

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: Catileno - Engenharia e Construção

OBRA: "Fabrica da Catraport – ZIBragança"

LOCAL: Bragança

Bragança, 03 de março de 2022

Autores do relatório:
Responsável Técnico: Prof. António Miguel Verdelho Paula*
Técnica Superior de Laboratório: 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 com a célula radioativa (Gamadensímetro Nuclear).....	5
2.3	Inspeção visual em poços de prospeção	5
3	Análise preliminar dos resultados de caracterização geotécnica.....	6
3.1	Identificação, classificação e compacidade	6
3.2	Resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH.	8
4	Considerações finais.....	12
	Bibliografia.....	13

RELATÓRIO TÉCNICO

1 Introdução

Requerido pela Catileno - Engenharia e Construção, procedeu-se à realização de oito 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 da futura reconstrução de “Fabrica da Catraport – ZIBragança - Bragança.”, (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 28 de fevereiro de 2022 e consistiu, na realização de oito 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 (cuja base tem área A), para que ocorra determinado comprimento de penetração (L). O diâmetro das varas é inferior ao da base do cone da ponta donde resulta a resistência à penetração apenas de forças de reação do terreno sobre a superfície cónica 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 8 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 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.

Em campo (no aterro/solo de fundação), foram realizados três ensaios com célula radioativa, devidamente identificados no Desenho 1 do Anexo I. Os resultados dos ensaios efetuados encontram-se no Anexo II e no Quadro 2 deste relatório.

No PI1 obteve-se um peso volúmico seco de 17,85 (kN/m³), teor em água de 14,0%.

No PI2 obteve-se um peso volúmico seco de 18,05 (kN/m³), teor em água de 13,1%.

No PI3 obteve-se um peso volúmico seco de 20,01 (kN/m³), teor em água de 6,9%

2.3 Inspeção visual em poços de prospeção

A inspeção visual dos solos foi efetuada através da abertura de dois poços de prospeção até aproximadamente 1,30 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.

Os poços de inspeção foram identificados como PI1, PI2 e PI3, ver no Desenho 1 do Anexo I. Na Figura 5 estão ilustrados os três poços de inspeção realizados e o aspeto do solo intersectado.

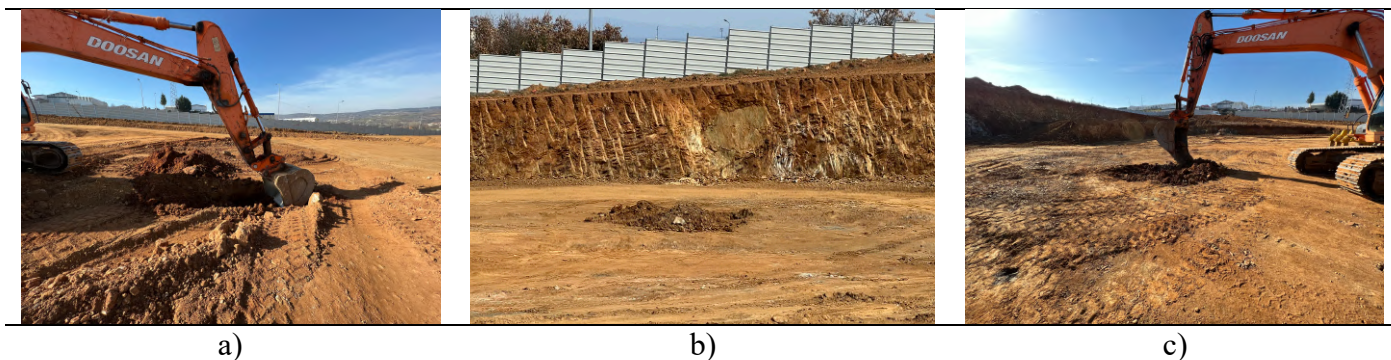


Figura 5 – Poços de prospeção: a) PI1; b) PI2; PI3

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 compacidade

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.

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 60% e o diâmetro médio das partículas (D_{50}) é cerca de 6 mm, na zona do PI2, é um solo fino, areia argilo-siltosa, e na zona do PI3, é um solo é um solo grosso, cascalho siltoso com areia, sendo a percentagem de cascalho de cerca 68% do material e o diâmetro médio das partículas (D_{50}) é de cerca de 11 mm.

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.

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	60.4	28.8	10.8	n.d.	80.0	12.0	6.0	1.0	0.07	GW-GM	Cascalho com silte
S2 - PI2	15.6	47.8	36.6	n.d.	40.0	0.5	0.22	s.d	s.d.	SM-SC	Areia argilo siltosa
S3 - PI3	68.7	16.9	14.4	n.d.	80.0	18.0	11.0	1.5	s.d	GM	Cascalho siltoso com areia

Continuação do Quadro 2

Poço de inspeção	Resultados do ensaio com célula radioativa	
	$\gamma_{d \text{ in situ}}$ (kN/m ³)	w _{in situ} (%)
PI1	17.85	14.0
PI2	18.05	13.1
PI3	20.01	6.9

Legenda do Quadro 1

- 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_{in situ} - teor em água in situ
n. d. - nada a dizer
s. d. - sem dados

Procedeu-se em seguida à classificação do solo do aterro segundo a classificação unificada (ASTM D2487-85), classificação segundo a AASHTO M145-42 e Classificação LCPC/ SETRA. Os resultados da classificação são apresentados em seguida para os três tipos de solo. As tabelas de classificação encontram-se no Anexo II.

Solo S1 - PI1:

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

- Classificação LCPC/ SETRA: [D₃] - Solos granulares médios a grossos praticamente sem fração fina ($D_{máx} > 50\text{mm}$), materiais sem coesão e permeáveis.

Solo S2 – PI2:

- Classificação unificada (ASTM D2487-85): [SM-SC] - Areia argilo siltosa com finos segundo a classificação unificada ASTM. Permeabilidade quando compactado semipermeável a impermeável, boa a razoável resistência ao corte quando compactado e saturado, baixa compressibilidade quando compactado e saturado, e razoável trabalhabilidade como material de construção.

- Classificação segundo a AASHTO M145-42: [A-2-4 (0)] - Materiais granulares, classificando-se como seixo a areia siltosa ou argilosa, tendo um comportamento excelente a bom na camada sob o pavimento.

- Classificação LCPC/ SETRA: [A_{1th}] - Siltes pouco plásticos, pouco argilosos ($IP < 12$), com consistência facilmente variável com fracas variações de teor em água, quando W_n está próximo de W_{opn} , sendo o tempo de reação curto face às variações das condições hídricas e climáticas. [C₂(B₅)]

Solo S3 – PI3:

- Classificação unificada (ASTM D2487-85): [GM] - Solo grosso, cascalho siltoso com areia. Permeabilidade quando compactado semipermeável 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.

- 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: [C₂(B₅)] - Materiais angulosos cuja proporção da fração 0/50mm é menor que 60 a 80%. A fração 0/50mm é um solo da classe B, cuja percentagem que passa no peneiro nº 200 está compreendida entre 12% 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.

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.

Quadro 3 – Resumo dos resultados obtidos dos ensaios de DPSH nos pontos P1 a P8, N_{20} .

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					Média
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	
P1/DPSH1	706,00	2,8	23,0	25,4	43,7	-	-	30,7
P2/DPSH2	706,00	1,6	33,0	42,0	-	-	-	37,5
P3/DPSH3	706,43	3,2	19,8	17,0	27,2	-	-	21,3
P4/DPSH4	705,82	1,6	25,6	44,5	-	-	-	35,1
P5/DPSH5	710,56	1,2	31,6	-	-	-	-	31,6
P6/DPSH6	710,03	1,4	23,0	36,0	-	-	-	29,5
P7/DPSH7	710,64	0,4	43,0	-	-	-	-	43,0
P8/DPSH8	707,56	4,4	28,8	26,2	24,2	14,4	17,0	22,1

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 as profundidades de ensaio foram de 2,8 metros para o DPSH1, 1,6 metros para o DPSH2, 3,2 metros para o DPSH3, 1,6 metros para o DPSH4, 1,2 metros para o DPSH5, 1,4 metros para o DPSH6, 0,4 metros para o DPSH7 e de 4,4 metros para o DPSH8. O valor do N_{20} médio, sem considerar a nega (último valor de cada ensaio) é igual a 28,7. Ao longo da realização dos oito 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, bastante variável e com valores variando entre 16,8 MPa e 52,0 MPa. Com os valores obtidos dos r_d aconselha-se a utilização deste material no seu estado *in situ* para a fundação de qualquer tipo de

estrutura. Este solo tem pouca possança e facilmente se consegue atingir o estrato rijo – mais resistente – como facilmente se pode confirma pela análise dos resultados.

Quadro 4 – Resultados dos ensaios DPSH nos pontos P1 a P8, resistência de ponta rd (MPa).

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	rd (MPa) (Médio) (por metro)					Média
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	
P1/DPSH1	706,00	2,8	26,9	29,7	51,0	-	-	35,8
P2/DPSH2	706,00	1,6	38,5	49,1	-	-	-	43,8
P3/DPSH3	706,43	3,2	23,1	19,9	31,8	-	-	24,9
P4/DPSH4	705,82	1,6	29,9	52,0	-	-	-	40,9
P5/DPSH5	710,56	1,2	36,9	-	-	-	-	36,9
P6/DPSH6	710,03	1,4	26,9	42,1	-	-	-	34,5
P7/DPSH7	710,64	0,4	50,2	-	-	-	-	50,2
P8/DPSH8	707,56	4,4	33,6	30,6	28,3	16,8	19,9	25,8

- Correlação N_{SPT} - N_{DPSH}

Segundo Afonso (2016), para um solo classificado com 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)= $0,96.N_{DPSH}$					Média
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	
P1/DPSH1	2,8	22,1	24,4	42,0	-	-	29,5
P2/DPSH2	1,6	31,7	40,3	-	-	-	36,0
P3/DPSH3	3,2	19,0	16,3	26,1	-	-	20,5
P4/DPSH4	1,6	24,6	42,7	-	-	-	33,6
P5/DPSH5	1,2	30,3	-	-	-	-	30,3
P6/DPSH6	1,4	22,1	34,6	-	-	-	28,3
P7/DPSH7	0,4	41,3	-	-	-	-	41,3
P8/DPSH8	4,4	27,6	25,2	23,2	13,8	16,3	21,2

- 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 [kPa];

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					Média
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	
P1/DPSH1	2,8	433,2	478,4	823,1	-	-	578,2
P2/DPSH2	1,6	621,6	791,1	-	-	-	706,3
P3/DPSH3	3,2	372,9	320,2	512,3	-	-	401,8
P4/DPSH4	1,6	482,2	838,2	-	-	-	660,2
P5/DPSH5	1,2	595,2	-	-	-	-	595,2
P6/DPSH6	1,4	433,2	678,1	-	-	-	555,6
P7/DPSH7	0,4	809,9	-	-	-	-	809,9
P8/DPSH8	4,4	542,5	493,5	455,8	271,2	320,2	416,6

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 271,2 MPa e 838,2 MPa. Estes valores permitem aferir grande heterogeneidade nos resultados obtidos mas com valores da capacidade resistente elevados. Pode também

referir-se que o solo não apresenta uma compactação homogénea, variando de ponto para ponto. No entanto, como referido atrás, os valores da capacidade de carga na nega são elevados e verificam-se a baixa profundidade relativamente à superfície do terreno. É possível observar valores da tensão admissível do terreno no fim do ensaio entre 320,2 a 838,2 kPa, variando com o ensaio, 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 31,1° e 38,9° (sem considerar a nega). Tratando-se de cascalhos com siltes e areia, os valores estimados para o ângulo de atrito são típicos de soltos.

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					Média
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]	
P1/DPSH1	2,8	33,5	34,1	38,7	-	-	35,4
P2/DPSH2	1,6	36,1	38,3	-	-	-	37,2
P3/DPSH3	3,2	32,6	31,9	34,6	-	-	33,0
P4/DPSH4	1,6	34,1	38,9	-	-	-	36,5
P5/DPSH5	1,2	35,7	-	-	-	-	35,7
P6/DPSH6	1,4	33,5	36,8	-	-	-	35,1
P7/DPSH7	0,4	38,6	-	-	-	-	38,6
P8/DPSH8	4,4	35,0	34,3	33,8	31,1	31,9	33,2

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 da “Fábrica da Catraport – ZIBragança” em Bragança.

O solo S1 é constituído por cascalho bem graduado com silte, com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) de GW-GM. A percentagem de cascalho é superior a 50% do material. O diâmetro médio das partículas (D_{50}) é de 6 mm. O grau de compactação do aterro à superfície é de 100%.

O solo S2 é uma areia argilo siltosa com finos, com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) de SM-SC. O diâmetro médio das partículas (D_{50}) está compreendido entre 0,2mm e 0,3mm. O grau de compactação do aterro à superfície é de 90,2%.

O solo S3 é constituído por cascalho siltoso com areia, com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) de GM. A percentagem de cascalho é superior a 50% do material. O diâmetro médio das partículas (D_{50}) é de 11 mm. O grau de compactação do aterro à superfície é de 89,2%.

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 da nova ampliação do edifício em requalificação. A tensão admissível varia de ponto para ponto. Os valores das tensões admissíveis obtidos são de 320.2 a 838,2 kPa. Estes valores correspondentes à nega no ensaio DPSH. Como a nega foi atingida a baixa profundidade, é recomendável a realização da base das fundações às cotas onde se dá a nega no ensaio.

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

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 março de 2022.

