

RELATÓRIO GEOTÉCNICO

Ensaio com Penetrómetro Dinâmico Super Pesado (DPSH)

Autores do relatório:

Responsável: Prof. António Miguel Verdelho Paula*

Técnica Superior de Laboratório: Eng. Hermínia Morais*

* - Instituto Politécnico de Bragança

ENTIDADE: Câmara Municipal de Miranda do Douro

OBRA: Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas – Miranda do Douro

LOCAL: Malhadas – Miranda do Douro

Bragança, 14 de dezembro de 2021

Índice

1	Introdução.....	3
2	Trabalhos realizados.....	3
2.1	Ensaio DPSH - Penetrómetro Dinâmico Superpesado (DPSH - Dynamic Penetration Super-Heavy)	4
3	Análise preliminar dos resultados de caracterização geotécnica.....	5
3.1	Identificação, classificação	5
3.2	Resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH.	6
4	Considerações finais.....	10
	Bibliografia.....	10

RELATÓRIO TÉCNICO

1 Introdução

Requerido pela empresa Câmara Municipal de Miranda do Douro, procedeu-se à realização de três ensaios com Penetrómetro Dinâmico Superpesado DPSH (Dynamic Penetration Super-Heavy), para identificação e caracterização geotécnica no local de implantação do “Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas”, em Malhadas – Miranda do Douro” (ver Figura 1).

Para a caracterização geotécnica do aterro foram realizados ensaios de campo e de laboratório. Os trabalhos foram efetuados e acompanhados por um corpo técnico especializado, recorrendo a equipamentos devidamente calibrados/verificados em conformidade com as normas em vigor.

Na Figura 1 está representada a localização da zona em estudo.



Figura 1 – Vista aérea do local da obra (imagens do Google Maps).

2 Trabalhos realizados

O estudo de caracterização geotécnica do solo de fundação foi efetuado no dia 7 de dezembro de 2021 e consistiu, na realização de três ensaios DPSH - Penetrómetro Dinâmico Super Pesado, e recolha de amostras de solo para posterior caracterização e identificação em laboratório. A Figura 2 ilustra o local de realização dos trabalhos de prospeção e do equipamento de perfuração.

O plano de trabalhos de caracterização geotécnica do aterro foi definido pela Equipe Projetista e pelo Laboratório de Geotecnia do Instituto Politécnico de Bragança.

Os pontos de realização dos ensaios DPSH encontram-se representados no Desenho nº1 do Anexo I.



Figura 2 – Local de realização dos ensaios e equipamento de perfuração.

2.1 Ensaio DPSH - Penetrómetro Dinâmico Superpesado (DPSH - Dynamic Penetration Super-Heavy)

O ensaio DPSH consiste na cravação de uma ponteira normalizada no terreno, com o objetivo de aferir a resistência dinâmica aparente e a tensão admissível (ver Figura 3).

Penetrómetro dinâmico
(Dynamic probing tests - DP)

Existem diferentes versões do ensaio em função da massa utilizada:

- Dynamic probing light - DPL ($m=10\text{kg}$)
- Dynamic probing medium - DPM ($m=30\text{kg}$)
- Dynamic probing heavy - DPH ($m=50\text{kg}$)
- Dynamic probing super heavy - DPSH ($m=63,5\text{kg}$)



Figura 3 – Ensaio com penetrómetro dinâmico (DP). Equipamento de ensaio do Instituto Politécnico de Bragança.

O ensaio DPSH consiste na determinação do número de golpes (N) de um martelo ou pilão de massa (M) em queda livre de uma altura (H) sobre o conjunto constituído, de cima para baixo por um batente, um trem de varas e uma ponta cónica (cuja base tem área A), para que ocorra determinado comprimento de penetração

(L). O diâmetro das varas é inferior ao da base do cone da ponta donde resulta a resistência à penetração apenas de forças de reação do terreno sobre a superfície cônica da ponta.

A resistência à penetração é definida como o número de pancadas necessárias para cravar o penetrômetro de uma dada distância (10 ou 20 cm) – N_{10} ou N_{20} . É efetuado um registo contínuo e não existe recolha de amostra.



Figura 4 – Vara e ponteira usada no DPSH

Os ensaios DPSH foram realizados segundo a norma “Geotechnical investigation and testing – Field testing – Part 2: Dynamic probing: EN ISO 22476-2 2005 (en)”. A localização dos 3 pontos realizados com o Penetrômetro Dinâmico Super - Pesado (DPSH) encontram-se no Desenho nº1 do Anexo I, os resultados dos ensaios encontram-se no Anexo III.

3 Análise preliminar dos resultados de caracterização geotécnica

3.1 Identificação, classificação

Os resultados dos ensaios de identificação e caracterização do solo de fundação colhidos no poço de prospeção (P1 no desenho nº1) encontram-se no Anexo II. Para facilitar a leitura, no Quadro 1, estão apresentados, resumidamente, os principais parâmetros dos ensaios realizados: composição granulométrica do solo e classificação unificada.

Da análise dos resultados obtidos é possível verificar que o material no aterro existente é uma areia com silte e cascalho, (SM segundo a classificação unificada ASTM D2487-85), sendo a percentagem de cascalho cerca de 28%. O diâmetro médio das partículas (D_{50}) é de cerca de 0,3 mm.

Quadro 1 – Principais parâmetros de identificação e caracterização do solo do aterro.

Ponto de ensaio	Composição Granulométrica									Classificação do Solo ASTM D 2487-85	
	% Seixo	% Areia	% Silte	% Argila	D _{máx} (mm)	D ₆₀ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₁₀ (mm)		
P1	28,0	41,0	32,0	0,0	50,0	0,6	0,3	0,08	s.d	SM	Areia com finos e cascalho

D_i - Diâmetro correspondente a i% de passados

s. d. - sem dados

Procedeu-se em seguida à classificação do solo do aterro segundo a classificação unificada (ASTM D2487-85), classificação segundo a AASHTO M145-42 e Classificação LCPC/ SETRA. Os resultados da classificação são apresentados em seguida. A tabela de classificação encontra-se no Anexo II.

Solo P1:

- **Classificação unificada (ASTM D2487-85): [SM]** – Solo grosso, areia com finos. Permeabilidade quando compactado semipermeável a impermeável, boa resistência ao corte quando compactado e saturado, baixa compressibilidade quando compactado e saturado, e razoável trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento e não admissível em sub-base.

- **Classificação segundo a AASHTO M145-42: [A-2-4 (0)]** – São classificados como solos de materiais granulares, siltosos (IP<10%), com seixo e areias.

- **Classificação LCPC/ SETRA: [C₂(B₅)]** – Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como material grosso (D_{máx}>50mm, D_{máx}=80mm). Materiais angulosos muito facetados (0/50mm ≤60%), e solo cuja percentagem que passa no peneiro no 200 está compreendida entre 5% e 35%.

3.2 Resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH.

Os resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH, encontram-se no Anexo III. Para facilitar a leitura e fazer uma análise dos resultados obtidos, no Quadro 2 encontra-se um resumo dos resultados obtidos.

Quadro 2 – Resumos dos resultados obtidos dos ensaios de penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH (valor média por metro).

