



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e de Gestão

RELATÓRIO TÉCNICO

Estudo Geotécnico

Estudo Geotécnico (Standard Penetration Test) – Fase 1

ENTIDADE: FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda

OBRA: Bragança

LOCAL: Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança

Bragança, 21 de Abril de 2015

Índice

1	Introdução.....	3
2	Trabalhos realizados - Fase 1	4
3	Resultados dos ensaios de campo - Standar Penetration Test (SPT)	5
4	Conclusões	12
5	Referências.....	14

RELATÓRIO TÉCNICO

1 Introdução

Requerido pela FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda., realizou-se uma campanha de prospeção geotécnica, com finalidade de caracterizar e identificar o maciço afecto à construção de uma unidade industrial adjacente à existente na Estrada do Aeroporto, Freguesia de Sta Maria, Bragança.

Os trabalhos desenvolvidos foram efetuados e acompanhados por um corpo técnico especializado, recorrendo a equipamentos devidamente calibrados/verificados em conformidade com as normas em vigor.



Figura 1 – Vista aérea do local da obra (imagens do Goolge Earth).

2 Trabalhos realizados - Fase 1

O estudo de prospeção teve início no dia 09 de março de 2015 e consistiu, na primeira fase, na execução de 15 pontos de prospeção com furação a trado e realização de ensaios SPT a cada 1,5 m de profundidade e recolha de amostras de solos e posterior caracterização e identificação em laboratório.

Todas as amostras recolhidas foram devidamente acondicionadas e examinadas pelo técnico responsável pela prospeção para definição da estratigrafia do terreno. Desta forma, os corte geológico-geotécnicos, contendo a sucessão de camadas ou estratos usados como base para os estudos geotécnicos do local da construção, são estabelecidos com base nas amostras remexidas colhidas durante as sondagens de furação pelo mostrador SPT (ver Figura 2).

O plano de trabalhos de prospeção foi definido pela Equipe Projetista e pelo Laboratório de Geotecnia do Instituto Politécnico de Bragança. De referir, que o presente relatório refere apenas os ensaios de propseção geotécnicos realizados até à data e em função dos resultados obtidos referir algumas conclusões/recomendações do tipo de fundação a realizar nas futuras instalações e a capacidade comtetente do solo na zona do novo parque de estacionamento.

Os pontos os prospeção geotécnica e realização dos ensaios SPT encontram-se representados no Desenho nº1 do Anexo I.



Figura 2 – Standard Penetration Test (SPT) no local da obra. Local interessado pelo estudo e equipamento de perfuração.

Foram realizados ensaios Standard Penetration Test (SPT) em 15 pontos de prospeção. O ensaio SPT consiste em cravar no fundo de um furo de sondagem um amostrador normalizado, ver Figura 3, por meio de golpes ou pancadas de um martelo de 63,5kgf de peso que cai de uma altura de 760

mm. O amostrador é um tubo de aço bipartido (com diâmetro exterior e interior de, respetivamente, 51 mm e 35 mm).



Figura 3 – Amostrador normalizado de Terzaghi.

O ensaio é composto por duas fases, na primeira fase o mostrador é cravado 15 cm e na segunda fase, mais 30cm, registando-se a cada 15 cm o número de pancadas (N). O resultado da 1ª fase de ensaio corresponde à interseção de solos remexidos pela perfuração, e por essa razão é desprezado.

O resultado do ensaio resulta então da soma do número de pancadas obtido da 2ª fase do ensaio (15cm+15cm). Caso não se atinja os 30 cm após 60 pancadas, termina o ensaio e regista-se a profundidade obtida, a esta fase chama-se “nega”.

Os ensaios SPT foram realizados segundo a norma “Geotechnical investigation and testing – Field testing – Part 3: Standard Penetration Test: EN ISO 22476-3 2005”.

Todas as amostras recolhidas foram devidamente acondicionadas e examinadas pelo técnico responsável pela prospeção para definição da estratigrafia do terreno. Desta forma, os corte geológico-geotécnicos, contendo a sucessão de camadas ou estratos usados como base para os estudos geotécnicos do local da construção, são estabelecidos com base nas amostras remexidas colhidas durante as sondagens de furação pelo mostrador SPT.

3 Resultados dos ensaios de campo - Standar Penetration Test (SPT)

Os resultados dos ensaios de identificação e caracterização dos solos encontram-se no Anexo II. Para facilitar a leitura, no Quadro 1 e 2, encontra-se um resumo dos resultados obtidos.

Os resultados dos ensaios Standard Penetration Test, SPT nos 15 pontos de prospeção, encontram-se no Anexo III.

Todos os ensaios foram terminados quando o número de golpes (N) é igual a 60 para penetrar o amostrador normalizado de Terzaghi.

Para mais detalhes recomenda-se a análise dos resultados dos ensaios no Anexo III do presente documento.

Quadro 1 – Principais parâmetros dos ensaios SPT nas Zonas S1 a S15

Designação do furo da sondagem	Cota da boca do furo (m)	Profundidade atingida (m)
S1	641.73	4.30
S2	641.60	7.00
S3	641.63	4.50
S4	641.57	6.00
S5	641.95	6.00
S6	641.98	6.00
S7	641.97	7.50
S8	641.87	6.50
S9	641.84	4.50
S10	641.77	5.90
S11	642.45	6.00
S12	641.80	2.40
S13	641.96	7.50
S14	641.45	7.50
S15	641.80	5.00

Quadro 2 – Principais parâmetros do maciço atravessado pelo ensaio SPT das zonas S1 a S15.

SPT S1														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N1) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	29	1.87	1.00	0.75	40.74	0.20				Rija	348	174	100-200	75-150
3.00	71	1.32	1.00	0.75	70.53	0.70	35%	35%	30%	Dura	852	426	>400	>300
4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S2														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N1) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	20	1.87	1.00	0.75	28.10	0.60				Rija	240	120	100-200	75-150
3.00	32	1.32	1.00	0.75	31.79	0.60					384	192		
4.50	46	1.08	1.00	0.85	42.29	0.60	30%	38%	32%	Muito Rija	552	276	200-400	150-300
6.00	54	0.94	1.00	0.85	42.99	0.65					648	324		
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S3														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N1) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	27	1.87	1.00	0.75	37.93	1.00				Rija	324	162	100-200	75-150
3.00	53	1.32	1.00	0.75	52.65	0.70	25%	45%	30%	Muito Rija	636	318	200-400	150-300
4.50	78	1.08	1.00	0.85	71.70	0.80				Dura	936	468	>400	>300
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S4														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N1) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	16	1.87	1.00	0.75	22.48					Rija	192	96	100-200	75-150
3.00	77	1.32	1.00	0.75	76.49	0.55				Dura	924	462	>400	>300
4.50	41	1.08	1.00	0.85	37.69	0.44	30%	45%	25%	Muito Rija	492	246	200-400	150-300
6.00	61	0.94	1.00	0.85	48.56	0.56				Dura	732	366	>400	>300
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quadro 2 – Principais parâmetros do maciço atravessado pelo ensaio SPT das zonas S1 a S15. (Continuação)

SPT S5														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	57	1.87	1.00	0.75	80.08	0.72					684	342		
3.00	40	1.32	1.00	0.75	39.74	0.53				Muito Rija	480	240	200-400	150-300
4.50	31	1.08	1.00	0.85	28.50	0.35	28%	47%	25%		372	186		
6.00	75	0.94	1.00	0.85	59.71	0.46				Dura	900	450	>400	>300
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT S6														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	43	1.87	1.00	0.75	60.41	0.54					516	258		
3.00	45	1.32	1.00	0.75	44.70	0.54				Muito Rija	540	270	200-400	150-300
4.50	30	1.08	1.00	0.85	27.58	0.39	35%	43%	22%	Rija	360	180	100-200	75-150
6.00	69	0.94	1.00	0.85	54.93	0.13				Dura	828	414	>400	>300
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT S7														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	40	1.87	1.00	0.75	56.20	0.85					480	240		
3.00	58	1.32	1.00	0.75	57.62	0.50				Muito Rija	696	348	200-400	150-300
4.50	43	1.08	1.00	0.85	39.53	1.00	25%	45%	30%		516	258		
6.00	58	0.94	1.00	0.85	46.17	0.44					696	348		
7.50	74	0.84	1.00	0.95	58.89	0.42				Dura	888	444	>400	>300
SPT S8														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	66	1.87	1.00	0.75	92.72	0.55				Dura	792	396	>400	>300
3.00	52	1.32	1.00	0.75	51.66	0.60					624	312		
4.50	43	1.08	1.00	0.85	39.53	0.72	25%	45%	30%	Muito Rija	516	258	200-400	150-300
6.00	46	0.94	1.00	0.85	36.62	0.97					552	276		
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT S9														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	67	1.87	1.00	0.75	94.13	0.70				Dura	804	402	>400	>300
3.00	50	1.32	1.00	0.75	49.67	0.48	28%	44%	28%	Muito Rija	600	300	200-400	150-300
4.50	60	1.08	1.00	0.85	55.16	0.36				Dura	720	360	>400	>300
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT S10														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	24	1.87	1.00	0.75	33.72	0.70				Rija	288	144	100-200	75-150
3.00	58	1.32	1.00	0.75	57.62	0.47					696	348		
4.50	51	1.08	1.00	0.85	46.88	0.50	30%	45%	25%	Muito Rija	612	306	200-400	150-300
6.00	70	0.94	1	0.85	55.73	0.3				Dura	840	420	>400	>300
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SPT S11														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	15	1.87	1.00	0.75	21.07	0.23				Rija	180	90	100-200	75-150
3.00	71	1.32	1.00	0.75	70.53	0.25				Dura	852	426	>400	>300
4.50	39	1.08	1.00	0.85	35.85	0.25	38%	37%	25%	Muito Rija	468	234	200-400	150-300
6.00	66	0.94	1.00	0.85	52.54	0.27				Dura	792	396	>400	>300
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quadro 2 – Principais parâmetros do maciço atravessado pelo ensaio SPT das zonas S1 a S15. (Continuação)

SPT S12														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	109	1.87	1.00	0.75	153.13	0.42	32%	38%	30%	Dura	1308	654	>400	>300
3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S13														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	5	1.87	1.00	0.75	7.02	0.42				Mole	60	30	25-50	20-40
3.00	59	1.32	1.00	0.75	58.61	0.35				Muito Rija	708	354	200-400	150-300
4.50	21	1.08	1.00	0.85	19.30	0.07	40%	35%	25%	Rija	252	126	100-200	75-150
6.00	44	0.94	1.00	0.85	35.03	0.27				Muito Rija	528	264	200-400	150-300
7.50	62	0.84	1.00	0.95	49.34	0.70				Dura	744	372	>400	>300

SPT S14														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	18	1.87	1.00	0.75	25.29	0.70				Rija	216	108	100-200	75-150
3.00	49	1.32	1.00	0.75	48.68	0.17					588	294		
4.50	34	1.08	1.00	0.85	31.25	0.60	40%	35%	25%	Muito Rija	408	204	200-400	150-300
6.00	32	0.94	1.00	0.85	25.48	0.46					384	192		
7.50	75	0.84	1.00	0.95	59.69	0.48				Dura	900	450	>400	>300

SPT S15														
Z(m)	N ₆₀	C _N	C _D	C _R	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	%Silte + %Argila	%Areia	%Seixo	Ic (%)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	q _u ^{&} (kPa)	Cu ^{&} (kPa)
1.50	5	1.87	1.00	0.75	7.02	0.50				Mole	60	30	25-50	20-40
3.00	25	1.32	1.00	0.75	24.83	0.25	45%	30%	25%		300	150		
4.50	20	1.08	1.00	0.85	18.39	0.03				Rija	240	120	100-200	75-150
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

D₅₀ - Diâmetro médio das partículas

Ic (%) - Índice de consistência (Clayton et al., 1995)

q_u[#] (kPa) = k.N₆₀ (com k=12) - Resistência à compressão simples de maciços argilosos (não-confinada) (Bowless 1996)

C_u[#] (kPa) - Resistência não drenada de maciços argilosos (Craig 2004)

q_u[&] (kPa) - Resistência à compressão simples de maciços argilosos (não-confinada), intervalo de valores (Bowles 1996)

C_u[&] (kPa) - Resistência não drenada de maciços argilosos, intervalo de valores (Craig 2004)

A título meramente indicativo, refira-se que não foi possível detetar a presença de água em nenhum furo de sondagem S1 e S15.

