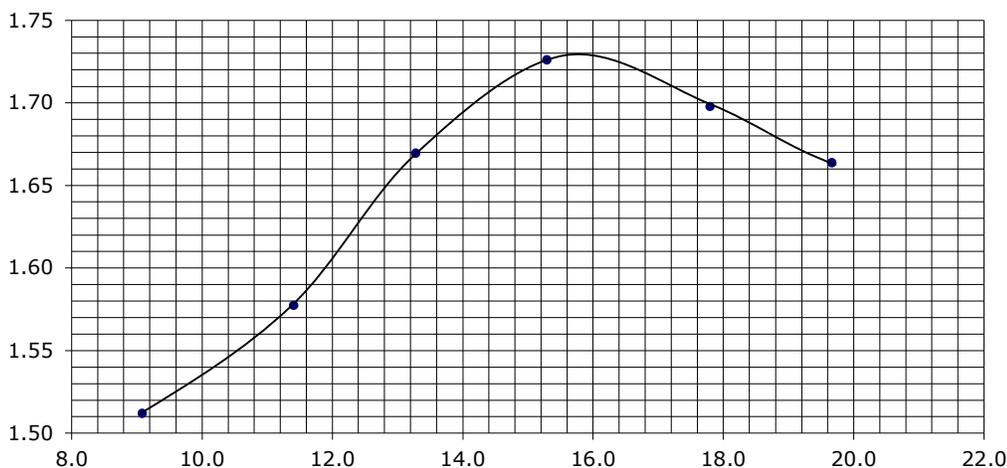
Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**  
( LNEC E 197:1966 )

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0407/24/SL07/REV.00

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.19
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.21
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P19 (1.50-2.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0407/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEÇÃO :</b> 2024.07.13

Compactação Leve em Molde Grande														
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	--
Peso molde (g)	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	4984	--
Peso molde + solo húm (g)	8456	8683	8965	9173	9194	9175	9194	9175	9194	9175	9194	9175	9194	--
Peso solo húmido (g)	3472	3699	3981	4189	4210	4191	4210	4191	4210	4191	4210	4191	4210	--
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.76	1.89	1.99	2.00	1.99	2.00	1.99	2.00	1.99	2.00	1.99	2.00	--
Cápsula nº	370	305	291	256	272	361	287	357	306	315	372	407	--	--
Peso cápsula (g)	35.60	36.74	35.51	36.81	36.16	34.34	35.67	33.48	35.74	36.99	33.71	37.90	--	--
Peso cáp. + solo húmid (g)	152.12	187.45	209.10	188.18	222.21	215.80	188.26	174.57	177.26	180.12	197.50	194.62	--	--
Peso cáp. com solo secc (g)	142.25	175.12	191.49	172.54	200.16	194.76	168.41	155.50	155.83	158.55	170.56	168.89	--	--
Peso água (g)	9.87	12.33	17.61	15.64	22.05	21.04	19.85	19.07	21.43	21.57	26.94	25.73	--	--
Peso solo seco (g)	106.65	138.38	155.98	135.73	164.00	160.42	132.74	122.02	120.09	121.56	136.85	130.99	--	--
Teor em água (%)	9.3	8.9	11.3	11.5	13.4	13.1	15.0	15.6	17.8	17.7	19.7	19.6	--	--
Teor em água (média) (%)	9.1	11.4	13.3	15.3	17.8	19.7	--	--	--	--	--	--	--	--
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.58	1.67	1.73	1.70	1.66	--	--	--	--	--	--	--	--



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.73</b>
Teor em Água Ótimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>15.6</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Zinayker/Lídia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente a amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução e apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Cliente <b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.30
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P20 (2.00-2.50 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> <b>0408/24</b> <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	SM Areia siltosa com cascalho	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-2-7 (1)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração	
		3/4"	85.1 %
		# 4	63.1 %
		# 10	49.9 %
		# 40	31.4 %
Passada )	# 200	19.5 %	
Sedimentação	--	%	
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	49	28 %
Índice de Plasticidade		21	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	--	--	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica das Partículas Secas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação	$\gamma_{d_{máx}}$	--	g/cm <sup>3</sup>
	$W_{opt}$	--	%
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa	Expansibilidade	--	%
Ensaio de permeabilidade		--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	c	--	--
	$\phi$	--	--
Ensaio de compress. Uniaxial	E	--	--
	$\sigma_{rot}$	--	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

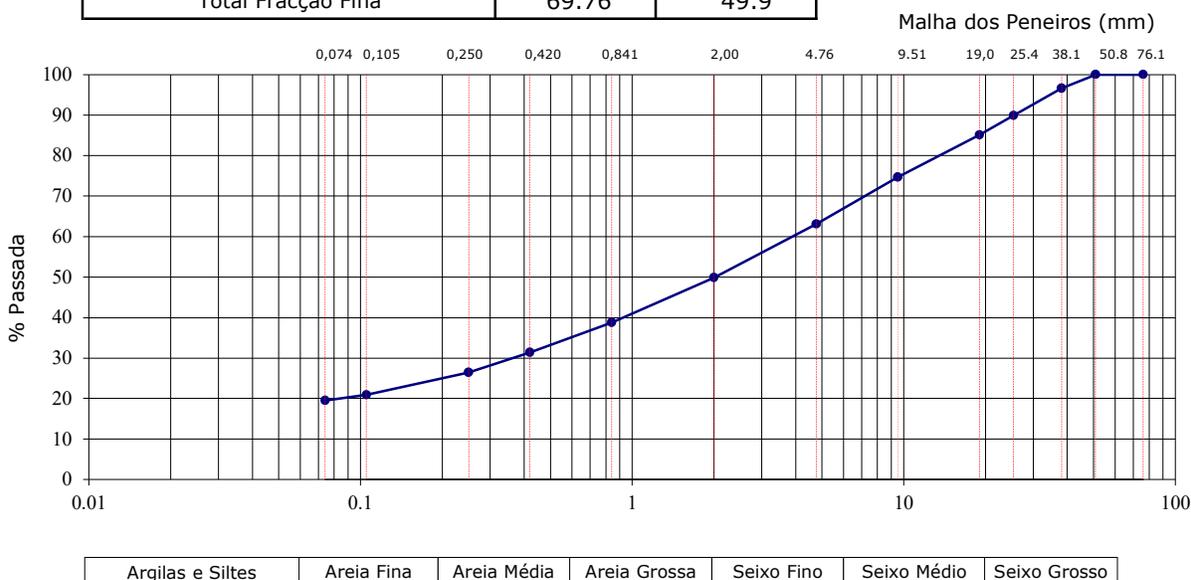
OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P20 (2.00-2.50 m)	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.08.21 <b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.08.21
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0408/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.08.13

Peso total amostra (g)	8679.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	69.76
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	294.3	3.4	3.4	96.6
1"	25.40	584.2	6.7	10.1	89.9
3/4"	19.00	411.9	4.7	14.9	85.1
3/8"	9.51	906.6	10.4	25.3	74.7
# 4	4.76	1009.4	11.6	36.9	63.1
# 10	2.00	1143.5	13.2	50.1	49.9
Total Fracção Grossa		4349.9	50.1		
# 20	0.841	15.49	11.1	61.2	38.8
# 40	0.420	10.36	7.4	68.6	31.4
# 60	0.250	6.87	4.9	73.5	26.5
# 140	0.105	7.75	5.5	79.1	20.9
# 200	0.074	2.00	1.4	80.5	19.5
Fundo		27.29	19.5	100.0	0.0
Total Fracção Fina		69.76	49.9		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Realizado por: Joana/Lídia

Aprovado por:

Assinatura Digital  
Data: 240830

O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Iça Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

**Obra**  
 ENSAIOS DE LABORATÓRIO  
 Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado

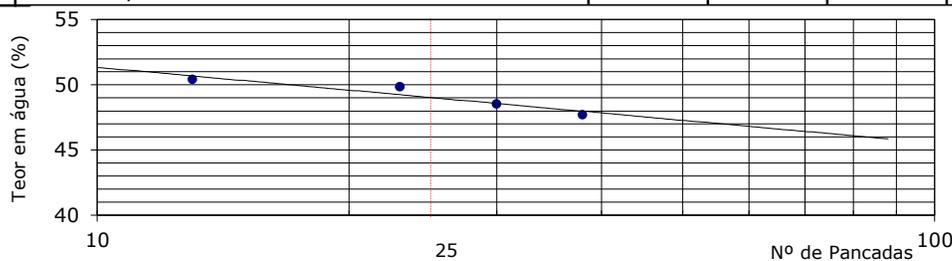
**Processo Obra: G-1151-24**
**Cliente**  
**CLIENTE :** GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE  
**MORADA :** R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA

**DATA EXECUÇÃO :** 2024.08.20  
**DATA EMISSÃO :** 2024.08.21

**Amostra**  
**DESIGNAÇÃO / LOCAL\* :** P20 (2.00-2.50 m)  
**COLHEITA\* :** CLIENTE **MAT./TIPO :** SOLO / REMEXIDA

**AMOSTRA :** **0408/24**  
**DATA RECEPÇÃO :** 2024.08.13

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	8.44	10.55	11.00	17.41
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	13.99	15.42	16.97	23.17
	Peso da cápsula + solo seco (g)	12.13	13.80	15.02	21.31
	Peso da água (g)	1.86	1.62	1.95	1.86
	Peso do solo seco (g)	3.69	3.25	4.02	3.90
	Teor em água (%)	50.4	49.8	48.5	47.7
	N.º de pancadas	13	23	30	38



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	4.84	4.55	4.43	4.79
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	6.28	6.19	6.09	6.30
	Peso da cápsula + solo seco (g)	5.96	5.84	5.73	5.97
	Peso da água (g)	0.32	0.35	0.36	0.33
	Peso do solo seco (g)	1.12	1.29	1.30	1.18
	Teor em água (%)	28.57	27.13	27.69	27.97
Valor Médio (%)	28				

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
Valor Médio (%)	--				

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 49 %</b>	<b>LP = 28 %</b>	<b>IP = 21 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