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	N ₂₀ (Médio) (por metro) [m]			
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]
P1/DPSH1	776,08	3,2	19,4	23,0	24,2	60,0
P2/DPSH2	776,00	2,0	24,4	40,0	-	-
P3/DPSH3	776,00	1,8	17,4	30,8	-	-

Para cada ensaio DPSH é feito um gráfico – diagrama de penetração – onde se representa, em abcissas, o número de pancadas e, em ordenadas, a profundidade. A partir do número de pancadas e da resistência dinâmica de ponta (r_d) é possível obter a capacidade de carga do terreno a vários níveis de profundidade.

Os ensaios foram terminados quando o número de pancadas para penetrar a ponta 20 cm (N_{20}) é igual ou superior a 50. Para mais detalhes recomenda-se a análise dos resultados dos ensaios no Anexo III do presente documento. No Quadro 2 apresentam-se as profundidades a que foram terminados os ensaios e um resumo dos resultados obtidos.

Da análise dos resultados dos ensaios, é possível observar que as profundidades de ensaio foram de 3,2 metros para o DPSH1, 2,0 metros para o DPSH2 e 1,8 metros no DPSH3. O valor do N_{20} médio, sem considerar a nega (último valor de cada ensaio) é igual a 23,6. Este valor permite considerar que se trata de um solo com compacidade suficiente até atingida a nega. Ao longo da realização dos quatro ensaios DPSH, foi possível verificar que a ponteira e as varas, quando extraídas do solo, não apresentavam humidade, o que permite concluir a não presença de água no solo.

Os valores de N_{20} podem ser projetados em conjunto com a resistência de ponta (r_d). O termo r_d é determinado através da equação 1 (para mais pormenores recomenda-se a leitura de Matos Fernandes (2011)):

$$r_d = \frac{m \cdot g \cdot h}{A \cdot e} \quad [1]$$

$$q_d = \frac{m}{m + m'} \cdot r_d$$

No Quadro 3 encontra-se um resumo dos resultados obtidos para o r_d (resistência de ponta em MPa). Da análise do Quadro 3, pode-se observar que o solo apresenta uma resistência de ponta, antes de ser atingida a nega no ensaio, bastante variável, entre 20,3 MPa e 28,3 MPa (valores médios por metro). Com os valores obtidos do N_{20} e r_d , o material no seu estado *in situ* apesar de apresentar alguma heterogeneidade em profundidade apresenta razoável capacidade de carga para a fundação de edifícios comuns de 1 a 2 pisos. Como ponto favorável, o aterro em estudo apresenta baixa possança, até no máximo ~3 metros no DPSH1, como facilmente se pode confirma pela análise dos resultados.

Quadro 3 – Resultados dos ensaios DPSH nos pontos DPSH1 a DPSH3, resistência de ponta r_d (MPa).

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	rd (MPa) (Médio) (por metro)			
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]
P1/DPSH1	776,08	3,2	22,7	26,9	28,3	70,1
P2/DPSH2	776,00	2,0	28,5	46,7	-	-
P3/DPSH3	776,00	1,8	20,3	35,9	-	-

- Correlação N_{SPT} - N_{DPSH}

Segundo Afonso (2016), para um solo classificado com SM pela classificação unificada e para o equipamento usado neste trabalho, pode-se admitir a seguinte relação empírica:

$$N_{SPT}=0,96 \cdot N_{DPSH} \quad [2]$$

Em que:

N_{SPT} – número de pancadas do ensaio Standard Penetration Test;

N_{DPSH} – número de pancadas do ensaio penetrômetro dinâmico superpesado.

As correlações obtidas não são aplicadas para outros tipos de solos nem para outros equipamentos, mesmo com características semelhantes. Caso contrário pode levar a resultados incorretos. Mesmo assim, o emprego desta relação deve ser feito com as devidas reservas, sendo apenas aconselhável em avaliações preliminares.

No Quadro 4 estão representados os resultados obtidos pela relação entre o número de pancadas do ensaio Penetrômetro Dinâmico Superpesado (DPSH) e o número de pancadas do ensaio Standard Penetration Test (SPT).

Quadro 4 – Relação entre o N_{SPT} e o N_{DPSH} .

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	N_{SPT} (Médio) (por metro)= $0,96 \cdot N_{DPSH}$			
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]
P1/DPSH1	3,2	18,6	22,1	23,2	57,6
P2/DPSH2	2,0	23,4	38,4	-	-
P3/DPSH3	1,8	16,7	29,5	-	-

O valor médio do SPT para a totalidade dos resultados obtidos dos 3 ensaios e sem considerar o último valor (nega) é de 22,65. O valor obtido indica que se trata de um solo arenoso com finos e com compacidade média.

- Estimativa da tensão máxima admissível (q_a) em sapatas de fundação

Na estimativa dos valores da tensão máxima admissível em sapatas de fundação, usou-se a expressão empírica:

$$q_a=N_{SPT}/100 \text{ (MPa)} \quad [3]$$

em que:

q_a – tensão admissível das sapatas de fundação [MPa];

N_{SPT} – número de pancadas do ensaio SPT.

Reduzido do respetivo coeficiente de segurança (neste caso, estando na presença de cascalhos siltosos com areia, o coeficiente de segurança aplicado foi de 50%).

No Quadro 5 estão representados os valores obtidos para a tensão máxima admissível estimada.

Quadro 5 – Tensão máxima admissível estimada em sapatas de fundação.

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	qa (kPa), tensão admissível em sapatas de fundação			
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]
P1/DPSH1	3,2	186,2	220,8	232,3	576,0
P2/DPSH2	2,0	234,2	384,0	-	-
P3/DPSH3	1,8	167,0	295,2	-	-

Da análise do Quadro 5, pode-se observar que o solo de fundação apresenta uma tensão admissível, antes de ser atingida a nega nos ensaios, entre 167,0 MPa e 234,2 MPa. Estes valores permitem aferir alguma

SPT S15

onde γ (kN/m³) = unidade dos resultados obtidos; q_u (kPa) = valor médio da tensão admissível, sem considerar o último valor indente à nega dos ensaios é de 226,5 kPa. Pode referir-se que o solo não apresenta uma compactação boa mas razoável/aceitável.

240	120	32.4	10.0	45.0	116.0	114.3	97.4	96.0
-----	-----	------	------	------	-------	-------	------	------

Estimativa do ângulo de atrito efetivo interno do solo ϕ' .

nativa dos valores do ângulo de atrito efetivo interno do solo, usou-se a expressão empírica de (Burm, 1974) e (Wolff, 1989):

Godoy, 1972)

olo (Thornburn, 1974) e (Wolff, 1989) $[\phi'(^\circ)=27.1+0.3.(N_1)_{60}-0.00054(N_1)_{60}^2]$ [4]

ensaio Cone-Penetrômetro, correlacionado com NSPT e o diâmetro das partículas do solo (D_{50})

de do solo, correlacionado com o qc $[E=\alpha.qc]$ com $\alpha=3$ a 6

polo, Imai e Tonouchi (1982), da estudo referido [G₀=3.9.N₆₀^{0.8}] sob o eixo grav. Ono e Iwasaki (1973) [G₀=10.4.N₆₀^{0.8}]

onde I_{60} – número de pancadas do ensaio SPT corrigido devido à tensão efetiva vertical ao nível do ensaio de solo determinado em função do G_0 e da dependência da rigidez dos solos com o nível de deformação de fundações

reio facto de o valor do N_{SPT} ser um valor estimado e obtido em função do N_{DPSH} , neste caso o $(N_1)_{60}$ é considerado igual ao valor N_{SPT} do Quadro 4.

