

RELATÓRIO GEOTÉCNICO

Avaliação e Capacidade Resistente do Solo de Fundação

Ensaio com Penetrómetro Dinâmico Super Pesado (DPSH)

Prospecção Geotécnica em Poços de Prospecção



ENTIDADE: Abel Luís Nogueiro & Irmãos Lda. (ALN)

OBRA: "Reconstrução do Edifício da APADI III Fase (Lar1, Lar2 e Lar3) - Bragança"

LOCAL: Rua Dr. Herculano Conceição – Bragança

Bragança, 18 de outubro de 2022

Autores do relatório:

Restonsável: Prof. António Miguel Verdelho Paula*

Técnica Superior de Laboratório: Eng. Hermínia Morais*

* - Instituto Politécnico de Bragança

Índice

1	Introdução	3
2	Trabalhos realizados	3
2.1	Ensaio DPSH - Penetrómetro Dinâmico Superpesado (DPSH - Dynamic Penetration Super-Heavy)	4
2.2	Inspeção visual em poços de prospeção	5
3	Análise preliminar dos resultados de caracterização geotécnica	6
3.1	Identificação, classificação e compactidade	6
3.2	Resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH	7
4	Considerações finais	11
	Bibliografia	11

RELATÓRIO TÉCNICO

1 Introdução

Requerido pela empresa Abel Luís Nogueiro & Irmãos Lda, procedeu-se à realização de um ensaio com Penetrómetro Dinâmico Superpesado DPSH (Dynamic Penetration Super-Heavy), ensaio de caracterização da compactação “*in-situ*” e poço de prospeção geotécnica para identificação e caracterização geotécnica no local de implantação de um edifício referente à obra “Reconstrução do Edifício da APADI III Fase (Lar1, Lar2 e Lar3) - Bragança.”, (ver Figura 1).

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

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



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

2 Trabalhos realizados

O estudo de caracterização geotécnica foi realizado no dia 14 de outubro de 2022 e consistiu, na realização de um ensaio DPSH - Penetrómetro Dinâmico Super Pesado, um ponto de caracterização da compactação com o gamadensímetro nuclear à superfície do terreno, recolha de amostra de solo em um poço de prospeção e posterior caracterização e identificação do solo em laboratório. A Figura 2 ilustra o local de realização dos trabalhos de prospeção e do equipamento de perfuração.

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

O ponto de realização do ensaio DPSH, ponto de caracterização da compactação com o gamadensímetro e do poço 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 cônica (cuja base tem área A), para que ocorra determinado comprimento de penetração (L). O diâmetro das varas é inferior ao da base do cone da ponta donde resulta a resistência à penetração apenas de forças de reação do terreno sobre a superfície cônica da ponta.

A resistência à penetração é definida como o número de pancadas necessárias para cravar o 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 Inspeção visual em poços de prospeção

A inspeção visual dos solos foi efetuada num poço de prospeção com cerca de 1,20 m de profundidade já efetuado em obra, 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.

O poço de inspeção foi identificado como PI1, ver no Desenho 1 do Anexo I. Na Figura 5 está ilustrado o poço de inspeção realizados e o aspeto do solo intersectado.



Figura 5 – Poços de prospeção: a) PI1

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

3 Análise preliminar dos resultados de caracterização geotécnica

3.1 Identificação, classificação e compactidade

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

Da análise dos resultados obtidos é possível verificar que o material existente na camada superficial do aterro na zona PI1, é um solo grosso, cascalho bem graduado com silte, sendo a percentagem de cascalho cerca de 71,5% e o diâmetro médio das partículas (D_{50}) é cerca de 10 mm.