António Miguel Vedeles Paula

Hermínia

Octávio Pereira

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

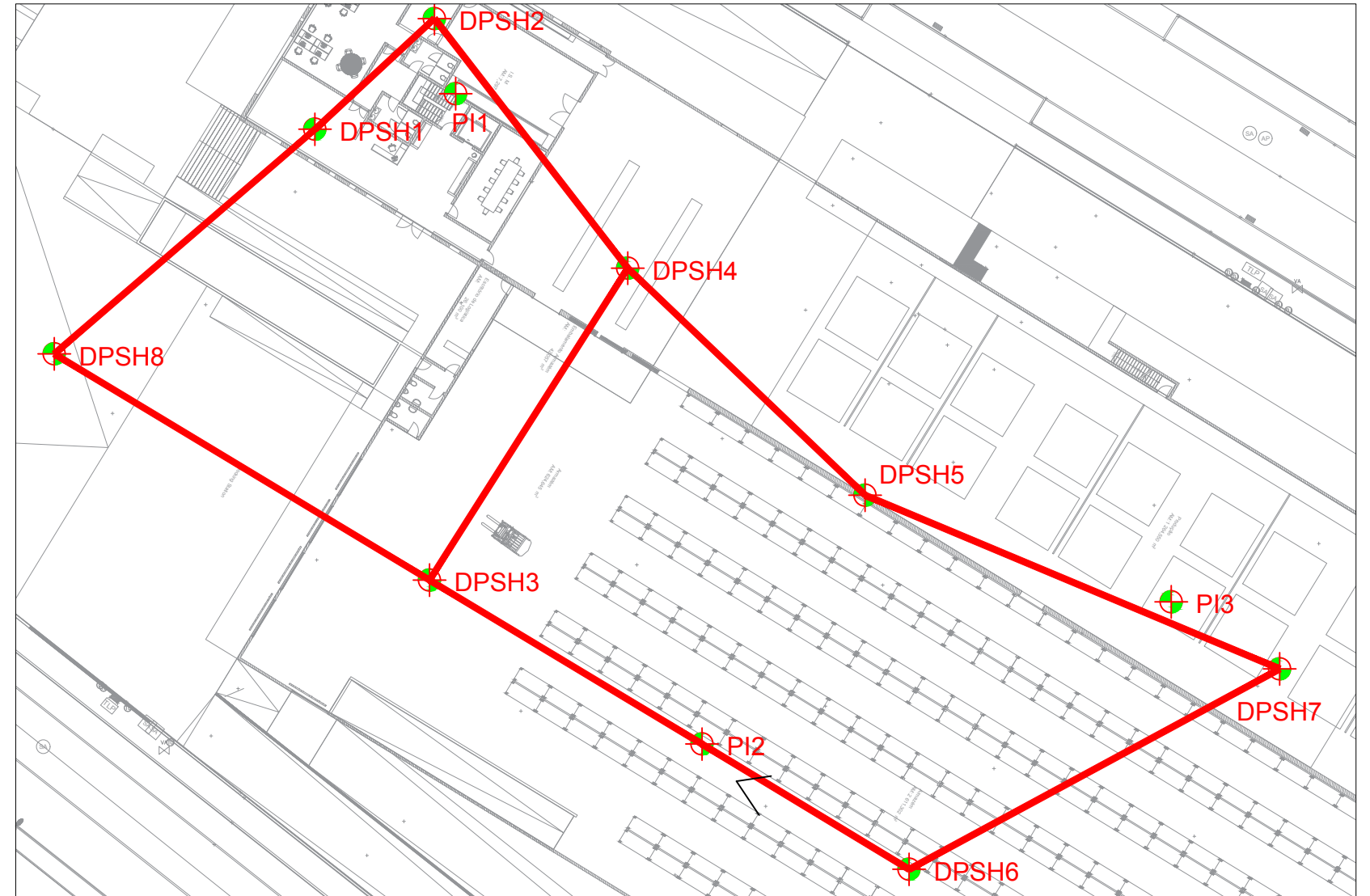
Campus de S. Apolónia
5300-253 Bragança – Portugal
Phone: +351 273 303 174
e-mail: opereira@ipb.pt

ANEXOS

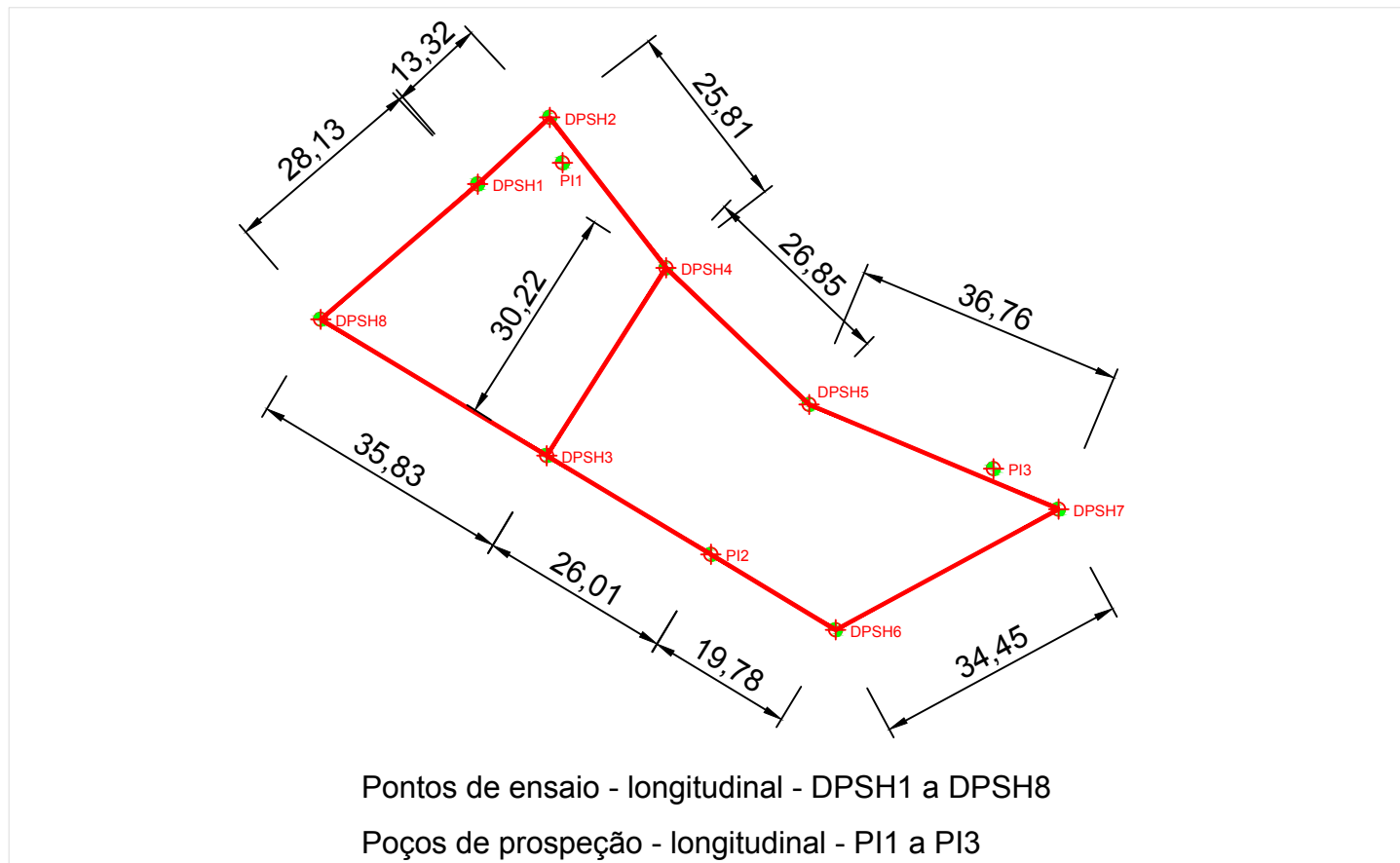
**ANEXO I (Cortes e planta dos pontos de ensaio DPSH e Poços de
Prospecção)**



Escala 1/1000



Escala 1/500

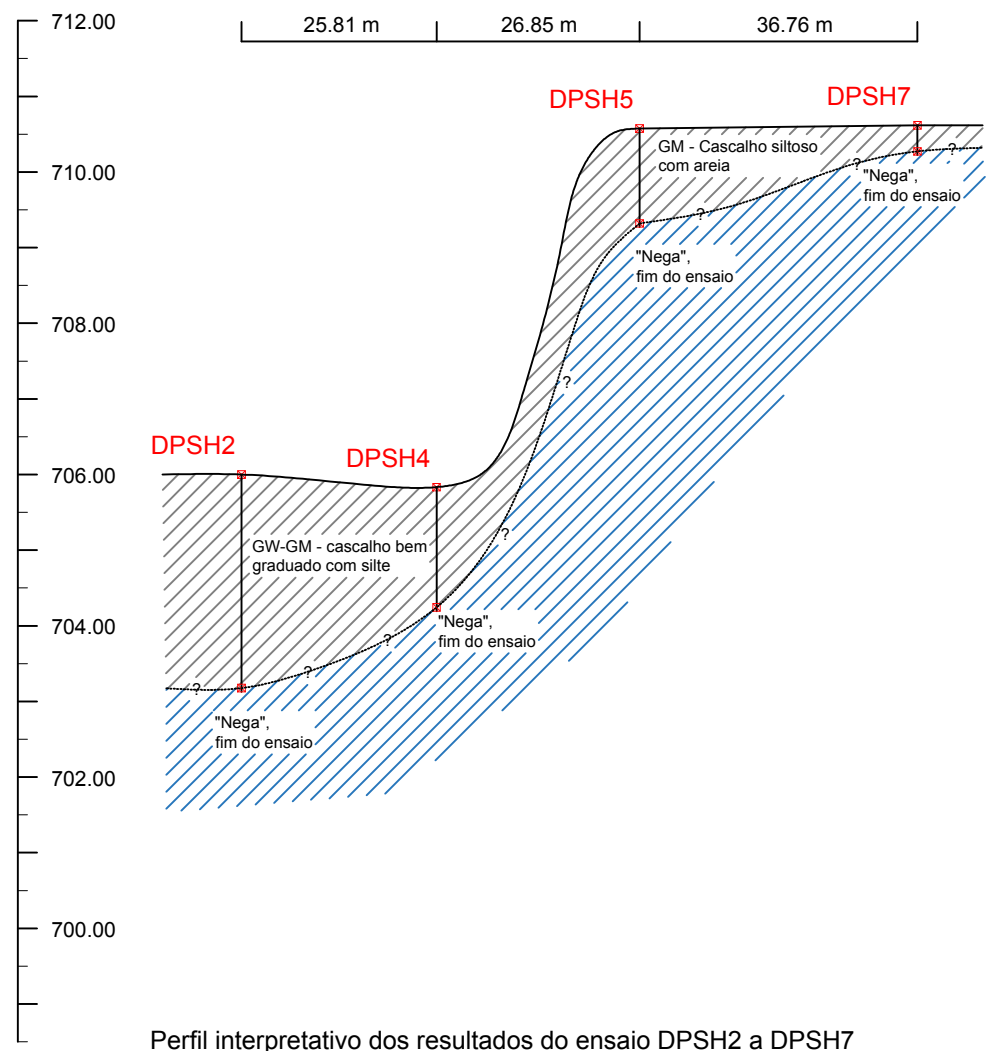


Escala 1/1000

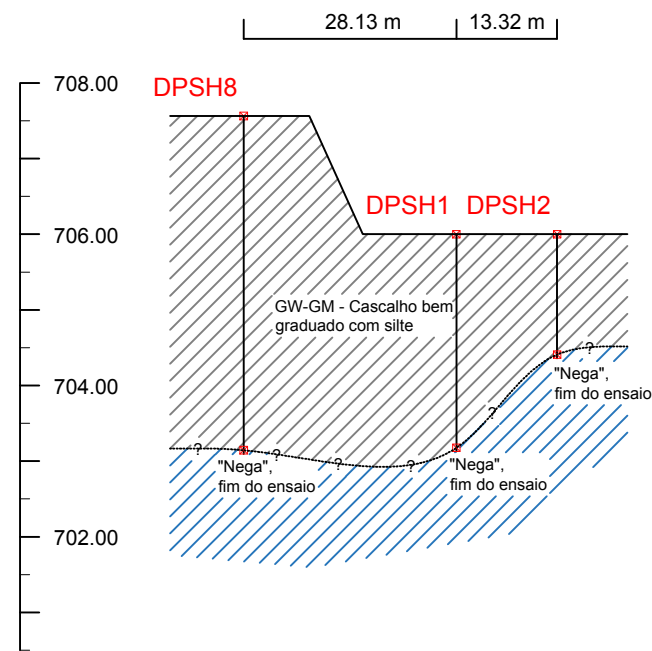
LEGENDA:

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

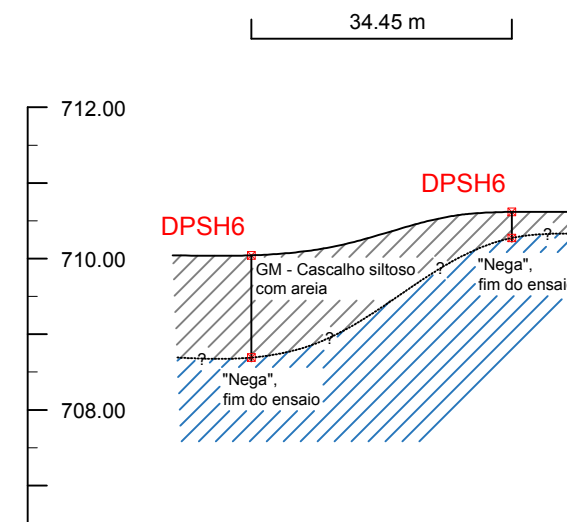
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Laboratório de Geotecnia Telefone: (+351)273303000 Fax: (+351)273313051 E-mail: estig@ipb.pt	Escola Superior de Tecnologia e Gestão Campus de Santa Apolónia - Apartado 1134 5301-857 Bragança Portugal
esc:	data:	Cliente: Catileno - Engenharia e Construção	
1/---	07-03-2022	Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1 a 8	
projectou:	n.º:	Obra/Local:	
	1	Fabrica da Catraport – ZIBragança	



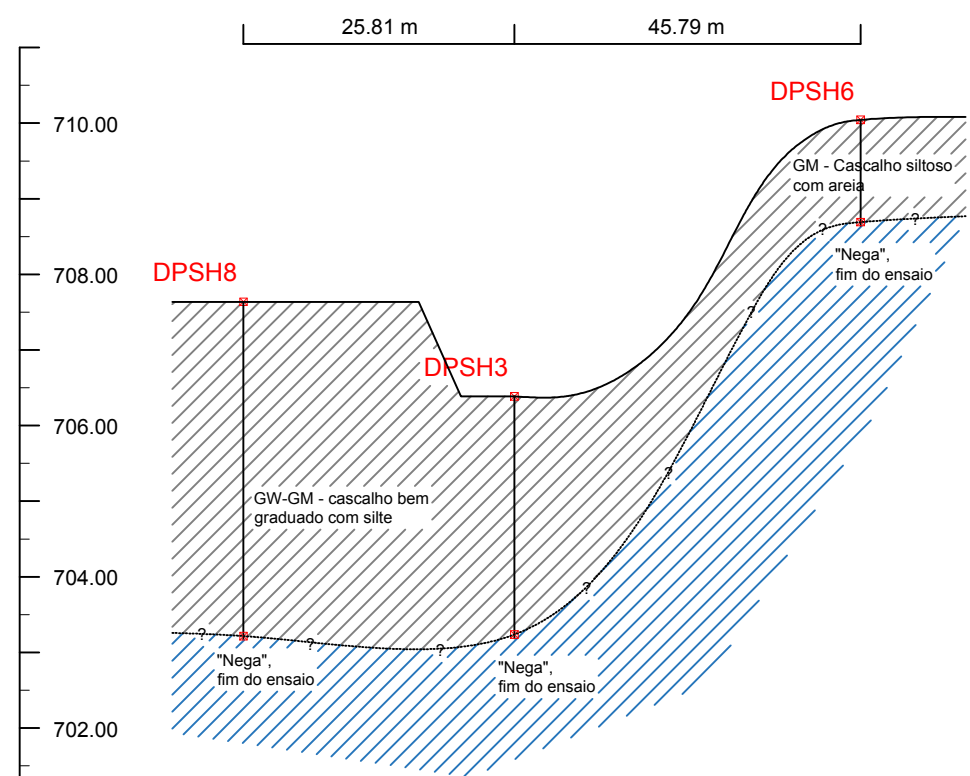
Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH2 a DPSH7



Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH8 a DPSH2

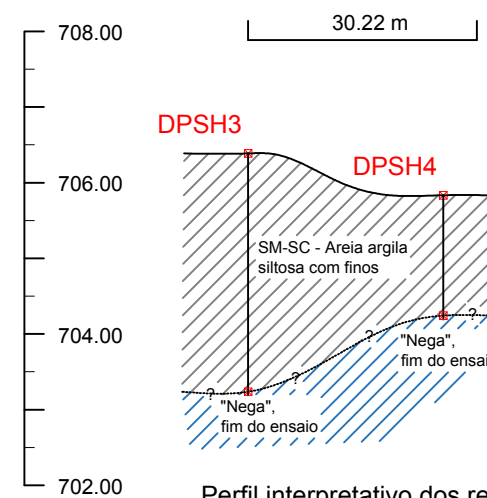


Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH6 a DPSH7



Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH8 a DPSH6

Escala no desenho



Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH3 a DPSH4



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:

07-03-2022

Ciente: Catileno - Engenharia e Construção

Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1 a 6


projectou:

n.º:

2

Obra/Local:
Fabrica da Catraport – ZIBragança

ANEXO II (Resultados dos ensaios de Identificação e Célula Radioativa)

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA	
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970	
	Amostra:	S1
	Data da Colheita:	28/02/2022
Ciente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra: "Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local: Bragança

Massa total da amostra: (g)	mt=	4382,10
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	2646,00
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1736,10


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´)	0,00	0,00	0,00	100,00
50.8 - (2´)	667,20	15,23	15,23	84,77
38,10- (1 ¹ / ₂)	279,70	6,38	21,61	78,39
25,4 - (1´)	384,90	8,78	30,39	69,61
19 - (3/4)	122,10	2,79	33,18	66,82
9,51 - (3/8)	516,10	11,78	44,96	55,04
4.76 - (n4)	370,30	8,45	53,41	46,59
2 - (n10)	305,70	6,98	60,38	39,62
< 2,00 - (n10)	1736,10	39,62		
TOTAL	4382,10	100,00		

Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	80,40	$N''10=(m'10/mt) \times 100=$		39,62
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	25,30	12,47	72,85	27,15
40	14,50	7,15	79,99	20,01
60	7,10	3,50	83,49	16,51
140	9,00	4,43	87,93	12,07
200	2,60	1,28	89,21	10,79
< 200	21,90			
TOTAL	80,40			

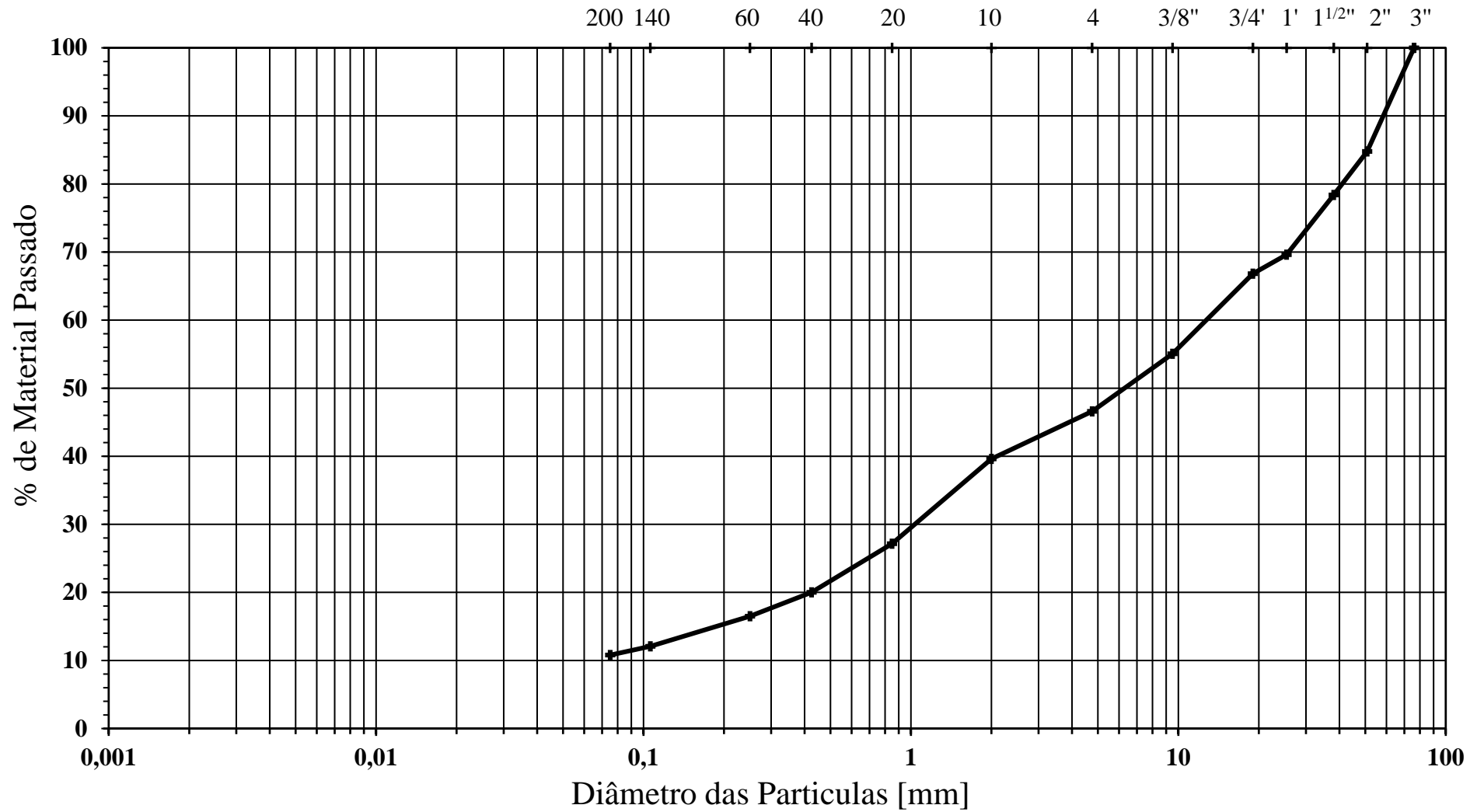
Bragança, 03 de março de 2022

O Técnico


 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S1



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


 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA		
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970		
	Amostra:	S2	
	Data da Colheita:	28/02/2022	
Ciente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local:	Bragança


Massa total da amostra: (g)	mt=	2167,40
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	338,00
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1829,40

Fracção retida no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida $Nx=(mx/mt) \times 100$	% 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´)	0,00	0,00	0,00	100,00
38,10- (1 ¹ / ₂)	0,00	0,00	0,00	100,00
25,4 - (1´)	115,90	5,35	5,35	94,65
19 - (3/4)	22,60	1,04	6,39	93,61
9,51 - (3/8)	18,50	0,85	7,24	92,76
4.76 - (n4)	59,50	2,75	9,99	90,01
2 - (n10)	121,50	5,61	15,59	84,41
< 2,00 - (n10)	1829,40	84,41		
TOTAL	2167,40	100,00		

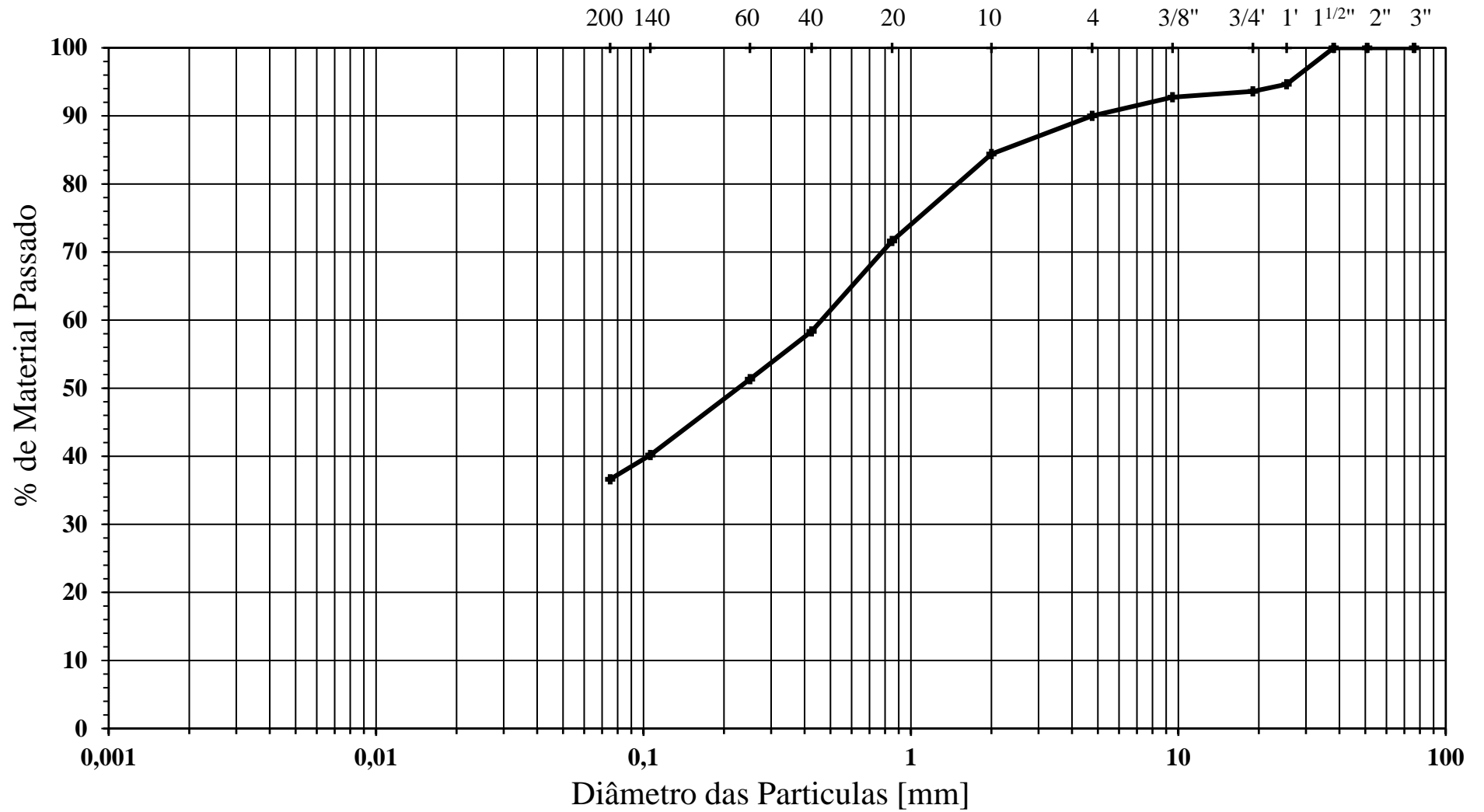
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	83,20	$N"10=(m'10/mt) \times 100=$		84,41
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida (total) $Nx=(mx/ma) \times N"10$	% Acumulada retida total (N'x)	% total acumulada que passa (N"x=100-N'x)
20	12,60	12,78	28,38	71,62
40	13,10	13,29	41,67	58,33
60	6,90	7,00	48,67	51,33
140	11,00	11,16	59,83	40,17
200	3,50	3,55	63,38	36,62
< 200	36,10			
TOTAL	83,20			

Bragança, 03 de março de 2022


O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S2



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


 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA	
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970	
	Amostra:	S3
	Data da Colheita:	28/02/2022
Ciente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra: "Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local: Bragança


Massa total da amostra: (g)	mt=	3744,30
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	2571,50
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1172,80

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´)	464,80	12,41	12,41	87,59
38,10- (1 1/2´)	259,80	6,94	19,35	80,65
25,4 - (1´)	294,00	7,85	27,20	72,80
19 - (3/4´)	365,00	9,75	36,95	63,05
9,51 - (3/8´)	609,00	16,26	53,22	46,78
4.76 - (n4)	322,90	8,62	61,84	38,16
2 - (n10)	256,00	6,84	68,68	31,32
< 2,00 - (n10)	1172,80	31,32		
TOTAL	3744,30	100,00		