No Quadro 6 estão representados os valores obtidos para o ângulo de atrito interno efetivo do solo. O valor do ângulo de atrito varia entre os valores de 32,0° e 33,8° (sem considerar a nega). Tratando-se de areias com finos, os valores estimados para o ângulo de atrito são típicos de soltos de compactidade média. Para efeitos de cálculo poderá considerar um valor médio do ângulo de atrito de 33,6° (antes da nega).

Quadro 6 – Ângulo de atrito interno efetivo do solo – estimado.

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	ϕ' (°), ângulo de atrito efetivo interno do solo				Média
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	
P1/DPSH1	3,2	32,5	33,5	33,8	42,6	35,6
P2/DPSH2	2,0	33,8	37,8	-	-	35,8
P3/DPSH3	1,8	32,0	35,5	-	-	33,7

4 Considerações finais

Este relatório teve como objetivo a realização de uma campanha de ensaios geotécnicos *in situ*, com finalidade de caracterizar e identificar a capacidade de suporte de um solo/aterro para o “Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones – Malhadas – Miranda do Douro”, em Malhadas – Miranda do Douro.

O solo é constituído por areia com finos, com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) de SM A percentagem de cascalho é superior 28% do material. O diâmetro médio das partículas (D_{50}) é de 0,3mm. A compacidade do aterro/solo em estudo é mediantemente compacta.

Como a nega nos ensaios DPSH foi atingida a profundidades de 2~3 metros e os valores dos resultados obtidos para o N_{20} foram medianos, com alguma dispersão, o material pode ser usado no seu estado *in situ* para a fundação de edifícios de 1 a 2 pisos. O aterro apresenta baixa possança.

Com base nos resultados do ensaio do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH, é possível estimar a tensão máxima admissível do solo/aterro para o dimensionamento das fundações. A tensão admissível varia de ponto para ponto. Os valores das tensões admissíveis mínimo e máximo é de 167,0 MPa e 234,2 MPa, sem considerar a nega do ensaio. Pode-se considerar-se um valor médio da tensão admissível de 226,6 kPa.

Denote-se que os tipos de soluções a adotar, serão condicionados entre outros aspetos, pelo plano de cargas da obra, assentamentos máximos admissíveis, posicionamento do nível freático, possível interseção de blocos rochosos. O Laboratório de Geotecnia do Instituto Politécnico de Bragança manifesta a disponibilidade da sua Equipa Técnica para prestar os esclarecimentos e acompanhamento técnico julgado necessários.

Bibliografia

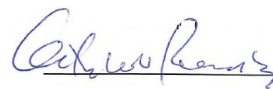
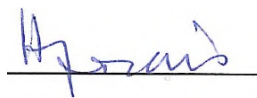
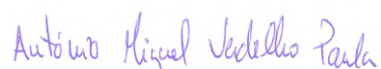
Afonso, André Filipe; Paula, António Miguel; Braz César, Manuel (2016). “Correlações entre resultados de ensaios de penetração dinâmica (DP) com o ensaio standard penetration test (SPT)”. 15º Congresso Nacional de Geotecnia / 8º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 19 a 23 de junho de 2016.

Geotechnical investigation and testing – Field testing – Part 2: Dynamic probing: EN ISO 22476-2 2005 (en)

ASTM. (1985). D 2487-85: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). American Society for Testing and Materials.

Especificação do LNEC E197-1966 – SOLOS: Ensaio de compactação.

IPB-ESTG, Bragança, 14 de dezembro de 2021.



António Miguel V. Paula

PhD, MSc, Engenheiro Civil
ESTiG – Inst. Politécnico de Bragança
Responsável do Lab. de Geotecnia
Ordem dos Engenheiros – 44380

Campus de S. Apolónia, gab 6
5300-253 Bragança – Portugal
Phone: +351 273 303 154
e-mail: mpaula@ipb.pt

Hermínia Maria M. Morais

MSc, Engenheiro Civil
ESTiG – Inst. Politécnico de Bragança
Técnica Superior do Lab. de Eng. Civil
Ordem dos Engenheiros – 41244

Campus de S. Apolónia
5300-253 Bragança – Portugal
Phone: +351 273 303 173
e-mail: hmarais@ipb.pt

Octávio Manuel do N. Pereira

ESTiG – Inst. Politécnico de Bragança
Técnica do Lab. de Engenharia Civil

Campus de S. Apolónia
5300-253 Bragança – Portugal
Phone: +351 273 303 174
e-mail: opereira@ipb.pt

ANEXOS

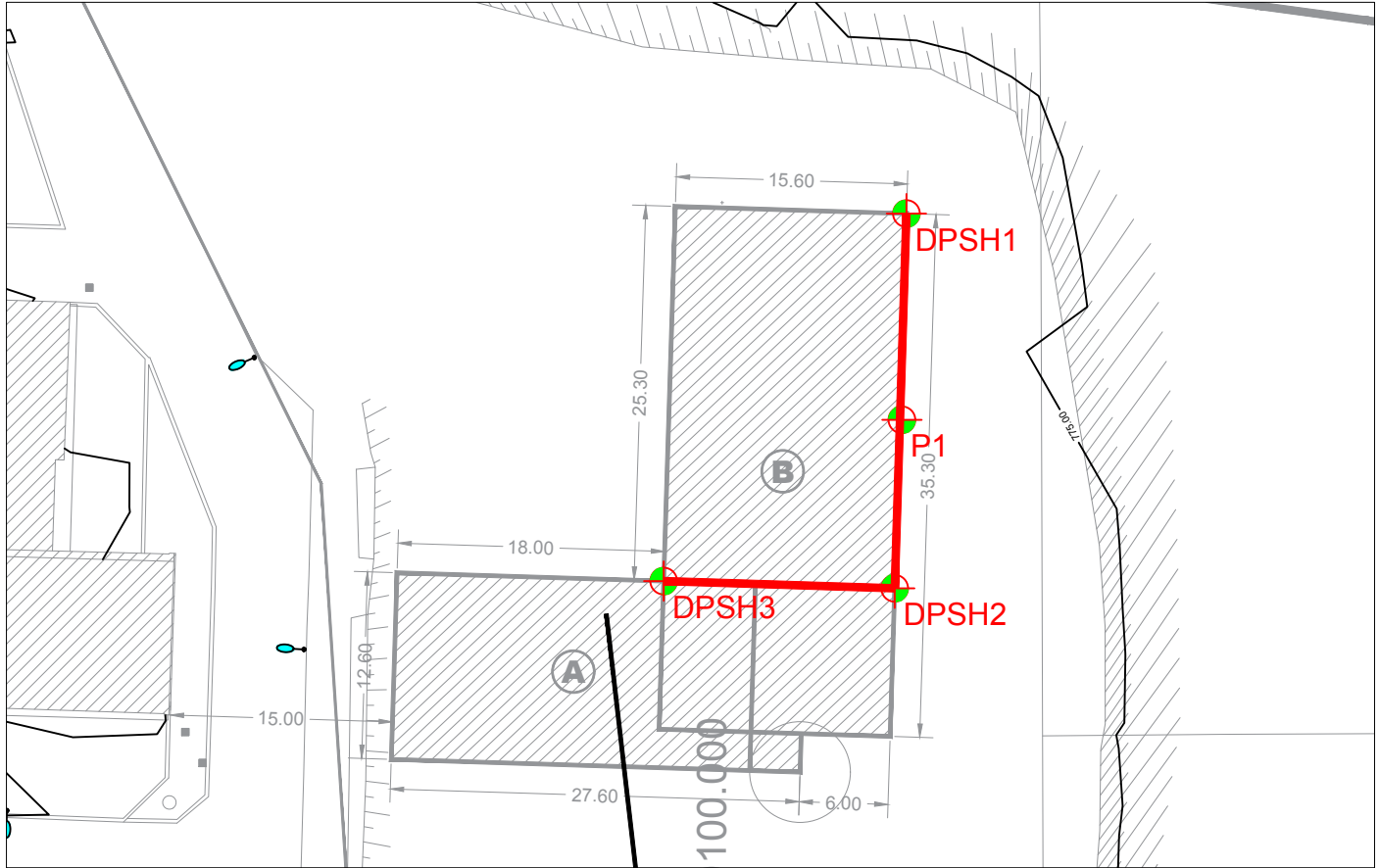
ANEXO I (Cortes e planta dos pontos de ensaio DPSH)