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

Ponto de ensaio	Composição Granulométrica									Classificação do Solo ASTM D 2487-85	
	% Seixo	% Areia	% Silte	% Argila	D _{máx} (mm)	D ₆₀ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₁₀ (mm)		
PI1	71,5	14,2	14,3		80,0	11,0	10,0	2,2	s.d.	GM	Cascalho siltoso com areia

D_i - Diâmetro correspondente a i% de passados

s. d. - sem dados

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

Solo S1 - PI1:

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

- Classificação segundo a AASHTO M145-42: [**A-1-a(0)**] Solos de materiais granulares, predominantemente constituído por calhau ou seixo, com ou sem um material aglutinante bem graduado.

- Classificação LCPC/ SETRA: [C₂(B₅)] Segundo a classificação francesa LCPC/SETRA classificam-se como materiais angulosos cuja proporção da fração 0/50 mm é menor que 60 a 80%. A fração 0/50mm é um solo da classe B, cuja percentagem que passa no peneiro no 200 está compreendida entre 5% e 35%.

3.2 Resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH.

Os resultados dos ensaios do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH, encontram-se no Anexo III. Para facilitar a leitura e fazer uma análise dos resultados obtidos, no Quadro 3 encontra-se um resumo dos resultados obtidos.

Quadro 3 – Resumo do resultado obtido do ensaio de DPSH no ponto P1 N₂₀.

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	N ₂₀ (Médio) (por metro) [m] - sem considerar a nega no fim do ensaio	
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
PI/DPSH1	663,06	1,4	23,0	29,0

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

Os ensaios foram terminados quando o número de pancadas para penetrar a ponta 20 cm (N_{20}) é igual ou superior a 50. Para mais detalhes recomenda-se a análise dos resultados dos ensaios no Anexo III do presente documento. No Quadro 3 apresentam-se as profundidades a que foram terminados os ensaios e um resumo dos resultados obtidos.

Da análise dos resultados dos ensaios, é possível observar que a profundidade de ensaio foi de 1,4 metro para o DPSH1. O valor do N_{20} médio, sem considerar a nega (último valor de cada ensaio) é igual a 24,0. O valor obtido permite referir uma compacidade média a densa do solo intersetado pelo ensaio. Ao longo da realização do ensaio DPSH, foi possível verificar que a ponteira e as varas, quando extraídas do solo, não apresentavam humidade podendo assim confirmar-se a não presença de água no solo de fundação.

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

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

No Quadro 4 encontra-se um resumo dos resultados obtidos para o r_d (resistência de ponta em MPa). Da análise do Quadro 4, pode-se observar que o solo apresenta uma resistência de ponta, antes de ser atingida a nega no ensaio, com valores variando entre 26,9 MPa e 33,9 MPa. Com os valores obtidos dos r_d é possível a utilização deste material para a fundação de qualquer tipo de estrutura desde que bem dimensionada. O solo atravessado pelo ensaio tem pouca possança e facilmente se consegue atingir o estrato rígido – mais resistente – a pouca profundidade, como facilmente se pode confirmar pela análise dos resultados obtidos.

Quadro 4 – Resultados do ensaio DPSH no ponto P1, resistência de ponta r_d (MPa).

Ponto de ensaio DPSH	Cota da boca do furo (m)	Fim do ensaio (m)	rd (MPa) (Médio) (por metro)	
			[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	663,06	1,4	26,9	33,9

- 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)= $0,96 \cdot N_{DPSH}$	
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	1,4	22,1	27,8

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

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

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

em que:

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

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

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

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

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	qa (kPa), tensão admissível em sapatas de fundação	
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	1,4	433,2	546,2

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 433,2 kPa e 546,2 kPa. Estes valores permitem aferir a grande heterogeneidade nos resultados obtidos. O solo apresenta uma compactação crescente em profundidade. No entanto, como referido atrás, os valores da capacidade de carga na nega são elevados e verificam-se a relativa baixa profundidade da superfície do terreno, ver quadro 6.

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

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

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

em que:

ϕ' ($^{\circ}$) – 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 33,5° e 35,0° (sem considerar a nega). Tratando-se de cascalhos com siltes e areia, os valores estimados para o ângulo de atrito são típicos de soltos.

