

RELATÓRIO GEOTÉCNICO

Avaliação e Capacidade Resistente do Solo de Fundação

Ensaio com Penetrómetro Dinâmico Super Pesado (DPSH)

Compacidade “in situ” (Avaliação da Compactação com Célula Radioativa)

Prospecção Geotécnica em Poços de Prospecção

ENTIDADE: Câmara Municipal de Vimioso

OBRA: Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo

LOCAL: Escola Primária de Argozelo – Argozelo

Bragança, 10 de outubro de 2022

Autores do relatório:

Responsável: Prof. António Miguel Verdelho Paula*

Responsável Técnica Superior: Eng Hermínia Morais*

* - Instituto Politécnico de Bragança

Índice

1	Introdução	3
2	Trabalhos realizados	3
2.1	Ensaio DPSH - Penetrómetro Dinâmico Superpesado (DPSH - Dynamic Penetration Super-Heavy)	4
2.2	Ensaio de compactação “Proctor”	5
2.3	Ensaio de compactação com a célula radioativa (Gamadensímetro Nuclear).....	6
2.4	Inspeção visual em poços de prospeção	7
3	Análise preliminar dos resultados de caracterização geotécnica	8
3.1	Identificação, classificação e compacidade.....	8
3.2	Resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH.....	9
4	Considerações finais	12
	Bibliografia	13

RELATÓRIO TÉCNICO

1 Introdução

Requerido pelo Câmara Municipal de Vimioso, procedeu-se à realização de dois ensaios com Penetrómetro Dinâmico Superpesado DPSH (Dynamic Penetration Super-Heavy), ensaios de caracterização da compactação “*in-situ*” e dois poços de prospeção geotécnica para identificação e caracterização geotécnica no local de implantação do “Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo.”, (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.

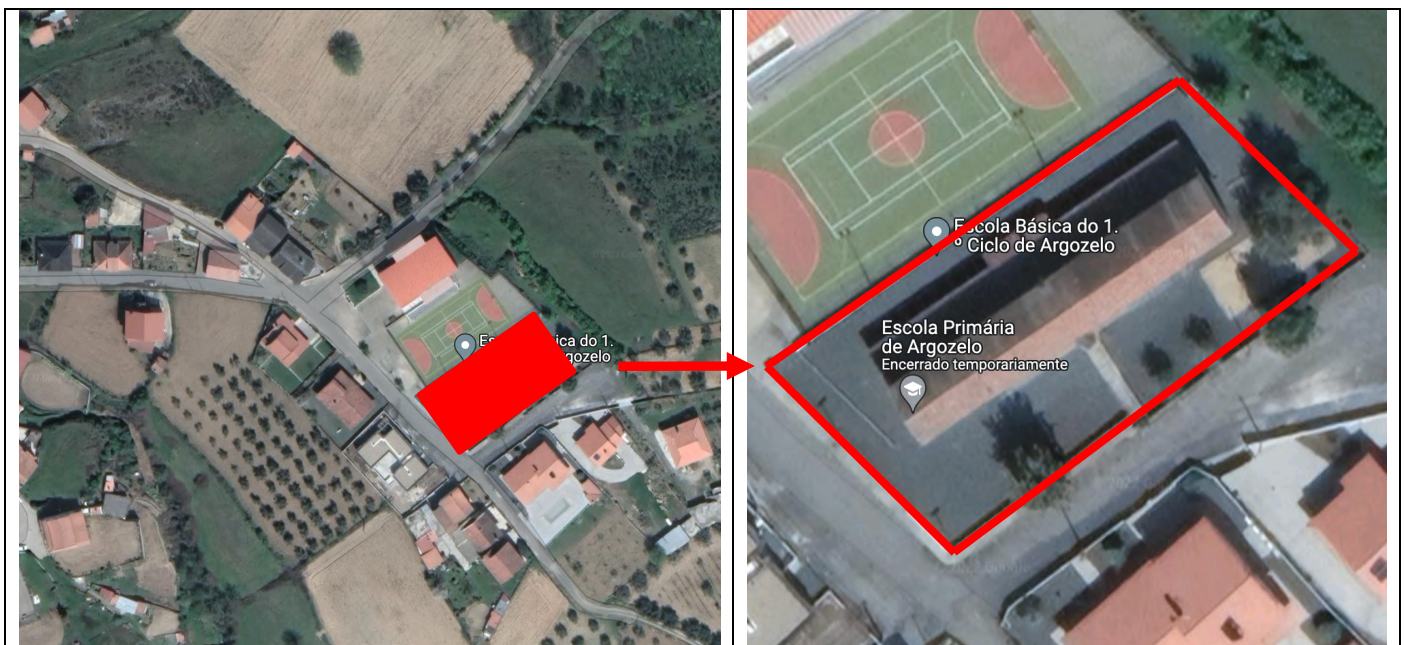


Figura 1 – Vista aérea do local da obra (imagens do Google Maps).

2 Trabalhos realizados

O estudo de caracterização geotécnica foi realizado no dia 07 de outubro de 2022 e consistiu, na realização de dois ensaios DPSH - Penetrómetro Dinâmico Super Pesado, dois pontos de caracterização da compactação com o gamadensímetro nuclear à superfície do terreno, recolha de amostras de solo em dois poços de prospeção e posterior caracterização e identificação do solo 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, pontos de caracterização da compactação com o gamadensímetro e dos poços de prospeção geotécnica 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=10kg)
- Dynamic probing medium - DPM (m=30kg)
- Dynamic probing heavy - DPH (m=50kg)
- Dynamic probing super heavy - DPSH (m=63,5kg)



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 (cujas 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 penetrómetro 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 2 pontos realizados com o Penetrómetro Dinâmico Super - Pesado (DPSH) encontram-se no Desenho nº1 do Anexo I, os resultados dos ensaios encontram-se no Anexo III.

2.2 Ensaio de compactação “Proctor”

O ensaio de compactação PROCTOR, consiste na determinação do teor em água ótimo e o peso volúmico seco máximo, para cada energia de compactação aplicada ao solo. O ensaio de compactação, para além de outras aplicações, permite fixar um termo de comparação com peso volúmico seco máximo e humidade do solo *in situ* e assim, obter o valor do grau de compactação/ densidade do solo no seu estado natural.

A preparação da amostra e execução do ensaio seguiu o previsto na Especificação do LNEC E197-1966 – SOLOS: Ensaio de compactação. A amostra foi moldada em moldes grandes com compactação pesada. Esta compactação fez-se em 5 camadas com 55 pancadas cada uma delas, através de compactador automático. A correção da amostra foi feita segundo a norma ASTM D 4718-87 (2001) – Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles.

Para cada provete ensaiado foi retirado o valor do teor em água, segundo a Norma NP84 – 1965 e o peso volúmico seco máximo do solo. Estes valores foram anotados em gráfico permitindo determinar e traçar a curva de baridade seca – teor em água, e achar o ponto máximo da curva, que corresponde aos valores ótimos desejados.

O resultado do ensaio efetuado encontra-se no Anexo II, sendo, no entanto, de destacar os seguintes valores finais apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Valores de compactação Proctor.

	Solo PI1	Solo PI2
Baridade seco máximo do solo (g/cm^3)	1,990	2,000
Peso volúmico seco máxima do solo (kN/m^3)	19,52	19,62
Teor em água ótimo (%)	10,0	10,0

2.3 Ensaio de compactação com a célula radioativa (Gamadensímetro Nuclear).

O ensaio com a célula radioativa em campo permite determinar o teor em água e o peso volúmico do solo. Este ensaio tem como objetivo a comparação entre os valores obtidos em laboratório através do Ensaio de Compactação Proctor e os valores *in situ* obtidos através da célula radioativa.

Em campo (solo de fundação), foram realizados dois ensaios com célula radioativa, devidamente identificados no Desenho 1 do Anexo I. Os resultados dos ensaios efetuados encontram-se no Anexo II.

Como referido atrás, o valor do peso volúmico seco máximo do solo à superfície do PI1 é de 19,52 (kN/m^3) e o teor de humidade ótima de 10,0%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de 17,32 (kN/m^3), teor em água de 5,9%, correspondendo a um grau de compactação do solo à superfície de 88,7%.

Para o solo á superfície no PI2 o valor do peso volúmico seco máximo é de 19,62 (kN/m^3) e o teor de humidade ótima de 10,0%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de 18,96 (kN/m^3), teor em água de 4,9%, correspondendo a um grau de compactação de aterro de 96,6%.

De referir que este grau de compactação se refere à densidade do solo à superfície. Os valores obtidos não refletem a densidade/compacidade do solo em profundidade, como será observado nos resultados do ensaio DPSH em profundidade.