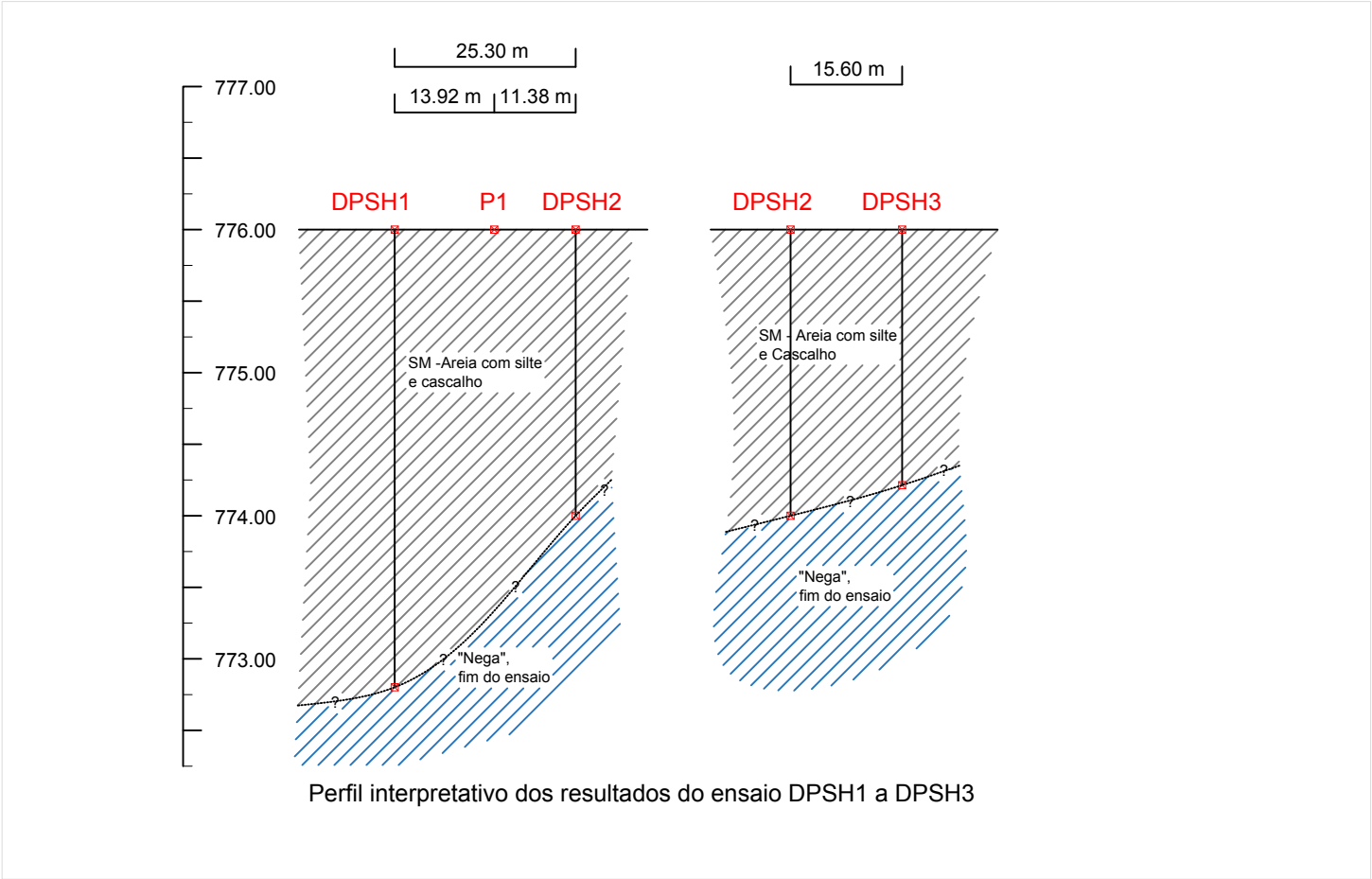
Escala 1/1000

LEGENDA:

- + **DPSHi** - Pontos de realização do Ensaio DPSH Dynamic Penetration Super-Heavy
- + **Pli** - Pontos de prospeção/Inspeção

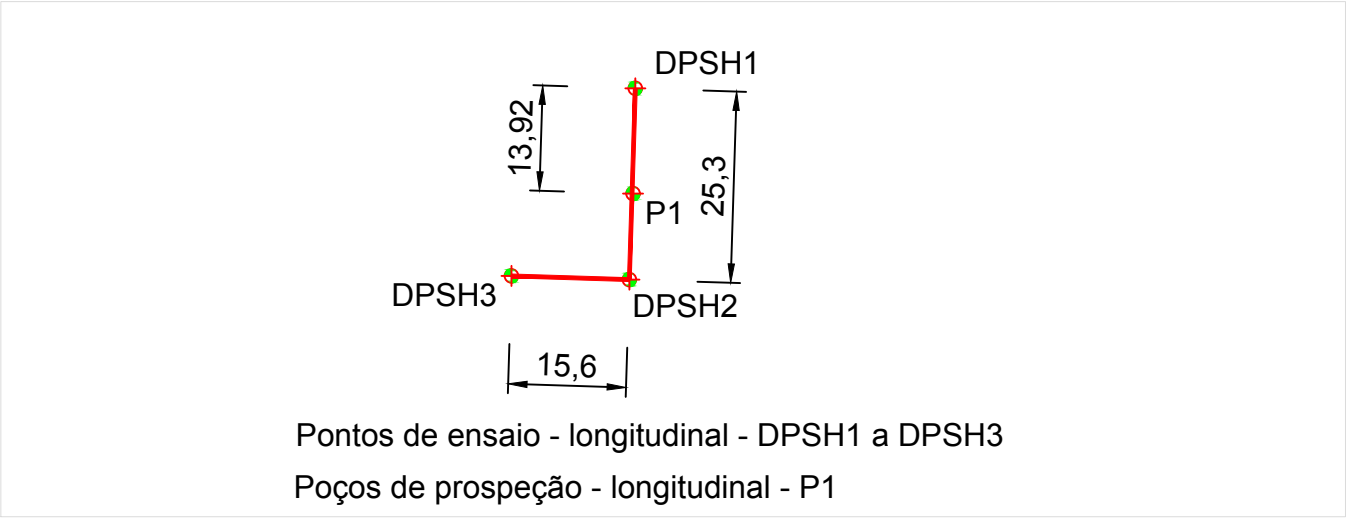


Escala 1/500



Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1 a DPSH3

Escala no desenho



Pontos de ensaio - longitudinal - DPSH1 a DPSH3
Poços de prospeção - longitudinal - P1