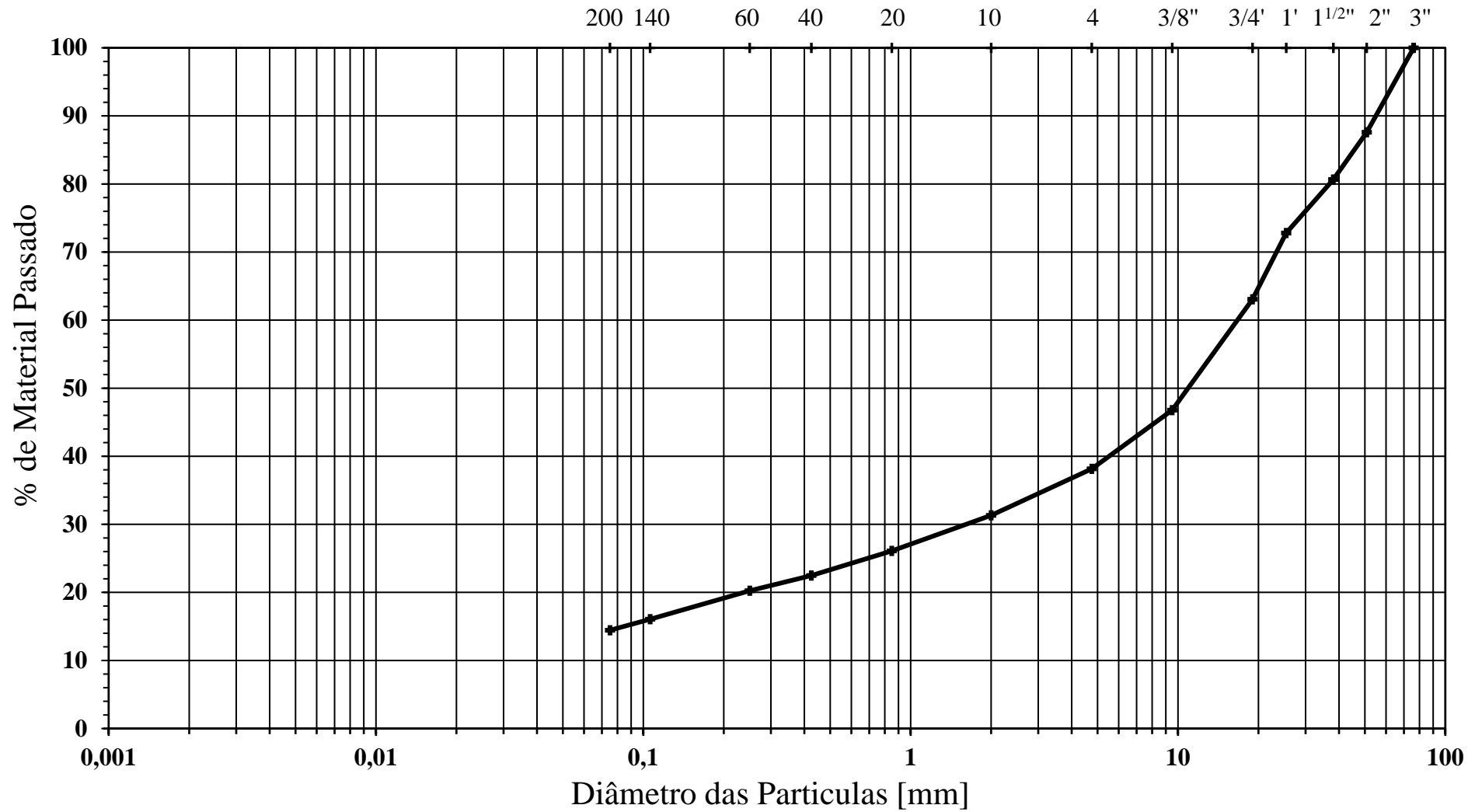
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	87,40	$N"10=(m'10/mt) \times 100=$		31,32
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida (total) $N_x=(mx/ma) \times N"10$	% Acumulada retida total (N'x)	% total acumulada que passa (N"x=100-N'x)
20	14,60	5,23	73,91	26,09
40	10,10	3,62	77,53	22,47
60	6,20	2,22	79,75	20,25
140	11,70	4,19	83,94	16,06
200	4,50	1,61	85,56	14,44
< 200	40,30			
TOTAL	87,40			

Bragança, 03 de março de 2022


O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S3



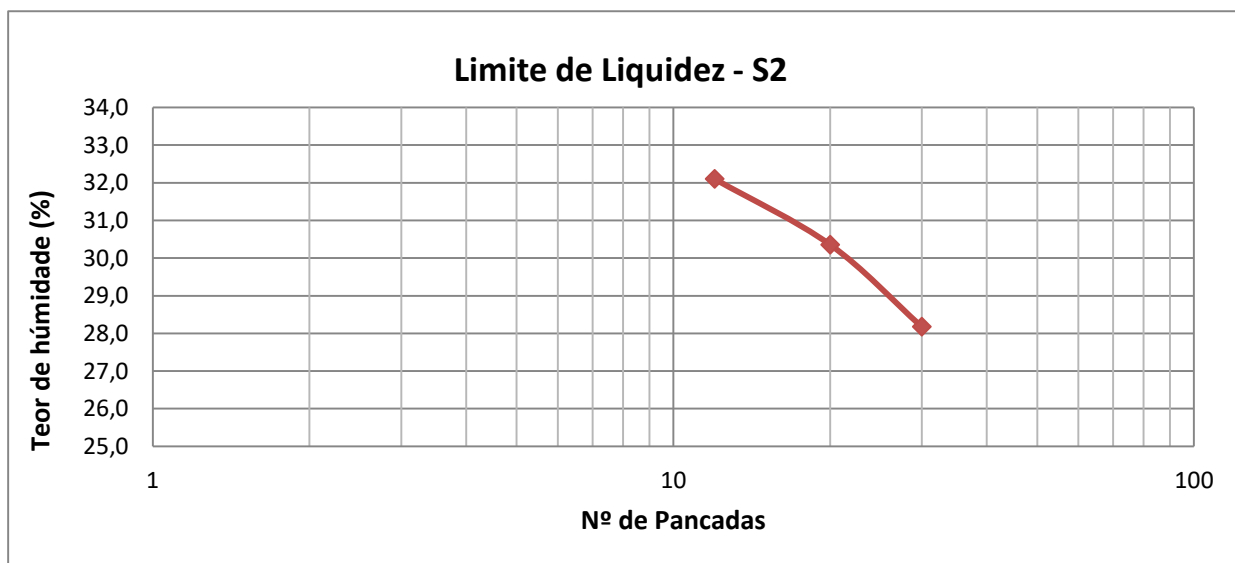
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA	
		Norma Referência: NP-143:1969	
		Amostra:	S2
		Data da Colheita:	28/02/2022
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local:	Bragança

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

Número de ensaio			1	2	3
Número de pancadas			12	20	30
Número de recipiente			9	11	2
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,41	13,39	13,36
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	27,36	28,72	26,37
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	23,97	25,15	23,51
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	3,39	3,57	2,86
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	10,56	11,76	10,15
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	32,1	30,4	28,2

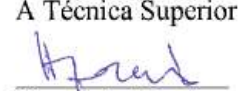
Limite de Liquidez (LL)= 29,0 (0,1%)




Bragança, 03 de março de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA		
		Norma Referência: NP-143:1969		
		Amostra:	S2	
		Data da Colheita:	28/02/2022	
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

Número de ensaio			1	2
Número de recipiente			5	3
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	17,52	17,38
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	19,34	18,83
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	18,99	18,56
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	0,35	0,27
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	1,47	1,18
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	23,8	22,9

Limite de plasticidade LP= 23,3 (0,1%)

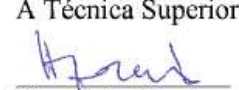
Limite de liquidez LL= 29,0 (0,1%)


Índice de plasticidade IP= LL - LP= 6 (1%)

Bragança, 03 de março de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	S1	Local:	Bragança
Data Recolha:	28/02/2022				
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	46,59	39,62	20,01	10,79
Retida Acumulada (%)	0,00	53,41	60,38	79,99	89,21

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

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	60,4
Areia (%)	28,8
Silte e Argila (%)	10,8
Índice de Grupo	0

D60 (mm)	12,0
D30 (mm)	1,0
D10 (mm)	0,07


Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	GW-GM
Classificação (AASHTO M145-42):	A-1-a (0)
Classificação LCPC/ SETRA:	D₃

Observações:

GW-GM - Solo grosso, cascalho bem graduado com silte. Permeabilidade quando compactado permeável a impermeável, excelente a boa resistência ao corte quando compactado e saturado, desprezável compressibilidade quando compactado e saturado, e excelente a 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 um material aglutinante NP ou fracamente plástico.

D₃ . Solos granulares médios a grossos praticamente sem fração fina ($D_{máx} > 50\text{mm}$), materiais sem coesão e permeáveis.

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	S2	Local:	Bragança
Data Recolha:	28/02/2022				
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	90,01	84,41	58,33	36,62
Retida Acumulada (%)	0,00	9,99	15,59	41,67	63,38

Limite de Liquidez	29,0
Limite de Plasticidade	23,3
Índice de Plasticidade	6
Teor de Matéria Orgânica	

D60 (mm)	0,5
D30 (mm)	s.d
D10 (mm)	s.d

Coeficiente de Uniformidade	45,0
Coeficiente de Curvatura	0,1
Cascalho (%)	15,6
Areia (%)	47,8
Silte e Argila (%)	36,6
Índice de Grupo	0


Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	SM-SC
Classificação (AASHTO M145-42):	A-2-4(0)
Classificação LCPC/ SETRA:	A₁th

Observações:

SM-SC - Areia argilo siltosa com finos segundo a classificação unificada ASTM. Permeabilidade quando compactado semipermeável a impermeável, boa a razoável resistência ao corte quando compactado e saturado, baixa compressibilidade quando compactado e saturado, e razoável trabalhabilidade como material de construção.

A-2-4 (0) - Materiais granulares, classificando-se como seixo a areia silosa ou argilosa, tendo um comportamento excelente a bom na camada sob o pavimento.

A₁th-Siltos pouco plásticos, pouco argilosos (IP<12), com consistência facilmente variável com fracas variações de teor em água, quando W_n está próximo de W_{opn}, sendo o tempo de reação curto face às variações das condições hídricas e climáticas.

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	S3	Local:	Bragança
Data Recolha:	28/02/2022				
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	38,16	31,32	22,47	14,44
Retida Acumulada (%)	0,00	61,84	68,68	77,53	85,56

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

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	68,7
Areia (%)	16,9
Silte e Argila (%)	14,4
Índice de Grupo	0

D60 (mm)	18,0
D30 (mm)	1,5
D10 (mm)	s.d

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. Permeabilidade quando compactado semipermeável 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.

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

C₂(B₅) - Materiais angulosos cuja proporção da fração 0/50mm é menor que 60 a 80%. A fração 0/50mm é um solo da classe B, cuja percentagem que passa no peneiro nº 200 está compreendida entre 12% 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

Ensaio de Penetração com DPSH

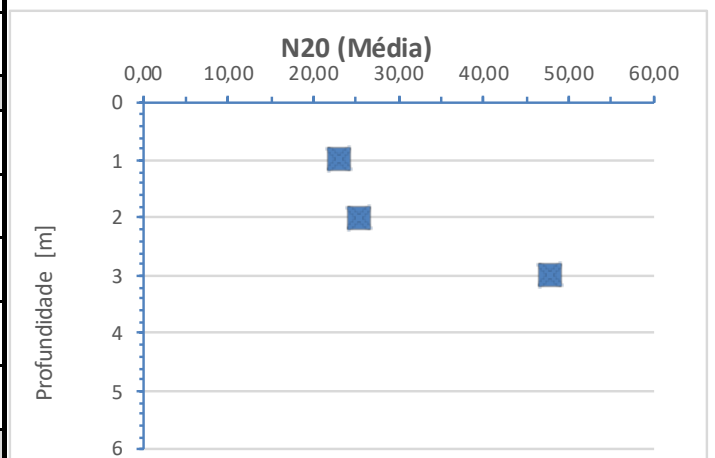
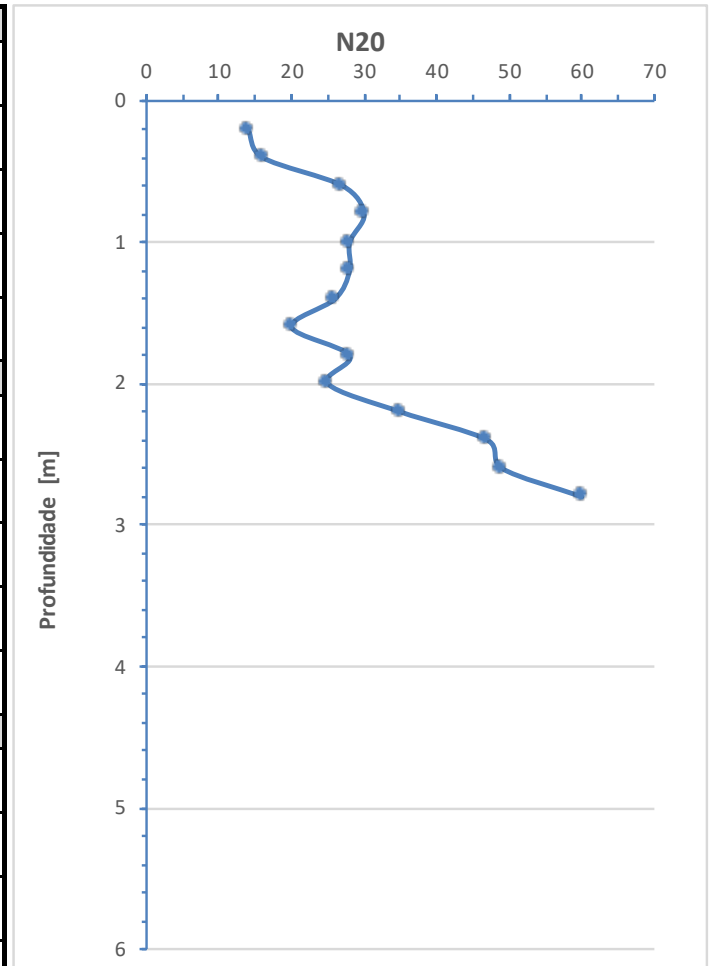
Posição:	1	Sondagem nº:	S1
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	706	
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente: Catileno - Engenharia e Construção

Obra: "Fabrica da Catraport – ZIBragança"

Local: BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	14	4,2		8,2	
0,4	16	4,4		8,4	
0,6	27	4,6		8,6	
0,8	30	4,8		8,8	
1	28	5		9	
N₂₀ (Méd)	23,00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	28	5,2		9,2	
1,4	26	5,4		9,4	
1,6	20	5,6		9,6	
1,8	28	5,8		9,8	
2	25	6		10	
N₂₀ (Méd)	25,40	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2,2	35	6,2		10,2	
2,4	47	6,4		10,4	
2,6	49	6,6		10,6	
2,8	60	6,8		10,8	
3		7		11	
N₂₀ (Méd)	47,75	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!