No Quadro 2 encontra-se as correções feitas ao resultado do ensaio SPT (N₆₀), devido ao efeito do nível de tensão efetivo à profundidade de ensaio, C_N, Diâmetro do furo de sondagem, C_D, e para o comprimento do trem de varas, C_R.

Assim o valor do resultado do ensaio normalizado e corrigido é obtido a partir da equação:

$$(N_1)_{60} = C_N \cdot C_D \cdot C_R \cdot N_{60}$$

A profundidade média de ensaio nos 15 pontos de prospeção é de cerca 6 metros de profundidade. Nas sondagens S7, S12 e S14 a profundidade da sondagem foi de 7.5 metros, sendo nestes pontos a máxima alcançada. Nos pontos de sondagens próximos das instalações existentes (S12, S3 e S1) a

profundidade de sondagem foi a mínima alcançada nesta prospeção, devido à provável compactação e consolidação que o solo sofreu ao longo do tempo devido à construção dos armazéns, tornando-se menos compressível e mais resistente. O valor médio do resultado do ensaio SPT é de 44.4 pancadas para o N_{60} (valor não corrigido) 44.3 pancadas para o $(N_1)_{60}$ (valor corrigido).

No Quadro 3 estão apresentados os parâmetros mecânicos e de deformabilidade estimados empiricamente com os resultados do ensaio SPT para o solo interceptado.

Quadro 3 – Principais parâmetros mecânicos e de deformabilidade do maciço atravessado pelo ensaio SPT das zonas S1 a S15.

SPT S1													
Z(m)	N_{60}	$(N_1)_{60}$	D_{50} [mm]	γ (kN/m ³)	$q_u^{\#}$ (kPa)	$Cu^{\#}$ (kPa)	ϕ' (°)	q_c (MPa)	$E^{\#}$ (MPa)	G_0 (MPa)		E^* (MPa)	
1.50	29	40.74	0.20	19	348	174	38.4	14.5	65.3	168.2	153.8	141.3	129.2
3.00	60	59.60	0.70	21	720	360	43.1	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S2													
Z(m)	N_{60}	$(N_1)_{60}$	D_{50} [mm]	γ (kN/m ³)	$q_u^{\#}$ (kPa)	$Cu^{\#}$ (kPa)	ϕ' (°)	q_c (MPa)	$E^{\#}$ (MPa)	G_0 (MPa)		E^* (MPa)	
1.50	20	28.10	0.60	19	240	120	35.1	10.0	45.0	116.0	114.3	97.4	96.0
3.00	32	31.79	0.60	21	384	192	36.1	16.0	72.0	185.6	166.4	155.9	139.8
4.50	46	42.29	0.60	21	552	276	38.8	23.0	103.5	266.8	222.5	224.1	186.9
6.00	54	42.99	0.65	21	648	324	39.0	27.0	121.5	313.2	252.9	263.1	212.4
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S3													
Z(m)	N_{60}	$(N_1)_{60}$	D_{50} [mm]	γ (kN/m ³)	$q_u^{\#}$ (kPa)	$Cu^{\#}$ (kPa)	ϕ' (°)	q_c (MPa)	$E^{\#}$ (MPa)	G_0 (MPa)		E^* (MPa)	
1.50	27	37.93	1.00	19	324	162	37.7	13.5	60.8	156.6	145.3	131.5	122.0
3.00	53	52.65	0.70	20	636	318	41.4	26.5	119.3	307.4	249.1	258.2	209.3
4.50	60	55.16	0.80	21	720	360	42.0	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S4													
Z(m)	N_{60}	$(N_1)_{60}$	D_{50} [mm]	γ (kN/m ³)	$q_u^{\#}$ (kPa)	$Cu^{\#}$ (kPa)	ϕ' (°)	q_c (MPa)	$E^{\#}$ (MPa)	G_0 (MPa)		E^* (MPa)	
1.50	16	22.48	-	19	192	96	33.6	8.0	36.0	92.8	95.6	78.0	80.3
3.00	60	59.60	0.55	21	720	360	43.1	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
4.50	41	37.69	0.44	20	492	246	37.6	20.5	92.3	237.8	202.9	199.8	170.4
6.00	60	47.77	0.56	21	720	360	40.2	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S5													
Z(m)	N_{60}	$(N_1)_{60}$	D_{50} [mm]	γ (kN/m ³)	$q_u^{\#}$ (kPa)	$Cu^{\#}$ (kPa)	ϕ' (°)	q_c (MPa)	$E^{\#}$ (MPa)	G_0 (MPa)		E^* (MPa)	
1.50	57	80.08	0.72	20	684	342	47.7	28.5	128.3	330.6	264.1	277.7	221.8
3.00	40	39.74	0.53	20	480	240	38.2	20.0	90.0	232.0	198.9	194.9	167.1
4.50	31	28.50	0.35	20	372	186	35.2	15.5	69.8	179.8	162.2	151.0	136.3
6.00	60	47.77	0.46	21	720	360	40.2	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S6													
Z(m)	N_{60}	$(N_1)_{60}$	D_{50} [mm]	γ (kN/m ³)	$q_u^{\#}$ (kPa)	$Cu^{\#}$ (kPa)	ϕ' (°)	q_c (MPa)	$E^{\#}$ (MPa)	G_0 (MPa)		E^* (MPa)	
1.50	43	60.41	0.54	20	516	258	43.3	21.5	96.8	249.4	210.8	209.5	177.0
3.00	45	44.70	0.54	20	540	270	39.4	22.5	101.3	261.0	218.6	219.2	183.6
4.50	30	27.58	0.39	19	360	180	35.0	15.0	67.5	174.0	158.0	146.2	132.7
6.00	60	47.77	0.13	21	720	360	40.2	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quadro 3 – Principais parâmetros mecânicos e de deformabilidade do maciço atravessado pelo ensaio SPT das zonas S1 a S15. (Continuação)

SPT S7													
Z(m)	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)		E ^k (MPa)	
1.50	40	56.20	0.85	20	480	240	42.3	20.0	90.0	232.0	198.9	194.9	167.1
3.00	58	57.62	0.50	20	696	348	42.6	29.0	130.5	336.4	267.8	282.6	224.9
4.50	43	39.53	1.00	20	516	258	38.1	21.5	96.8	249.4	210.8	209.5	177.0
6.00	58	46.17	0.44	20	696	348	39.8	29.0	130.5	336.4	267.8	282.6	224.9
7.50	60	47.75	0.42	21	720	360	40.2	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1

SPT S8													
Z(m)	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)		E ^k (MPa)	
1.50	60	84.29	0.55	21	720	360	48.6	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
3.00	52	51.66	0.60	20	624	312	41.2	26.0	117.0	301.6	245.4	253.3	206.1
4.50	43	49.67	0.72	20	516	258	38.1	21.5	96.8	249.4	210.8	209.5	177.0
6.00	46	36.62	0.97	20	552	276	37.4	23.0	103.5	266.8	222.5	224.1	186.9
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S9													
Z(m)	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)		E ^k (MPa)	
1.50	60	84.29	0.70	21	720	360	48.6	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
3.00	50	49.67	0.48	20	600	300	40.7	25.0	112.5	290.0	237.8	243.6	199.8
4.50	60	55.16	0.36	21	720	360	42.0	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S10													
Z(m)	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)		E ^k (MPa)	
1.50	24	33.72	0.70	19	288	144	36.6	12.0	54.0	139.2	132.2	116.9	111.0
3.00	58	57.62	0.47	20	696	348	42.6	29.0	130.5	336.4	267.8	282.6	224.9
4.50	51	46.88	0.50	20	612	306	40.0	25.5	114.8	295.8	241.6	248.5	202.9
6.00	60	47.77	0.3	21	720	360	40.2	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S11													
Z(m)	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)		E ^k (MPa)	
1.50	15	21.07	0.23	19	180	90	33.2	7.5	33.8	87.0	90.8	73.1	76.2
3.00	60	59.60	0.25	21	720	360	43.1	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
4.50	39	35.85	0.25	20	468	234	37.2	19.5	87.8	226.2	194.9	190.0	163.7
6.00	60	47.77	0.27	21	720	360	40.2	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S12													
Z(m)	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)		E ^k (MPa)	
1.50	60	84.29	0.42	21	720	360	48.6	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1
3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SPT S13													
Z(m)	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)		E ^k (MPa)	
1.50	5	7.02	0.42	15	60	30	29.2	2.5	11.3	29.0	37.7	24.4	31.7
3.00	59	58.61	0.35	20	708	354	42.8	29.5	132.8	342.2	271.5	287.4	228.0
4.50	21	19.30	0.07	19	252	126	32.7	10.5	47.3	121.8	118.8	102.3	99.8
6.00	44	35.03	0.27	20	528	264	36.9	22.0	99.0	255.2	214.7	214.4	180.3
7.50	60	47.75	0.70	21	720	360	40.2	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1

SPT S14													
Z(m)	N ₆₀	(N ₁) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	Cu [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)		E ^k (MPa)	
1.50	18	25.29	0.70	19	216	108	34.3	9.0	40.5	104.4	105.0	87.7	88.2
3.00	49	48.68	0.17	20	588	294	40.4	24.5	110.3	284.2	234.0	238.7	196.5
4.50	34	31.25	0.60	20	408	204	35.9	17.0	76.5	197.2	174.7	165.6	146.7
6.00	32	25.48	0.46	20	384	192	34.4	16.0	72.0	185.6	166.4	155.9	139.8
7.50	60	47.75	0.48	21	720	360	40.2	30.0	135.0	348.0	275.1	292.3	231.1