Escala 1/1000

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Laboratório de Geotecnia Telephone: (+351)273303000 Fax: (+351)273313051 E-mail: estig@ipb.pt	Escola Superior de Tecnologia e Gestão Campus de Santa Apolónia - Apartado 1134 5301-857 Bragança Portugal
esc:	data:	Cliente: Câmara Municipal de Miranda do Douro	
1/---	14-12-2021		
projectou:	n.º:	Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1 a 3	
		Obra/Local: Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones Malhadas - Miranda do Douro	
	1		

ANEXO II (Resultados dos ensaios de Identificação e Caracterização)

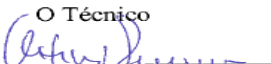
 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA	
		Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970	
		Amostra:	P1
		Data da Colheita:	07/12/21
Ciente:	Câmara Municipal de Miranda do Douro	Obra:	Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas
		Local:	Malhadas - Miranda do Douro

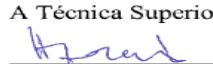
Massa total da amostra: (g)	mt=	2338,80
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	654,80
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m'10=	1684,00

Fracção retida no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida $N_x=(mx/mt) \times 100$	% Acumulada retida (N'x)	% Acumulada que passa ($N''x=100-N'x$)
76.1 - (3')		0,00	0,00	100,00
50.8 - (2')		0,00	0,00	100,00
38,10 - ($1\frac{1}{2}$)	127,00	5,43	5,43	94,57
25,4 - (1')	16,50	0,71	6,14	93,86
19 - ($\frac{3}{4}$)	33,50	1,43	7,57	92,43
9,51 - ($\frac{3}{8}$)	142,80	6,11	13,67	86,33
4.76 - (n4)	127,00	5,43	19,10	80,90
2 - (n10)	208,00	8,89	28,00	72,00
<2,00 - (n10)	1684,00	72,00		
TOTAL	2338,80	100,00		

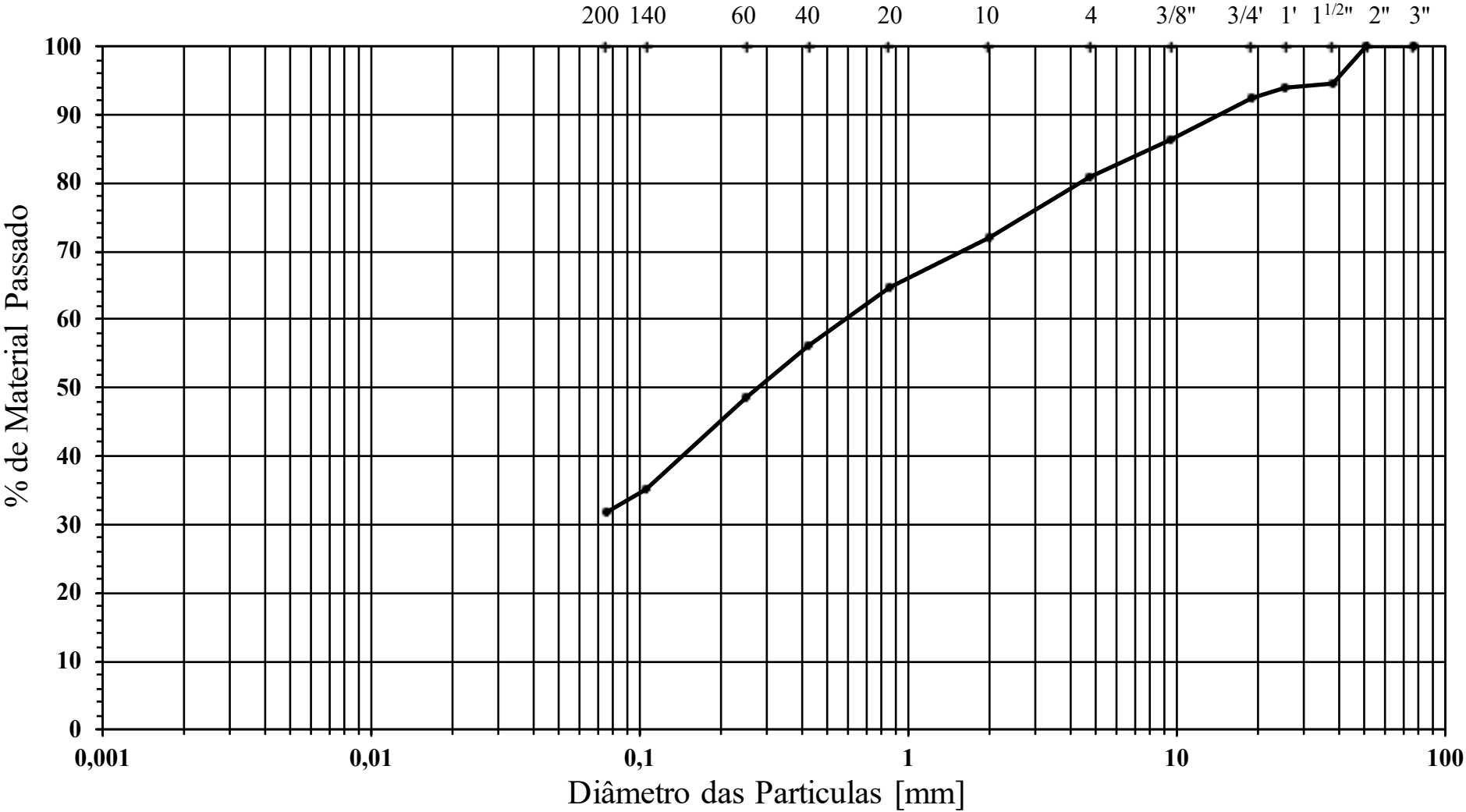
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	81,90	$N''10=(m'10/mt) \times 100=$		72,00
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida (total) $N_x=(mx/ma) \times N''10$	% Acumulada retida total (N'x)	% total acumulada que passa ($N''x=100-N'x$)
20	8,50	7,47	35,47	64,53
40	9,50	8,35	43,82	56,18
60	8,60	7,56	51,38	48,62
140	15,50	13,63	65,01	34,99
200	3,70	3,25	68,26	31,74
<200	36,10			
TOTAL	81,90			

Bragança, 09 de setembro de 2021

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Hermínia Morais

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - P1



Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	P1	Local:	Malhadas - Miranda do Douro
		Data Recolha:	07/12/2021		
Cliente:	Câmara Municipal de Miranda do Douro	Obra:	Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	80,90	72,00	56,18	31,74
Retida Acumulada (%)	0,00	19,10	28,00	43,82	68,26

Limite de Liquidez	NR
Limite de Plasticidade	NR
Índice de Plasticidade	NP
Teor de Matéria Orgânica	

D60 (mm)	0,6
D30mm)	s.d
D10 (mm)	s.d

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	28,0
Areia (%)	40,3
Silte e Argila (%)	31,7
Índice de Grupo	0

Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	SM
Classificação (AASHTO M145-42):	A-2-4 (0)
Classificação LCPC/ SETRA:	C₂B₅

