



BELÚM

LOTEAMENTO DE MATEUS POENTE EM VILA REAL

RELATÓRIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

MEMÓRIA DESCRITIVA

ÍNDICE

1- Introdução	1
2- Enquadramento geral.....	2
2.1- Enquadramento administrativo e geográfico.....	2
2.2- Geomorfologia.....	3
2.3- Geologia	4
2.4- Litoestratigrafia	6
2.5- Hidrogeologia	9
2.6- Tectónica e sismicidade	10
3- Prospeção geológico-geotécnica.....	13
3.1- Poços reconhecimento	14
3.2- Ensaaios laboratoriais.....	15
4- Terraplenagem	19
4.1- Decapagem.....	19
4.2- Escavações	19
4.3- Aterros.....	20
4.4- Reutilização de materiais.....	20
4.5- Leito do pavimento	22
4.6- Condições de fundação dos muros de contenção.	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica da zona em estudo em fotografia aérea	2
Figura 2 – Localização da zona em estudo no extrato da carta hipsométrica de Portugal.....	4
Figura 3 – Identificação da zona em estudo no extrato da Folha 10-B (Vila Real) da carta geológica de Portugal, à escala 1:50000.....	5
Figura 4 – Exemplos fotográficos de afloramentos metamórficos na zona em estudo.....	7
Figura 5 – Exemplos fotográficos de afloramentos graníticos na zona em estudo.....	8
Figura 6 – Zonamento sísmico em Portugal Continental (NP EN 1998-1:2010).....	11



Figura 7 – Exemplos fotográficos dos materiais grosseiros provenientes dos poços P3 e P4. 18



BELÚM

LOTEAMENTO DE MATEUS POENTE EM VILA REAL

ESTUDO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

MEMÓRIA DESCRITIVA

1-Introdução

A presente documento refere-se à elaboração do Estudo Geológico-Geotécnico do Loteamento de Mateus Poente, localizado na cidade de Vila Real.

Para o desenvolvimento do estudo, foi prevista uma campanha de prospeção geológico-geotécnica composta por poços de reconhecimento e caracterização laboratorial de amostras, com vista à identificação e caracterização dos materiais ocorrentes.

A memória descritiva inicia-se com um enquadramento geral da zona em estudo, com destaque para a geomorfologia, geologia, litostratigrafia, hidrogeologia e sismicidade.

No capítulo seguinte são descritos e comentados os resultados da campanha de prospeção geológico-geotécnica efetuada. Posteriormente são tecidas considerações geológico-geotécnicas relativas à terraplenagem no que diz respeito à decapagem, aterros, escavações, reutilização de materiais e condições de fundação.

2-Enquadramento geral

2.1-Enquadramento administrativo e geográfico

A zona em estudo pertencente ao município de Vila Real, distrito de Vila Real, que faz parte da região Norte (NUT II), e da sub-região do Douro (NUT III).

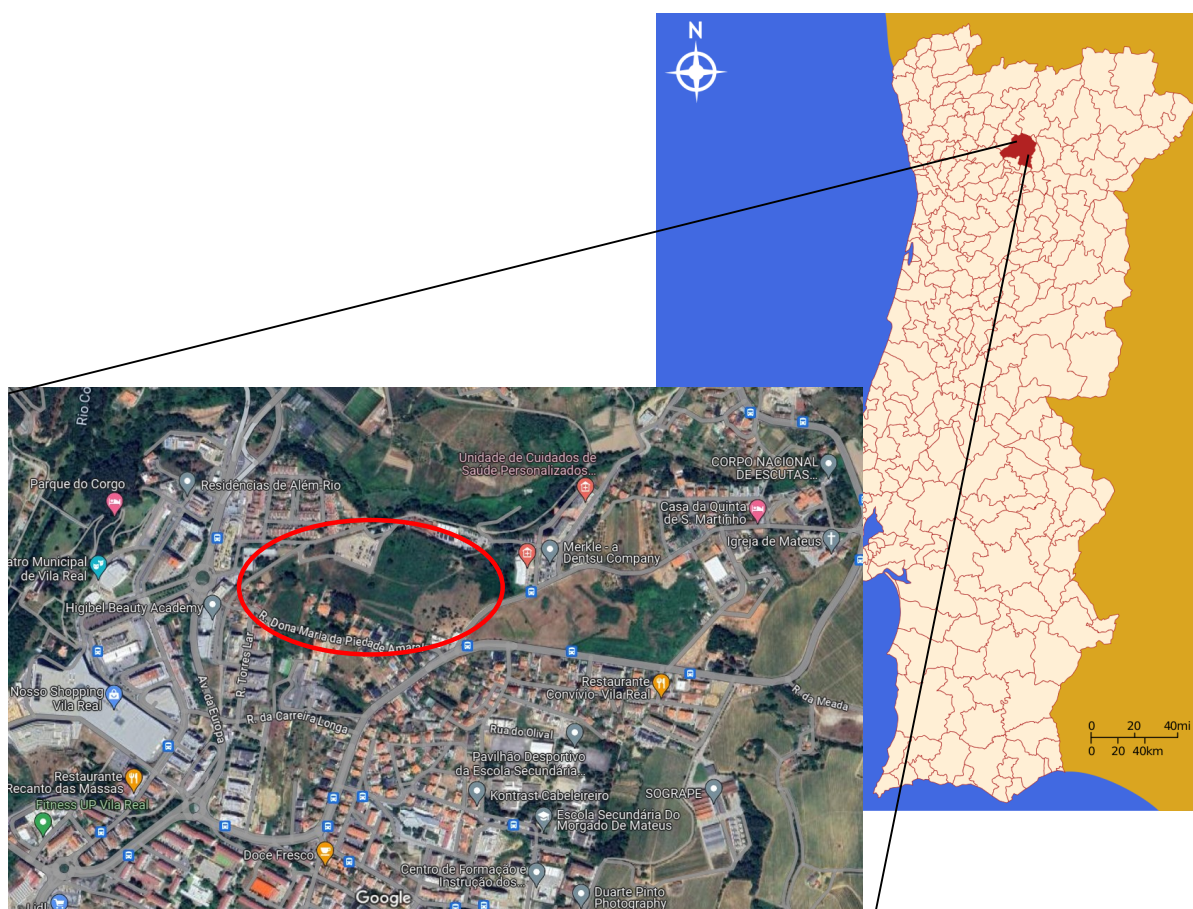


Figura 1 – Localização geográfica da zona em estudo em fotografia aérea
(Fonte: Wikipédia e Google Earth)

Com uma área total de 378,80 km² e 49.574 habitantes em 2021, o município de Vila Real tem uma densidade populacional de 131 habitantes por km², subdividido em 20 freguesias. O município é limitado a norte pelos municípios de Ribeira de Pena e de Vila Pouca de Aguiar, a

leste por Sabrosa, a sul pelo Peso da Régua, a sudoeste por Santa Marta de Penaguião, a oeste por Amarante e a noroeste por Mondim de Basto.

2.2-Geomorfologia

Localizada num planalto situado a cerca de 450 m de altitude, na dependência dos rios Corgo e Cabril, a cidade está enquadrada nas escarpas do Corgo e rodeada pelas serras do Alvão e, mais distante, do Marão.

Do ponto de vista geomorfológico a região objeto de estudo é marcada por uma variedade de litologias contrastantes expressas numa larga mancha de rochas xistentas que constituem o “Grupo do Douro”, circunscrita a Norte e a Sul por uma franja de rochas graníticas que testemunham a proximidade das anteformas Vila Real – Carviçais e Lamego – Escalhão, respetivamente. Esta bipolarização vai refletir-se naturalmente, na morfologia da região onde ocorrem nas proximidades relevos importantes a nível nacional como as Serras do Alvão e Marão e também alinhamento de depressões que se encontram condicionadas pelo desligamento tardi-hercínico correspondente à falha Verín-Penacova.

Localmente, e tendo por base a Figura 2, onde se localiza a zona em estudo no extrato da carta topográfica de Portugal, constata-se uma certa homogenia nas variações altimétricas dentro da área a urbanizar. Há uma certa tendência na redução das cotas de este para oeste, em direção ao Rio Corgo, contudo as variações são pouco significativas.

A norte do loteamento há uma maior quebra altimétrica que está relacionada com a Ribeira da Levandeira, que forma uma pequena bacia com aproveitamento agrícola.

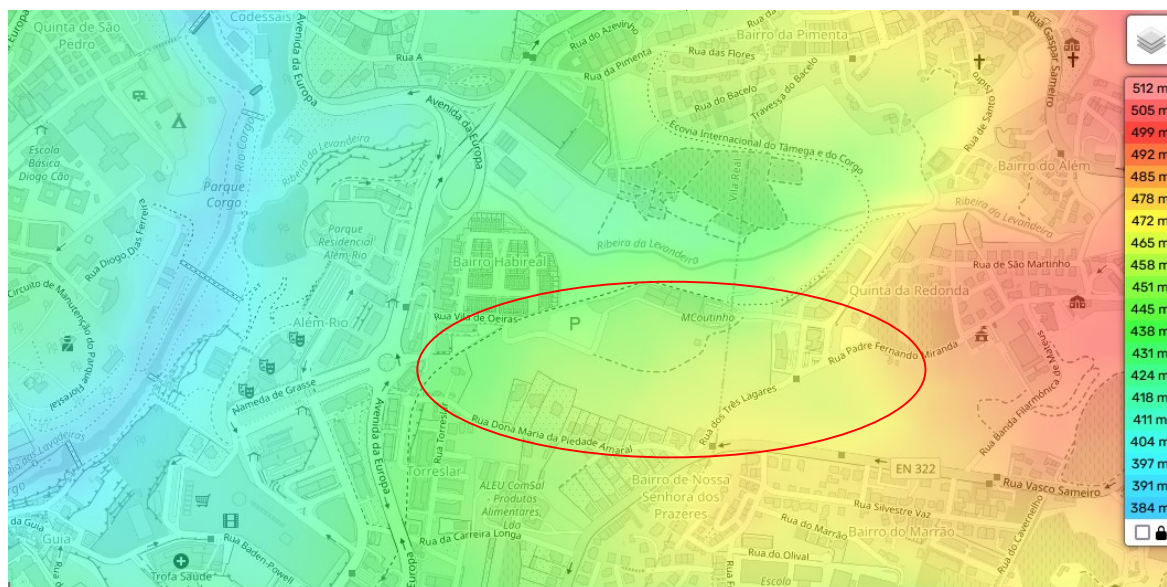


Figura 2 – Localização da zona em estudo no extrato da carta hipsométrica de Portugal

(Fonte: topographic-map.com/map-fmvt/VilaReal)

2.3-Geologia

Tendo por base a Folha 10-B (Vila Real) da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50 000, na zona em estudo afloram metassedimentos do paleozoico conhecidos por Grupo do Douro ou de uma forma mais generalista por Complexo Xisto-grauváquico, que aflora desde a fronteira com Espanha até às regiões de Vila Real, Peso da Régua e Valongo, em numerosas manchas, em especial nas zonas centrais de sinclínios ou sinclinais. A denominação de Grupo do Douro para esta grande sequência foi devida a SOUSA (1982), o qual a subdividiu pelas formações de Bateiras, Ervedosa do Douro, Rio Pinhão, Pinhão, Desejosa e São Domingos, no sentido da base para o topo. O traçado em estudo interessa a formação do Pinhão (NCPI) e da Desejosa (CDE).

A Formação do Pinhão (NCPI) é predominante na região em estudo e caracteriza-se pela alternância de leitos pelíticos (filitos e quartzo-filitos cloríticos esverdeados) e psamíticos (metagrauvaques e mataquartzovaques). Níveis de filitos cloríticos mais esverdeados com magnetite e pirite ocorrem com frequência. No conjunto sequencial, bastante homogéneo, podem ocorrer algumas intercalações de bancadas de metagrauvaques mais espessas (50 a 70 cm), por vezes em conjuntos de 2 a 3 metros. A passagem à unidade seguinte (Formação da Desejosa) é gradual, mas rápida, e é definida quando a sucessão do Pinhão dá lugar a uma

sequência predominantemente pelítica de cor escura, onde se intercalam leitos psamíticos milimétricos a centimétricos esbranquiçados, que lhe confere um aspeto listrado e de marcada monotonia.

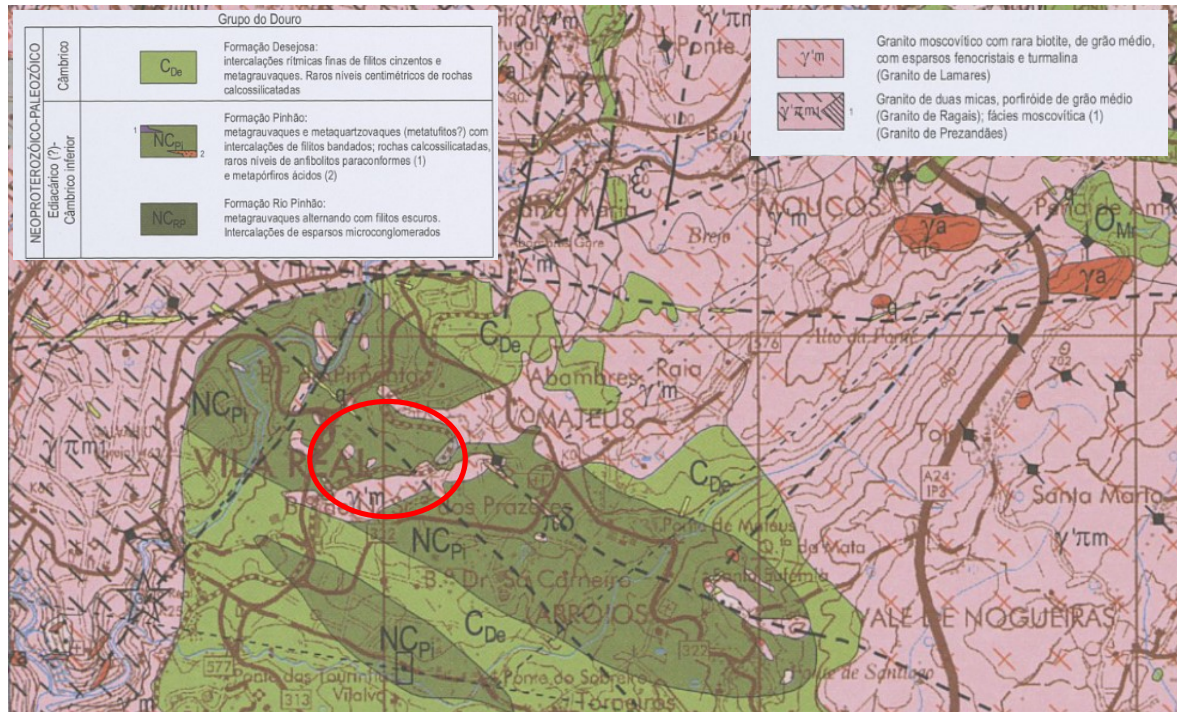


Figura 3 – Identificação da zona em estudo no extrato da Folha 10-B (Vila Real) da carta geológica de Portugal, à escala 1:50000.

Em termos de fácies de metamorfismo, as associações paragenéticas presentes nos metassedimentos enquadram-se na subfácies albite-clorite-biotite da fácies dos xistos verdes.

Apesar de na região predominar uma formação de substrato metamórfica, na zona onde se localiza o futuro loteamento, aflora uma mancha de tons rosa a circunscrever as formações xistentas. Na proximidade com os granitos, o metamorfismo de contacto expressa-se geralmente por uma zona interna de corneanas constituindo a zona da andaluzite-silimanite-cordierite, e uma zona externa de micaxistos de aspeto mosqueado, correspondente à zona da biotite.

