

## **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:** "Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso - Vimioso"

**LOCAL:** Avenida de Alcanices – Vimioso

Bragança, 25 de outubro de 2022

**Autores do relatório:**

**Responsável:** Prof. António Miguel Verdelho Paula\*

**Técnica Superior de Laboratório:** 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.....	10
4	Considerações finais .....	14
	Bibliografia .....	16

# RELATÓRIO TÉCNICO

## 1 Introdução

Requerido pela Câmara Municipal de Vimioso, procedeu-se à realização de três ensaios com Penetrómetro Dinâmico Superpesado DPSH (Dynamic Penetration Super-Heavy), ensaios de caracterização da compactação “*in-situ*” e poços de prospeção geotécnica para identificação e caracterização geotécnica no local de implantação do futuro “Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso - Vimioso”, (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 14 de outubro de 2022 e consistiu, na realização de cinco ensaios DPSH - Penetrómetro Dinâmico Super Pesado, três pontos de caracterização da compactação com o gamadensímetro nuclear à superfície do terreno, recolha de amostras de solo em três 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 5 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 II.

## 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.

	<b>Solo PI1</b>	<b>Solo PI2</b>	<b>Solo PI3</b>
Baridade seco máximo do solo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2,020	2,060	1,960
Peso volúmico seco máxima do solo ( $\text{kN}/\text{m}^3$ )	19,82	20,21	19,23
Teor em água ótimo (%)	11,5	10,5	11,0

### 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 (no aterro/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 19,82 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ ) e o teor de humidade ótima de 11,5%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de 16,41 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ ), teor em água de 4,8%, correspondendo a um grau de compactação do solo à superfície de 83,0%.

Para o solo á superfície no PI2 o valor do peso volúmico seco máximo é de 20,21 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ ) e o teor de humidade ótima de 10,5%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de 15,15 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ ), teor em água de 8,2%, correspondendo a um grau de compactação de aterro de 75,0%.

Para o solo á superfície no PI3 o valor do peso volúmico seco máximo é de 19,23 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ ) e o teor de humidade ótima de 11,0%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de 18,40 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ ), teor em água de 13,9%, correspondendo a um grau de compactação de aterro de 95,7%.

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 três poços de prospeção até aproximadamente 1,50 metros de profundidade no Poço 1, 2 e 3, 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. Na Figura 5 estão ilustrados os três poços de inspeção realizados e o aspeto do solo intersectado.



Figura 5 – Poços de prospeção: a) PI1; b) PI2 e c) PI3

Os poços de inspeção foram identificados como PI1, PI2 e PI3, ver no Desenho 1 do Anexo I. Como se pode ver do Desenho 1 do Anexo 1, o poço PI1 e PI2 foram realizados no solo natural da zona em estudo enquanto o Poço PI3 está localizado numa zona de um aterro antigo.

O resultado do ensaio de identificação e caracterização dos solos intersetados 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.

**Quadro 2** – Principais parâmetros de identificação e caracterização do solo da plataforma do aterro.

Ponto de ensaio	Composição Granulométrica									Classificação do Solo	
	% Seixo	% Areia	% Silte	% Argila	D <sub>máx</sub> (mm)	D <sub>60</sub> (mm)	D <sub>50</sub> (mm)	D <sub>30</sub> (mm)	D <sub>10</sub> (mm)	ASTM D 2487-85	
<b>S1 - PI1</b>	80,3	16,0	3,7	n.d.	80,0	12,0	11,0	5,0	0,50	GP	Cascalho mal graduado
<b>S2 - PI2</b>	78,0	11,5	10,5	n.d.	80,0	11,5	10,5	4,5	0,07	GP-GM	Cascalho mal graduado siltoso com areia
<b>S3 - PI3</b>	62,9	23,5	13,6	n.d.	80,0	10,0	6,0	1,0	s.d.	GM	Cascalho siltoso com areia

Continuação do Quadro 2

Poço de inspeção	Resultados do ensaio Proctor		Resultados do ensaio com célula radioativa		Grau de compactação "in situ" (%)
	$\gamma_{dmáx}$ (kN/m <sup>3</sup> )	w <sub>opt</sub> (%)	$\gamma_{d \text{ in situ}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	w <sub>in situ</sub> (%)	
<b>PI1</b>	19,82	11,5	16,41	4,8	82,8
<b>PI2</b>	20,21	10,5	15,15	8,2	75,0
<b>PI3</b>	19,23	11,0	18,40	13,9	95,7

Legenda do Quadro 1

D<sub>i</sub> - Diâmetro correspondente a i% de passados

w<sub>natural</sub> (%) - Teor em água natural

$\gamma_{dmáx}$  (kN/m<sup>3</sup>) - peso específico seco máximo

w<sub>opt</sub> - teor em água ótimo

$\gamma_{d \text{ in situ}}$  - peso específico seco in situ

w<sub>in situ</sub> - teor em água in situ

n. d. - nada a dizer

s. d. - sem dados

Da análise dos resultados obtidos é possível verificar que o material existente na camada superficial do solo na zona PI1, é um solo grosso, cascalho mal graduado, sendo a percentagem de cascalho cerca de 80,3% e o diâmetro médio das partículas (D<sub>50</sub>) é cerca de 11 mm, na zona do PI2, é um solo grosso, cascalho mal graduado com silte e areia, sendo a percentagem de cascalho cerca de 78,0% e o diâmetro médio das partículas

( $D_{50}$ ) é cerca de 10,5 mm e na zona do PI3, é um solo grosso, cascalho bem graduado com silte e areia, sendo a percentagem de cascalho cerca de 62,9% e o diâmetro médio das partículas ( $D_{50}$ ) é cerca de 6 mm.

O diâmetro médio das partículas ( $D_{50}$ ) nos três solos está compreendida entre 6,0 e 11,0 mm, ver Quadro 2. Trata-se assim de solos grossos quando bem compactados apresentam boa capacidade de carga.

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.

### **Solos S1 - PI1,**

- Classificação unificada (ASTM D2487-85): [GP] Solo grosso, cascalho mal graduado segundo a classificação unificada ASTM. São solos muito permeáveis, boa resistência ao corte e 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, em sub-base é admissível se  $CBR > 40$  e limitada se CBR está compreendido entre 20 e 40.

- Classificação segundo a AASHTO M145-42: [A-1-a(0)] Materiais granulares, predominantemente constituído por calhau ou seixo com um material aglutinante NP ou fracamente plástico.

- Classificação LCPC/ SETRA: [D<sub>3</sub>] Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como como solos granulares médios a grossos praticamente sem fração fina ( $D_{máx} > 50\text{mm}$ ), materiais sem coesão e permeáveis.

### **Solos S2 – PI2,**

- Classificação unificada (ASTM D2487-85): [GP-GM] Solo grosso, cascalho mal graduado com silte e areia. Permeabilidade quando compactado muito permeável a impermeável, boa resistência ao corte quando compactado e saturado, desprezável compressibilidade quando compactado e saturado, e boa 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-1-a(0)] Materiais granulares, predominantemente constituído por calhau ou seixo com um material aglutinante NP ou fracamente plástico.

- Classificação LCPC/ SETRA: [D<sub>3</sub>] Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como como solos granulares médios a grossos praticamente sem fração fina ( $D_{máx} > 50\text{mm}$ ), materiais sem coesão e permeáveis.

**Solos S3 – PI3,**

- 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, em sub-base é admissível se  $CBR > 40$  e limitada se CBR está compreendido entre 20 e 40.
- Classificação segundo a AASHTO M145-42: **[A-1-b(0)]** Solos de materiais granulares, predominantemente constituído por areia grossa, com ou sem material aglutinante bem graduado.
- Classificação LCPC/ SETRA: [C<sub>2</sub>(B<sub>5</sub>)] 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%.

**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. Como já referido a localização dos 5 pontos de ensaio com o Penetrómetro Dinâmico Super - Pesado (DPSH) encontram-se no Desenho nº1 do Anexo I. De referir, que o ponto de ensaio DPSH1 foi realizado sobre um aterro não controlado existente no local e identificado no Desenho 1. Os Pontos de ensaio DPSH2, 3 e 4 foram realizados sobre solo natural da zona em estudo. O ponto de ensaio DPSH5 foi também realizado em aterro, no mesmo local onde foi realizado o poço de prospeção PI3 (ver Desenho 1 – Anexo I).

**Quadro 3** – Resumo dos resultados obtidos dos ensaios de DPSH nos pontos P1 a P5, N<sub>20</sub>.

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	N <sub>20</sub> (Médio) (por metro) [m] - sem considerar a nega no fim do ensaio					
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	[5,0 - 6,0]
P1/DPSH1	692,10	5,0	11,0	4,0	2,2	4,4	22,3	-
P2/DPSH2	688,50	1,6	29,8	34,5				
P3/DPSH3	687,00	0,4	21,0					
P4/DPSH4	691,00	0,2	-	-	-	-	-	-
P5/DPSH5	688,31	1,4	21,0	49,0	-	-	-	-

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 ( $r_d$ ) 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 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 a profundidade de ensaio foi de 5,0 metros para o DPSH1, 1,6 metros para o DPSH2, 0,4 metros para o DPSH3, 0,2 para o DPSH4 e 1,4 para o DPSH5.

Como já referido, o ponto de ensaio DPSH1 foi realizado num aterro não controlado que se encontra a sul da zona em estudo. Os resultados do ensaio comprovam a má qualidade do aterro em termos de resultados obtidos do  $N_{20}$ . Até ser atingida a base do aterro (fim do ensaio) o valor médio do  $N_{20}$  é de 8,4, em algumas profundidades o  $N_{20}$  foi apenas de 1 pancada (dos 2,6 aos 3,0 metros), o que demonstra a má qualidade do aterro, da sua efetiva compactação e elevada heterogeneidade.

No ponto de ensaio DPSH5 também foi realizado em aterro, encontra-se a nordeste da zona em estudo, no entanto é um aterro mais antigo e em estado consolidado (ver Desenho 1 do Anexo I). O valor médio do  $N_{20}$ , até ser atingida a nega, é de 25,7. Exibe melhor qualidade e compactação, por consequência melhor capacidade de carga como solo de fundação do que o aterro não controlado na zona sul da área em estudo.

Os Pontos de ensaio DPSH2, 3 e 4 foram realizados, como já referido anteriormente, no solo natural da área em estudo (ver Desenho 1 do Anexo I). O valor do  $N_{20}$  médio, sem considerar a nega (último valor de cada ensaio) é igual a 30. A nega foi atingida rapidamente, a baixa profundidade. O valor obtido permite referir uma compactação densa do solo intersetado pelo ensaio.

Ao longo da realização dos cinco 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). O ponto de ensaio DPSH1 apresenta um valor da resistência de ponta bastante baixo, principalmente para a profundidade compreendida entre os 2,0 metros e os 3 metros. Nos restantes pontos de ensaio, a resistência de ponta, antes de ser atingida a nega no ensaio, variando entre 24 MPa e 57,2 MPa. Com os valores obtidos do  $r_d$ , para os pontos de ensaio DPSH2, 3 4 e 5, é possível a utilização destes materiais para a fundação de qualquer tipo de estrutura de fundação 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 (exceção do ponto de ensaio DPSH1).

**Quadro 4** – Resultados dos ensaios DPSH nos pontos P1 a P5, 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) - sem considerar a nega no fim do ensaio					
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	[5,0 - 6,0]
P1/DPSH1	692,10	4,8	12,9	4,7	2,6	5,1	26,0	-
P2/DPSH2	688,50	1,6	34,8	40,3	-	-	-	-
P3/DPSH3	687,00	0,4	24,5	-	-	-	-	-
P4/DPSH4	691,00	0,2	-	-	-	-	-	-
P5/DPSH5	690,60	1,4	24,5	57,2	-	-	-	-

#### - Correlação $N_{SPT}$ - $N_{DPSH}$

Segundo Afonso (2016) e Destefano (2021), para um solo classificado com SM, GP 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]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	[5,0 - 6,0]
P1/DPSH1	4,8	10,6	3,8	2,1	4,2	21,4	-
P2/DPSH2	1,6	28,6	33,1	-	-	-	-
P3/DPSH3	0,4	20,2	-	-	-	-	-
P4/DPSH4	0,2	-	-	-	-	-	-
P5/DPSH5	1,4	20,2	47,0	-	-	-	-

### - 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]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	[5,0 - 6,0]
P1/DPSH1	4,8	207,2	75,3	41,4	82,9	419,1	-
P2/DPSH2	1,6	561,3	649,8	-	-	-	-
P3/DPSH3	0,4	395,5	-	-	-	-	-
P4/DPSH4	0,2	-	-	-	-	-	-
P5/DPSH5	1,4	395,5	922,9	-	-	-	-

Da análise do Quadro 6, pode-se observar que o solo de fundação nos pontos de ensaio DSPH2 a 5 (exceção para o DPSH1) apresenta uma tensão admissível, antes de ser atingida a nega no ensaio, entre 395,5 kPa e 922,9 kPa. Estes valores permitem aferir boa capacidade de carga como solo de fundação. O solo apresenta uma compactação crescente em profundidade. No entanto, como referido atrás, os valores da capacidade de carga na nega são mais elevados e verificam-se a relativa baixa profundidade da superfície do terreno.

No ponto de ensaio DPSH1 (realizado no aterro não controlado), os valores da tensão admissível para solo de fundação são baixos (mínimo de 41,4 kPa). Tratando-se de um aterro não controlado, não se recomenda a sua utilização para a fundação de qualquer infraestrutura. Recomenda-se a sua remoção.

**- Estimativa do ângulo de atrito efetivo interno do solo  $\phi'$ .**

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, para as zonas do DPSH2 a 5, varia entre os valores de 32,9  $^{\circ}$  e 40,0 $^{\circ}$  (sem considerar a nega). Tratando-se de cascalhos com siltes e areia, os valores estimados para o ângulo de atrito são típicos de solos densos.

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

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	$\phi'$ ( $^{\circ}$ ), ângulo de atrito efetivo interno do solo					
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	[5,0 - 6,0]
P1/DPSH1	4,8	30,2	28,2	27,7	28,4	33,3	-
P2/DPSH2	1,6	35,2	36,4	-	-	-	-
P3/DPSH3	0,4	32,9	-	-	-	-	-
P4/DPSH4	0,2	-	-	-	-	-	-
P5/DPSH5	1,4	32,9	40,0	-	-	-	-

## 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 “Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso” em Vimioso.

O solo do poço de prospeção PI1 é constituído por solo grosso, cascalho mal graduado, com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) de GP, são solos muito permeáveis com boa resistência ao

corte e desprezável compressibilidade quando compactados e saturados e boa trabalhabilidade como material de construção. O solo do poço de prospeção PI2 é constituído por solo grosso, cascalho mal graduado com silte e areia com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) GP-GM, quando compactado é muito permeável a impermeável com boa resistência ao corte e desprezável compressibilidade quando compactado e saturado, e boa trabalhabilidade como material de construção. Por fim o solo do poço de prospeção PI3 é constituído por solo grosso, cascalho siltoso com areia com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) GM, são solos semi-permeáveis a impermeáveis com boa a razoável resistência ao corte e muito baixa a desprezável compressibilidade quando compactados e saturados e boa trabalhabilidade como material de construção. O diâmetro médio das partículas ( $D_{50}$ ) também varia de ponto para ponto e é de 6,0 a 11,0 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 75%, o estrato rígido é atingido rapidamente a baixa profundidade (abaixo de 1 metro). A compacidade tende a crescer com profundidade.

Com base nos resultados do ensaio do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH, é possível concluir o seguinte:

- No ponto DPSH1, realizado sobre o aterro não controlado que se encontra a sul da zona em estudo, os resultados comprovam a má qualidade do aterro, com baixos valores do  $N_{20}$  e consequentemente baixa capacidade de carga como solo de fundação. O valor médio do  $N_{20}$  é de 8,4, em algumas profundidades o  $N_{20}$  é de apenas de 1 pancada (dos 2,6 aos 3,0 metros). Tratando se de um aterro não controlado com compacidade muito baixa e elevada heterogénea, não se recomenda a sua utilização para a fundação de qualquer infraestrutura. Recomenda-se a remoção do aterro identificado (ver Desenho 1 do Anexo I).

-Nos restantes pontos de ensaio (DPSH2 a 5), O valor do  $N_{20}$  médio, sem considerar a nega (último valor de cada ensaio) é igual a 30. A nega foi atingida rapidamente, a baixa profundidade. O valor obtido permite referir uma compacidade densa do solo interstado pelo ensaio. É possível a utilização destes materiais para a fundação de qualquer tipo de estrutura de fundação desde que bem dimensionada. A tensão admissível, antes de ser atingida a nega no ensaio, está compreendida entre 395,5 kPa e 922,9 kPa. Os valores da capacidade de carga na nega são mais elevados e verificam-se a relativa baixa profundidade da superfície do terreno.

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 julgados 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.

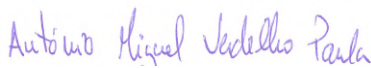
Afonso, André Filipe; Paula, António Miguel; Braz César, Manuel (2016). “Correlações entre resultados de ensaios de penetração dinâmica (DP) com o ensaio standard penetration test (SPT)”. 15º Congresso Nacional de Geotecnia / 8º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia, Faculdade de Engenharia da Universidade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

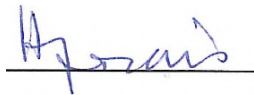
Especificação do LNEC E197-1966 – SOLOS: Ensaio de compactação.

IPB-ESTG, Bragança, 03 de novembro de 2022.



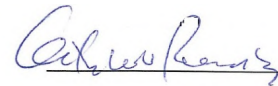
**António Miguel V. Paula**  
PhD, MSc, Engenheiro Civil  
ESTiG – Inst. Politécnico de Bragança  
Responsável do Lab. de Geotecnia  
Ordem dos Engenheiros – 44380

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)**



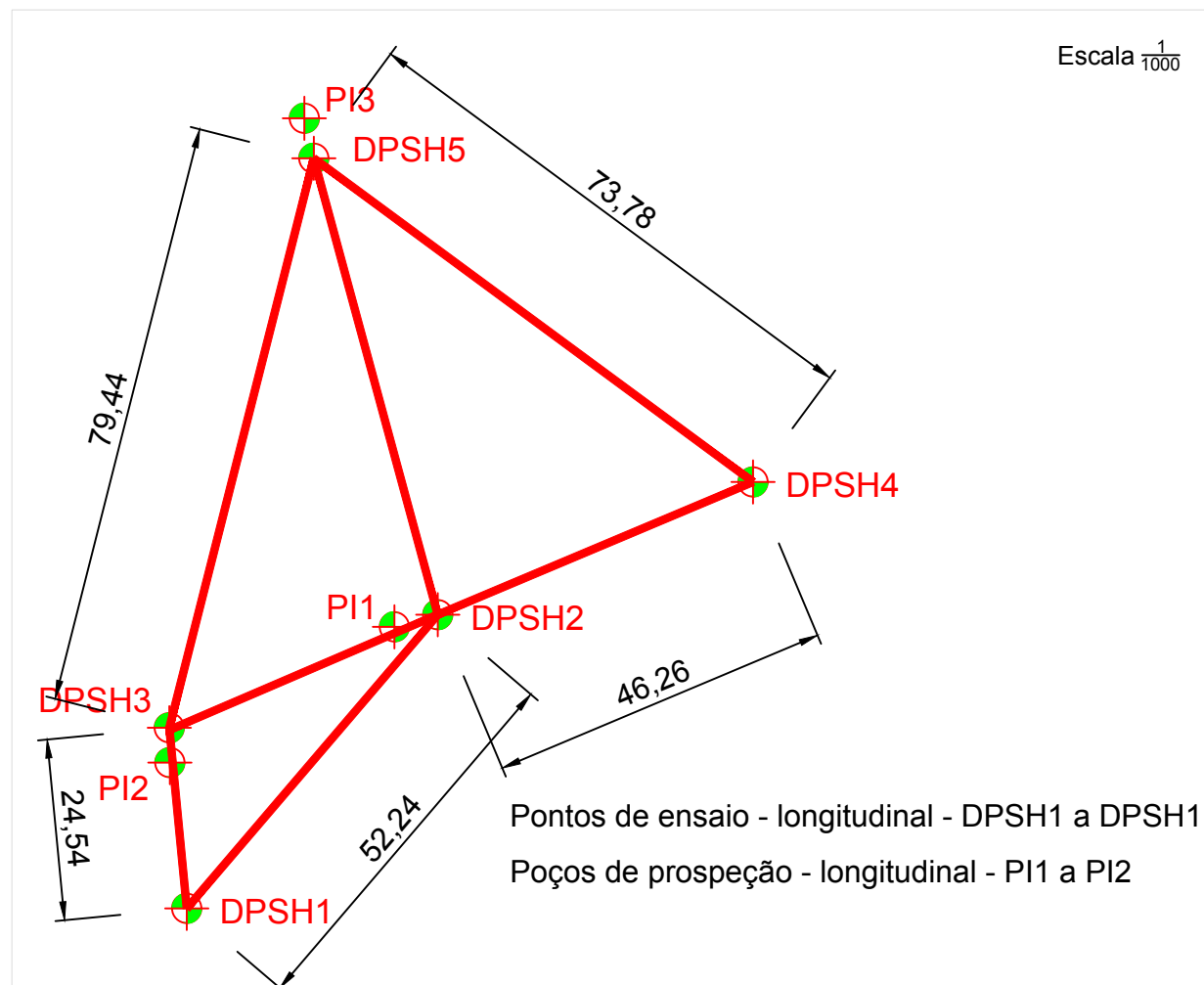
Escala  $\frac{1}{2000}$



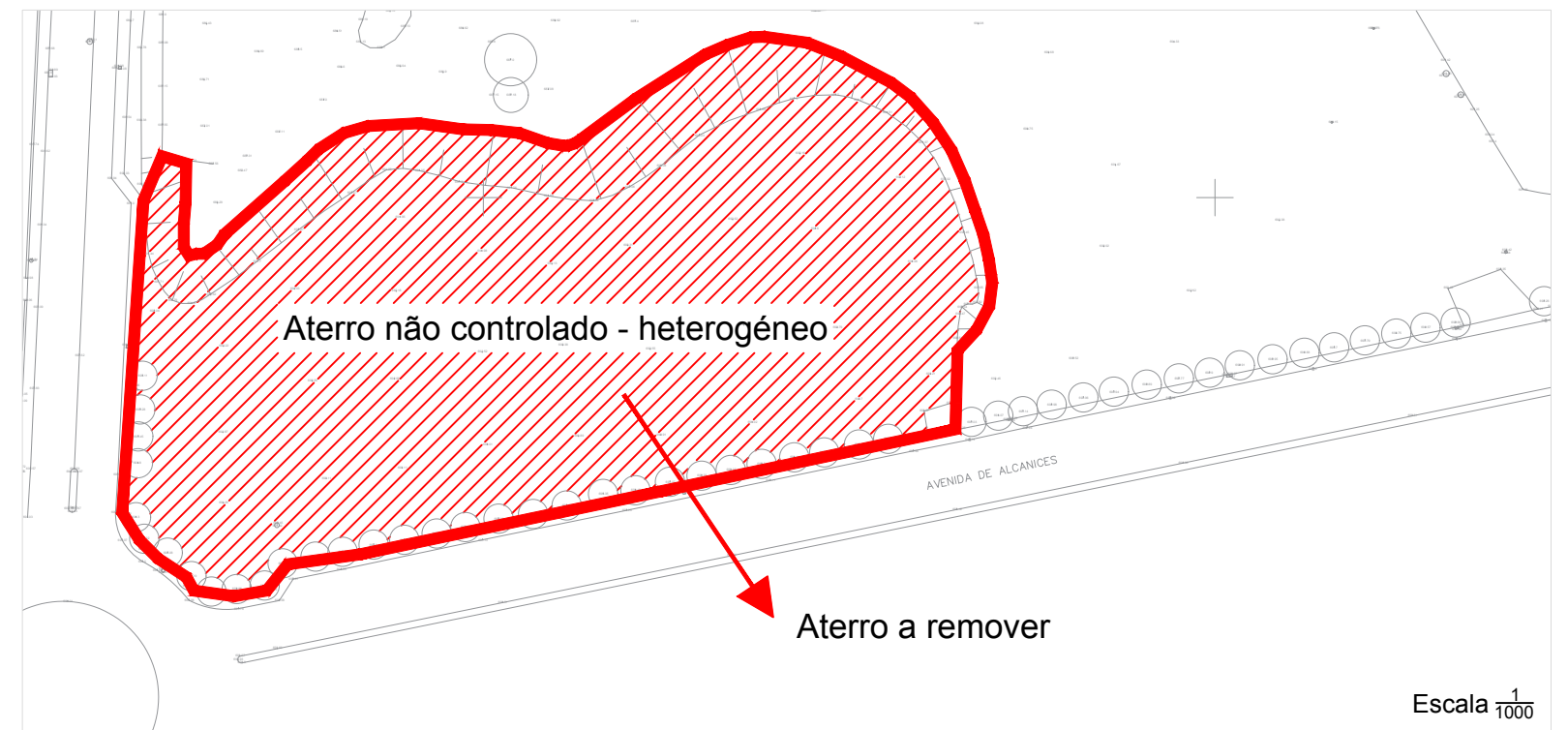
Escala  $\frac{1}{2000}$

**LEGENDA:**

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



Escala  $\frac{1}{1000}$



Escala  $\frac{1}{1000}$

Escala 1/1000



**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

esc: 1/---

data: 25-10-2022

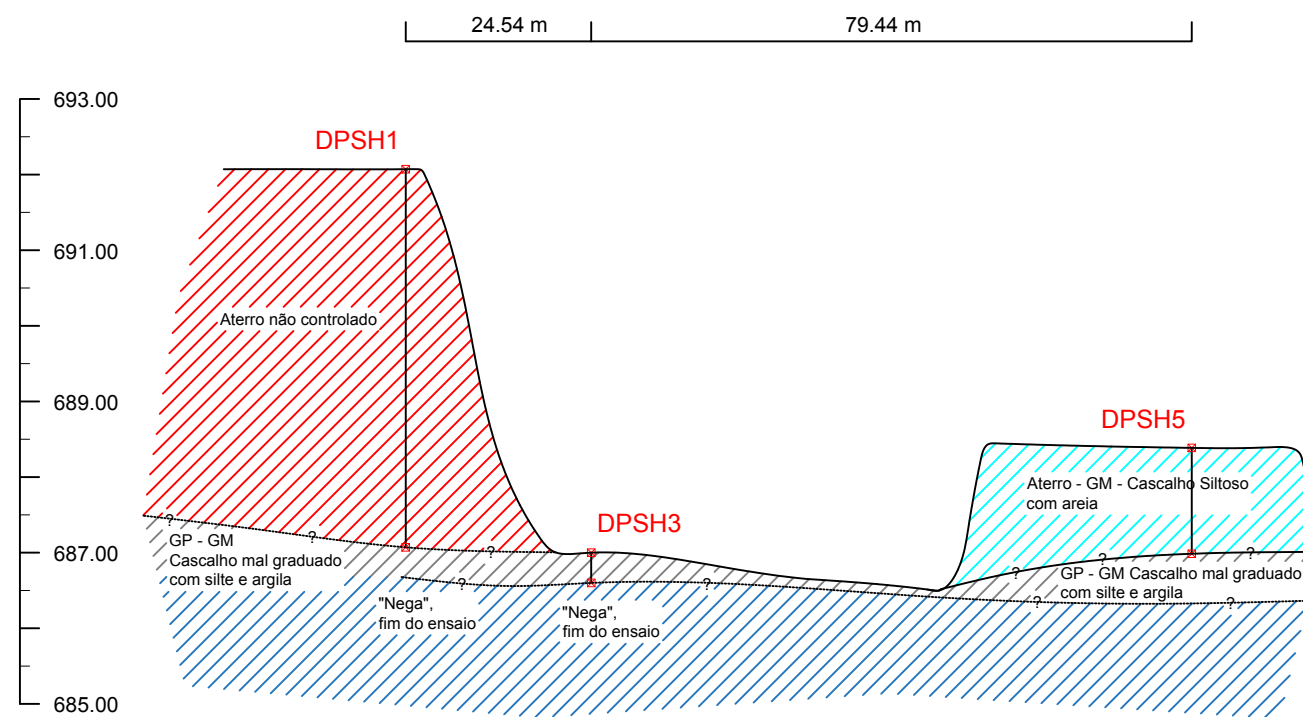
Ciente: Câmara Municipal de Vimioso

Localização e perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1 a 5

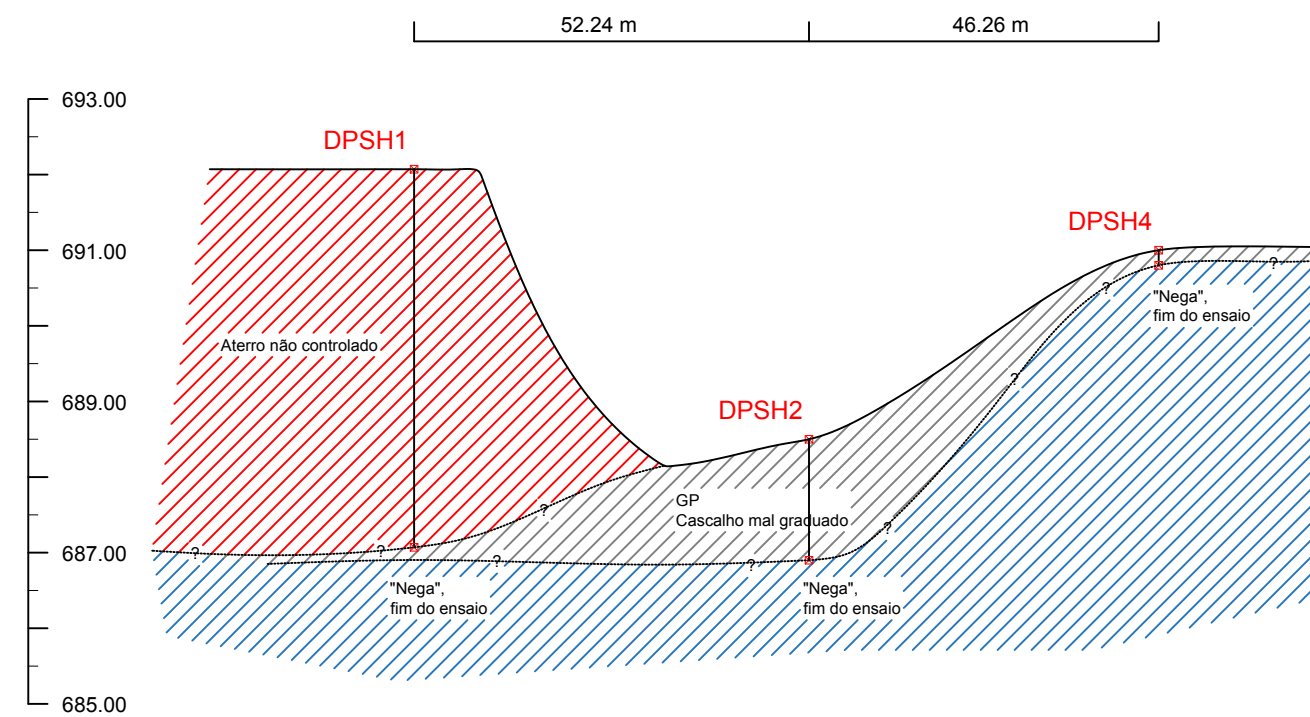
projectou:

n.º: 1

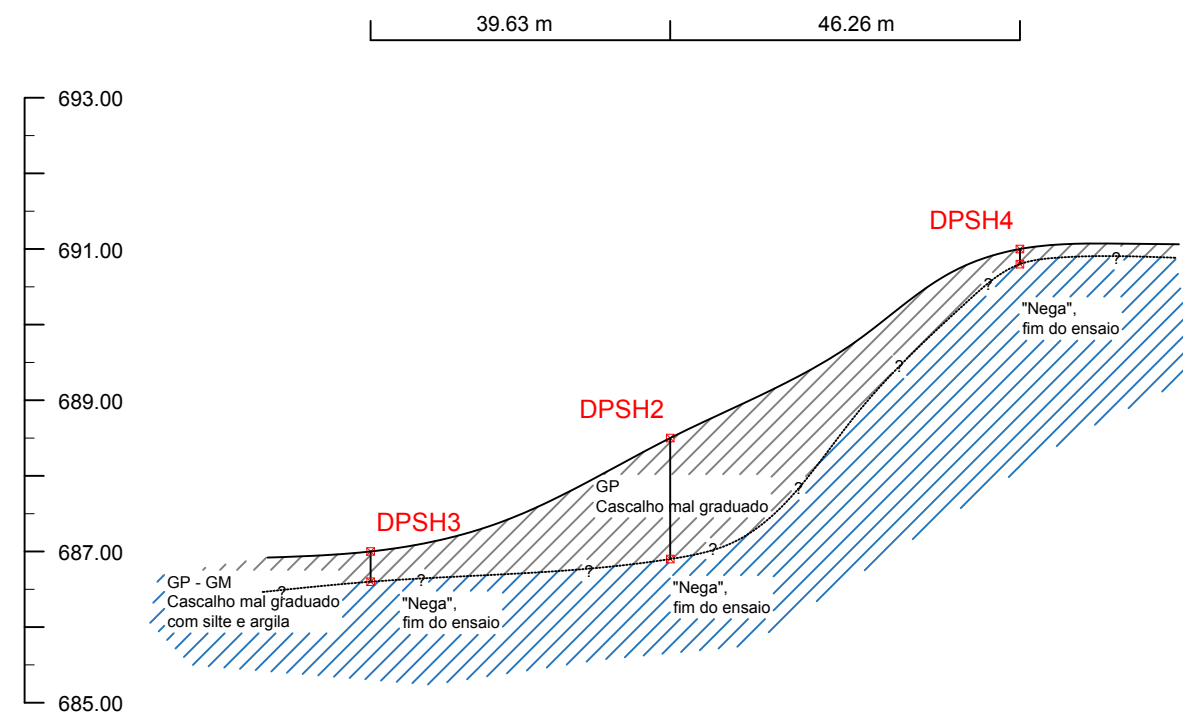
Obra/Local:  
Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso - Vimioso  
Avenida de Alcanices – Vimioso



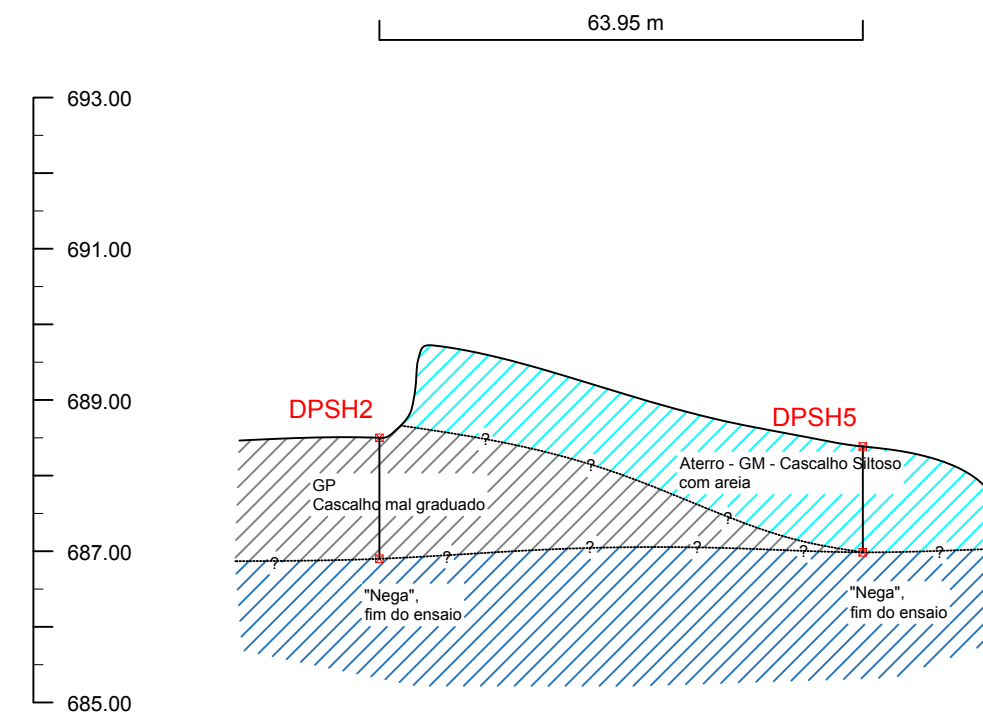
Perfil interpretativo do resultado do ensaio DPSH1, 3 e 5



Perfil interpretativo do resultado do ensaio DPSH1, 2 e 4



Perfil interpretativo do resultado do ensaio DPSH3, 2 e 4



Perfil interpretativo do resultado do ensaio DPSH2 e 5

Escala no desenho



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

esc:

1/---

data:

25-10-2022

Ciente:

Câmara Municipal de Vimioso

Localização e perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1 a 5

projectou:


n.º:

2

Obra/Local:

Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso - Vimioso  
Avenida de Alcanices - Vimioso

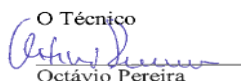
**ANEXO II (Resultados dos ensaios de Compactação Proctor, Célula Radioativa e Identificação em Laboratório)**

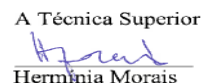
 <b>INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA</b> Escola Superior de Tecnologia e Gestão	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA</b>		
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970		
	<b>Amostra:</b>	S1	
	<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022	
<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso


Massa total da amostra: (g)	mt=	<b>6434,90</b>
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	<b>5167,90</b>
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	<b>1267,00</b>

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' )	1960,00	30,46	30,46	69,54
38,10- ( 1 1/2' )	319,70	4,97	35,43	64,57
25,4 - ( 1' )	487,70	7,58	43,01	56,99
19 - ( 3/4' )	431,50	6,71	49,71	50,29
9,51 - ( 3/8' )	632,50	9,83	59,54	40,46
4.76 - (n4)	736,00	11,44	70,98	29,02
2 - (n10)	600,50	9,33	80,31	19,69
< 2,00 - (n10)	<b>1267,00</b>	19,69		
<b>TOTAL</b>	<b>6434,90</b>	100,00		
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	<b>91,40</b>	$N''10=(m'10/mt) \times 100=$		<b>19,69</b>
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	31,90	6,87	87,18	12,82
40	17,60	3,79	90,97	9,03
60	10,00	2,15	93,13	6,87
140	11,40	2,46	95,58	4,42
200	3,20	0,69	96,27	3,73
< 200	<b>17,30</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>91,40</b>			

Bragança, 18 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

A Técnica Superior  
  
 Hermínia Morais

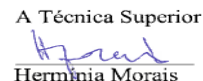
 <b>INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA</b> Escola Superior de Tecnologia e Gestão	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA</b>	
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970	
	<b>Amostra:</b>	S2
	<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022
<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b> Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b> Vimioso


Massa total da amostra: (g)	mt=	<b>4353,60</b>
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	<b>3394,20</b>
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	<b>959,40</b>

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' )	755,60	17,36	17,36	82,64
50.8 - ( 2' )	251,60	5,78	23,13	76,87
38,10 - ( 1 1/2' )	187,10	4,30	27,43	72,57
25,4 - ( 1' )	515,50	11,84	39,27	60,73
19 - ( 3/4' )	344,00	7,90	47,17	52,83
9,51 - ( 3/8' )	533,60	12,26	59,43	40,57
4.76 - (n4)	431,80	9,92	69,35	30,65
2 - (n10)	375,00	8,61	77,96	22,04
< 2,00 - (n10)	<b>959,40</b>	22,04		
<b>TOTAL</b>	<b>4353,60</b>	100,00		
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	<b>103,40</b>	$N''10=(m'10/mt) \times 100=$		<b>22,04</b>
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	23,50	5,01	82,97	17,03
40	12,90	2,75	85,72	14,28
60	6,50	1,39	87,11	12,89
140	8,60	1,83	88,94	11,06
200	2,50	0,53	89,47	10,53
< 200	<b>49,40</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>103,40</b>			

Bragança, 18 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

A Técnica Superior  
  
 Hermínia Morais

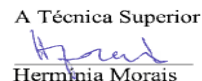
	<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA</b>		
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970		
	<b>Amostra:</b>	S3	
	<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022	
<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

Massa total da amostra: (g)	mt=	<b>4849,00</b>
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	<b>2967,00</b>
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	<b>1882,00</b>

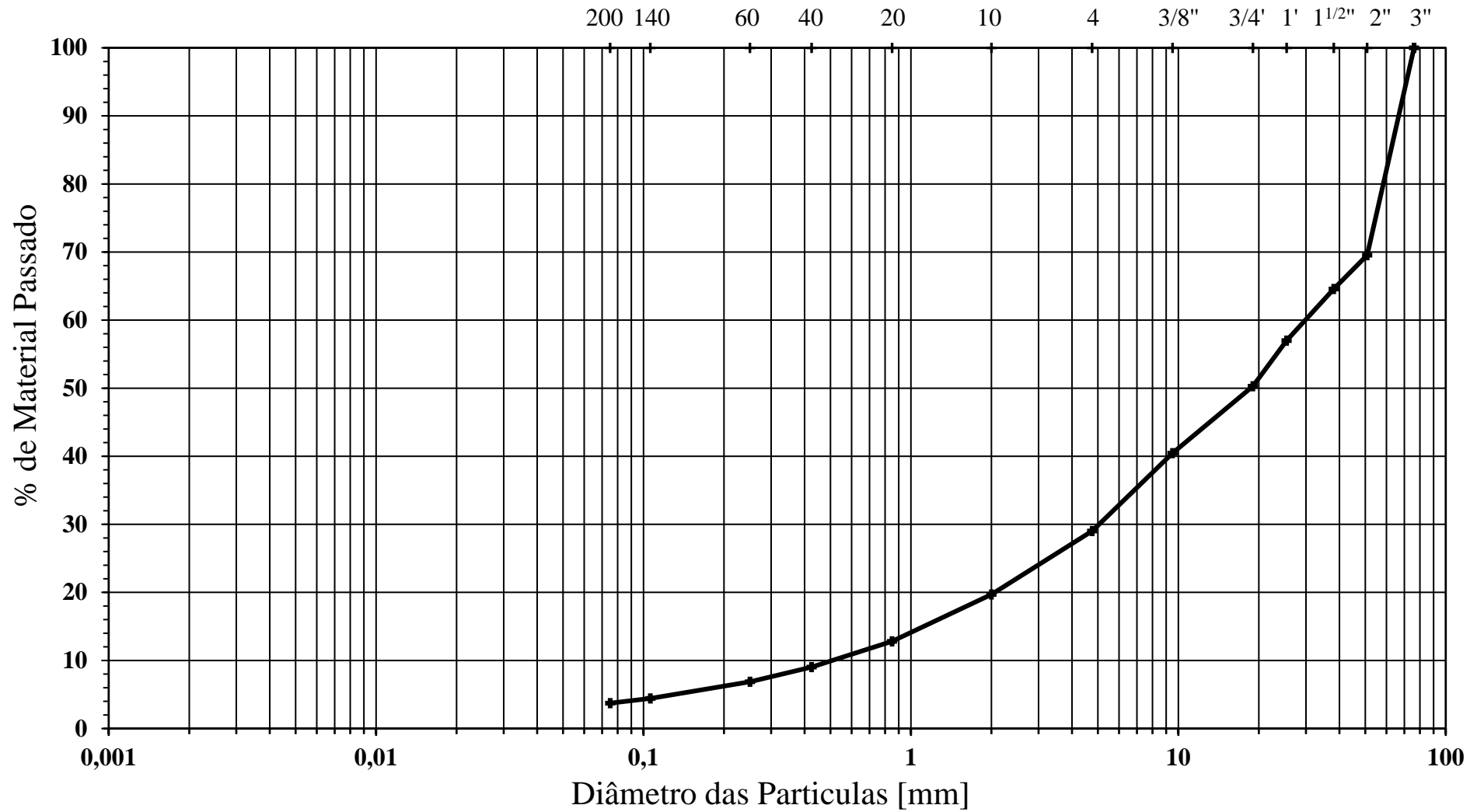
Fracção retida no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida $N_x=(mx/mt) \times 100$	% Acumulada retida (N'x)	% Acumulada que passa ( $N''x=100-N'x$ )
76.1 - ( 3' )	0,00	0,00	0,00	100,00
50.8 - ( 2' )	1002,30	20,67	20,67	79,33
38,10 - ( 1 1/2' )	240,70	4,96	25,63	74,37
25,4 - ( 1' )	438,00	9,03	34,67	65,33
19 - ( 3/4' )	101,80	2,10	36,77	63,23
9,51 - ( 3/8' )	334,50	6,90	43,66	56,34
4.76 - (n4)	406,70	8,39	52,05	47,95
2 - (n10)	443,00	9,14	61,19	38,81
< 2,00 - (n10)	<b>1882,00</b>	38,81		
<b>TOTAL</b>	<b>4849,00</b>	100,00		
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	<b>90,00</b>		$N''10=(m'10/mt) \times 100=$	<b>38,81</b>
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	15,80	6,81	68,00	32,00
40	11,00	4,74	72,75	27,25
60	7,50	3,23	75,98	24,02
140	9,00	3,88	79,86	20,14
200	2,50	1,08	80,94	19,06
< 200	<b>44,20</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>90,00</b>			

Bragança, 19 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

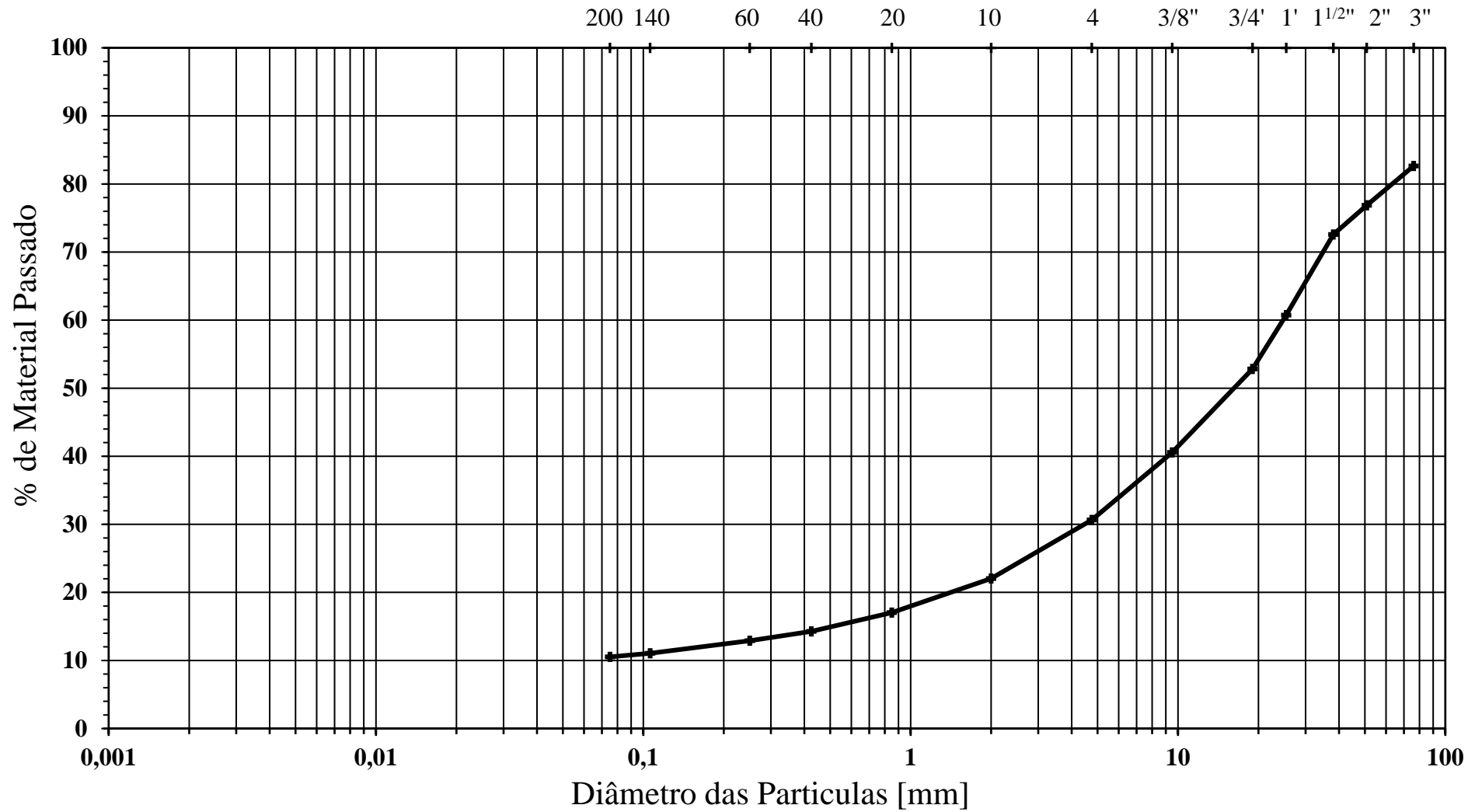
A Técnica Superior  
  
 Hermínia Morais

# ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S1



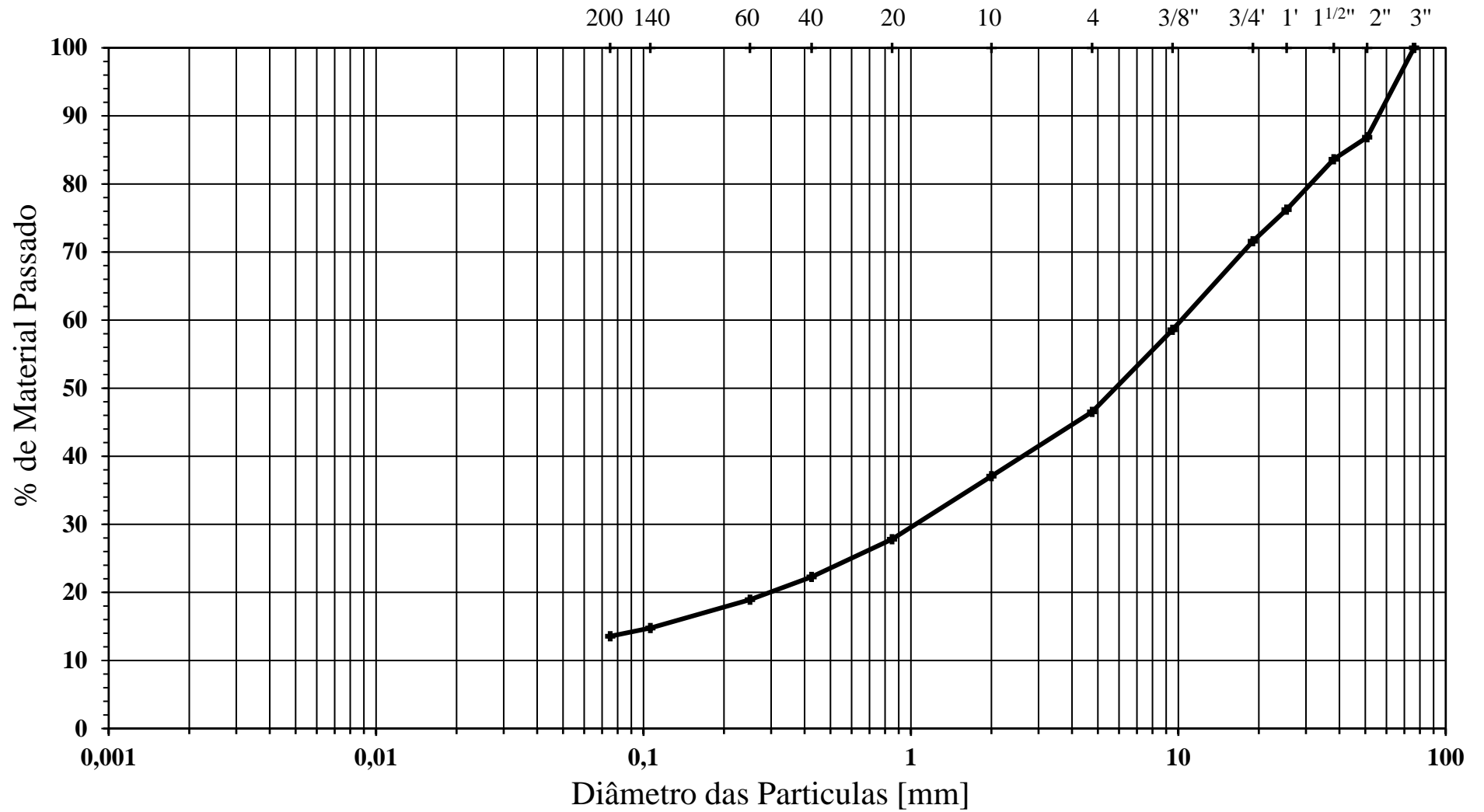
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

# ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S2




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

# ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S3



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

 <b>INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA</b> Escola Superior de Tecnologia e Gestão		<b>RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE</b>				
		<b>COMPACTAÇÃO</b>				
		Norma Referência: LNEC E 197:1966				
		<b>Amostra:</b>	S1			
<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022					
<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso			
		<b>Local:</b>	Vimioso			

**COMPACTAÇÃO USADA:** PESADA

**TEOR EM ÁGUA NATURAL:** 4,8%

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)	9190	9330	9482	9552	9482
ps = P2-P1	Peso do solo húmido (gr)	4368	4508	4660	4730	4660
V	Volume do molde (cm <sup>3</sup> )	2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida (0,001gr/cm <sup>3</sup> )	2,091	2,158	2,231	2,264	2,231

**TEORES EM ÁGUA**

Número do recipiente		20	2	4	10	5
pt	Peso do recipiente (0,1gr)	162,2	162,1	172,0	162,1	161,5
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,1gr)	754,0	600,1	725,3	600,1	685,0
ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,1gr)	712,0	564,0	672,0	551,0	619,5
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água (0,1gr)	42,0	36,1	53,3	49,1	65,5
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1gr)	549,8	401,9	500,0	388,9	458,0
W = (pa/ps)*100	Teor em água (0,1%)	7,6	9,0	10,7	12,6	14,3

**RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE**

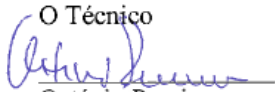
w	Teor em água (0,1%)	7,6	9,0	10,7	12,6	14,3
$\gamma^s = \frac{(100 * \gamma_w)}{(100 + W)}$	Baridade seca (0,001gr/cm <sup>3</sup> )	1,943	1,980	2,016	2,010	1,952

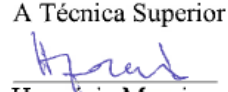
**Baridade seca máxima ( $\gamma_{s_{máx}}$ ):** 2,020


(0,01gr/cm<sup>3</sup>)

**Teor de humidade óptimo ( $W_{op}$ ):** 11,5%

Bragança, 20 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

A Técnica Superior  
  
 Herminia Morais

 <b>INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA</b> Escola Superior de Tecnologia e Gestão		<b>RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE</b>					
		<b>COMPACTAÇÃO</b>					
		Norma Referência: LNEC E 197:1966					
		<b>Amostra:</b>	S2				
		<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022				
<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso				
		<b>Local:</b>	Vimioso				

**COMPACTAÇÃO USADA:** PESADA

**TEOR EM ÁGUA NATURAL:** 8,2%

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)	9260	9401	9534	9594	9550
ps = P2-P1	Peso do solo húmido	(gr)	4438	4579	4712	4772	4728
V	Volume do molde	cm <sup>3</sup>	2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida	0,001gr/cm <sup>3</sup>	2,124	2,192	2,256	2,284	2,263

**TEORES EM ÁGUA**

Número do recipiente			20	4	3	25	11
pt	Peso do recipiente	0,1gr	162,6	162,1	172,0	172,6	159,8
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido	0,1gr	750,0	605,0	679,1	632,5	740,0
ps+t	Peso do recipiente e solo seco	0,1gr	716,0	573,0	634,5	585,5	673,0
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água	0,1gr	34,0	32,0	44,6	47,0	67,0
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco	0,1gr	553,4	410,9	462,5	412,9	513,2
W = (pa/ps)*100	Teor em água	0,1%	6,1	7,8	9,6	11,4	13,1

**RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE**

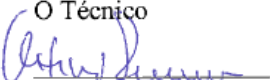
w	Teor em água	0,1%	6,1	7,8	9,6	11,4	13,1
$\gamma^s = \frac{(100 * \gamma_w)}{(100 + W)}$	Baridade seca	0,001gr/cm <sup>3</sup>	2,001	2,034	2,057	2,051	2,002

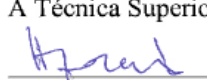
**Baridade seca máxima ( $\gamma_{S_{m\acute{a}x}}$ ):** 2,060


(0,01gr/cm<sup>3</sup>)

**Teor de humidade óptimo ( $W_{op}$ ):** 10,5%

Bragança, 20 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

A Técnica Superior  
  
 Herminia Morais

 <b>INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA</b> Escola Superior de Tecnologia e Gestão		<b>RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE</b>				
		<b>COMPACTAÇÃO</b>				
		Norma Referência: LNEC E 197:1966				
		<b>Amostra:</b>	S3			
<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022					
<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso			
		<b>Local:</b>	Vimioso			

**COMPACTAÇÃO USADA:** PESADA

**TEOR EM ÁGUA NATURAL:** 13,9%

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)	9052	9215	9330	9398	9349
ps = P2-P1	Peso do solo húmido (gr)	4230	4393	4508	4576	4527
V	Volume do molde (cm <sup>3</sup> )	2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida (0,001gr/cm <sup>3</sup> )	2,025	2,103	2,158	2,191	2,167

**TEORES EM ÁGUA**

Número do recipiente		11	15	4	10	3
pt	Peso do recipiente (0,1gr)	159,8	168,8	172,0	163,7	172,0
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,1gr)	627,0	810,0	725,0	640,0	640,0
ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,1gr)	597,5	759,5	673,5	588,5	583,5
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água (0,1gr)	29,5	50,5	51,5	51,5	56,5
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1gr)	437,7	590,7	501,5	424,8	411,5
W = (pa/ps)*100	Teor em água (0,1%)	6,7	8,5	10,3	12,1	13,7

**RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE**

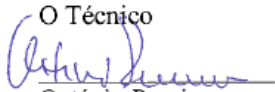
w	Teor em água (0,1%)	6,7	8,5	10,3	12,1	13,7
$\gamma^s = \frac{(100 * \gamma w)}{(100 + W)}$	Baridade seca (0,001gr/cm <sup>3</sup> )	1,897	1,937	1,957	1,954	1,905

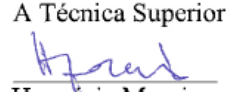
**Baridade seca máxima ( $\gamma_{s_{máx}}$ ):** 1,960


(0,01gr/cm<sup>3</sup>)

**Teor de humidade óptimo ( $W_{op}$ ):** 11,0%

Bragança, 20 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

A Técnica Superior  
  
 Herminia Morais

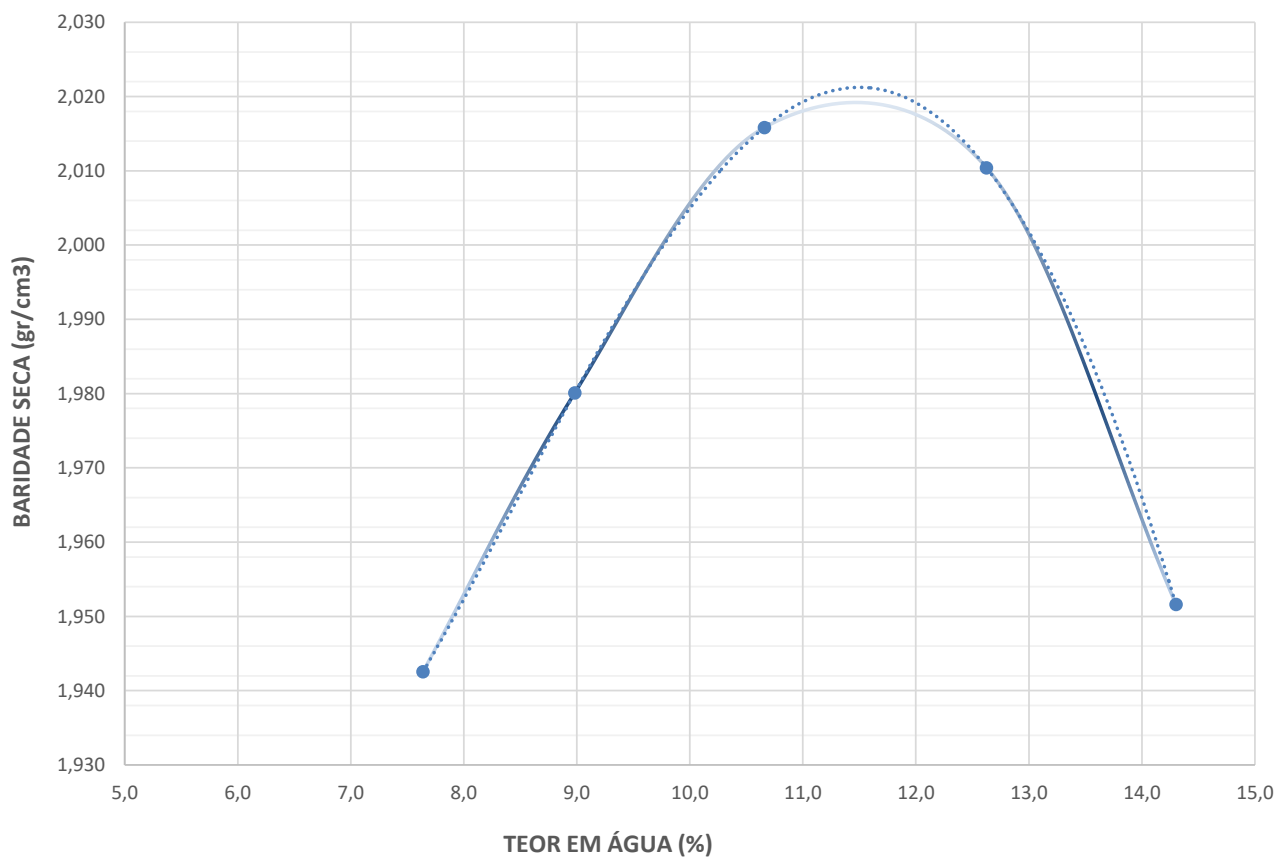
		<b>RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE</b>	
		<b>COMPACTAÇÃO</b>	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		<b>Amostra:</b>	S1
		<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022
<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

**COMPACTAÇÃO USADA:** PESADA

**Wop=** 11,5%

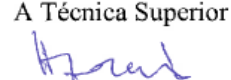
**$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ =** 2,020 (0,01gr/cm<sup>3</sup>)


### CURVA PROCTOR



Bragança, 20 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

A Técnica Superior  
  
 Herminia Morais

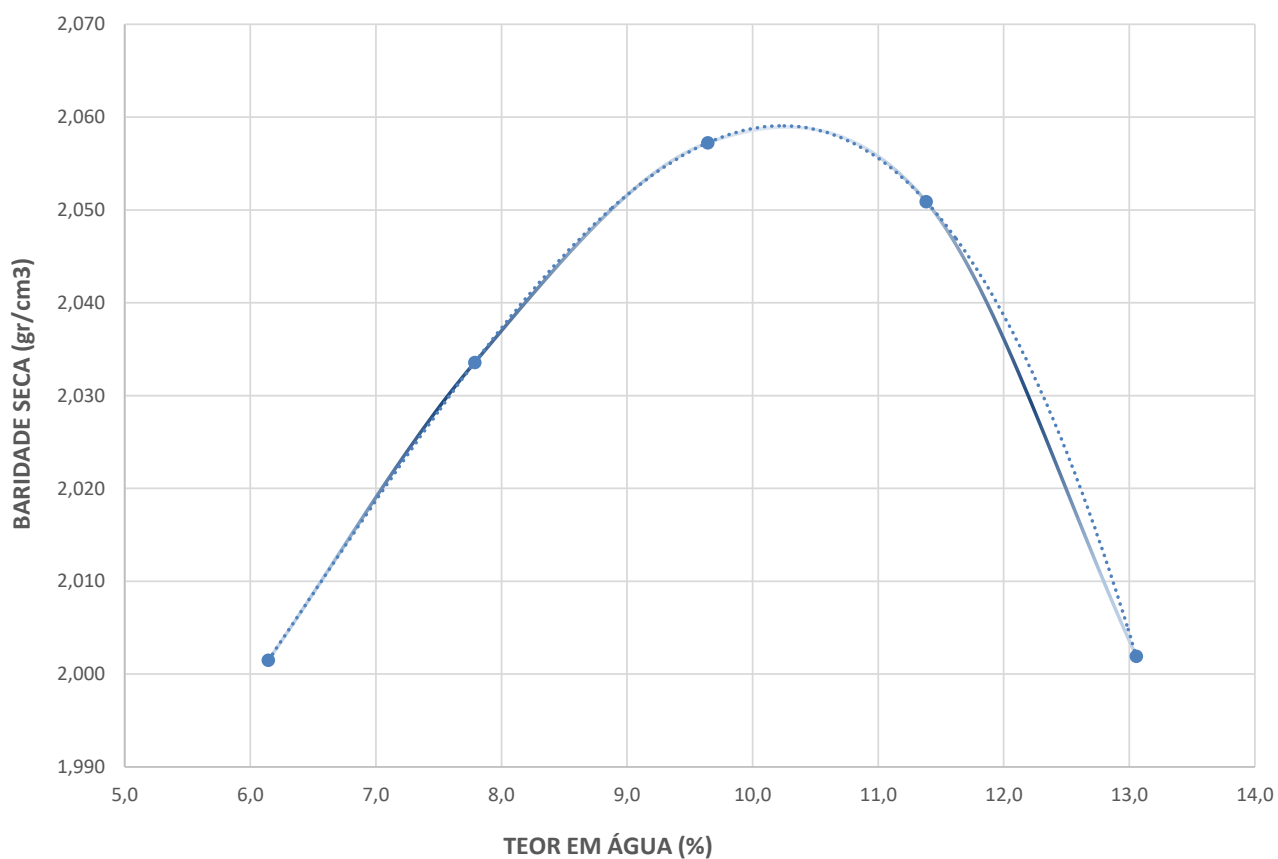
		<b>RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE</b>	
		<b>COMPACTAÇÃO</b>	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		<b>Amostra:</b>	S2
<b>Cliente:</b> Câmara Municipal de Vimioso		<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022
		<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

**COMPACTAÇÃO USADA:** PESADA

**Wop=** 10,5%

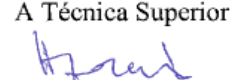
**$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ =** 2,060 (0,01gr/cm<sup>3</sup>)


### CURVA PROCTOR



Bragança, 20 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

A Técnica Superior  
  
 Herminia Morais

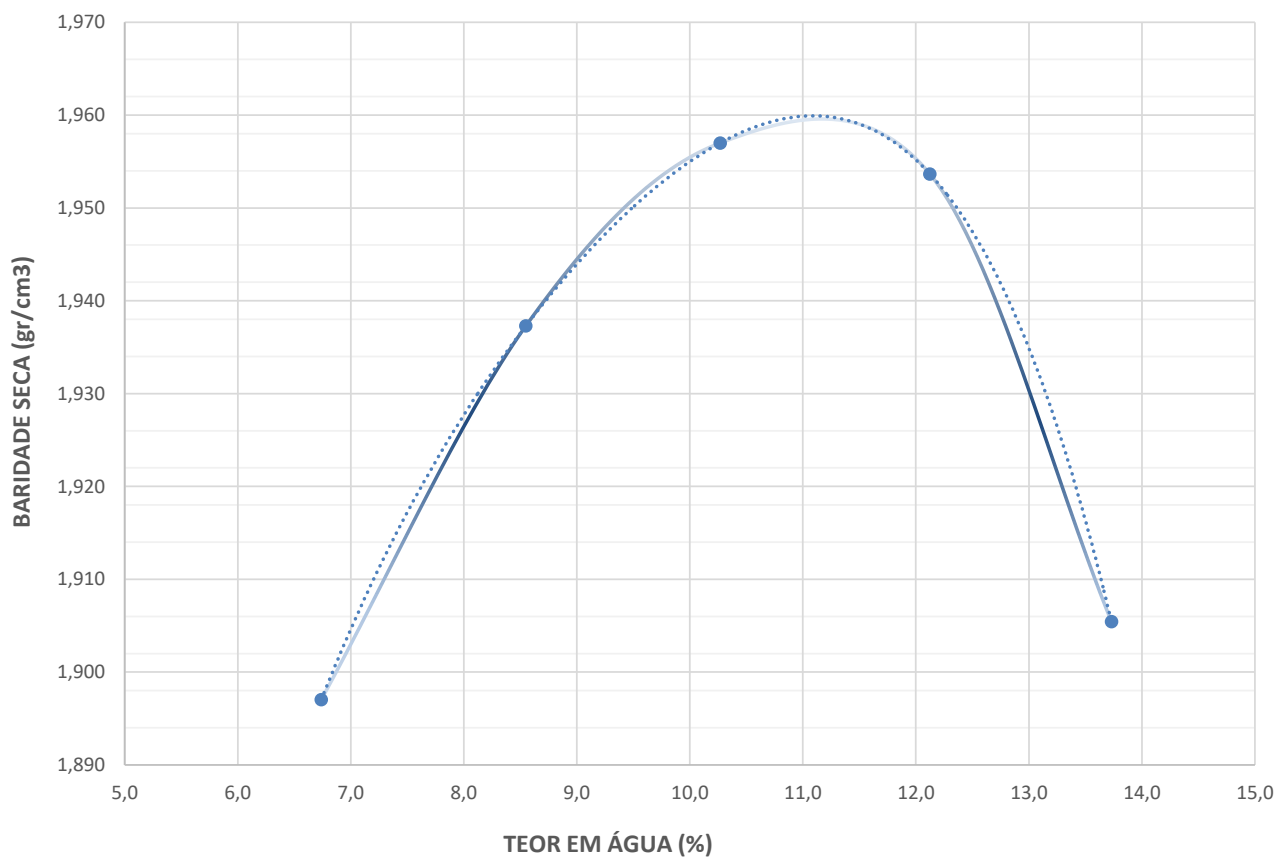
		<b>RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE</b>	
		<b>COMPACTAÇÃO</b>	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		<b>Amostra:</b>	S3
		<b>Data da Colheita:</b>	14/10/2022
<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

**COMPACTAÇÃO USADA:** PESADA

**Wop=** 11,0%

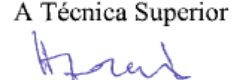
**$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ =** 1,960 (0,01gr/cm<sup>3</sup>)


### CURVA PROCTOR



Bragança, 20 de outubro de 2022

O Técnico  
  
 Octávio Pereira

A Técnica Superior  
  
 Herminia Morais

		<b>Classificação dum Solo</b>			
		Amostra nº:	S1	Local:	Vimioso
Data Recolha:	14/10/2022				
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	29,02	19,69	9,03	3,73
Retida Acumulada (%)	0,00	70,98	80,31	90,97	96,27

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

D <sub>60</sub> (mm)	12,0
D <sub>30</sub> (mm)	5,0
D <sub>10</sub> (mm)	0,50
D <sub>máx</sub> (mm)	80,0

Coeficiente de Uniformidade	24,0
Coeficiente de Curvatura	4,2
Cascalho (%)	80,3
Areia (%)	16,0
Silte e Argila (%)	3,7
Índice de Grupo	0


<b>Classificação Unificada (ASTM D2487-85):</b>	<b>GP</b>
<b>Classificação (AASHTO M145-42):</b>	<b>A-1-a(0)</b>
<b>Classificação LCPC/ SETRA:</b>	<b>D<sub>3</sub></b>

**Observações:**

**GP** - Solo grosso, cascalho mal graduado segundo a classificação unificada ASTM. São solos muito permeáveis, boa resistência ao corte e 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, em sub-base é admissível se CBR>40 e limitada se CBR está compreendido entre 20 e 40.

**A-1-a(0)** - Materiais granulares, predominantemente constituído por calhau ou seixo com um material aglutinante NP ou fracamente plástico.

**D<sub>3</sub>** - Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como solos granulares médios a grossos praticamente sem fração fina (D<sub>máx</sub>>50mm), materiais sem coesão e permeáveis.

		<b>Classificação dum Solo</b>			
		Amostra nº:	S2	Local:	Vimioso
Data Recolha:	14/10/2022				
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	82,64	30,65	22,04	14,28	10,53
Retida Acumulada (%)	17,36	69,35	77,96	85,72	89,47

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

<b>D<sub>60</sub> (mm)</b>	11,5
<b>D<sub>30</sub> (mm)</b>	4,5
<b>D<sub>10</sub> (mm)</b>	0,07
<b>D<sub>máx</sub> (mm)</b>	80,0

Coeficiente de Uniformidade	164,3
Coeficiente de Curvatura	25,2
Cascalho (%)	78,0
Areia (%)	11,5
Silte e Argila (%)	10,5
Índice de Grupo	0


<b>Classificação Unificada (ASTM D2487-85):</b>	<b>GP-GM</b>
<b>Classificação (AASHTO M145-42):</b>	<b>A-1-a(0)</b>
<b>Classificação LCPC/ SETRA:</b>	<b>D<sub>3</sub></b>

**Observações:**

**GP-GM** - Solo grosso, cascalho mal graduado com silte e areia. Permeabilidade quando compactado muito permeável a impermeável, boa resistência ao corte quando compactado e saturado, desprezável compressibilidade quando compactado e saturado, e boa 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-1-a(0)** - Materiais granulares, predominantemente constituído por calhau ou seixo com um material aglutinante NP ou fracamente plástico.

**D<sub>3</sub>** - Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como solos granulares médios a grossos praticamente sem fração fina (D<sub>máx</sub>>50mm), materiais sem coesão e permeáveis.

		<b>Classificação dum Solo</b>			
		Amostra nº:	S3	Local:	Vimioso
Data Recolha:	14/10/2022				
Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	46,51	37,07	22,28	13,56
Retida Acumulada (%)	0,00	53,49	62,93	77,72	86,44

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

D <sub>60</sub> (mm)	10,0
D <sub>30</sub> (mm)	1,0
D <sub>10</sub> (mm)	s.d
D <sub>máx</sub> (mm)	80,0

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	62,9
Areia (%)	23,5
Silte e Argila (%)	13,6
Índice de Grupo	0

<b>Classificação Unificada (ASTM D2487-85):</b>	<b>GM</b>
<b>Classificação (AASHTO M145-42):</b>	<b>A-1-a(0)</b>
<b>Classificação LCPC/ SETRA:</b>	<b>C<sub>2</sub>(B<sub>5</sub>)</b>

**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, em sub-base é admissível se CBR>40 e limitada se CBR está compreendido entre 20 e 40.

**A-1-b(0)-** Solos de materiais granulares, predominantemente constituído por areia grossa, com ou sem material aglutinante bem graduado.

**C<sub>2</sub>(B<sub>5</sub>) -** 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%.

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



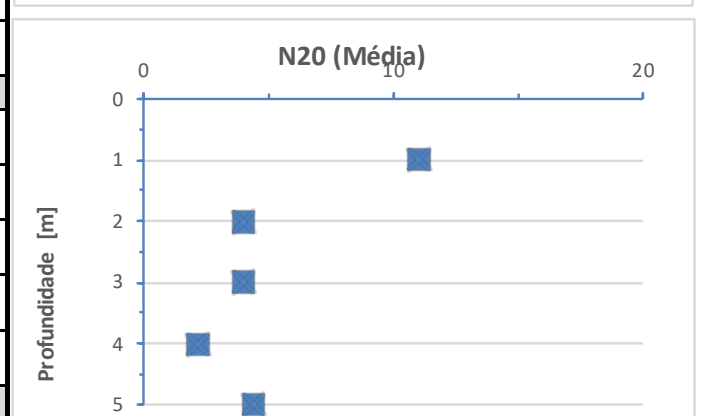
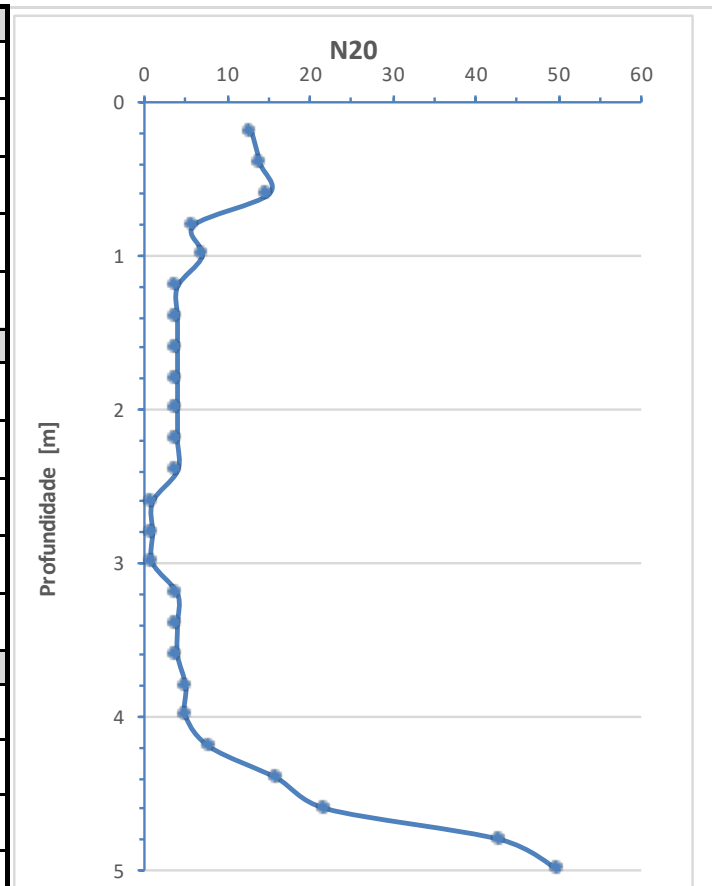
**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA** Escola Superior de Tecnologia e Gestão

### Ensaios de Penetração com DPSH

<b>Posição:</b>	1	<b>Sondagem nº:</b>	<b>P1</b>	
<b>Coordenadas</b>	<b>Este:</b>		<b>Direita do eixo:</b>	
	<b>Norte:</b>			
	<b>Elevação (Z):</b>			
<b>Data:</b>	14/10/22	<b>Nível de água:</b>	Não Detectado	

<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>
0,2	13	4,2	8	8,2	
0,4	14	4,4	16	8,4	
0,6	15	4,6	22	8,6	
0,8	6	4,8	43	8,8	
1	7	5	50	9	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>11</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>27,8</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
1,2	4	5,2		9,2	
1,4	4	5,4		9,4	
1,6	4	5,6		9,6	
1,8	4	5,8		9,8	
2	4	6		10	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>4,0</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
2,2	4	6,2		10,2	
2,4	4	6,4		10,4	
2,6	1	6,6		10,6	
2,8	1	6,8		10,8	
3	1	7		11	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>2,2</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
3,2	4	7,2		11,2	
3,4	4	7,4		11,4	
3,6	4	7,6		11,6	
3,8	5	7,8		11,8	
4	5	8		12	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>4,4</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>



\*=15 cm



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA** Escola Superior de Tecnologia e Gestão

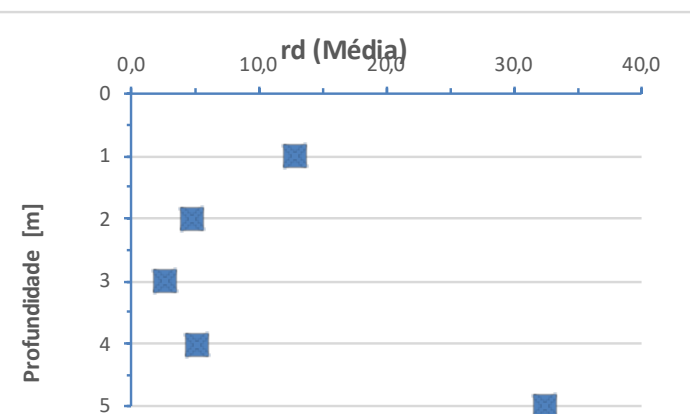
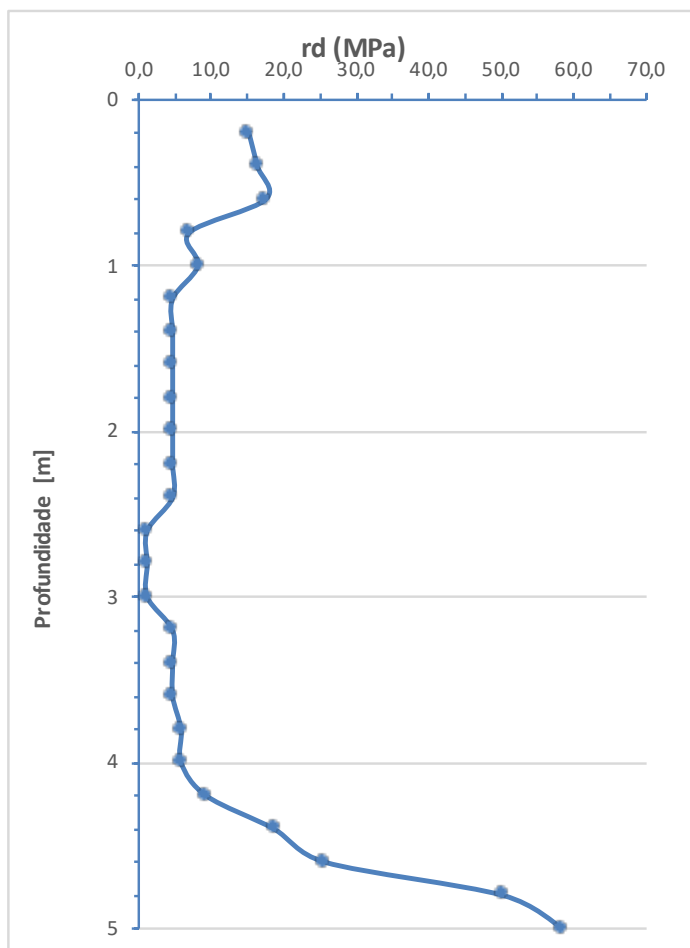
### Ensaio de Penetração com DPSH

<b>Posição:</b>	1	<b>Sondagem nº:</b>	<b>P1</b>
<b>Coordenadas</b>	<b>Este:</b>		<b>Direita do eixo:</b>
	<b>Norte:</b>		
	<b>Elevação (Z):</b>		
<b>Data:</b>	14/10/22	<b>Nível de água:</b>	Não Detectado

<b>Ciente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Argozelo

Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>
0,2	15,18	4,2	9,34	8,2	
0,4	16,35	4,4	18,69	8,4	
0,6	17,52	4,6	25,70	8,6	
0,8	7,01	4,8	50,22	8,8	
1	8,18	5	58,40	9	
<b>rd (Méd)</b>	<b>12,85</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>32,47</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
1,2	4,67	5,2		9,2	
1,4	4,67	5,4		9,4	
1,6	4,67	5,6		9,6	
1,8	4,67	5,8		9,8	
2	4,67	6		10	
<b>rd (Méd)</b>	<b>4,67</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
2,2	4,67	6,2		10,2	
2,4	4,67	6,4		10,4	
2,6	1,17	6,6		10,6	
2,8	1,17	6,8		10,8	
3	1,17	7		11	
<b>rd (Méd)</b>	<b>2,57</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
3,2	4,67	7,2		11,2	
3,4	4,67	7,4		11,4	
3,6	4,67	7,6		11,6	
3,8	5,84	7,8		11,8	
4	5,84	8		12	
<b>rd (Méd)</b>	<b>5,14</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>