*=cm

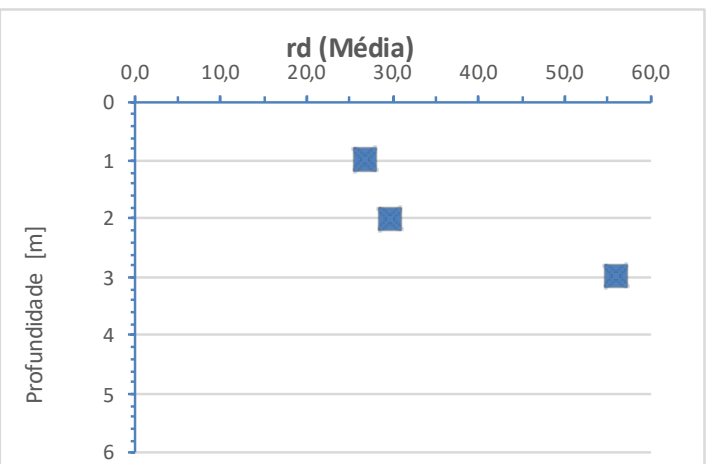
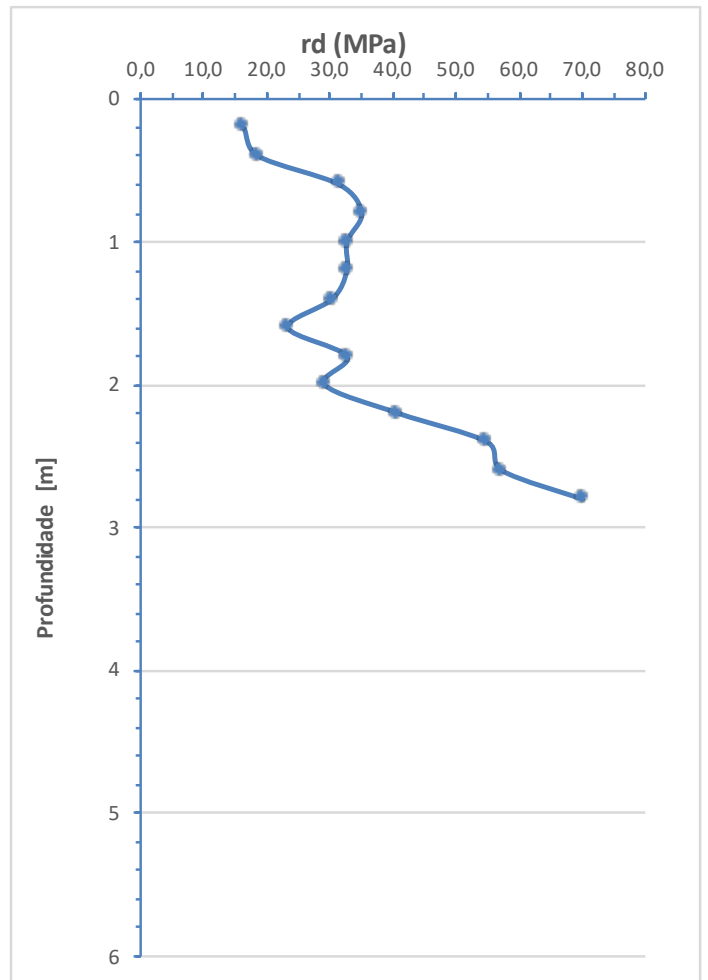


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	1	Sondagem nº:	S1	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):	706		
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não Detectado	
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
			Local:	BRAGANÇA

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	16,35	4,2		8,2	
0,4	18,69	4,4		8,4	
0,6	31,54	4,6		8,6	
0,8	35,04	4,8		8,8	
1	32,70	5		9	
rd (Méd)	26,86	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	32,70	5,2		9,2	
1,4	30,37	5,4		9,4	
1,6	23,36	5,6		9,6	
1,8	32,70	5,8		9,8	
2	29,20	6		10	
rd (Méd)	29,67	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2,2	40,88	6,2		10,2	
2,4	54,90	6,4		10,4	
2,6	57,23	6,6		10,6	
2,8	70,08	6,8		10,8	
3		7		11	
rd (Méd)	55,77	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!



*=10cm



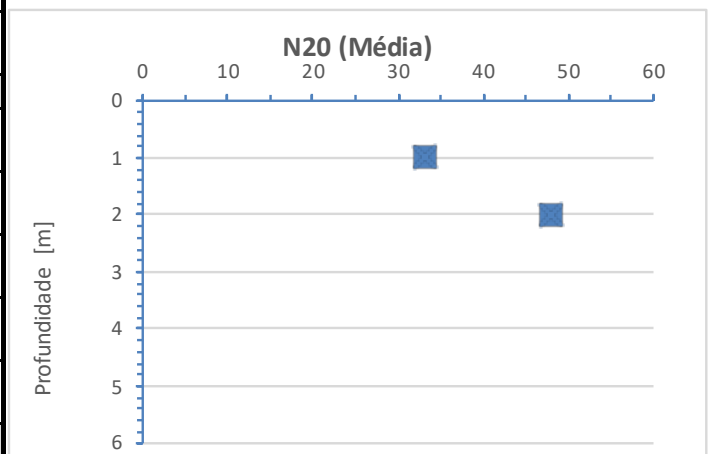
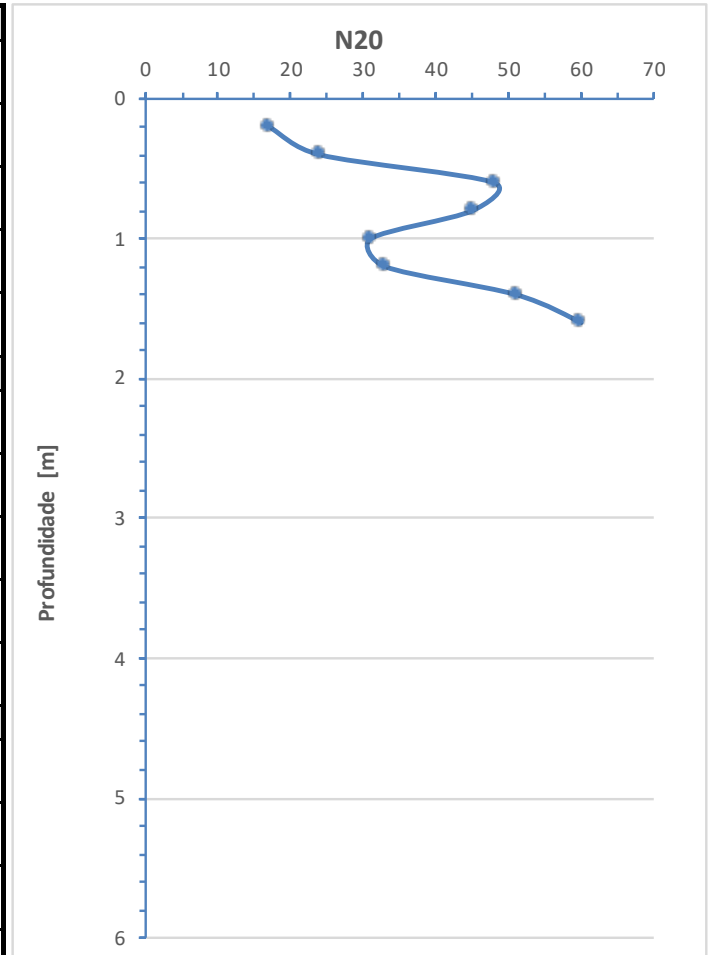
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	2	Sondagem nº:	S2
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	706	
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	17	4,2		8,2	
0,4	24	4,4		8,4	
0,6	48	4,6		8,6	
0,8	45	4,8		8,8	
1	31	5		9	
N₂₀ (Méd)	33,00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	33	5,2		9,2	
1,4	51	5,4		9,4	
1,6	60	5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
N₂₀ (Méd)	48,00	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!



*=17cm



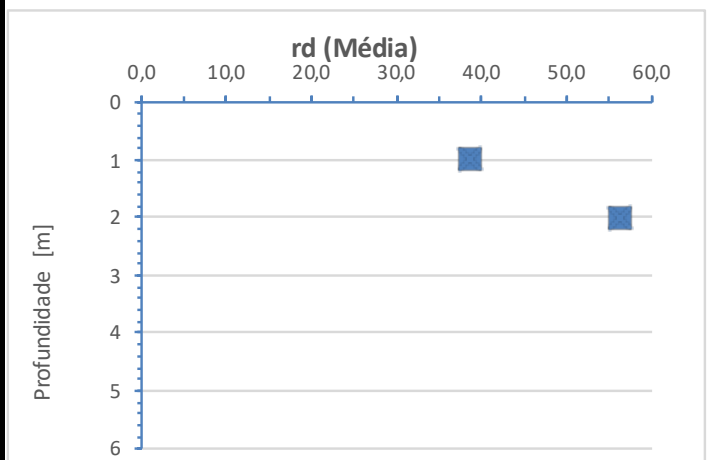
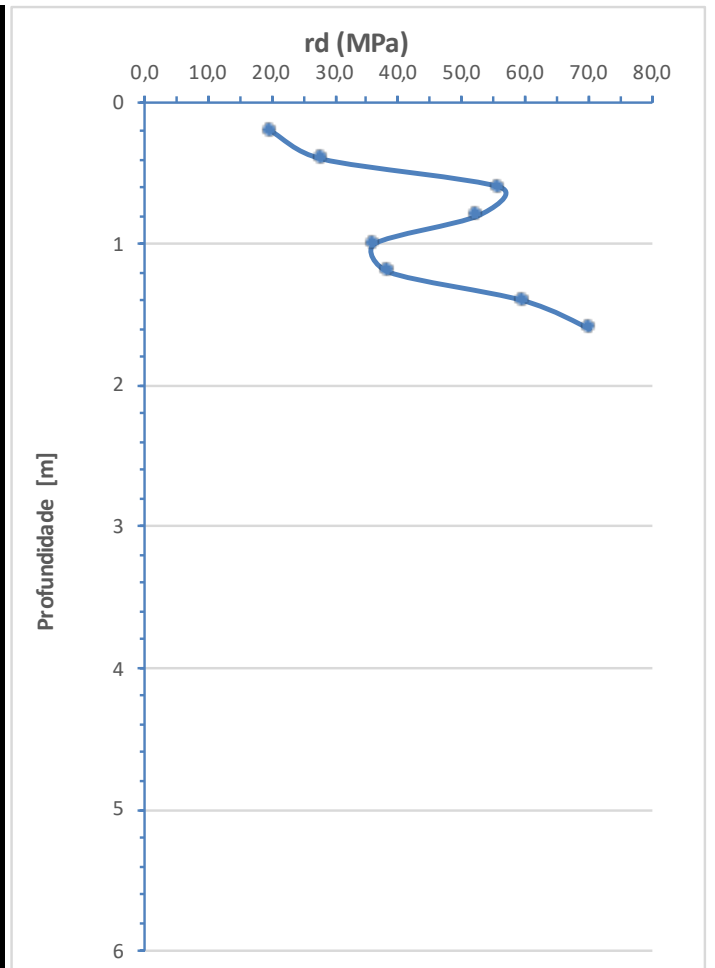
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	2	Sondagem nº:	S2
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	706	
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado

Ciente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	19,86	4,2		8,2	
0,4	28,03	4,4		8,4	
0,6	56,06	4,6		8,6	
0,8	52,56	4,8		8,8	
1	36,21	5		9	
rd (Méd)	38,54	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	38,54	5,2		9,2	
1,4	59,57	5,4		9,4	
1,6	70,08	5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
rd (Méd)	56,06	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2,2		6,2		10,2	
2,4		6,4		10,4	
2,6		6,6		10,6	
2,8		6,8		10,8	
3		7		11	
rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3,2		7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=17cm

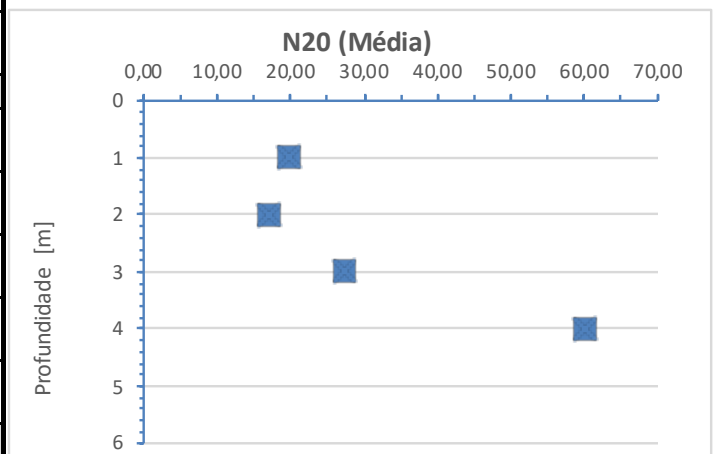
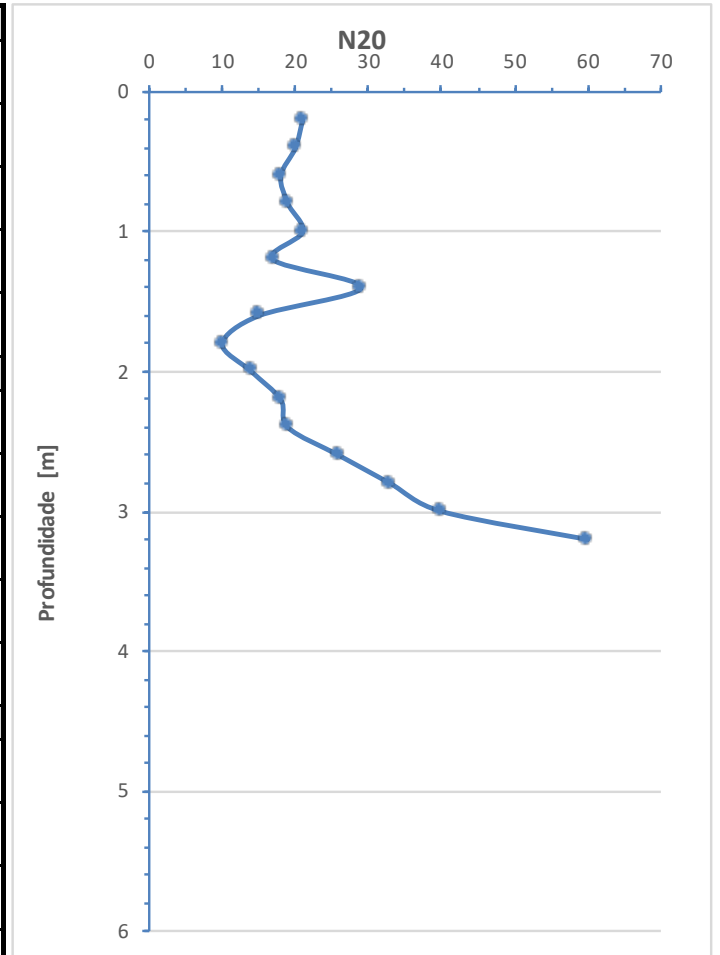


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	3	Sondagem nº:	S3	
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):			706,43
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado	
Ciente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
			Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	21	4,2		8,2	
0,4	20	4,4		8,4	
0,6	18	4,6		8,6	
0,8	19	4,8		8,8	
1	21	5		9	
N₂₀ (Méd)	19,80	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	17	5,2		9,2	
1,4	29	5,4		9,4	
1,6	15	5,6		9,6	
1,8	10	5,8		9,8	
2	14	6		10	
N₂₀ (Méd)	17,00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2,2	18	6,2		10,2	
2,4	19	6,4		10,4	
2,6	26	6,6		10,6	
2,8	33	6,8		10,8	
3	40	7		11	
N₂₀ (Méd)	27,20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3,2	60	7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
N₂₀ (Méd)	60,00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!



*=12cm

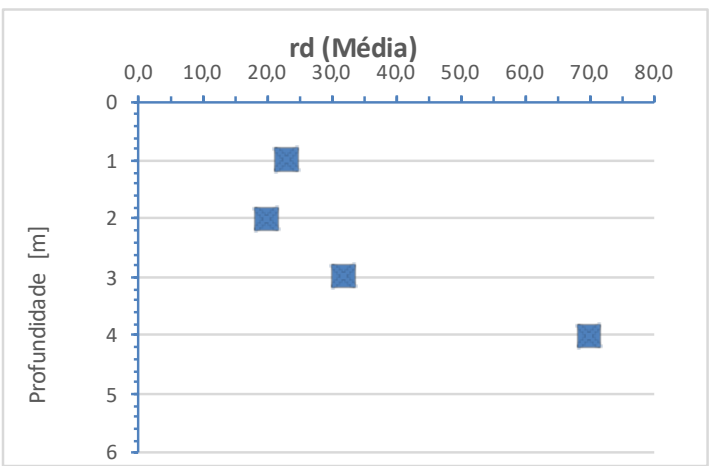
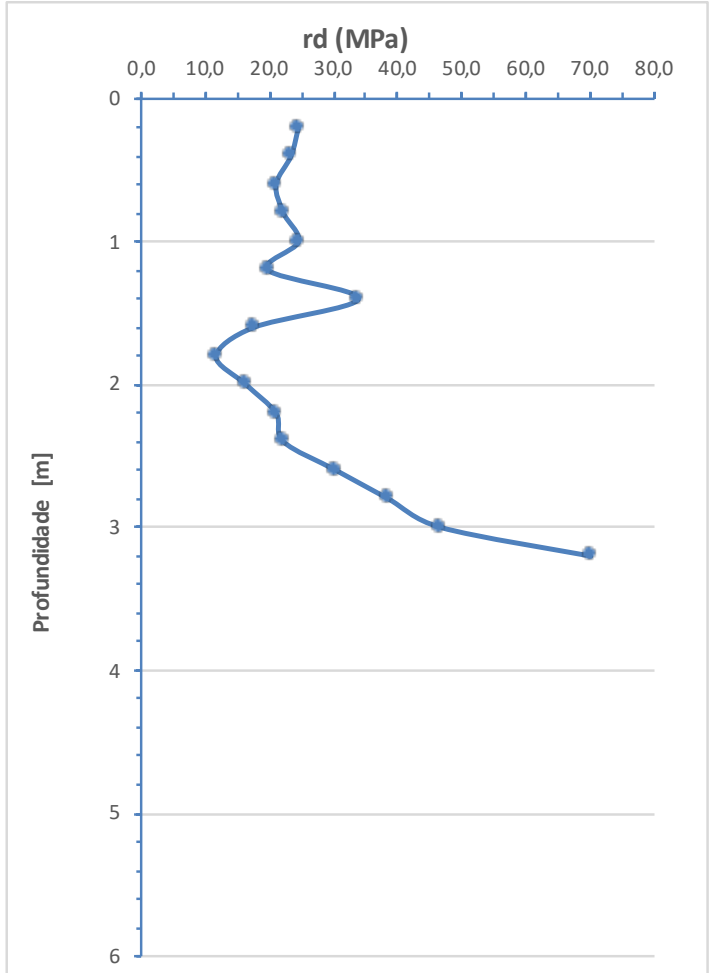


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	3	Sondagem nº:	S3	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):	706,43		
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado	
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
			Local:	BRAGANÇA

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	24,53	4,2		8,2	
0,4	23,36	4,4		8,4	
0,6	21,02	4,6		8,6	
0,8	22,19	4,8		8,8	
1	24,53	5		9	
rd (Méd)	23,13	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	19,86	5,2		9,2	
1,4	33,87	5,4		9,4	
1,6	17,52	5,6		9,6	
1,8	11,68	5,8		9,8	
2	16,35	6		10	
rd (Méd)	19,86	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2,2	21,02	6,2		10,2	
2,4	22,19	6,4		10,4	
2,6	30,37	6,6		10,6	
2,8	38,54	6,8		10,8	
3	46,72	7		11	
rd (Méd)	31,77	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3,2	70,08	7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
rd (Méd)	70,08	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=12cm



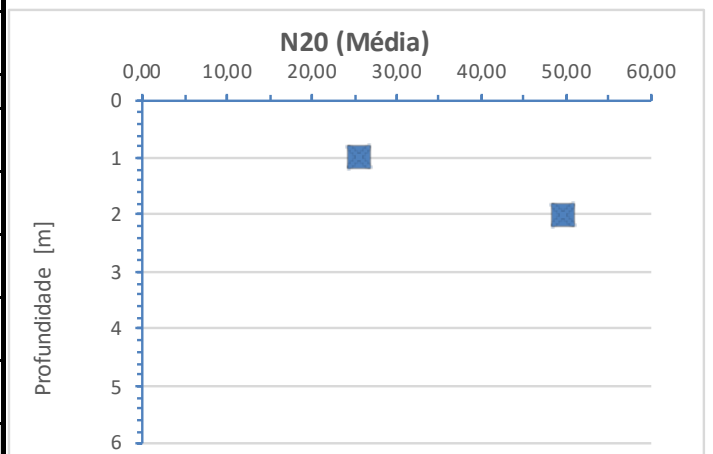
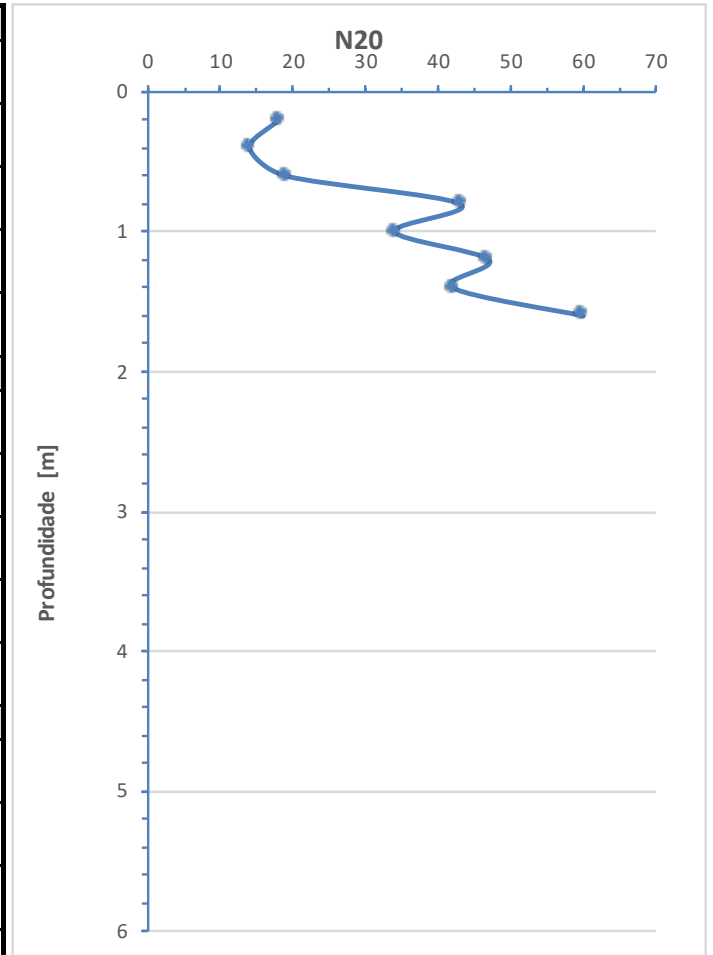
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	4	Sondagem nº:	S4
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	18	4,2		8,2	
0,4	14	4,4		8,4	
0,6	19	4,6		8,6	
0,8	43	4,8		8,8	
1	34	5		9	
N₂₀ (Méd)	25,60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	47	5,2		9,2	
1,4	42	5,4		9,4	
1,6	60	5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
N₂₀ (Méd)	49,67	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!



*=18cm

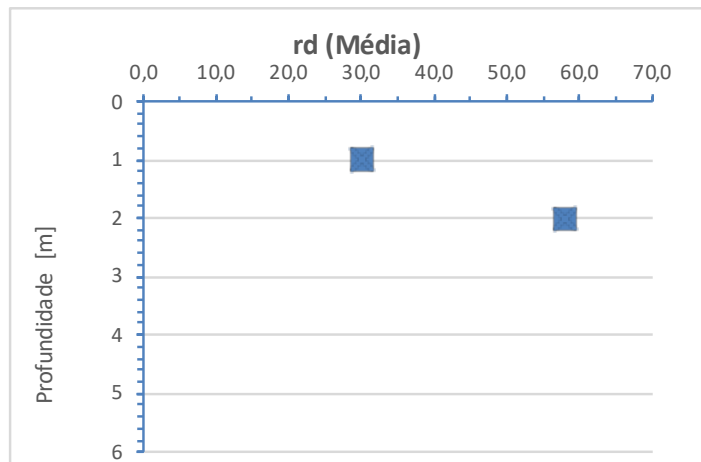
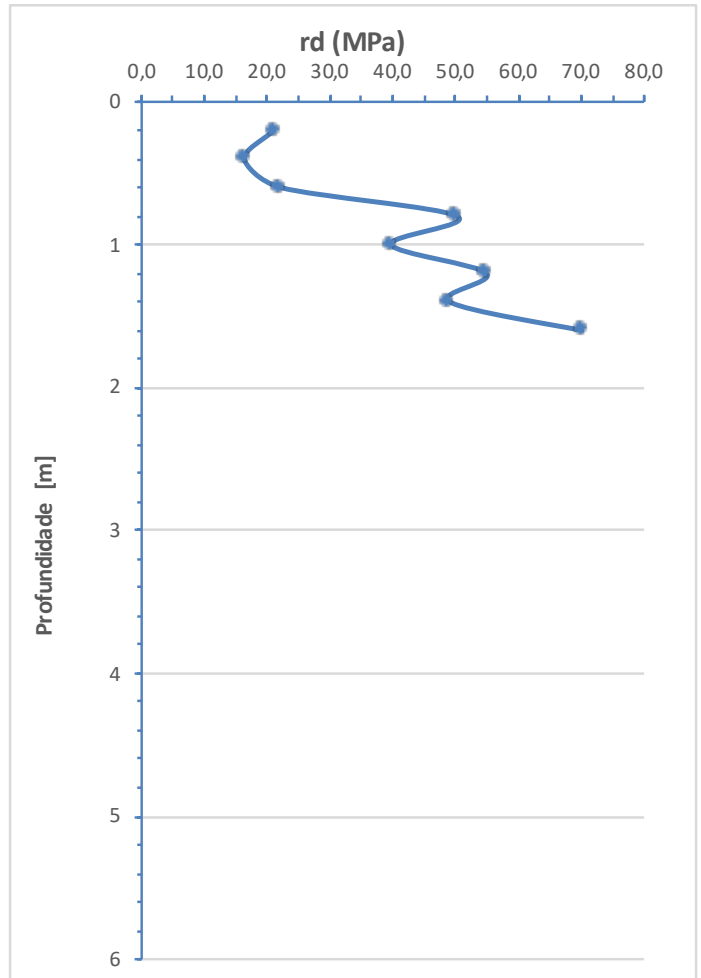


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	4	Sondagem nº:	S4		
	Este:			Direita do eixo:	
	Norte:				
	Elevação (Z):	705,82			
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado		
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"	
			Local:	BRAGANÇA	

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	21,02	4,2		8,2	
0,4	16,35	4,4		8,4	
0,6	22,19	4,6		8,6	
0,8	50,22	4,8		8,8	
1	39,71	5		9	
rd (Méd)	29,90	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	54,90	5,2		9,2	
1,4	49,06	5,4		9,4	
1,6	70,08	5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
rd (Méd)	58,01	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!



*=18cm

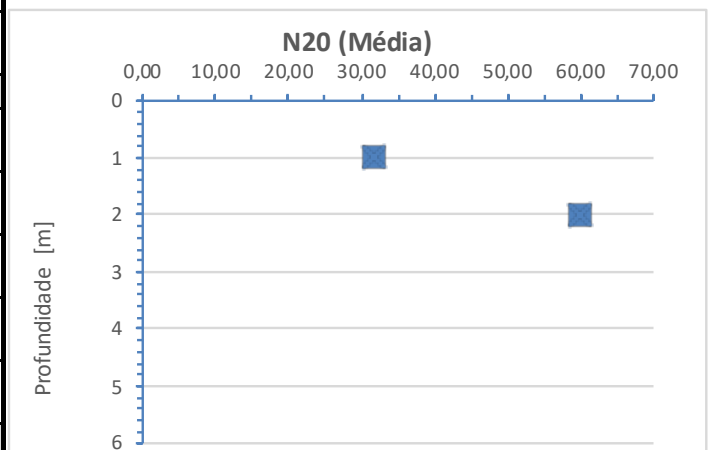
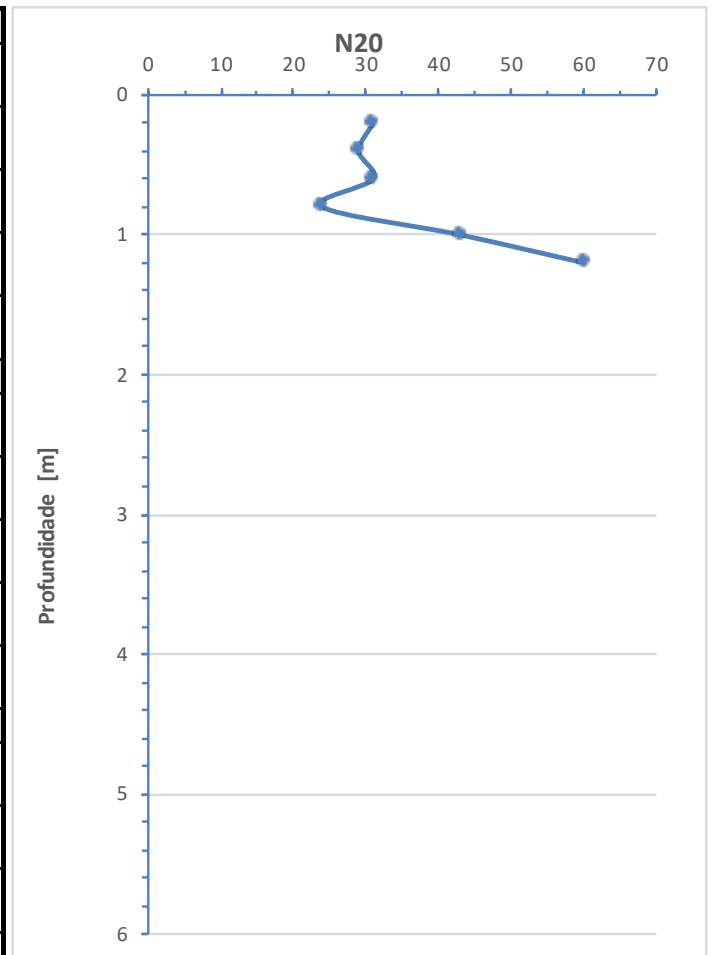


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	5	Sondagem nº:	S5
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	710,56	
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra: "Fabrica da Catraport – ZIBragança"
			Local: BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	31	4,2		8,2	
0,4	29	4,4		8,4	
0,6	31	4,6		8,6	
0,8	24	4,8		8,8	
1	43	5		9	
N₂₀ (Méd)	31,60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	60	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)	60,00	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!



*=14cm



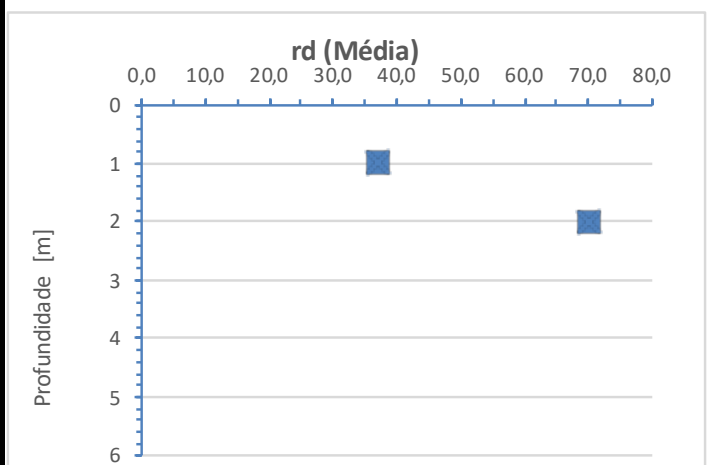
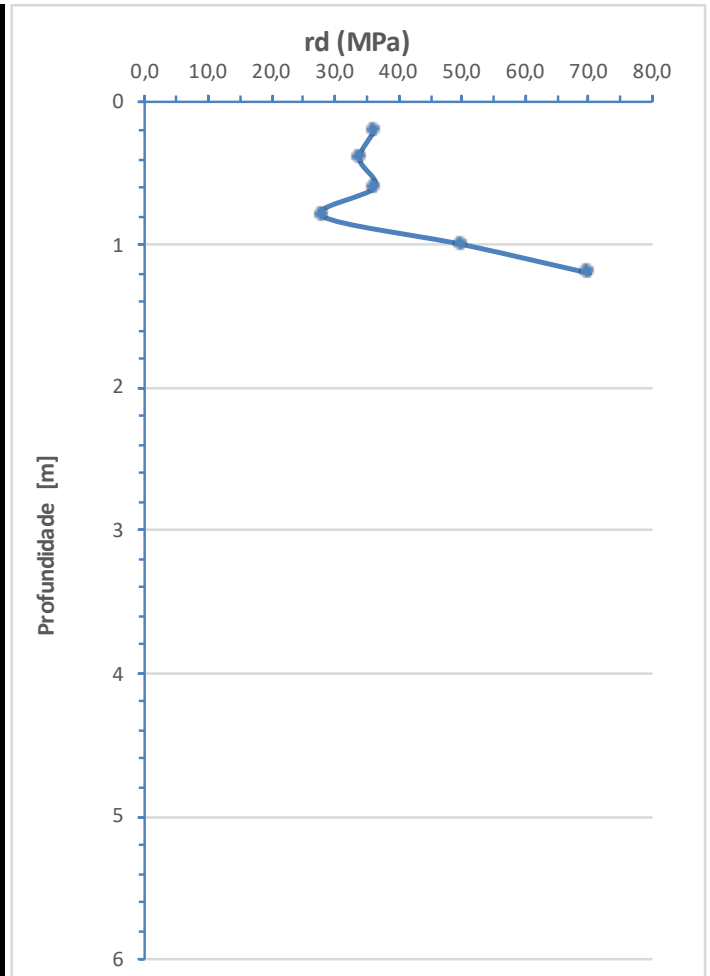
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	5	Sondagem nº:	S5	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):	710,56		
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado	
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra: "Fabrica da Catraport – ZIBragança"	
			Local: BRAGANÇA	

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	36,21	4,2		8,2	
0,4	33,87	4,4		8,4	
0,6	36,21	4,6		8,6	
0,8	28,03	4,8		8,8	
1	50,22	5		9	
rd (Méd)	36,91	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	70,08	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)	70,08	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!

*=14cm





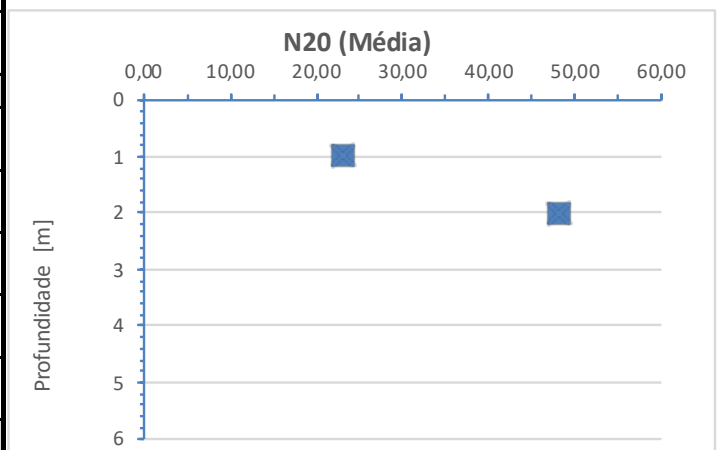
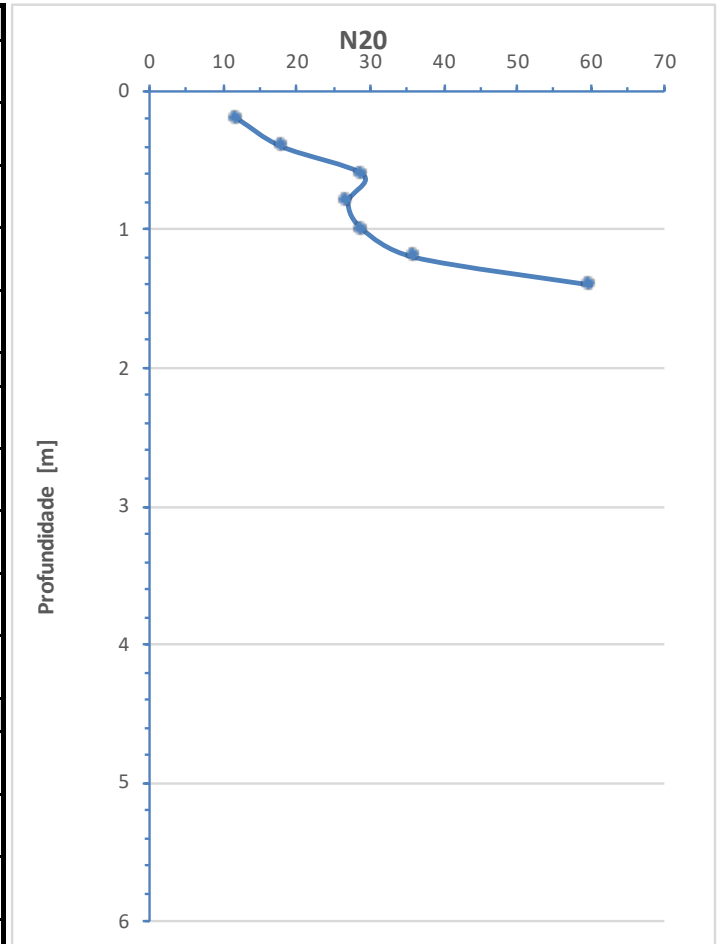
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	6	Sondagem nº:	S6
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	710,03	
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado

Ciente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	12	4,2		8,2	
0,4	18	4,4		8,4	
0,6	29	4,6		8,6	
0,8	27	4,8		8,8	
1	29	5		9	
N₂₀ (Méd)	23,00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	36	5,2		9,2	
1,4	60	5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
N₂₀ (Méd)	48,00	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!



*=19cm

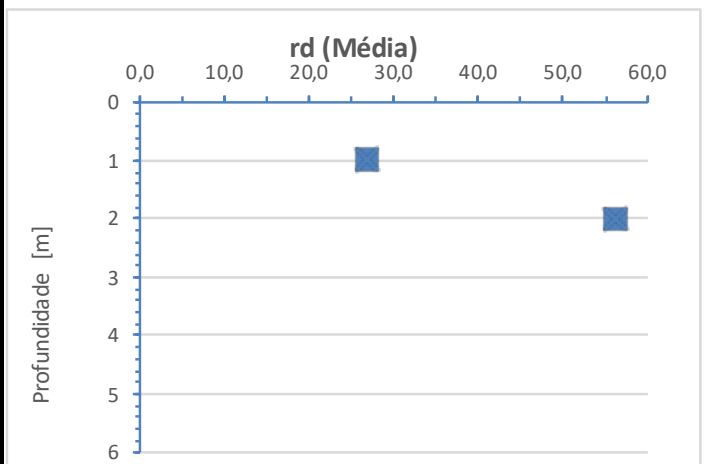
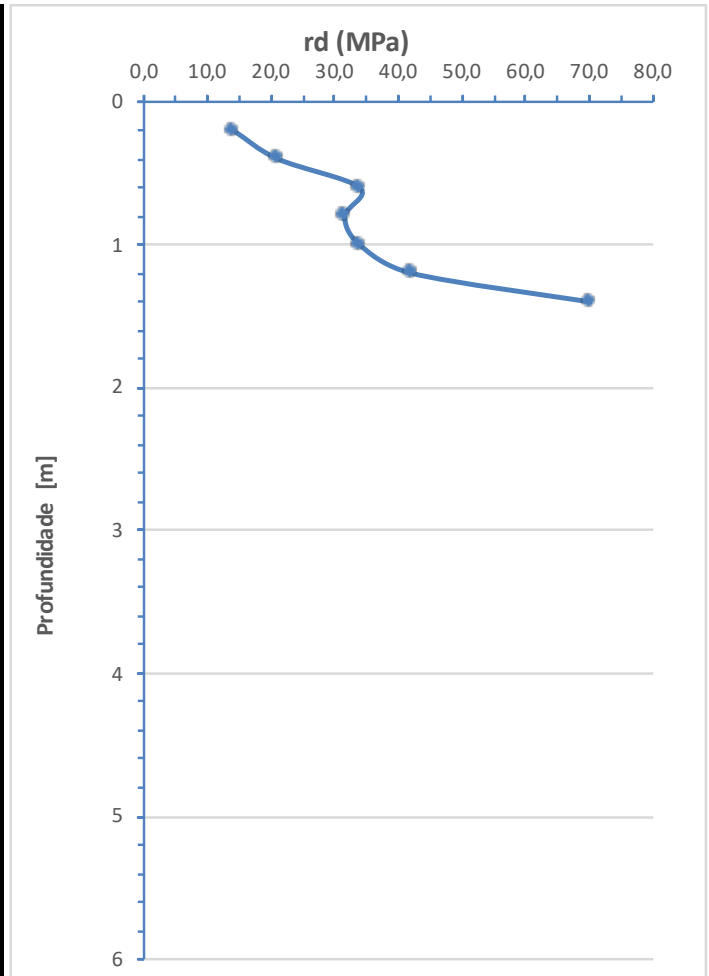


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	6	Sondagem nº:	S6	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):	710,03		
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado	
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra: "Fabrica da Catraport – ZIBragança"	
			Local: BRAGANÇA	

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	14,02	4,2		8,2	
0,4	21,02	4,4		8,4	
0,6	33,87	4,6		8,6	
0,8	31,54	4,8		8,8	
1	33,87	5		9	
rd (Méd)	26,86	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	42,05	5,2		9,2	
1,4	70,08	5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
rd (Méd)	56,06	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!



*=19cm

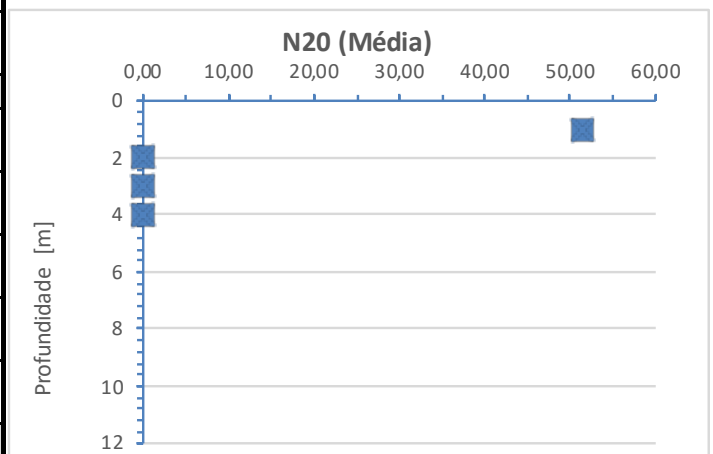
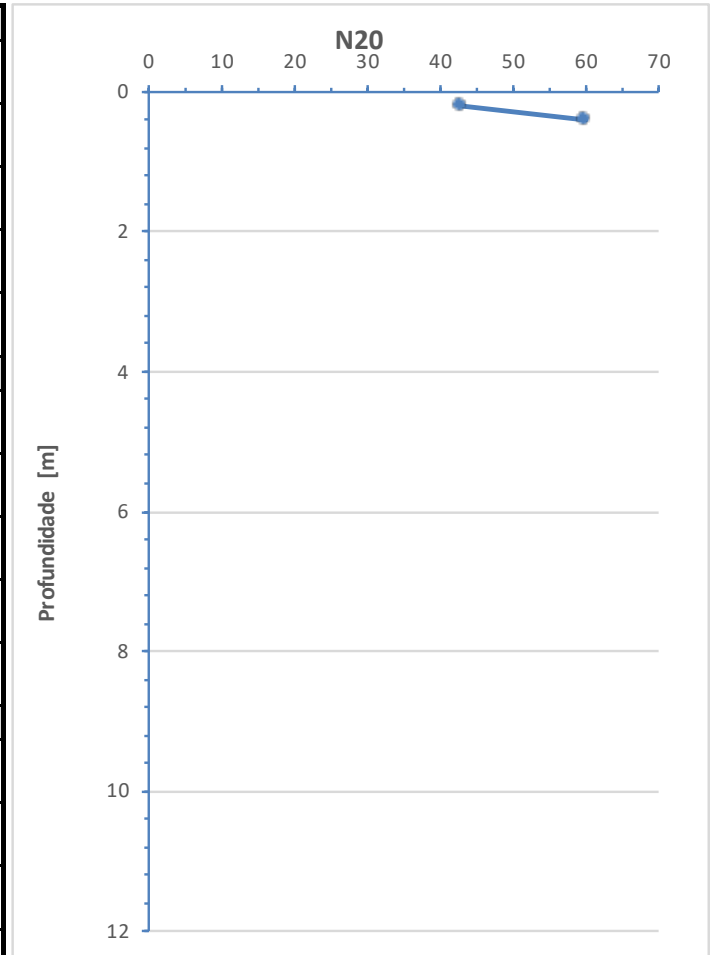


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	7	Sondagem nº:	S7	
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):			710,64
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado	
Ciente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
			Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	43	4,2		8,2	
0,4	60	4,4		8,4	
0,6		4,6		8,6	
0,8		4,8		8,8	
1		5		9	
N₂₀ (Méd)	51,50	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!



*=17cm

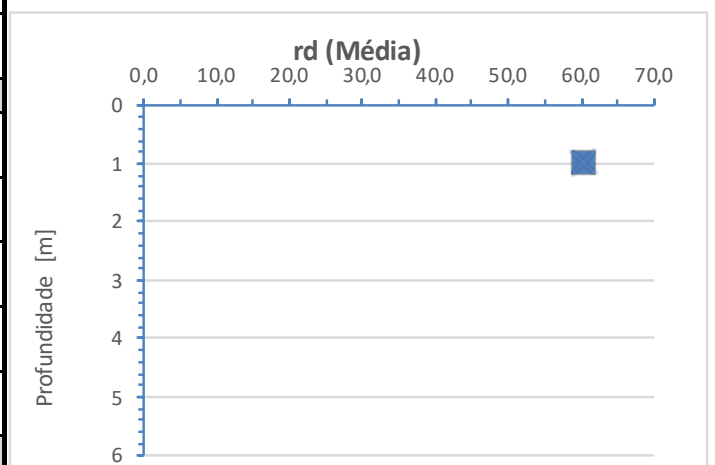
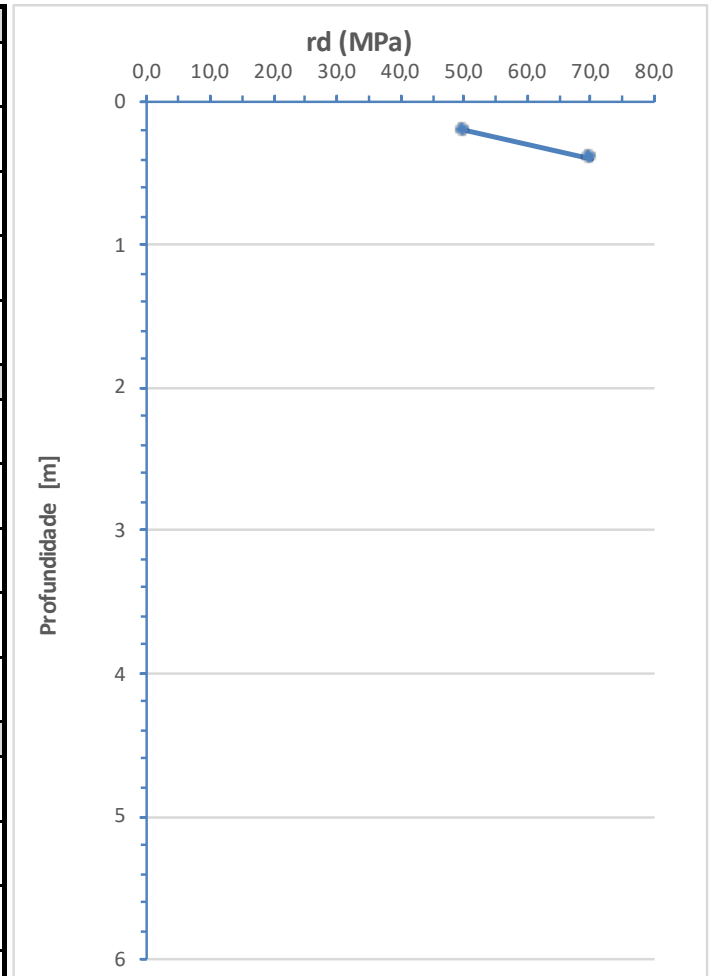


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	7	Sondagem nº:	S7	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):	710,64		
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado	
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra: "Fabrica da Catraport – ZIBragança"	
			Local: BRAGANÇA	

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	50,22	4,2		8,2	
0,4	70,08	4,4		8,4	
0,6		4,6		8,6	
0,8		4,8		8,8	
1		5		9	
rd (Méd)	60,15	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!



*=17cm



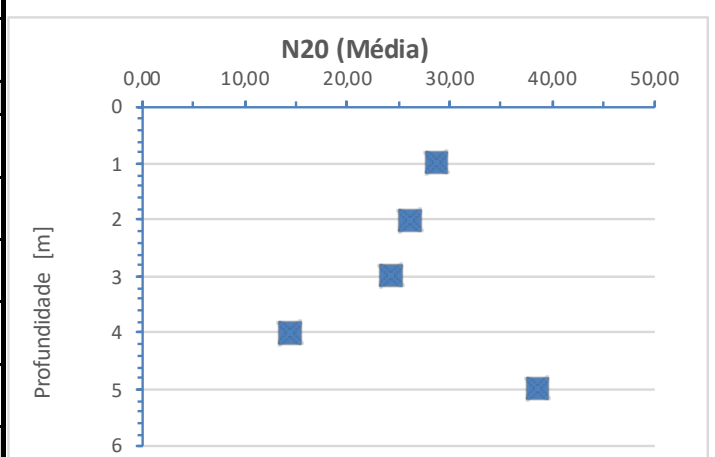
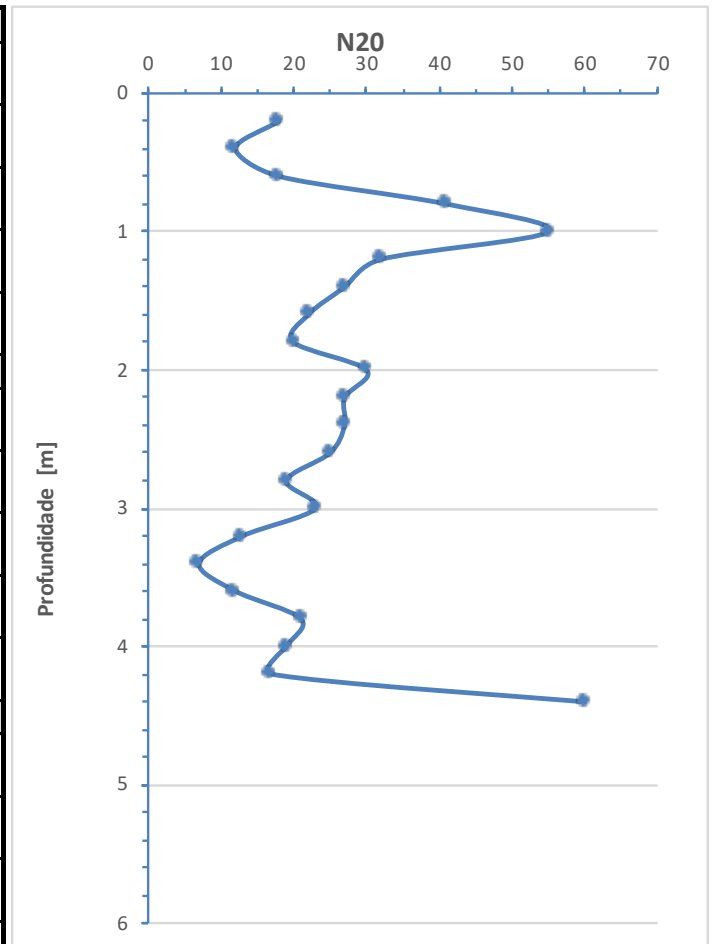
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	8	Sondagem nº:	S8
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	707,56	
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado

Ciente:	Catileno - Engenharia e Construção	Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	18	4,2	17	8,2	
0,4	12	4,4	60	8,4	
0,6	18	4,6		8,6	
0,8	41	4,8		8,8	
1	55	5		9	
N₂₀ (Méd)	28,80	N₂₀ (Méd)	38,50	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	32	5,2		9,2	
1,4	27	5,4		9,4	
1,6	22	5,6		9,6	
1,8	20	5,8		9,8	
2	30	6		10	
N₂₀ (Méd)	26,20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2,2	27	6,2		10,2	
2,4	27	6,4		10,4	
2,6	25	6,6		10,6	
2,8	19	6,8		10,8	
3	23	7		11	
N₂₀ (Méd)	24,20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3,2	13	7,2		11,2	
3,4	7	7,4		11,4	
3,6	12	7,6		11,6	
3,8	21	7,8		11,8	
4	19	8		12	
N₂₀ (Méd)	14,40	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!



*=18cm

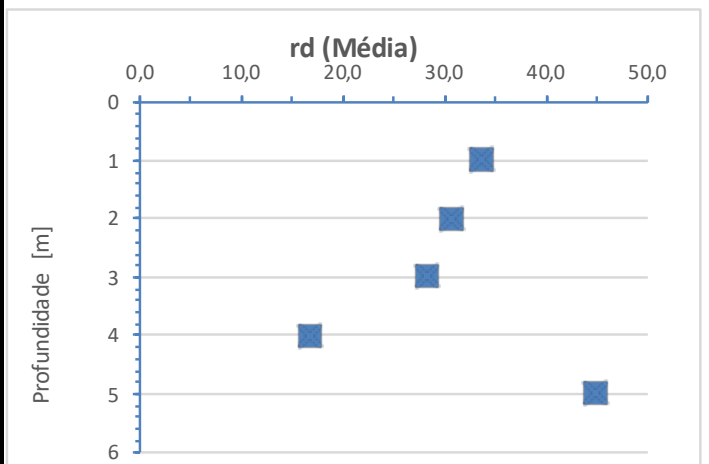
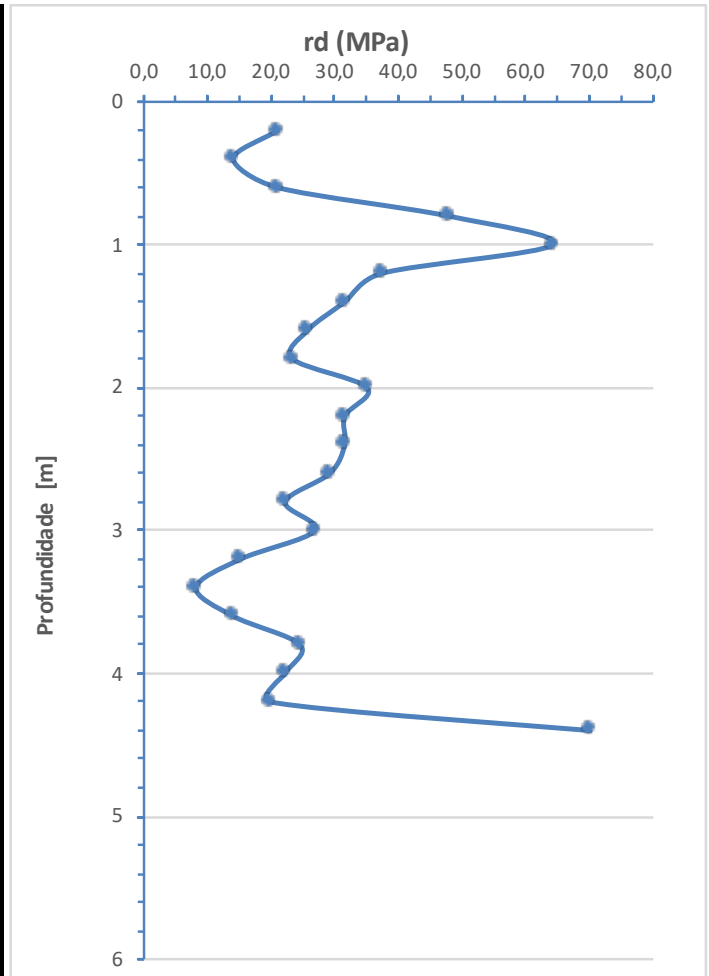


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	8	Sondagem nº:	S8	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):	707,56		
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado	
Cliente:	Catileno - Engenharia e Construção		Obra:	"Fabrica da Catraport – ZIBragança"
			Local:	BRAGANÇA

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	21,02	4,2	19,86	8,2	
0,4	14,02	4,4	70,08	8,4	
0,6	21,02	4,6		8,6	
0,8	47,89	4,8		8,8	
1	64,24	5		9	
rd (Méd)	33,64	rd (Méd)	44,97	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	37,38	5,2		9,2	
1,4	31,54	5,4		9,4	
1,6	25,70	5,6		9,6	
1,8	23,36	5,8		9,8	
2	35,04	6		10	
rd (Méd)	30,60	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2,2	31,54	6,2		10,2	
2,4	31,54	6,4		10,4	
2,6	29,20	6,6		10,6	
2,8	22,19	6,8		10,8	
3	26,86	7		11	
rd (Méd)	28,27	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3,2	15,18	7,2		11,2	
3,4	8,18	7,4		11,4	
3,6	14,02	7,6		11,6	
3,8	24,53	7,8		11,8	
4	22,19	8		12	
rd (Méd)	16,82	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=18cm