Os granitos aflorantes na zona de Vila Real são de duas micas e sintectónicos relativamente a D3. O granito $\gamma'm$ é moscovítico com rara biotite, de grão médio, com esparsos fenocristais e turmalina, conhecido na região por "Granito de Lamares". Mais afastado da região em estudo, mas ainda a circunscrever os metassedimentos, aflora o "Granito de Regais", de duas micas, que pode conter fácies moscovíticas.

2.4-Litoestratigrafia

Tendo por base o subcapítulo anterior pode-se estabelecer as seguintes unidades que ocorrem ao longo do traçado:

- Depósitos modernos
 - Terra vegetal / depósitos de aterro (Tv);
 - Solos residuais xistentos (Sr);
- Formações de substrato
 - Granito de Lamares ($\gamma'm$)
 - Metassedimentos do Grupo do Douro (Complexo Xisto grauváquico);

Terra vegetal / Depósitos de Aterro (Tv):

Ocorrem em alguns locais terra vegetal e depósitos de aterro de composição variada por vezes heterogéneos e com disposição irregular. A espessura é variável, mas de pouca expressão. Nestes materiais predominam os materiais de natureza xistenta e eventualmente granítica, exibindo contaminação orgânica.

Solos Residuais (Sr):

Correspondem a solos resultantes da meteorização "in situ" dos maciços xistentos subjacentes, surgindo em grande parte dos Eixos com possanças geralmente pouco significativas não devendo exceder os 2-3 metros de espessura. Dada a natureza metamórfica da formação de

substrato predominante os solos residuais serão de tons castanho amarelado, por vezes alaranjado e de natureza siltosa e/ou argilosa contendo fragmentos xistentos e quartzosos.

Os solos residuais graníticos podem apresentar maiores possanças. Caso se verifique a sua existência, estes serão de tons amarelados ou esbranquiçados, geralmente arenosos com fração siltosa predominante.

Formação de substrato metamórfica:

Tal como já referido anteriormente, a formação de substrato metamórfica, designada por Grupo do Douro, engloba, na região em estudo, duas sequências que afloram na região. Devido à acentuada meteorização superficial, que afeta as duas unidades, é difícil a sua diferenciação.

Nos taludes do acesso ao local em estudo observa-se a unidade xistenta de tons acastanhados por vezes acinzentada que se apresenta muito alterada (grau de alteração W4) a muito alterada a decomposta (grau de alteração W4-5) podendo melhorar as suas características geotécnicas em profundidade onde estratos medianamente a muito alterados (grau de alteração W3-4) podem suceder. A xistosidade está bem pronunciada nestes materiais.



Figura 4 – Exemplos fotográficos de afloramentos metamórficos na zona em estudo.

Quando se avança para o interior da propriedade observam-se alguns blocos graníticos de forma arredondada, que podem corresponder a uma incursão granítica pelos metassedimentos atrás descritos.



Figura 5 – Exemplos fotográficos de afloramentos graníticos na zona em estudo.

Blocos de rocha granítica são no meio de solos de alteração graníticos é um fenómeno bastante comum nos horizontes de meteorização graníticos. Os agentes erosivos transportam os sedimentos areno-siltosos soltos e deixam a descoberto os blocos são de dimensão decimétrica a métrica, formando uma paisagem que é bastante comum em Trás os Montes e que se designa por “caos de blocos”.

2.5-Hidrogeologia

A área abrangida pelo traçado é drenada pelo Rio Douro, através dos afluentes que atravessam a região, destacando-se o Rio Corgo que atravessa Vila Real, e outras ribeiras de menor importância tal como as Ribeira da Levandeira e de Boque, entre outros regatos, que apesar de diminutos, formam uma zona aluvionar com aproveitamento agrícola que se localiza a norte da zona em estudo, sem que seja intercetada pela zona a urbanizar.

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica registam-se valores de precipitação variando em média entre os 1000 e os 500 anuais e distribuídos por 50 dias de chuva com intensidade superior a 10 mm. A evapotranspiração real segue a tendência da distribuição espacial da precipitação e do escoamento global, variando de 400 a 600 mm anuais. Tendo por base estes valores, a região revela excedentes hídricos anuais de certa importância no que se refere ao escoamento superficial, tendo-se desenvolvido uma densa rede de drenagem superficial característica de zonas de reduzida permeabilidade como são as extensas áreas do Grupo do Douro.

Do ponto de vista hidrogeológico, os afloramentos regionais originam um meio fissurado de redes aquíferas descontínuas a profundidades que raramente ultrapassam os 30/35 m, que podem coexistir, localmente, com aquíferos porosos, resultantes da alteração das rochas, como consequência da sua meteorização. Os aquíferos ocorrentes apresentam, quase sempre, produtividades relativamente baixas e são muito sensíveis ao regime pluviométrico.

O facto de constituírem sistemas subsuperficiais, com os níveis saturados nas proximidades da superfície topográfica e, ainda, por não existirem solos desenvolvidos, os aquíferos apresentam-se bastante vulneráveis à poluição, pelo que a implantação das obras de captação de água subterrânea deverá ter em conta as potenciais fontes de contaminação, designadamente as de origem doméstica e agrícola.

A existência de incursões graníticas no seio dos metassedimentos pode formar meios heterogêneos de percolação de água, uma vez que os materiais graníticos são, em regra, mais permeáveis devido à componente arenosa predominante.

2.6-Tectónica e sismicidade

O território de Portugal encontra-se perto da fronteira entre duas placas tectónicas, a Africana e a Euroasiática. Esta fronteira, genericamente designada por Falha Açores-Gibraltar na sua extensão do Oceano Atlântico, apresenta uma razoável atividade sísmica associada à interação das duas placas.

A norma NP EN 1998-1, ou seja, o Eurocódigo 8 (doravante designado como EC8), prevê dois cenários de geração de sismos que podem afetar Portugal:

- Um cenário designado de “afastado” referente em geral aos sismos com epicentro na região Atlântica e que corresponde à Ação sísmica Tipo 1.
- Um cenário designado de “próximo” referente em geral aos sismos com epicentro no território Continental e que corresponde à Ação sísmica Tipo 2;

O Anexo Nacional do EC8 procede à divisão do território nacional em zonas sísmicas, estabelecidas em termos da aceleração máxima de projeto de referência (agR) em rocha. A segurança das estruturas deve ser verificada segundo dois cenários distintos de ação sísmica, que representam um sismo afastado (AS Tipo 1 – interplacas) e um sismo próximo (AS Tipo 2 – intraplacas) cujo zonamento do território a considerar, em função do tipo de ação sísmica, é o ilustrado na seguinte figura:

De acordo com a figura 6, verifica-se que a zona em estudo para a ação sísmica do tipo 1 situa-se na zona 1.6 e para a ação sísmico tipo 2 na zona 2.5. Por sua vez, e conforme a informação constante no quadro 1, verifica-se que as mesmas correspondem a acelerações máximas de referência agR de 0,35 e 0,8 respetivamente para a ação sísmica tipo 1 e tipo 2.

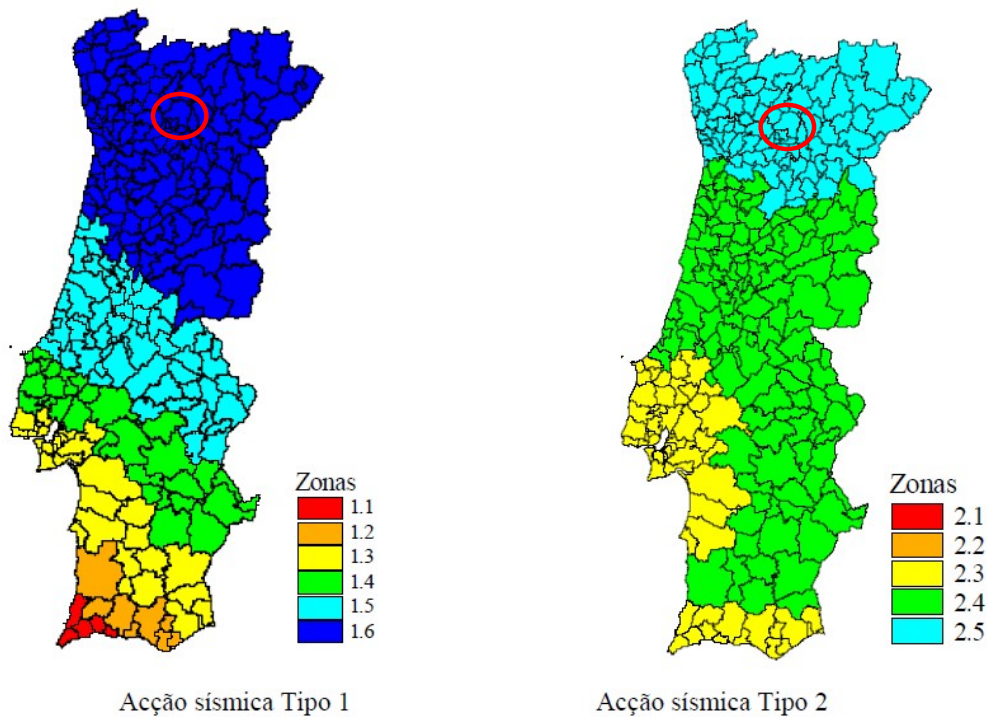


Figura 6 – Zonamento sísmico em Portugal Continental (NP EN 1998-1:2010).

O tipo de terreno interessado pode ser utilizado para ter em conta a influência das condições locais do terreno na ação sísmica, nesta influência poderá também ser tomada em conta a influência da geologia profunda na ação sísmica. Deste modo, no quadro seguinte, apresenta-se a tipologia dos terrenos de acordo com a classificação expressa na norma NP EN 1998-1 (2010) do Eurocódigo 8.

Quadro 1 - Valores de referência da aceleração máxima à superfície, a_{gR} (m/s^2), nas várias zonas sísmicas de Portugal (Anexo Nacional, NP EN 1998-1:2010).

Acção sísmica Tipo 1		Acção sísmica Tipo 2	
Zona Sísmica	a_{gR} (m/s^2)	Zona Sísmica	a_{gR} (m/s^2)
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	—	—

Quadro 2 - Tipo de terrenos segundo a classificação do Eurocódigo 8.

Tipo de Terreno	Descrição do perfil estratigráfico	Unidades Geológicas
		CXG / Granitos
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua no máximo, 5m de material mais fraco à superfície	•
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	
D	Depósitos de solos não coesivos de compactidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de vs do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5m e 20m, situado sobre um estrato mais rígido com vs > 800m/s	
S ₁	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade (PI>40) e um elevado teor em água	
S ₂	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A - E ou S ₁	

• - Mais provável; O - menos provável

Deste modo, a área em estudo localiza-se nas Zonas Sísmicas 1.6 e 2.5, respetivamente, para as ações sísmicas do Tipo 1 e Tipo 2, sendo considerado genericamente, o tipo de solo A referente à unidade de base do “Grupo do Douro” e eventualmente os granitos adjacentes.

3-Prospeção geológico-geotécnica

No âmbito do Estudo Geológico-Geotécnico para o Loteamento Mateus Poente, localizado em Vila Real, foi realizada uma campanha de prospeção que decorreu nos dias 19 e 20 de setembro de 2024. Nesta campanha foram realizados 6 poços de reconhecimento e recolha de amostras remexidas, com o intuito de identificar e caracterizar os terrenos interessados e avaliar a possibilidade de reutilização de materiais.

Além destes trabalhos foi também executado o reconhecimento geológico de superfície, de forma a complementar a informação obtida na campanha de prospeção.

Na figura 7 apresenta-se uma planta com os limites do loteamento e a posição dos poços realizados.



Figura 7 – Posicionamento dos poços realizados sobre imagem do Google Earth

Os trabalhos de campo foram realizados de acordo com as recomendações do Eurocódigo 7 – Projeto Geotécnico, Parte 3 – Design assisted by field testing.

No Anexo I, apresentam-se os boletins alusivos aos poços de prospeção e no anexo II os boletins dos ensaios laboratoriais.

Descrevem-se de seguida os resultados dos trabalhos de prospeção efetuados que contribuíram para o estabelecimento das conclusões desta memória.

3.1-Poços reconhecimento

No decurso da campanha de prospeção foram executados um total de 6 poços de prospeção com a utilização de uma máquina retroescavadora. Com a abertura dos poços de prospeção procuraram-se vários objetivos, entre os quais, observação “in situ” das camadas, avaliação do tipo e natureza do terreno interessado e da espessura das camadas, deteção da eventual ocorrência de níveis freáticos e ainda a recolha de amostras remexidas para posterior caracterização laboratorial.

No quadro seguinte, apresentam-se as principais características dos poços de prospeção executados com a indicação das amostras recolhidas para a execução dos ensaios de identificação e caracterização.

Quadro 3 – resumo dos poços de reconhecimento.

Poço	Localização	Objetivo	Terra vegetal (m)	Profundidade máxima (m)	Nível água (m)	Referência amostra
P1	Eixo 1 – 0+030	Fundação aterro	0,20	2,50	-	
P2	Eixo 1 – 0+125	Fundação aterro / muro	0,20	2,40	-	
P3	Eixo 2 – 0+500	Escavação	0,30	1,90	-	
P4	Eixo 3 – 0+000	Escavação	0,10	2,00	-	A2
P5	Eixo 3 – 0+375	Fundação aterro / muro	0,20	1,90	-	
P6	Eixo 3 – 0+125	Escavação	0,10	1,80	-	

Do quadro anterior conclui-se que o perfil litoestratigráfico da zona em estudo é bastante homogéneo. Em todos os poços foi identificada a formação de substrato xistenta que inicialmente se apresenta decomposta (grau de alteração W5), transformada em solos residuais castanho por vezes avermelhados ou alaranjados, com matriz areno-siltosa ou argilosa, com fragmentos de xisto. A profundidades variáveis entre os 2,5 metros (P5) e 1,8 metros (P6), o

xisto apresenta-se com menor grau de meteorização (grau de alteração W4-5), oferecendo maior resistência à escavação, tendo-se dado como terminado o poço.

A formação xistenta apresenta recobrimento vegetal em toda a área em estudo, com formação de um solo castanho escuro, com raízes, por vezes rico em matéria orgânica, com espessuras variáveis entre 0,1 e 0,3 metros. Não foram identificados depósitos de cobertura, do tipo aluvionar ou coluvionar, nas zonas mais baixas ou nas encostas dos morros a escavar.

Nunca foram identificados níveis de água no fundo do poço, apesar da chuva persistente na altura da realização dos poços.

Tal como referido anteriormente, foi realizada a uma amostragem representativa dos solos locais e ao longo da totalidade da zona em estudo.

3.2-Ensaios laboratoriais

No que concerne à caracterização laboratorial dos solos amostrados, faz-se de seguida uma síntese dos resultados obtidos.

Quadro 4 – Síntese dos resultados dos ensaios laboratoriais.