\*=15 cm





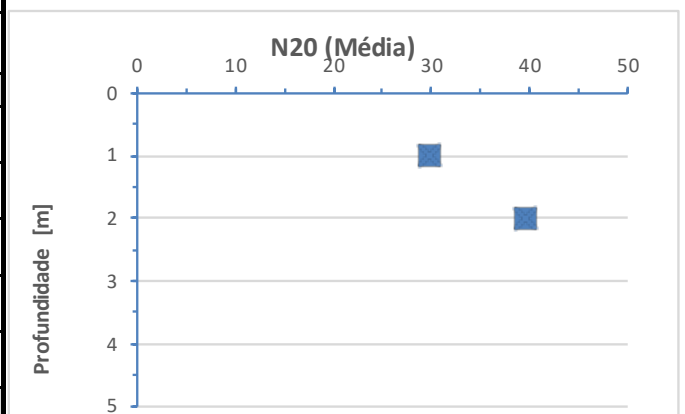
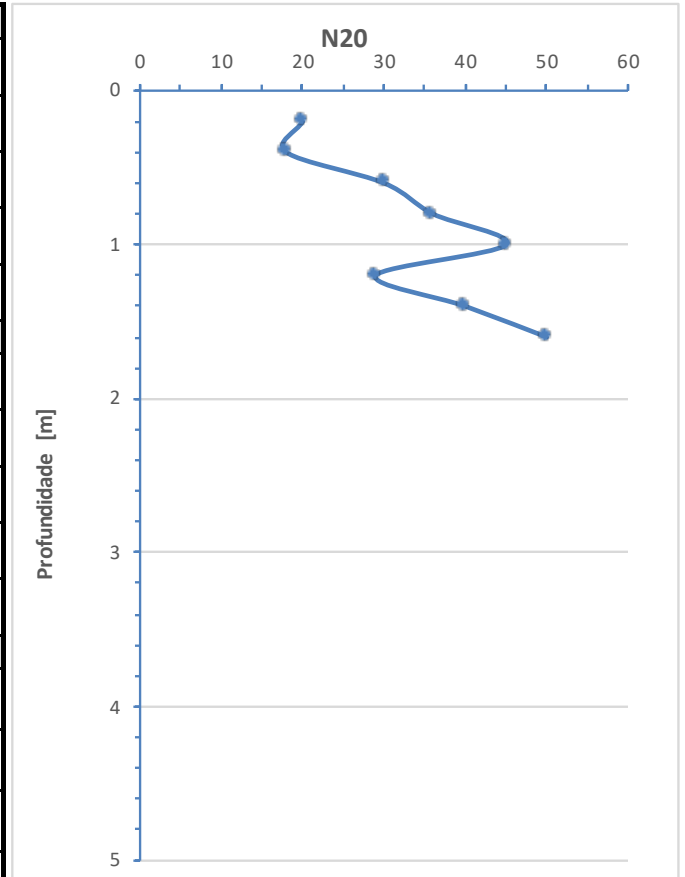
**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA** Escola Superior de Tecnologia e Gestão

### Ensaios de Penetração com DPSH

<b>Posição:</b>	2	<b>Sondagem nº:</b>	<b>P2</b>
<b>Coordenadas</b>	Este		<b>Esquerda do eixo:</b>
	Norte:		
	Elevação (Z):		
<b>Data:</b>	14/10/22	<b>Nível de água:</b>	Não detectado

<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>
0,2	20	4,2		8,2	
0,4	18	4,4		8,4	
0,6	30	4,6		8,6	
0,8	36	4,8		8,8	
1	45	5		9	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>29,8</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
1,2	29	5,2		9,2	
1,4	40	5,4		9,4	
1,6	50	5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>39,7</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>



\*=18cm



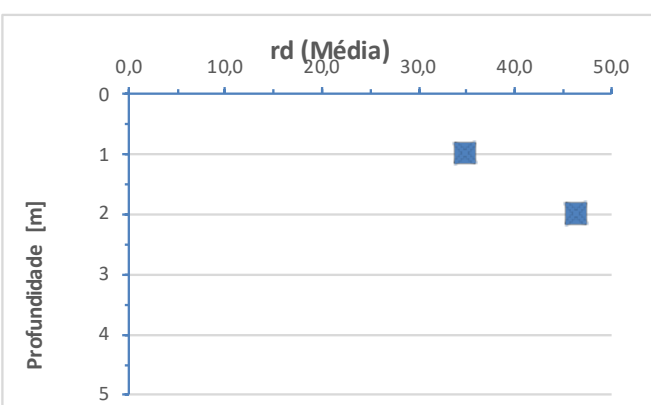
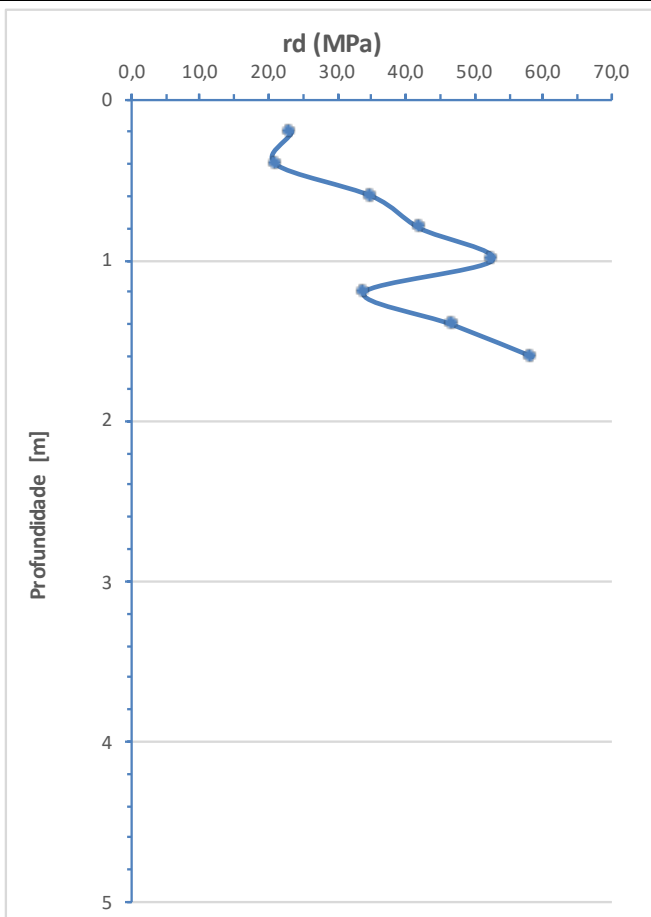
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

### Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	2	Sondagem nº:	P2
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	14/10/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		Local:	Vimioso

Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>
0,2	23,36	4,2		8,2	
0,4	21,02	4,4		8,4	
0,6	35,04	4,6		8,6	
0,8	42,05	4,8		8,8	
1	52,56	5		9	
<b>rd (Méd)</b>	<b>34,81</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
1,2	33,87	5,2		9,2	
1,4	46,72	5,4		9,4	
1,6	58,40	5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
<b>rd (Méd)</b>	<b>46,33</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>



\*=18cm



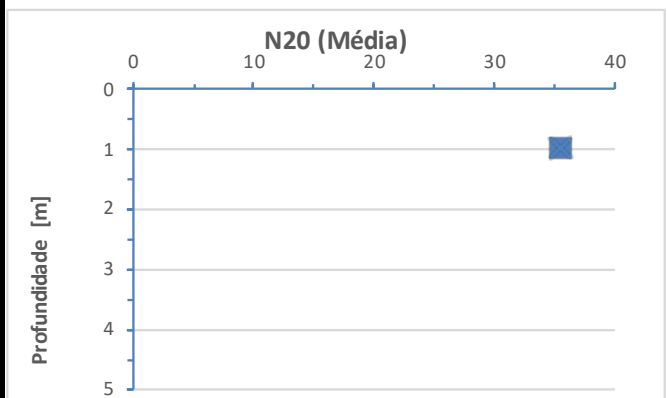
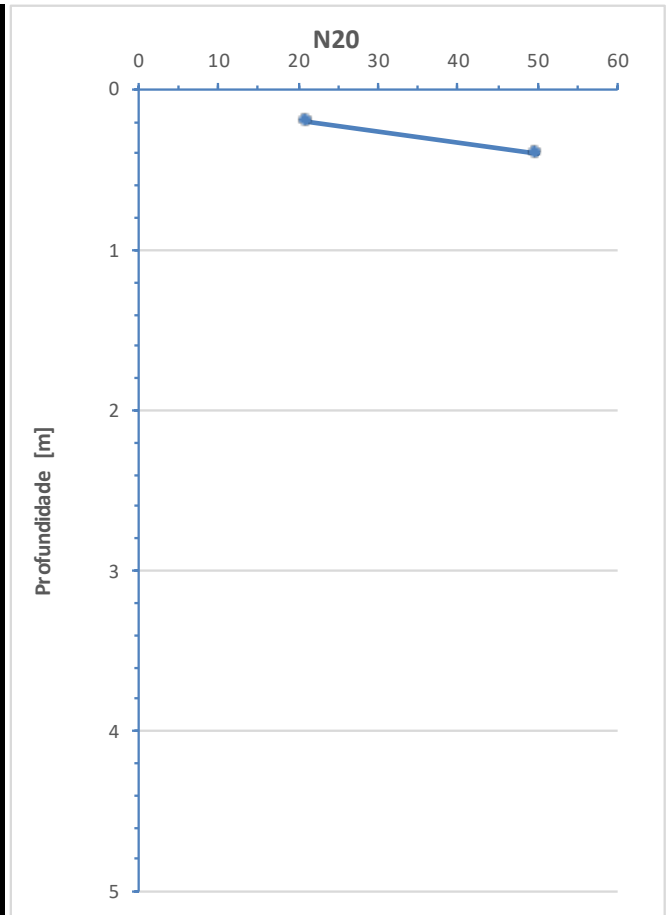
**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA** Escola Superior de Tecnologia e Gestão

### Ensaio de Penetração com DPSH

<b>Posição:</b>	3	<b>Sondagem nº:</b>	<b>P3</b>
<b>Coordenadas</b>	Este		<b>Esquerda do eixo:</b>
	Norte:		
	Elevação (Z):		
<b>Data:</b>	14/10/22	<b>Nível de água:</b>	Não detectado

<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>
0,2	21	4,2		8,2	
0,4	50	4,4		8,4	
0,6		4,6		8,6	
0,8		4,8		8,8	
1		5		9	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>35,5</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>



\*=cm



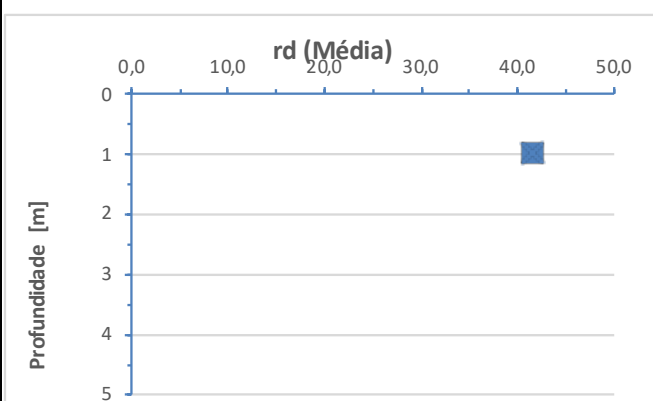
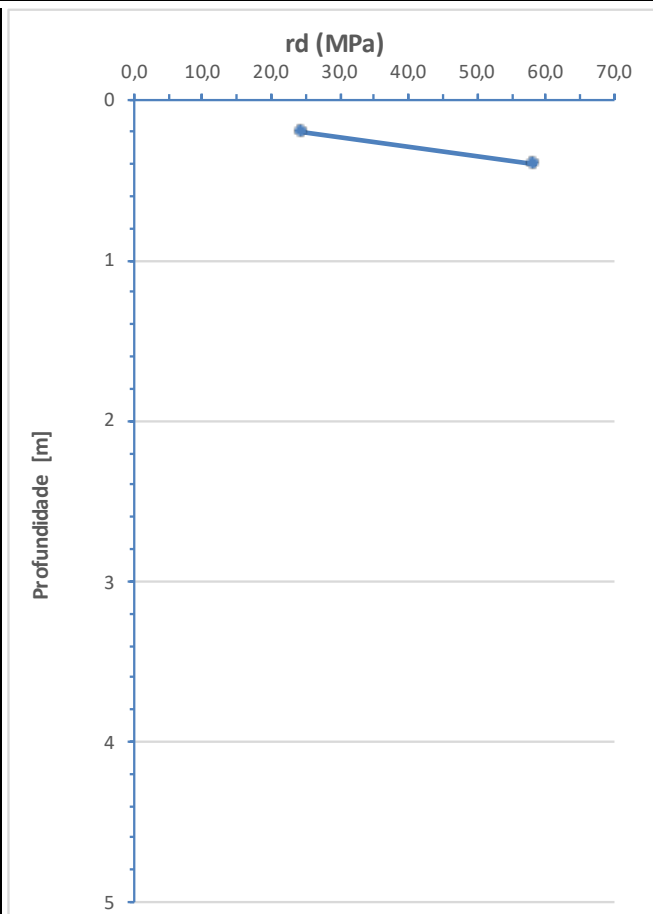
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

### Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	3	Sondagem nº:	P3	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):			
Data:	14/10/22	Nível de água:	Não detectado	

Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		Local:	Vimioso

Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>
0,2	24,53	4,2		8,2	
0,4	58,40	4,4		8,4	
0,6		4,6		8,6	
0,8		4,8		8,8	
1		5		9	
<b>rd (Méd)</b>	<b>41,46</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>