2.4 Inspeção visual em poços de prospeção

A inspeção visual dos solos foi efetuada através da abertura de dois poços de prospeção até aproximadamente 1,50 metros de profundidade (Poço 1 e 2), com uma máquina escavadora, permitindo deste modo o acesso a um técnico para realizar uma inspeção visual das paredes e fundo do poço e recolher amostras deformadas representativas do solo. O solo colhido posteriormente é usado para se proceder à sua identificação e classificação em laboratório. Os poços são meios de prospeção que têm como vantagem poder-se efetuar a inspeção visual do terreno atravessado; facilidade em colher amostras deformadas em quantidade considerável, qualquer que seja o tipo de solo.

Os poços de inspeção foram identificados como PI1 e PI2, ver no Desenho 1 do Anexo I. Na Figura 5 estão ilustrados os dois poços de inspeção realizados e o aspeto do solo intersectado.

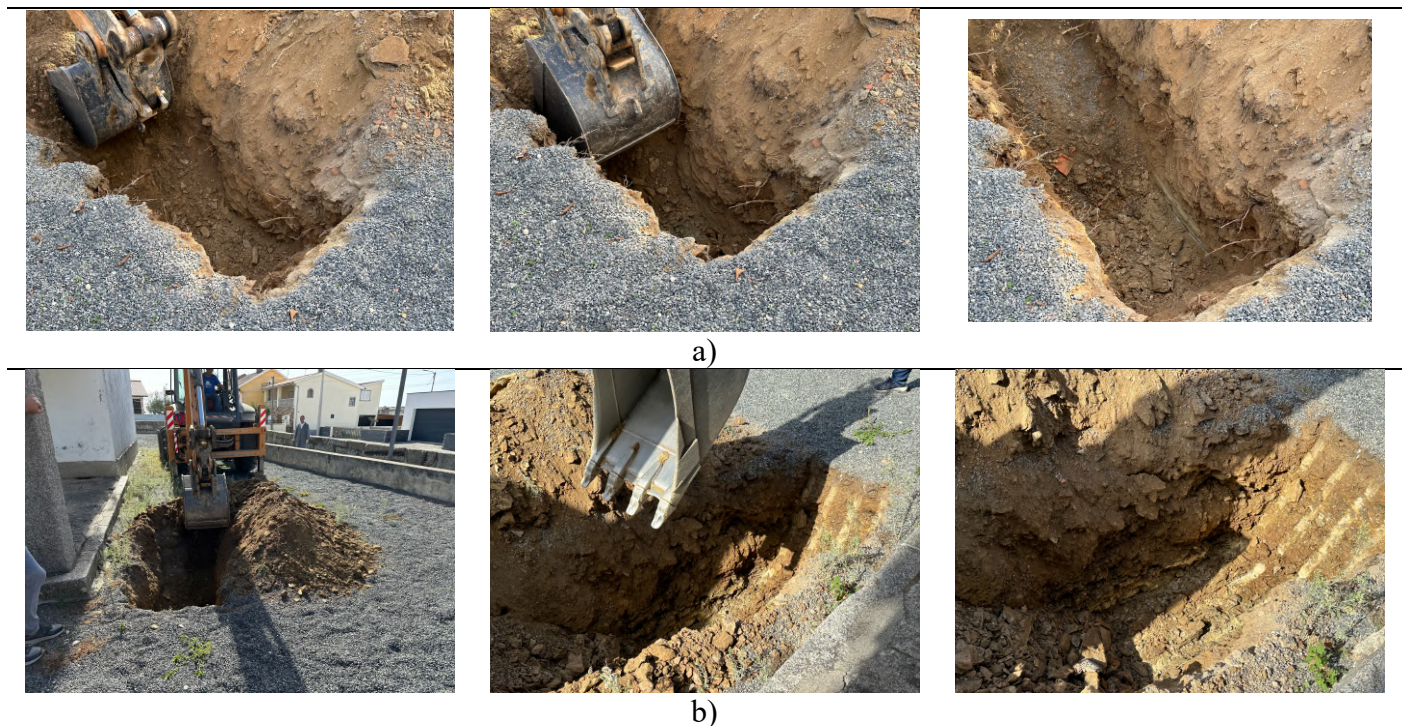


Figura 5 – Poços de prospeção: a) PI1; b) PI2

O resultado do ensaio de identificação e caracterização dos solos intersectados nos poços de prospeção, PI, encontra-se no Anexo II.

3 Análise preliminar dos resultados de caracterização geotécnica

3.1 Identificação, classificação e compactidade

Os resultados dos ensaios de identificação e caracterização do solo de fundação colhidos nos poços de prospeção encontram-se no Anexo II. Para facilitar a leitura, no Quadro 2, estão apresentados, resumidamente, os principais parâmetros dos ensaios realizados: composição granulométrica do solo; classificação unificada; teor em água e peso volúmico seco; e grau de compactação.

Da análise dos resultados obtidos é possível verificar que o material existente na camada superficial do aterro na zona PI1, é um solo grosso, cascalho bem graduado com silte, sendo a percentagem de cascalho cerca de 74% e o diâmetro médio das partículas (D_{50}) é cerca de 10,2 mm, na zona do PI2, é um solo grosso, cascalho bem graduado com silte, sendo a percentagem de cascalho cerca de 68,2% e o diâmetro médio das partículas (D_{50}) é cerca de 10 mm,

Quadro 2 – Principais parâmetros de identificação e caracterização do solo da plataforma 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)		
S1 - PI1	74,0	12,6	13,5	n.d.	80,0	10,8	10,2	3,0	s.d.	GM	Cascalho siltoso com areia
S2 - PI2	68,2	17,2	14,6	n.d.	80,0	11,0	10,0	1,5	s.d.	GM	Cascalho siltoso com areia

Continuação do Quadro 2

Poço de inspeção	Cota (m)	Resultados do ensaio Proctor		Resultados do ensaio com célula radioativa		Grau de compactação "in situ" (%)
		$\gamma_{dmáx}$ (kN/m ³)	w_{opt} (%)	$\gamma_{d \text{ in situ}}$ (kN/m ³)	$w_{\text{in situ}}$ (%)	
PI1	658.00	19,52	10,0	17,32	5,9	88,7%
PI2	658.00	19,62	10,0	18,96	4,9	96,6%

Legenda do Quadro 2

- D_i - Diâmetro correspondente a $i\%$ de passados
- w_{natural} (%) - Teor em água natural
- $\gamma_{dmáx}$ (kN/m³) - peso específico seco máximo
- w_{opt} - teor em água ótimo
- $\gamma_{d \text{ in situ}}$ - peso específico seco in situ
- $w_{\text{in situ}}$ - teor em água in situ
- n. d. - nada a dizer
- s. d. - sem dados

O diâmetro médio das partículas (D_{50}) nos dois solos é de 10mm, ver Quadro 2.

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 para os três tipos de solo. As tabelas de classificação encontram-se no Anexo II.

Solo S1 e Solo S2 - PI1 e PI2:

- Classificação unificada (ASTM D2487-85): [GM] Solo grosso, cascalho siltoso com areia segundo a classificação unificada ASTM. São solos semi-permeáveis a impermeáveis, boa a razoável resistência ao corte e muito baixa a desprezável compressibilidade quando compactados e saturados. Boa trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento.
- Classificação segundo a AASHTO M145-42: [A-1-a(0)] Solos de materiais granulares, predominantemente constituído por calhau ou seixo, com ou sem um material aglutinante bem graduado.
- Classificação LCPC/ SETRA: [C₂(B₅)] Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como materiais angulosos cuja proporção da fração 0/50 mm é menor que 60 a 80%. A fração 0/50mm é um solo da classe B, cuja percentagem que passa no peneiro número 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 3 encontra-se um resumo dos resultados obtidos.

Quadro 3 – Resumo dos resultados obtidos dos ensaios de DPSH nos pontos P1 e P2, N20.

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	N ₂₀ (Médio) (por metro) [m] - sem considerar a nega no fim do ensaio	
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	658,00	1,0	26,5	-
P2/DPSH2	658,00	1,0	14,0	-

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 (rd) 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 (N₂₀) 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 3 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 1,0 metro para o DPSH1 e para o DPSH2. O valor do N₂₀ médio, sem considerar a nega (último valor de cada ensaio) é

igual a 26,5 para o DPSH1 e 14,0 para o DPSH2. O valor obtido permite referir uma compactidade média a densa do solo intersetado pelo ensaio. Ao longo da realização dos dois ensaios DPSH, foi possível verificar que a ponteira e as varas, quando extraídas do solo, não apresentavam humidade podendo assim confirmar a não presença de água no solo de fundação.

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)):

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

No Quadro 4 encontra-se um resumo dos resultados obtidos para o r_d (resistência de ponta em MPa). Da análise do Quadro 4, pode-se observar que o solo apresenta uma resistência de ponta, antes de ser atingida a nega no ensaio, com valores variando entre 16,4 MPa e 31,0 MPa. Com os valores obtidos dos r_d é possível a utilização deste material para a fundação de qualquer tipo de estrutura desde que bem dimensionada. O solo atravessado pelo ensaio tem pouca possança e facilmente se consegue atingir o estrato rígido – mais resistente – a pouca profundidade, como facilmente se pode confirmar pela análise dos resultados obtidos.

Quadro 4 – Resultados dos ensaios DPSH nos pontos P1 e P2, resistência de ponta r_d (MPa).

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	r_d (MPa) (Médio) (por metro)	
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	658,00	1,0	31,0	-
P2/DPSH2	658,00	1,0	16,4	-

- Correlação N_{SPT} - N_{DPSH}

Segundo Afonso (2016) e Destefano (2021), para um solo classificado com SM ou GM 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 penetrómetro 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 5 estão representados os resultados obtidos pela relação entre o número de pancadas do ensaio Penetrómetro Dinâmico Superpesado (DPSH) e o número de pancadas do ensaio Standard Penetration Test (SPT).

Quadro 5 – Relação entre o N_{SPT} e o N_{DPSH} .

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	N_{SPT} (Médio) (por metro)= $0,96.N_{DPSH}$	
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	1,0	25,4	-
P2/DPSH2	1,0	13,4	-

- 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:

$$q_a = \frac{N_{SPT}}{5} \times 98,1 \text{ (kPa)} \quad [3]$$

em que:

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

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

No Quadro 6 estão representados os valores obtidos para a tensão máxima admissível estimada.

Quadro 6 – Tensão máxima admissível estimada em sapatas de fundação.

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	q_a (kPa), tensão admissível em sapatas de fundação	
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	1,0	499,1	-
P2/DPSH2	1,0	263,7	-

Da análise do Quadro 6, pode-se observar que o solo de fundação apresenta uma tensão admissível, antes de ser atingida a nega no ensaio, entre 263,7 kPa e 499,1 kPa. Estes valores permitem aferir boa capacidade de carga do solo de fundação. Os valores da tensão admissível estão entre a superfície do terreno e até cerca de 1 metro de profundidade. O solo apresenta uma compactação crescente em profundidade. No entanto, como referido atrás, os valores da capacidade de carga na nega são elevados e verificam-se a relativa baixa profundidade da superfície do terreno, ver quadro 6.

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

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

$$\phi'(^{\circ})=27.1+0,3.(N_1)_{60}-0.00054(N_1)_{60}^2 \quad [4]$$

em que:

$\phi'(^{\circ})$ – ângulo de atrito efetivo interno do solo em graus

$(N_1)_{60}$ – número de pancadas do ensaio SPT corrigido devido à tensão efetiva vertical ao nível do ensaio

Pelo 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 5.

No Quadro 7 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 31,0° e 34,4° (sem considerar a nega). Tratando-se de cascalhos com siltes e areia, os valores estimados para o ângulo de atrito são típicos deste tipo de solos.

Quadro 7 – Ângulo de atrito interno efetivo do solo – estimado.

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	ϕ' (°), ângulo de atrito efetivo interno do solo	
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	1,0	34,4	-
P2/DPSH2	1,0	31,0	-

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 um solo/aterro para a fundação da futura construção do “do Quartel da GNR de Argozelo” em Argozelo - Vimioso.

O solo é constituído por cascalho siltoso com areia (PI1 e PI2), com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) de GM. Os Solos não apresentam plasticidade. O diâmetro médio das partículas (D_{50}) é de 10,0 mm. No seu estado natural/*in situ* os solos apresentam uma densidade média a alta. O grau de compactação do terreno à superfície é superior a elevado (89% a 97%). É atingido o estrato rígido resistente a cerca de 1 metro de profundidade.

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 do futuro “Quartel da GNR de Argozelo” em Argozelo. A tensão admissível varia. Os valores das tensões admissíveis obtidos são de cerca 5000 kPa e 260 kPa. O valor do ângulo de atrito varia entre os valores de 31,0° e 34,4° (sem considerar a nega). Tratando-se de cascalhos e areias siltsas e areias com finos, os valores estimados para o ângulo de atrito são típicos de solos mediantemente densos a densos.

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

Victor do Carmo Destefano (2021). “Correlações entre o Ensaio Standard Penetration Test (SPT) e o Penetrómetro Dinâmico Super Pesado (DPSH)”. Relatório Final de Dissertação Apresentado à Escola Superior de Tecnologia e Gestão Instituto Politécnico de Bragança ESTiG-IPB. Bragança, Portugal, 2021.


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.

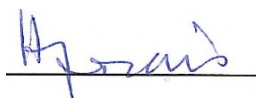
Especificação do LNEC E197-1966 – SOLOS: Ensaio de compactação.

IPB-ESTG, Bragança, 19 de outubro de 2022.



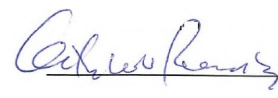
António Miguel V. Paula
PhD, MSc, Engenheiro Civil
ESTiG – Inst. Politécnico de Bragança
Responsável do Lab. de Geotecnia
Ordem dos Engenheiros – 44380

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: hmorais@ipb.pt



Octávio Manuel do N. Pereira
ESTiG – Inst. Politécnico de Bragança
Técnica do Lab. de Engenharia Civil

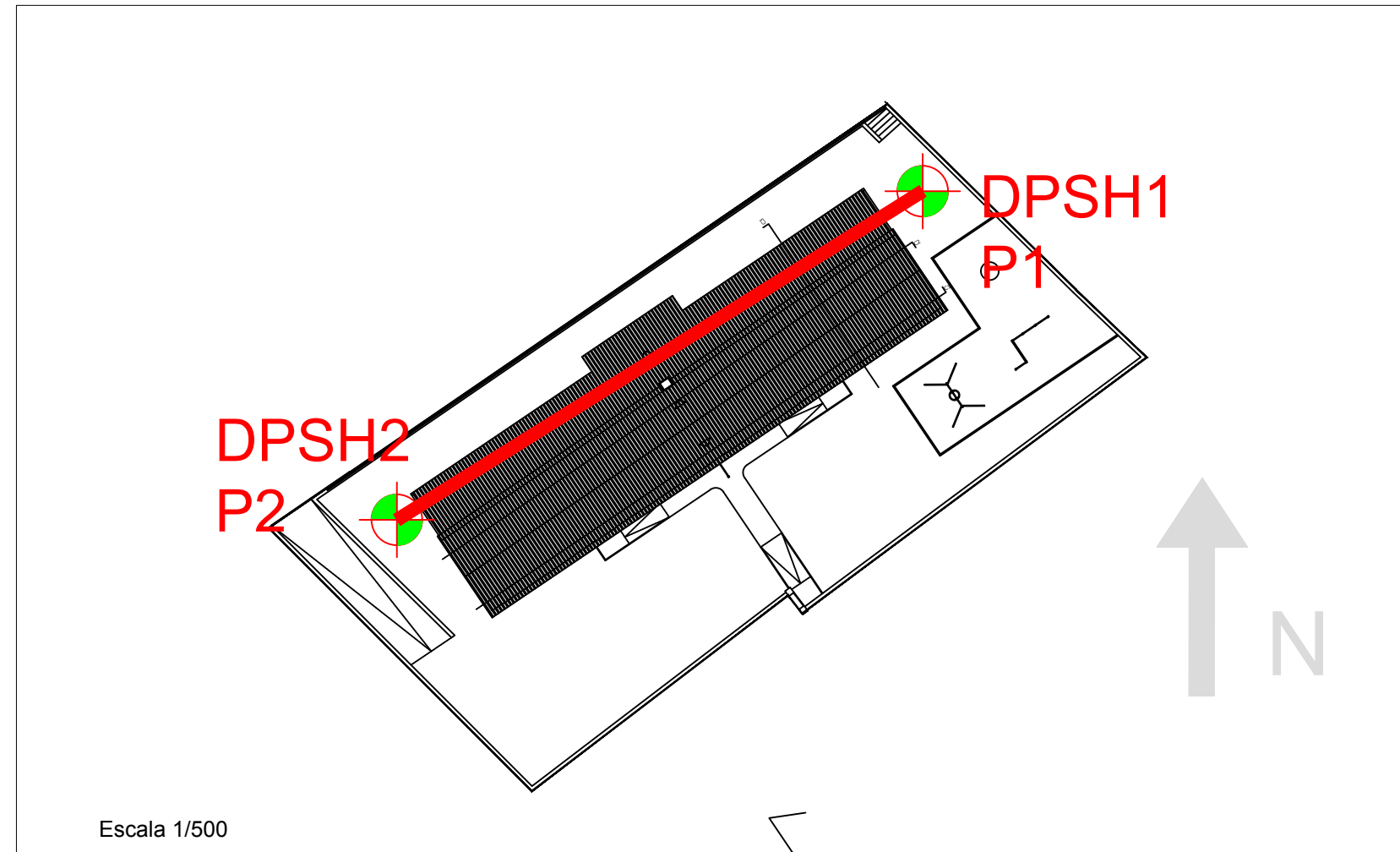
Campus de S. Apolónia
5300-253 Bragança – Portugal
Phone: +351 273 303 174
e-mail: opereira@ipb.pt

ANEXOS

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



Escala 1/500

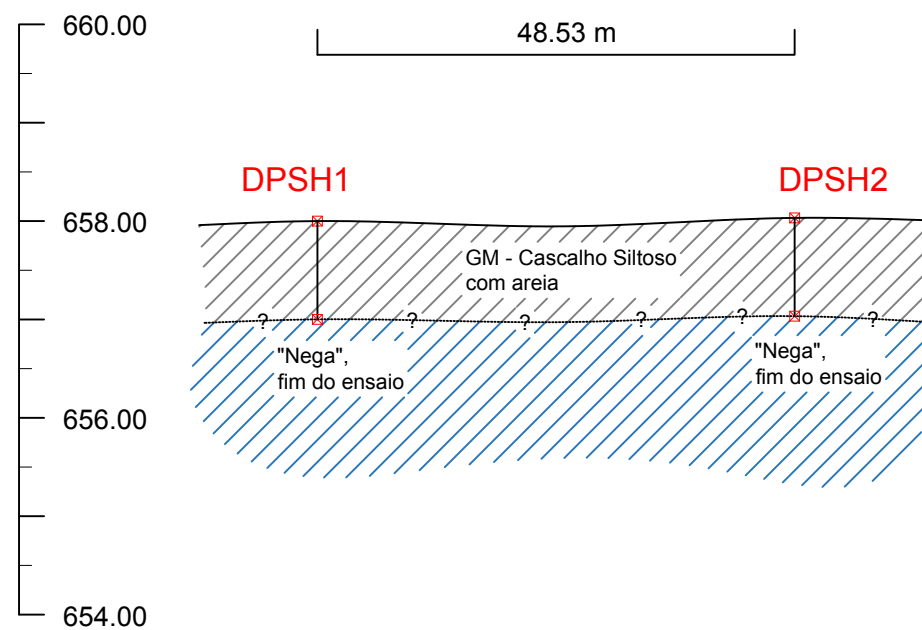


Escala 1/500

LEGENDA:

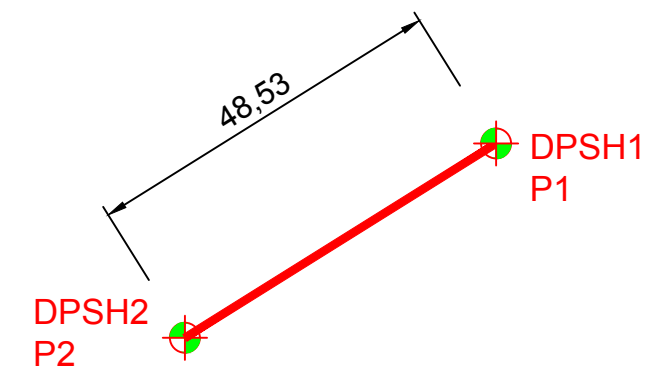
- ⊕ DPSHi - Pontos de realização do Ensaio DPSH Dynamic Penetration Super-Heavy
- ⊕ Pli - Pontos de prospeção/Inspeção

Escala 1/500




Perfil interpretativo do resultado do ensaio DPSH1 a DPSH2

Escala no desenho




Pontos de ensaio - longitudinal - DPSH1 a DPSH1
Poços de prospeção - longitudinal - P11 a P12

Escala 1/1000

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Laboratório de Geotecnia Telefone: (+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
		Cliente: Câmara Municipal de Vimioso	
esc: 1/---	data: 10-10-2022	Localização e perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1	
projectou:	n.º: 1	Obra/Local: Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo Escola Primária de Argozelo – Vimioso	

**ANEXO II (Resultados dos ensaios de Compactação Proctor, Célula
Radioativa e Identificação em Laboratório)**

	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA		
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970		
	Amostra:	S1	
	Data da Colheita:	07/10/2022	
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo
		Local:	Argozelo

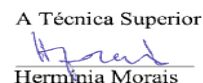
Massa total da amostra: (g)	mt=	4408,00
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	3260,90
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1147,10


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')	735,00	16,67	16,67	83,33
50.8 - (2')	160,30	3,64	20,31	79,69
38,10 - (1 ¹ / ₂ ')	150,60	3,42	23,73	76,27
25,4 - (1')	401,80	9,12	32,84	67,16
19 - (3/4')	260,40	5,91	38,75	61,25
9,51 - (3/8')	635,00	14,41	53,16	46,84
4.76 - (n4)	543,00	12,32	65,47	34,53
2 - (n10)	374,80	8,50	73,98	26,02
< 2,00 - (n10)	1147,10	26,02		
TOTAL	4408,00	100,00		
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	118,10	$N''10=(m'10/mt) \times 100=$		26,02
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	23,00	5,07	79,04	20,96
40	14,50	3,20	82,24	17,76
60	7,60	1,67	83,91	16,09
140	8,90	1,96	85,88	14,12
200	3,00	0,66	86,54	13,46
< 200	61,10			
TOTAL	118,10			

Bragança, 14 de outubro de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Hermínia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA	
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970	
Cliente:	Amostra:	S2
	Data da Colheita:	07/10/2022
	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo
	Local:	Argozelo
Câmara Municipal de Vimioso		

Massa total da amostra: (g)	mt=	4788,50
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	3267,80
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1520,70

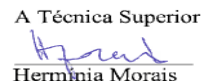
Fracção retida no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida $N_x=(mx/mt) \times 100$	% Acumulada retida (N'x)	% Acumulada que passa ($N''x=100-N'x$)
76.1 - (3')	0,00	0,00	0,00	100,00
50.8 - (2')	824,90	17,23	17,23	82,77
38,10 - (1 1/2')	195,10	4,07	21,30	78,70
25,4 - (1')	518,70	10,83	32,13	67,87
19 - (3/4')	342,80	7,16	39,29	60,71
9,51 - (3/8')	563,70	11,77	51,06	48,94
4.76 - (n4)	497,50	10,39	61,45	38,55
2 - (n10)	325,10	6,79	68,24	31,76
< 2,00 - (n10)	1520,70	31,76		
TOTAL	4788,50	100,00		

Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	107,30	$N''10=(m'10/mt) \times 100=$		31,76
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	20,60	6,10	74,34	25,66
40	13,00	3,85	78,19	21,81
60	8,10	2,40	80,58	19,42
140	12,60	3,73	84,31	15,69
200	3,80	1,12	85,44	14,56
< 200	49,20			
TOTAL	107,30			

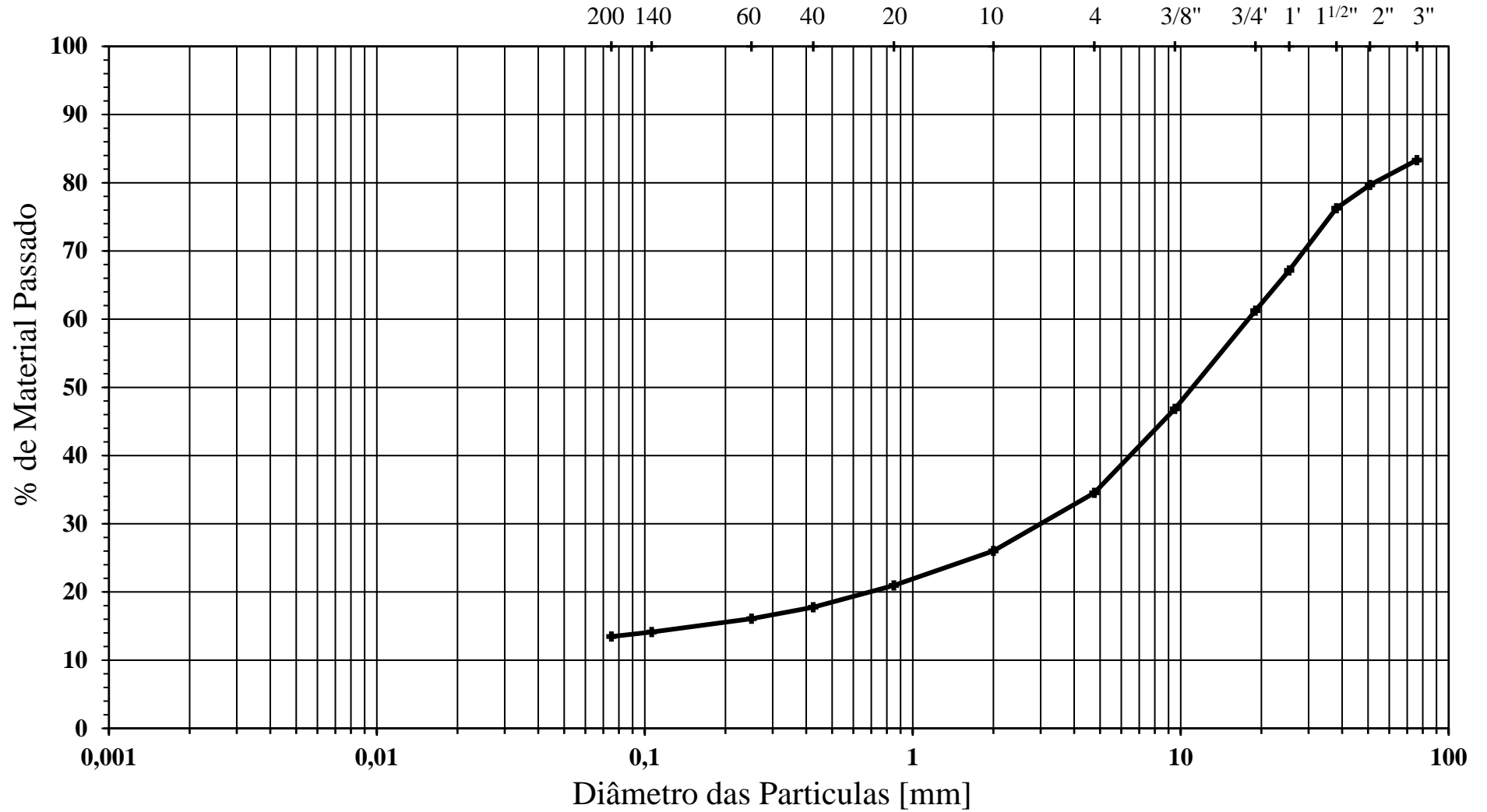
Bragança, 14 de outubro de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

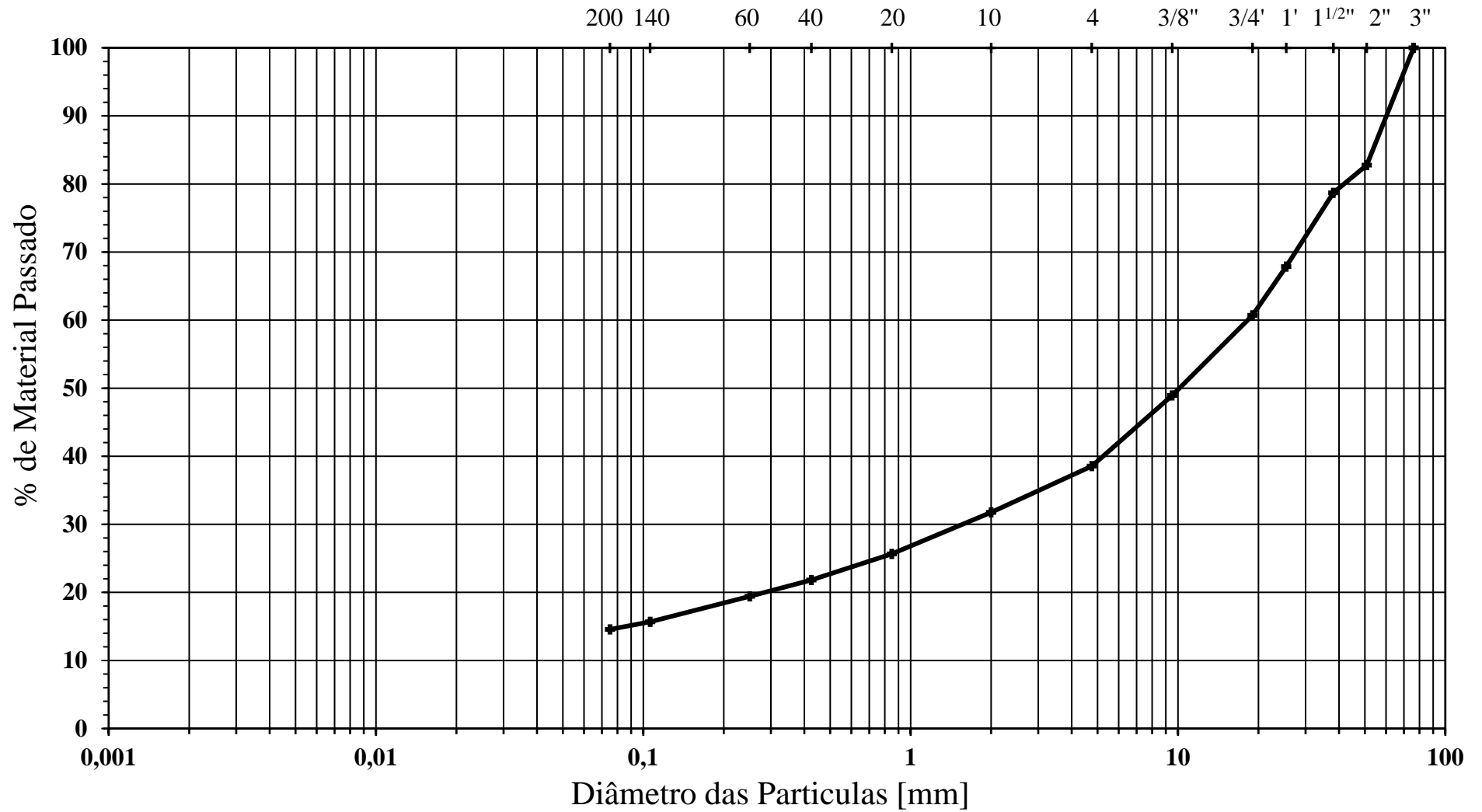
A Técnica Superior

 Hermínia Morais

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S1




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

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S2



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

		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	S1	Local:	Argozelo
Data Recolha:	07/10/2022				
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	83,33	34,53	26,02	17,76	13,46
Retida Acumulada (%)	16,67	65,47	73,98	82,24	86,54

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

D ₆₀ (mm)	10,8
D ₃₀ (mm)	3,0
D ₁₀ (mm)	s.d.
D _{máx} (mm)	80,0

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	74,0
Areia (%)	12,6
Silte e Argila (%)	13,5
Índice de Grupo	0


Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	GM
Classificação (AASHTO M145-42):	A-1-a(0)
Classificação LCPC/ SETRA:	C₂(B₅)

Observações:

GM- Solo grosso, cascalho siltoso com areia segundo a classificação unificada ASTM. São solos semi-permeáveis a impermeáveis, boa a razoável resistência ao corte e muito baixa a desprezável compressibilidade quando compactados e saturados. Boa trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento.

A-1-a(0) - Solos de materiais granulares, predominantemente constituído por calhau ou seixo, com ou sem um material aglutinante bem graduado.

C₂(B₅) - Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como materiais angulosos cuja proporção da fração 0/50 mm é menor ou igual a 60%. A fração 0/50mm é um solo da classe B, cuja percentagem que passa no peneiro nº 200 está compreendida entre 5% e 35%.

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	S2	Local:	Argozelo
Data Recolha:	07/10/2022				
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	38,55	31,76	21,81	14,56
Retida Acumulada (%)	0,00	61,45	68,24	78,19	85,44

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

D ₆₀ (mm)	11,0
D ₃₀ (mm)	1,5
D ₁₀ (mm)	s.d
D _{máx} (mm)	80,0

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	68,2
Areia (%)	17,2
Silte e Argila (%)	14,6
Índice de Grupo	0

Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	GM
Classificação (AASHTO M145-42):	A-1-a(0)
Classificação LCPC/ SETRA:	C₂(B₅)

Observações:

GM- Solo grosso, cascalho siltoso com areia segundo a classificação unificada ASTM. São solos semi-permeáveis a impermeáveis, boa a razoável resistência ao corte e muito baixa a desprezável compressibilidade quando compactados e saturados. Boa trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento.

A-1-a(0)- Solos de materiais granulares, predominantemente constituído por calhau ou seixo, com ou sem um material aglutinante bem graduado.

C₂(B₅) - Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como materiais angulosos cuja proporção da fração 0/50 mm é menor ou igual a 60%. A fração 0/50mm é um solo da classe B, cuja percentagem que passa no peneiro nº 200 está compreendida entre 5% e 35%.

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE				
		COMPACTAÇÃO				
		Norma Referência: LNEC E 197:1966				
		Amostra:	S1			
Data da Colheita:	07/10/2022					
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo			
		Local:	Argozelo			

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: 5,9%

Número do ensaio		1	2	3	4	5
P1	Peso do molde vazio (gr)	4822	4822	4822	4822	4822
P2	Peso do molde mais solo húmido (gr)	9016	9189	9353	9409	9325
ps = P2-P1	Peso do solo húmido (gr)	4194	4367	4531	4587	4503
V	Volume do molde (cm ³)	2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida (0,001gr/cm ³)	2,008	2,090	2,169	2,196	2,156

TEORES EM ÁGUA

Número do recipiente		7	2	10	11	1
pt	Peso do recipiente (0,1gr)	169,0	160,2	163,7	159,8	161,5
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,1gr)	640,3	600,6	658,8	587,8	522,3
ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,1gr)	613,0	569,2	616,5	545,0	481,2
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água (0,1gr)	27,3	31,4	42,3	42,8	41,1
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1gr)	444,0	409,0	452,8	385,2	319,7
W = (pa/ps)*100	Teor em água (0,1%)	6,1	7,7	9,3	11,1	12,9

RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE

w	Teor em água (0,1%)	6,1	7,7	9,3	11,1	12,9
$\gamma^s = \frac{(100 * \gamma_w)}{(100 + W)}$	Baridade seca (0,001gr/cm ³)	1,891	1,941	1,984	1,976	1,910

Baridade seca máxima ($\gamma_{s_{máx}}$): 1,990

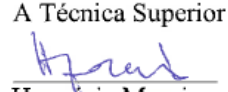
(0,01gr/cm³)


Teor de humidade óptimo (W_{op}): 10,0 (0,1%)

Bragança, 14 de outubro de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE				
		COMPACTAÇÃO				
		Norma Referência: LNEC E 197:1966				
		Amostra:	S2			
Data da Colheita:	07/10/2022					
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo			
		Local:	Argozelo			

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: 4,9%

Número do ensaio		1	2	3	4	5
P1	Peso do molde vazio (gr)	4822	4822	4822	4822	4822
P2	Peso do molde mais solo húmido (gr)	9060	9225	9382	9440	9355
ps = P2-P1	Peso do solo húmido (gr)	4238	4403	4560	4618	4533
V	Volume do molde (cm ³)	2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida (0,001gr/cm ³)	2,029	2,108	2,183	2,211	2,170

TEORES EM ÁGUA

Número do recipiente		7	2	10	4	11
pt	Peso do recipiente (0,1gr)	169,0	160,2	163,7	163,7	159,8
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,1gr)	627,4	578,4	526,0	654,5	517,0
ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,1gr)	600,2	548,0	495,0	606,0	477,0
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água (0,1gr)	27,2	30,4	31,0	48,5	40,0
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1gr)	431,2	387,8	331,3	442,3	317,2
W = (pa/ps)*100	Teor em água (0,1%)	6,3	7,8	9,4	11,0	12,6

RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE

w	Teor em água (0,1%)	6,3	7,8	9,4	11,0	12,6
$\gamma^s = \frac{(100 * \gamma_w)}{(100 + W)}$	Baridade seca (0,001gr/cm ³)	1,908	1,954	1,996	1,992	1,927

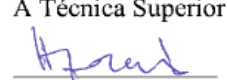
Baridade seca máxima ($\gamma_{S_{m\acute{a}x}}$): 2,000 (0,01gr/cm³)


Teor de humidade óptimo (W_{op}): 10,0 (0,1%)

Bragança, 14 de outubro de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

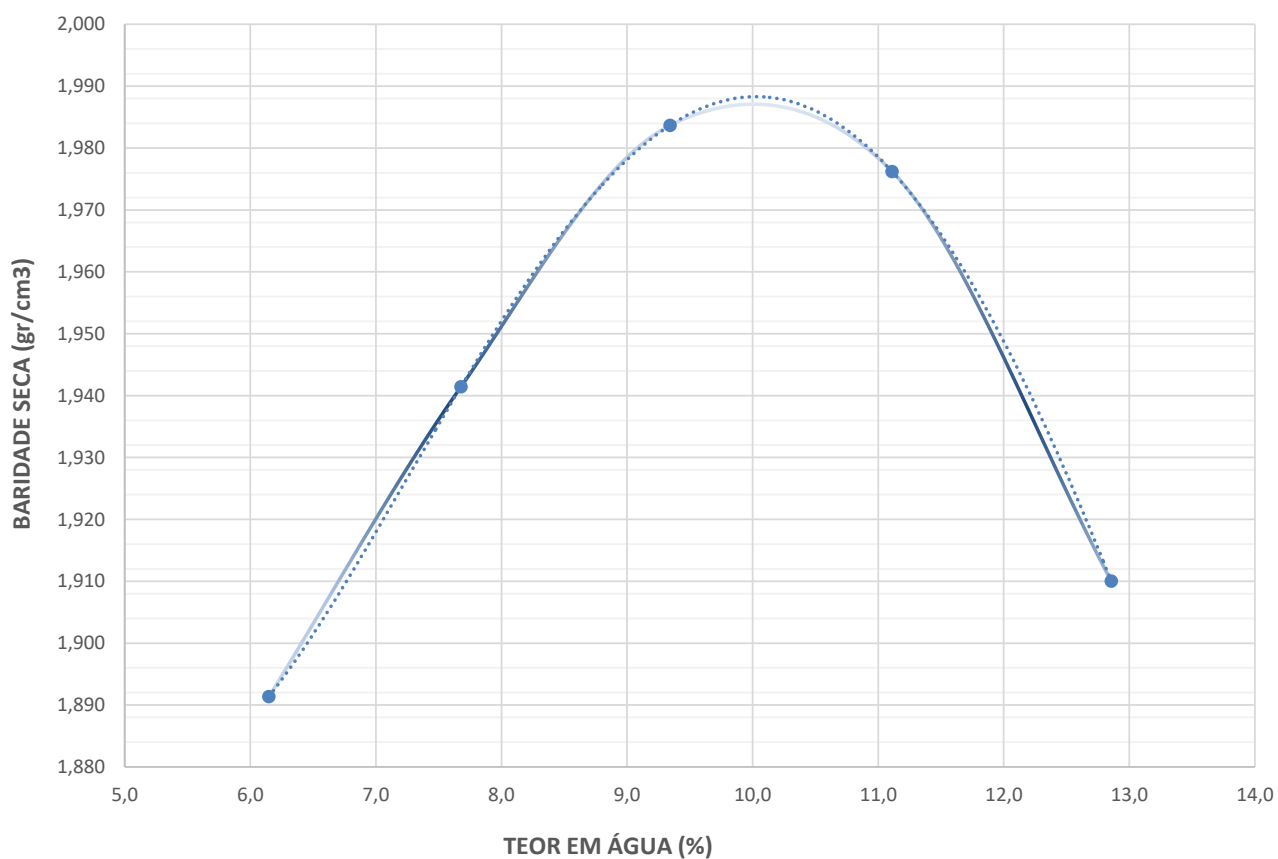
		RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE	
		COMPACTAÇÃO	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		Amostra:	S1
		Data da Colheita:	07/10/2022
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo
		Local:	Argozelo

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

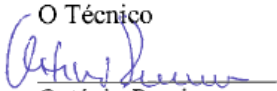
Wop= 10,0%

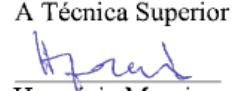
$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ = 1,990 g/cm³


CURVA PROCTOR



Bragança, 14 de outubro de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

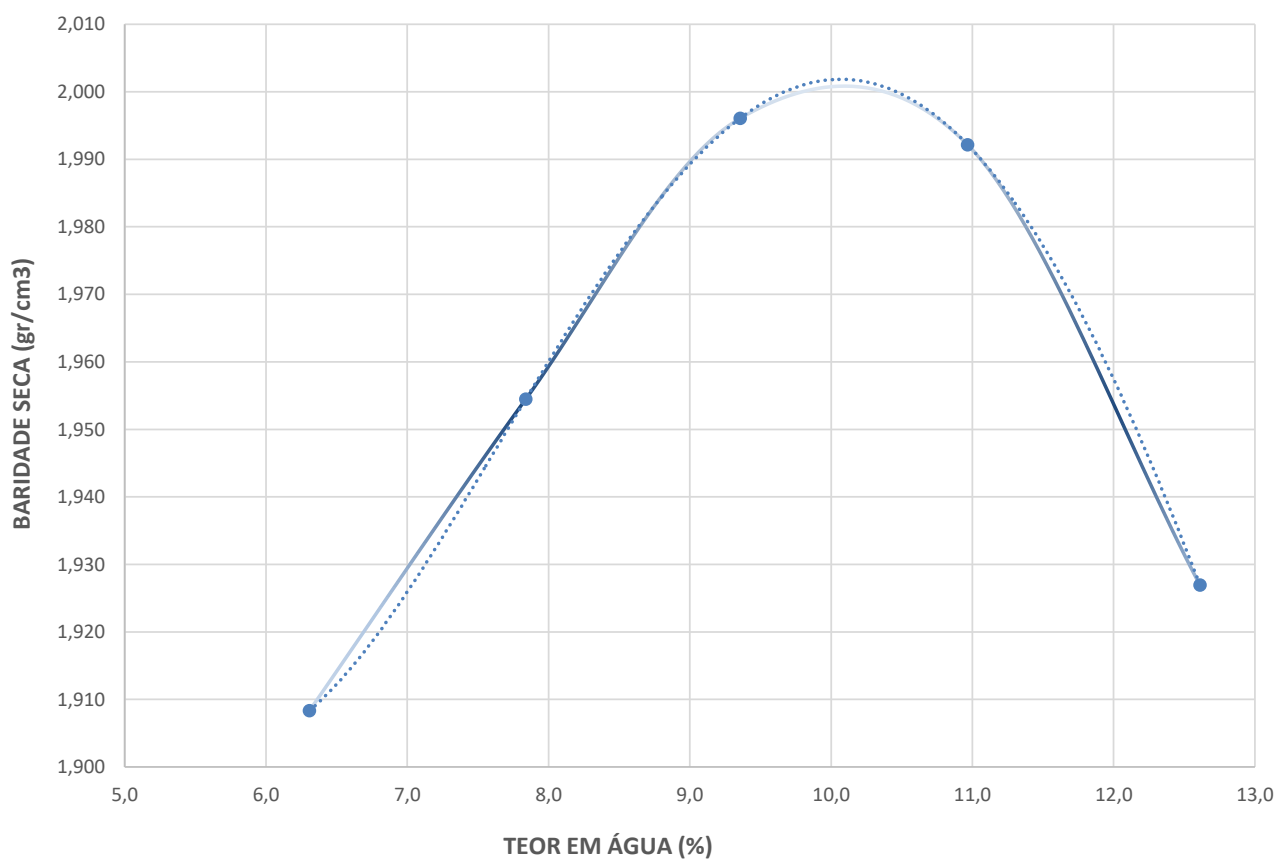
		RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE	
		COMPACTAÇÃO	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		Amostra:	S2
		Data da Colheita:	07/10/2022
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo
		Local:	Argozelo

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

Wop= 10,0%

$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ = 2,000 g/cm³

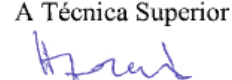
CURVA PROCTOR



Bragança, 14 de outubro de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

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



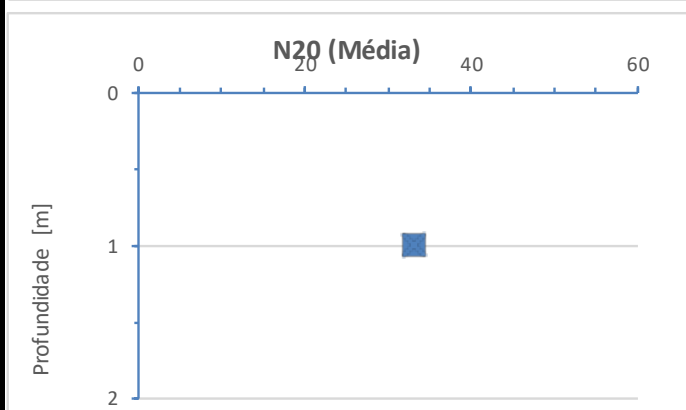
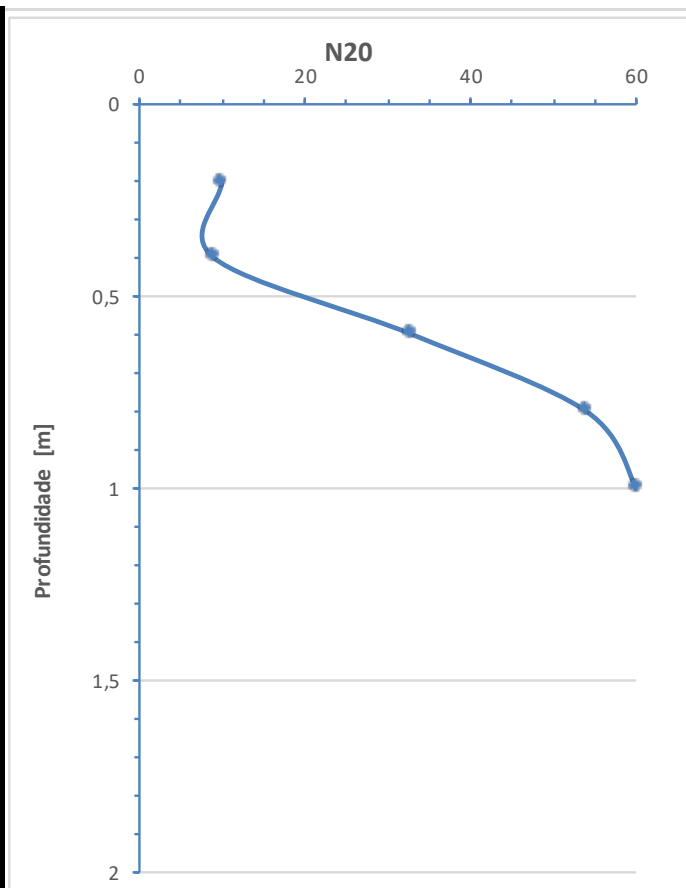
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	1	Sondagem nº:	P1	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):			
Data:	07/10/22	Nível de água:	Não Detectado	

Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo	
		Local:	Argozelo	

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	10	4,2		8,2	
0,4	9	4,4		8,4	
0,6	33	4,6		8,6	
0,8	54	4,8		8,8	
1	60	5		9	
N₂₀ (Méd)	33,2	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2		5,2		9,2	
1,4		5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	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!



*=4 cm



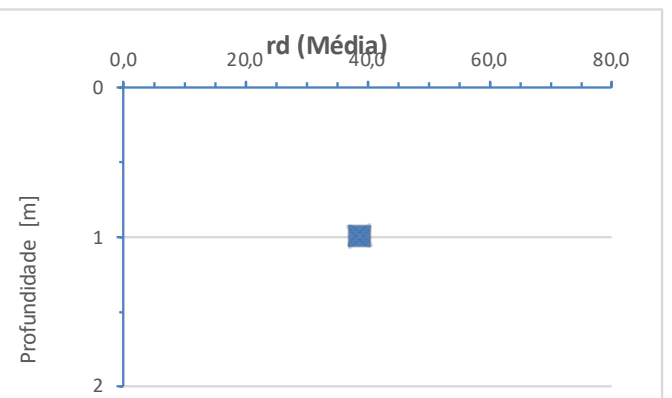
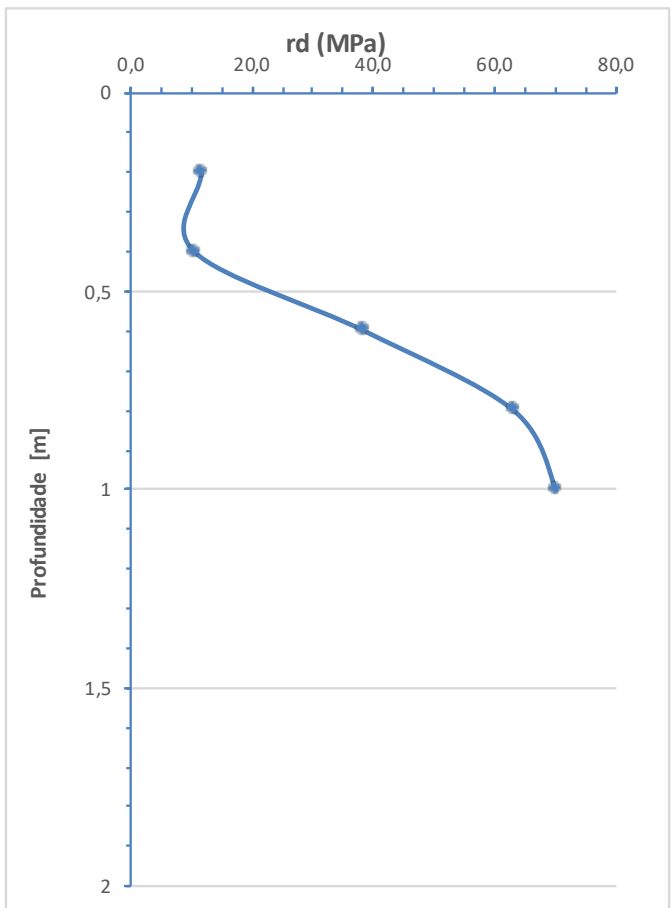
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	1	Sondagem nº:	P1
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	07/10/22	Nível de água:	Não Detectado

Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo
		Local:	Argozelo

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	11,68	4,2		8,2	
0,4	10,51	4,4		8,4	
0,6	38,54	4,6		8,6	
0,8	63,07	4,8		8,8	
1	70,08	5		9	
rd (Méd)	38,78	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2		5,2		9,2	
1,4		5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
rd (Méd)	#DIV/0!	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!



*=4 cm



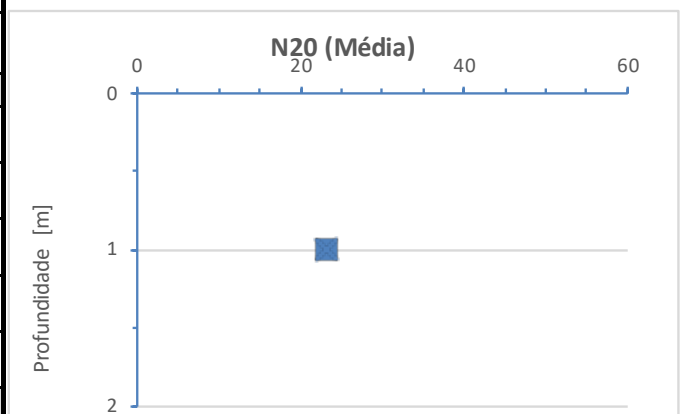
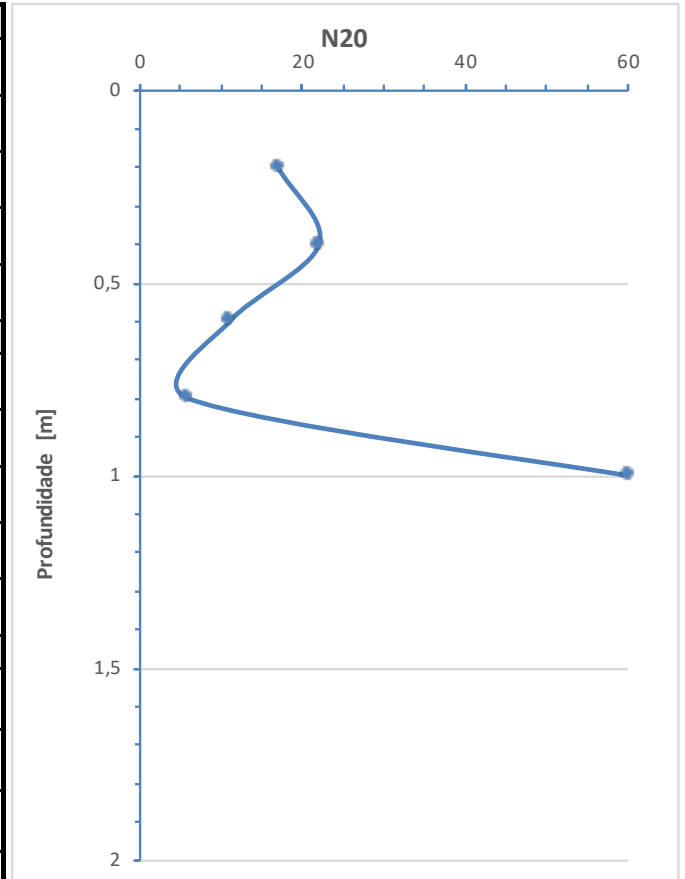
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	2	Sondagem nº:	P2
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	07/10/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo
		Local:	Argozelo

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	17	4,2		8,2	
0,4	22	4,4		8,4	
0,6	11	4,6		8,6	
0,8	6	4,8		8,8	
1	60	5		9	
N ₂₀ (Méd)	23,2	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N ₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2		5,2		9,2	
1,4		5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
N ₂₀ (Méd)	#DIV/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!



*=15cm



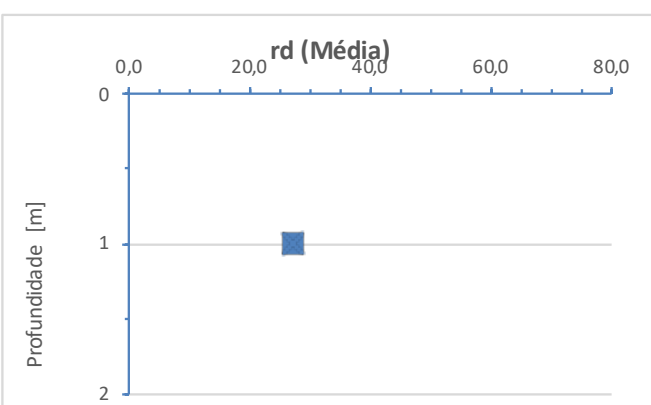
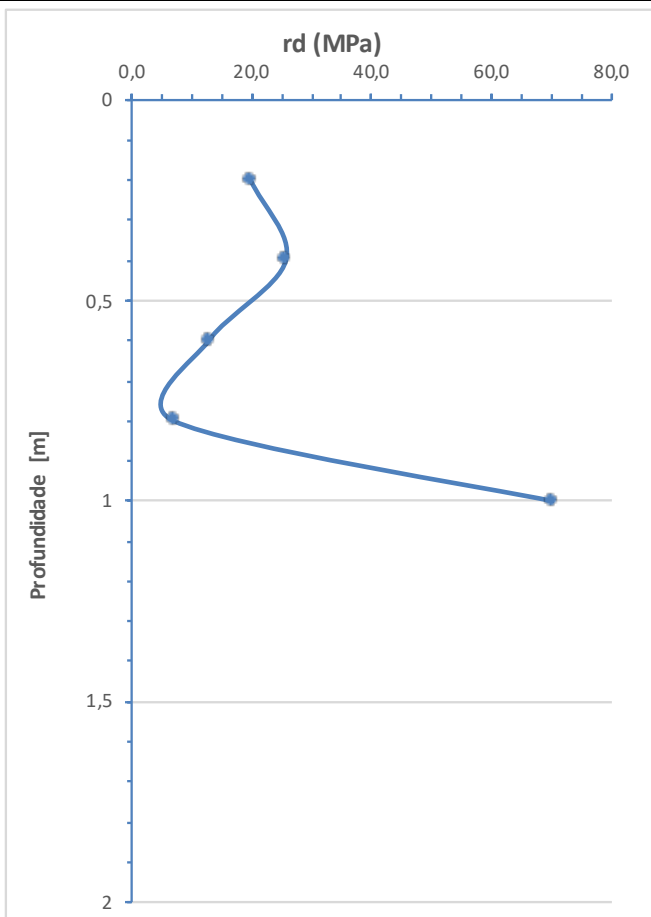
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	2	Sondagem nº:	P2
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	07/10/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Projeto de Execução do Quartel da GNR de Argozelo - Argozelo
		Local:	Argozelo

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	19,86	4,2		8,2	
0,4	25,70	4,4		8,4	
0,6	12,85	4,6		8,6	
0,8	7,01	4,8		8,8	
1	70,08	5		9	
rd (Méd)	27,10	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2		5,2		9,2	
1,4		5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
rd (Méd)	#DIV/0!	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!



*=15cm