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

Ponto de ensaio DPSH	Fim do ensaio (m)	ϕ' ($^{\circ}$), ângulo de atrito efetivo interno do solo	
		[0,0 - 1,0]	[1,0 - 2,0]
P1/DPSH1	1,4	33,5	35,0

4 Considerações finais

Este relatório teve como objetivo a realização de ensaios geotécnicos *in situ*, com finalidade de caracterizar e identificar a capacidade de um solo para a fundação da futura construção de um edifício da obra de “Reconstrução do Edifício da APADI III Fase (Lar1, Lar2 e Lar3) - Bragança”

O solo é constituído por cascalho siltoso com areia (PI1), com classificação unificada (segundo a norma ASTM D 2487-85) de GM. Os Solos não apresentam plasticidade. O diâmetro médio das partículas (D_{50}) é de 10,0mm. No seu estado natural/*in situ* os solos apresentam uma densidade média a alta.

Com base nos resultados do ensaio do penetrómetro dinâmico superpesado, DPSH, é possível estimar a tensão máxima admissível do solo/aterro para o dimensionamento da fundação. A tensão admissível varia de ponto para ponto. Os valores das tensões admissíveis obtidos são de 433,2 kPa e 546,2 kPa. O valor do ângulo de atrito varia entre os valores de 33,5° e 35,0° (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 mediamente 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.

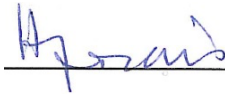
IPB-ESTG, Bragança, 19 de outubro de 2022.



António Miguel V. Paula

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

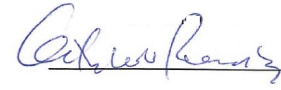
Campus de S. Apolónia, gab 6
5300-253 Bragança – Portugal
Phone: +351 273 303 154
e-mail: mpaula@ipb.pt



Hermínia Maria M. Morais

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

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



Octávio Manuel do N. Pereira

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

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

ANEXOS

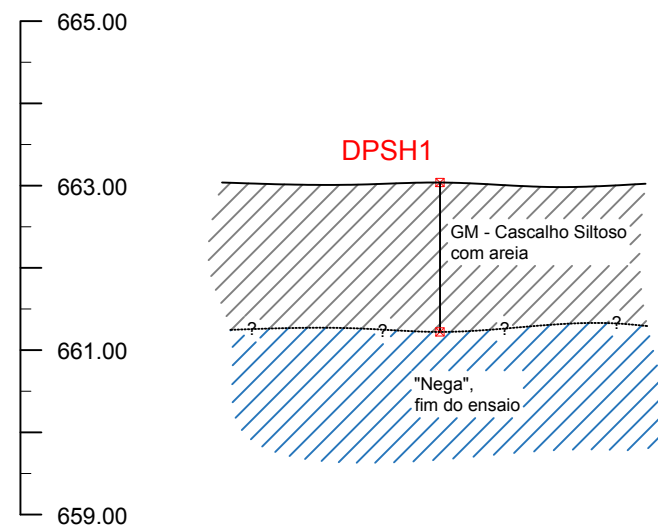
**ANEXO I (Cortes e planta dos pontos de ensaio DPSH e Poços de
Prospecção)**