\*=cm



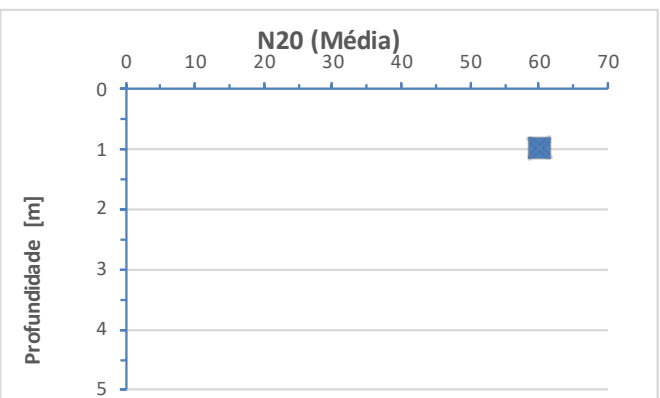
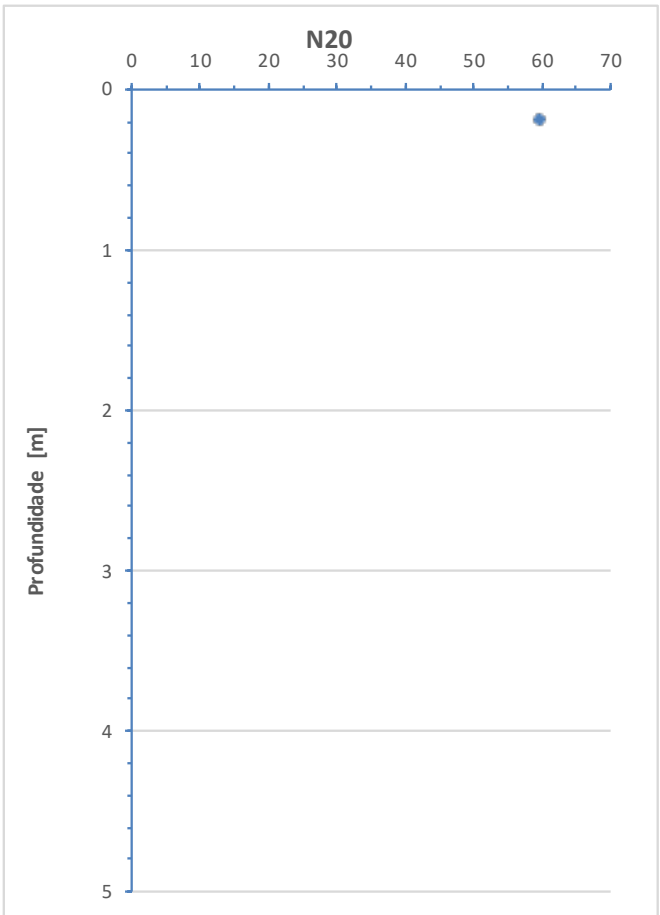
**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA** Escola Superior de Tecnologia e Gestão

### Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	4	Sondagem nº:	<b>P4</b>	
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):			
Data:	14/10/22	Nível de água:	Não detectado	

<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>
0,2	60	4,2		8,2	
0,4		4,4		8,4	
0,6		4,6		8,6	
0,8		4,8		8,8	
1		5		9	
N <sub>20</sub> (Méd)	60	N <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!	N <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!
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 <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!	N <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!	N <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!
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 <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!	N <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!	N <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!
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 <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!	N <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!	N <sub>20</sub> (Méd)	#DIV/O!



\*=cm



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

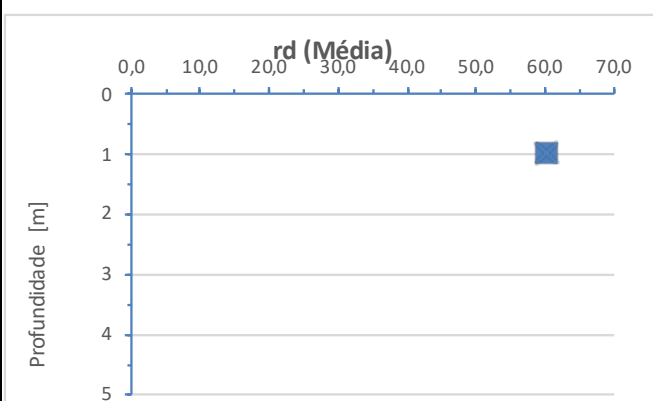
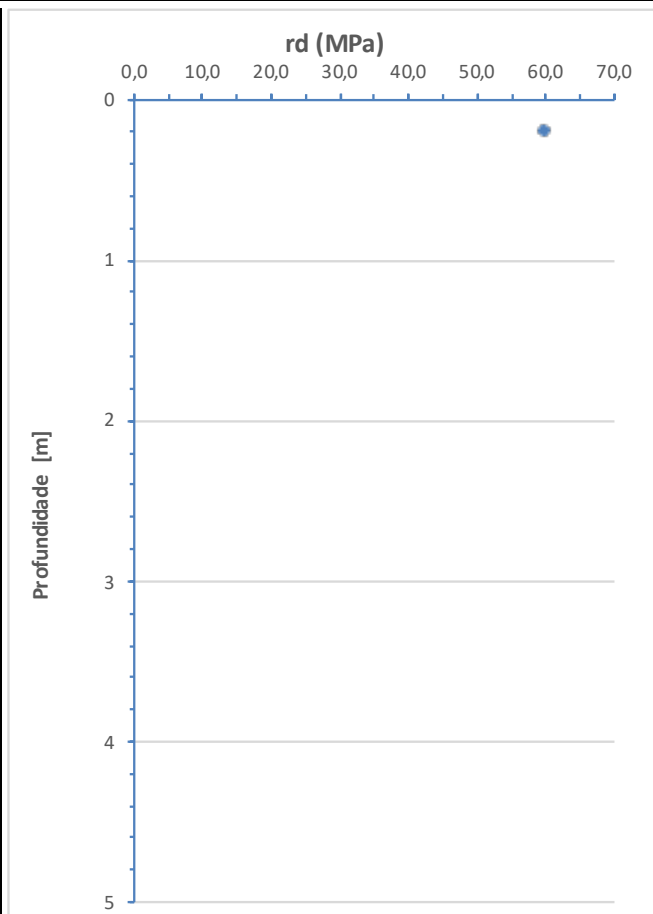
### Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	4	Sondagem nº:	P4
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	14/10/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		Local:	Vimioso

Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>
0,2	60,00	4,2		8,2	
0,4		4,4		8,4	
0,6		4,6		8,6	
0,8		4,8		8,8	
1		5		9	
<b>rd (Méd)</b>	<b>60,00</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>		<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>

\*=cm





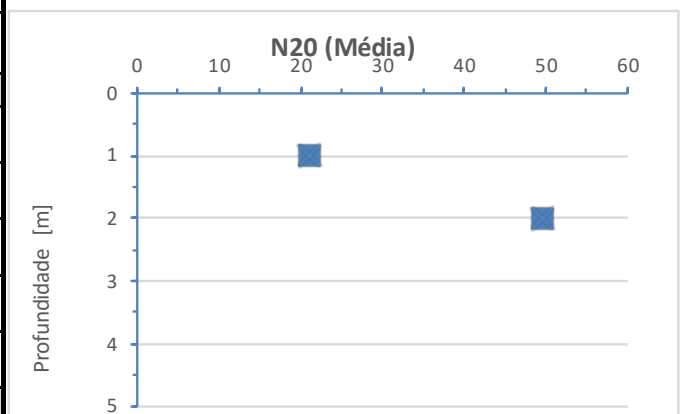
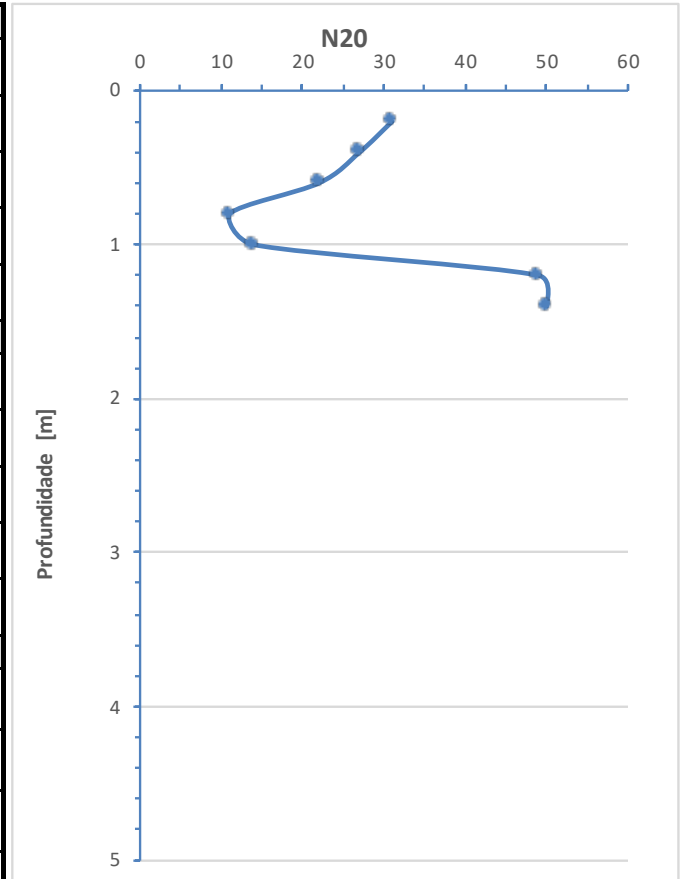
**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA** Escola Superior de Tecnologia e Gestão

### Ensaios de Penetração com DPSH

<b>Posição:</b>	5	<b>Sondagem nº:</b>	<b>P5</b>
<b>Coordenadas</b>	Este	<b>Esquerda do eixo:</b>	
	Norte:		
	Elevação (Z):		
<b>Data:</b>	14/10/22	<b>Nível de água:</b>	Não detectado

<b>Cliente:</b>	Câmara Municipal de Vimioso	<b>Obra:</b>	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		<b>Local:</b>	Vimioso

Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>	Z(m)	N <sub>20</sub>
0,2	31	4,2		8,2	
0,4	27	4,4		8,4	
0,6	22	4,6		8,6	
0,8	11	4,8		8,8	
1	14	5		9	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>21,0</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
1,2	49	5,2		9,2	
1,4	50	5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>49,5</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>N<sub>20</sub> (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>



\*=11cm



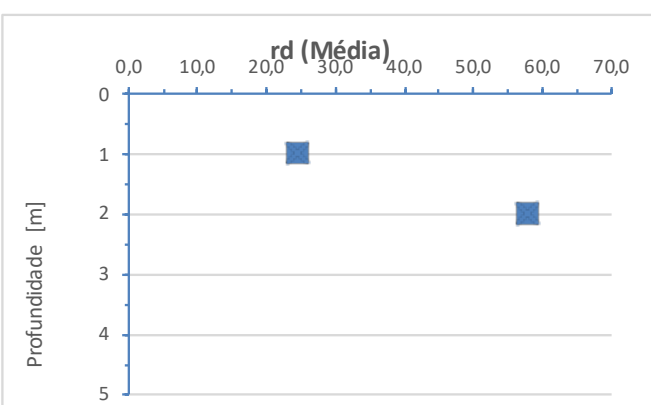
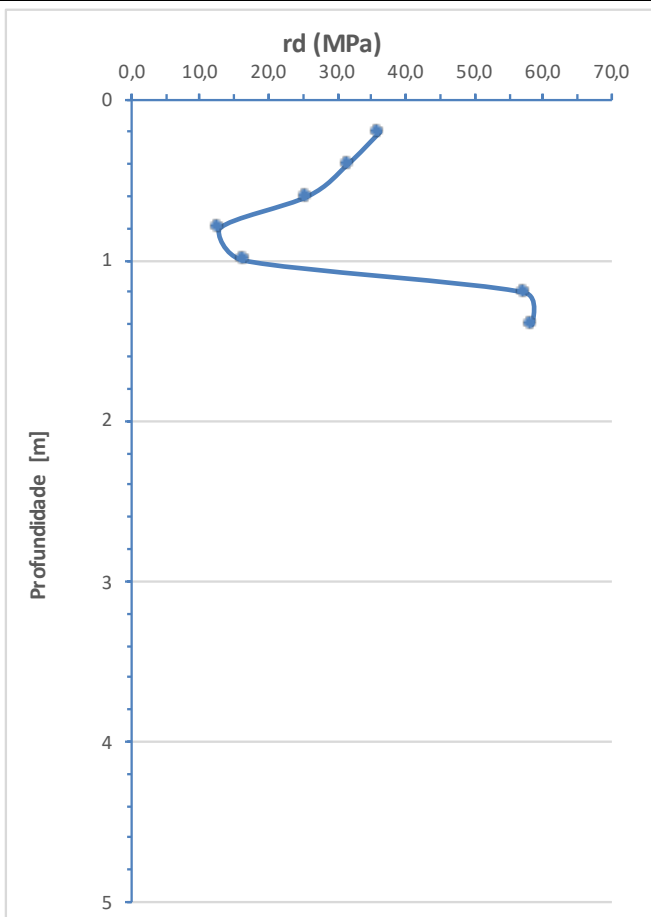
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

### Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	5	Sondagem nº:	P5	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):			
Data:	14/10/22	Nível de água:	Não detectado	

Cliente:	Câmara Municipal de Vimioso	Obra:	Parque Urbano e Piscinas Municipais de Vimioso
		Local:	Vimioso

Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>	Z(m)	r <sub>d</sub>
0,2	36,21	4,2		8,2	
0,4	31,54	4,4		8,4	
0,6	25,70	4,6		8,6	
0,8	12,85	4,8		8,8	
1	16,35	5		9	
<b>rd (Méd)</b>	<b>24,53</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
1,2	57,23	5,2		9,2	
1,4	58,40	5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
<b>rd (Méd)</b>	<b>57,82</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>
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	
<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>	<b>rd (Méd)</b>	<b>#DIV/0!</b>



\*=11cm