Amostra	Prof. (m)	Wn (%)	LL IP (%)	Granulometria % passado nos peneiros			Sistemas de classificação		
				D máx (mm)	#10 (2 mm)	#200 (0,075 mm)	ASTM	AASHTO	LCPC-SETRA
A2 – P4	1,0 - 1,9	6,4	34 5	37,50	40,5	21,2	SM	A-2-4	B5
A3 – P3	1,0 – 1,8	5,5	30 2	25,00	61,6	34,0	SM	A-2-4	B5
A4 – P6	1,0 – 1,7	8,3	35 7	37,50	54,0	26,8	SC-SM	A-2-4	B5
A5 – P5	1,0 – 1,8	6,1	31 3	25,00	71,2	34,3	SM	A-2-4	B5
A6 – P1	1,0 – 2,4	4,5	30 3	9,50	88,0	30,4	SM	A-2-4	B5
A7 – P2	1,0 – 2,3	6,9	34 7	4,75	88,9	66,4	CL-ML	A5	A1

As amostras foram todas recolhidas no xisto decomposto e transformado em solos residuais castanho, por vezes avermelhado ou alaranjado (grau de alteração W5), a profundidades variáveis entre 1,0 e 2,4 metros.

Tendo em conta os resultados dos ensaios laboratoriais constata-se que os solos residuais existentes são bastante homogêneos, apesar de algumas variações granulométricas.

No geral o solo é relativamente fino e pouco plástico. A percentagem de material grosso, material retido no peneiro #10, é quase sempre inferior a 50%, variando entre 46,0 e 11,1%. Apenas no Poço 4 a fração grosseira supera os 50%, com um valor de 59,5%.

A fração de material que passa no peneiro #200, que corresponde aos siltes e argilas, varia entre 21 e 66%, fator que pode ser condicionante na reutilização destes materiais.

No que respeita à plasticidade dos materiais, constata-se que a generalidade dos solos apresenta baixa plasticidade, uma vez que o Índice de Plasticidade é sempre inferior a 7%, variando entre 2 e 7%, concluindo-se que na fração fina predominam as siltes relativamente às argilas. O valor do Limite de liquidez varia entre 30 e 35%.

Estas amostras foram classificadas com base no sistema de classificação unificado de solos (ASTM), sistema de classificação rodoviário (AASHTO), bem como pela classificação francesa (LCPC-SETRA).

No que respeita à classificação unificada de solos trata-se essencialmente de um solo do tipo SM, areia siltosa, contudo na amostra A4-P6 o solo é do tipo SC-SM, areia argilo-siltosa, e na amostra A7-P2, o solo é do tipo CL-ML, argila siltosa.

Do ponto de vista da classificação rodoviária, os solos ensaiados enquadram-se na sua generalidade no grupo A-2-4, areia siltosa ou argilosa. A exceção é a amostra A7-P2 que se enquadra no grupo A5, solos siltosos.

Da classificação francesa constata-se a presença de solos B5, areias muito siltosas, para a generalidade das amostras. A amostra A7-P2 conduziu a um solo A1, siltes ou siltes arenosos pouco plásticos.

Para avaliação do comportamento dos solos em camadas de aterro e fundação do pavimento previu-se a realização do ensaio de compactação Proctor Modificado e do ensaio CBR. Uma vez que as amostras são da mesma natureza apenas foi realizado um ensaio de cada, tal como resumido no Quadro 5.

Quadro 5 – Síntese dos resultados do ensaio de compactação e CBR.

Amostra	Compactação Ensaio Proctor Modificado		CBR (95% proct)
	Wopt (%)	γ_{dm} (g/cm ³)	
A8 – P3+P4	10,7	1,91	4

Para a realização dos ensaios de compactação e CBR utilizou-se as amostras dos poços P4 e P3. Quando se recolheu as amostras, o material xistente apresentava-se com bastantes fragmentos de xisto dando a entender que não seria possível a realização destes ensaios, por se tratar de uma mistura de solo-enrocamento, tal como ilustrado nas Figura 8. Contudo, após preparação das amostras, os fragmentos de xisto formaram um solo fino com pouco cascalho. Este comportamento é típico de solos xistentos que se caracterizam por serem evolutivos e alertarem a sua composição granulométrica, e consequentemente comportamental, após compactação.

Do ensaio de compactação Proctor Modificado chegou-se a uma baridade seca máxima de 1,91 g/cm³ para um teor ótimo de humidade de 10,7%, indicativo de um solo fino. A configuração da curva do ensaio assinala uma brusca redução no grau de compactação, para valores de humidade a superar o valor ótimo.



Figura 8 – Exemplos fotográficos dos materiais grosseiros provenientes dos poços P3 e P4.

Relativamente ao ensaio CBR verifica-se que os solos são da classe S1, de acordo com o manual de conceção de pavimentos, com valores de CBR entre 3 e 5%. Solos com estas características podem ser utilizados em aterro, de reduzida altura, com devidas precauções, e não podem ser utilizados na camada de leito de pavimento.

4-Terraplenagem

4.1-Decapagem

A espessura de terra vegetal varia com as formações aflorantes ou sub aflorantes, o tipo e densidade de vegetação que as reveste e ainda com o declive do terreno natural. Tendo por base o estudo efetuado, conclui-se que estamos na presença de uma zona em que a espessura de terra vegetal é reduzida, variando entre 0,1 e 0,3m, considerando-se, para efeitos de medição, uma espessura média de 0,2 metros.

4.2-Escavações

A combinação da rasante dos acessos, do loteamento, com a morfologia do terreno, conduzirá a escavações que poderão atingir alturas livres ao eixo da ordem dos 6 metros, contudo, regra geral, as escavações apresentam alturas verticais da ordem dos 3-4 metros.

Tendo por base o estudo efetuado, verifica-se que no local da obra afloram metassedimentos geralmente decompostos (grau de alteração W5), até cerca dos 2 metros de profundidade, surgindo depois xistos muito alterado a decompostos (grau de alteração W4-5), que serão totalmente escaváveis com meios mecânicos. Apesar de não terem sido identificadas nos poços, observam-se nas imediações do loteamento, incursões graníticas de melhor qualidade, em forma de blocos, e que podem oferecer maiores dificuldades à escavação. Para o desmonte destes blocos poderá ser necessário recorrer-se a meios pesados como ripper ou martelo pneumático.

Face às características das formações interessadas admite-se como metodologia geral geometrias de 1/1.5 (v/h), visto tratarem-se essencialmente de materiais muito alterados a decompostos (graus de alteração W4-5), principalmente nos níveis superiores.

4.3-Aterros

Em termos de orografia do terreno, deparamos com zonas de declive pouco acentuado, impondo a criação de aterros com alturas geralmente com 2-3 metros de altura, mas que pontualmente podem exceder os 4 metros.

Na região é interessada uma formação de substrato aflorante ou sub aflorante, onde predominam, nos horizontes superficiais, materiais pertencentes ao Complexo Xisto-grauváquico decompostos (grau de alteração W5), não sendo previsível a ocorrência de problemas geotécnicos significativos, procedendo-se apenas à limpeza e regularização da fundação após decapagem e a compactação de solos mais descomprimidos.

Tomando em consideração as características geotécnicas dos materiais a movimentar e a dimensão (altura) dos aterros, preconiza-se como regra geral para a geometria dos taludes de aterro, a inclinação 1/1.5 (v/h).

4.4-Reutilização de materiais

No que diz respeito ao movimento de terras prevê-se que os aterros venham a ser construídos com materiais provenientes da escavação, uma vez que se estima um excedente de terras da ordem dos 49 000 m³, para um volume de escavação em linha próximo de 69 000 m³.

A informação disponível e apresentada nos capítulos anteriores permite-nos antever que os materiais a escavar ao longo do traçado, após a decapagem, poderão vir a ser reutilizados na execução de aterros, mediante a seleção dos materiais.

Nos horizontes superficiais ocorrem areias siltosas por vezes argilosas, nos horizontes mais profundos devem ocorrer os mesmos solos com fragmentos de material xisto-grauvacoide, gerando uma mistura de solo-enrocamento.

Uma vez que os solos de alteração xistenta apresentam fracas características geotécnicas ($\text{CBR} < 5\%$), recomenda-se a utilização das misturas de solo-enrocamento que se localizam abaixo dos 2 metros de profundidade, para a construção dos aterros.

Devem ser rejeitados materiais com excesso de matéria orgânica, ou que se apresentem com estado hídrico desfavorável à sua aplicação em aterro.

Uma vez que se trata de rochas evolutivas, os quais têm a particularidade de sofrerem alterações das suas características físico-químicas e mecânicas durante a colocação em obra e posteriormente durante o período de serviço. Um dos aspetos mais relevantes é a alteração da sua granulometria e das suas características mecânicas quando sujeitos às ações dos agentes climáticos em condições de serviço, que após a construção poderá originar deformações nos aterros e a consequente nos pavimentos.

Para a aplicação destes materiais em aterro deverá seguir-se, para a colocação do material, o processo conhecido por execução de camadas com deposição "em cordão", em que o material é descarregado 5 m antes da frente de aplicação e deverá proceder-se a uma fragmentação complementar. O seu espalhamento deverá ser feito por camadas de espessura não superior a 0,40 m, com compactação intensa, de preferência com cilindros vibradores "pés-de-carneiro" ou "pés-de-cunha" e com rega.

Os solos xistentos, como os presentes na zona em estudo, são particularmente sensíveis à água pelo que deverá haver cuidados adicionais na sua aplicação em aterro.

Estes solos são muito sensíveis à situação meteorológica, que pode muito rapidamente interromper a obra devido ao excesso de teor de humidade ou ao contrário, conduzir a um material seco difícil de compactar. Assim, não se recomenda a execução dos aterros na presença de chuva, mesmo que fraca, sendo preferível humidificar os solos quando necessário. Na ausência de material grosseiro, a espessura das camadas não deverá exceder os 20 cm.

4.5-Leito do pavimento

Relativamente à camada de leito de pavimento constata-se que os solos ensaiados presentes ao longo do traçado não apresentam características de aplicabilidade tendo por base o definido no Caderno de Encargos Tipo Obra (CETO) do IP. De modo a garantir-se uma adequada regularização e uniformização das condições de fundação de pavimento, considera-se que o leito do pavimento, tanto em situação de fundo de escavação como em situação de aterro, seja construído à custa de uma camada de 0,20 m, após compactação, em ABGE (Agregado Britado de Granulometria Extensa).

4.6-Condições de fundação dos muros de contenção.

Preconiza-se a necessidade de construção de dois muros de contenção de aterro com alturas da ordem de 1 a 2 metros. Os muros localizam-se nas imediações dos poços P2 e P5, onde foram identificados solos residuais xistentos até profundidades da ordem dos 2 metros.

Tendo em conta o tipo e dimensão das estruturas a implantar, bem como as cargas reduzidas dos respetivos muros, considera-se que estes serão em princípio compatíveis com a solução de fundações diretas. Após abertura das fundações, deverá proceder-se à escarificação, controlo do estado hídrico e recompactação, a 95% do ensaio Proctor Modificado, dos materiais ocorrentes. Uma vez que os terrenos de fundação apresentam valores de CBR reduzidos após compactação, e também como ficou demonstrada a sensibilidade à água destes materiais, recomenda-se que seja construída uma camada de agregado britado de 25 cm, sobre a qual se assente o muro. Com esta solução aceitar-se-ão tensões máximas admissíveis de contacto de 120 KPa.



Lisboa, em novembro de 2024

O Eng.º Geólogo

(António Ferrão)

LOTEAMENTO MATEUS POENTE
VILA REAL

Caracterização dos Solos - Sondagens por Poço

Data	Técnicos	Responsável	BOLETIM CARACTERÍSTICAS / FOTOGRAFIAS	Local:	Eixo 1 - 0+030
20/09/2024	T. Silva	A. Ferrão		Zona:	Fundação de aterro
				ID Poço:	Poço 1

POÇO Nº P 001										pk :	E1 0+030
	Profundidade (m)	Descrição das Camadas	Amostra (ref. e prof.)	LL (%)	IP (%)	P#200 (%)	P#10 (0,1%)	w nat (%)	CBR 95 (%)	Classificação solos	
1	0,0 - 0,2	Terra vegetal - Solo castanho com raízes									
2	0,2 - 2,4	Solo de alteração xistento, castanho, silotoso, com escassos fragmentos de xisto de dimensão centimétrica.	A6	27	3	30,4	88	4,5	-	SM - Areia siltosa A-2-4	
3	2,4 - 2,5	Maciço xistento muito alterado a decomposto (grau de alteração W4-5)									



OBS:

O poço treminou quando a máquina atingiu a formação de substrato xistenta com alguma resistência (grau de alteração W4-5)

**LOTEAMENTO MATEUS POENTE
VILA REAL**

Caracterização dos Solos - Sondagens por Poço

Data	Técnicos	Responsável	BOLETIM CARACTERÍSTICAS / FOTOGRAFIAS	Local:
20/09/2024	T. Silva	A. Ferrão		Eixo 1 - 0+125
				Zona: Fundação de aterro
				ID Poço: Poço 2

POÇO Nº P 002

pk : E1 0+125

	Profundidade (m)	Descrição das Camadas	Amostra (ref. e prof.)	LL (%)	IP (%)	P#200 (%)	P#10 (0,1%)	w nat (%)	CBR 95 (%)	Classificação solos
1	0,0 - 0,2	Terra vegetal - Solo castanho com raízes								
2	0,2 - 2,3	Solo de alteração xistento, castanho, silotoso, com escassos fragmentos de xisto de dimensão centimétrica.	A7	27	7	62,4	88,9	6,9	-	CL/ML - Argila siltosa A-5
3	2,3 - 2,4	Maciço xistento muito alterado a decomposto (grau de alteração W4-5)								



OBS:

O poço terminou quando a máquina atingiu a formação de substrato xistenta com alguma resistência (grau de alteração W4-5)

LOTEAMENTO MATEUS POENTE VILA REAL

Caracterização dos Solos - Sondagens por Poço

Data	Técnicos	Responsável	BOLETIM CARACTERÍSTICAS / FOTOGRAFIAS	Local:
20/09/2024	T. Silva	A. Ferrão		Eixo 2 - 0+500
				Zona: Escavação
				ID Poço: Poço 3

POÇO Nº P 003

pk : **E2 0+500**

	Profundidade (m)	Descrição das Camadas	Amostra (ref. e prof.)	LL (%)	IP (%)	P#200 (%)	P#10 (0,1%)	w nat (%)	CBR 95 (%)	Classificação solos
1	0,0 - 0,3	Terra vegetal - Solo castanho com raízes								
2	0,3 - 1,8	Solo de alteração xistento, castanho, silotoso, com escassos fragmentos de xisto de dimensão centimétrica.	A3	28	2	34	61,6	5,5	-	SM - Areia siltosa A-2-4
3	1,8 - 1,9	Maciço xistento muito alterado a decomposto (grau de alteração W4-5)								



OBS:

O poço terminou quando a máquina atingiu a formação de substrato xistenta com alguma resistência (grau de alteração W4-5)

**LOTEAMENTO MATEUS POENTE
VILA REAL**

Caracterização dos Solos - Sondagens por Poço

Data	Técnicos	Responsável	BOLETIM CARACTERÍSTICAS / FOTOGRAFIAS	Local:
20/09/2024	T. Silva	A. Ferrão		Eixo 3 - 0+000
				Zona: Escavação
				ID Poço: Poço 3

POÇO Nº P 004

pk : E3 0+000

	Profundidade (m)	Descrição das Camadas	Amostra (ref. e prof.)	LL (%)	IP (%)	P#200 (%)	P#10 (0,1%)	w nat (%)	CBR 95 (%)	Classificação solos
1	0,0 - 0,1	Terra vegetal - Solo castanho com raízes								
2	0,1 - 1,9	Solo de alteração xistento, castanho, silotoso, com escassos fragmentos de xisto de dimensão centimétrica.	A2	34	5	21,2	40,5	6,4	-	SM - Areia siltosa A-2-4
3	1,9 - 2,0	Maciço xistento muito alterado a decomposto (grau de alteração W4-5)								



OBS:

O poço terminou quando a máquina atingiu a formação de substrato xistenta com alguma resistência (grau de alteração W4-5)

LOTEAMENTO MATEUS POENTE VILA REAL

Caracterização dos Solos - Sondagens por Poço

Data	Técnicos	Responsável	BOLETIM CARACTERÍSTICAS / FOTOGRAFIAS	Local:
20/09/2024	T. Silva	A. Ferrão		Eixo 3 - 0+375
				Zona: Fundação aterro / muro
				ID Poço: Poço 5

POÇO Nº P 005

pk : **E3 0+375**

	Profundidade (m)	Descrição das Camadas	Amostra (ref. e prof.)	LL (%)	IP (%)	P#200 (%)	P#10 (0,1%)	w nat (%)	CBR 95 (%)	Classificação solos
1	0,0 - 0,2	Terra vegetal - Solo castanho com raízes								
2	0,2 - 1,8	Solo de alteração xistento, castanho, silotoso, com escassos fragmentos de xisto de dimensão centimétrica.	A5	28	3	34,3	71,2	6,1	-	SM - Areia siltosa A-2-4
3	1,8 - 1,9	Maciço xistento muito alterado a decomposto (grau de alteração W4-5)								



OBS:

O poço terminou quando a máquina atingiu a formação de substrato xistenta com alguma resistência (grau de alteração W4-5)

**LOTEAMENTO MATEUS POENTE
VILA REAL**

Caracterização dos Solos - Sondagens por Poço

Data	Técnicos	Responsável	BOLETIM CARACTERÍSTICAS / FOTOGRAFIAS	Local:
20/09/2024	T. Silva	A. Ferrão		Eixo 3 - 0+125
				Zona: Escavação
				ID Poço: Poço 6

POÇO Nº P 004

pk : E3 0+125

	Profundidade (m)	Descrição das Camadas	Amostra (ref. e prof.)	LL (%)	IP (%)	P#200 (%)	P#10 (0,1%)	w nat (%)	CBR 95 (%)	Classificação solos
1	0,0 - 0,1	Terra vegetal - Solo castanho com raízes								
2	0,1 - 1,7	Solo de alteração xistento, castanho, silotoso, com abundantes fragmentos de xisto de dimensão centimétrica.	A4	28	7	26,8	54	8,3	-	SC-SM- Areia argilo-siltosa A-2-4
3	1,7 - 1,8	Maciço xistento muito alterado a decomposto (grau de alteração W4-5)								



OBS:

O poço terminou quando a máquina atingiu a formação de substrato xistenta com alguma resistência (grau de alteração W4-5)

Identificação do cliente**Empresa/Instituição:** PlanUrb – Engenharia e Arquitetura**Endereço:** Rua Doutor Francisco Costa Lobo
5000-261 Vila Real**Telef:** 259046560**Fax:** ----**Email:** p.amaral@planurb.pt**Identificação do(s) ensaio(s)****Ensaio:** Determinação do teor em água **Documento normativo:** NP - 84:1965**Ensaio:** Análise granulométrica por peneiração húmida **Documento normativo:** LNEC E 239:1970**Ensaio:** Determinação dos limites de consistência **Documento normativo:** NP - 143:1969 (limite de liquidez e limite de plasticidade)**Data de início do(s) ensaio(s):** 23-09-2024**Data de conclusão do(s) ensaio(s):** 09-10-2024**Alterações ao(s) método(s) (desvios; adições ou exclusões):** Não foram realizadas alterações aos métodos**Local de realização dos ensaios:** Instalações permanentes do laboratório**Identificação da amostra****Código laboratório:** IPN/LABGEO/2024/A2**Código cliente:** P4**Tipo de amostra:** Solo**Descrição da amostra:** Acondicionada em um saco**Estado da amostra:** Rececionada em condições adequadas**Responsável pela amostragem:** Cliente**Procedimento de amostragem:** ----**Plano de amostragem:** ----**Local de recolha:** ----**Data de recolha:** ----**Data de receção:** 20-09-2024**Resultados:**

Encontram-se nas páginas seguintes e aplicam-se à amostra conforme rececionada.

Observações: ----**Data de emissão:** 16-10-2024**Coordenador do Laboratório**

João António Marques Duarte

Assinado por: **João António Marques Duarte**

Num. de Identificação: 08213556

Data: 2024.10.25 15:45:29+01'00'

Notas:

As incertezas apresentadas no presente relatório não incluem a componente da amostragem.

**CHAVE MÓVEL**

Os resultados constantes neste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este relatório não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório.

DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA
NP - 84:1965

Nº da cápsula		3
Massa da cápsula	m_1 (g)	229,93
Massa da cápsula + provete húmido	m_2 (g)	798,46
Massa da cápsula + provete seco	m_3 (g)	764,14
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	34,32
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	534,21
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	6,4
Incerteza	$w (\pm)$ (%)	0,2

Data de início do ensaio: 23-09-2024

Data de conclusão do ensaio: 24-09-20274

Técnico de Laboratório
Maria Alexandre Oliveira

Assinado por: **Maria Alexandre Teles Furtado de Campos Rodrigues de Oliveira**
Num. de Identificação: 07357006
Data: 2024.10.25 12:06:12+01'00'

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970

Massa total ($m_{10}+m'_{10}$)	m_t (g) = 4482,9
Massa total da fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m_{10} (g) = 2669,2
Massa total da fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m'_{10} (g) = 1813,6

Material grosso - Fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material grosso	$N'_{10} = (m_{10}/m_t) * 100 = 59,5$
----------------------	---------------------------------------

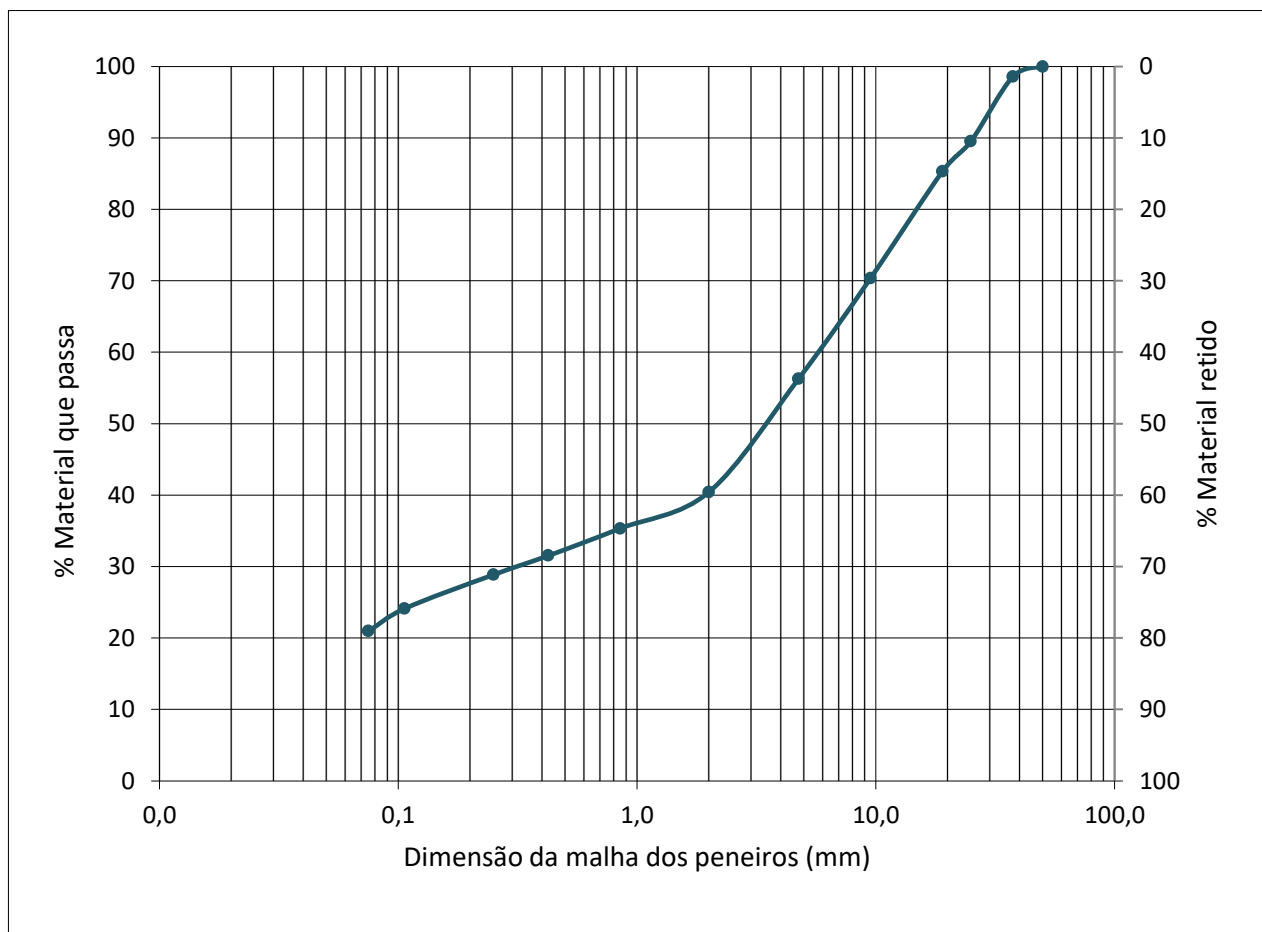
Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_t) * 100$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
3"	75					
2"	50	0,0	0,0	0,0	100,0	----
1 1/2"	37,5	62,8	1,4	1,4	98,6	0,1
1"	25	405,8	9,1	10,5	89,5	0,1
3/4"	19	189,4	4,2	14,7	85,3	0,1
3/8"	9,5	670,6	15,0	29,6	70,4	0,1
$n^{\circ}4$	4,75	629,4	14,0	43,7	56,3	0,1
$n^{\circ}10$	2	711,2	15,9	59,5	40,5	0,1

Material fino - Fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material fino	$N''_{10} = (m'_{10}/m_t) * 100 = 40,5$
Massa ensaiada m_a (g) = 119,23	

Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_a) * N''_{10}$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
$n^{\circ}20$	0,850	15,08	5,1	64,7	35,3	0,2
$n^{\circ}40$	0,425	11,16	3,8	68,4	31,6	0,2
$n^{\circ}60$	0,250	7,90	2,7	71,1	28,9	0,2
$n^{\circ}140$	0,106	14,01	4,8	75,9	24,1	0,2
$n^{\circ}200$	0,075	9,25	3,1	79,0	21,0	0,2

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970



Data de início do ensaio: 26-09-2024

Data de conclusão do ensaio: 30-09-2024

Técnico de Laboratório

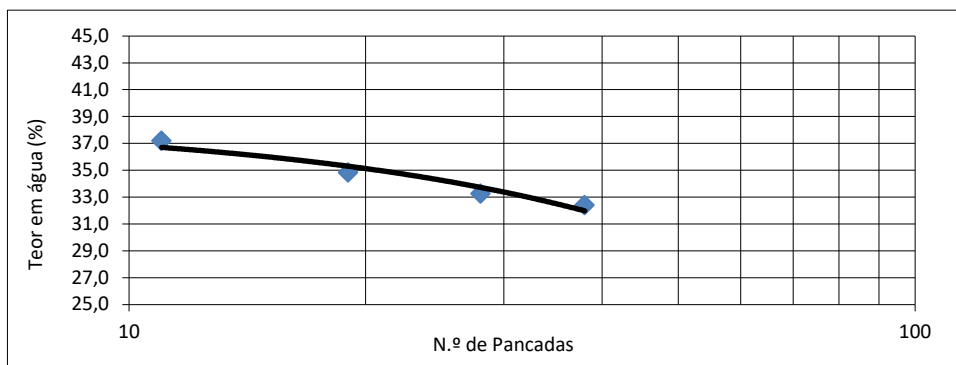
Maria Alexandre Oliveira

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA
NP - 143:1969

LIMITE DE LIQUIDEZ					
	Nº da cápsula	38	37	45	41
Massa da cápsula	m_1 (g)	18,11	18,01	18,10	18,11
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	29,51	30,99	29,13	30,06
Massa do provete seco + cápsula	m_3 (g)	26,72	27,75	26,28	26,82
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	2,79	3,24	2,85	3,24
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	8,61	9,74	8,18	8,71
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	32,40	33,26	34,84	37,20
	Nº de pancadas	38	28	19	11



LIMITE DE PLASTICIDADE					
	Nº da cápsula	43	44	42	39
Massa da cápsula	m_1 (g)	18,08	18,18	18,26	18,07
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	22,13	22,29	22,77	22,29
Massa provete seco + cápsula	m_3 (g)	21,21	21,39	21,78	21,33
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	0,92	0,90	0,99	0,96
Massa provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	3,13	3,21	3,52	3,26
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	29,39	28,04	28,13	29,45
	Média dos teores em água (%)	28,75			

Limite de Liquidez (%) = 34
Limite de Plasticidade (%) = 29
Índice de Plasticidade (%) = 5

Data de início do ensaio: 08-10-2024
Data de conclusão do ensaio: 09-10-2024

Técnico de Laboratório Maria Alexandre Oliveira

Notas:

Identificação do cliente**Empresa/Instituição:** PlanUrb – Engenharia e Arquitetura**Endereço:** Rua Doutor Francisco Costa Lobo
5000-261 Vila Real**Telef:** 259046560**Fax:** ----**Email:** p.amaral@planurb.pt**Identificação do(s) ensaio(s)****Ensaio:** Determinação do teor em água **Documento normativo:** NP - 84:1965**Ensaio:** Análise granulométrica por peneiração húmida **Documento normativo:** LNEC E 239:1970**Ensaio:** Determinação dos limites de consistência **Documento normativo:** NP - 143:1969 (limite de liquidez e limite de plasticidade)**Data de início do(s) ensaio(s):** 23-09-2024**Data de conclusão do(s) ensaio(s):** 09-10-2024**Alterações ao(s) método(s) (desvios; adições ou exclusões):** Não foram realizadas alterações aos métodos**Local de realização dos ensaios:** Instalações permanentes do laboratório**Identificação da amostra****Código laboratório:** IPN/LABGEO/2024/A3**Código cliente:** P3**Tipo de amostra:** Solo**Descrição da amostra:** Acondicionada em um saco**Estado da amostra:** Rececionada em condições adequadas**Responsável pela amostragem:** Cliente**Procedimento de amostragem:** ----**Plano de amostragem:** ----**Local de recolha:** ----**Data de recolha:** ----**Data de receção:** 20-09-2024**Resultados:**

Encontram-se nas páginas seguintes e aplicam-se à amostra conforme rececionada.

Observações: ----**Data de emissão:** 16-10-2024**Coordenador do Laboratório**

João António Marques Duarte

Assinado por: **João António Marques Duarte**

Num. de Identificação: 08213556

Data: 2024.10.25 15:47:28+01'00'

Notas:

As incertezas apresentadas no presente relatório não incluem a componente da amostragem.