Escala 1/1000

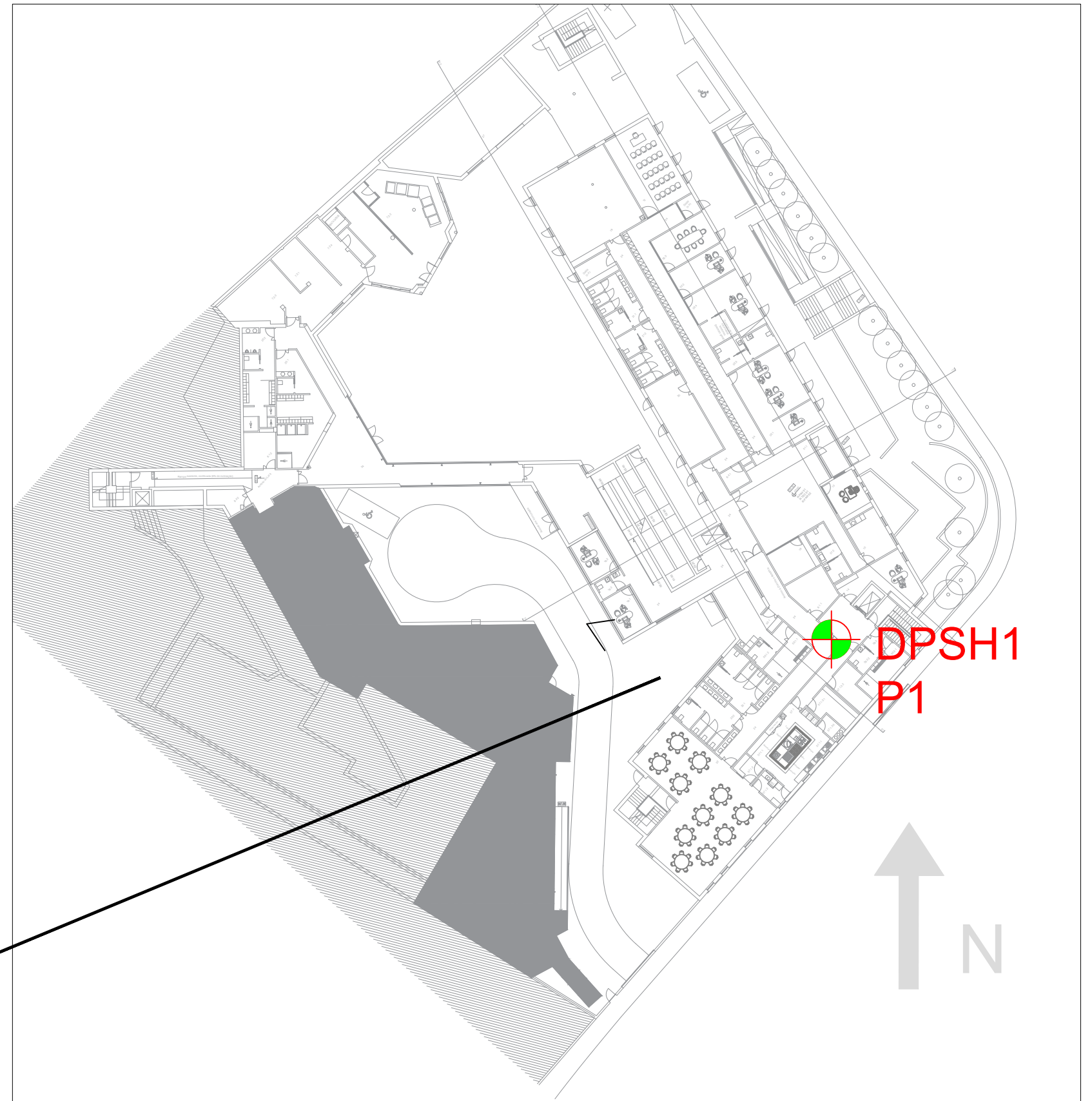
LEGENDA:

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



Perfil interpretativo do resultado do ensaio DPSH1

Escala no desenho



Escala 1/500



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: 18-10-2022
projectou:	n.º: 1

Ciente: Abel Luís Nogueiro & Irmãos Lda. (ALN)
Localização e perfil interpretativo dos resultados do ensaio DPSH1
Obra/Local: Reconstrução do Edifício da APADI III Fase (Lar1, Lar2 e Lar3 Rua Dr. Herculano Conceição – Bragança