**OBSERVAÇÕES :** \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:**

 Assinatura Digital  
 Data: 240830

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**QUADRO RESUMO SOLOS**

Nº G-1151-24/0445/24/QRSL/REV.00

<b>Obra</b>	ENSAIOS DE LABORATÓRIO Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
<b>Cliente</b>	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE <b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.20
<b>Amostra</b>	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL :</b> P21 (1.50-2.00 m) <b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>AMOSTRA :</b> 0445/24 <b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

ENSAIO	PROCEDIMENTO USADO	RESULTADOS	UNID.
Classificação Unificada	ASTM D 2487-85	CL Argila magra com areia	--
Classificação para fins Rodoviários	AASHTO M 145-91	A-6 (9)	--
Análise Granulométrica	LNEC E 239:1970	Peneiração ( % Total Passada )	
		3/4"	97.5 %
		# 4	91.1 %
		# 10	87.9 %
		# 40	79.3 %
		# 200	70.6 %
		Sedimentação	-- %
Limite de Liquidez / Plasticidade	PSL.04 (Rev.3 - NP 143:1969)	34	19 %
Índice de Plasticidade		15	%
Limite de Retracção		--	%
Teor em Água	NP 84:1965	17.1	%
Teor em Matéria Orgânica	--	--	%
Equivalente de Areia	--	--	%
Azul de metileno	--	--	--
Massa Volúmica das Partículas Secas	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Massa Volúmica aparente	--	--	g/cm <sup>3</sup>
Densidade das Partículas Sólidas	--	--	--
Ensaio de Compactação	LNEC E 197:1966	$\gamma_{d\text{máx}}$	1.60 g/cm <sup>3</sup>
Compactação Leve em Molde Grande		$W_{\text{opt}}$	14.4 %
Determinação do CBR	Índice de CBR	--	%
95% de Comp. Relativa Expansibilidade		--	%
Ensaio de permeabilidade	--	--	cm/s
		--	m/s
Ensaio de Corte Directo	--	c	--
		$\phi$	--
Ensaio de compress. Uniaxial	--	E	--
		$\sigma_{\text{rot}}$	--
Ensaio de Consolidação em Edómetro	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<b>Aprovado por:</b>	<b>Assinatura Digital</b>	
<b>O Responsável Técnico pelo Laboratório:</b>	Data: 240920 Isa Gregório (Eng.)	Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**DETERMINAÇÃO DO  
TEOR EM ÁGUA**  
( NP 84:1965 )

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0445/24/SL01-I/REV.00

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.03
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.10
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P21 (1.50-2.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0445/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Ensaio		1	2	3
Recipiente	nº	290	293	371
Peso do recipiente	(g)	36.10	35.48	36.12
Peso do recipiente + solo húmido	(g)	246.87	255.78	220.22
Peso do recipiente + solo seco	(g)	216.33	224.23	192.64
Peso da água	(g)	30.54	31.55	27.58
Peso do solo seco	(g)	180.23	188.75	156.52
Teor em água	(%)	16.95	16.72	17.62
<b>VALOR MÉDIO</b>	<b>(%)</b>	<b>17.1</b>		

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Joana/Lidia

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital

Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** \_\_\_\_\_

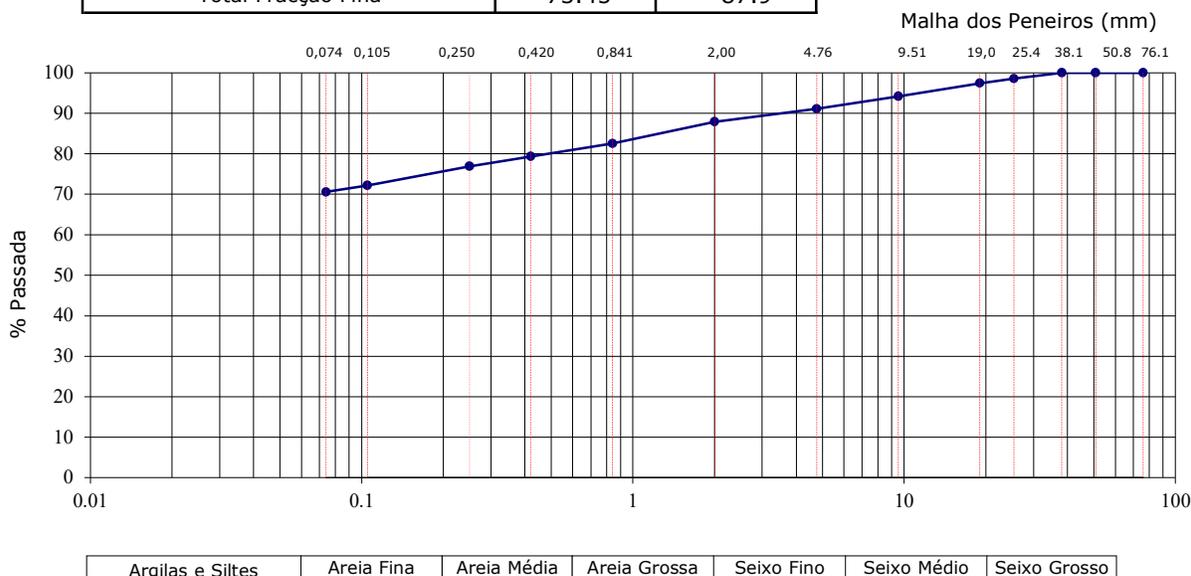
Dr. Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.11
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.11
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P21 (1.50-2.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0445/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