Quadro 3 – Principais parâmetros mecânicos e de deformabilidade do maciço atravessado pelo ensaio SPT das zonas S1 a S15. (Continuação)

SPT S15													
Z(m)	N ₆₀	(N _i) ₆₀	D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	C _u [#] (kPa)	φ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)	E [*] (MPa)	G ₀ (MPa)	E [*] (MPa)
1.50	5	7.02	0.50	15	60	30	29.2	2.5	11.3	29.0	37.7	24.4	31.7
3.00	25	24.83	0.25	19	300	150	34.2	12.5	56.3	145.0	136.6	121.8	114.7
4.50	20	18.39	0.03	19	240	120	32.4	10.0	45.0	116.0	114.3	97.4	96.0
6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

D₅₀ - Diâmetro médio das partículas

I_c (%) - Índice de consistência (Clayton et al., 1995)

γ (kN/m³) - Peso volumico do solo (Godoy, 1972)

φ' (°) - Ângulo de atrito efectivo do solo (Thornburn, 1974) e (Wolff, 1989) [φ'(°)=27.1+0.3.(N_i)₆₀-0.00054(N_i)₆₀²]

q_c (Mpa) - Resistência de ponta do ensaio Cone-Penetrômetro, correlacionado com NSPT e o diâmetro das partículas do solo (D₅₀)

E[#] (Mpa) - Módulo de deformabilidade do solo, correlacionado com o q_c [E=α.q_c] com α= 3 a 6

G₀ (Mpa) - Módulo de distorção do solo, Imai e Tonouchi (1982), Stroud (1988) [G₀=5,8.N₆₀]; Ohsaki e Iwasaki (1973) [G₀=10.4.N₆₀^{0.8}]

E^{*} (Mpa) - Módulo de deformabilidade do solo determinado em função do G₀ e da dependência da rigidez dos solos com o nível de deformação de fundações

Em todos os pontos de sondagem foram feitas colheitas de amostras do solo intersetado (ver Anexo II). Verifica-se que o maciço atravessado é um solo homogêneo (trata-se de uma só formação geológica). O solo atravessado é predominantemente arenosos (≈40%) com cerca de 33% de silte e argila e 27% seixo, que segundo a classificação unificada de solos “ASTM D 2487-85” é uma areia argilosa siltosa (classificação unificada SC ou SM), de cor castanha vermelhada. O diâmetro médio das partículas (D₅₀) é de cerca de 0,48mm. Como é um solo com grande percentagem de silte e argila o teor em água é um parâmetro físico fundamental. Neste solo o comportamento mecânico e de deformabilidade é muito dependente do teor em água. É recomendável a determinação do teor em água natural e os limites de consistência do solo para posteriormente determinar o índice de consistência (*trabalho a realizar na 2 fase deste trabalho*). Nesta primeira fase correlacionou-se empiricamente o índice de consistência do solo com os resultados do ensaio SPT (Clayton et al., 1995) ver Quadro 2. Desta correlação o solo apresenta uma consistência rija ou muito rija e conforme se avança em profundidade a consistência do solo passa a dura, o que traduz a boa qualidade do solo em termos de comportamento mecânico do solo. Tratando-se de solos com considerável frações de argila, é necessário recordar que o seu comportamento mecânico depende muito do teor em água que apresenta.

No Quadro 2 está também apresentado o valor da resistência à compressão simples de maciços argilosos (não-confinada), q_u (kPa), segundo (Bowles 1996). E da resistência não drenada de maciços argilosos, C_u, segundo (Craig 2004). Estes valores foram correlacionados com o valor do ensaio SPT, N₆₀. Os valores obtidos indicam que se trata de um solo com boa capacidade de carga pois o valor médio da resistência à compressão simples (q_u) é de cerca 532.7 kPa e o da resistência não drenada (C_u) é de cerca 265.3 kPa. Estes valores são valores típicos de maciços argilosos sobreconsolidados muito resistentes.

No quadro 3 estão também apresentados os valores dos peso volúmico do solo, γ (kN/m³), e ângulo de atrito interno do solo em termos de tensões efectivas, ϕ' (°), e do módulo de deformabilidade efectivo, E, determinado por diferentes métodos, ver Quadro 3. Opou-se por colocar aqui o Módulo de deformabilidade determinado por diferentes métodos por ser um parâmetro mecânico extremamente sensível com o nível de deformação do solo e por sua vez difícil de estimar.

O valor médio do peso volúmico do solo é de 20 kN/m³, o ângulo de atrito do solo é de cerca 39.2° (valor médio) e o módulo de deformabilidade do solo, E, apresenta valores médios de 99,9 MPa, 216.3 MPa e 179.2 MPa, conforme o método usado.

No quadro 4 apresenta-se um resumo dos parâmetros físico, mecânicos e de deformabilidade do solo intersetado, estimados em função do resultado do ensaio SPT. São apresentados os valores médios e os valores correspondentes ao limite inferior de confiança a 95%, também denominado como valor característico (determinado usando a distribuição t-student).

Quadro 4 – Resumo dos parâmetros físico, mecânicos e de deformabilidade do solo intersetado pelo ensaio SPT das zonas S1 a S15.

D ₅₀ [mm]	γ (kN/m ³)	q _u [#] (kPa)	C _u [#] (kPa)	ϕ' (°)	q _c (MPa)	E [#] (MPa)	G ₀ (MPa)	E ^{&} (MPa)			
0.5	20.0	532.7	266.3	39.2	22.2	99.9	257.5	213.4	216.3	179.2	Valor médio
0.4	19.6	478.4	239.2	38.0	19.9	89.7	231.2	194.8	194.2	163.6	Limite inferior de confiança a 95%

D₅₀ - Diâmetro médio das partículas

γ (kN/m³) - Peso volúmico do solo (Godoy, 1972)

q_u[#] (kPa) = k.N₆₀ (com k=12) - Resistência à compressão simples de maciços argilosos (não-confinada) (Bowless 1996)

C_u[#] (kPa) - Resistência não drenada de maciços argilosos (Craig 2004)

ϕ' (°) - Ângulo de atrito efectivo do solo (Thornburn, 1974) e (Wolff, 1989) [ϕ' (°)=27.1+0.3.(N₁)₆₀-0.00054(N₁)₆₀²]

q_c (Mpa) - Resistência de ponta do ensaio Cone-Penetrómetro, correlacionado com NSPT e o diâmetro das partículas do solo (D₅₀)

E[#] (Mpa) - Módulo de deformabilidade do solo, correlacionado com o q_c [E=α.q_c] com α= 3 a 6

G₀ (Mpa) - Módulo de distorção do solo, Imai e Tonouchi (1982), Stroud (1988) [G₀=5.8.N₆₀]; Ohsaki e Iwasaki (1973) [G₀=10.4.N₆₀^{0.8}]

E[&] (Mpa) - Módulo de deformabilidade do solo determinado em função do G₀ e da dependência da rigidez dos solos com o nível de deformação de fundações

Do exposto, o modelo geotécnico proposto pretende assim aproximar-se do comportamento geomecânico expectável do maciço, com vista à optimização de futuros estudos geotécnicos.

4 Conclusões

Este relatório teve como objetivo a realização de uma campanha de prospeção geotécnica, com finalidade de caracterizar e identificar o maciço afeto à construção de uns novos armazém e parque de estacionamento na FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda. em Bragança situado na Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança.

Após análise dos resultados obtidos, é recomendável a execução de fundações diretas (fundações superficiais). No entanto, na fase de construção e escavação, recomenda-se que a base da fundação esteja a uma profundidade inferior a 1,5 metros da cota inicial do terreno e o solo esteja seco.

Na zona afectada ao novo parque de estacionamento, e como o solo se assemelha ao da zona a edificar, do tipo SM ou SC da classificação unificada, pode-se referir que estes solos apresentam boa a razoável resistência ao corte e compressibilidade baixa quando bem compactados. A trabalhabilidade como material de construção é boa a razoável. O ângulo de inclinação dos taludes nunca deve ser superior ao ângulo de atrito interno do solo, neste caso 38° para um limite inferior de confiança de 95%.

De referir mais uma vez, que o presente relatório é a 1ª fase do trabalho de prospeção e permite identificar e caracterizar fisicamente os maciços do local da obra, permite também caracterizar o seu comportamento mecânico e de deformabilidade empiricamente em função dos resultados do ensaio SPT, N_{60} . Assim, para o maciço interstratificado apresentam-se os seguintes valores recomendáveis para o dimensionamento:

Peso Volumico do solo

$$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)} = 19.6$$

Parâmetros em tensões efetivas (Critério de Mohr-Coulomb)

$$\phi' \text{ (}^\circ\text{)} = 38.0$$

$$C' \text{ (kPa)} = 0$$

Parâmetros em tensões totais (Critério de Tresca)

$$C_u^{\#} \text{ (kPa)} = 239.2$$

$$q_u^{\#} \text{ (kPa)} = 478.4$$

Módulo de deformabilidade do solo


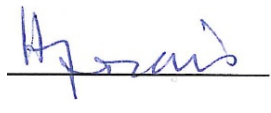
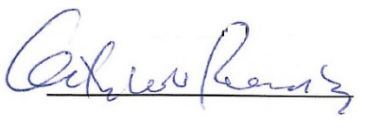
$$E_s \text{ (MPa)} = 150$$

Ensaio de corte direto, para determinar parâmetros mecânicos do solo, e ensaios edométricos de consolidação, para determinar parâmetros de deformabilidade e consolidação, serão feitos na 2ª fase deste trabalho o que permitirá aprofundar as conclusões obtidas. Serão realizados 4 poços de acesso ao solo (a profundidade dos poços será definida em campo) para a colheita de amostras (deformada e indeformada) de solo para identificar e caracterizar em laboratório.

Denote-se que os tipos de soluções a adoptar, serão condicionados entre outros aspectos, pelo plano de cargas das fundações, assentamentos máximos admissíveis, profundidades estimadas para alcance dos níveis propostos para horizonte de fundações, posicionamento do nível freático, possível intersecção 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.

IPB-ESTG, Bragança, 28 de Abril de 2015.

		
António Miguel V. Paula (Responsável)	Hermínia Morais (Técnica Superior)	Octávio Pereira (Técnico)

5 Referências

Matos Fernandes, Manuel (2011a). *Mecânica dos Solos, Conceitos e Princípios Fundamentais Volume 1*. 2.^a Edição, FEUP Edições, Porto.

Matos Fernandes, Manuel (2011b). *Mecânica dos Solos, Introdução à Engenharia Geotécnica Volume 2*. 1.^a Edição, FEUP Edições, Porto.

Clayton, C. R. I.; Matthews, M. C.; Simons, N. E. (1995). *Site Investigation*. 2nd Edition, Blackwell Science, London.

Bowles, Joseph E. (1996). *Foundation Analysis And Design*. Fifth Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc. International Edition.