**CHAVE MÓVEL**

DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA
NP - 84:1965

Nº da cápsula		6
Massa da cápsula	m_1 (g)	102,19
Massa da cápsula + provete húmido	m_2 (g)	738,35
Massa da cápsula + provete seco	m_3 (g)	705,17
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	33,18
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	602,98
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	5,5
Incerteza	w (±) (%)	0,1

Data de início do ensaio: 23-09-2024

Data de conclusão do ensaio: 24-09-20274

Técnico de Laboratório
Maria Alexandre OliveiraAssinado por: **Maria Alexandre Teles Furtado de Campos Rodrigues de Oliveira**

Num. de Identificação: 07357006

Data: 2024.10.25 12:07:31+01'00'

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA LNEC E 239:1970

Massa total ($m_{10}+m'_{10}$)	m_t (g) = 4861,5
Massa total da fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m_{10} (g) = 1865,2
Massa total da fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m'_{10} (g) = 2996,3

Material grosso - Fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material grosso	$N'_{10} = (m_{10}/m_t) * 100 = 38,4$
----------------------	---------------------------------------

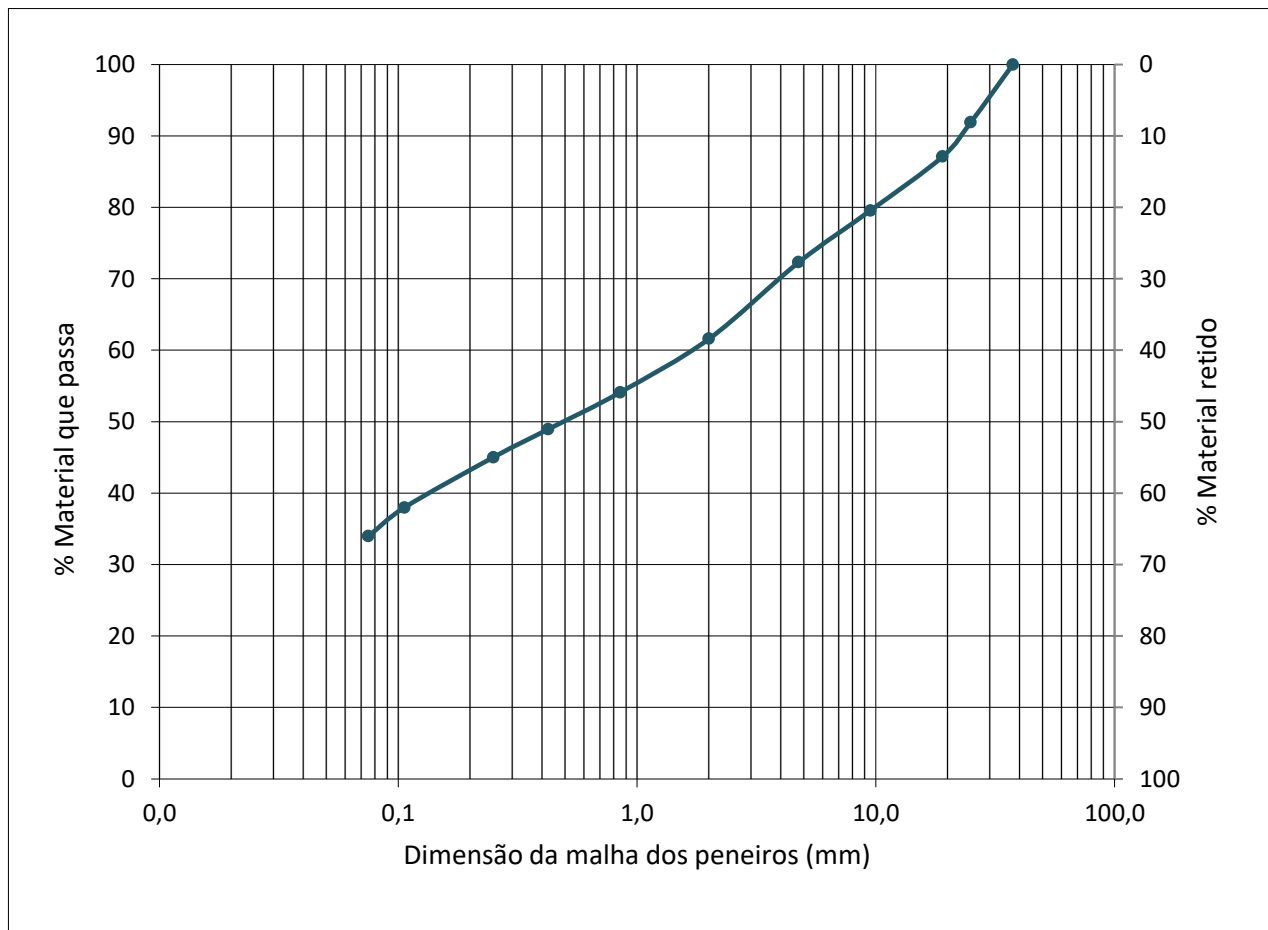
Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_t) * 100$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
3"	75					
2"	50					
1 1/2"	37,5	0,0	0,0	0,0	100,0	----
1"	25	391,9	8,1	8,1	91,9	0,1
3/4"	19	234,4	4,8	12,9	87,1	0,1
3/8"	9,5	367,5	7,6	20,4	79,6	0,1
$n^{\circ}4$	4,75	350,8	7,2	27,7	72,3	0,1
$n^{\circ}10$	2	520,6	10,7	38,4	61,6	0,1

Material fino - Fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material fino	$N''_{10} = (m'_{10}/m_t) * 100 = 61,6$
Massa ensaiada m_a (g) = 114,68	

Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_a) * N''_{10}$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
$n^{\circ}20$	0,850	14,00	7,5	45,9	54,1	0,6
$n^{\circ}40$	0,425	9,57	5,1	51,0	49,0	0,6
$n^{\circ}60$	0,250	7,32	3,9	55,0	45,0	0,3
$n^{\circ}140$	0,106	13,11	7,0	62,0	38,0	0,6
$n^{\circ}200$	0,075	7,41	4,0	66,0	34,0	0,4

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970



Data de início do ensaio: 26-09-2024

Data de conclusão do ensaio: 30-09-2024

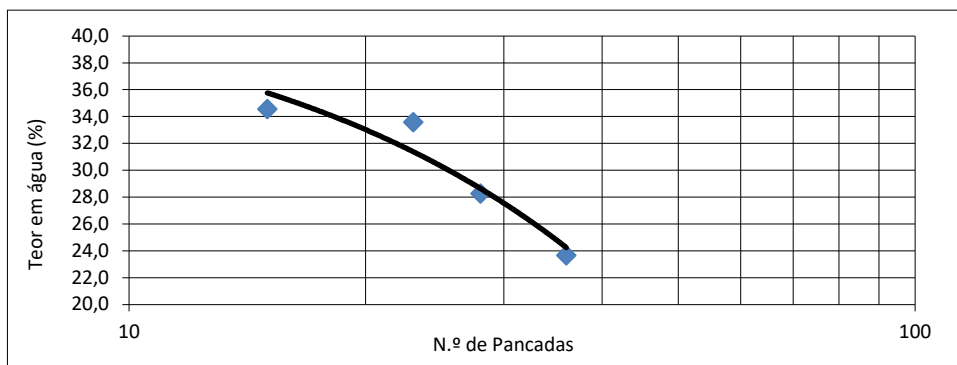
Técnico de Laboratório Maria Alexandre Oliveira

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA
NP - 143:1969

LIMITE DE LIQUIDEZ					
	Nº da cápsula	29	31	33	34
Massa da cápsula	m_1 (g)	21,86	21,39	30,46	20,31
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	35,40	32,78	41,56	34,64
Massa do provete seco + cápsula	m_3 (g)	32,81	30,27	38,77	30,96
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	2,59	2,51	2,79	3,68
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	10,95	8,88	8,31	10,65
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	23,65	28,27	33,57	34,55
	Nº de pancadas	36	28	23	15



LIMITE DE PLASTICIDADE					
	Nº da cápsula	8	7	6	12
Massa da cápsula	m_1 (g)	27,36	27,34	28,63	27,94
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	32,09	32,64	33,02	31,73
Massa provete seco + cápsula	m_3 (g)	31,05	31,49	32,09	30,90
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	1,04	1,15	0,93	0,83
Massa provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	3,69	4,15	3,46	2,96
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	28,18	27,71	26,88	28,04
	Média dos teores em água (%)	27,70			

Limite de Liquidez (%) = 30
Limite de Plasticidade (%) = 28
Índice de Plasticidade (%) = 2

Data de início do ensaio: 08-10-2024
Data de conclusão do ensaio: 09-10-2024

Técnico de Laboratório Maria Alexandre Oliveira

Notas:

Identificação do cliente**Empresa/Instituição:** PlanUrb – Engenharia e Arquitetura**Endereço:** Rua Doutor Francisco Costa Lobo
5000-261 Vila Real**Telef:** 259046560**Fax:** ----**Email:** p.amaral@planurb.pt**Identificação do(s) ensaio(s)****Ensaio:** Determinação do teor em água **Documento normativo:** NP - 84:1965**Ensaio:** Análise granulométrica por peneiração húmida **Documento normativo:** LNEC E 239:1970**Ensaio:** Determinação dos limites de consistência **Documento normativo:** NP - 143:1969 (limite de liquidez e limite de plasticidade)**Data de início do(s) ensaio(s):** 23-09-2024**Data de conclusão do(s) ensaio(s):** 10-10-2024**Alterações ao(s) método(s) (desvios; adições ou exclusões):** Não foram realizadas alterações aos métodos**Local de realização dos ensaios:** Instalações permanentes do laboratório**Identificação da amostra****Código laboratório:** IPN/LABGEO/2024/A4**Código cliente:** P6**Tipo de amostra:** Solo**Descrição da amostra:** Acondicionada em um saco**Estado da amostra:** Rececionada em condições adequadas**Responsável pela amostragem:** Cliente**Procedimento de amostragem:** ----**Plano de amostragem:** ----**Local de recolha:** ----**Data de recolha:** ----**Data de receção:** 20-09-2024**Resultados:**

Encontram-se nas páginas seguintes e aplicam-se à amostra conforme rececionada.

Observações: ----**Data de emissão:** 16-10-2024**Coordenador do Laboratório**

João António Marques Duarte

Assinado por: **João António Marques Duarte**

Num. de Identificação: 08213556

Data: 2024.10.25 15:48:05+01'00'

Notas:

As incertezas apresentadas no presente relatório não incluem a componente da amostragem.

**CHAVE MÓVEL**

Os resultados constantes neste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este relatório não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório.

DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA
NP - 84:1965

Nº da cápsula		16
Massa da cápsula	m_1 (g)	161,12
Massa da cápsula + provete húmido	m_2 (g)	666,17
Massa da cápsula + provete seco	m_3 (g)	627,51
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	38,66
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	466,39
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	8,3
Incerteza	w (±) (%)	0,2

Data de início do ensaio: 23-09-2024

Data de conclusão do ensaio: 24-09-20274

Técnico de Laboratório
Maria Alexandre Oliveira

Assinado por: **Maria Alexandre Teles Furtado de Campos Rodrigues de Oliveira**
Num. de Identificação: 07357006
Data: 2024.10.25 12:08:42+01'00'

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970

Massa total ($m_{10}+m'_{10}$)	m_t (g) = 4838,6
Massa total da fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m_{10} (g) = 2224,3
Massa total da fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m'_{10} (g) = 2614,3

Material grosso - Fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material grosso	$N'_{10} = (m_{10}/m_t) * 100 = 46,0$
----------------------	---------------------------------------

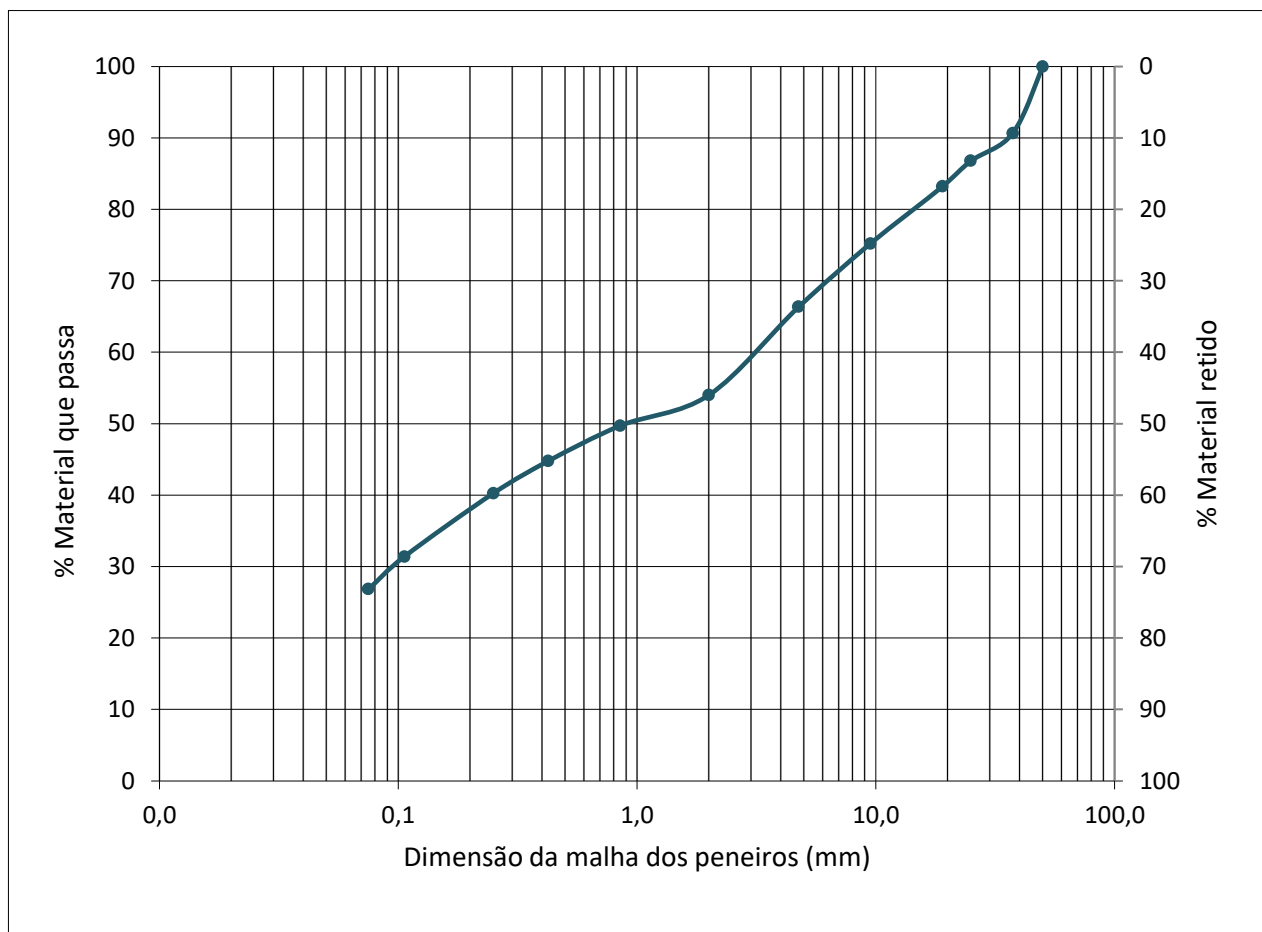
Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_t) * 100$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
3"	75					
2"	50	0,0	0,0	0,0	100,0	----
1 1/2"	37,5	451,4	9,3	9,3	90,7	0,1
1"	25	186,9	3,9	13,2	86,8	0,1
3/4"	19	173,1	3,6	16,8	83,2	0,1
3/8"	9,5	387,7	8,0	24,8	75,2	0,1
$n^{\circ}4$	4,75	427,7	8,8	33,6	66,4	0,1
$n^{\circ}10$	2	597,4	12,3	46,0	54,0	0,1

Material fino - Fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material fino	$N''_{10} = (m'_{10}/m_t) * 100 = 54,0$
Massa ensaiada m_a (g) = 112,47	

Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_a) * N''_{10}$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
$n^{\circ}20$	0,850	8,96	4,3	50,3	49,7	0,6
$n^{\circ}40$	0,425	10,27	4,9	55,2	44,8	0,3
$n^{\circ}60$	0,250	9,43	4,5	59,7	40,3	0,2
$n^{\circ}140$	0,106	18,44	8,9	68,6	31,4	0,3
$n^{\circ}200$	0,075	9,49	4,6	73,2	26,8	0,3

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970



Data de início do ensaio: 01-10-2024

Data de conclusão do ensaio: 03-10-2024

Técnico de Laboratório

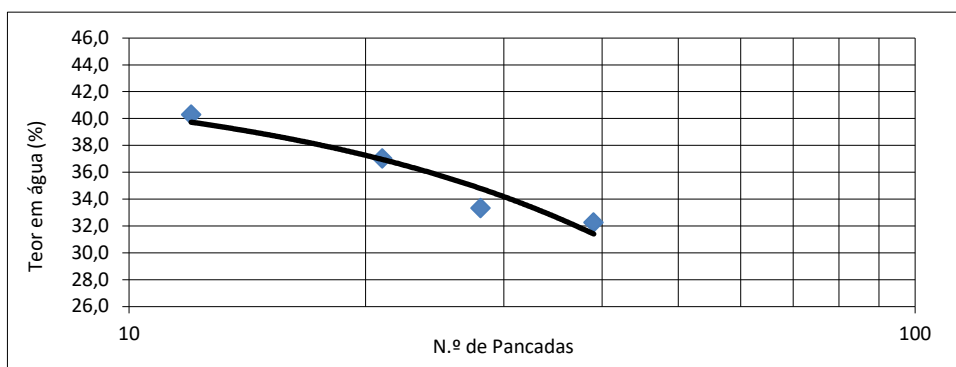
Maria Alexandre Oliveira

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA
NP - 143:1969

LIMITE DE LIQUIDEZ					
	Nº da cápsula	40	47	48	46
Massa da cápsula	m_1 (g)	17,81	18,10	18,04	18,10
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	28,39	29,62	30,92	30,95
Massa do provete seco + cápsula	m_3 (g)	25,81	26,74	27,44	27,26
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	2,58	2,88	3,48	3,69
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	8,00	8,64	9,40	9,16
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	32,25	33,33	37,02	40,28
	Nº de pancadas	39	28	21	12



LIMITE DE PLASTICIDADE					
	Nº da cápsula	20	21	22	23
Massa da cápsula	m_1 (g)	10,77	10,75	10,90	10,78
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	15,88	16,25	15,83	15,28
Massa provete seco + cápsula	m_3 (g)	14,74	15,02	14,77	14,32
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	1,14	1,23	1,06	0,96
Massa provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	3,97	4,27	3,87	3,54
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	28,72	28,81	27,39	27,12
	Média dos teores em água (%)	28,01			

Limite de Liquidez (%) = 35
Limite de Plasticidade (%) = 28
Índice de Plasticidade (%) = 7

Data de início do ensaio: 09-10-2024
 Data de conclusão do ensaio: 10-10-2024

Técnico de Laboratório Maria Alexandre Oliveira

Notas:

Identificação do cliente**Empresa/Instituição:** PlanUrb – Engenharia e Arquitetura**Endereço:** Rua Doutor Francisco Costa Lobo
5000-261 Vila Real**Telef:** 259046560**Fax:** ----**Email:** p.amaral@planurb.pt**Identificação do(s) ensaio(s)****Ensaio:** Determinação do teor em água **Documento normativo:** NP - 84:1965**Ensaio:** Análise granulométrica por peneiração húmida **Documento normativo:** LNEC E 239:1970**Ensaio:** Determinação dos limites de consistência **Documento normativo:** NP - 143:1969 (limite de liquidez e limite de plasticidade)**Data de início do(s) ensaio(s):** 23-09-2024**Data de conclusão do(s) ensaio(s):** 11-10-2024**Alterações ao(s) método(s) (desvios; adições ou exclusões):** Não foram realizadas alterações aos métodos**Local de realização dos ensaios:** Instalações permanentes do laboratório**Identificação da amostra****Código laboratório:** IPN/LABGEO/2024/A5**Código cliente:** P5**Tipo de amostra:** Solo**Descrição da amostra:** Acondicionada em um saco**Estado da amostra:** Rececionada em condições adequadas**Responsável pela amostragem:** Cliente**Procedimento de amostragem:** ----**Plano de amostragem:** ----**Local de recolha:** ----**Data de recolha:** ----**Data de receção:** 20-09-2024**Resultados:**

Encontram-se nas páginas seguintes e aplicam-se à amostra conforme rececionada.

Observações: ----**Data de emissão:** 16-10-2024**Coordenador do Laboratório**

João António Marques Duarte

Assinado por: **João António Marques Duarte**

Num. de Identificação: 08213556

Data: 2024.10.25 15:51:33+01'00'

Notas:

As incertezas apresentadas no presente relatório não incluem a componente da amostragem.

**CHAVE MÓVEL**

Os resultados constantes neste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este relatório não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório.

DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA
NP - 84:1965

Nº da cápsula		2
Massa da cápsula	m_1 (g)	294,22
Massa da cápsula + provete húmido	m_2 (g)	805,95
Massa da cápsula + provete seco	m_3 (g)	776,51
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	29,44
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	482,29
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	6,1
Incerteza	$w (\pm)$ (%)	0,2

Data de início do ensaio: 23-09-2024

Data de conclusão do ensaio: 24-09-20274

Técnico de Laboratório
Maria Alexandre Oliveira

Assinado por: **Maria Alexandre Teles Furtado de Campos Rodrigues de Oliveira**
Num. de Identificação: 07357006
Data: 2024.10.25 12:09:51+01'00'

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970

Massa total ($m_{10}+m'_{10}$)	m_t (g) = 3547,8
Massa total da fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m_{10} (g) = 1021,3
Massa total da fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m'_{10} (g) = 2526,5

Material grosso - Fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material grosso	$N'_{10} = (m_{10}/m_t) * 100 = 28,8$
----------------------	---------------------------------------

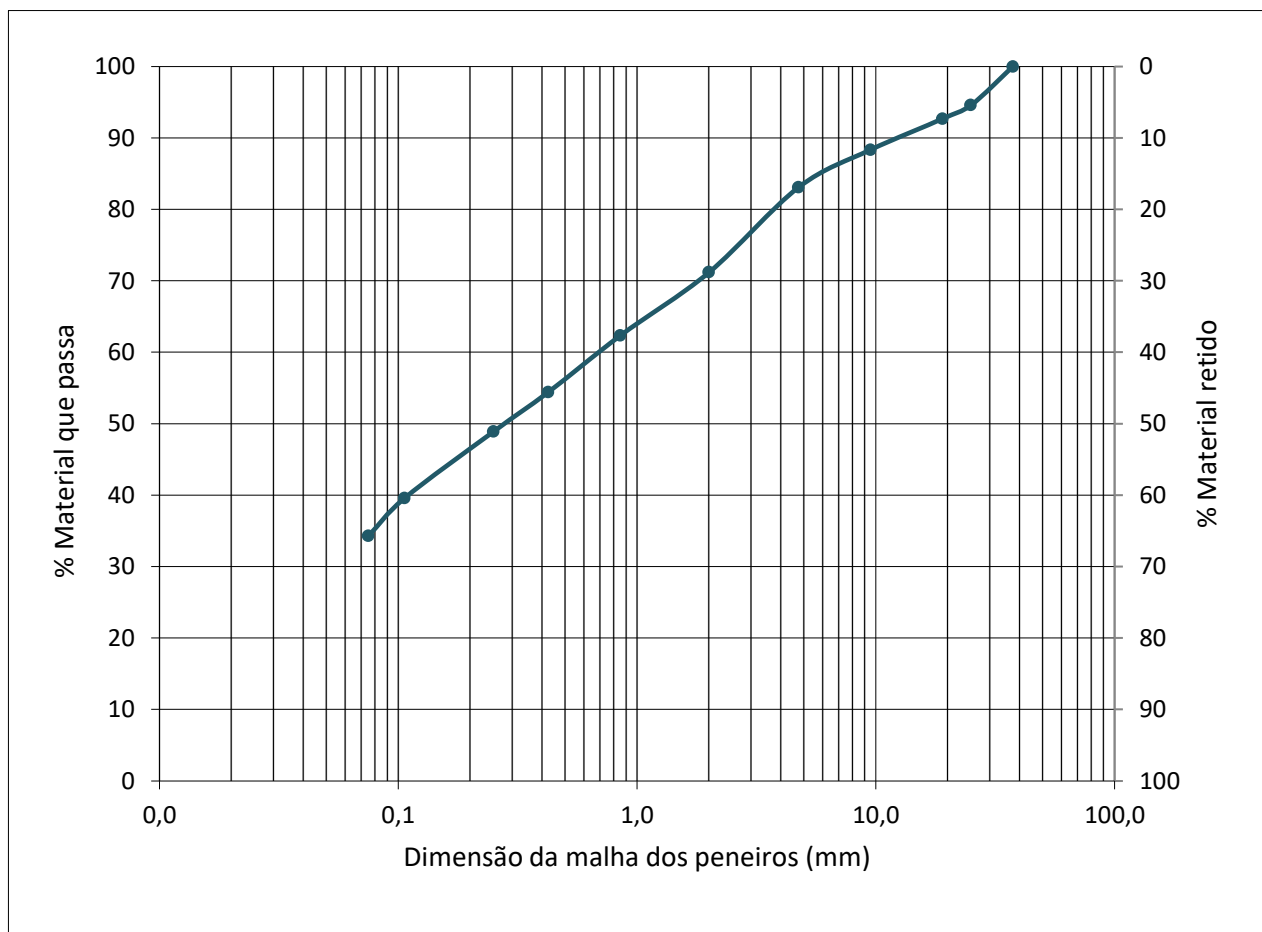
Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_t) * 100$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
3"	75					
2"	50					
1 1/2"	37,5	0,0	0,0	0,0	100,0	----
1"	25	191,7	5,4	5,4	94,6	0,1
3/4"	19	67,8	1,9	7,3	92,7	0,1
3/8"	9,5	153,7	4,3	11,6	88,4	0,1
$n^{\circ}4$	4,75	185,9	5,2	16,9	83,1	0,1
$n^{\circ}10$	2	422,3	11,9	28,8	71,2	0,1

Material fino - Fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material fino	$N''_{10} = (m'_{10}/m_t) * 100 = 71,2$
Massa ensaiada m_a (g) = 117,70	

Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_a) * N''_{10}$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
$n^{\circ}20$	0,850	14,66	8,9	37,7	62,3	0,4
$n^{\circ}40$	0,425	13,07	7,9	45,6	54,4	0,4
$n^{\circ}60$	0,250	9,14	5,5	51,1	48,9	0,4
$n^{\circ}140$	0,106	15,42	9,3	60,4	39,6	0,4
$n^{\circ}200$	0,075	8,71	5,3	65,7	34,3	0,4

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970



Data de início do ensaio: 01-10-2024

Data de conclusão do ensaio: 03-10-2024

Técnico de Laboratório

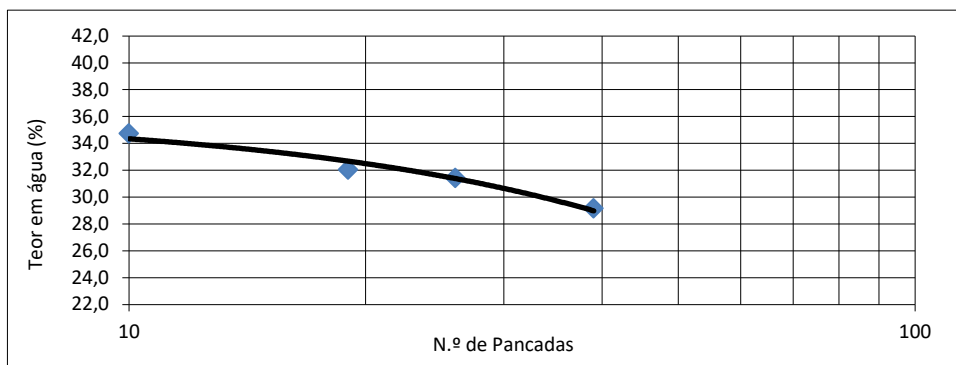
Maria Alexandre Oliveira

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA
NP - 143:1969

LIMITE DE LIQUIDEZ					
	Nº da cápsula	25	26	27	35
Massa da cápsula	m_1 (g)	29,59	21,67	22,96	24,00
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	40,00	33,17	36,39	36,33
Massa do provete seco + cápsula	m_3 (g)	37,65	30,42	33,13	33,15
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	2,35	2,75	3,26	3,18
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	8,06	8,75	10,17	9,15
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	29,16	31,43	32,06	34,75
	Nº de pancadas	39	26	19	10



LIMITE DE PLASTICIDADE					
	Nº da cápsula	2	9	10	11
Massa da cápsula	m_1 (g)	27,27	26,47	28,30	27,89
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	33,04	31,59	33,63	33,58
Massa provete seco + cápsula	m_3 (g)	31,75	30,44	32,46	32,36
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	1,29	1,15	1,17	1,22
Massa provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	4,48	3,97	4,16	4,47
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	28,79	28,97	28,13	27,29
	Média dos teores em água (%)	28,29			

Limite de Liquidez (%) = 31
Limite de Plasticidade (%) = 28
Índice de Plasticidade (%) = 3

Data de início do ensaio: 10-10-2024
Data de conclusão do ensaio: 11-10-2024

Técnico de Laboratório Maria Alexandre Oliveira

Notas:

Identificação do cliente**Empresa/Instituição:** PlanUrb – Engenharia e Arquitetura**Endereço:** Rua Doutor Francisco Costa Lobo
5000-261 Vila Real**Telef:** 259046560**Fax:** ----**Email:** p.amaral@planurb.pt**Identificação do(s) ensaio(s)****Ensaio:** Determinação do teor em água **Documento normativo:** NP - 84:1965**Ensaio:** Análise granulométrica por peneiração húmida **Documento normativo:** LNEC E 239:1970**Ensaio:** Determinação dos limites de consistência **Documento normativo:** NP - 143:1969 (limite de liquidez e limite de plasticidade)**Data de início do(s) ensaio(s):** 23-09-2024**Data de conclusão do(s) ensaio(s):** 11-10-2024**Alterações ao(s) método(s) (desvios; adições ou exclusões):** Não foram realizadas alterações aos métodos**Local de realização dos ensaios:** Instalações permanentes do laboratório**Identificação da amostra****Código laboratório:** IPN/LABGEO/2024/A6**Código cliente:** P1**Tipo de amostra:** Solo**Descrição da amostra:** Acondicionada em um saco**Estado da amostra:** Rececionada em condições adequadas**Responsável pela amostragem:** Cliente**Procedimento de amostragem:** ----**Plano de amostragem:** ----**Local de recolha:** ----**Data de recolha:** ----**Data de receção:** 20-09-2024**Resultados:**

Encontram-se nas páginas seguintes e aplicam-se à amostra conforme rececionada.

Observações: ----**Data de emissão:** 17-10-2024**Coordenador do Laboratório**

João António Marques Duarte

Assinado por: **João António Marques Duarte**

Num. de Identificação: 08213556

Data: 2024.10.25 15:52:09+01'00'

Notas:

As incertezas apresentadas no presente relatório não incluem a componente da amostragem.

**CHAVE MÓVEL**

Os resultados constantes neste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este relatório não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório.

DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA
NP - 84:1965

Nº da cápsula		5
Massa da cápsula	m_1 (g)	113,00
Massa da cápsula + provete húmido	m_2 (g)	695,15
Massa da cápsula + provete seco	m_3 (g)	670,05
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	25,10
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	557,05
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	4,5
Incerteza	$w (\pm)$ (%)	0,2

Data de início do ensaio: 23-09-2024

Data de conclusão do ensaio: 24-09-20274

Técnico de Laboratório
Maria Alexandre Oliveira

Assinado por: **Maria Alexandre Teles Furtado de Campos Rodrigues de Oliveira**
Num. de Identificação: 07357006
Data: 2024.10.25 12:10:53+01'00'

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970

Massa total ($m_{10}+m'_{10}$)	m_t (g) = 1571,8
Massa total da fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m_{10} (g) = 188,7
Massa total da fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m'_{10} (g) = 1383,1

Material grosso - Fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material grosso	$N'_{10} = (m_{10}/m_t) * 100 = 12,0$
----------------------	---------------------------------------

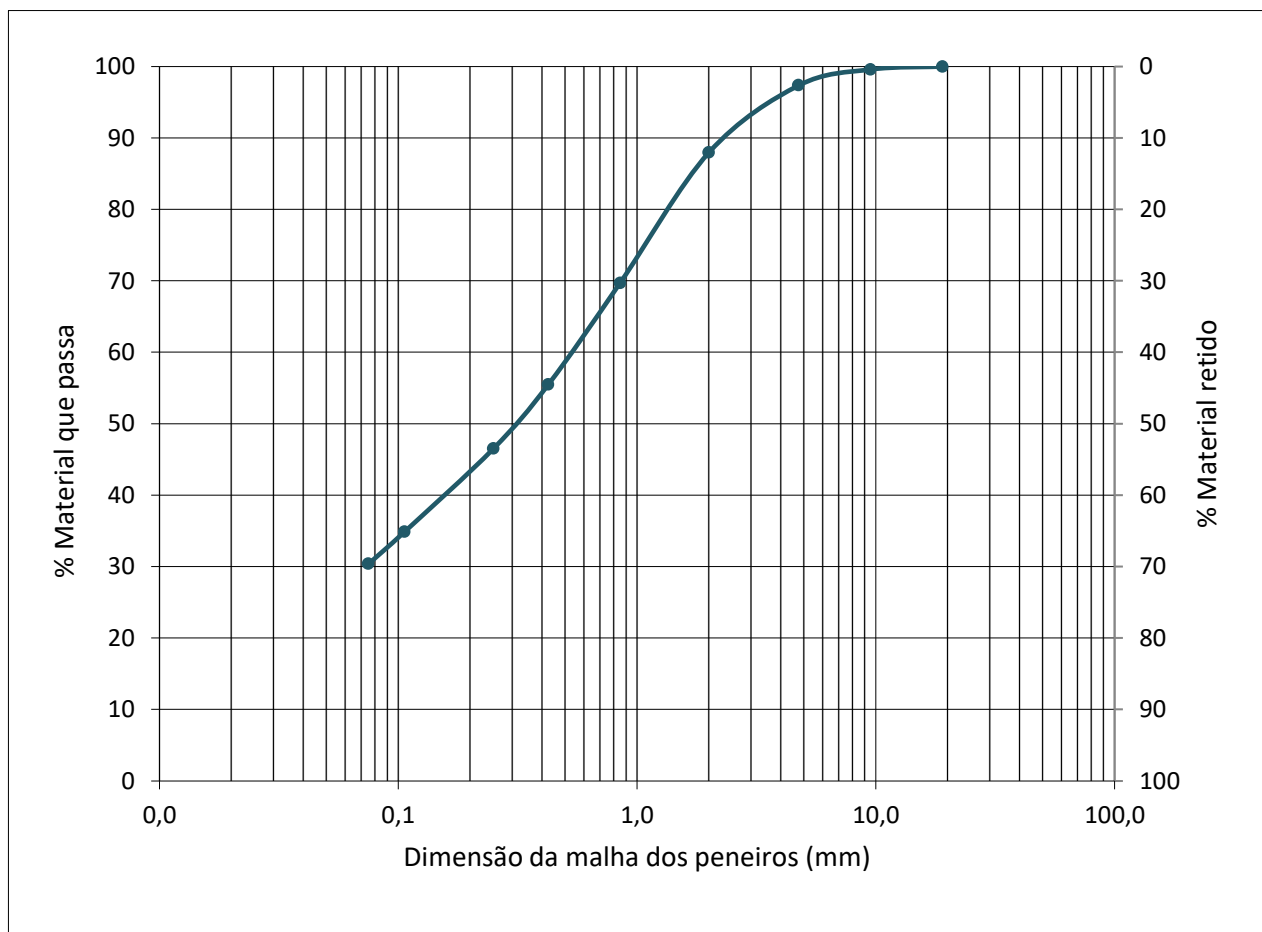
Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_t) * 100$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
3"	75					
2"	50					
1 1/2"	37,5					
1"	25					
3/4"	19	0,0	0,0	0,0	100,0	----
3/8"	9,5	6,2	0,4	0,4	99,6	0,1
$n^{\circ}4$	4,75	35,0	2,2	2,6	97,4	0,1
$n^{\circ}10$	2	147,4	9,4	12,0	88,0	0,1

Material fino - Fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material fino	$N''_{10} = (m'_{10}/m_t) * 100 = 88,0$
Massa ensaiada m_a (g) = 114,68	

Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_a) * N''_{10}$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
$n^{\circ}20$	0,850	23,82	18,3	30,3	69,7	0,6
$n^{\circ}40$	0,425	18,53	14,2	44,5	55,5	0,6
$n^{\circ}60$	0,250	11,70	9,0	53,5	46,5	0,6
$n^{\circ}140$	0,106	15,19	11,7	65,1	34,9	0,6
$n^{\circ}200$	0,075	5,83	4,5	69,6	30,4	0,4

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970



Data de início do ensaio: 01-10-2024

Data de conclusão do ensaio: 03-10-2024

Técnico de Laboratório

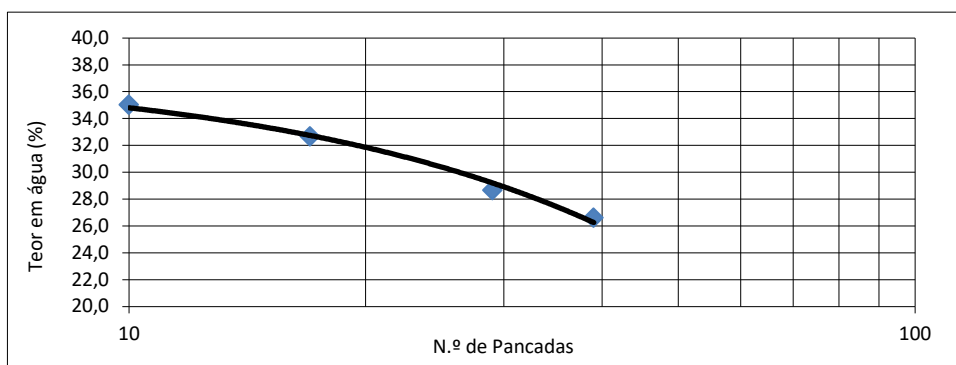
Maria Alexandre Oliveira

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA
NP - 143:1969

LIMITE DE LIQUIDEZ					
	Nº da cápsula	28	30	32	36
Massa da cápsula	m_1 (g)	21,85	21,44	22,08	30,85
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	32,93	33,87	34,91	44,34
Massa do provete seco + cápsula	m_3 (g)	30,60	31,10	31,75	40,84
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	2,33	2,77	3,16	3,50
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	8,75	9,66	9,67	9,99
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	26,63	28,67	32,68	35,04
	Nº de pancadas	39	29	17	10



LIMITE DE PLASTICIDADE					
	Nº da cápsula	15	18	19	24
Massa da cápsula	m_1 (g)	10,80	11,36	10,86	11,44
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	16,01	17,15	16,60	16,79
Massa provete seco + cápsula	m_3 (g)	14,90	15,94	15,40	15,66
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	1,11	1,21	1,20	1,13
Massa provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	4,10	4,58	4,54	4,22
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	27,07	26,42	26,43	26,78
Média dos teores em água (%)		26,68			

Limite de Liquidez (%) = 30
Limite de Plasticidade (%) = 27
Índice de Plasticidade (%) = 3

Data de início do ensaio: 10-10-2024
Data de conclusão do ensaio: 11-10-2024

Técnico de Laboratório Maria Alexandre Oliveira

Notas:

Identificação do cliente**Empresa/Instituição:** PlanUrb – Engenharia e Arquitetura**Endereço:** Rua Doutor Francisco Costa Lobo
5000-261 Vila Real**Telef:** 259046560**Fax:** ----**Email:** p.amaral@planurb.pt**Identificação do(s) ensaio(s)****Ensaio:** Determinação do teor em água **Documento normativo:** NP - 84:1965**Ensaio:** Análise granulométrica por peneiração húmida **Documento normativo:** LNEC E 239:1970**Ensaio:** Determinação dos limites de consistência **Documento normativo:** NP - 143:1969 (limite de liquidez e limite de plasticidade)**Data de início do(s) ensaio(s):** 23-09-2024**Data de conclusão do(s) ensaio(s):** 11-10-2024**Alterações ao(s) método(s) (desvios; adições ou exclusões):** Não foram realizadas alterações aos métodos**Local de realização dos ensaios:** Instalações permanentes do laboratório**Identificação da amostra****Código laboratório:** IPN/LABGEO/2024/A7**Código cliente:** P2**Tipo de amostra:** Solo**Descrição da amostra:** Acondicionada em um saco**Estado da amostra:** Rececionada em condições adequadas**Responsável pela amostragem:** Cliente**Procedimento de amostragem:** ----**Plano de amostragem:** ----**Local de recolha:** ----**Data de recolha:** ----**Data de receção:** 20-09-2024**Resultados:**

Encontram-se nas páginas seguintes e aplicam-se à amostra conforme rececionada.

Observações: ----**Data de emissão:** 17-10-2024**Coordenador do Laboratório**

João António Marques Duarte

Assinado por: **João António Marques Duarte**

Num. de Identificação: 08213556

Data: 2024.10.25 15:53:47+01'00'

Notas:

As incertezas apresentadas no presente relatório não incluem a componente da amostragem.

**CHAVE MÓVEL**

DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA
NP - 84:1965

Nº da cápsula		7
Massa da cápsula	m_1 (g)	100,95
Massa da cápsula + provete húmido	m_2 (g)	776,05
Massa da cápsula + provete seco	m_3 (g)	732,34
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	43,71
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	631,39
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	6,9
Incerteza	w (±) (%)	0,2

Data de início do ensaio: 23-09-2024

Data de conclusão do ensaio: 24-09-20274

Técnico de Laboratório
Maria Alexandre OliveiraAssinado por: **Maria Alexandre Teles Furtado de Campos Rodrigues de Oliveira**

Num. de Identificação: 07357006

Data: 2024.10.25 12:12:08+01'00'

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970

Massa total ($m_{10}+m'_{10}$)	m_t (g) = 830,7
Massa total da fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m_{10} (g) = 92,2
Massa total da fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)	m'_{10} (g) = 738,5

Material grosso - Fração retida no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

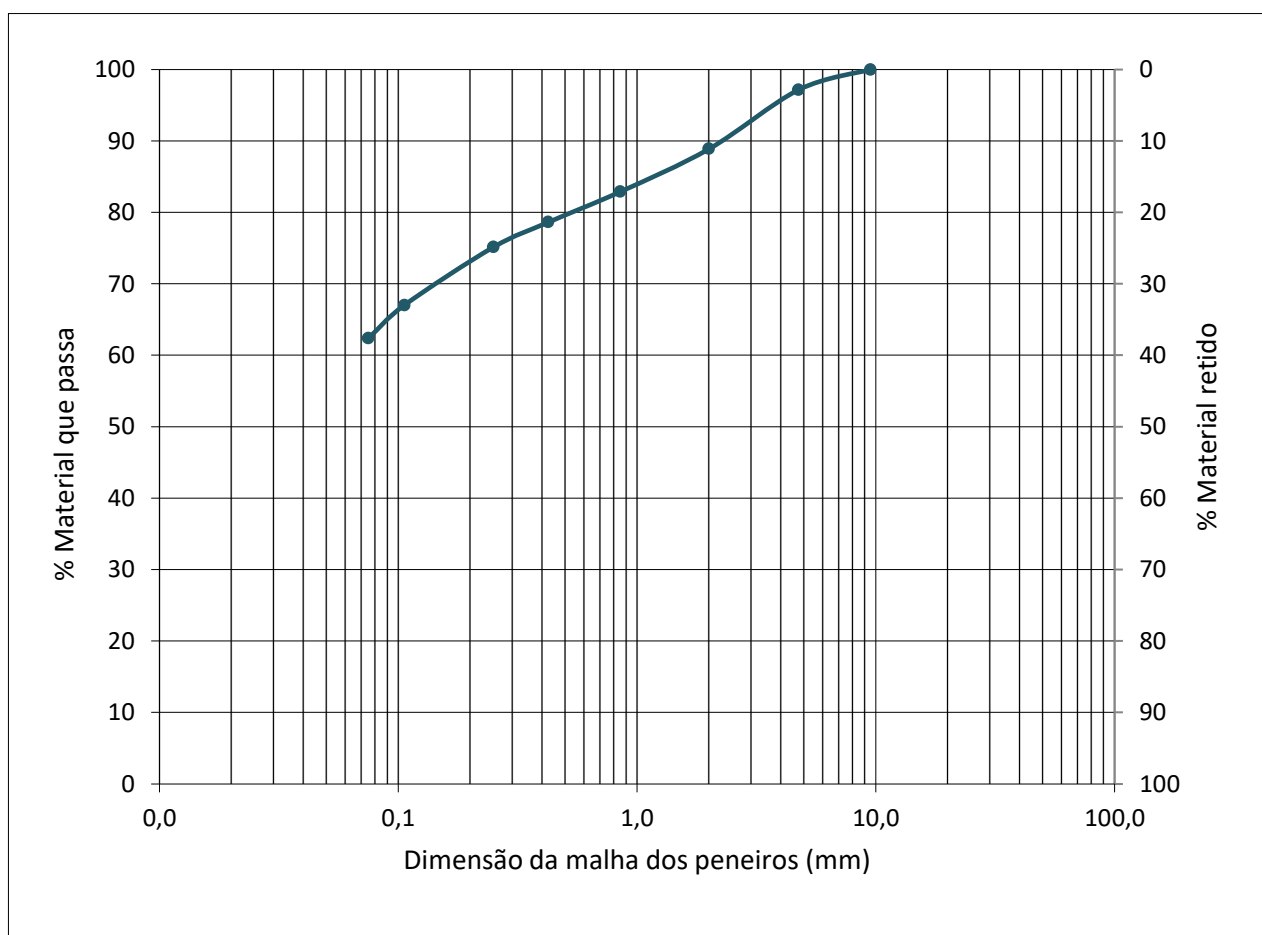
% de material grosso	$N'_{10} = (m_{10}/m_t) * 100 = 11,1$
----------------------	---------------------------------------

Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_t) * 100$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
3"	75					
2"	50					
1 1/2"	37,5					
1"	25					
3/4"	19					
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0	----
$n^{\circ}4$	4,75	23,5	2,8	2,8	97,2	0,1
$n^{\circ}10$	2	68,6	8,3	11,1	88,9	0,1

Material fino - Fração passada no peneiro de 2,00 mm ($n^{\circ}10$)

% de material fino	$N''_{10} = (m'_{10}/m_t) * 100 = 88,9$
Massa ensaiada m_a (g) = 108,45	