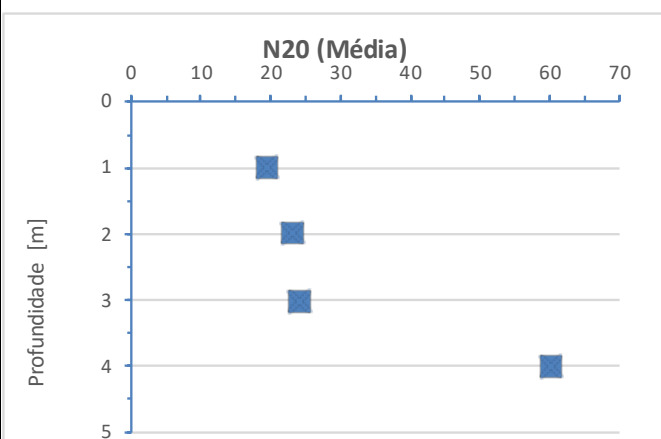
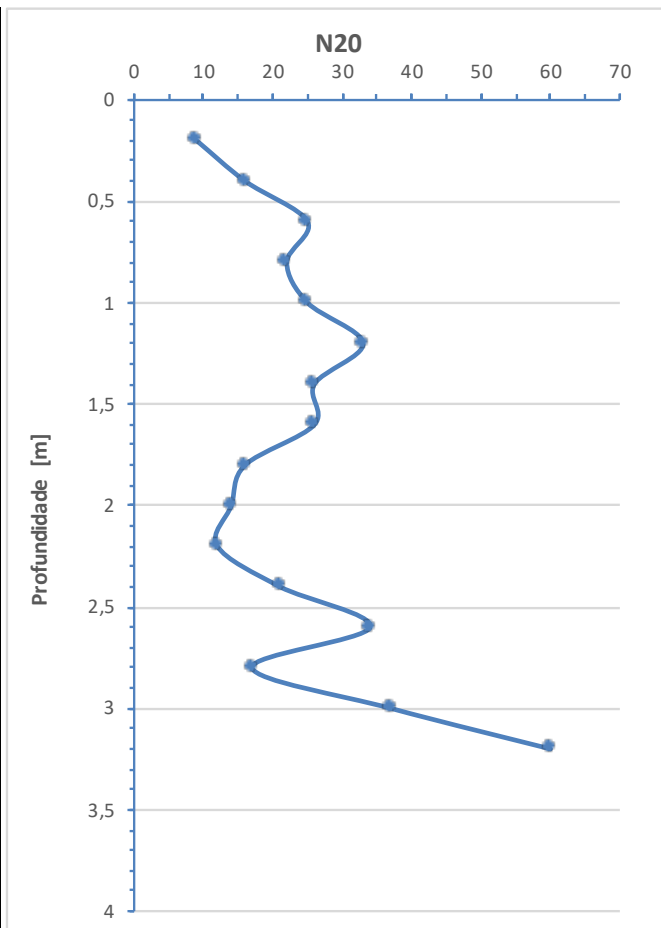
Observações:	
SM - Solo grosso, areia com finos. Permeabilidade quando compactado semipermeável a impermeável, boa resistência ao corte quando compactado e saturado, baixa compressibilidade quando compactado e saturado, e razoável trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento e não admissível em sub-base.	
A-2-4 (0) - São classificados como solos de materiais granulares, siltosos (IP<10%), com seixo e areias.	
C₂(B₅) - Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como material grosso (D_{máx}>50mm, D_{máx}=80mm). Materiais angulosos muito facetados (0/50mm ≤60%), e solo cuja percentagem que passa no peneiro nº 200 está compreendida entre 5% e 35%.	

ANEXO III (Resultados dos pontos de prospeção e de realização dos ensaios DPSH)

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Ensaaios de Penetração com DPSH				
		Posição:	1	Sondagem nº:	P1	
		Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
			Norte:			
Data:	07/12/21	Nível de água:	Não Detectado			
Cliente:	Câmara Municipal de Miranda do Douro		Obra:	Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas		
			Local:	Malhadas-Miranda do Douro		

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	9	4,2		8,2	
0,4	16	4,4		8,4	
0,6	25	4,6		8,6	
0,8	22	4,8		8,8	
1	25	5		9	
N₂₀ (Méd)	19,4	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	33	5,2		9,2	
1,4	26	5,4		9,4	
1,6	26	5,6		9,6	
1,8	16	5,8		9,8	
2	14	6		10	
N₂₀ (Méd)	23,0	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2,2	12	6,2		10,2	
2,4	21	6,4		10,4	
2,6	34	6,6		10,6	
2,8	17	6,8		10,8	
3	37	7		11	
N₂₀ (Méd)	24,2	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3,2	60	7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
N₂₀ (Méd)	60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!

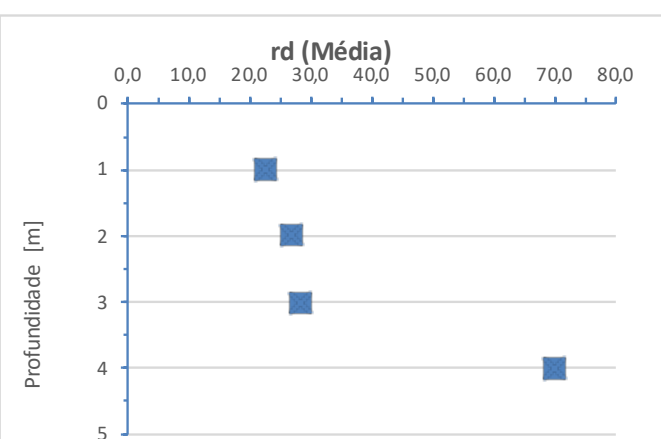
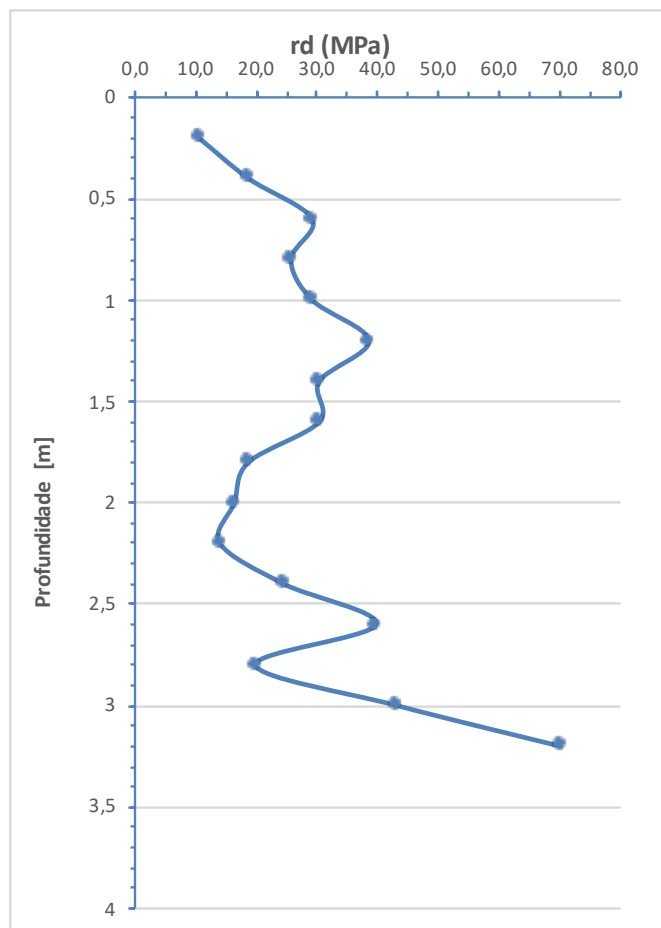
*=19cm



 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Ensaaios de Penetração com DPSH				
		Posição:	1	Sondagem nº:	P1	
		Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
			Norte:			
			Elevação (Z):	776,08		
Data:	07/12/21	Nível de água:	Não Detectado			
Cliente:	Câmara Municipal de Miranda do Douro	Obra:	Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas			
		Local:	Malhadas-Miranda do Douro			

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	10,51	4,2		8,2	
0,4	18,69	4,4		8,4	
0,6	29,20	4,6		8,6	
0,8	25,70	4,8		8,8	
1	29,20	5		9	
rd (Méd)	22,66	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	38,54	5,2		9,2	
1,4	30,37	5,4		9,4	
1,6	30,37	5,6		9,6	
1,8	18,69	5,8		9,8	
2	16,35	6		10	
rd (Méd)	26,86	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2,2	14,02	6,2		10,2	
2,4	24,53	6,4		10,4	
2,6	39,71	6,6		10,6	
2,8	19,86	6,8		10,8	
3	43,22	7		11	
rd (Méd)	28,27	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3,2	70,08	7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
rd (Méd)	70,08	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!

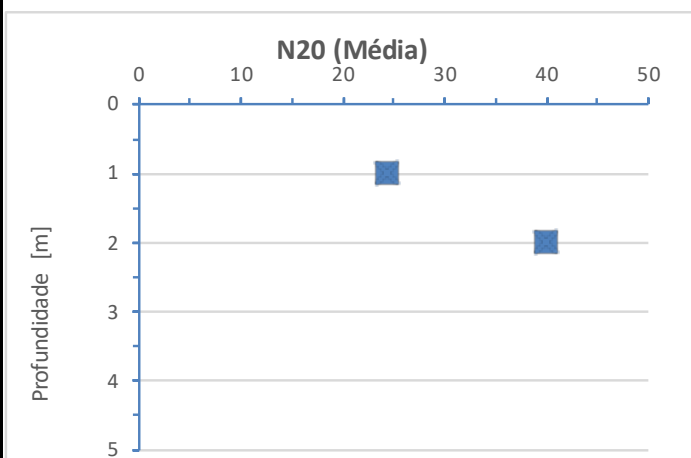
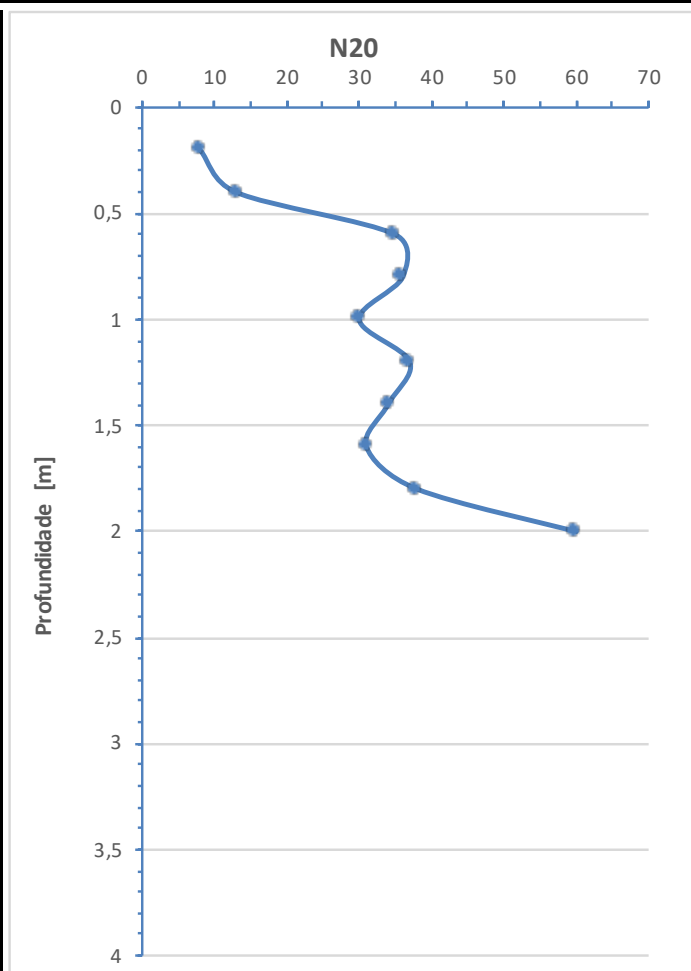
*=19cm



 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Ensaios de Penetração com DPSH			
		Posição:	2	Sondagem nº:	P2
		Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
			Norte:		
			Elevação (Z):	776	
Data:			07/12/21	Nível de água:	Não detectado
Cliente:	Câmara Municipal de Miranda do Douro		Obra:	Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas	
			Local:	Malhadas-Miranda do Douro	

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	8	4,2		8,2	
0,4	13	4,4		8,4	
0,6	35	4,6		8,6	
0,8	36	4,8		8,8	
1	30	5		9	
N ₂₀ (Méd)	24,4	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	37	5,2		9,2	
1,4	34	5,4		9,4	
1,6	31	5,6		9,6	
1,8	38	5,8		9,8	
2	60	6		10	
N ₂₀ (Méd)	40,0	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2,2		6,2		10,2	
2,4		6,4		10,4	
2,6		6,6		10,6	
2,8		6,8		10,8	
3		7		11	
N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3,2		7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!

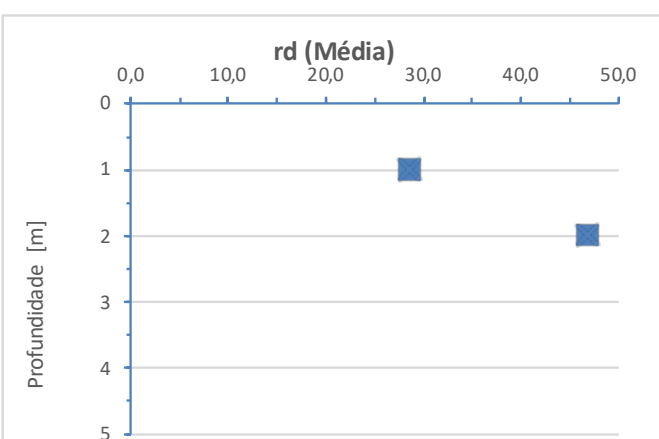
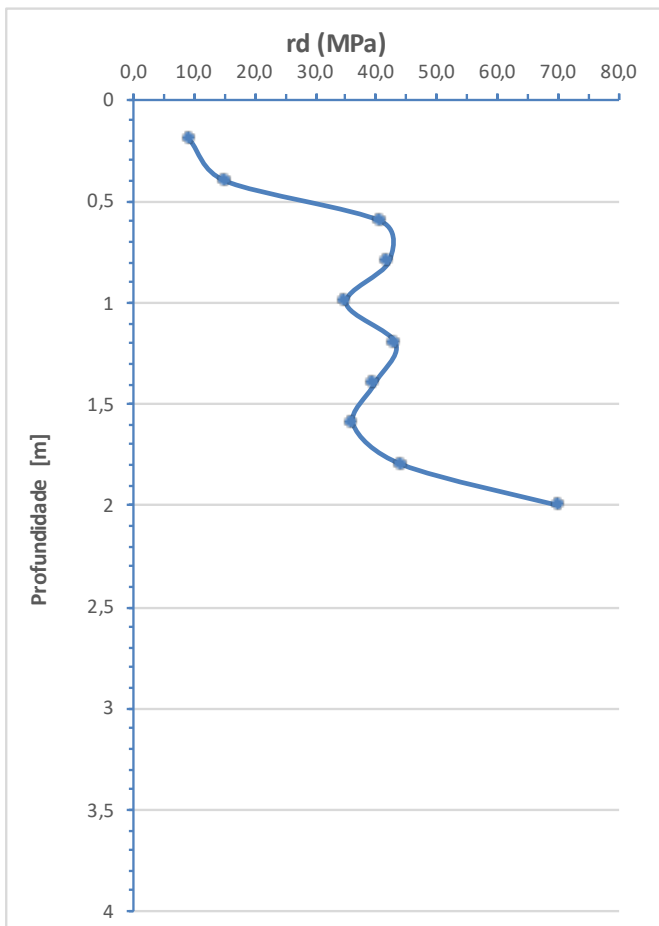
*=17cm



 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Ensaio de Penetração com DPSH			
		Posição:	2	Sondagem nº:	P2
		Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
			Norte:		
			Elevação (Z):	776	
		Data:	07/12/21	Nível de água:	Não detectado
Cliente:	Câmara Municipal de Miranda do Douro	Obra:	Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas		
		Local:	Malhadas-Miranda do Douro		

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	9,34	4,2		8,2	
0,4	15,18	4,4		8,4	
0,6	40,88	4,6		8,6	
0,8	42,05	4,8		8,8	
1	35,04	5		9	
rd (Méd)	28,50	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	43,22	5,2		9,2	
1,4	39,71	5,4		9,4	
1,6	36,21	5,6		9,6	
1,8	44,38	5,8		9,8	
2	70,08	6		10	
rd (Méd)	46,72	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2,2		6,2		10,2	
2,4		6,4		10,4	
2,6		6,6		10,6	
2,8		6,8		10,8	
3		7		11	
rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3,2		7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!

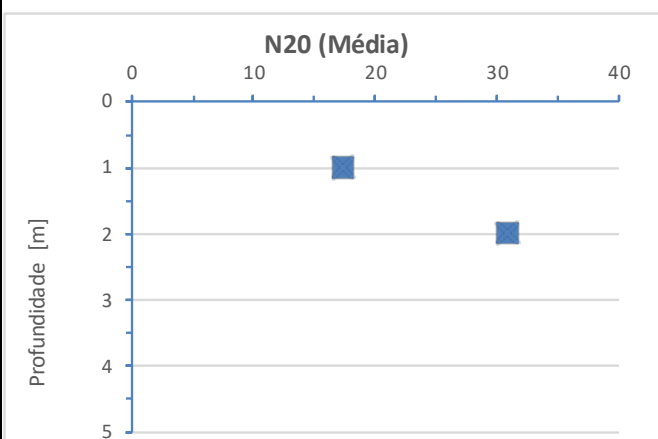
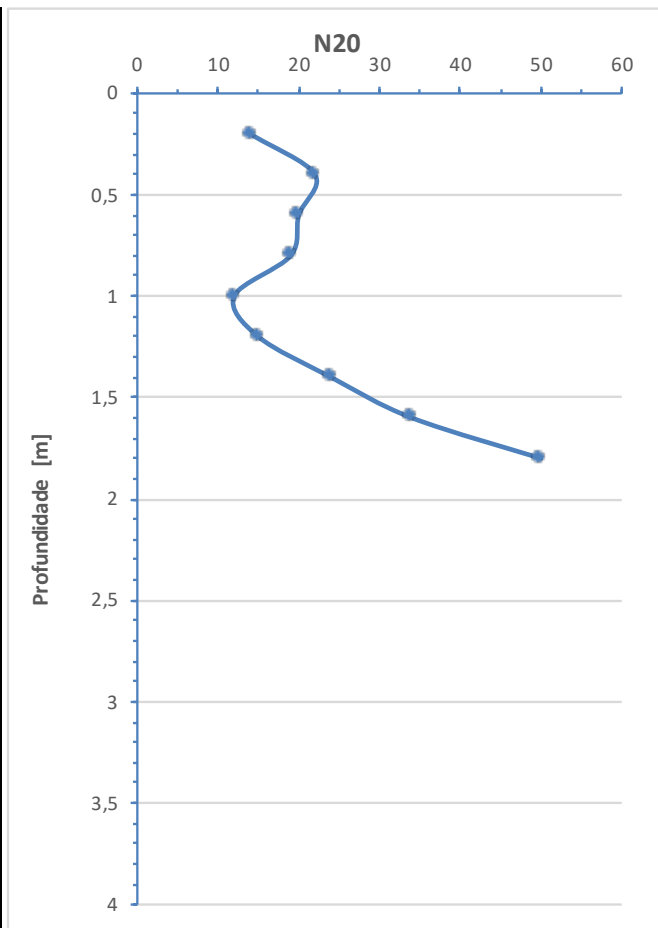
*=17cm



 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Ensaaios de Penetração com DPSH				
		Posição:	3	Sondagem nº:	P3	
		Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:	
			Norte:			
Data:	07/12/21	Nível de água:	Não detectado			
Cliente:	Câmara Municipal de Miranda do Douro		Obra:	Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas		
			Local:	Malhadas-Miranda do Douro		

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	14	4,2		8,2	
0,4	22	4,4		8,4	
0,6	20	4,6		8,6	
0,8	19	4,8		8,8	
1	12	5		9	
N₂₀ (Méd)	17,4	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	15	5,2		9,2	
1,4	24	5,4		9,4	
1,6	34	5,6		9,6	
1,8	50	5,8		9,8	
2		6		10	
N₂₀ (Méd)	30,75	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2,2		6,2		10,2	
2,4		6,4		10,4	
2,6		6,6		10,6	
2,8		6,8		10,8	
3		7		11	
N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3,2		7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!

*=13cm



 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Ensaio de Penetração com DPSH			
		Posição:	3	Sondagem nº:	P3
		Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
			Norte:		
			Elevação (Z):	776	
Data:	07/12/21	Nível de água:	Não detectado		
Cliente:	Câmara Municipal de Miranda do Douro	Obra:	Centro de Valorização e Melhoramento das Raças Autóctones - Malhadas		
		Local:	Malhadas-Miranda do Douro		

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	16,35	4,2		8,2	
0,4	25,70	4,4		8,4	
0,6	23,36	4,6		8,6	
0,8	22,19	4,8		8,8	
1	14,02	5		9	
rd (Méd)	20,32	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	17,52	5,2		9,2	
1,4	28,03	5,4		9,4	
1,6	39,71	5,6		9,6	
1,8	58,40	5,8		9,8	
2		6		10	
rd (Méd)	35,92	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2,2		6,2		10,2	
2,4		6,4		10,4	
2,6		6,6		10,6	
2,8		6,8		10,8	
3		7		11	
rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3,2		7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!

*=17cm