Peso total amostra (g)	4844.0	Peso total fracção fina seca antes lavada (g)	73.45
------------------------	--------	---	-------

Peneiros (U.S.A.)	Peneiros (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Ac. retida	% Ac. passada
3"	76.10	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	69.6	1.4	1.4	98.6
3/4"	19.00	53.3	1.1	2.5	97.5
3/8"	9.51	159.5	3.3	5.8	94.2
# 4	4.76	148.8	3.1	8.9	91.1
# 10	2.00	155.7	3.2	12.1	87.9
Total Fracção Grossa		586.9	12.1		
# 20	0.841	4.49	5.4	17.5	82.5
# 40	0.420	2.66	3.2	20.7	79.3
# 60	0.250	2.01	2.4	23.1	76.9
# 140	0.105	3.98	4.8	27.8	72.2
# 200	0.074	1.33	1.6	29.4	70.6
Fundo		58.98	70.6	100.0	0.0
Total Fracção Fina		73.45	87.9		



OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

Realizado por: Lúdia

Aprovado por:

Assinatura Digital  
 Data: 240920

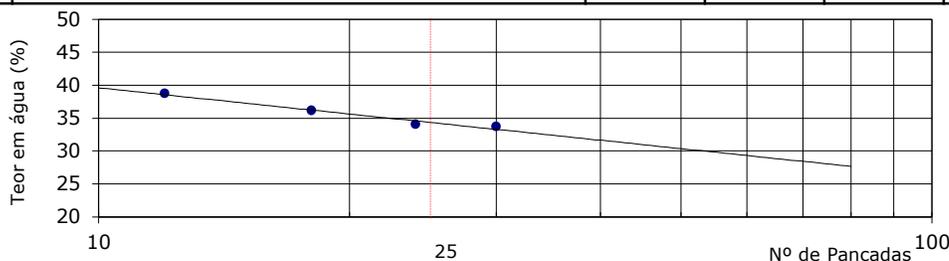
O Responsável Técnico pelo Laboratório:

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.09
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.10
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P21 (1.50-2.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0445/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEPÇÃO :</b> 2024.09.03

LIMITE DE LIQUIDEZ	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	23.03	22.98	23.15	23.30
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	28.19	28.14	26.85	28.02
	Peso da cápsula + solo seco (g)	26.75	26.77	25.91	26.83
	Peso da água (g)	1.44	1.37	0.94	1.19
	Peso do solo seco (g)	3.72	3.79	2.76	3.53
	Teor em água (%)	38.7	36.1	34.1	33.7
	N.º de pancadas	12	18	24	30



LIMITE DE PLASTICIDADE	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	14.76	14.25	14.49	14.49
	Peso da cápsula + solo húmido (g)	15.84	15.26	15.45	15.55
	Peso da cápsula + solo seco (g)	15.67	15.10	15.30	15.38
	Peso da água (g)	0.17	0.16	0.15	0.17
	Peso do solo seco (g)	0.91	0.85	0.81	0.89
	Teor em água (%)	18.68	18.82	18.52	19.10
	Valor Médio (%)	19			

LIMITE DE RETRACÇÃO	Ensaio	1	2	3	4
	Peso da cápsula (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo húmido (g)	--	--	--	--
	Peso cápsula + solo seco (g)	--	--	--	--
	Volume da cápsula (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Volume solo seco (cm <sup>3</sup> )	--	--	--	--
	Limite de retracção (%)	--	--	--	--
	Valor Médio (%)	--			

<b>RESUMO</b>	<b>LL = 34 %</b>	<b>LP = 19 %</b>	<b>IP = 15 %</b>	<b>LR = --</b>
---------------	------------------	------------------	------------------	----------------

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

<sup>a</sup> - PSL.04 - Procedimento interno baseado na NP 143:1969

**Realizado por:** Lúdia

**Aprovado por:**

 Assinatura-Digital  
 Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:**

Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



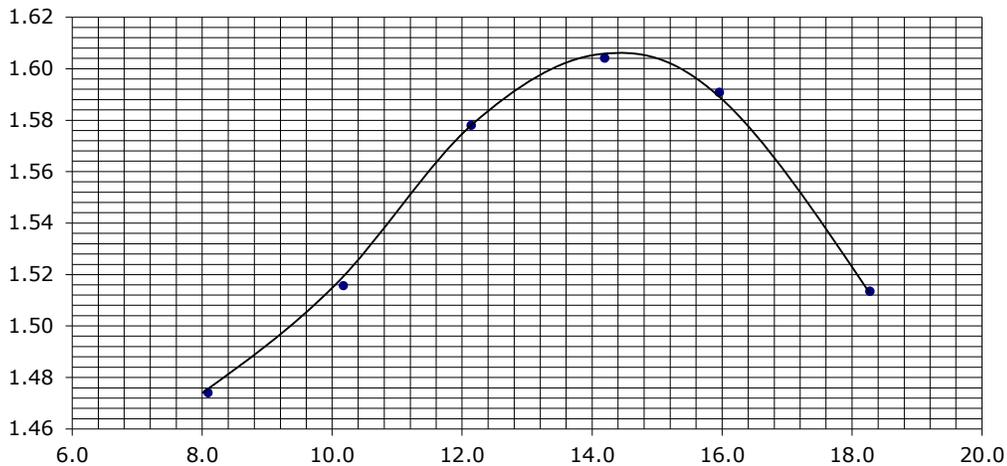
Centro Emp. Vialonga, Frc. D2 2625-607 Vialonga [www.geotest.pt](http://www.geotest.pt)  
 Tel: 21 973 86 90 Fax: 21 973 86 99 [geral@geotest.pt](mailto:geral@geotest.pt)

**ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**  
( LNEC E 197:1966 )

**BOLETIM DE ENSAIO**  
Nº G-1151-24/0445/24/SL07/REV.00

Obra	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	<b>Processo Obra: G-1151-24</b>
	Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado	
Cliente	<b>CLIENTE :</b> GEOÁREA CONSULTORES DE GEOTECNIA E AMBIENTE	<b>DATA EXECUÇÃO :</b> 2024.09.13
	<b>MORADA :</b> R. MIGUEL TORGA, 2C, 4.º, ESC.1, ALFRAGIDE, 2610-086 AMADORA	<b>DATA EMISSÃO :</b> 2024.09.16
Amostra	<b>DESIGNAÇÃO / LOCAL* :</b> P21 (1.50-2.00 m)	<b>AMOSTRA :</b> <b>0445/24</b>
	<b>COLHEITA* :</b> CLIENTE <b>MAT./TIPO :</b> SOLO / REMEXIDA	<b>DATA RECEÇÃO :</b> 2024.09.03

Compactação Leve em Molde Grande														
Volume molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	2105	--
Peso molde (g)	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	2688	--
Peso molde + solo húm (g)	6042	6203	6413	6544	6571	6456	6571	6456	6571	6456	6571	6456	6571	--
Peso solo húmido (g)	3354	3515	3725	3856	3883	3768	3883	3768	3883	3768	3883	3768	3883	--
Baridade húmida (g/cm <sup>3</sup> )	1.59	1.67	1.77	1.83	1.84	1.79	1.84	1.79	1.84	1.79	1.84	1.79	1.84	--
Cápsula nº	249	322	270	359	212	269	239	355	274	348	206	234	--	--
Peso cápsula (g)	32.87	36.36	37.19	35.65	37.33	35.71	21.01	37.21	35.92	31.47	36.53	20.61	--	--
Peso cáp. + solo húmid (g)	231.51	214.95	255.17	226.98	257.66	230.51	228.81	224.71	236.91	212.91	248.90	210.24	--	--
Peso cáp. com solo secc (g)	216.32	201.87	235.40	209.00	233.79	209.43	202.84	201.53	209.19	187.99	216.13	180.90	--	--
Peso água (g)	15.19	13.08	19.77	17.98	23.87	21.08	25.97	23.18	27.72	24.92	32.77	29.34	--	--
Peso solo seco (g)	183.45	165.51	198.21	173.35	196.46	173.72	181.83	164.32	173.27	156.52	179.60	160.29	--	--
Teor em água (%)	8.3	7.9	10.0	10.4	12.2	12.1	14.3	14.1	16.0	15.9	18.2	18.3	--	--
Teor em água (média) (%)	8.1	10.2	12.1	14.2	16.0	18.3	--	--	--	--	--	--	--	--
Baridade seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.47	1.52	1.58	1.60	1.59	1.51	--	--	--	--	--	--	--	--



RESULTADOS OBTIDOS			
Baridade Seca Máxima	$\gamma_{d\text{máx}}$	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>1.60</b>
Teor em Água Ótimo	$W_{\text{opt}}$	(%)	<b>14.4</b>

OBSERVAÇÕES : \_\_\_\_\_

\* - Elementos da responsabilidade do cliente

**Realizado por:** Anabela

**Aprovado por:** \_\_\_\_\_

Assinatura Digital  
Data: 240920

**O Responsável Técnico pelo Laboratório:** Isa Gregório (Eng.)

Pág. 1/1

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra e respectivo ensaio discriminados. A sua reprodução é apenas permitida na íntegra, salvo expressa autorização da GEOTEST.



**Laboratório de Ensaios**  
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAxIAL  
E DETERMINAÇÃO DO MOD. DEFORMABILIDADE  
EM CAROTES DE ROCHA NATURAL  
(ASTM D7012)

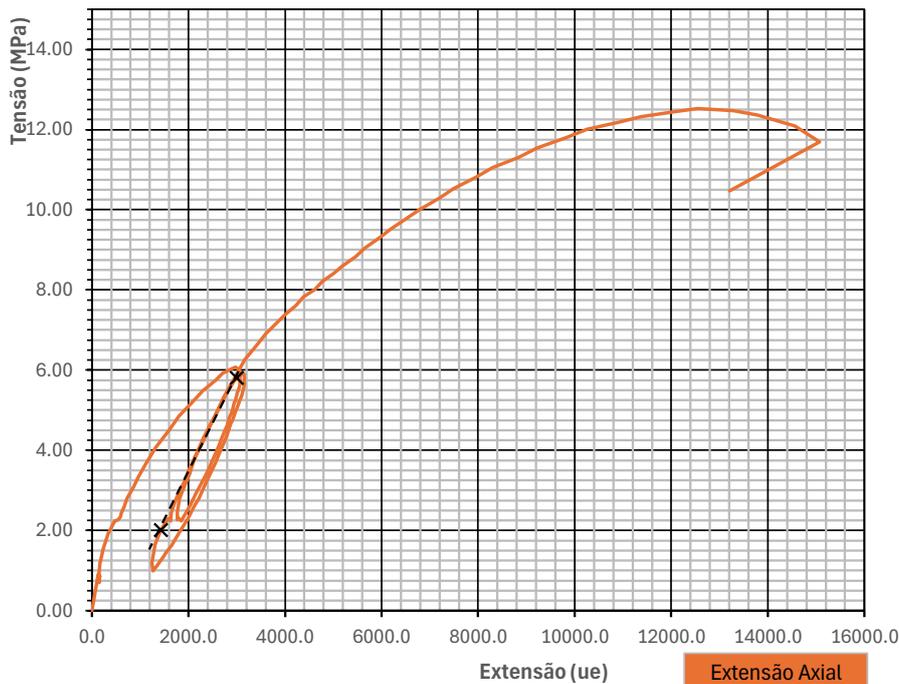
**Cliente:** GEOAREA  
**Projeto:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado  
**Origem:** S3 **Profundidade:** 2,80-3,0m

**Projeto Nº:** PJ19724  
**Data Realização:** 07/10/2024  
**Nº Amostra:** LG756.24

**Tipo de Amostra:** Carote Rocha  
**Diâmetro:** 70 mm  
**Peso:** 994.1 g  
**Secção Inicial A0:** 3848.5 mm<sup>2</sup>

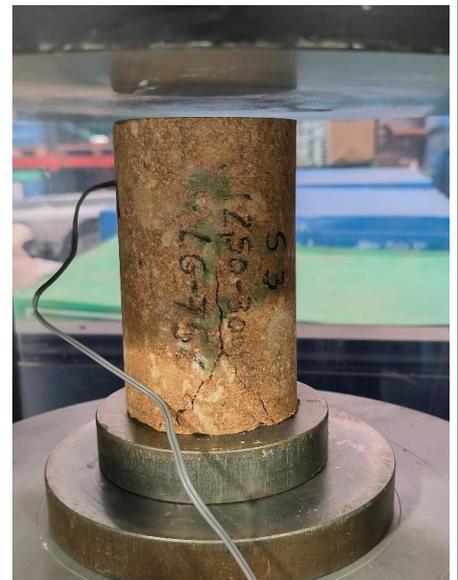
**Altura:** 125 mm  
**Massa volúmica (aprox.):** 2.066 g/cm<sup>3</sup>  
**Carga Máxima de Rotura:** 48.20 kN

### Curva Tensão - Extensão Axial



### Registo Fotográfico

Provete ensaiado



Resistência à compressão uniaxial 12.52 MPa

Módulo de Elasticidade\* 2.41 GPa

\*Módulo de deformabilidade calculado com o valor médio do 2º e 3º ciclo de carga

### Observações:

**Realizado Por:**  
Rui Ramos

**Verificado Por:**  
Daniel Gabriel



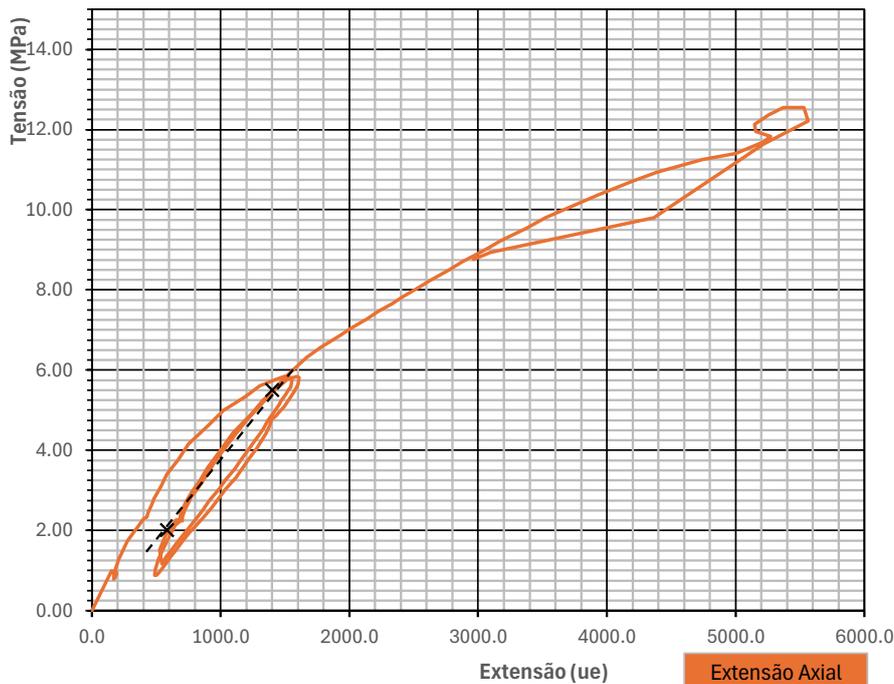
**Laboratório de Ensaios**  
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIXIAL  
E DETERMINAÇÃO DO MOD. DEFORMABILIDADE  
EM CAROTES DE ROCHA NATURAL  
(ASTM D7012)

**Cliente:** GEOAREA  
**Projeto:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado  
**Origem:** S4 **Profundidade:** 6,50-6,80m

**Projeto Nº:** PJ19724  
**Data Realização:** 07/10/2024  
**Nº Amostra:** LG757.24

<b>Tipo de Amostra:</b>	Carote Rocha	
<b>Diâmetro:</b>	70	mm
<b>Peso:</b>	1087.3	g
<b>Secção Inicial A0:</b>	3848.5	mm <sup>2</sup>
<b>Altura:</b>	130	mm
<b>Massa volúmica (aprox.):</b>	2.173	g/cm <sup>3</sup>
<b>Carga Máxima de Rotura</b>	48.30	kN

### Curva Tensão - Extensão Axial



### Registo Fotográfico

Provete ensaiado



Resistência à compressão uniaxial 12.55 MPa

Módulo de Elasticidade\* 4.27 GPa

\*Módulo de deformabilidade calculado com o valor médio do 2º e 3º ciclo de carga

### Observações:

**Realizado Por:**  
Rui Ramos

**Verificado Por:**  
Daniel Gabriel



**Laboratório de Ensaios**  
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAxIAL  
E DETERMINAÇÃO DO MOD. DEFORMABILIDADE  
EM CAROTES DE ROCHA NATURAL  
(ASTM D7012)

**Cliente:** GEOAREA  
**Projeto:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado  
**Origem:** S4 **Profundidade:** 8,8-8,50m

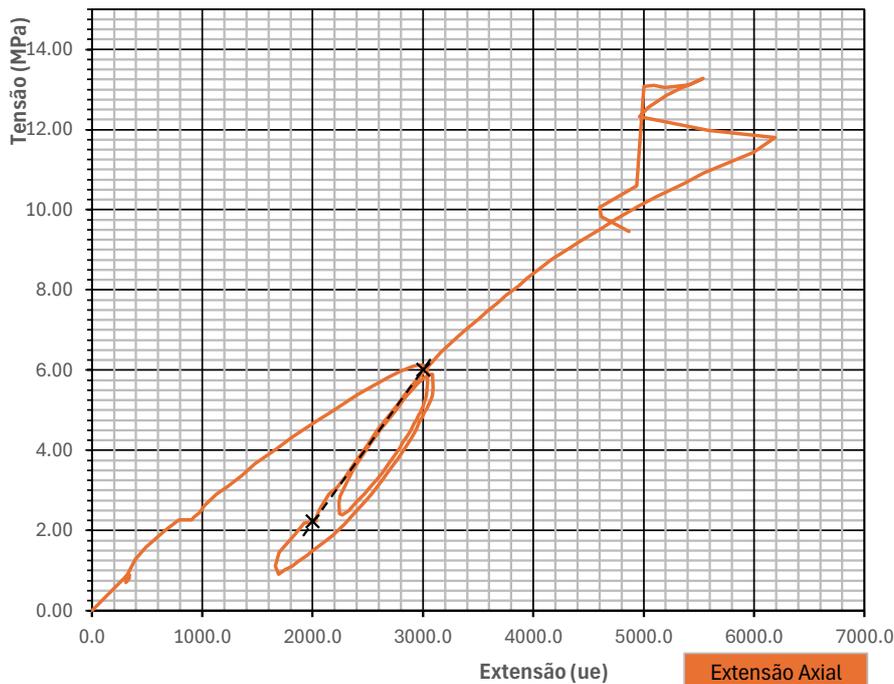
**Projeto Nº:** PJ19724  
**Data Realização:** 07/10/2024  
**Nº Amostra:** LG758.24

**Tipo de Amostra:** Carote Rocha

<b>Diâmetro:</b>	70	mm
<b>Peso:</b>	1158.2	g
<b>Secção Inicial A0:</b>	3848.5	mm <sup>2</sup>

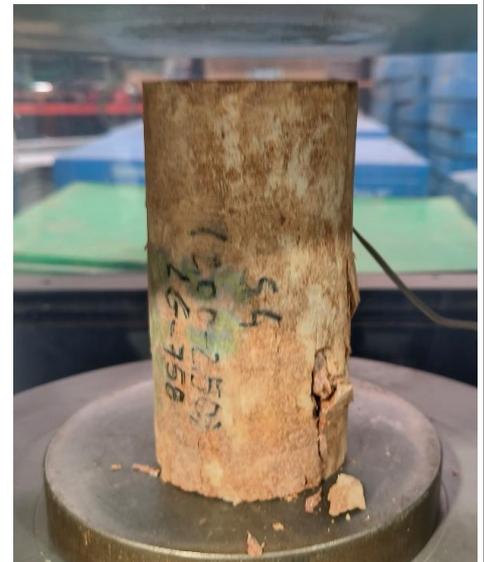
<b>Altura:</b>	143	mm
<b>Massa volúmica (aprox.):</b>	2.105	g/cm <sup>3</sup>
<b>Carga Máxima de Rotura</b>	51.10	kN