ANEXO II (Resultados dos ensaios de 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:	14/10/2022	
Cliente:	Abel Luís Nogueiro & Irmãos Lda. (ALN)	Obra:	Reconstrução do Edifício da APADI III Fase (Lar1, Lar2 e Lar3)
		Local:	Bragança

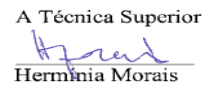
Massa total da amostra: (g)	mt=	5169,70
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	3697,20
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1472,50

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')	660,50	12,78	12,78	87,22
38,10 - (1 ¹ / ₂ ')	506,90	9,81	22,58	77,42
25,4 - (1')	286,50	5,54	28,12	71,88
19 - (3/4')	658,70	12,74	40,87	59,13
9,51 - (3/8')	470,50	9,10	49,97	50,03
4.76 - (n4)	320,00	6,19	56,16	43,84
2 - (n10)	794,10	15,36	71,52	28,48
< 2,00 - (n10)	1472,50	28,48		
TOTAL	5169,70	100,00		
Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	99,10	$N''10=(m'10/mt) \times 100=$		28,48
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	12,80	3,68	75,20	24,80
40	11,50	3,31	78,50	21,50
60	7,80	2,24	80,74	19,26
140	12,70	3,65	84,39	15,61
200	4,70	1,35	85,74	14,26
< 200	49,60			
TOTAL	99,10			