Peneiros	Dimensão das aberturas dos peneiros (mm)	Massa do material retido (g) m_x	% Material retido $N_x = (m_x/m_a) * N''_{10}$	% Retida acumulada N'_x	% Acumulada passada $N''_x = 100 - N'_x$	Incerteza ($\pm$) (%)
$n^{\circ}20$	0,850	7,32	6,0	17,1	82,9	0,6
$n^{\circ}40$	0,425	5,19	4,3	21,3	78,7	0,6
$n^{\circ}60$	0,250	4,27	3,5	24,8	75,2	0,6
$n^{\circ}140$	0,106	9,91	8,1	33,0	67,0	0,6
$n^{\circ}200$	0,075	5,63	4,6	37,6	62,4	0,6

**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA
LNEC E 239:1970**

Data de início do ensaio: 04-10-2024

Data de conclusão do ensaio: 08-10-2024

Técnico de Laboratório

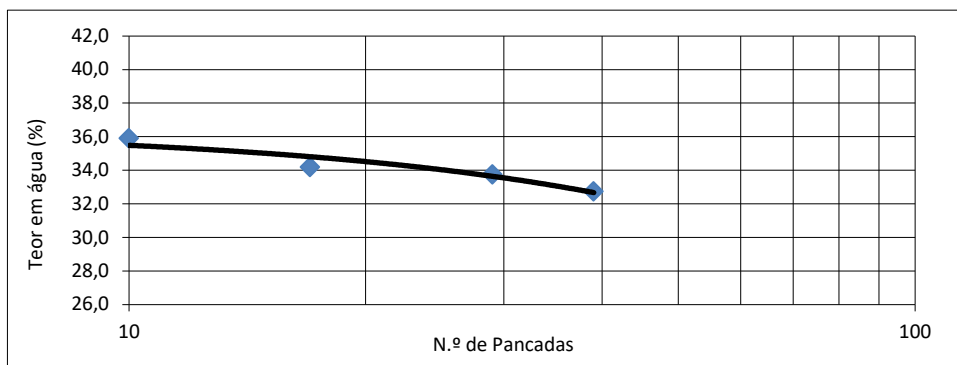
Maria Alexandre Oliveira

Notas:

A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão $K = 2$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA
NP - 143:1969

LIMITE DE LIQUIDEZ					
	Nº da cápsula	1	3	5	4
Massa da cápsula	m_1 (g)	26,91	28,00	28,81	26,66
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	39,80	39,89	42,23	37,90
Massa do provete seco + cápsula	m_3 (g)	36,62	36,89	38,81	34,93
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	3,18	3,00	3,42	2,97
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	9,71	8,89	10,00	8,27
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	32,75	33,75	34,20	35,91
	Nº de pancadas	39	29	17	10



LIMITE DE PLASTICIDADE					
	Nº da cápsula	13	17	14	16
Massa da cápsula	m_1 (g)	10,80	11,36	10,86	11,44
Massa do provete húmido + cápsula	m_2 (g)	16,01	17,15	16,60	16,79
Massa provete seco + cápsula	m_3 (g)	14,90	15,94	15,40	15,66
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	1,11	1,21	1,20	1,13
Massa provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	4,10	4,58	4,54	4,22
Teor em água	$w = m_a / m_s * 100$ (%)	27,07	26,42	26,43	26,78
	Média dos teores em água (%)	26,68			

Limite de Liquidez (%) = 34
Limite de Plasticidade (%) = 27
Índice de Plasticidade (%) = 7

Data de início do ensaio: 10-10-2024

Data de conclusão do ensaio: 11-10-2024

Técnico de Laboratório

Maria Alexandre Oliveira

Notas:

Identificação do cliente

Empresa/Instituição: PlanUrb – Engenharia e Arquitetura

Endereço: Rua Doutor Francisco Costa Lobo
5000-261 Vila Real

Telef: 259046560

Fax: ----

Email: p.amaral@planurb.pt

Identificação do(s) ensaio(s)

Ensaio: Ensaio de compactação **Documento normativo:** LNEC E 197:1966

Ensaio: Determinação do CBR **Documento normativo:** LNEC E 198:1967

Data de início do(s) ensaio(s): 14-10-2024

Data de conclusão do(s) ensaio(s): 23-10-2024

Alterações ao(s) método(s) (desvios; adições ou exclusões): Não foram realizadas alterações aos métodos

Local de realização dos ensaios: Instalações permanentes do laboratório

Identificação da amostra

Código laboratório: IPN/LABGEO/2024/A8

Código cliente: P4 + P3

Tipo de amostra: Solo

Descrição da amostra: Acondicionada em 2 sacos

Estado da amostra: Rececionada em condições adequadas

Responsável pela amostragem: Cliente

Procedimento de amostragem: ----

Plano de amostragem: ----

Local de recolha: ----

Data de recolha: ----

Data de receção: 20-09-2024

Resultados:

Encontram-se nas páginas seguintes e aplicam-se à amostra conforme rececionada.

Observações: a amostra A8, com que foram realizados os ensaios, resulta da mistura das amostras A2 e A3 (Refª do cliente P4 e P3), conforme combinado com o cliente.

Data de emissão: 24-10-2024

Coordenador do Laboratório

João António Marques Duarte

Assinado por: **João António Marques Duarte**

Num. de Identificação: 08213556

Data: 2024.10.25 15:54:51+01'00'

Notas:

As incertezas apresentadas no presente relatório não se referem à amostragem.



CHAVE MÓVEL

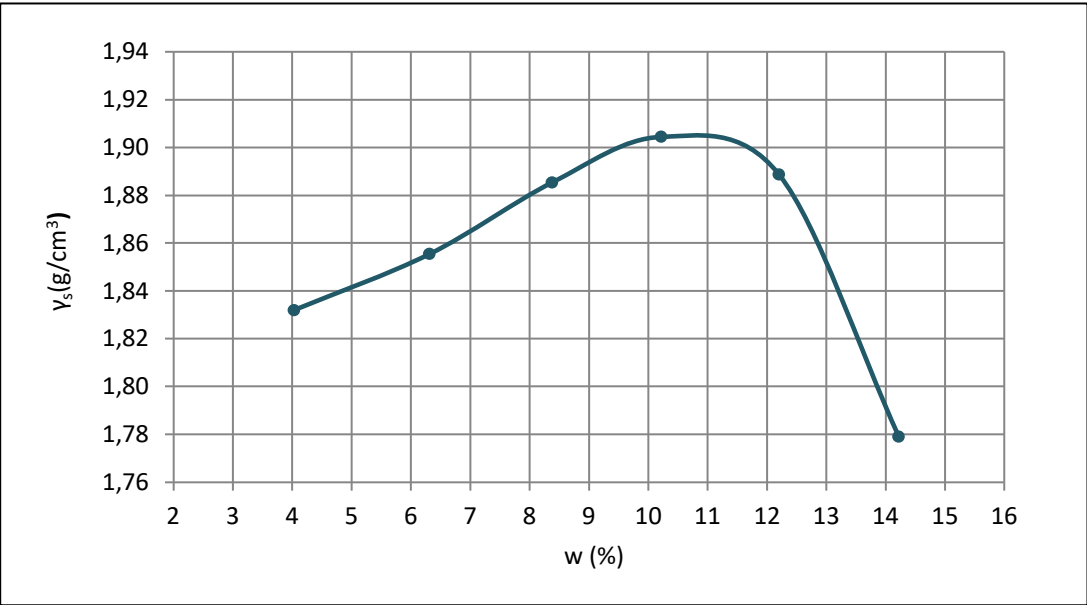
Os resultados constantes neste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este relatório não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem o acordo escrito do laboratório.

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO
LNEC E 197:1966

Compactação: Pesada	Molde: Grande	Nº Pancadas/Camadas: 55/5
Massa molde - m _m (g) = 4146	Volume molde - v (cm ³) = 2069	

Nº do provete		1		2		3		4		5		6	
Água adicionada	(ml)	203		306		409		512		618		711	
Massa molde+prov. húmido	m _t (g)	8089		8228		8374		8489		8531		8351	
Massa prov. húmido	m _h = m _t - m _m (g)	3943		4081		4228		4343		4385		4204	
Baridade húmida	γ _w = m _h /v (g/cm ³)	1,91		1,97		2,04		2,10		2,12		2,03	
Nº da cápsula		26	27	6	7	9	10	11	12	2	8	29	30
Massa da cápsula	m ₁ (g)	21,67	22,93	28,63	29,13	26,46	28,29	27,87	28,11	27,23	27,32	21,86	21,44
Massa cáp.+ prov. húmido	m ₂ (g)	195,16	162,81	166,33	161,05	170,39	179,17	166,85	174,10	185,94	158,89	174,38	161,55
Massa cáp.+ prov. seco	m ₃ (g)	188,67	157,20	158,11	153,26	159,38	167,38	153,96	160,57	168,56	144,68	155,60	143,91
Massa da água	m _a = m ₂ -m ₃ (g)	6,49	5,61	8,22	7,79	11,01	11,79	12,89	13,53	17,38	14,21	18,78	17,64
Massa do provete seco	m _s = m ₃ -m ₁ (g)	167,00	134,27	129,48	124,13	132,92	139,09	126,09	132,46	141,33	117,36	133,74	122,47
Teor em água	w = m _a /m _s *100 (%)	3,9	4,2	6,3	6,3	8,3	8,5	10,2	10,2	12,3	12,1	14,0	14,4
Teor em água médio	w _m (%)	4,0		6,3		8,4		10,2		12,2		14,2	
Baridade seca	γ _s = γ _w *100/(100+w _m) (g/cm ³)	1,83		1,86		1,89		1,90		1,89		1,78	



γ _{smáx} (g/cm ³)	Incerteza (±) (g/cm ³)
1,91	0,01
w _{opt} (%)	Incerteza (±) (%)
10,7	0,2

Data de início do ensaio: 14-10-2024
Data de conclusão do ensaio: 15-10-2024

Técnico de Laboratório Maria Alexandre Oliveira
--

Assinado por: Maria Alexandre Teles Furtado de Campos Rodrigues de Oliveira
Num. de Identificação: 07357006
Data: 2024.10.25 12:13:12+01'00'

Notas:
A incerteza expandida apresentada está expressa pela incerteza padrão multiplicada pelo fator de expansão K = 2, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de expansão de 95%, aproximadamente. A incerteza foi calculada com base no documento Guia RELACRE 25.

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: IPN/LABGEO/2024/0025-R(1.0)

DETERMINAÇÃO DO CBR LNEC E 198:1967

Nº de pancadas por camada		55	55	55
Nº do molde		GEQ72	GEQ71	GEQ70
Massa do molde	m_m (g)	4200	4137	4203
Volume do molde	v (cm ³)	2069	2069	2069
Altura do molde	h (cm)	17,8	17,8	17,8
Massa molde + prov. húmido	m_t (g)	8543	8521	8567
Massa do prov. húmido	$m_h = m_t - m_m$ (g)	4343	4384	4364
Baridade húmida	$\gamma_w = m_h/v$ (g/cm ³)	2,099	2,119	2,109

		Antes emb.		Após emb.		Antes emb.		Após emb.		Antes emb.		Após emb.	
Nº da cápsula		25	28	3	4	32	34	6	8	33	35	10	12
Massa da cápsula	m_1 (g)	29,57	21,84	28,01	26,67	22,07	20,30	28,65	27,34	30,44	23,98	28,30	28,12
Massa cáp.+ prov. húmido	m_2 (g)	156,17	165,47	167,58	163,88	159,06	162,33	131,05	148,28	150,73	144,49	136,14	147,82
Massa cáp.+ prov. seco	m_3 (g)	143,57	151,22	149,51	145,81	145,62	148,86	117,57	132,31	138,92	132,61	121,96	131,91
Massa da água	$m_a = m_2 - m_3$ (g)	12,60	14,25	18,07	18,07	13,44	13,47	13,48	15,97	11,81	11,88	14,18	15,91
Massa do provete seco	$m_s = m_3 - m_1$ (g)	114,00	129,38	121,50	119,14	123,55	128,56	88,92	104,97	108,48	108,63	93,66	103,79
Teor em água	$w = m_a/m_s \cdot 100$ (%)	11,1	11,0	14,9	15,2	10,9	10,5	15,2	15,2	10,9	10,9	15,1	15,3
Teor em água médio	w_m (%)	11,0		15,0		10,7		15,2		10,9		15,2	

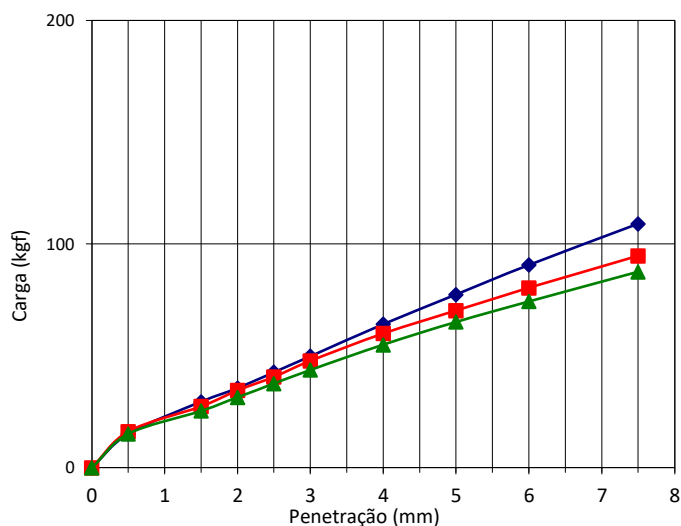
Baridade seca	γ_d (g/cm ³)	1,891	1,910	1,914	1,955	1,902	1,928
Baridade seca máxima	$\gamma_{d\max}$ (g/cm ³)	1,91					
Grau de compactação	$\gamma_d/\gamma_{d\max}$ (%)	99	100	100	102	100	101

Sobrecarga (placas)		Embebição											
Data de embebição		18/10	18/10	21/10	22/10	18/10	18/10	21/10	22/10	18/10	18/10	21/10	22/10
Leituras	L (mm)	4,32	5,11	7,60	7,61	2,42	3,45	7,83	8,06	1,68	2,51	6,03	6,08

		Após embebição											
Massa do molde + provete	m_{te} (g)	8744				8795				8799			
Massa da água absorvida	$m_{te} - m_t$ (g)	200,8				274,3				231,6			
Baridade húmida	$\gamma_w = (m_{te} - m_m)/v$ (g/cm ³)	2,196				2,251				2,221			
Expansão	L/h (%)	1,85				3,17				2,47			

**DETERMINAÇÃO DO CBR
LNEC E 198:1967**

Nº panc.	55	55	55
Nº molde	GEQ72	GEQ71	GEQ70
Pen. (mm)	Cargas (kgf)		
0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	15,2	16,2	15,2
1,5	29,5	27,4	25,4
2,0	35,6	34,6	31,5
2,5	42,7	40,7	37,6
3,0	49,9	47,8	43,7
4,0	64,2	60,0	55,0
5,0	77,4	70,2	65,2
6,0	90,7	80,4	74,3
7,5	109,0	94,7	87,6
8,0			
9,0			
10,0			
12,5			



Nº pancadas		55	55	55
Compactação relativa (%)		99	100	100
Expansão (%)		2	3	2
2,5	Força (kgf)	42,7	40,7	37,6
	CBR (%)	3,2	3,0	2,8
5	Força (kgf)	77,4	70,2	65,2
	CBR (%)	3,8	3,5	3,2
CBR (%)		4		

Data de início do ensaio: 18-10-2024

Data de conclusão do ensaio: 23-10-2024

Técnico de Laboratório
Maria Alexandre Oliveira

Notas: