



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

RELATÓRIO GEOTÉCNICO

Avaliação e Capacidade Resistente do Solo de Fundação

Ensaio com Penetrómetro Dinâmico Super Pesado (DPSH)

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

Prospecção Geotécnica em Poços de Prospecção



Autores do relatório:

Responsável Técnico: Prof. António Miguel Verdelho Paula*

Técnica Superior de Laboratório: Eng. Hermínia Morais*

* - Instituto Politécnico de Bragança

ENTIDADE: Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.

OBRA: Parque de Estacionamento para camiões TIR – Zona: Rotunda no NERBA - Bragança

LOCAL: Bragança

Bragança, 7 de junho de 2022

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	9
3.1	Identificação, classificação e compacidade.....	9
3.2	Resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH.....	11
4	Considerações finais	16
	Bibliografia	16

RELATÓRIO TÉCNICO

1 Introdução

Requerido pela Pina&Nunes - Arquitetos, Lda. – Guarda, procedeu-se à realização de 10 ensaios com Penetrómetro Dinâmico Superpesado DPSH (Dynamic Penetration Super-Heavy), ensaios de caracterização da compactação “in-situ” e quatro poços de prospeção geotécnica para identificação e caracterização geotécnica no local de implantação da futura construção de Parque de Estacionamento para Camiões TIR, adjacente à rotunda no NERBA em 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.

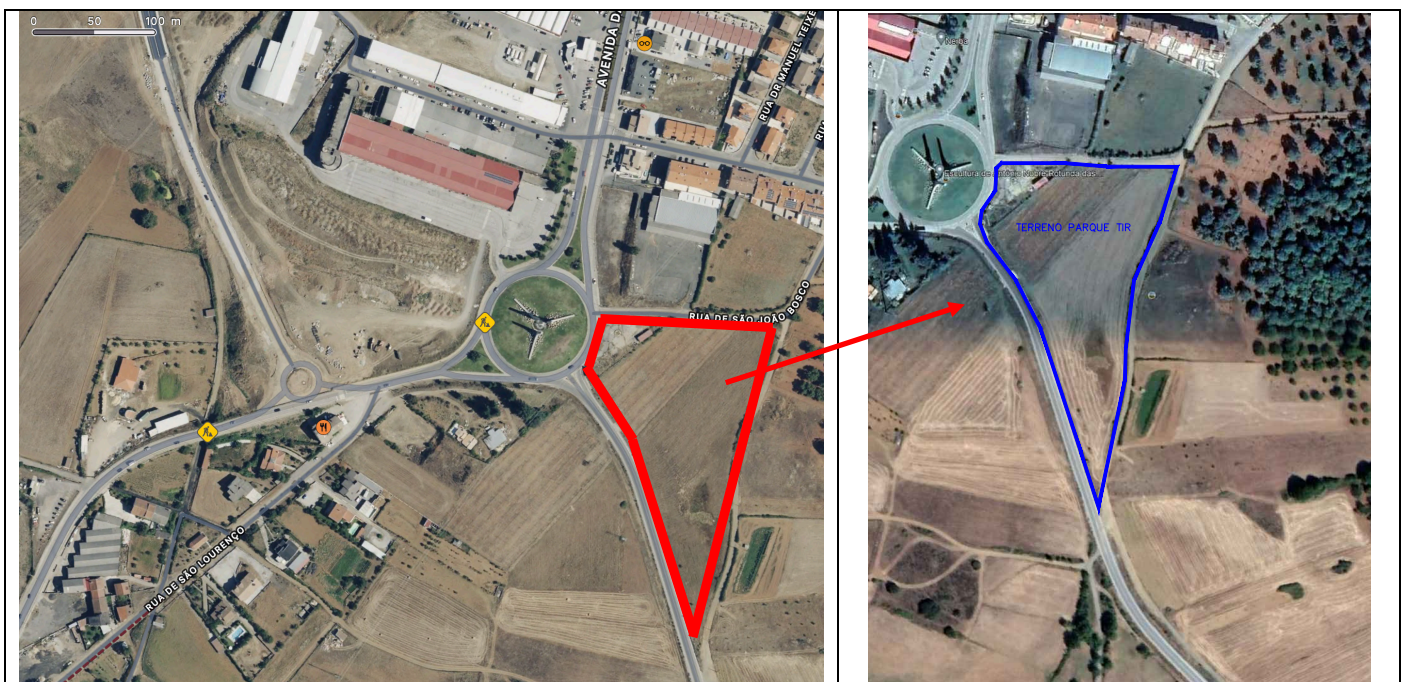


Figura 1 – Vista aérea do local da obra (imagens do Google Maps).

2 Trabalhos realizados

O estudo de caracterização geotécnica foi realizado no dia 31 de maio a 2 de junho de 2022 e consistiu, na realização de 10 ensaios DPSH - Penetrómetro Dinâmico Super Pesado, quatro pontos de caracterização da compactação com o gamadensímetro nuclear à superfície do terreno, recolha de amostras de solo em poços de prospeção/inspeção 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 3 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.

	Solo PI1	Solo PI2	Solo PI3	Solo PI4
Baridade seco máximo do solo (g/cm^3)	1,80	1,72	1,76	1,98
Peso volúmico seco máxima do solo (kN/m^3)	17,70	16,87	17,26	19,42
Teor em água ótimo (%)	15,0	15,5	15,0	13,0

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

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

Em campo (solo de fundação), foram realizados quatro ensaios com célula radioativa, devidamente identificados no Desenho 1 do Anexo I (um ensaio adjacente a cada um dos poços de prospeção). 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 $17,70 \text{ (kN}/\text{m}^3)$ e o teor de humidade ótimo de 15,0%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de $16,56 \text{ (kN}/\text{m}^3)$, teor em água de 17,9%, correspondendo a um grau de compactação do solo à superfície de 93,6%.

Para o solo á superfície no PI2 o valor do peso volúmico seco máximo é de $16,87 \text{ (kN}/\text{m}^3)$ e o teor de humidade ótimo de 15,5%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de $15,19 \text{ (kN}/\text{m}^3)$, teor em água de 25,6%, correspondendo a um grau de compactação *in situ* à superfície de 90,0%.

Para o solo á superfície no PI3 o valor do peso volúmico seco máximo é de $17,26 \text{ (kN}/\text{m}^3)$ e o teor de humidade ótimo de 15,0%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de $17,51 \text{ (kN}/\text{m}^3)$, teor em água de 21,6%, correspondendo a um grau de compactação *in situ* à superfície de 101,4%. Não havendo valores superior a 100% para o grau de compactação, o valor anterior corresponde a 100% de compactação *in situ*.

No solo analisado no PI4 o valor do peso volúmico seco máximo é de 19,42 (kN/m³) e o teor de humidade ótimo de 13,0%. Em campo, obteve-se um peso volúmico seco de 15,58 (kN/m³), teor em água de 13,4%, correspondendo a um grau de compactação *in situ* à superfície de 80.2%. Dos 4 pontos de ensaio, o PI4 é o que obteve o valor da compactação *in situ* mais baixo, insuficiente em termos práticos para a fundação de infraestruturas.

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 quatro poços de prospeção até aproximadamente 2,00 metros de profundidade, 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, PI3 e PI4, ver no Desenho 1 do Anexo I. Na Figura 5 estão ilustrados os quatro poços de inspeção realizados e o aspeto do solo intersectado.

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



a)



b)



c)



d)

Figura 5 – Poços de prospeção: a) PI1; b) PI2; c) PI3 e d) PI4.

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/inspeção encontram-se no Anexo II. Para facilitar a leitura, no Quadro 2, estão apresentados, resumidamente, os principais parâmetros dos ensaios realizados: composição granulométrica do solo; classificação unificada; teor em água e peso volúmico seco; e grau de compactação.

Da análise dos resultados obtidos é possível verificar que o material existente na camada superficial do aterro na zona PI1 e PI2 é uma areia siltosa com finos. A percentagem de seixo/cascalho é 39,8% e 13,8% para o PI1 e PI2, respetivamente, enquanto a percentagem de finos (silte + argila) é de 27,2% e 45,4%.

Para o solo do poço de inspeção PI3 e PI4 trata-se de um solo grosso, cascalho siltoso com areia, sendo a percentagem de cascalho cerca de 47% e 59,1%, respetivamente. A percentagem de material fino (silte + argila) é de 26.1% e 17.4% para o PI3 e PI4, respetivamente.

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)		
PI1	39.8	33.0	27.2		50.8	2.0	0.9	0.1	s.d.	SM	Areia siltosa com finos
PI2	13.8	40.8	45.4		25.4	0.3	0.1	s.d.	s.d.	SM	Areia siltosa com finos
PI3	47.0	26.1	26.9		76.1	4.0	1.5	0.1	s.d.	GM	Cascalho siltoso com areia
PI4	59.1	23.5	17.4		76.1	8.5	5.0	0.6	s.d.	GM	Cascalho siltoso com areia

Continuação do Quadro 2

Poço de inspeção	Cota da boca do furo (m)	Resultados do ensaio Proctor		Resultados do ensaio com célula radioativa		Grau de compactação "in situ" (%)	Teor em água (w) (%)	Limite de liquidez (w _L) (%)	Limite de plasticidade (w _P) (%)	Índice de plasticidade (IP)
		$\gamma_{dmáx}$ (kN/m ³)	w _{opt} (%)	$\gamma_{d \text{ in situ}}$ (kN/m ³)	w _{in situ} (%)					
PI1	746.40	17.70	15.0	16.56	12.4	93.6	17.9	36	30.5	5.5
PI2	744.40	16.87	15.5	15.19	10.0	90.0	25.6	42	32.8	9.2
PI3	745.95	17.26	15.0	17.51	6.8	101.4	21.6	35	28.1	6.9
PI4	741.93	19.42	13.0	15.58	8.4	80.2	13.4	32.5	23.4	9.1

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

Foi possível determinar o Limite de liquidez (w_L) e do limite de plasticidade (w_P) para os quatro solos analisados (ver Quadro 2). O índice de plasticidade obtido varia entre 5.5% e 9.2%, o que indica, no entanto,

solos pouco plásticos. O teor em água natural dos quatro solos está abaixo do limite de plasticidade (w_p), assim no seu estado natural, os solos apresentam uma consistência média a riga.

O diâmetro médio das partículas (D_{50}) nos quatro solos está compreendida entre 0,1 e 5,0 mm, ver Quadro 2.

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

Solo PI1:

- Classificação unificada (ASTM D2487-85): SM – Solo grosso, areia siltosa com finos (% finos >12%) mal graduada, segundo a classificação unificada ASTM. Permeabilidade quando compactado semipermeável a impermeável, boa resistência ao corte quando compactado e saturado, baixa compressibilidade quando compactado e saturado, e razoável trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento.

- Classificação segundo a AASHTO M145-42: A-2-4(0) – Solos de materiais granulares, classificando-se como seixo a areia siltosa ou argilosa, tendo um comportamento excelente a bom na camada sob o pavimento. Predominantemente constituído por calhau ou seixo com um material aglutinante NP ou fracamente plástico.

- Classificação LCPC/ SETRA: B₅ – Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como solos arenosos com finos ($D \leq 50\text{mm}$), estando o material passado no peneiro de 0,080mm (no200) compreendido entre 12 e 35% (27,2%), sendo um solo pouco argiloso pois $IP < 12\%$. A proporção de finos e a fraca plasticidade destes últimos, aproxima muito o comportamento destes solos com os solos A1

Solo PI2:

- Classificação unificada (ASTM D2487-85): SM – Solo grosso, areia siltosa com finos (% finos >12%), segundo a classificação unificada ASTM. Permeabilidade quando compactado semipermeável a impermeável, boa resistência ao corte quando compactado e saturado, baixa compressibilidade quando compactado e saturado, e razoável trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento.

- Classificação segundo a AASHTO M145-42: A-5(0) – Segundo a classificação AASHTO estes solos classificam-se como materiais silto-argilosos (mais de 35% passam no peneiro no 200), com $IP \leq 10\%$ e com $LL \geq 41\%$.

- 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.

Solo PI3 e PI4 (mesma classificação):

- Classificação unificada (ASTM D2487-85): GM – Solo grosso, cascalho siltoso com areia segundo a classificação unificada ASTM. São solos semi-permeáveis a impermeáveis, boa a razoável resistência ao corte e muito baixa a desprezável compressibilidade quando compactados e saturados. Boa trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento.

- Classificação segundo a AASHTO M145-42: A-2-4(0) – Solos de materiais granulares, classificando-se como seixo a areia siltosa ou argilosa, tendo um comportamento excelente a bom na camada sob o pavimento. Predominantemente constituído por calhau ou seixo com um material aglutinante NP ou fracamente plástico.

- Classificação LCPC/ SETRA: C₂(B₅) – Materiais angulosos cuja porporção 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 (rd) é possível obter a capacidade de carga do terreno a vários níveis de profundidade.

Os ensaios foram terminados quando o número de pancadas para penetrar a ponta 20 cm (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.

Quadro 3 – Resumos dos resultados obtidos dos ensaios de penetrômetro dinâmico superpesado, DPSH.

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	N ₂₀ (Médio) (por metro) [m] - sem considerar a nega no fim do ensaio				
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]
P1/DPSH1	741.51	2.6	11.4	20.6	43.0	-	-
P2/DPSH2	745.45	5.0	15.6	16.4	37.2	37.0	27.0
P3/DPSH3	747.82	3.4	14.6	26.8	38.2	49.0	-
P4/DPSH4	741.56	4.0	9.8	10.8	28.4	30.8	-
P5/DPSH5	744.11	2.8	17.8	20.6	45.0	-	-
P6/DPSH6	747.79	3.6	16.2	19.0	18.4	37.5	-
P7/DPSH7	743.55	2.4	9.0	11.4	30.0	-	-
P8/DPSH8	745.14	3.0	14.2	35.8	25.0	-	-
P9/DPSH9	746.50	4.8	9.0	23.0	22.8	33.2	47.0
P10/DPSH10	747.42	3.6	16.2	34.2	20.6	30.5	-

Da análise dos resultados dos ensaios, é possível observar que a profundidade média dos 10 ensaios é de cerca 3.5 metros. No P2/DPSH2 atingiu-se a profundidade mais elevada, 5 metros, no ponto P1/DPSH1 obteve-se a profundidade mais baixa de ensaio, 2.6 metros. O valor do N₂₀ médio, sem considerar a nega (último valor de cada ensaio) é igual a 25,1. O valor obtido permite referir uma compacidade média a densa do solo atravessado pelo ensaio. Ao longo da realização dos 10 ensaios DPSH, foi possível verificar que a ponteira e as varas, quando extraídas do solo, apresentavam pouca humidade, não podendo assim confirmar a presença de água no solo de fundação.

Os valores de N₂₀ 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 médios a altos, variando entre 10,5 MPa e 57,2 MPa. Com os valores obtidos do r_d é possível a utilização deste material para a fundação de qualquer tipo de estrutura desde que bem dimensionada. O solo atravessado pelo ensaio tem pouca possança e facilmente se consegue atingir o estrato rijo – mais resistente – a pouca profundidade, como facilmente se pode confirmar pela análise dos resultados obtidos.

Quadro 4 – Resultados dos ensaios DPSH nos pontos P1 a P3, resistência de ponta rd (MPa).

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	rd (MPa) (Médio) (por metro)				
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]
P1/DPSH1	741.51	2.6	13.3	24.1	50.2	-	-
P2/DPSH2	745.45	5.0	18.2	19.2	43.4	43.2	31.5
P3/DPSH3	747.82	3.4	17.1	31.3	44.6	57.2	-
P4/DPSH4	741.56	4.0	11.4	12.6	33.2	35.9	-
P5/DPSH5	744.11	2.8	20.8	24.1	52.6	-	-
P6/DPSH6	747.79	3.6	18.9	22.2	21.5	43.8	-
P7/DPSH7	743.55	2.4	10.5	13.3	35.0	-	-
P8/DPSH8	745.14	3.0	16.6	41.8	29.2	-	-
P9/DPSH9	746.50	4.8	10.5	26.9	26.6	38.8	54.9
P10/DPSH10	747.42	3.6	18.9	39.9	24.1	35.6	-

- Correlação N_{SPT} - N_{DPSH}

Segundo Afonso (2016) e Destefano (2021), para um solo classificado com SM ou GM pela classificação unificada e para o equipamento usado neste trabalho, pode-se admitir a seguinte relação empírica:

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

Em que:

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

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

As correlações obtidas não são aplicadas para outros tipos de solos nem para outros equipamentos, mesmo com características semelhantes. Caso contrário pode levar a resultados incorretos.

Mesmo assim, o emprego desta relação deve ser feito com as devidas reservas, sendo apenas aconselhável em avaliações preliminares.

No Quadro 5 estão representados os resultados obtidos pela relação entre o número de pancadas do ensaio Penetrómetro Dinâmico Superpesado (DPSH) e o número de pancadas do ensaio Standard Penetration Test (SPT).

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

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	N_{SPT} (Médio) (por metro)= $0,96.N_{DPSH}$				
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]
P1/DPSH1	2.6	10.9	19.8	41.3	-	-
P2/DPSH2	5.0	15.0	15.7	35.7	35.5	25.9
P3/DPSH3	3.4	14.0	25.7	36.7	47.0	-
P4/DPSH4	4.0	9.4	10.4	27.3	29.5	-
P5/DPSH5	2.8	17.1	19.8	43.2	-	-
P6/DPSH6	3.6	15.6	18.2	17.7	36.0	-
P7/DPSH7	2.4	8.6	10.9	28.8	-	-
P8/DPSH8	3.0	13.6	34.4	24.0	-	-
P9/DPSH9	4.8	8.6	22.1	21.9	31.9	45.1
P10/DPSH10	3.6	15.6	32.8	19.8	29.3	-

- 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				
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]
P1/DPSH1	2.6	214.7	388.0	809.9	-	-
P2/DPSH2	5.0	293.8	308.9	700.7	696.9	508.6
P3/DPSH3	3.4	275.0	504.8	719.5	922.9	-
P4/DPSH4	4.0	184.6	203.4	534.9	579.2	-
P5/DPSH5	2.8	335.3	388.0	847.6	-	-
P6/DPSH6	3.6	305.1	357.9	346.6	706.3	-
P7/DPSH7	2.4	169.5	214.7	565.1	-	-
P8/DPSH8	3.0	267.5	674.3	470.9	-	-
P9/DPSH9	4.8	169.5	433.2	429.4	625.3	885.3
P10/DPSH10	3.6	305.1	644.2	388.0	574.5	-

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 169,5 kPa e 922,9 kPa. Estes valores permitem aferir a grande

heterogeneidade nos resultados obtidos. Os valores mais baixos da tensão admissível estão entre a superfície do terreno e até 1 a 2 metros de profundidade. Abaixo dos 2 metros de profundidade os valores da tensão admissível são acima de 350kPa, aproximadamente. O solo apresenta uma compactação crescente em profundidade, sendo genericamente menos eficiente à superfície e até aos 2 metros de profundidade. No entanto, como referido atrás, os valores da capacidade de carga na nega são elevados e verificam-se a relativa baixa profundidade da superfície do terreno, ver quadro 6.

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

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

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

em que:

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

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

Pelo facto de o valor do N_{SPT} ser um valor estimado e obtido em função do N_{DPSH} , neste caso o $(N_1)_{60}$ é considerado igual ao valor N_{SPT} do Quadro 5.

No Quadro 7 estão representados os valores obtidos para o ângulo de atrito interno efetivo do solo. O valor do ângulo de atrito varia entre os valores de 29,7° e 40° (sem considerar a nega). Tratando-se de areias siltosas e areias com finos, os valores estimados para o ângulo de atrito são típicos de solos mediantemente densos a densos.

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

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	ϕ' (°), ângulo de atrito efetivo interno do solo				
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]	[2,0 - 3,0]	[3,0 - 4,0]	[4,0 - 5,0]
P1/DPSH1	2.6	30.3	32.8	38.6	-	-
P2/DPSH2	5.0	31.5	31.7	37.1	37.1	34.5
P3/DPSH3	3.4	31.2	34.5	37.4	40.0	-
P4/DPSH4	4.0	29.9	30.2	34.9	35.5	-
P5/DPSH5	2.8	32.1	32.8	39.1	-	-
P6/DPSH6	3.6	31.6	32.4	32.2	37.2	-
P7/DPSH7	2.4	29.7	30.3	35.3	-	-
P8/DPSH8	3.0	31.1	36.8	34.0	-	-
P9/DPSH9	4.8	29.7	33.5	33.4	36.1	39.5
P10/DPSH10	3.6	31.6	36.4	32.8	35.4	-

4 Considerações finais

Este relatório teve como objetivo a realização de uma campanha de ensaios geotécnicos *in situ* e em laboratório, com finalidade de caracterizar e identificar a capacidade de um solo/fundação da futura construção de Parque de Estacionamento para camiões TIR, adjacente à rotunda no NERBA em Bragança.

O solo é constituído por areias siltosas com finos (PI1 e PI2), com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) de SM. Para os poços de inspeção PI3 e PI4 o solo é cascalho siltoso com areia (GM segundo a classificação unificada). Todos os solos apresentam pouca plasticidade (índice de plasticidade – IP – compreendido entre 5,9% e 9,2%). O diâmetro médio das partículas (D_{50}) também varia de ponto para ponto. No seu estado natural/*in situ* os solos apresentam uma consistência média a riga, o teor em água natural está abaixo do limite de consistência (w_p). O grau de compactação do terreno à superfície é superior a 90%, podendo chegar aos 100% (poço de inspeção 3, PI3). A compacidade tende a crescer com profundidade.

Com base nos resultados do ensaio do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH, é possível estimar a tensão máxima admissível do solo/aterro para o dimensionamento das fundações do futuro parque de estacionamento para camiões TIR. A tensão admissível varia de ponto para ponto. Os valores das tensões admissíveis obtidos são de 169,5 kPa e 922,9 kPa. Abaixo dos 2 metros de profundidade os valores da tensão admissível são acima de 350kPa aproximadamente. O valor do ângulo de atrito varia entre os valores de 29,7° e 40° (sem considerar a nega). Tratando-se de cascalhos e areias siltosas e areias com finos, os valores estimados para o ângulo de atrito são típicos de solos mediantemente densos a densos.

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

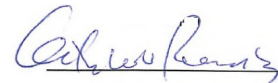
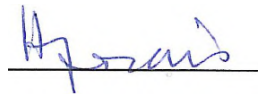

Afonso, André Filipe; Paula, António Miguel; Braz César, Manuel (2016). “Correlações entre resultados de ensaios de penetração dinâmica (DP) com o ensaio standard penetration test (SPT)”. 15º Congresso Nacional de Geotecnia / 8º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia, Faculdade de Engenharia da Universidade 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, 08 de junho de 2022.



António Miguel V. Paula

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

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

Hermínia Maria M. Morais

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

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

Octávio Manuel do N. Pereira

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

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

ANEXOS

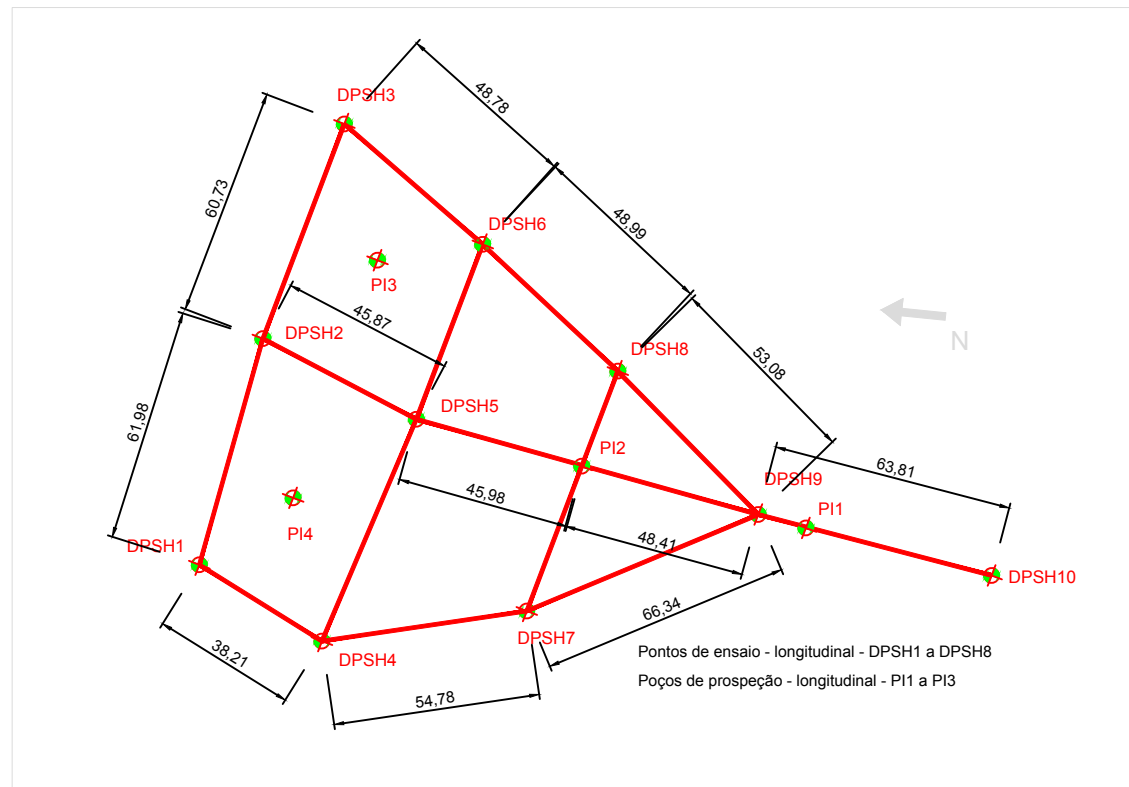
**ANEXO I (Cortes e planta dos pontos de ensaio DPSH e Poços de
Prospecção)**



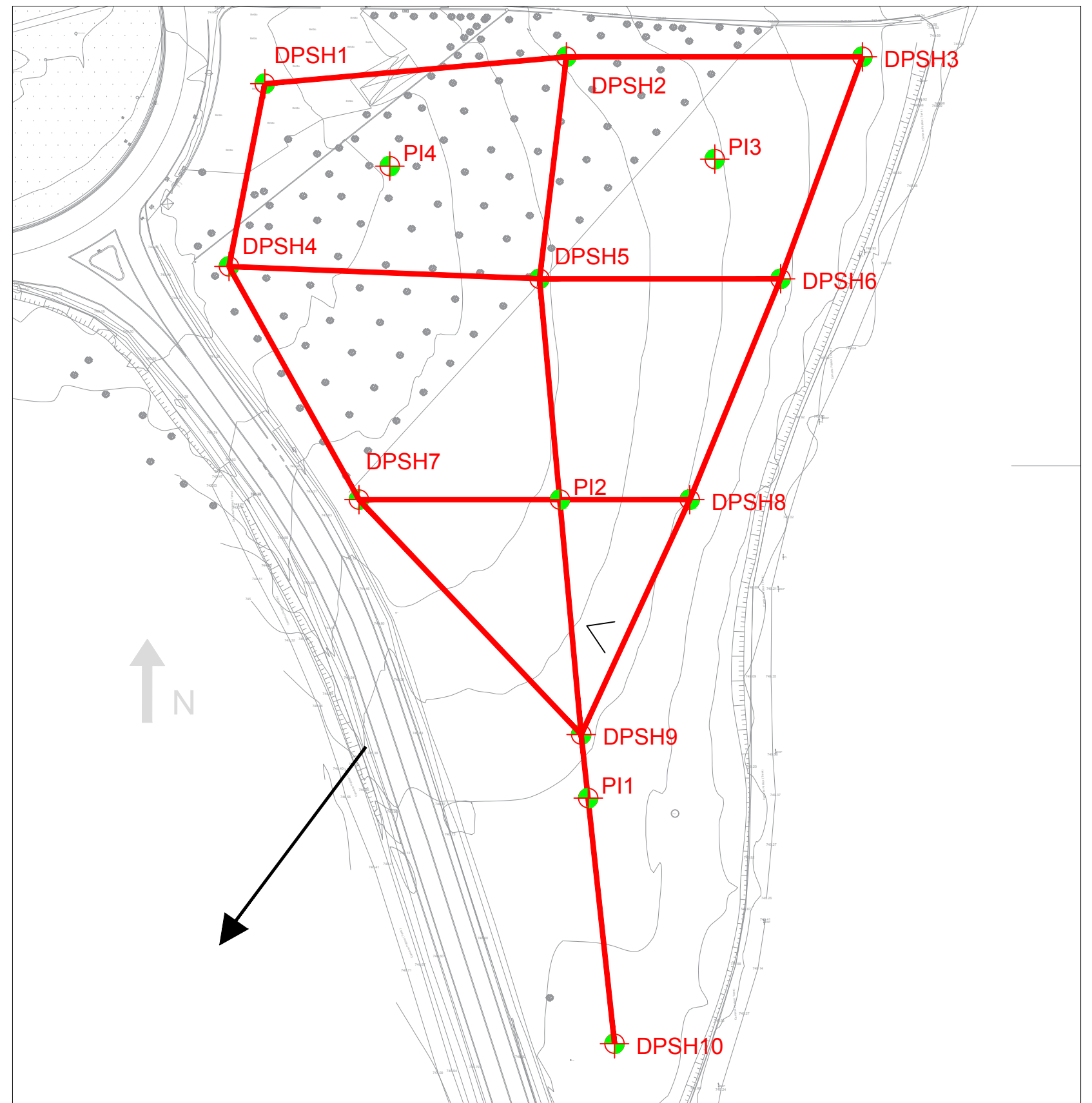
Escala 1/2000

LEGENDA:

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



Escala 1/2000



Escala 1/1000

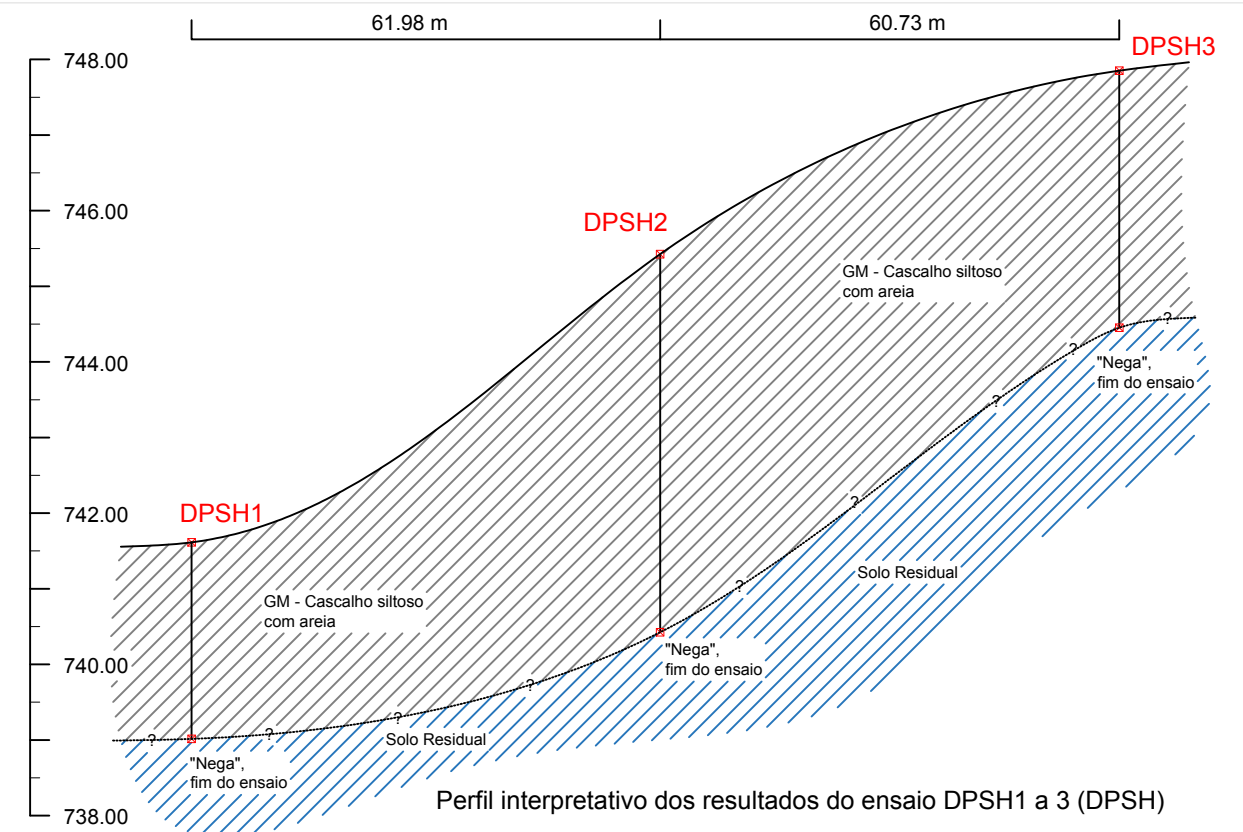
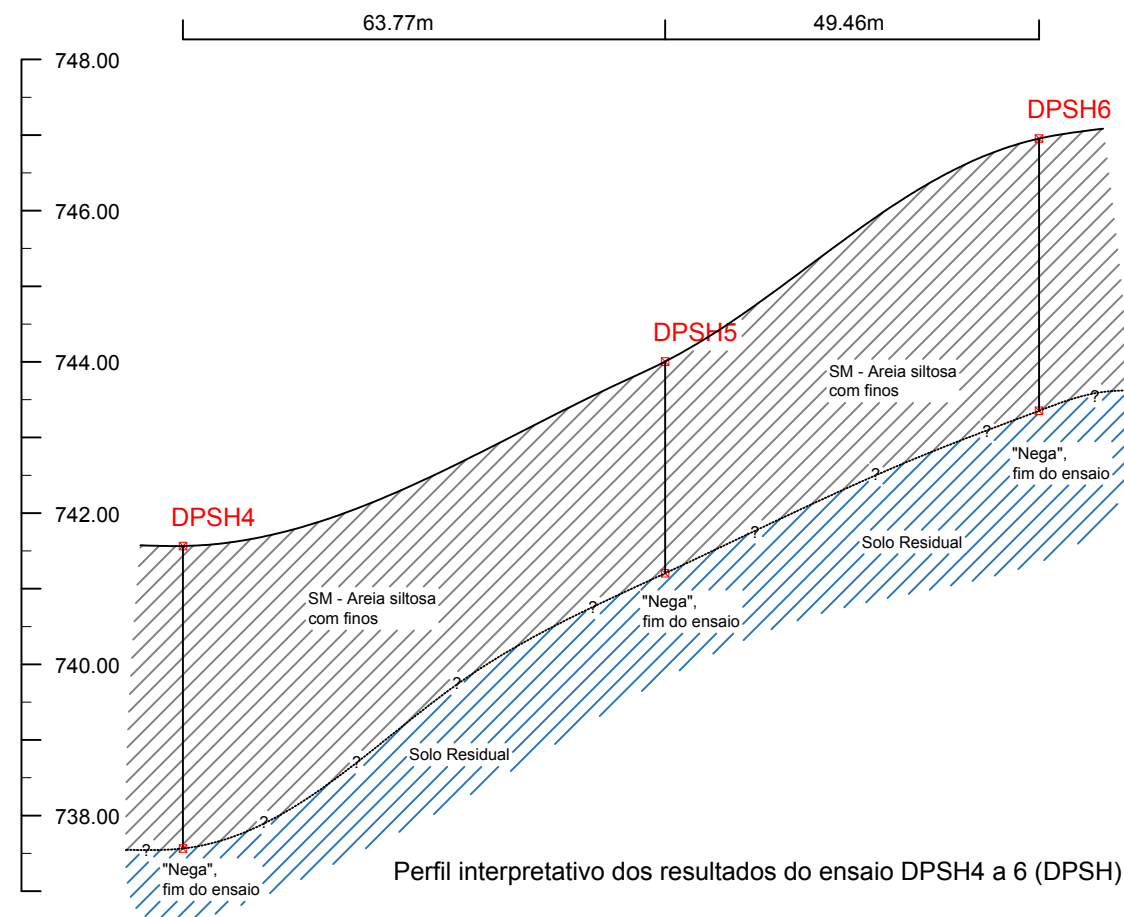
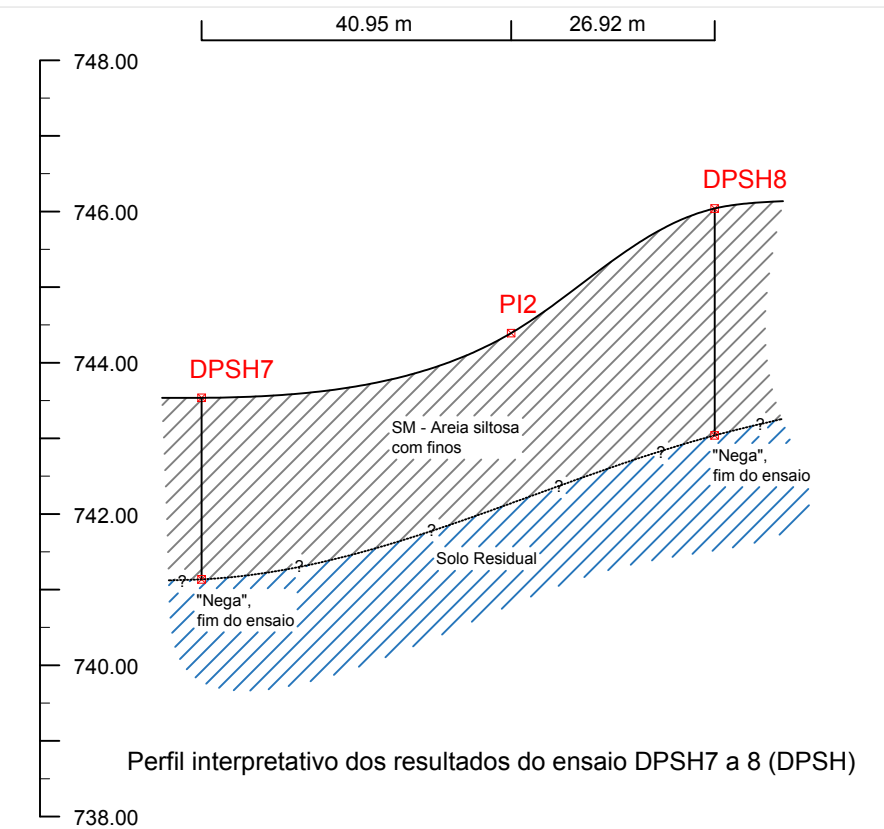
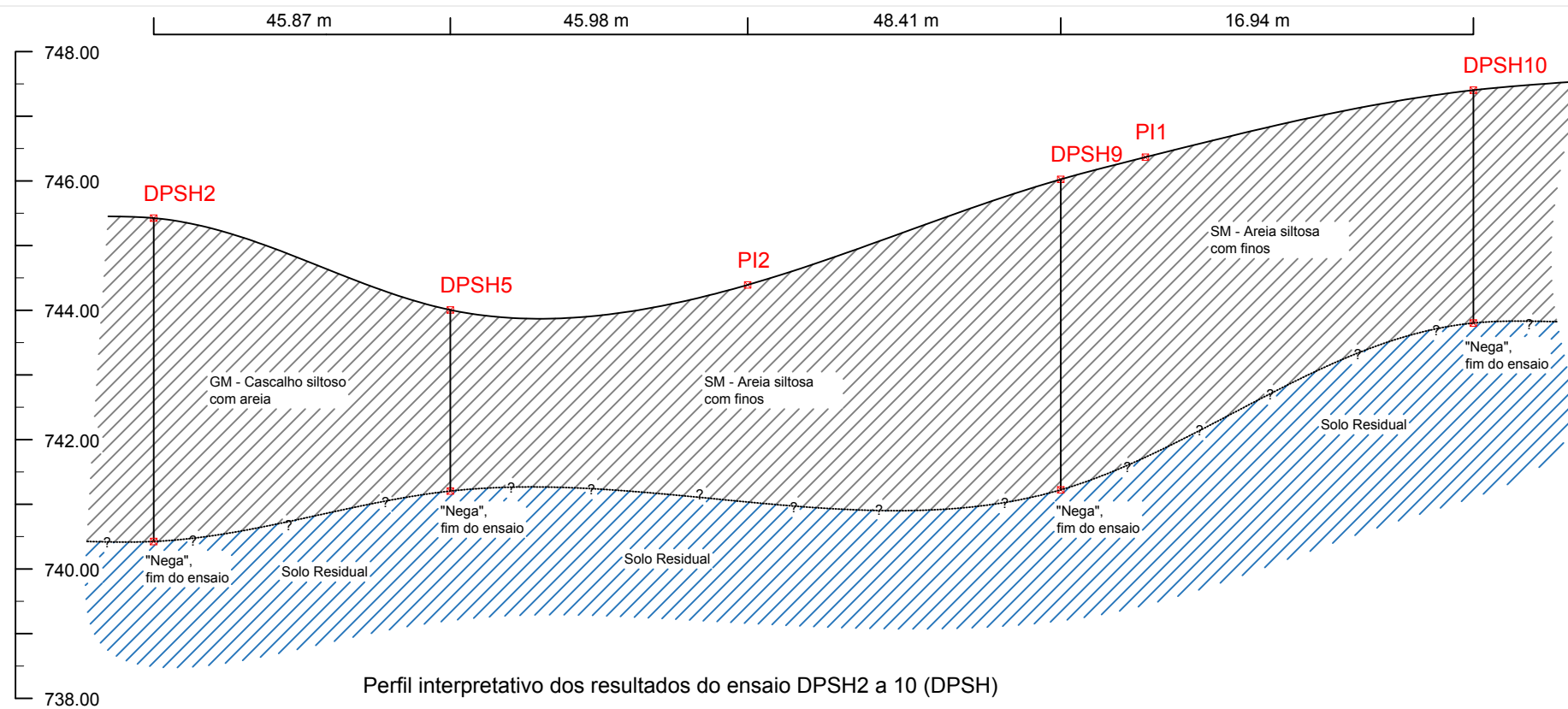


Laboratório de Geotecnia

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:	data:	Cliente: Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.
1/---	07-03-2022	
projectou:	n.º:	Obra/Local: Parque de Estacionamento para camiões TIR Zona: Rotunda no NERBA - Bragança
	1	



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:

07-06-2022

Ciente: Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.

Perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1 a 10

projectou:


n.º:

2

Obra/Local:

Parque de Estacionamento para camiões TIR
Zona: Rotunda no NERBA - Bragança

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


 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:	01/06/2022
Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra: "Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local: Bragança


Massa total da amostra: (g)	mt=	3876,70
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	1540,90
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	2335,80


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)	181,20	4,67	4,67	95,33
25,4 - (1´)	171,50	4,42	9,10	90,90
19 - (3/4)	126,00	3,25	12,35	87,65
9,51 - (3/8)	337,00	8,69	21,04	78,96
4.76 - (n4)	284,50	7,34	28,38	71,62
2 - (n10)	440,70	11,37	39,75	60,25
< 2,00 - (n10)	2335,80	60,25		
TOTAL	3876,70	100,00		

Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	74,20	$N"10=(m'10/mt) \times 100=$		60,25
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	11,60	9,42	49,17	50,83
40	10,70	8,69	57,86	42,14
60	6,60	5,36	63,22	36,78
140	8,70	7,06	70,28	29,72
200	3,10	2,52	72,80	27,20
< 200	33,50			
TOTAL	74,20			

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais


 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:	01/06/2022
Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra: "Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local: Bragança


Massa total da amostra: (g)	mt=	3789,10
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	524,10
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	3265,00


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- (1½)	0,00	0,00	0,00	100,00
25,4 - (1´)	0,00	0,00	0,00	100,00
19 - (¾)	21,00	0,55	0,55	99,45
9,51 - (⅜)	75,10	1,98	2,54	97,46
4.76 - (n4)	195,00	5,15	7,68	92,32
2 - (n10)	233,00	6,15	13,83	86,17
< 2,00 - (n10)	3265,00	86,17		
TOTAL	3789,10	100,00		

Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	78,80	$N"10=(m'10/mt) \times 100=$		86,17
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	5,50	6,01	19,85	80,15
40	11,60	12,68	32,53	67,47
60	7,80	8,53	41,06	58,94
140	9,50	10,39	51,45	48,55
200	2,90	3,17	54,62	45,38
< 200	41,50			
TOTAL	78,80			

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 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:	01/06/2022
Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra: "Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local: Bragança

Massa total da amostra: (g)	mt=	4877,50
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	2290,80
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	2586,70


Fracção retida no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida $N_x=(mx/mt) \times 100$	% Acumulada retida (N'x)	% Acumulada que passa (N"x=100-N'x)
76.1 - (3´)	0,00	0,00	0,00	100,00
50.8 - (2´)	383,70	7,87	7,87	92,13
38,10- (1 1/2´)	236,50	4,85	12,72	87,28
25,4 - (1´)	324,60	6,66	19,37	80,63
19 - (3/4´)	91,00	1,87	21,24	78,76
9,51 - (3/8´)	363,70	7,46	28,69	71,31
4.76 - (n4)	462,80	9,49	38,18	61,82
2 - (n10)	428,50	8,79	46,97	53,03
< 2,00 - (n10)	2586,70	53,03		
TOTAL	4877,50	100,00		


Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	96,20	$N''10=(m'10/mt) \times 100=$		53,03
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	11,50	6,34	53,31	46,69
40	12,70	7,00	60,31	39,69
60	8,00	4,41	64,72	35,28
140	11,60	6,39	71,11	28,89
200	3,60	1,98	73,10	26,90
< 200	48,80			
TOTAL	96,20			

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais


 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA	
	Norma de Referência: LNEC E 239 - 1970	
	Amostra:	S4
	Data da Colheita:	01/06/2022
Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra: "Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local: Bragança


Massa total da amostra: (g)	mt=	5036,30
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	2974,30
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	2062,00

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´)	488,50	9,70	9,70	90,30
38,10- (1 1/2´)	275,50	5,47	15,17	84,83
25,4 - (1´)	317,70	6,31	21,48	78,52
19 - (3/4´)	258,50	5,13	26,61	73,39
9,51 - (3/8´)	580,90	11,53	38,15	61,85
4.76 - (n4)	578,50	11,49	49,63	50,37
2 - (n10)	474,70	9,43	59,06	40,94
< 2,00 - (n10)	2062,00	40,94		
TOTAL	5036,30	100,00		

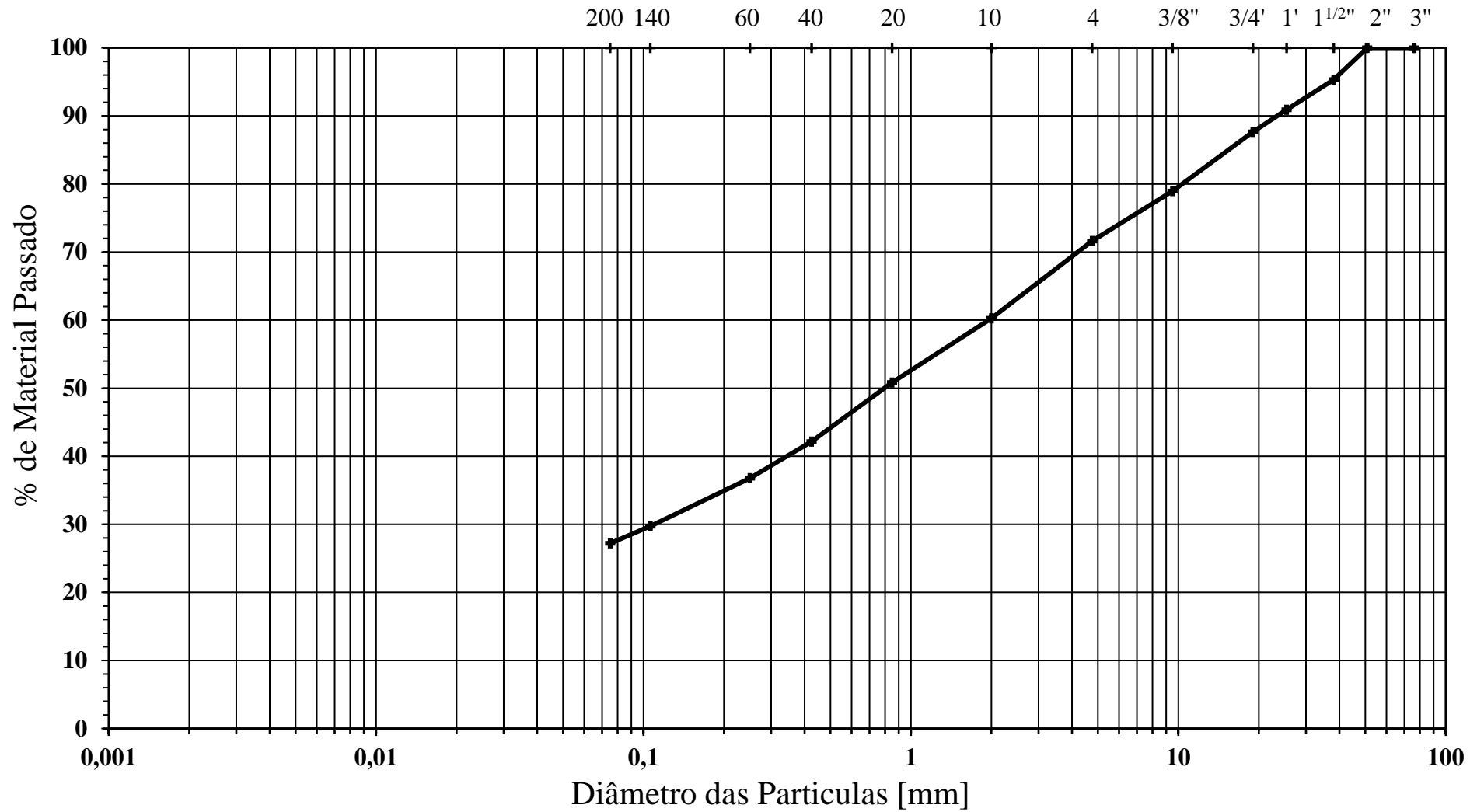
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	93,50	$N"10=(m'10/mt) \times 100=$		40,94
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida (total) $Nx=(mx/ma) \times N"10$	% Acumulada retida total (N'x)	% total acumulada que passa (N"x=100-N'x)
20	19,40	8,50	67,55	32,45
40	13,10	5,74	73,29	26,71
60	7,50	3,28	76,57	23,43
140	9,90	4,34	80,91	19,09
200	3,80	1,66	82,57	17,43
< 200	39,80			
TOTAL	93,50			

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

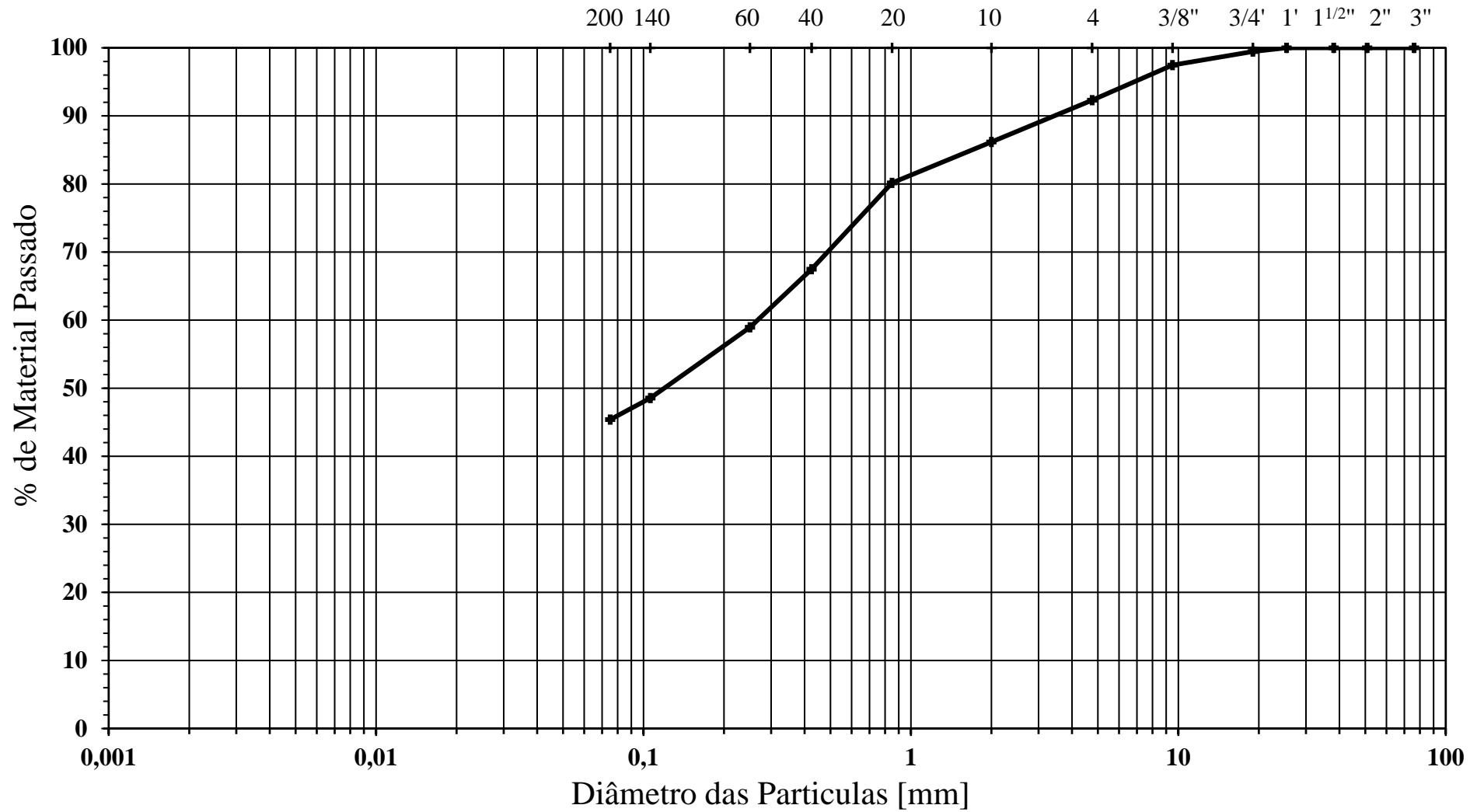
A Técnica Superior

 Herminia Morais

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S1



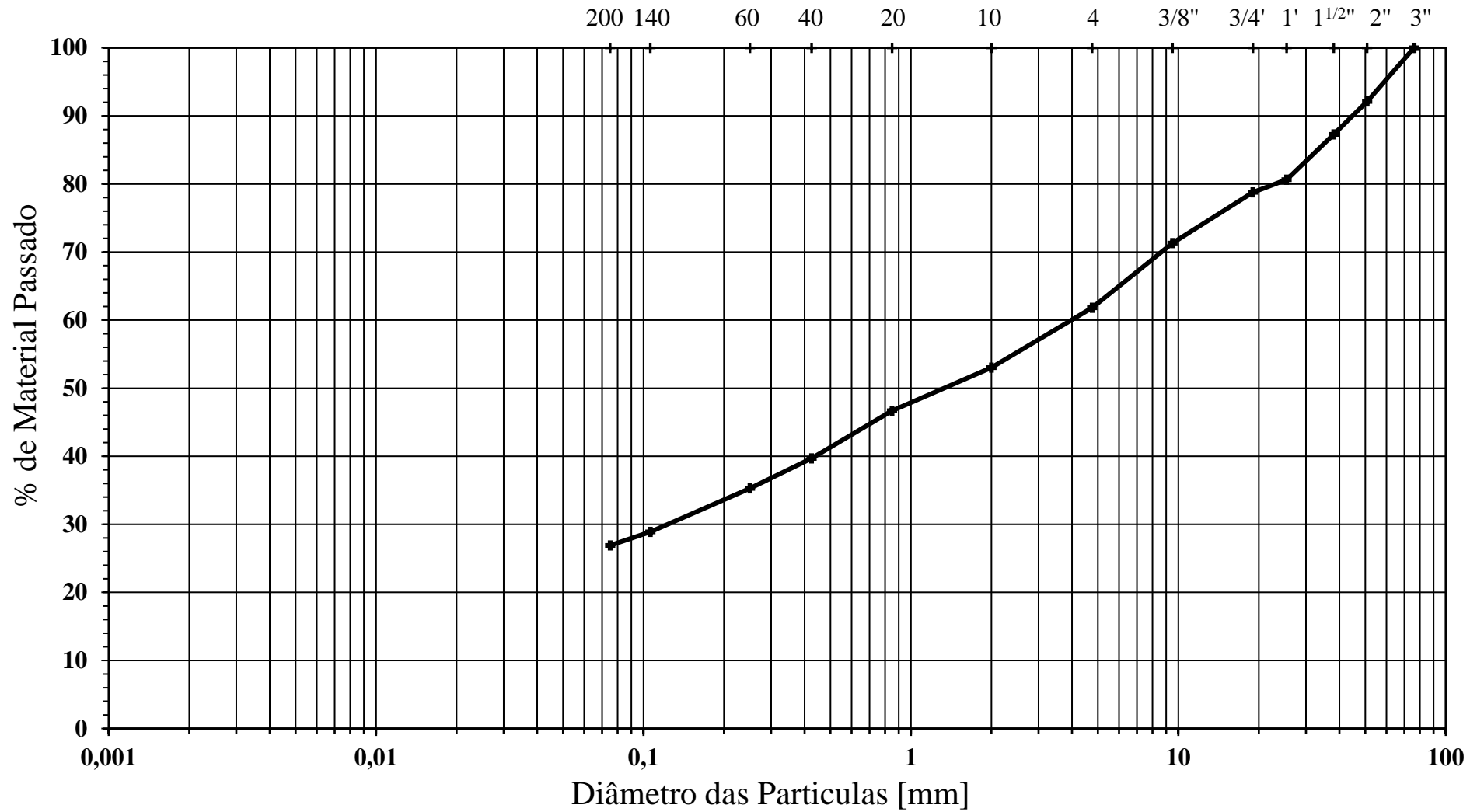
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S2



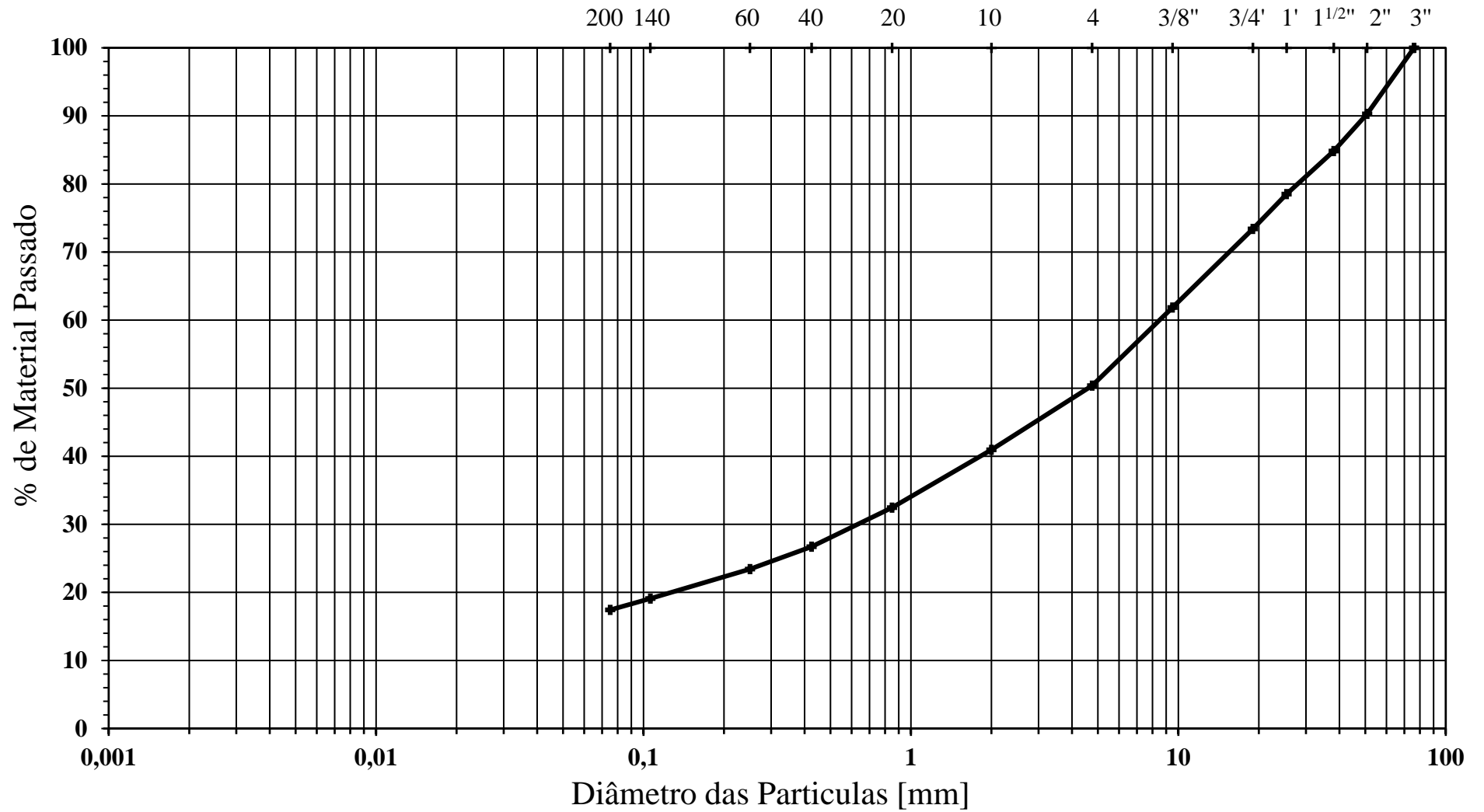
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S3




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

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S4



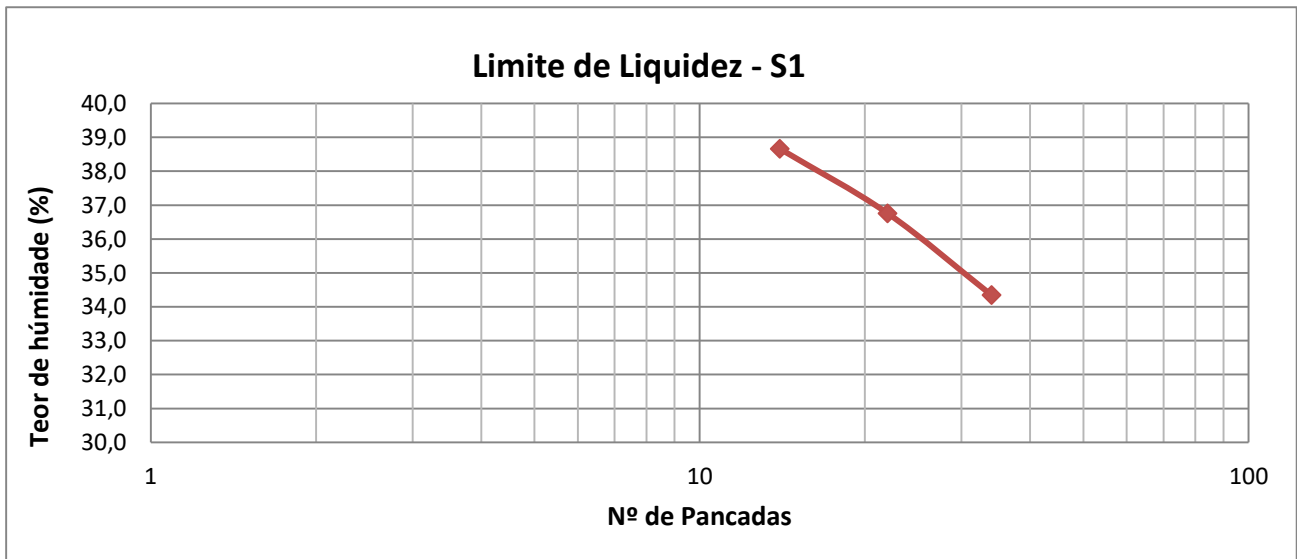
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA		
		Norma Referência: NP-143:1969		
		Amostra:	S1	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

Número de ensaio			1	2	3
Número de pancadas			14	22	34
Número de recipiente			5	11	9
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,23	13,39	13,41
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	26,5	27,9	27,1
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	22,8	24	23,6
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	3,7	3,9	3,5
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	9,57	10,61	10,19
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	38,7	36,8	34,3


Limite de Liquidez (LL)= 36,0 (0,1%)




Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

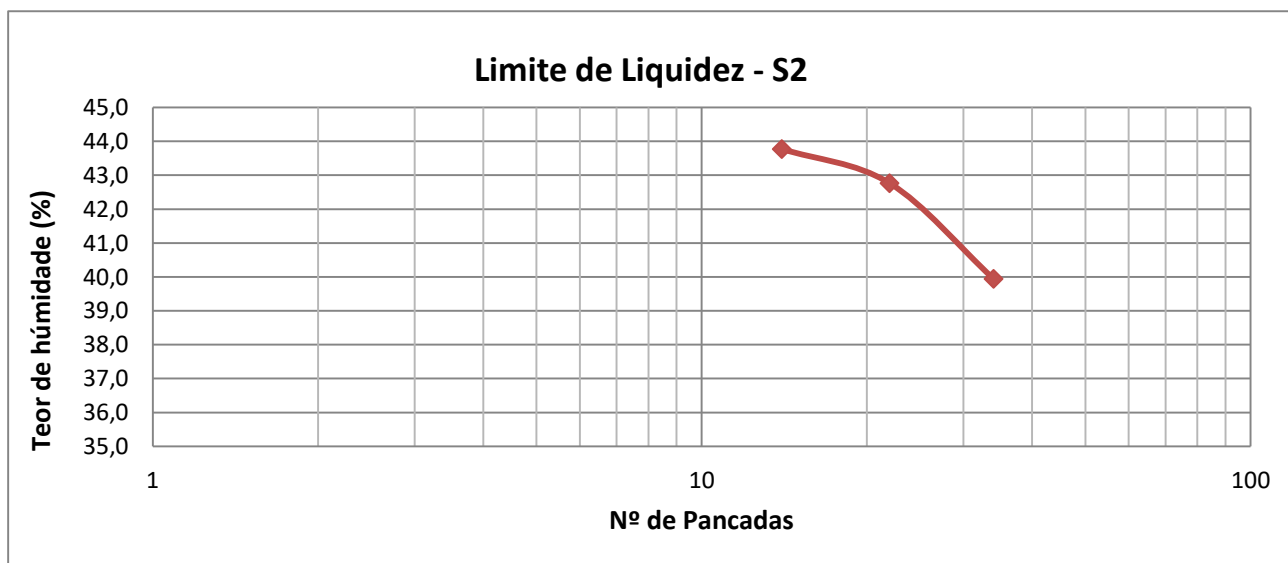
A Técnica Superior

 Herminia Morais

		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA		
		Norma Referência: NP-143:1969		
		Amostra:	S2	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

Número de ensaio			1	2	3
Número de pancadas			14	22	34
Número de recipiente			7	2	5
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,64	13,36	13,25
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	20,8	22,24	24,11
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	18,62	19,58	21,01
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	2,18	2,66	3,1
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	4,98	6,22	7,76
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	43,8	42,8	39,9

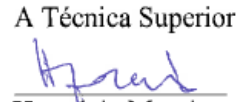
Limite de Liquidez (LL)= 42,0 (0,1%)




Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

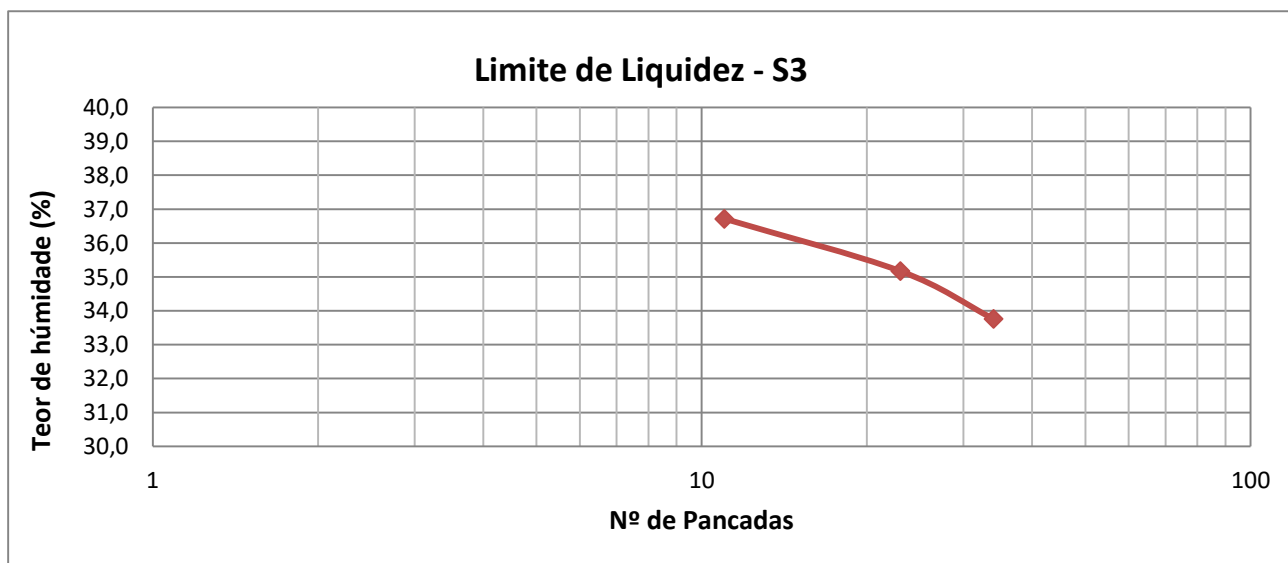
A Técnica Superior

 Herminia Morais

		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA		
		Norma Referência: NP-143:1969		
		Amostra:	S3	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

Número de ensaio			1	2	3
Número de pancadas			11	23	34
Número de recipiente			9	5	7
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,41	13,23	13,64
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	25,40	23,03	22,99
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	22,18	20,48	20,63
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	3,22	2,55	2,36
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	8,77	7,25	6,99
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	36,7	35,2	33,8

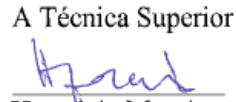
Limite de Liquidez (LL)= 35,0 (0,1%)




Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

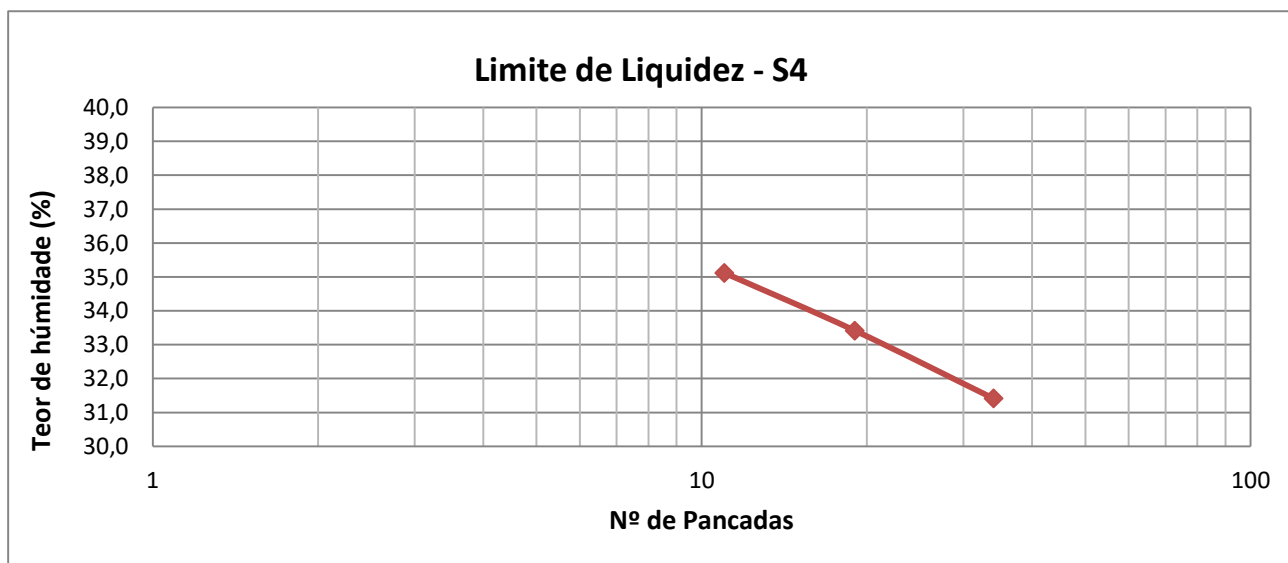
A Técnica Superior

 Herminia Morais

		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA		
		Norma Referência: NP-143:1969		
		Amostra:	S4	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL)

Número de ensaio			1	2	3
Número de pancadas			11	19	34
Número de recipiente			7	2	11
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,64	13,36	13,39
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	25,76	23,86	24,81
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	22,61	21,23	22,08
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	3,15	2,63	2,73
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	8,97	7,87	8,69
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	35,1	33,4	31,4


Limite de Liquidez (LL)= 32,5 (0,1%)




Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA		
		Norma Referência: NP-143:1969		
		Amostra:	S1	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

Número de ensaio			1	2
Número de recipiente			2	7
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,36	13,64
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	14,80	15,11
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	14,46	14,77
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	0,34	0,34
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	1,10	1,13
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	30,9	30,1

Limite de plasticidade **LP=** 30,5 (0,1%)

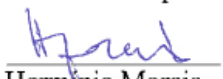
Limite de liquidez **LL=** 36,0 (0,1%)


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

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA		
		Norma Referência: NP-143:1969		
		Amostra:	S2	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

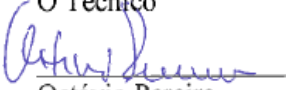
Número de ensaio			1	2
Número de recipiente			9	11
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,49	13,39
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	14,94	14,49
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	14,58	14,22
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	0,36	0,27
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	1,09	0,83
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	33,0	32,5

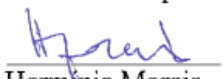
Limite de plasticidade **LP=** 32,8 (0,1%)


Limite de liquidez **LL=** 42,0 (0,1%)

Índice de plasticidade **IP= LL - LP=** 9 (1%)

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

		DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE CONSISTÊNCIA		
		Norma Referência: NP-143:1969		
		Amostra:	S3	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

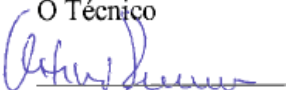
Número de ensaio			1	2
Número de recipiente			2	11
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,36	13,39
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	14,98	15,23
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	14,63	14,82
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	0,35	0,41
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	1,27	1,43
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	27,6	28,7


Limite de plasticidade **LP= 28,1** (0,1%)


Limite de liquidez **LL= 35,0** (0,1%)

Índice de plasticidade **IP= LL - LP= 7** (1%)

Bragança, 06 de junho 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:	S4	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

LIMITE DE PLASTICIDADE (LP)

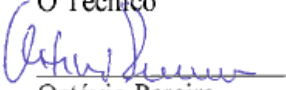
Número de ensaio			1	2
Número de recipiente			5	9
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	13,23	13,41
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	14,79	14,75
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	14,49	14,50
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	0,30	0,25
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	1,26	1,09
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	23,8	22,9

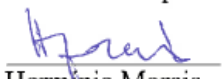
Limite de plasticidade **LP= 23,4** (0,1%)


Limite de liquidez **LL= 32,5** (0,1%)

Índice de plasticidade **IP= LL - LP= 9** (1%)

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA		
		Norma Referência: NP-84:1965		
		Amostra:	S1	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

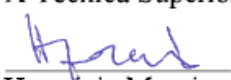
Número de ensaio			P1
Número de recipiente			2
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	162,57
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	763,00
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	672,00
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	91,00
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	509,43
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	17,9


Teor de Humidade (w_n) = 17,9%

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Hermínia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA		
		Norma Referência: NP-84:1965		
		Amostra:	S2	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

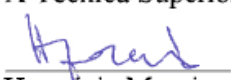
Número de ensaio			P2
Número de recipiente			18
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	172,10
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	680,10
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	576,50
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	103,60
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	404,40
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	25,6


Teor de Humidade (w_n) = 25,6%

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA		
		Norma Referência: NP-84:1965		
		Amostra:	S3	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

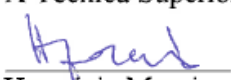
Número de ensaio			P3
Número de recipiente			2
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	162,57
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	945,90
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	806,90
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	139,00
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	644,33
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	21,6


Teor de Humidade (w_n) = 21,6%

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		DETERMINAÇÃO DO TEOR EM ÁGUA		
		Norma Referência: NP-84:1965		
		Amostra:	S4	
		Data da Colheita:	01/06/2022	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
		Local:	Bragança	

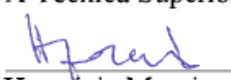
Número de ensaio			P4
Número de recipiente			4
Pt	Peso do recipiente	(0,01gr)	168,79
Pa+s+t	Peso do recipiente + solo húmido	(0,01gr)	812,50
Ps+t	Peso do recipiente + solo seco	(0,01gr)	736,60
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água	(0,01gr)	75,90
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco	(0,01gr)	567,81
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade	(0,1 %)	13,4

Teor de Humidade (w_n) = 13,4%

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

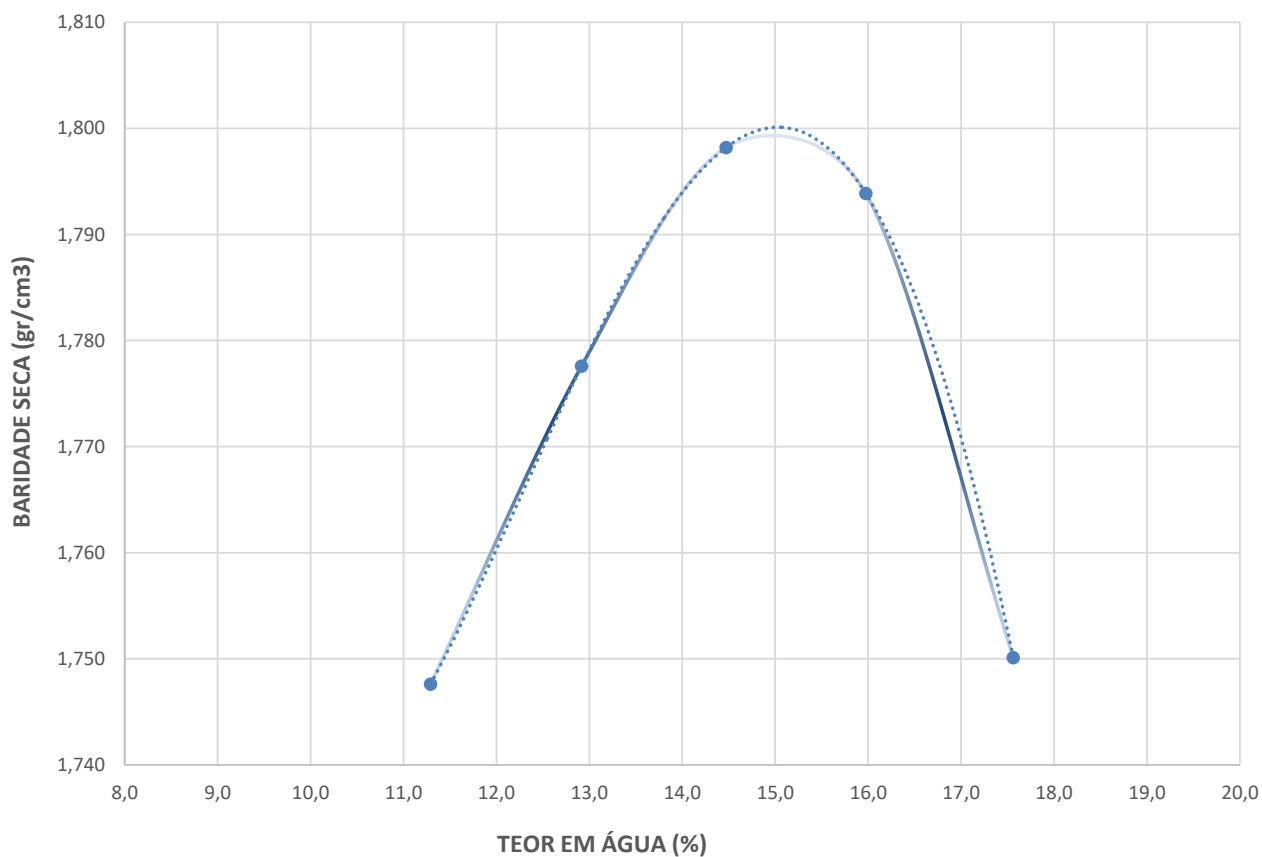
		RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE	
		COMPACTAÇÃO	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		Amostra:	S1
		Data da Colheita:	01/06/2022
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	Bragança

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

Wop= 15,0 (0,1%)

$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ = 1,800 g/cm³

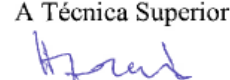
CURVA PROCTOR




Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

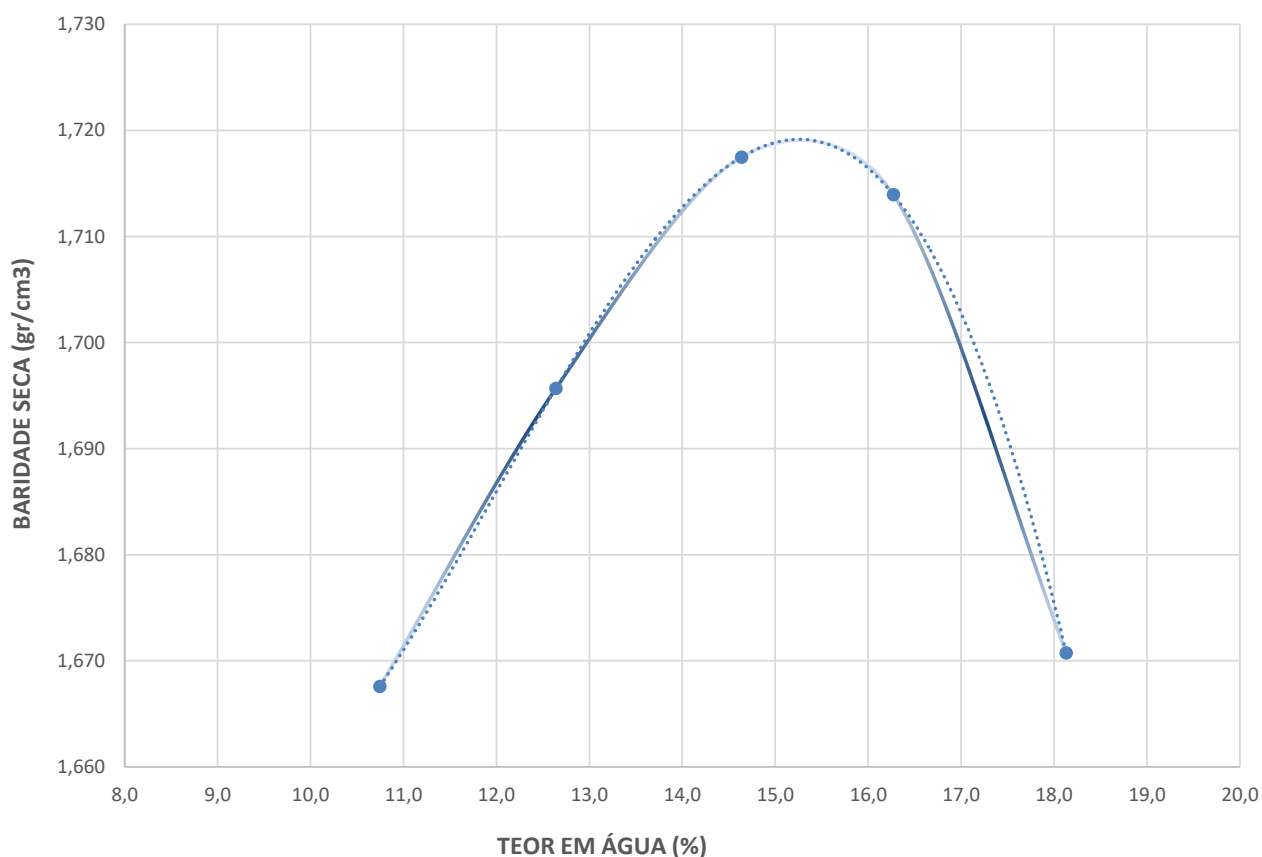
		RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE	
		COMPACTAÇÃO	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		Amostra:	S2
		Data da Colheita:	01/06/2022
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	Bragança

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

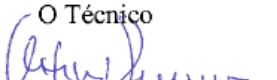
Wop= 15,5 (0,1%)

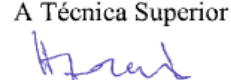
$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ = 1,720 g/cm³


CURVA PROCTOR



Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

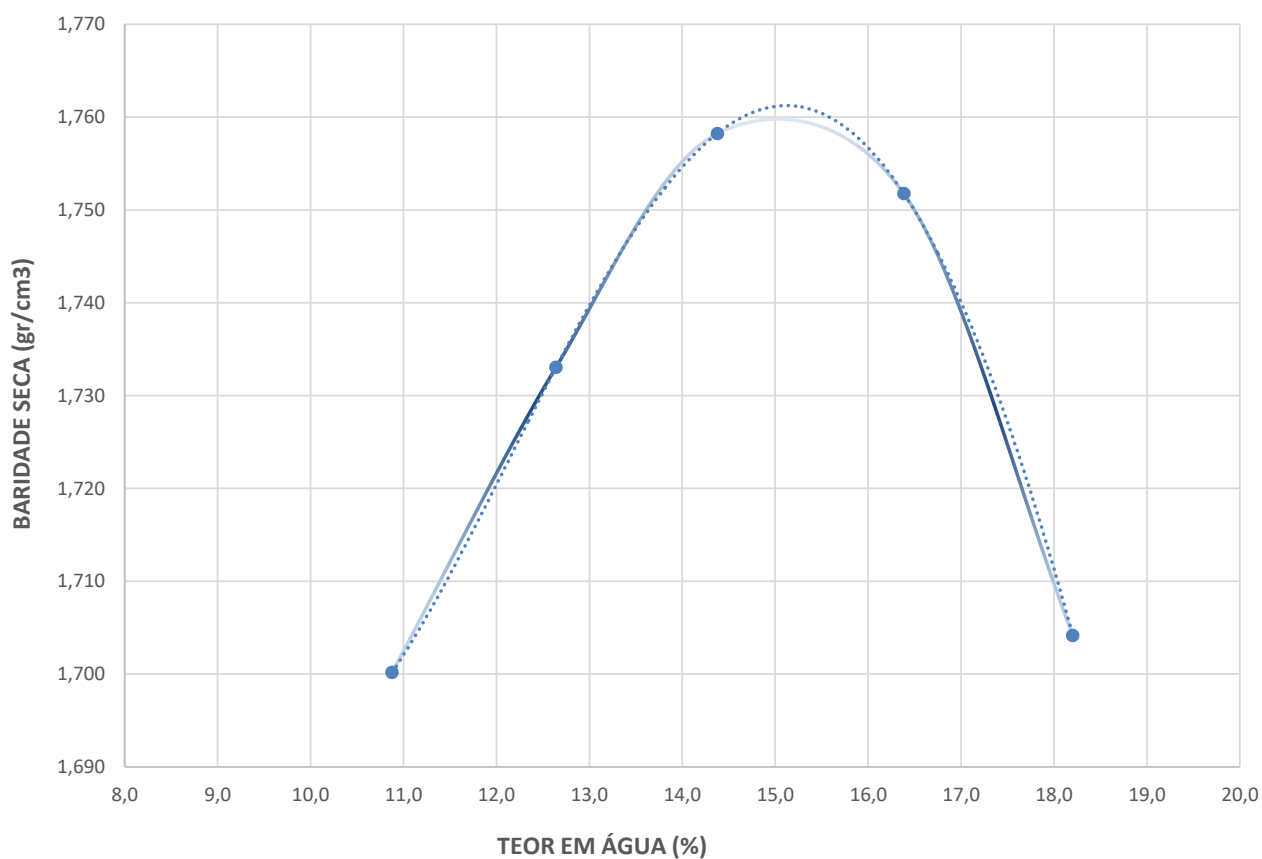
		RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE	
		COMPACTAÇÃO	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		Amostra:	S3
		Data da Colheita:	01/06/2022
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	Bragança

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

Wop= 15,0 (0,1%)

$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ = 1,760 g/cm³

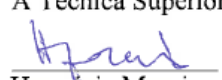
CURVA PROCTOR



Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

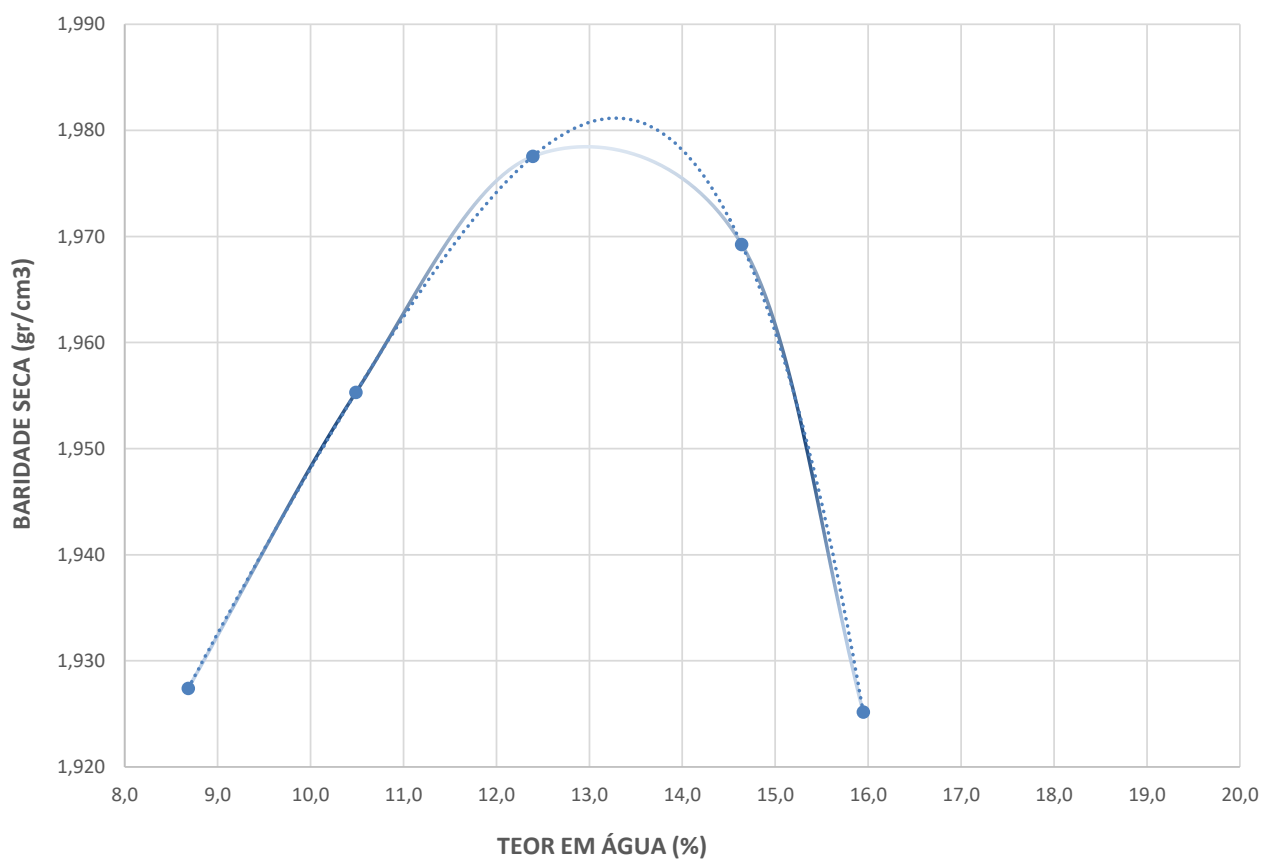
		RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE	
		COMPACTAÇÃO	
		Norma Referência: LNEC E 197:1966	
		Amostra:	S4
		Data da Colheita:	01/06/2022
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	Bragança

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

Wop= 13,0 (0,1%)

$\gamma_{Sm\acute{a}x}$ = 1,980 g/cm³

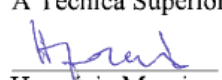
CURVA PROCTOR




Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE					
	COMPACTAÇÃO					
	Norma Referência: LNEC E 197:1966					
	Amostra:	S1				
	Data da Colheita:	01/06/2022				
Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"		
			Local:	Bragança		

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: 17,9%

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)		8885	9015	9122	9168	9120
ps = P2-P1	Peso do solo húmido (gr)		4063	4193	4300	4346	4298
V	Volume do molde (cm ³)		2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida (0,001gr/cm ³)		1,945	2,007	2,058	2,080	2,057

TEORES EM ÁGUA

Número do recipiente			20	4	2	10	5
pt	Peso do recipiente (0,1gr)		162,6	162,1	162,8	162,1	161,5
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,1gr)		754,0	600,1	720,5	720,4	685,0
ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,1gr)		694,0	550,0	650,0	643,5	606,8
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água (0,1gr)		60,0	50,1	70,5	76,9	78,2
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1gr)		531,4	387,9	487,2	481,4	445,3
W = (pa/ps)*100	Teor em água (0,1%)		11,3	12,9	14,5	16,0	17,6

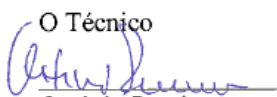
RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE

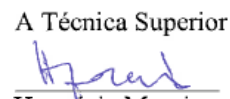
w	Teor em água (0,1%)		11,3	12,9	14,5	16,0	17,6
$\gamma_s = \frac{(100 * \gamma_w)}{(100 + W)}$	Baridade seca (0,001gr/cm ³)		1,748	1,778	1,798	1,794	1,750

Baridade seca máxima ($\gamma_{s\text{máx}}$): 1,800 (0,01gr/cm³)

Teor de humidade óptimo (W_{op}): 15,0 (0,1%)

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE				
	COMPACTAÇÃO				
	Norma Referência: LNEC E 197:1966				
	Amostra:	S2			
	Data da Colheita:	01/06/2022			
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
			Local:	Bragança	

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: 25,6%

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)	8680	8812	8935	8985	8945
ps = P2-P1	Peso do solo húmido (gr)	3858	3990	4113	4163	4123
V	Volume do molde (cm ³)	2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida (0,001gr/cm ³)	1,847	1,910	1,969	1,993	1,974

TEORES EM ÁGUA

Número do recipiente		20	4	2	25	11
pt	Peso do recipiente (0,1gr)	162,6	162,1	162,8	172,6	159,8
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,1gr)	750,0	605,0	722,0	633,5	743,6
ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,1gr)	693,0	555,3	650,6	569,0	654,0
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água (0,1gr)	57,0	49,7	71,4	64,5	89,6
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1gr)	530,4	393,2	487,8	396,4	494,2
W = (pa/ps)*100	Teor em água (0,1%)	10,7	12,6	14,6	16,3	18,1

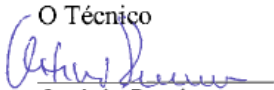
RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE

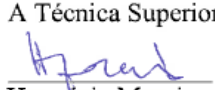
w	Teor em água (0,1%)	10,7	12,6	14,6	16,3	18,1
$\gamma^s = \frac{(100 * \gamma_w)}{(100 + W)}$	Baridade seca (0,001gr/cm ³)	1,668	1,696	1,717	1,714	1,671


Baridade seca máxima ($\gamma_{s\text{máx}}$): 1,720 (0,01gr/cm³)

Teor de humidade óptimo (W_{op}): 15,5 (0,1%)

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE				
	COMPACTAÇÃO				
	Norma Referência: LNEC E 197:1966				
	Amostra:	S3			
	Data da Colheita:	01/06/2022			
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
			Local:	Bragança	

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: 21,6%

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)	8760	8900	9023	9081	9030
ps = P2-P1	Peso do solo húmido	(gr)	3938	4078	4201	4259	4208
V	Volume do molde	cm ³	2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida	0,001gr/cm ³	1,885	1,952	2,011	2,039	2,014

TEORES EM ÁGUA

Número do recipiente			20	18	2	11	5
pt	Peso do recipiente	0,1gr	162,6	172,1	162,8	159,8	161,2
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido	0,1gr	751,8	631,0	720,5	640,0	645,0
ps+t	Peso do recipiente e solo seco	0,1gr	694,0	579,5	650,4	572,4	570,5
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água	0,1gr	57,8	51,5	70,1	67,6	74,5
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco	0,1gr	531,4	407,4	487,6	412,6	409,3
W = (pa/ps)*100	Teor em água	0,1%	10,9	12,6	14,4	16,4	18,2

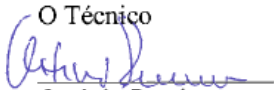
RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE

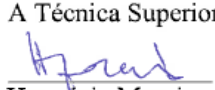
w	Teor em água	0,1%	10,9	12,6	14,4	16,4	18,2
$\gamma^s = \frac{(100 * \gamma_w)}{(100 + W)}$	Baridade seca	0,001gr/cm ³	1,700	1,733	1,758	1,752	1,704


Baridade seca máxima ($\gamma_{s\text{máx}}$): 1,760 (0,01gr/cm³)

Teor de humidade óptimo (W_{op}): 15,0 (0,1%)

Bragança, 06 de junho de 2022

O Técnico

 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Herminia Morais

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão	RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE				
	COMPACTAÇÃO				
	Norma Referência: LNEC E 197:1966				
	Amostra:	S4			
	Data da Colheita:	01/06/2022			
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	
			Local:	Bragança	

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: 13,4%

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)		9198	9335	9465	9538	9485
ps = P2-P1	Peso do solo húmido (gr)		4376	4513	4643	4716	4663
V	Volume do molde (cm ³)		2089	2089	2089	2089	2089
Yw = ps/V	Baridade húmida (0,001gr/cm ³)		2,095	2,160	2,223	2,258	2,232

TEORES EM ÁGUA

Número do recipiente			11	15	4	10	5
pt	Peso do recipiente (0,1gr)		159,8	168,8	172,0	162,1	161,5
pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,1gr)		640,4	812,5	728,0	722,0	685,0
ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,1gr)		602,0	751,4	666,7	650,5	613,0
pa=pa+s+t-(ps+t)	Peso da água (0,1gr)		38,4	61,1	61,3	71,5	72,0
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1gr)		442,2	582,6	494,7	488,4	451,5
W = (pa/ps)*100	Teor em água (0,1%)		8,7	10,5	12,4	14,6	15,9

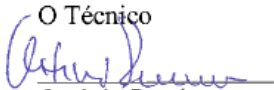
RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE

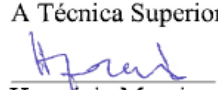
w	Teor em água (0,1%)		8,7	10,5	12,4	14,6	15,9
$\gamma_s = \frac{(100 * \gamma_w)}{(100 + W)}$	Baridade seca (0,001gr/cm ³)		1,927	1,955	1,978	1,969	1,925


Baridade seca máxima ($\gamma_{s\text{máx}}$): 1,980 (0,01gr/cm³)

Teor de humidade óptimo (W_{op}): 13,0 (0,1%)

Bragança, 06 de junho 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:	01/06/2022				
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	71,62	60,25	42,14	27,2
Retida Acumulada (%)	0,00	28,38	39,75	57,86	72,8

Limite de Liquidez	36,0
Limite de Plasticidade	30,5
Índice de Plasticidade	6
Teor de Matéria Orgânica	

D ₆₀ (mm)	2,0
D ₃₀ (mm)	0,1
D ₁₀ (mm)	s.d.
D _{máx} (mm)	50,0

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	39,8
Areia (%)	33,1
Silte e Argila (%)	27,2
Índice de Grupo	0


Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	SM
Classificação (AASHTO M145-42):	A-2-4(0)
Classificação LCPC/ SETRA:	B₅

Observações:

SM- Solo grosso, areia siltosa com finos (% finos >12%) mal graduada, segundo a classificação unificada ASTM. Permeabilidade quando compactado semipermeável a impermeável, boa resistência ao corte quando compactado e saturado, baixa compressibilidade quando compactado e saturado, e razoável trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento.

A-2-4(0)- Solos de materiais granulares, classificando-se como seixo a areia siltosa ou argilosa, tendo um comportamento excelente a bom na camada sob o pavimento. Predominantemente constituído por calhau ou seixo com um material aglutinante NP ou fracamente plástico.

B₅. Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como solos arenosos com finos (D₅₀≤50mm), estando o material passado no peneiro de 0,080mm (nº200) compreendido entre 12 e 35% (27,2%), sendo um solo pouco argiloso pois IP<12%. A proporção de finos e a fraca plasticidade destes últimos, aproxima muito o comportamento destes solos com os solos A1

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	S2	Local:	Bragança
Data Recolha:	01/06/2022				
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	92,32	86,17	67,47	45,38
Retida Acumulada (%)	0,00	7,68	13,83	32,53	54,62

Limite de Liquidez	42,0
Limite de Plasticidade	32,8
Índice de Plasticidade	9
Teor de Matéria Orgânica	

D ₆₀ (mm)	0,3
D ₃₀ (mm)	s.d
D ₁₀ (mm)	s.d
D _{máx} (mm)	25,4

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	13,8
Areia (%)	40,8
Silte e Argila (%)	45,4
Índice de Grupo	0


Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	SM
Classificação (AASHTO M145-42):	A-5 (0)
Classificação LCPC/ SETRA:	A₁th

Observações:

SM- Solo grosso, areia siltosa com finos (% finos >12%), segundo a classificação unificada ASTM. Permeabilidade quando compactado semipermeável a impermeável, boa resistência ao corte quando compactado e saturado, baixa compressibilidade quando compactado e saturado, e razoável trabalhabilidade como material de construção. Segundo o MACOPAV é um solo admissível em aterro e em leito de pavimento.

A-5(0) - Segundo a classificação AASHTO estes solos classificam-se como materiais silto-argilosos (mais de 35% passam no peneiro nº 200), com $IP \leq 10\%$ e com $LL \geq 41\%$.

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:	01/06/2022		
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"	

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	61,82	53,03	39,69	26,9
Retida Acumulada (%)	0,00	38,18	46,97	60,31	73,1

Limite de Liquidez	35,0
Limite de Plasticidade	28,1
Índice de Plasticidade	7
Teor de Matéria Orgânica	

D ₆₀ (mm)	4,0
D ₃₀ (mm)	0,1
D ₁₀ (mm)	s.d
D _{máx} (mm)	76,0

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	47,0
Areia (%)	26,1
Silte e Argila (%)	26,9
Índice de Grupo	0


Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	GM
Classificação (AASHTO M145-42):	A-2-4 (0)
Classificação LCPC/ SETRA:	C₂(B₅)

Observações:

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

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

 INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	S4	Local:	Bragança
Data Recolha:	01/06/2022				
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	50,37	40,94	26,71	17,43
Retida Acumulada (%)	0,00	49,63	59,06	73,29	82,57

Limite de Liquidez	32,5
Limite de Plasticidade	23,4
Índice de Plasticidade	9
Teor de Matéria Orgânica	

D ₆₀ (mm)	9,0
D ₃₀ (mm)	0,2
D ₁₀ (mm)	s.d
D _{máx} (mm)	80,0

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	59,1
Areia (%)	23,5
Silte e Argila (%)	17,4
Índice de Grupo	0

Classificação Unificada (ASTM D2487-85):	GM
Classificação (AASHTO M145-42):	A-2-4 (0)
Classificação LCPC/ SETRA:	C₂(B₅)

Observações:

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

A-2-4(0)- Solos de materiais granulares, classificando-se como seixo a areia siltosa ou argilosa, tendo um comportamento excelente a bom na camada sob o pavimento. 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 B5, 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

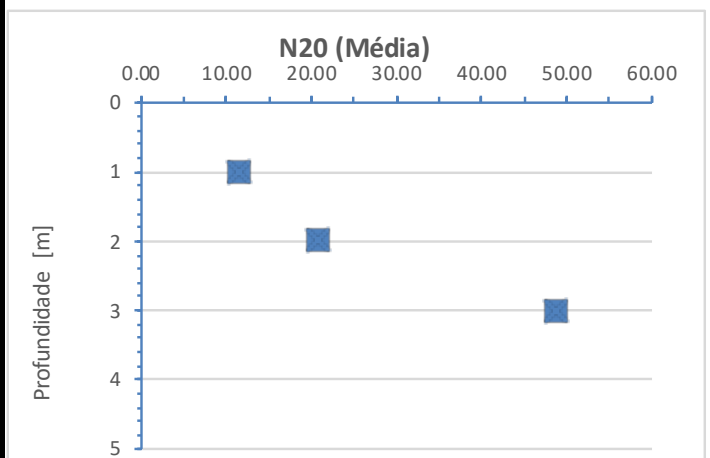
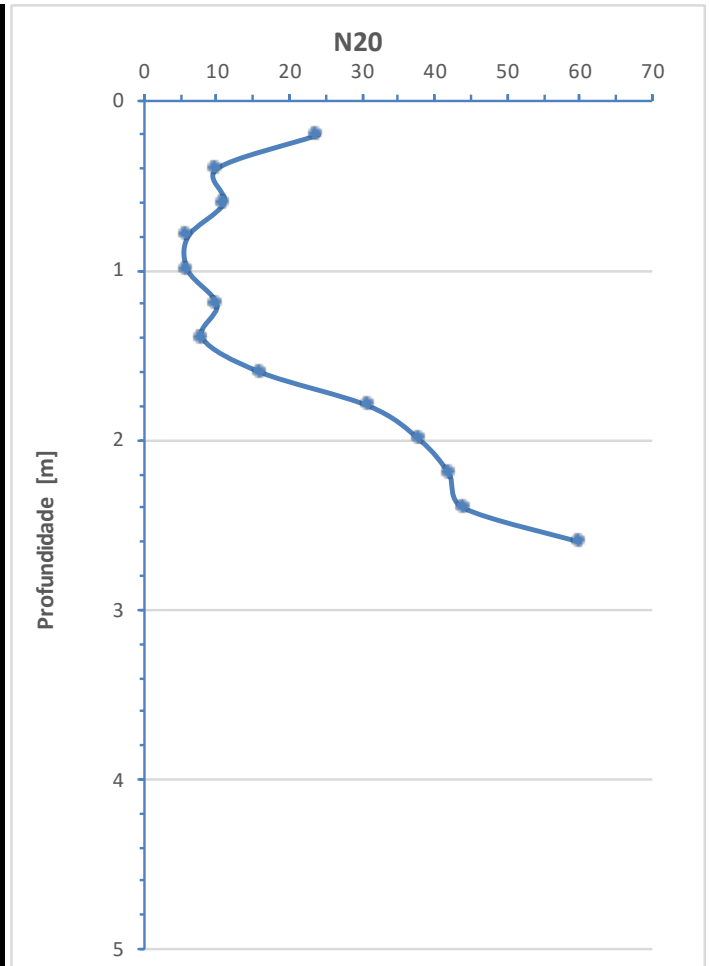
Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	1	Sondagem nº:	S1
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	741.51	
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	24	4.2		8.2	
0.4	10	4.4		8.4	
0.6	11	4.6		8.6	
0.8	6	4.8		8.8	
1	6	5		9	
N₂₀ (Méd)	11.40	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	10	5.2		9.2	
1.4	8	5.4		9.4	
1.6	16	5.6		9.6	
1.8	31	5.8		9.8	
2	38	6		10	
N₂₀ (Méd)	20.60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	42	6.2		10.2	
2.4	44	6.4		10.4	
2.6	60	6.6		10.6	
2.8		6.8		10.8	
3		7		11	
N₂₀ (Méd)	48.67	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



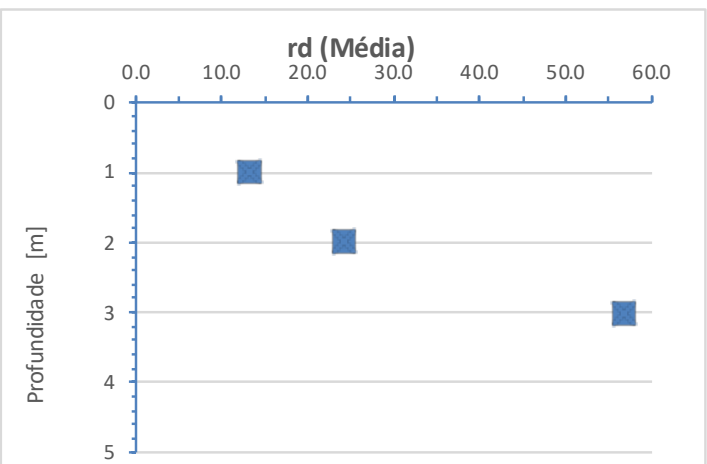
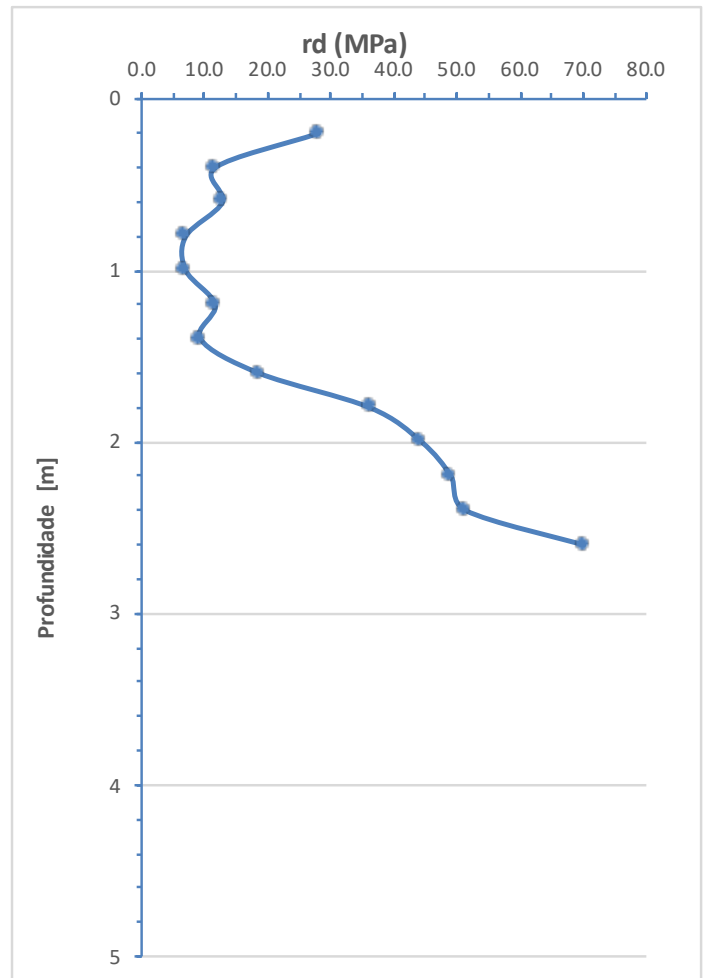


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão


Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	1	Sondagem nº:	S1	
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):	741.51		
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não Detectado	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
			Local:	BRAGANÇA

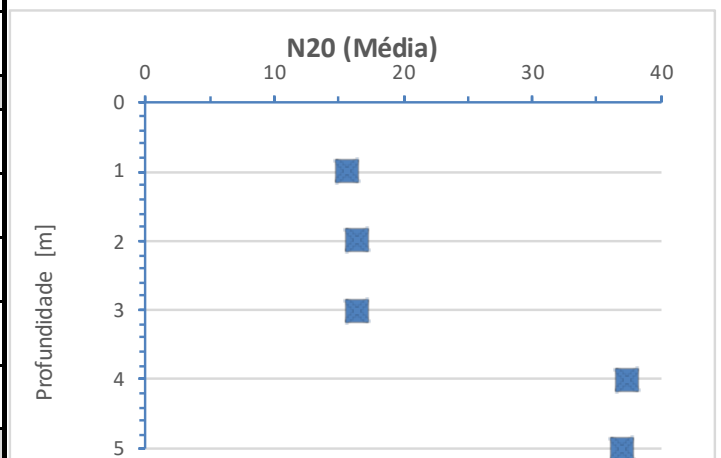
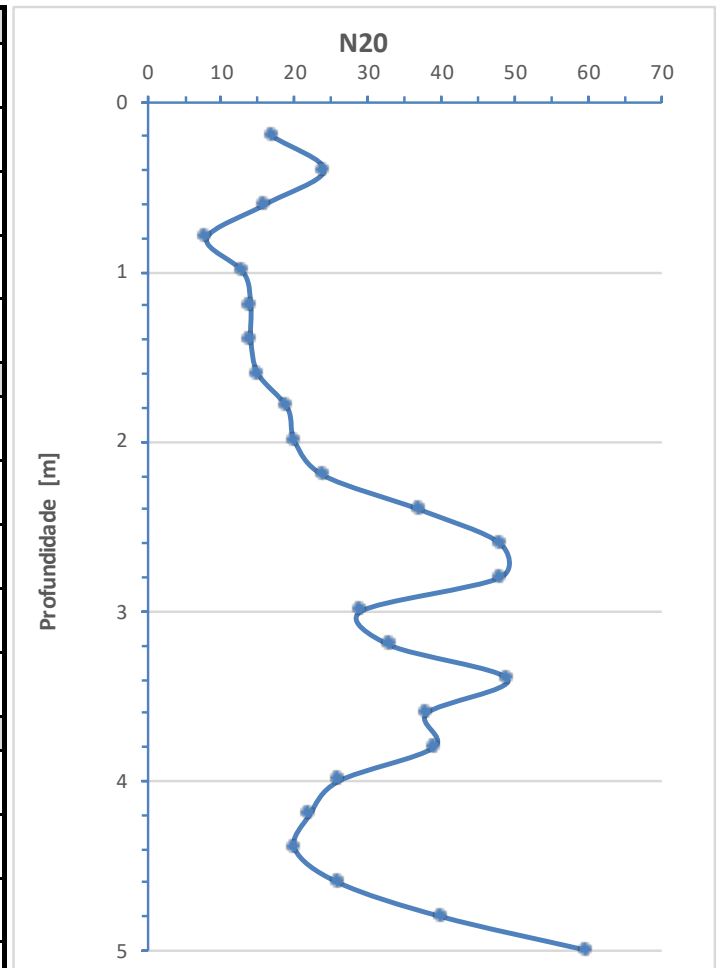
Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0.2	28.03	4.2		8.2	
0.4	11.68	4.4		8.4	
0.6	12.85	4.6		8.6	
0.8	7.01	4.8		8.8	
1	7.01	5		9	
rd (Méd)	13.32	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	11.68	5.2		9.2	
1.4	9.34	5.4		9.4	
1.6	18.69	5.6		9.6	
1.8	36.21	5.8		9.8	
2	44.38	6		10	
rd (Méd)	24.06	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	49.06	6.2		10.2	
2.4	51.39	6.4		10.4	
2.6	70.08	6.6		10.6	
2.8		6.8		10.8	
3		7		11	
rd (Méd)	56.84	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		Ensaios de Penetração com DPSH				
		Posição:	2	Sondagem nº:	S2	
		Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:	
			Norte:			
Data:	31/05/22	Elevação (Z):	745.45	Nível de água:	Não detectado	
Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"		
			Local:	BRAGANÇA		

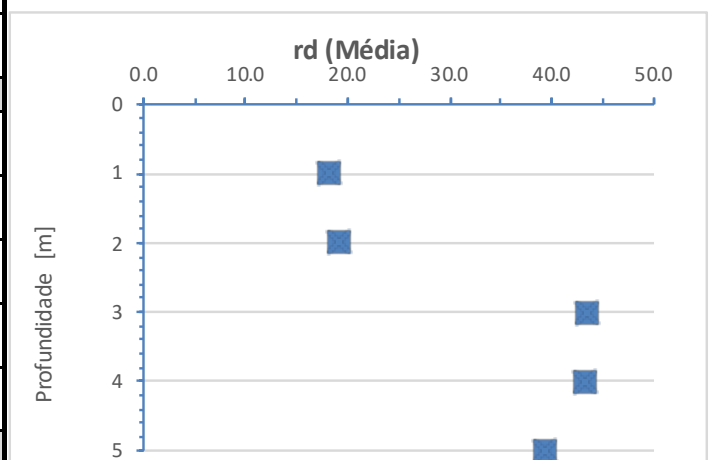
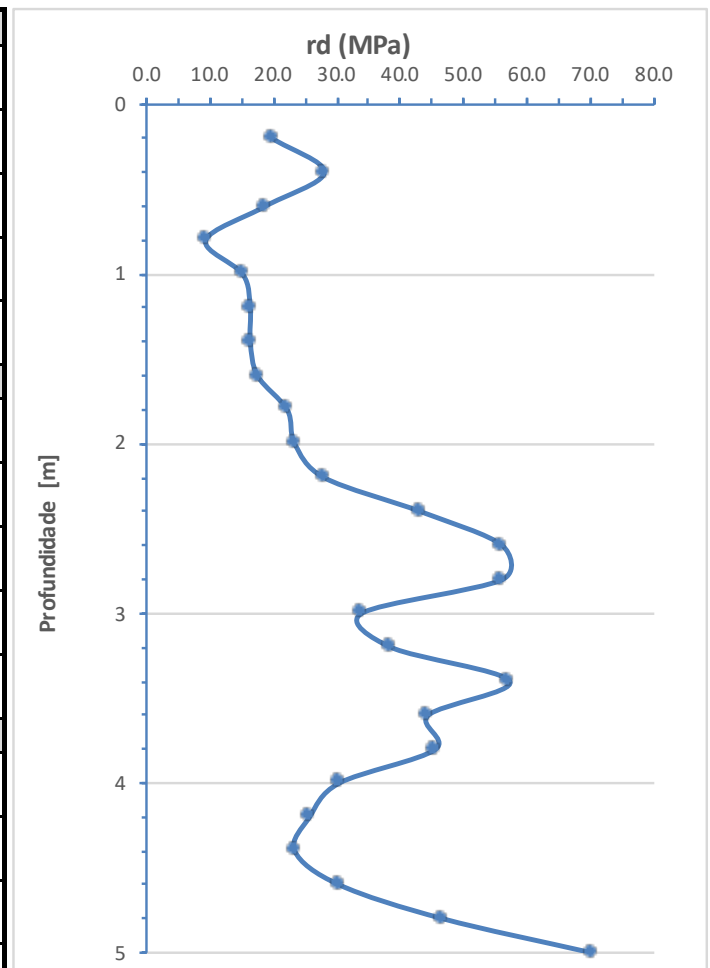
Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	17	4.2	22	8.2	
0.4	24	4.4	20	8.4	
0.6	16	4.6	26	8.6	
0.8	8	4.8	40	8.8	
1	13	5	60	9	
N₂₀ (Méd)	15.60	N₂₀ (Méd)	33.60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	14	5.2		9.2	
1.4	14	5.4		9.4	
1.6	15	5.6		9.6	
1.8	19	5.8		9.8	
2	20	6		10	
N₂₀ (Méd)	16.40	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	24	6.2		10.2	
2.4	37	6.4		10.4	
2.6	48	6.6		10.6	
2.8	48	6.8		10.8	
3	29	7		11	
N₂₀ (Méd)	37.20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3.2	33	7.2		11.2	
3.4	49	7.4		11.4	
3.6	38	7.6		11.6	
3.8	39	7.8		11.8	
4	26	8		12	
N₂₀ (Méd)	37.00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (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:		Direita do eixo:	
			Norte:			
			Elevação (Z):	745.45		
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado			
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"		
			Local:	BRAGANÇA		

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0.2	19.86	4.2	25.70	8.2	
0.4	28.03	4.4	23.36	8.4	
0.6	18.69	4.6	30.37	8.6	
0.8	9.34	4.8	46.72	8.8	
1	15.18	5	70.08	9	
rd (Méd)	18.22	rd (Méd)	39.24	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	16.35	5.2		9.2	
1.4	16.35	5.4		9.4	
1.6	17.52	5.6		9.6	
1.8	22.19	5.8		9.8	
2	23.36	6		10	
rd (Méd)	19.16	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	28.03	6.2		10.2	
2.4	43.22	6.4		10.4	
2.6	56.06	6.6		10.6	
2.8	56.06	6.8		10.8	
3	33.87	7		11	
rd (Méd)	43.45	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3.2	38.54	7.2		11.2	
3.4	57.23	7.4		11.4	
3.6	44.38	7.6		11.6	
3.8	45.55	7.8		11.8	
4	30.37	8		12	
rd (Méd)	43.22	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=10cm



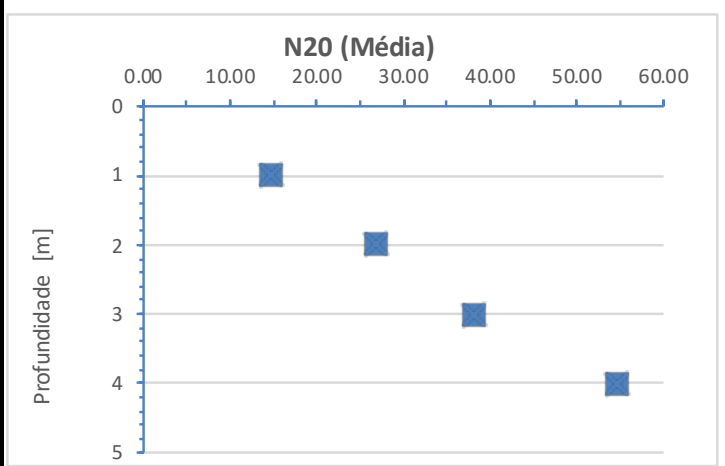
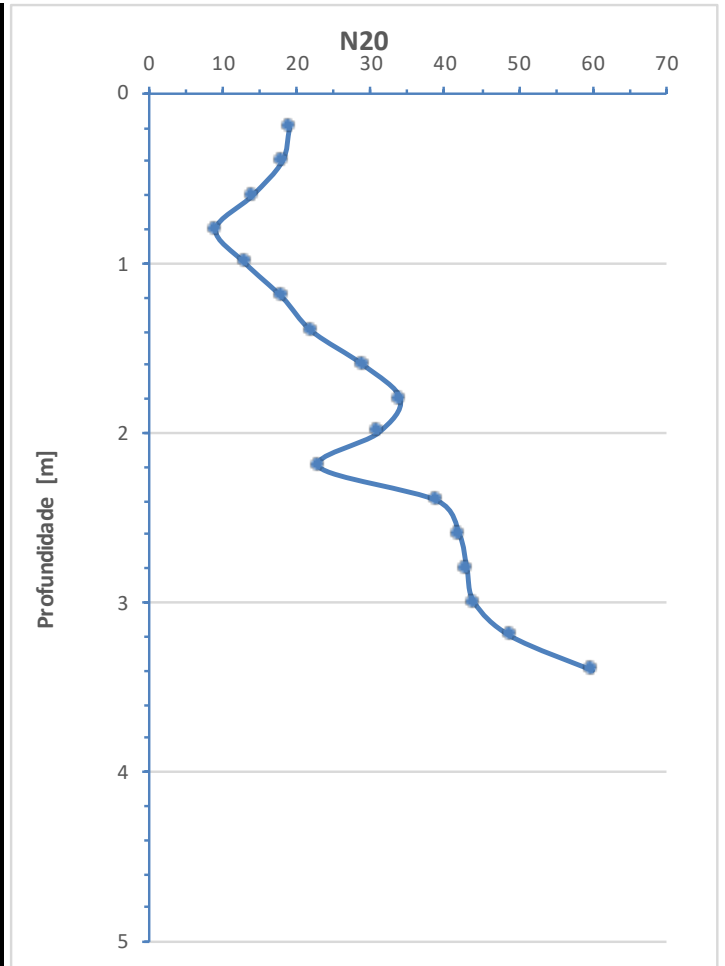
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	3	Sondagem nº:	S3
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	747.82	
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	19	4.2		8.2	
0.4	18	4.4		8.4	
0.6	14	4.6		8.6	
0.8	9	4.8		8.8	
1	13	5		9	
N₂₀ (Méd)	14.60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	18	5.2		9.2	
1.4	22	5.4		9.4	
1.6	29	5.6		9.6	
1.8	34	5.8		9.8	
2	31	6		10	
N₂₀ (Méd)	26.80	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	23	6.2		10.2	
2.4	39	6.4		10.4	
2.6	42	6.6		10.6	
2.8	43	6.8		10.8	
3	44	7		11	
N₂₀ (Méd)	38.20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3.2	49	7.2		11.2	
3.4	60	7.4		11.4	
3.6		7.6		11.6	
3.8		7.8		11.8	
4		8		12	
N₂₀ (Méd)	54.50	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!



*=17cm



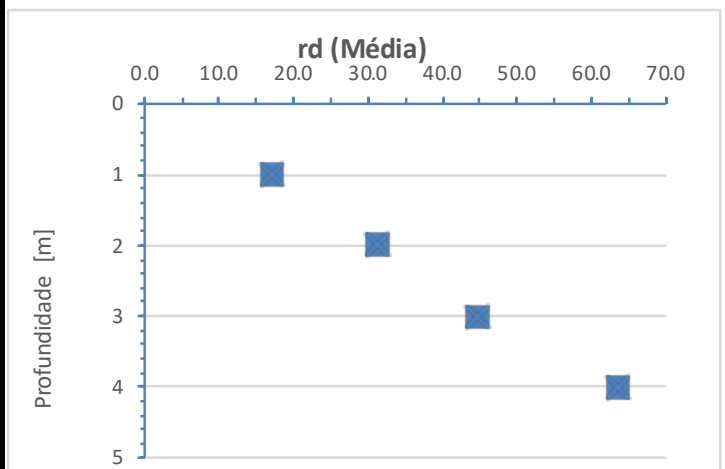
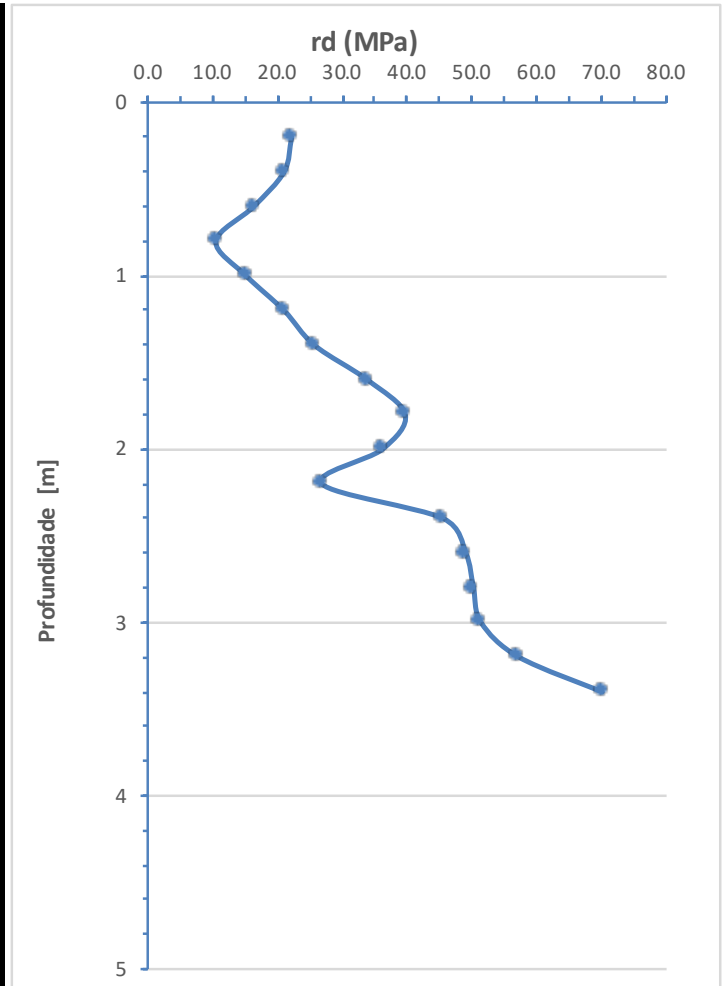
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	3	Sondagem nº:	S3
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	747.82	
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0.2	22.19	4.2		8.2	
0.4	21.02	4.4		8.4	
0.6	16.35	4.6		8.6	
0.8	10.51	4.8		8.8	
1	15.18	5		9	
rd (Méd)	17.05	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	21.02	5.2		9.2	
1.4	25.70	5.4		9.4	
1.6	33.87	5.6		9.6	
1.8	39.71	5.8		9.8	
2	36.21	6		10	
rd (Méd)	31.30	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	26.86	6.2		10.2	
2.4	45.55	6.4		10.4	
2.6	49.06	6.6		10.6	
2.8	50.22	6.8		10.8	
3	51.39	7		11	
rd (Méd)	44.62	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3.2	57.23	7.2		11.2	
3.4	70.08	7.4		11.4	
3.6		7.6		11.6	
3.8		7.8		11.8	
4		8		12	
rd (Méd)	63.66	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=17cm



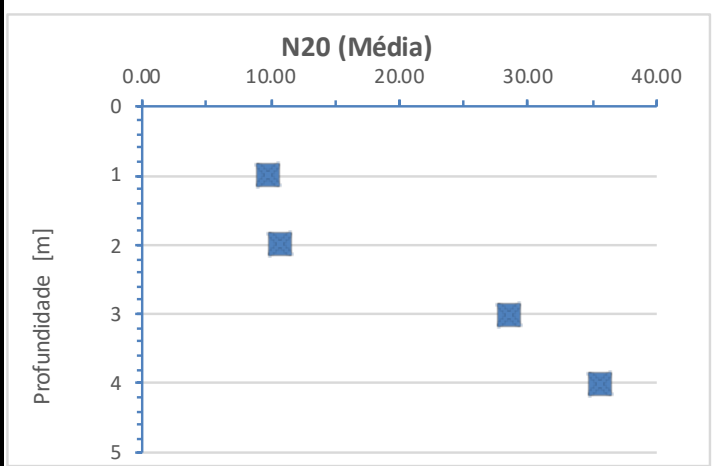
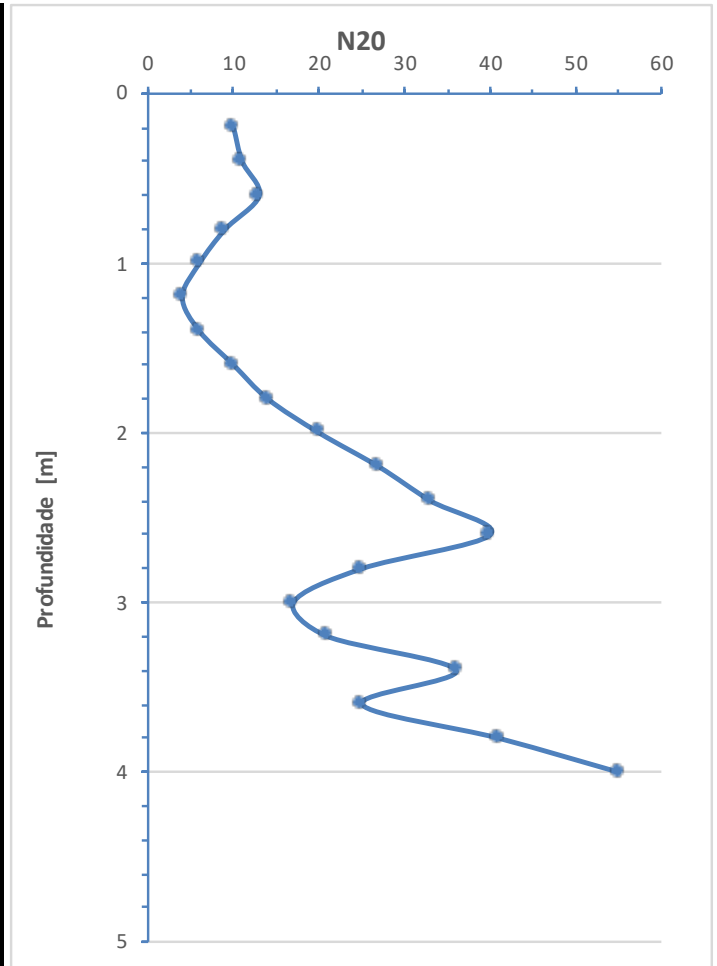
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	4	Sondagem nº:	S4
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	10	4.2		8.2	
0.4	11	4.4		8.4	
0.6	13	4.6		8.6	
0.8	9	4.8		8.8	
1	6	5		9	
N₂₀ (Méd)	9.80	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	4	5.2		9.2	
1.4	6	5.4		9.4	
1.6	10	5.6		9.6	
1.8	14	5.8		9.8	
2	20	6		10	
N₂₀ (Méd)	10.80	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	27	6.2		10.2	
2.4	33	6.4		10.4	
2.6	40	6.6		10.6	
2.8	25	6.8		10.8	
3	17	7		11	
N₂₀ (Méd)	28.40	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3.2	21	7.2		11.2	
3.4	36	7.4		11.4	
3.6	25	7.6		11.6	
3.8	41	7.8		11.8	
4	55	8		12	
N₂₀ (Méd)	35.60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!



*=cm



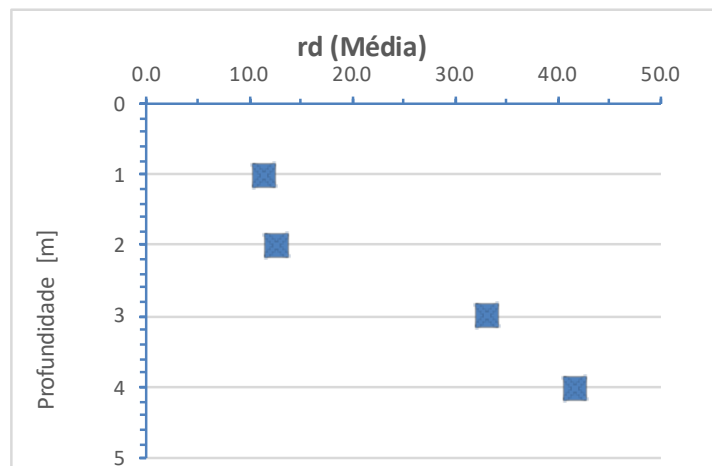
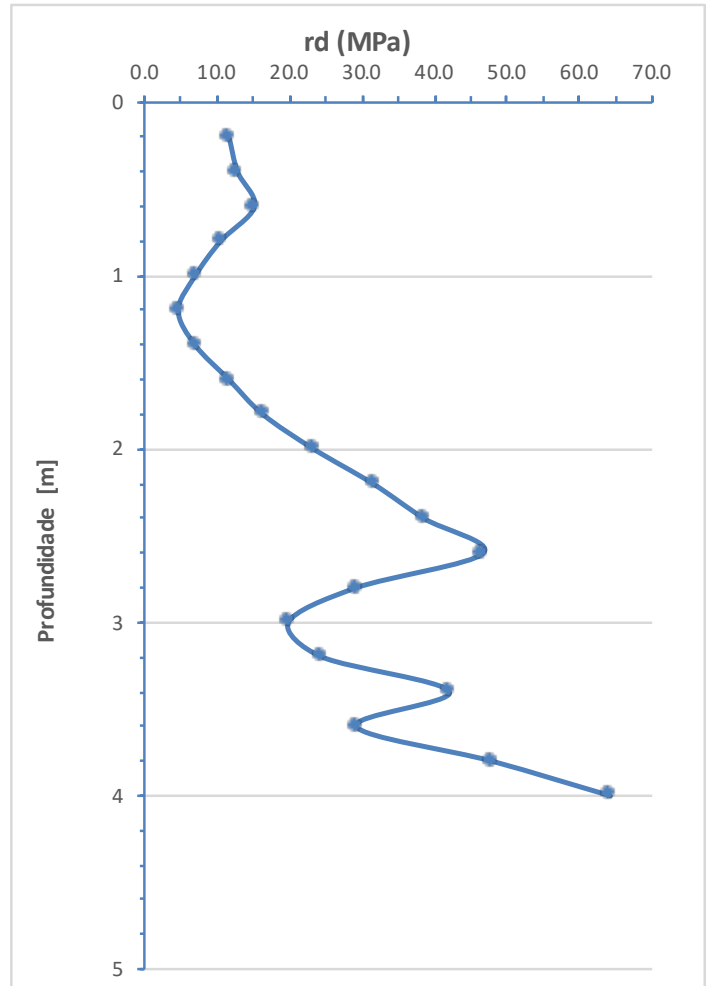
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	4	Sondagem nº:	S4
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	741.56	
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
			Local:	BRAGANÇA

Z(m)	rd	Z(m)	rd	Z(m)	rd
0.2	11.68	4.2		8.2	
0.4	12.85	4.4		8.4	
0.6	15.18	4.6		8.6	
0.8	10.51	4.8		8.8	
1	7.01	5		9	
rd (Méd)	11.45	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	4.67	5.2		9.2	
1.4	7.01	5.4		9.4	
1.6	11.68	5.6		9.6	
1.8	16.35	5.8		9.8	
2	23.36	6		10	
rd (Méd)	12.61	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	31.54	6.2		10.2	
2.4	38.54	6.4		10.4	
2.6	46.72	6.6		10.6	
2.8	29.20	6.8		10.8	
3	19.86	7		11	
rd (Méd)	33.17	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3.2	24.53	7.2		11.2	
3.4	42.05	7.4		11.4	
3.6	29.20	7.6		11.6	
3.8	47.89	7.8		11.8	
4	64.24	8		12	
rd (Méd)	41.58	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=cm



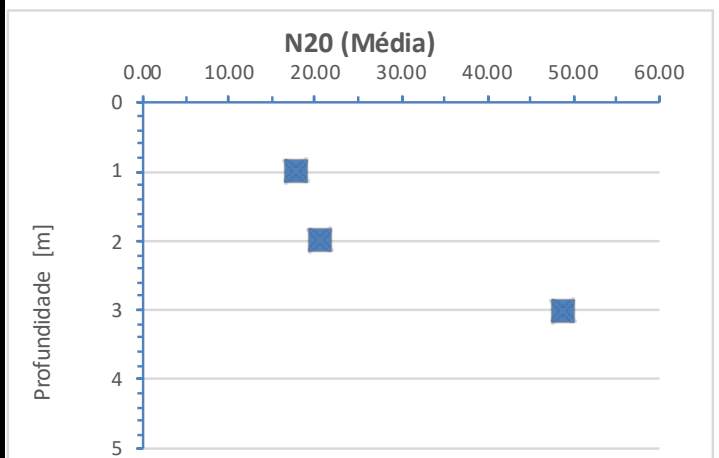
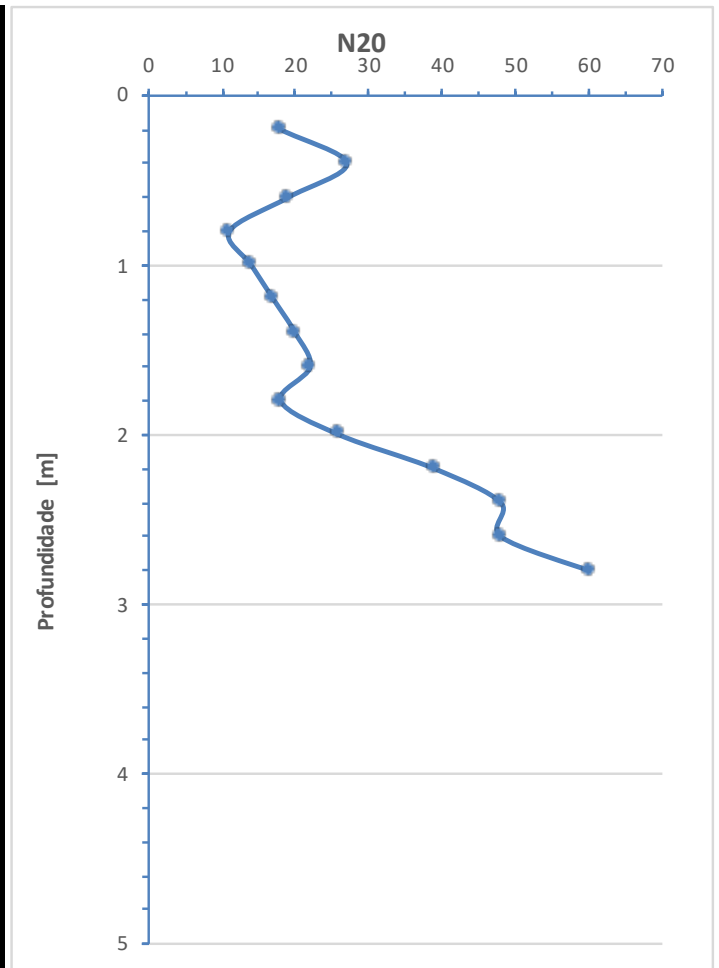
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	5	Sondagem nº:	S5
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Ciente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	18	4.2		8.2	
0.4	27	4.4		8.4	
0.6	19	4.6		8.6	
0.8	11	4.8		8.8	
1	14	5		9	
N₂₀ (Méd)	17.80	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	17	5.2		9.2	
1.4	20	5.4		9.4	
1.6	22	5.6		9.6	
1.8	18	5.8		9.8	
2	26	6		10	
N₂₀ (Méd)	20.60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	39	6.2		10.2	
2.4	48	6.4		10.4	
2.6	48	6.6		10.6	
2.8	60	6.8		10.8	
3		7		11	
N₂₀ (Méd)	48.75	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!



*=19cm



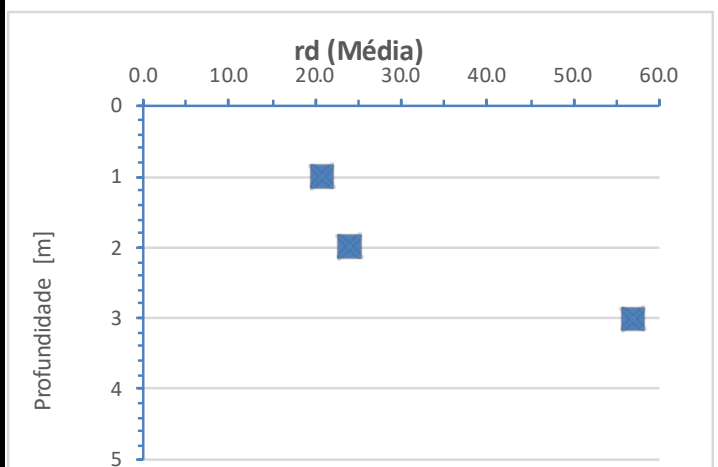
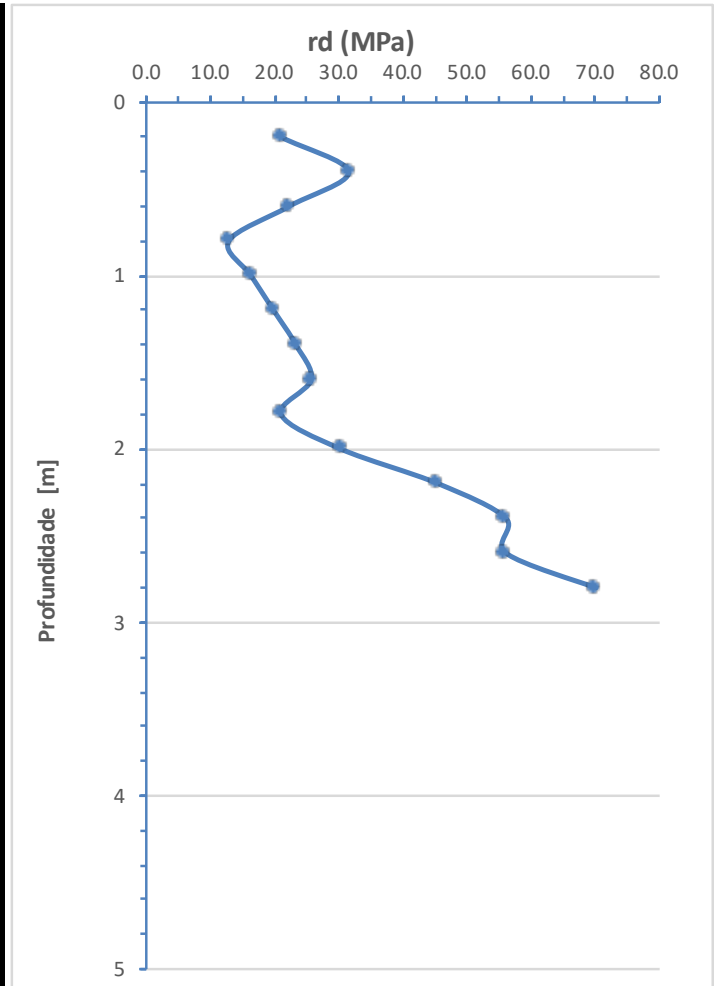
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	5	Sondagem nº:	S5
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	744.11	
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	rd	Z(m)	rd	Z(m)	rd
0.2	21.02	4.2		8.2	
0.4	31.54	4.4		8.4	
0.6	22.19	4.6		8.6	
0.8	12.85	4.8		8.8	
1	16.35	5		9	
rd (Méd)	20.79	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	19.86	5.2		9.2	
1.4	23.36	5.4		9.4	
1.6	25.70	5.6		9.6	
1.8	21.02	5.8		9.8	
2	30.37	6		10	
rd (Méd)	24.06	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	45.55	6.2		10.2	
2.4	56.06	6.4		10.4	
2.6	56.06	6.6		10.6	
2.8	70.08	6.8		10.8	
3		7		11	
rd (Méd)	56.94	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

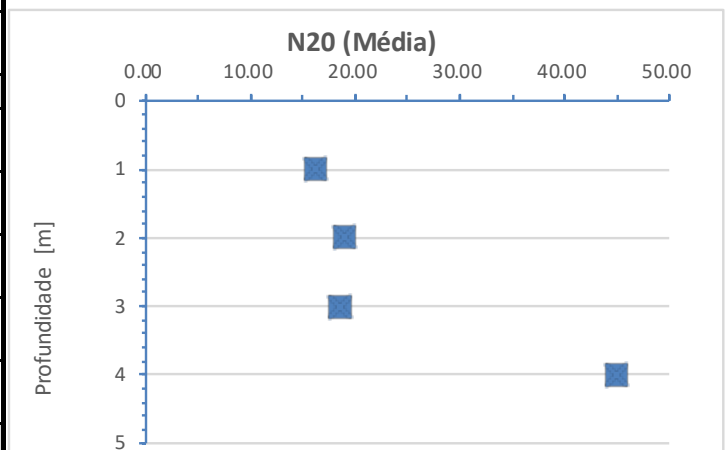
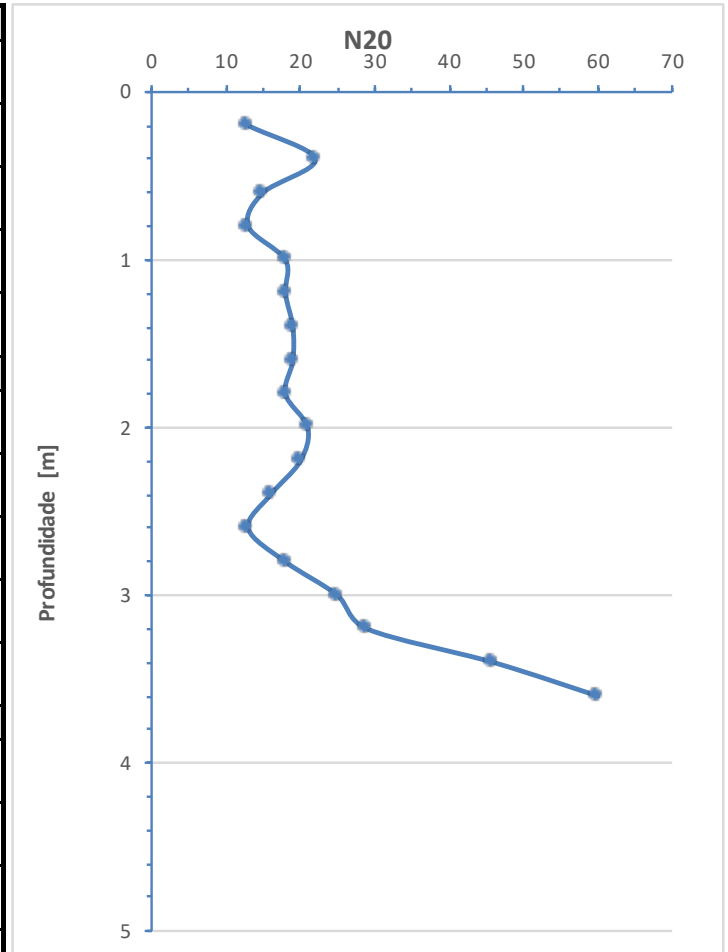


INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	6	Sondagem nº:	S6	
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:	
	Norte:			
	Elevação (Z):	747.79		
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado	
Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.		Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
			Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	13	4.2		8.2	
0.4	22	4.4		8.4	
0.6	15	4.6		8.6	
0.8	13	4.8		8.8	
1	18	5		9	
N₂₀ (Méd)	16.20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	18	5.2		9.2	
1.4	19	5.4		9.4	
1.6	19	5.6		9.6	
1.8	18	5.8		9.8	
2	21	6		10	
N₂₀ (Méd)	19.00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	20	6.2		10.2	
2.4	16	6.4		10.4	
2.6	13	6.6		10.6	
2.8	18	6.8		10.8	
3	25	7		11	
N₂₀ (Méd)	18.40	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3.2	29	7.2		11.2	
3.4	46	7.4		11.4	
3.6	60	7.6		11.6	
3.8		7.8		11.8	
4		8		12	
N₂₀ (Méd)	45.00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!



*=5cm



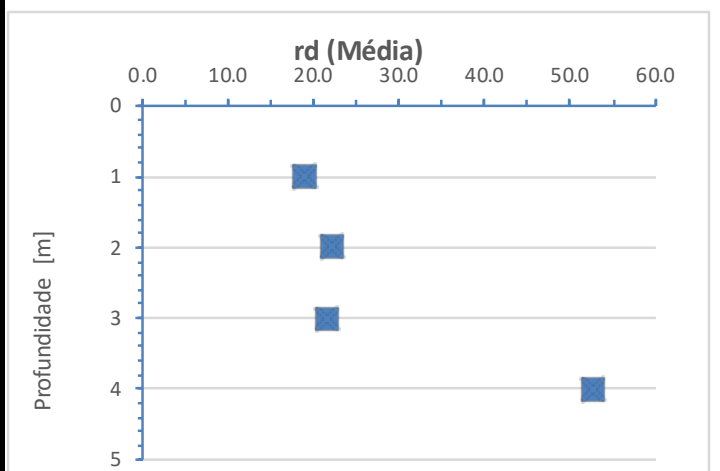
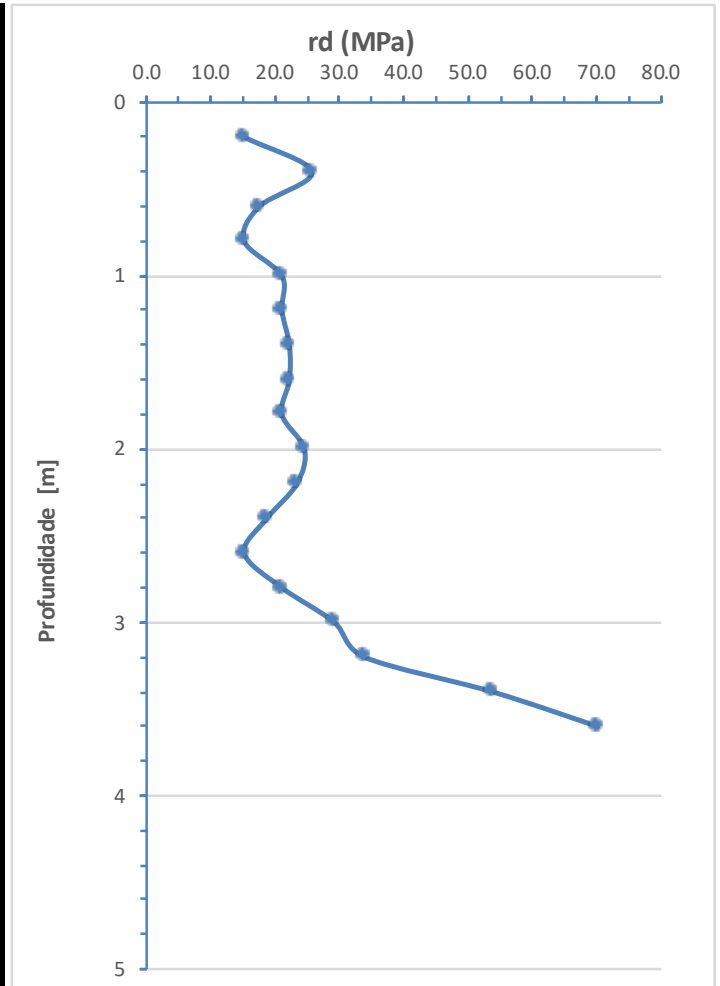
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	6	Sondagem nº:	S6
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	747.79	
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	rd	Z(m)	rd	Z(m)	rd
0.2	15.18	4.2		8.2	
0.4	25.70	4.4		8.4	
0.6	17.52	4.6		8.6	
0.8	15.18	4.8		8.8	
1	21.02	5		9	
rd (Méd)	18.92	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	21.02	5.2		9.2	
1.4	22.19	5.4		9.4	
1.6	22.19	5.6		9.6	
1.8	21.02	5.8		9.8	
2	24.53	6		10	
rd (Méd)	22.19	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	23.36	6.2		10.2	
2.4	18.69	6.4		10.4	
2.6	15.18	6.6		10.6	
2.8	21.02	6.8		10.8	
3	29.20	7		11	
rd (Méd)	21.49	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3.2	33.87	7.2		11.2	
3.4	53.73	7.4		11.4	
3.6	70.08	7.6		11.6	
3.8		7.8		11.8	
4		8		12	
rd (Méd)	52.56	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=5cm



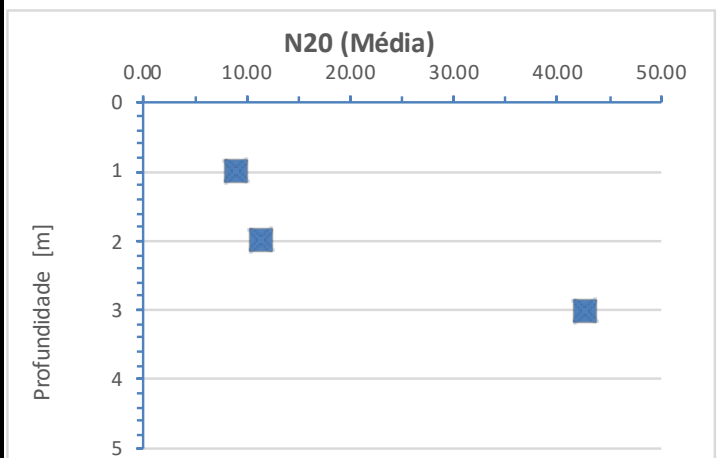
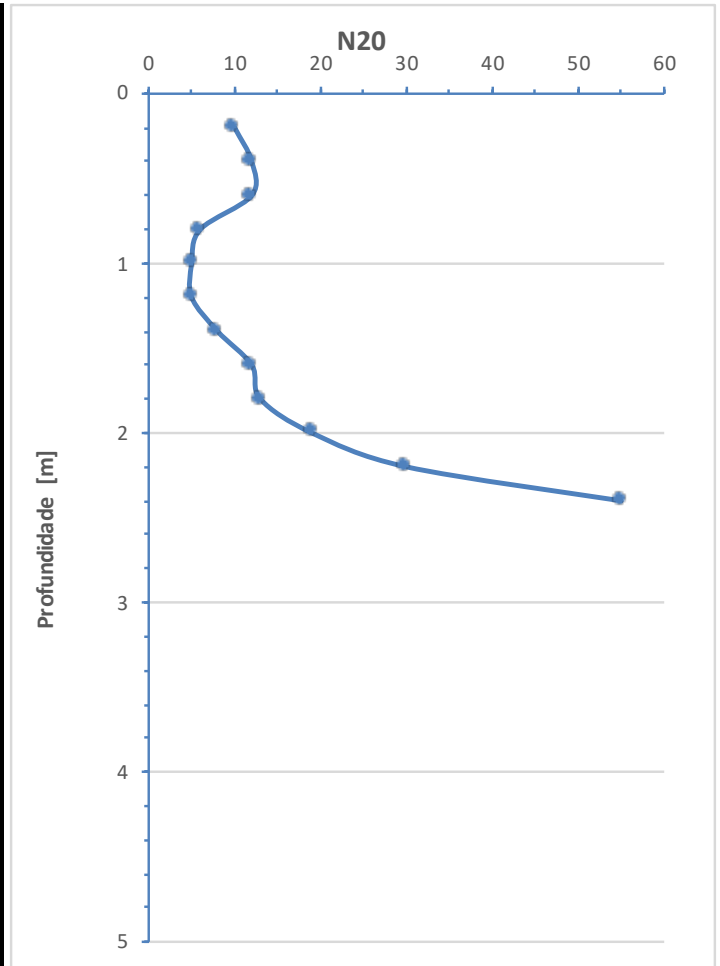
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	7	Sondagem nº:	S7
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	10	4.2		8.2	
0.4	12	4.4		8.4	
0.6	12	4.6		8.6	
0.8	6	4.8		8.8	
1	5	5		9	
N₂₀ (Méd)	9.00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	5	5.2		9.2	
1.4	8	5.4		9.4	
1.6	12	5.6		9.6	
1.8	13	5.8		9.8	
2	19	6		10	
N₂₀ (Méd)	11.40	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	30	6.2		10.2	
2.4	55	6.4		10.4	
2.6		6.6		10.6	
2.8		6.8		10.8	
3		7		11	
N₂₀ (Méd)	42.50	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



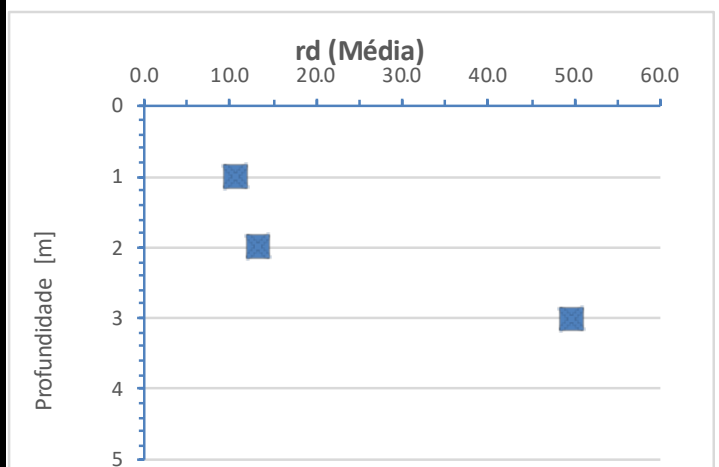
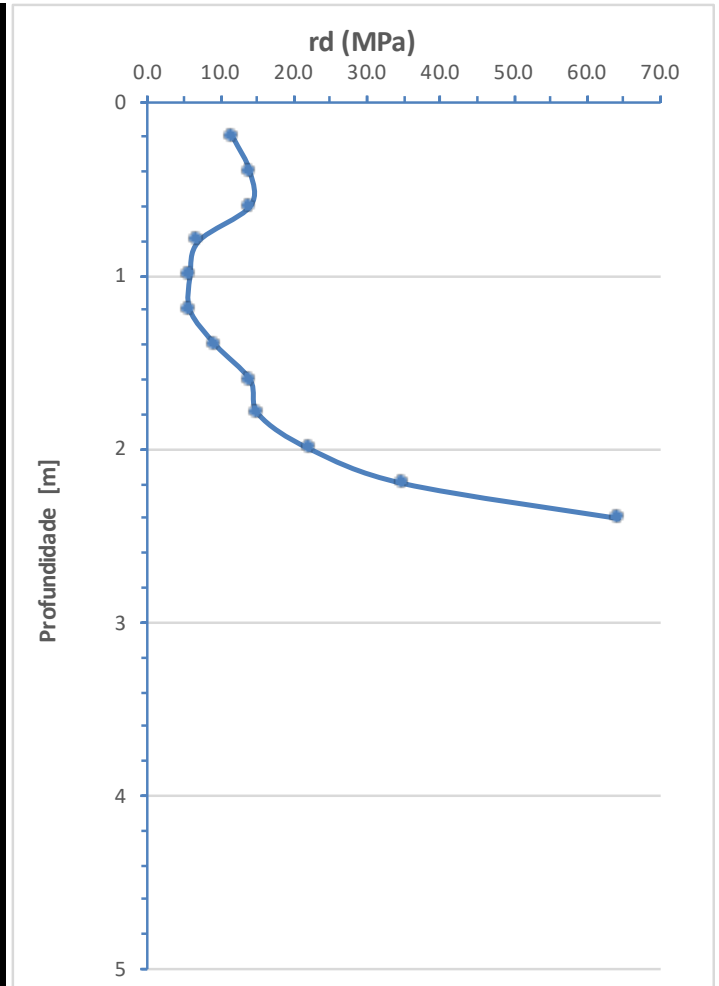
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	7	Sondagem nº:	S7
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	743.55	
Data:	28/02/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	rd	Z(m)	rd	Z(m)	rd
0.2	11.68	4.2		8.2	
0.4	14.02	4.4		8.4	
0.6	14.02	4.6		8.6	
0.8	7.01	4.8		8.8	
1	5.84	5		9	
rd (Méd)	10.51	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	5.84	5.2		9.2	
1.4	9.34	5.4		9.4	
1.6	14.02	5.6		9.6	
1.8	15.18	5.8		9.8	
2	22.19	6		10	
rd (Méd)	13.32	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	35.04	6.2		10.2	
2.4	64.24	6.4		10.4	
2.6		6.6		10.6	
2.8		6.8		10.8	
3		7		11	
rd (Méd)	49.64	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!



*=cm



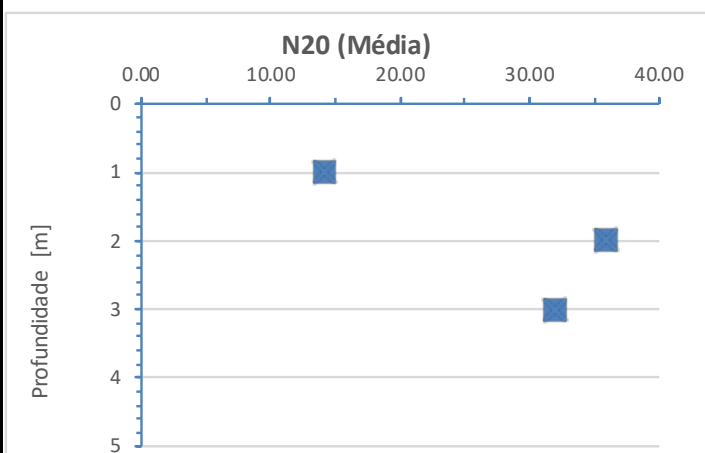
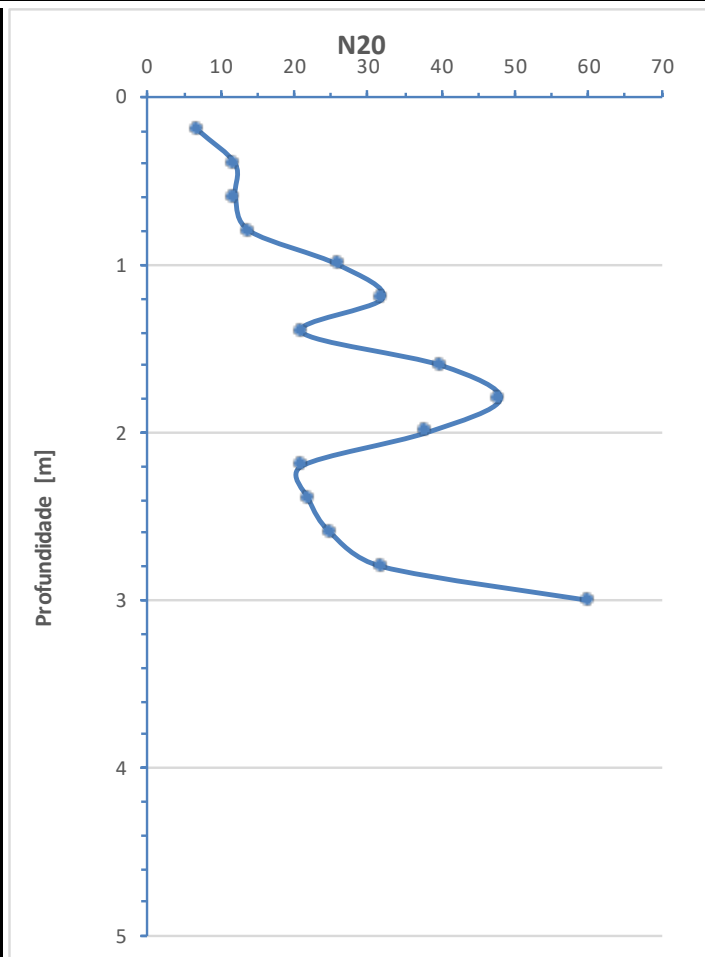
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	8	Sondagem nº:	S8
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	745.14	
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	7	4.2		8.2	
0.4	12	4.4		8.4	
0.6	12	4.6		8.6	
0.8	14	4.8		8.8	
1	26	5		9	
N₂₀ (Méd)	14.20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	32	5.2		9.2	
1.4	21	5.4		9.4	
1.6	40	5.6		9.6	
1.8	48	5.8		9.8	
2	38	6		10	
N₂₀ (Méd)	35.80	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	21	6.2		10.2	
2.4	22	6.4		10.4	
2.6	25	6.6		10.6	
2.8	32	6.8		10.8	
3	60	7		11	
N₂₀ (Méd)	32.00	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



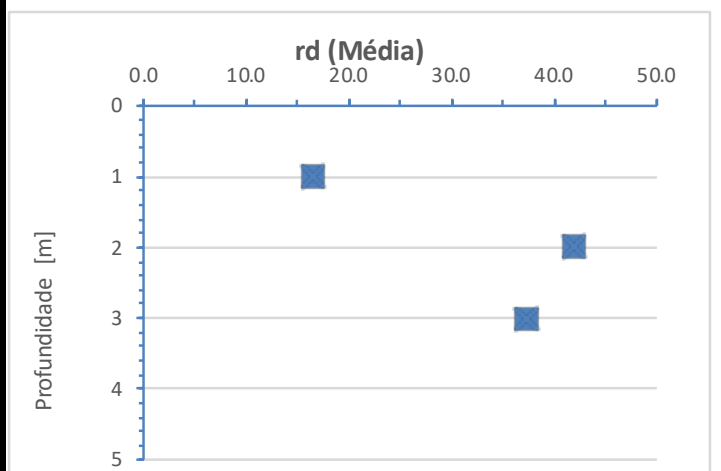
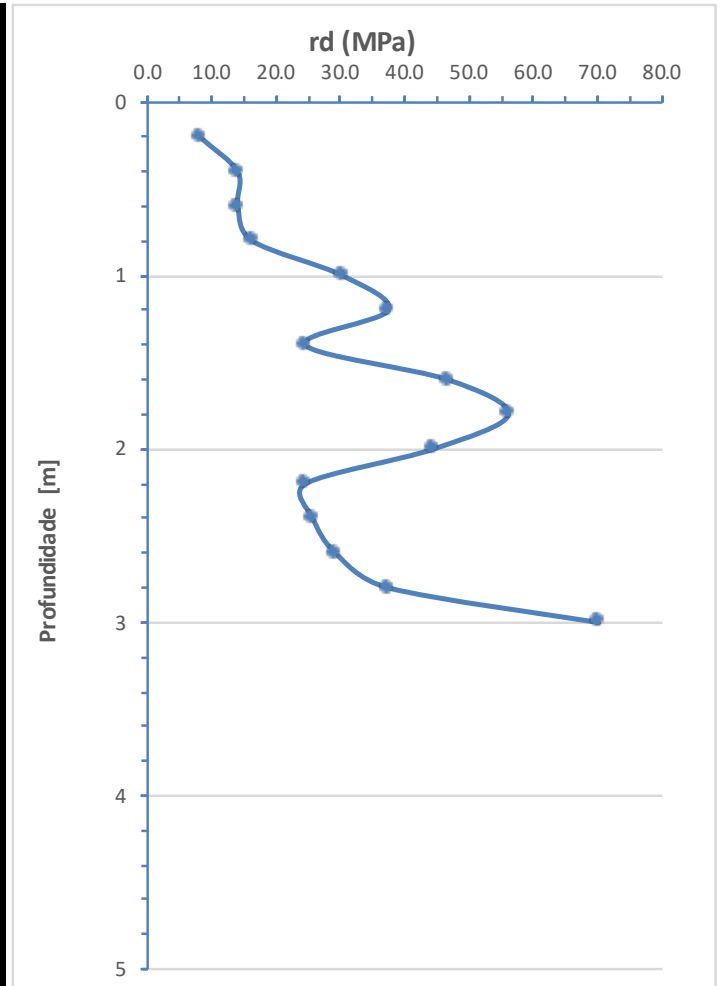
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	8	Sondagem nº:	S8
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	745.14	
Data:	31/05/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0.2	8.18	4.2		8.2	
0.4	14.02	4.4		8.4	
0.6	14.02	4.6		8.6	
0.8	16.35	4.8		8.8	
1	30.37	5		9	
rd (Méd)	16.59	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	37.38	5.2		9.2	
1.4	24.53	5.4		9.4	
1.6	46.72	5.6		9.6	
1.8	56.06	5.8		9.8	
2	44.38	6		10	
rd (Méd)	41.81	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	24.53	6.2		10.2	
2.4	25.70	6.4		10.4	
2.6	29.20	6.6		10.6	
2.8	37.38	6.8		10.8	
3	70.08	7		11	
rd (Méd)	37.38	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!



*=cm



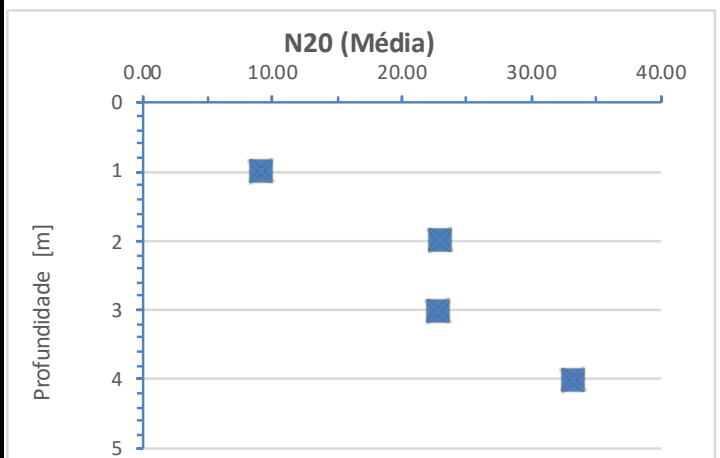
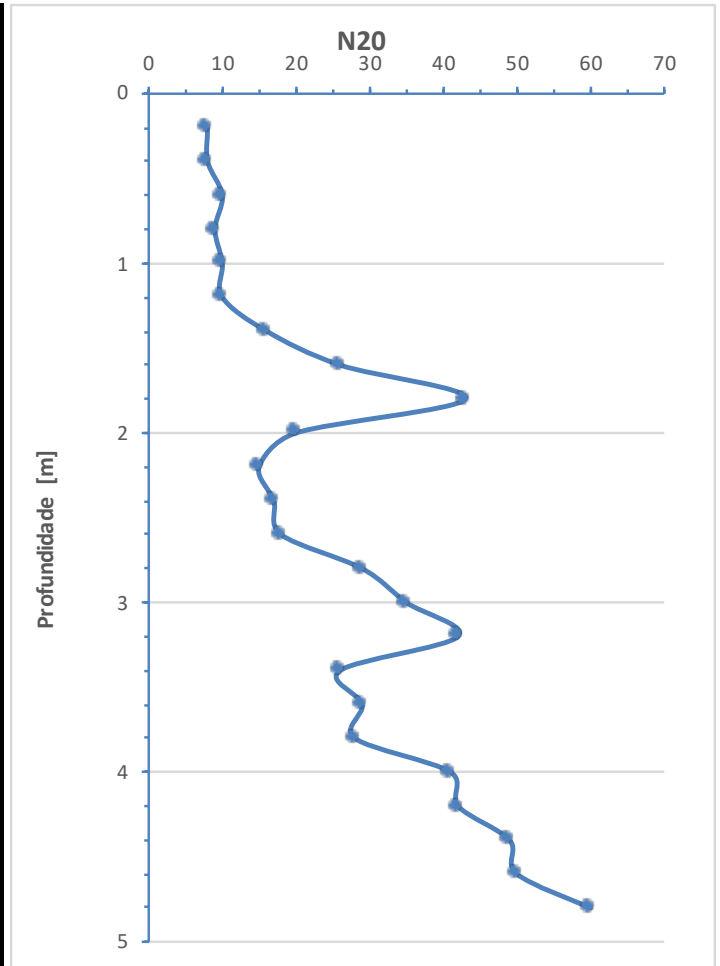
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	9	Sondagem nº:	S9
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	746.5	
Data:	27/04/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	8	4.2	42	8.2	
0.4	8	4.4	49	8.4	
0.6	10	4.6	50	8.6	
0.8	9	4.8	60	8.8	
1	10	5		9	
N₂₀ (Méd)	9.00	N₂₀ (Méd)	50.25	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	10	5.2		9.2	
1.4	16	5.4		9.4	
1.6	26	5.6		9.6	
1.8	43	5.8		9.8	
2	20	6		10	
N₂₀ (Méd)	23.00	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	15	6.2		10.2	
2.4	17	6.4		10.4	
2.6	18	6.6		10.6	
2.8	29	6.8		10.8	
3	35	7		11	
N₂₀ (Méd)	22.80	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3.2	42	7.2		11.2	
3.4	26	7.4		11.4	
3.6	29	7.6		11.6	
3.8	28	7.8		11.8	
4	41	8		12	
N₂₀ (Méd)	33.20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!



*=cm



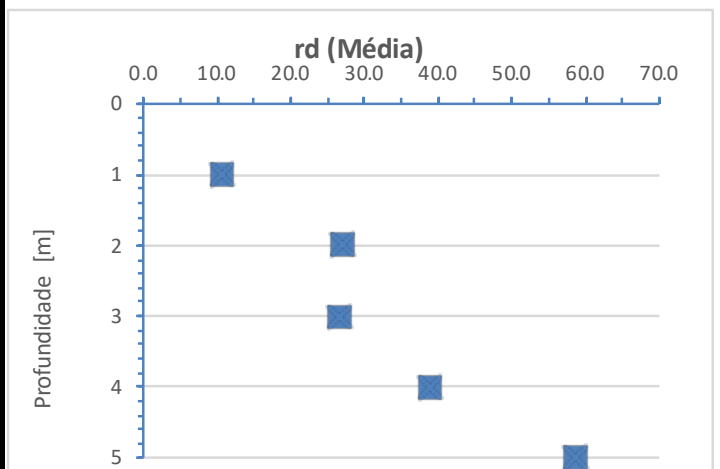
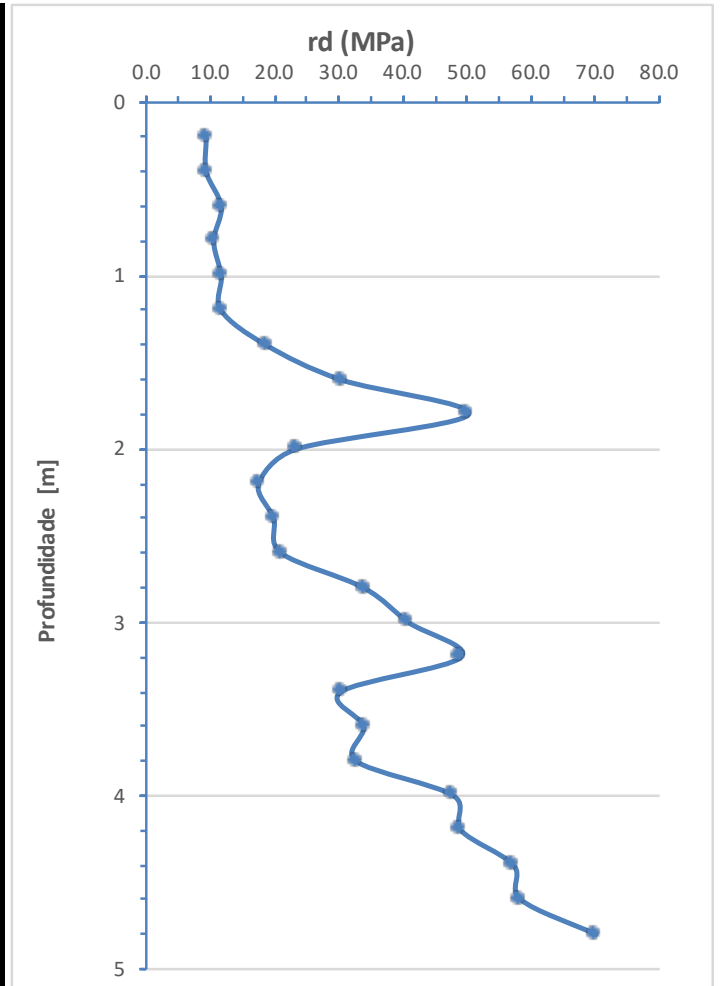
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	9	Sondagem nº:	S9
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	746.5	
Data:	27/04/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	rd	Z(m)	rd	Z(m)	rd
0.2	9.34	4.2	49.06	8.2	
0.4	9.34	4.4	57.23	8.4	
0.6	11.68	4.6	58.40	8.6	
0.8	10.51	4.8	70.08	8.8	
1	11.68	5		9	
rd (Méd)	10.51	rd (Méd)	58.69	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	11.68	5.2		9.2	
1.4	18.69	5.4		9.4	
1.6	30.37	5.6		9.6	
1.8	50.22	5.8		9.8	
2	23.36	6		10	
rd (Méd)	26.86	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	17.52	6.2		10.2	
2.4	19.86	6.4		10.4	
2.6	21.02	6.6		10.6	
2.8	33.87	6.8		10.8	
3	40.88	7		11	
rd (Méd)	26.63	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3.2	49.06	7.2		11.2	
3.4	30.37	7.4		11.4	
3.6	33.87	7.6		11.6	
3.8	32.70	7.8		11.8	
4	47.89	8		12	
rd (Méd)	38.78	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=17cm



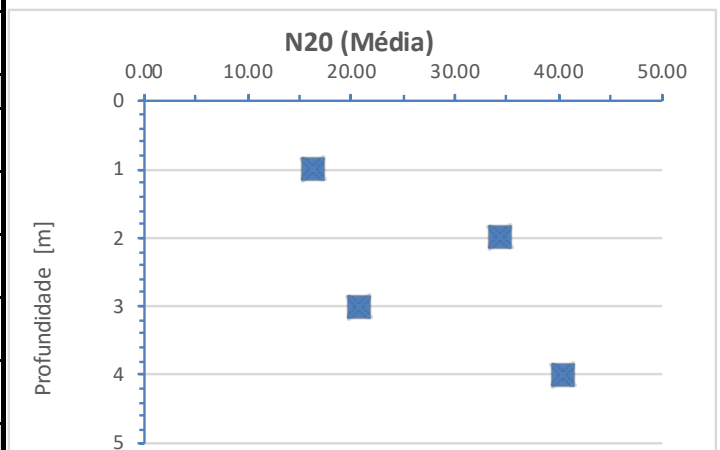
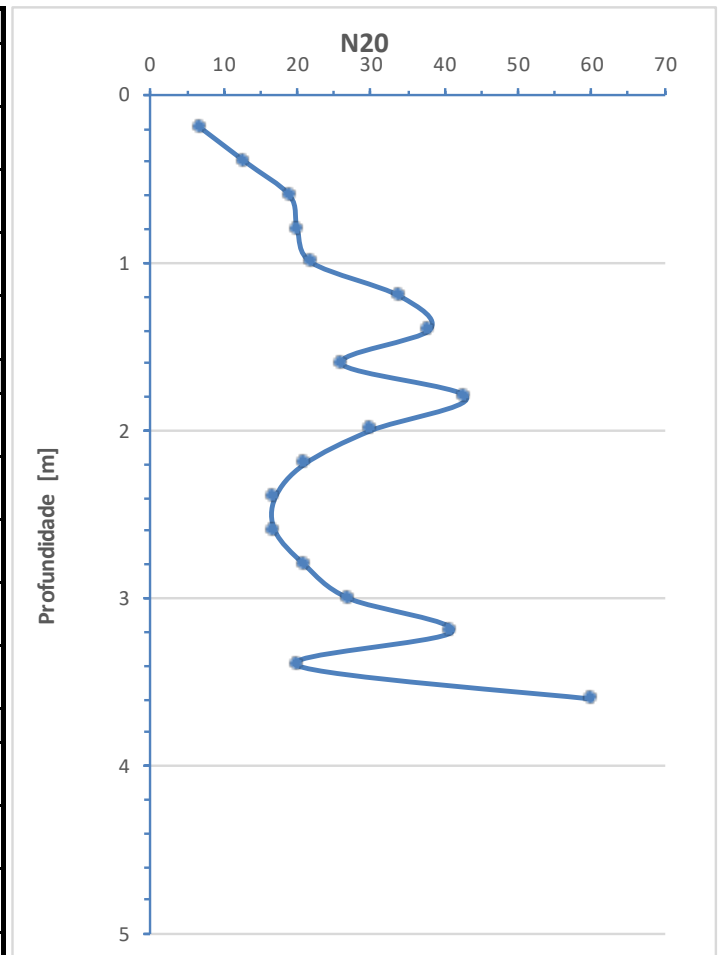
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	10	Sondagem nº:	S10
Coordenadas	Este		Esquerda do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	747.42	
Data:	27/04/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0.2	7	4.2		8.2	
0.4	13	4.4		8.4	
0.6	19	4.6		8.6	
0.8	20	4.8		8.8	
1	22	5		9	
N₂₀ (Méd)	16.20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1.2	34	5.2		9.2	
1.4	38	5.4		9.4	
1.6	26	5.6		9.6	
1.8	43	5.8		9.8	
2	30	6		10	
N₂₀ (Méd)	34.20	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2.2	21	6.2		10.2	
2.4	17	6.4		10.4	
2.6	17	6.6		10.6	
2.8	21	6.8		10.8	
3	27	7		11	
N₂₀ (Méd)	20.60	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3.2	41	7.2		11.2	
3.4	20	7.4		11.4	
3.6	60	7.6		11.6	
3.8		7.8		11.8	
4		8		12	
N₂₀ (Méd)	40.33	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!



*=18cm



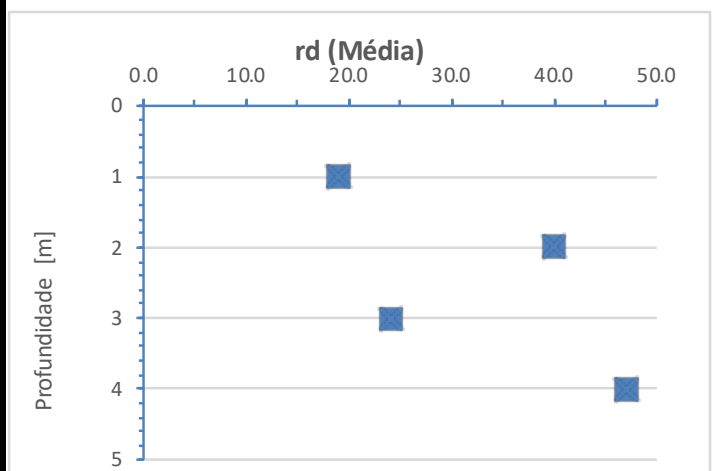
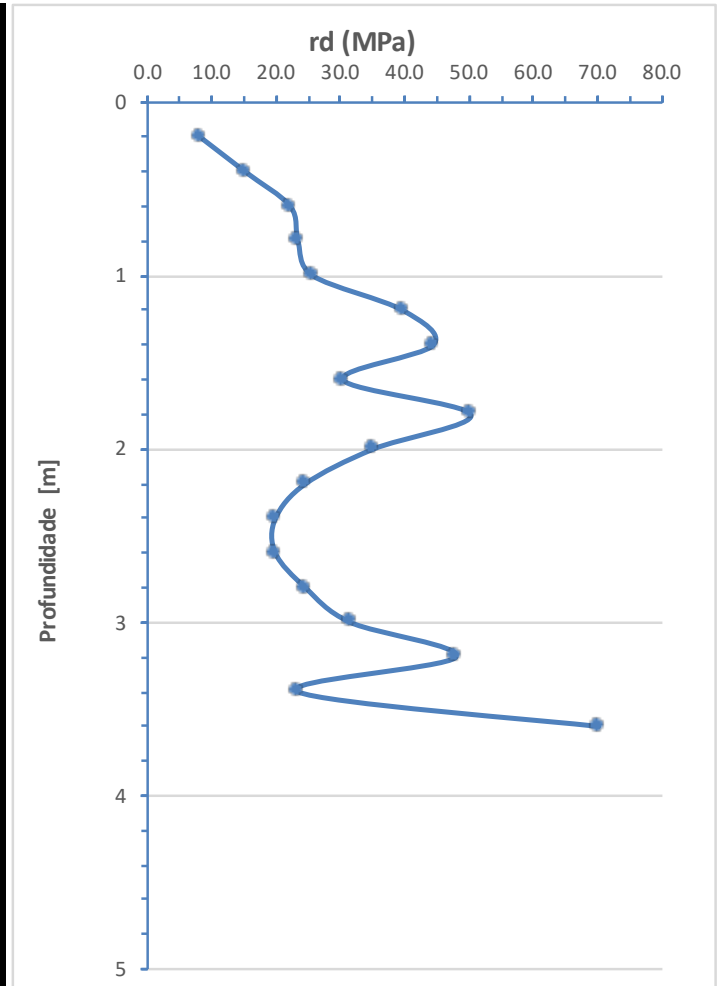
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	10	Sondagem nº:	S10
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):	747.42	
Data:	27/04/22	Nível de água:	Não detectado

Cliente:	Pina&Nunes - Arquitetos, Lda.	Obra:	"Futuro Parque TIR - Bragança"
		Local:	BRAGANÇA

Z(m)	rd	Z(m)	rd	Z(m)	rd
0.2	8.18	4.2		8.2	
0.4	15.18	4.4		8.4	
0.6	22.19	4.6		8.6	
0.8	23.36	4.8		8.8	
1	25.70	5		9	
rd (Méd)	18.92	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1.2	39.71	5.2		9.2	
1.4	44.38	5.4		9.4	
1.6	30.37	5.6		9.6	
1.8	50.22	5.8		9.8	
2	35.04	6		10	
rd (Méd)	39.95	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2.2	24.53	6.2		10.2	
2.4	19.86	6.4		10.4	
2.6	19.86	6.6		10.6	
2.8	24.53	6.8		10.8	
3	31.54	7		11	
rd (Méd)	24.06	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3.2	47.89	7.2		11.2	
3.4	23.36	7.4		11.4	
3.6	70.08	7.6		11.6	
3.8		7.8		11.8	
4		8		12	
rd (Méd)	47.11	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!



*=18cm