### Curva Tensão - Extensão Axial



### Registo Fotográfico

Provete ensaiado



Resistência à compressão uniaxial 13.28 MPa

Módulo de Elasticidade\* 3.77 GPa

\*Módulo de deformabilidade calculado com o valor médio do 2º e 3º ciclo de carga

### Observações:

**Realizado Por:**  
Rui Ramos

**Verificado Por:**  
Daniel Gabriel



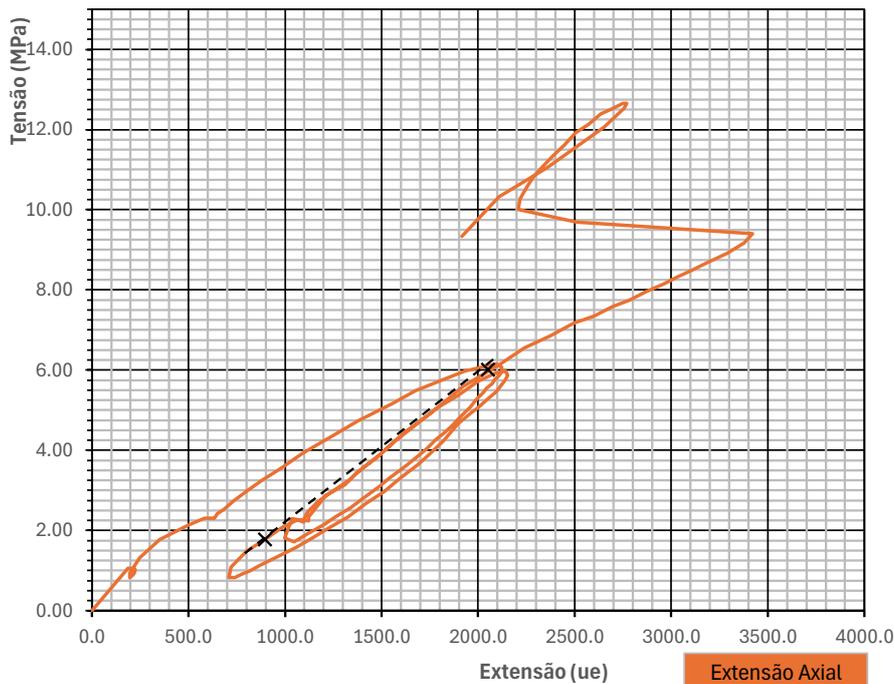
**Laboratório de Ensaios**  
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAxIAL  
E DETERMINAÇÃO DO MOD. DEFORMABILIDADE  
EM CAROTES DE ROCHA NATURAL  
(ASTM D7012)

**Cliente:** GEOAREA  
**Projeto:** Projeto de Execução da Ligação de Resiliência Ervidel-Sado  
**Origem:** S5 **Profundidade:** 3,5-3,70m

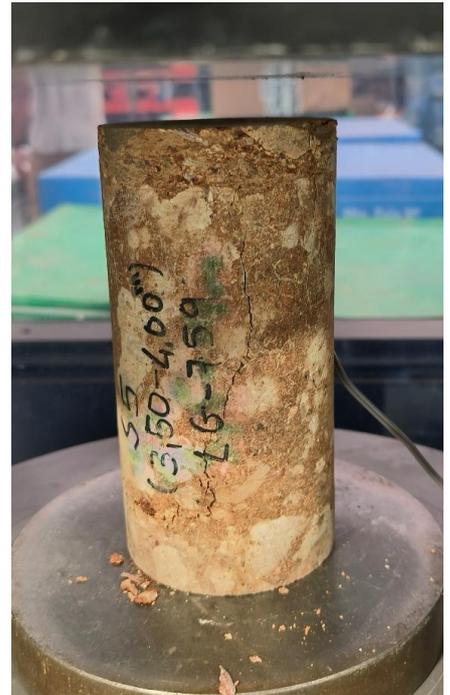
**Projeto Nº:** PJ19724  
**Data Realização:** 07/10/2024  
**Nº Amostra:** LG759.24

<b>Tipo de Amostra:</b>	Carote Rocha	
<b>Diâmetro:</b>	70 mm	<b>Altura:</b> 145 mm
<b>Peso:</b>	1232.9 g	<b>Massa volúmica (aprox.):</b> 2.209 g/cm <sup>3</sup>
<b>Secção Inicial A0:</b>	3848.5 mm <sup>2</sup>	<b>Carga Máxima de Rotura</b> 48.70 kN

### Curva Tensão - Extensão Axial



### Registo Fotográfico



Resistência à compressão uniaxial 12.65 MPa

Módulo de Elasticidade\* 3.66 GPa

\*Módulo de deformabilidade calculado com o valor médio do 2º e 3º ciclo de carga

### Observações:

**Realizado Por:**  
Rui Ramos

**Verificado Por:**  
Daniel Gabriel