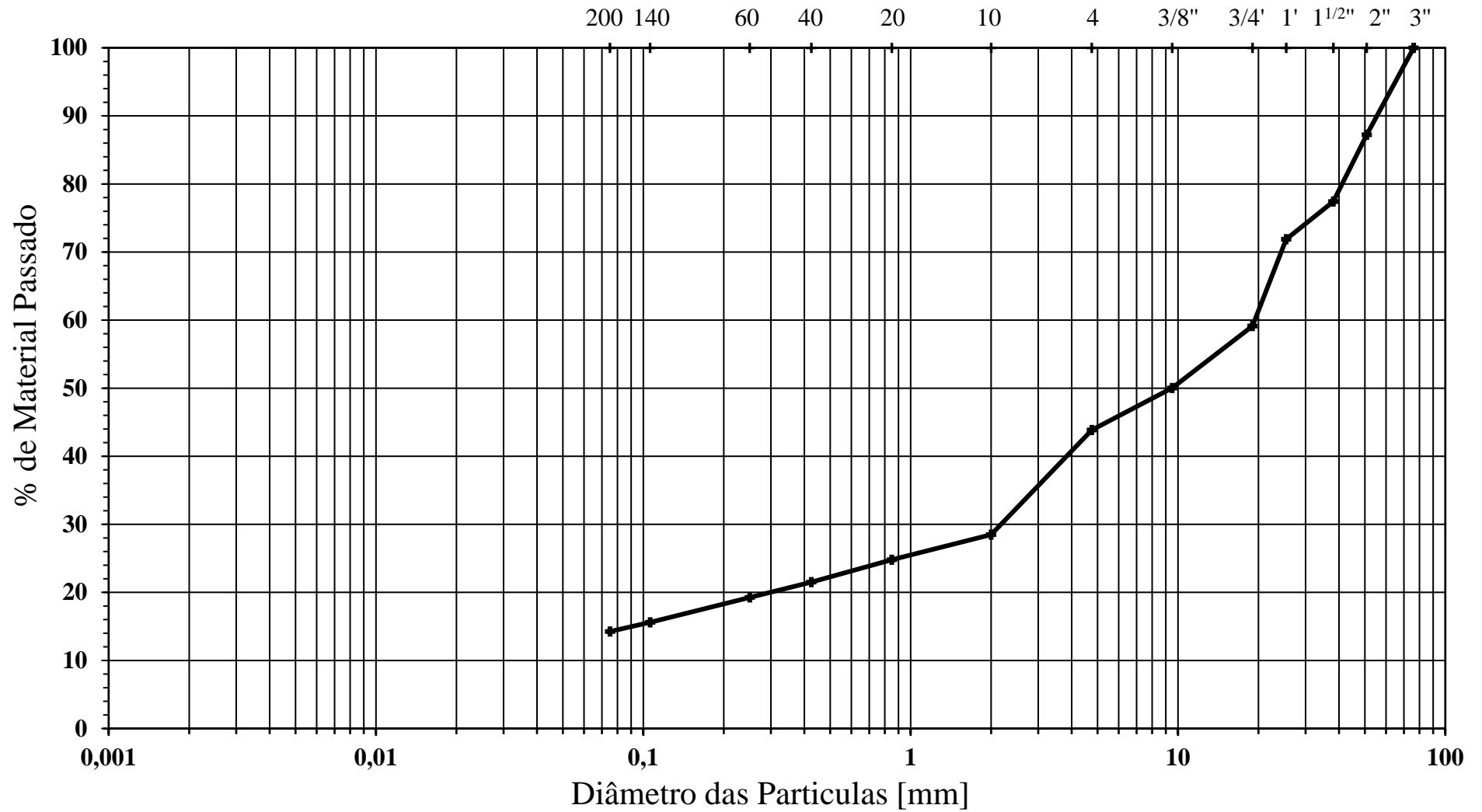
Bragança, 18 de outubro de 2022

O Técnico


 Octávio Pereira

A Técnica Superior

 Hermínia Morais

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S1



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

		Classificação dum Solo			
		Amostra nº:	S1	Local:	Bragança
Data Recolha:	14/10/2022				
Cliente:	Abel Luís Nogueiro & Irmãos Lda. (ALN)	Obra:	Reconstrução do Edifício da APADI III Fase (Lar1, Lar2 e Lar3)		

Análise Granulométrica					
Nº Peneiro (mm)	75	4,76 (#4)	2,00 (#10)	0,425 (#40)	0,074 (#200)
Passada Acumulada (%)	100,00	43,84	28,48	21,10	14,26
Retida Acumulada (%)	0,00	56,16	71,52	78,9	85,74

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

D ₆₀ (mm)	11,0
D ₃₀ (mm)	2,2
D ₁₀ (mm)	s.d
D _{máx} (mm)	80,0

Coeficiente de Uniformidade	NR
Coeficiente de Curvatura	NR
Cascalho (%)	71,5
Areia (%)	14,2
Silte e Argila (%)	14,3
Índice de Grupo	0

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

Observações:

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

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

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

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



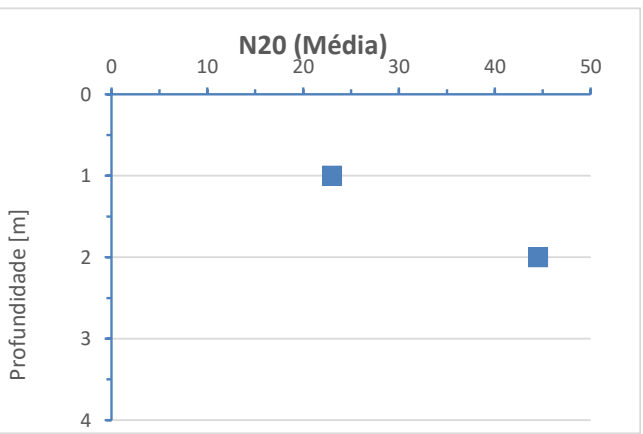
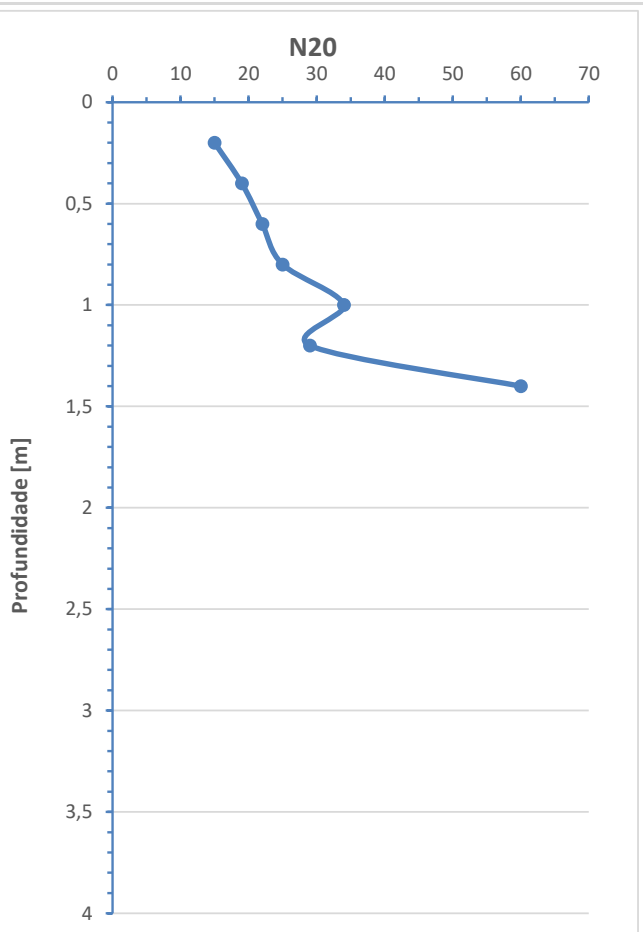
INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Ensaio de Penetração com DPSH

Posição:	1	Sondagem nº:	P1
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	14/10/2022	Nível de água:	Não Detectado

Cliente:	Abel Luís Nogueiro & Irmãos Lda. (ALN)	Obra:	Reconstrução do Edifício da APADI III Fase (Lar1, Lar2 e Lar3)
		Local:	Bragança

Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀	Z(m)	N ₂₀
0,2	15	4,2		8,2	
0,4	19	4,4		8,4	
0,6	22	4,6		8,6	
0,8	25	4,8		8,8	
1	34	5		9	
N₂₀ (Méd)	23	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
1,2	29	5,2		9,2	
1,4	60	5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
N₂₀ (Méd)	44,5	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
2,2		6,2		10,2	
2,4		6,4		10,4	
2,6		6,6		10,6	
2,8		6,8		10,8	
3		7		11	
N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!
3,2		7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!	N₂₀ (Méd)	#DIV/0!



*=12 cm

Ensaios de Penetração com DPSH

Posição:	1	Sondagem nº:	P1
Coordenadas	Este:		Direita do eixo:
	Norte:		
	Elevação (Z):		
Data:	07/10/2022	Nível de água:	Não Detectado

Cliente:	Abel Luís Nogueiro & Irmãos Lda. (ALN)	Obra:	Reconstrução do Edifício da APADI III Fase (Lar1, Lar2 e Lar3)
		Local:	Bragança

Z(m)	r _d	Z(m)	r _d	Z(m)	r _d
0,2	17,52	4,2		8,2	
0,4	22,19	4,4		8,4	
0,6	25,70	4,6		8,6	
0,8	29,20	4,8		8,8	
1	39,71	5		9	
rd (Méd)	26,86	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
1,2	33,87	5,2		9,2	
1,4	70,08	5,4		9,4	
1,6		5,6		9,6	
1,8		5,8		9,8	
2		6		10	
rd (Méd)	51,98	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
2,2		6,2		10,2	
2,4		6,4		10,4	
2,6		6,6		10,6	
2,8		6,8		10,8	
3		7		11	
rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!
3,2		7,2		11,2	
3,4		7,4		11,4	
3,6		7,6		11,6	
3,8		7,8		11,8	
4		8		12	
rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!	rd (Méd)	#DIV/0!

*=12 cm