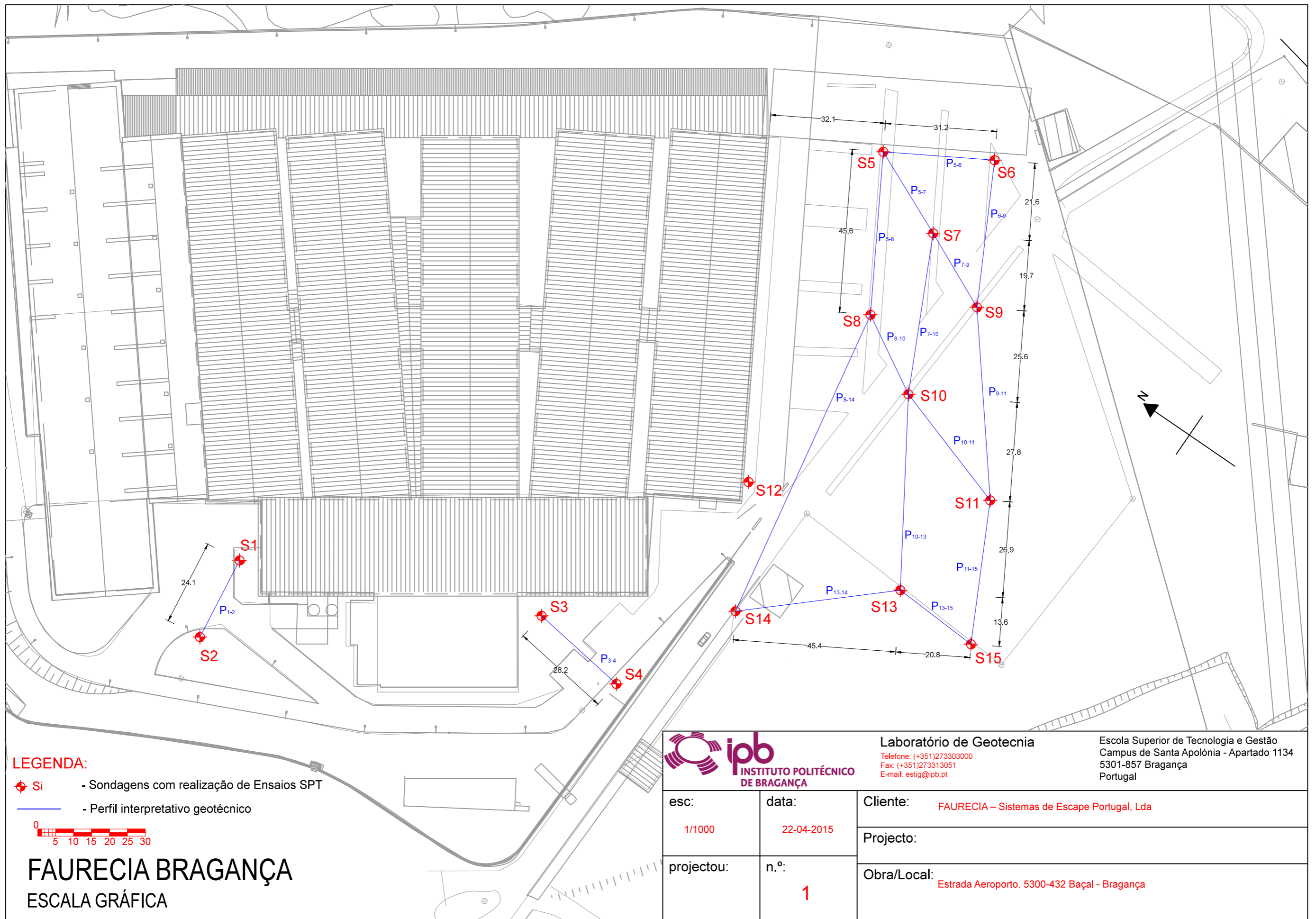
Craig, R. F. (2004). *Craig's Soil Mechanics*. Spon Press, London and New York.

Trofimenkov, J. G. (1974). *General Reports: Eastern Europe*. Proceedings, European Symposium of Penetration Testing, Stockholm, Sweden, v. 2.1, p. 24-39

Wolff, T. F. (1989). *Pile Capacity Prediction Using Parameter Functions, in Predicted and Observed Axial Behavior of Piles, Results of a Pile Prediction Symposium* sponsored by Geotechnical Engineering Division, ASCE, Evanston, 111., Jun. 1989, ASCE Geotechnical Special Publication n. 23, p. 96-106.

ANEXOS

ANEXOS I – Plantas e cortes do terreno



LEGENDA:

- ◆ Si - Sondagens com realização de Ensaios SPT
- - Perfil interpretativo geotécnico



FAURECIA BRAGANÇA
 ESCALA GRÁFICA

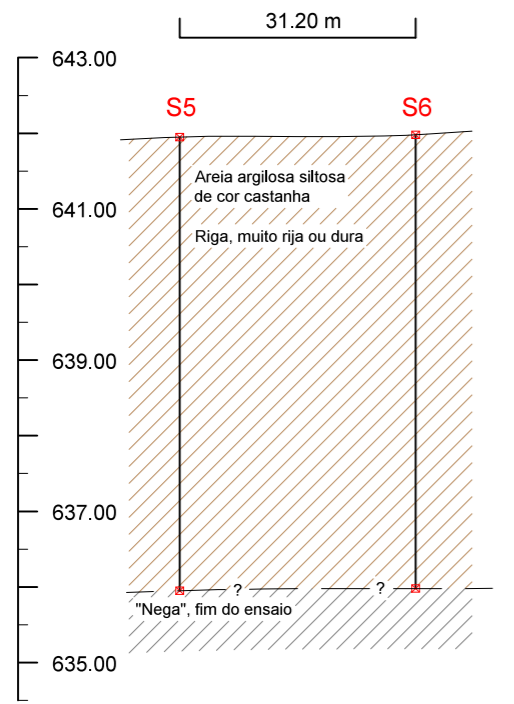


Laboratório de Geotecnia

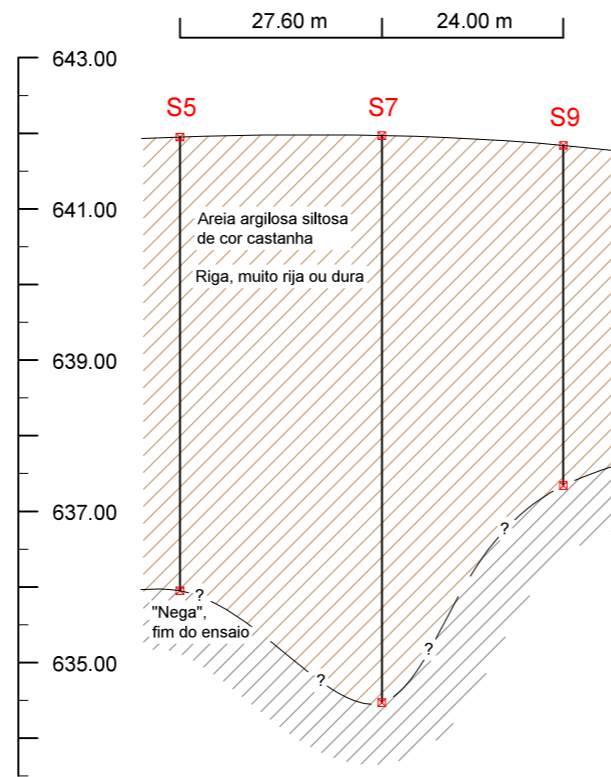
Telefone: (+351)273303000
 Fax: (+351)273313051
 E-mail: estig@pb.pt

Escola Superior de Tecnologia e Gestão
 Campus de Santa Apolónia - Apartado 1134
 5301-857 Bragança
 Portugal

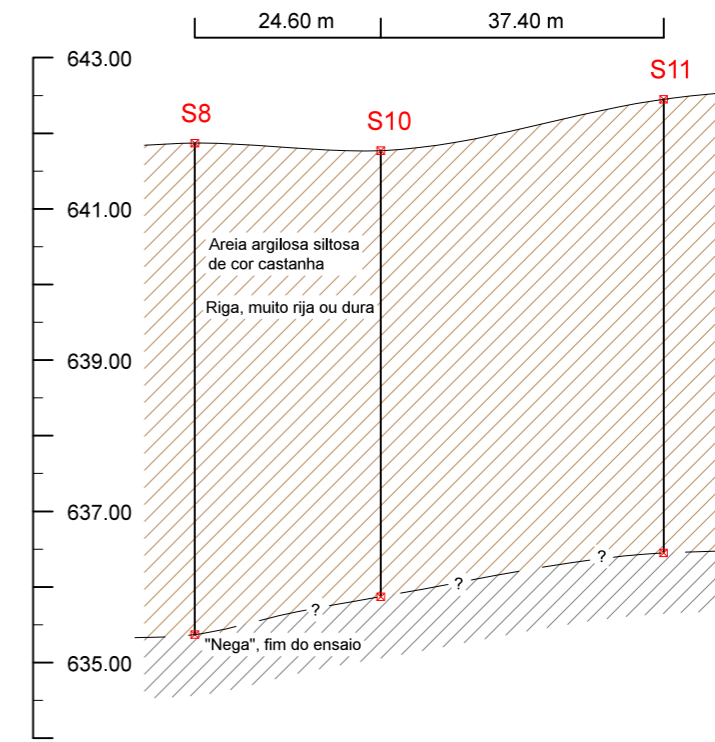
esc:	data:	Cliente:
1/1000	22-04-2015	
projectou:	n.º:	Projecto:
	1	Obra/Local:
		Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança



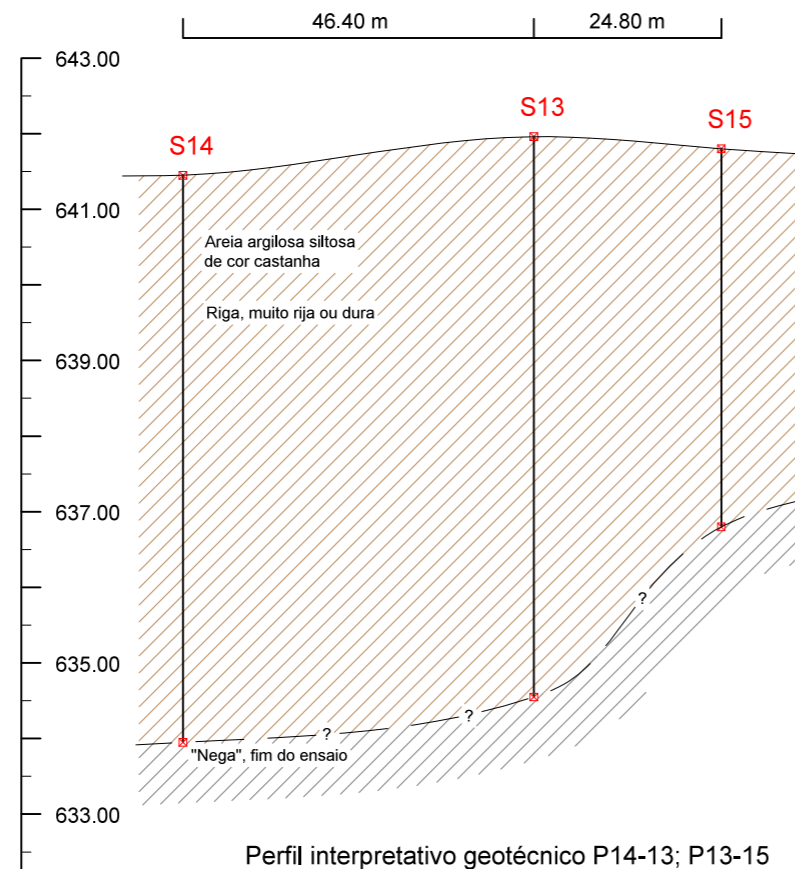
Perfil interpretativo geotécnico P5-6



Perfil interpretativo geotécnico P5-6; P7-9



Perfil interpretativo geotécnico P8-10; P10-P11



Perfil interpretativo geotécnico P14-13; P13-15

LEGENDA:

- Si - Sondagens com realização de Ensaios SPT
- Perfil interpretativo geotécnico

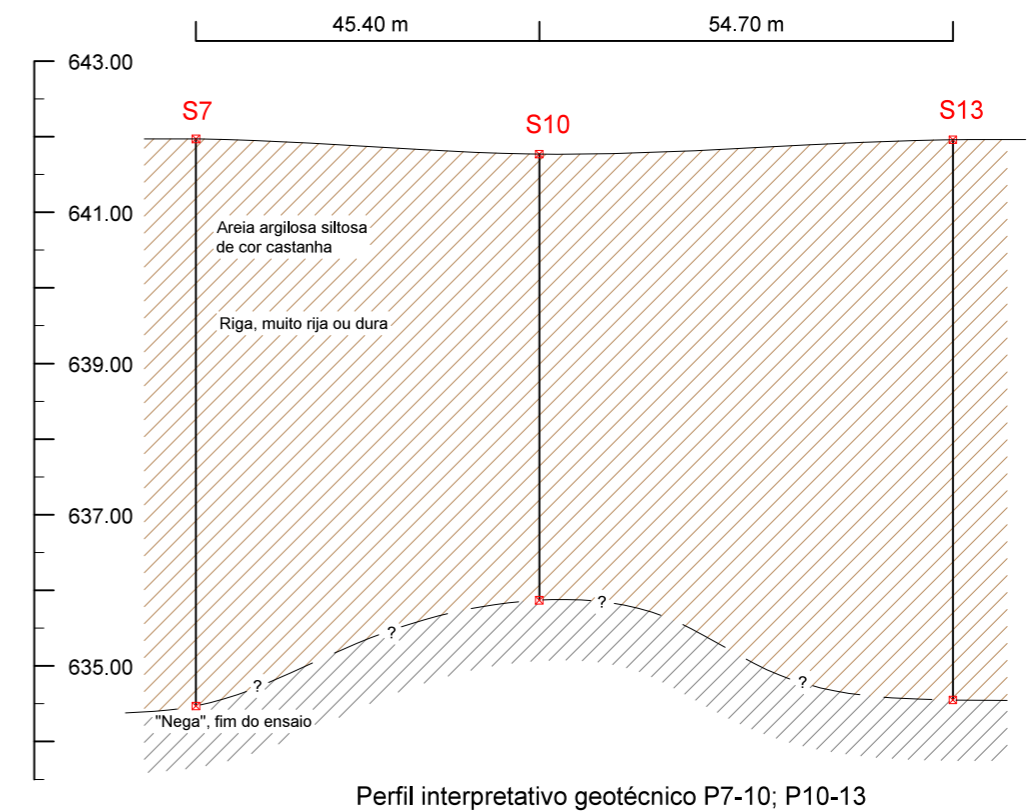
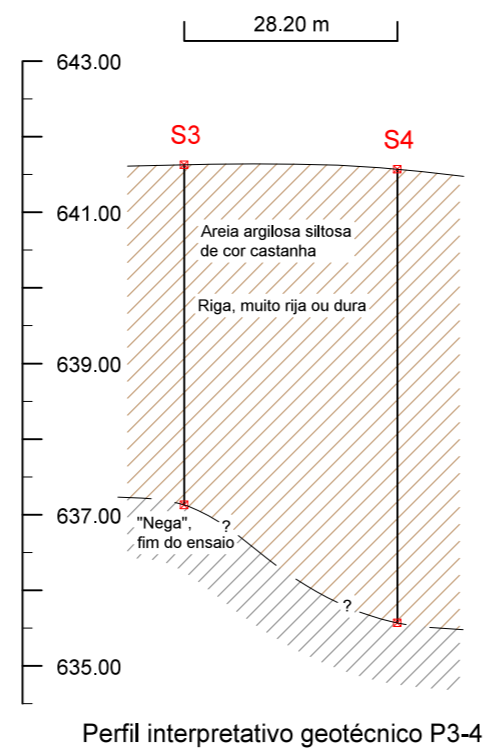
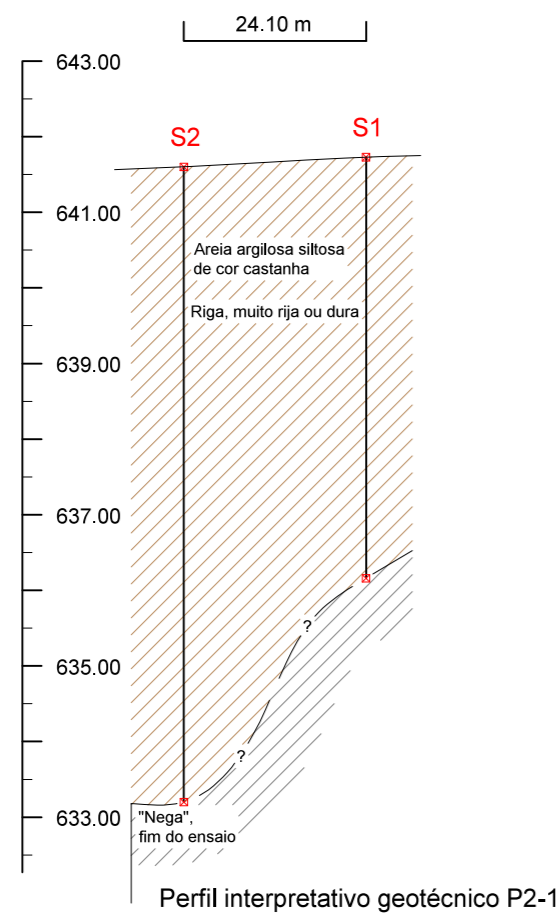


Laboratório de Geotecnia

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

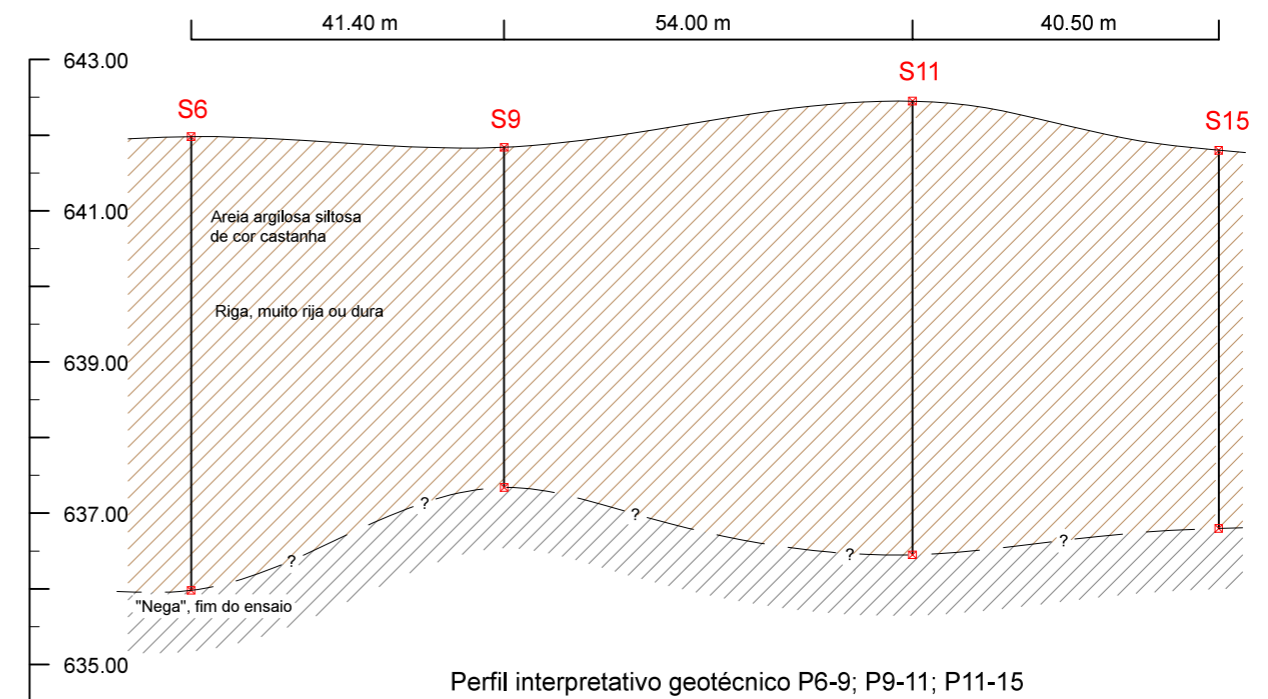
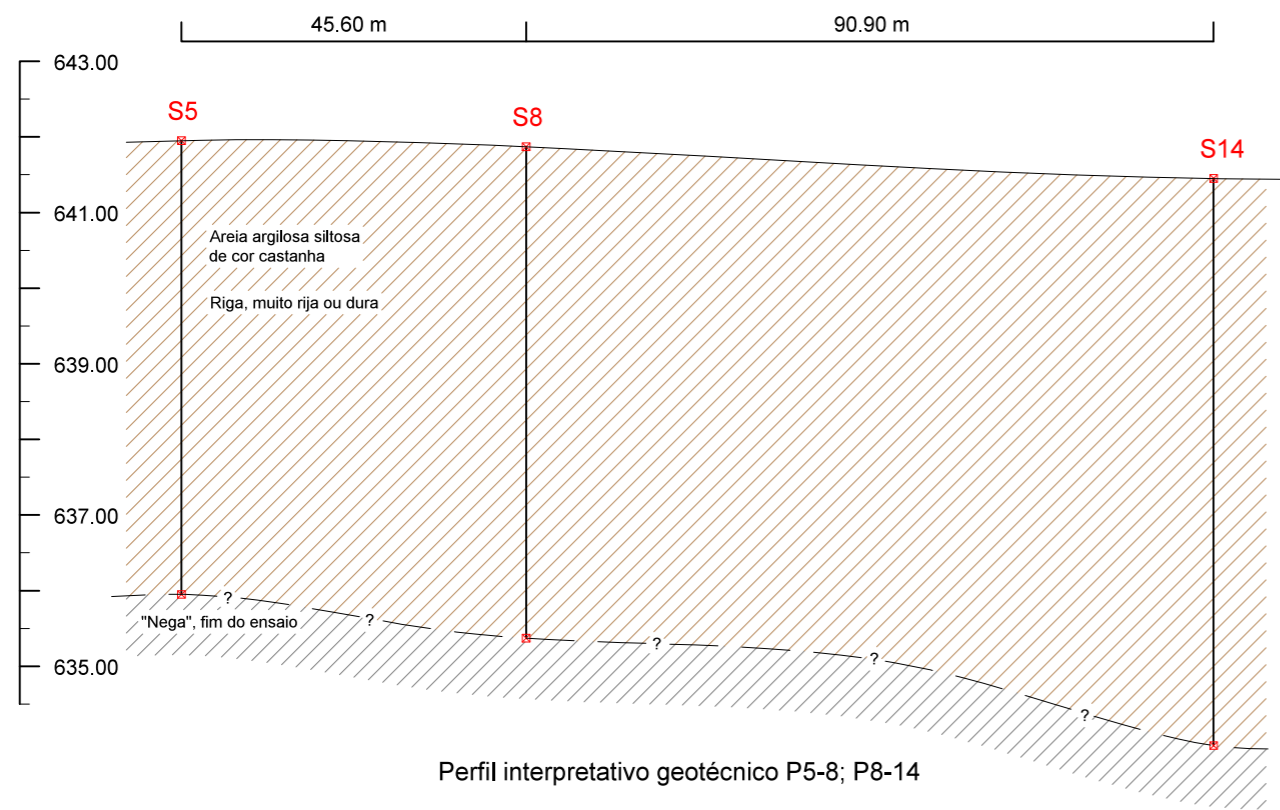
esc:	data:	Cliente:
1/1000	22-04-2015	
projectou:	n.º:	Projecto:
	2	Obra/Local:
		Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança



LEGENDA:

- Si - Sondagens com realização de Ensaios SPT
- Perfil interpretativo geotécnico

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA		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: 1/1000	data: 22-04-2015	Cliente: FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda	
projectou:		n.º: 3		Projecto:	
		Obra/Local: Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança			



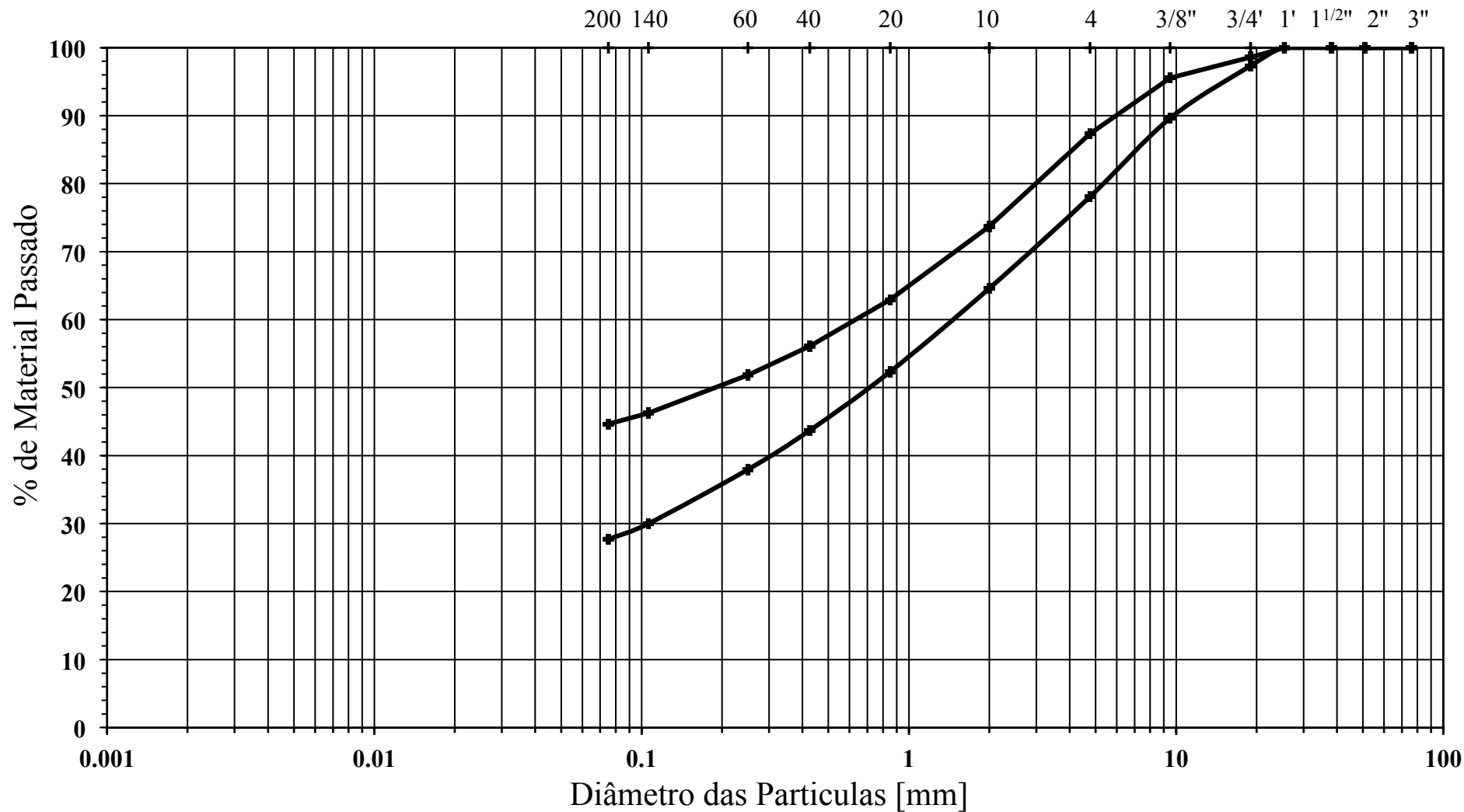
LEGENDA:

- Si - Sondagens com realização de Ensaios SPT
- Perfil interpretativo geotécnico

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA		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: 1/1000	data: 22-04-2015	Cliente: FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda	
projectou:		n.º: 4		Projecto:	
				Obra/Local: Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança	

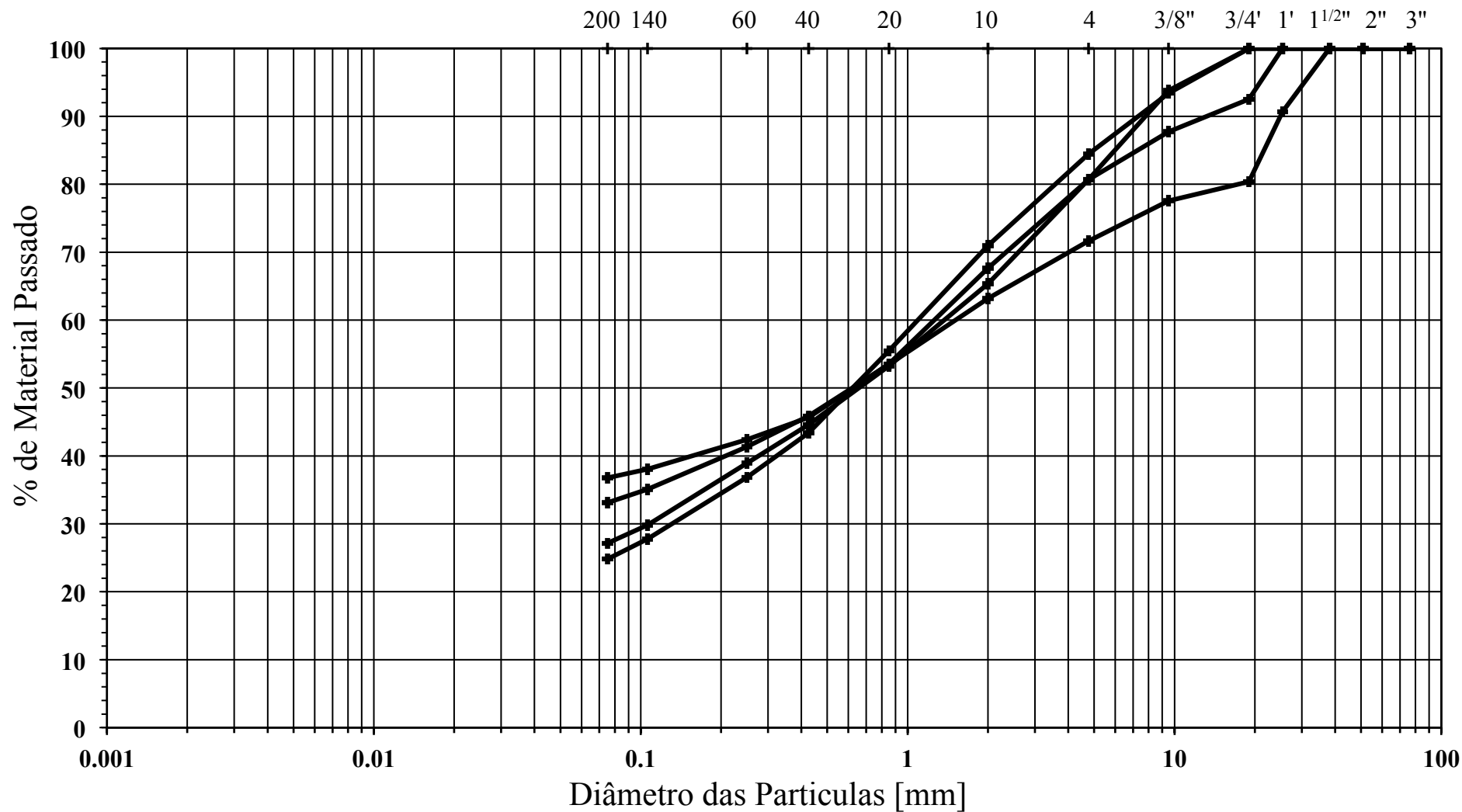
ANEXOS II - Resultados dos ensaios de identificação e caracterização dos solos

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S1



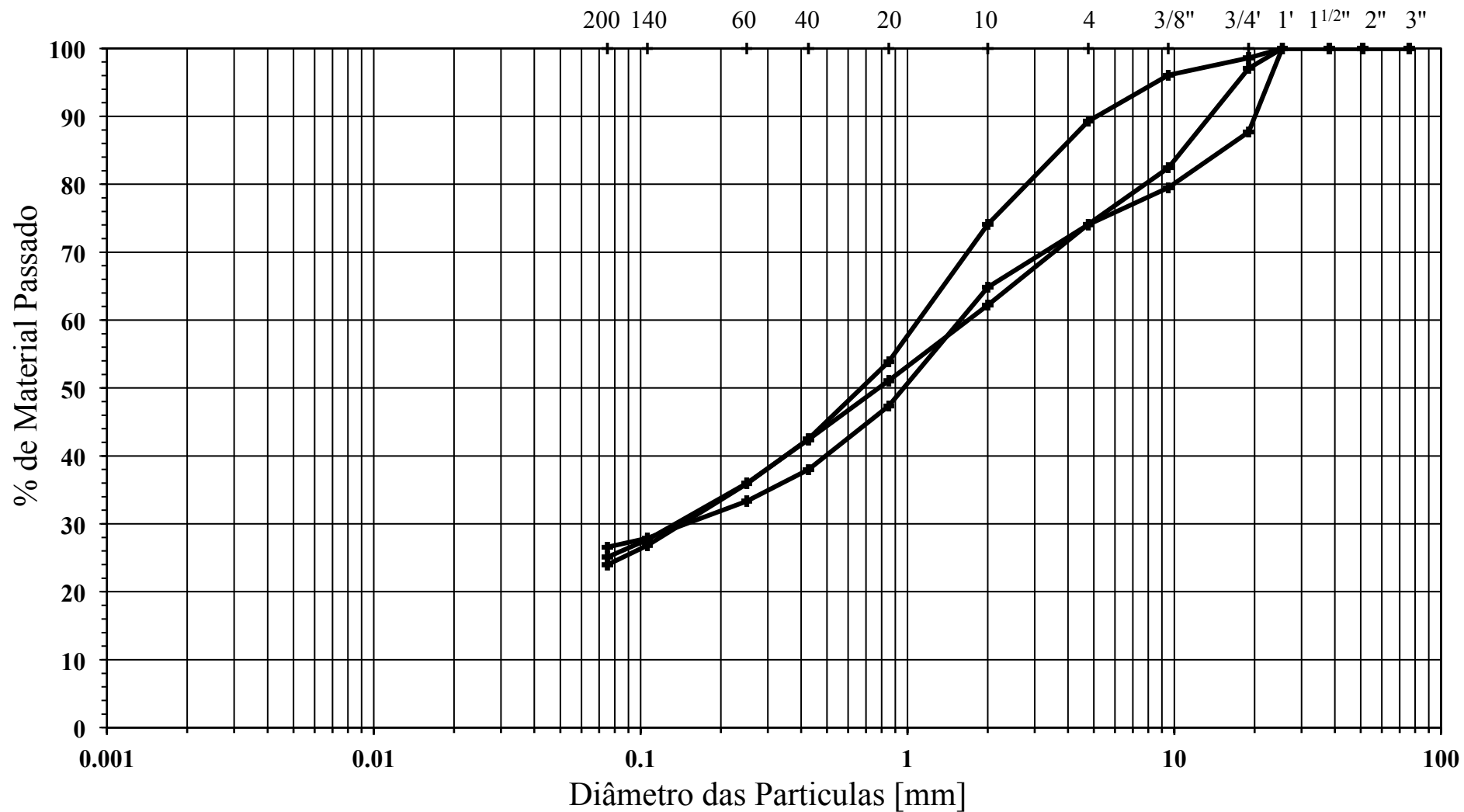
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S2



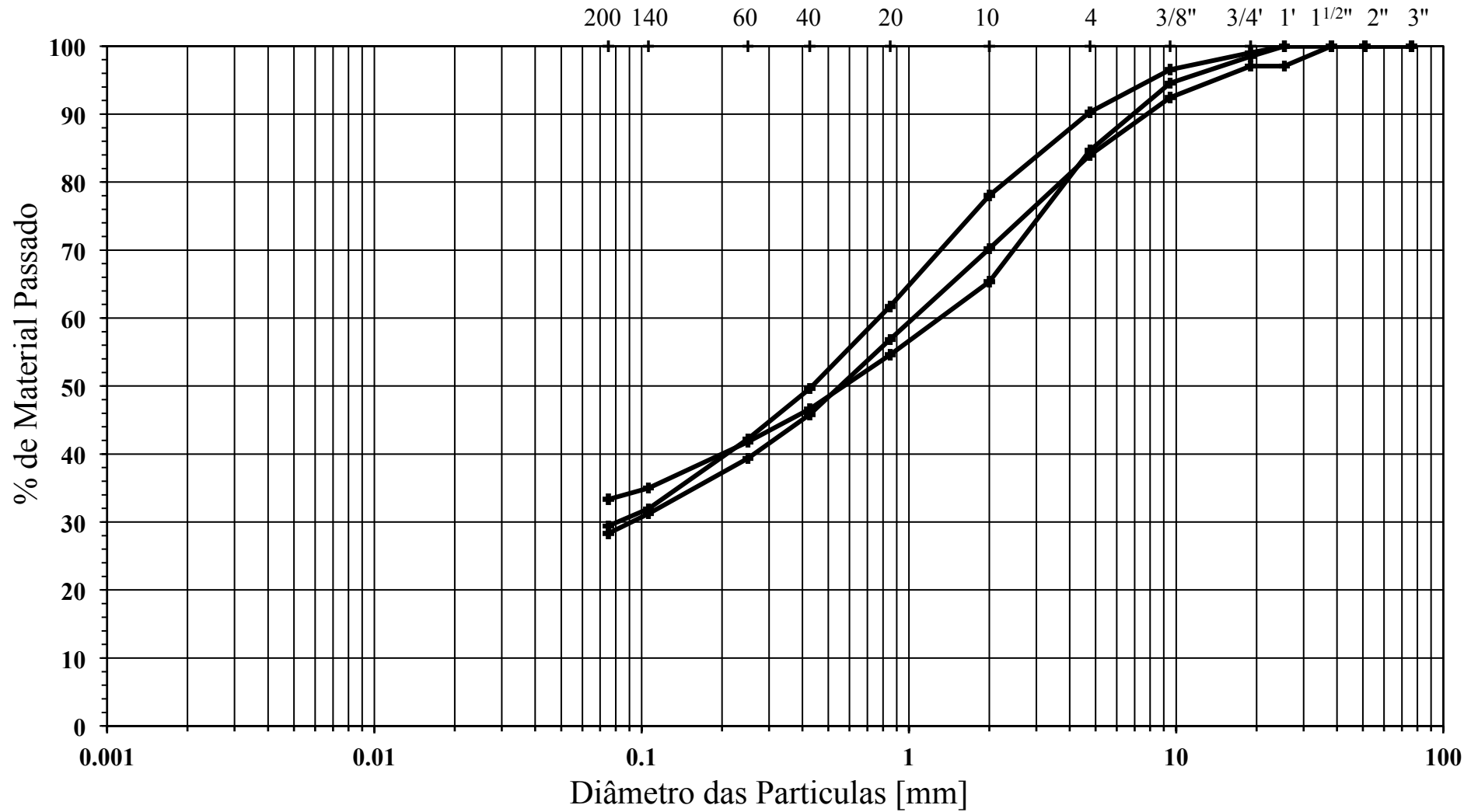
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S3



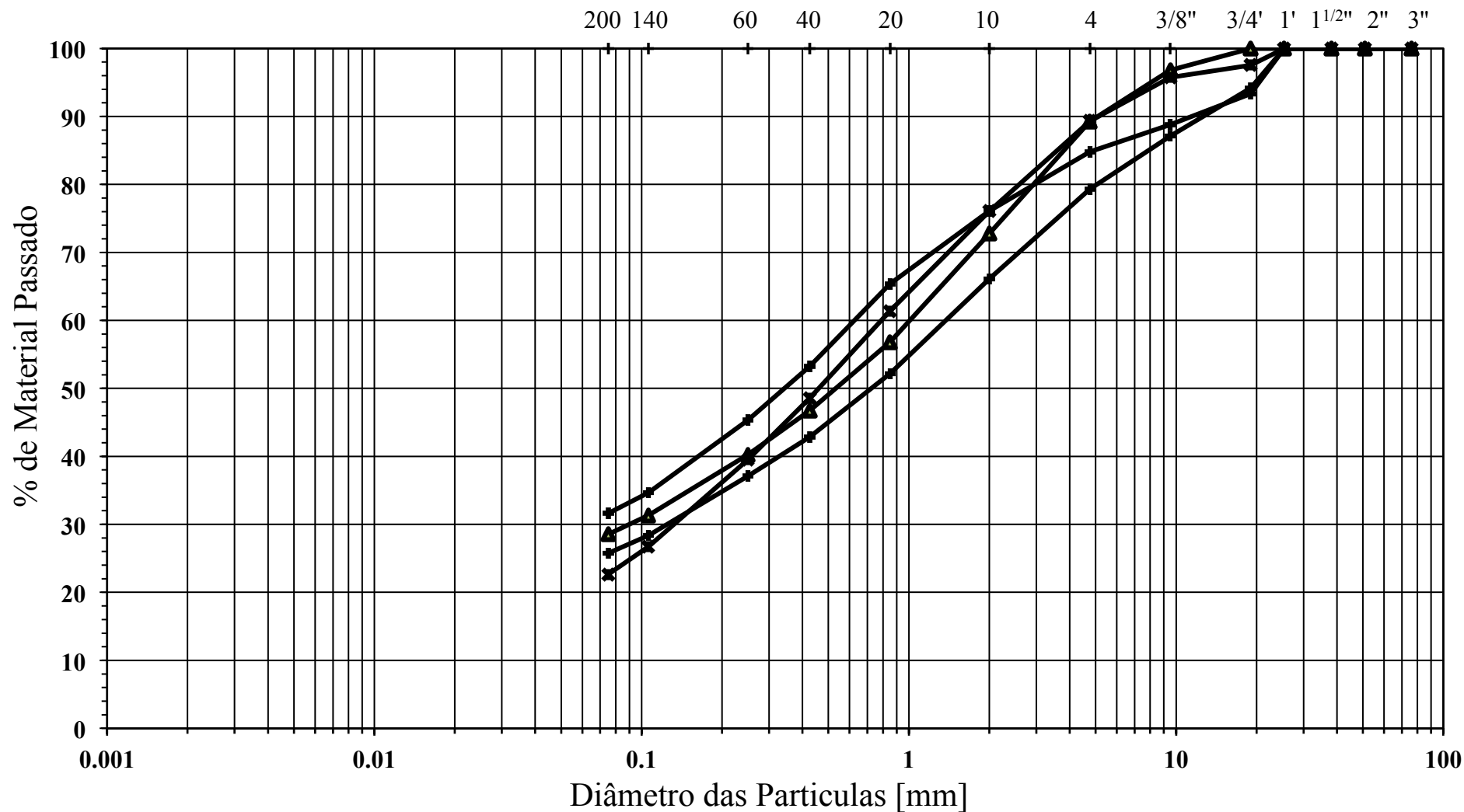
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S4



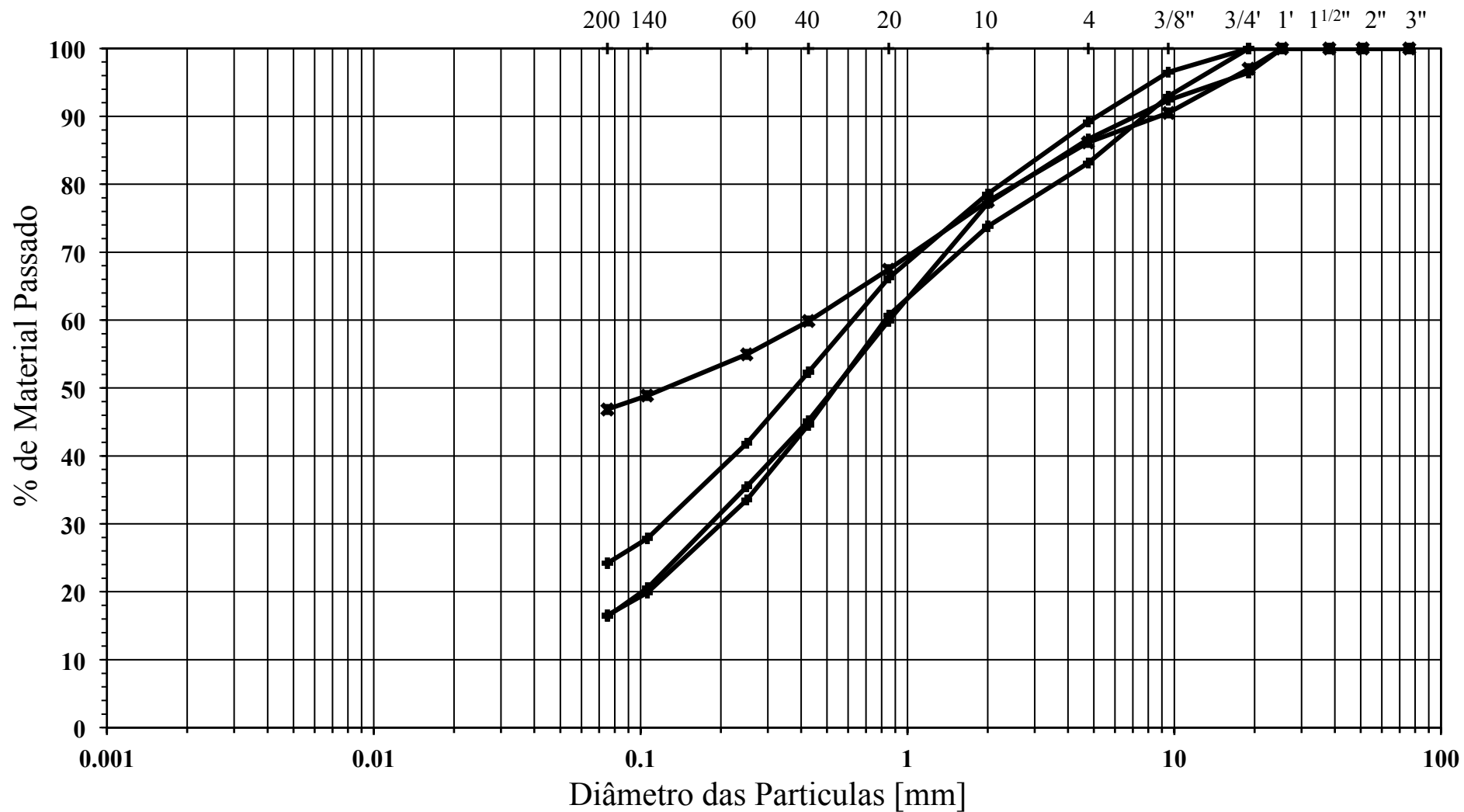
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S5



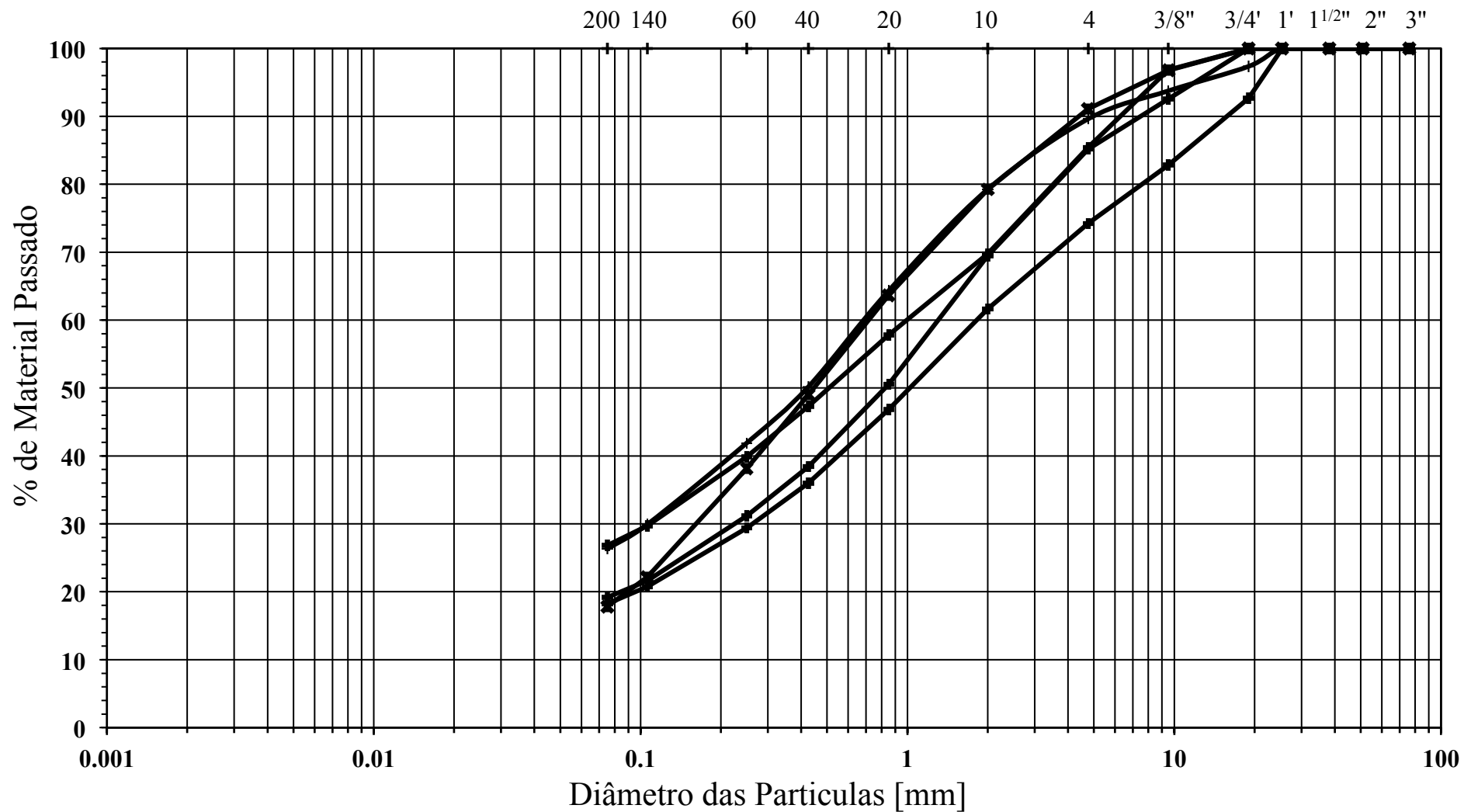
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S6



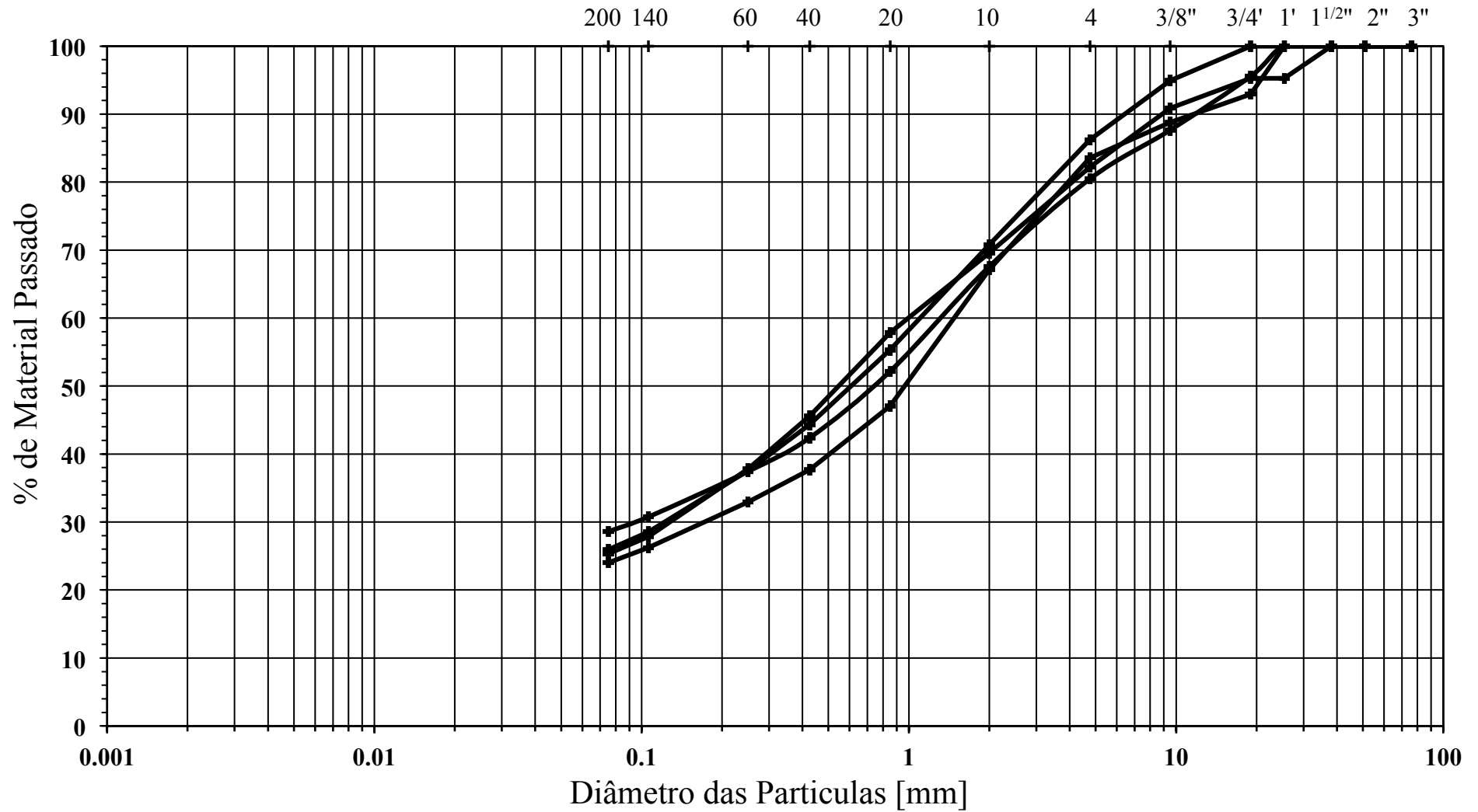
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S7



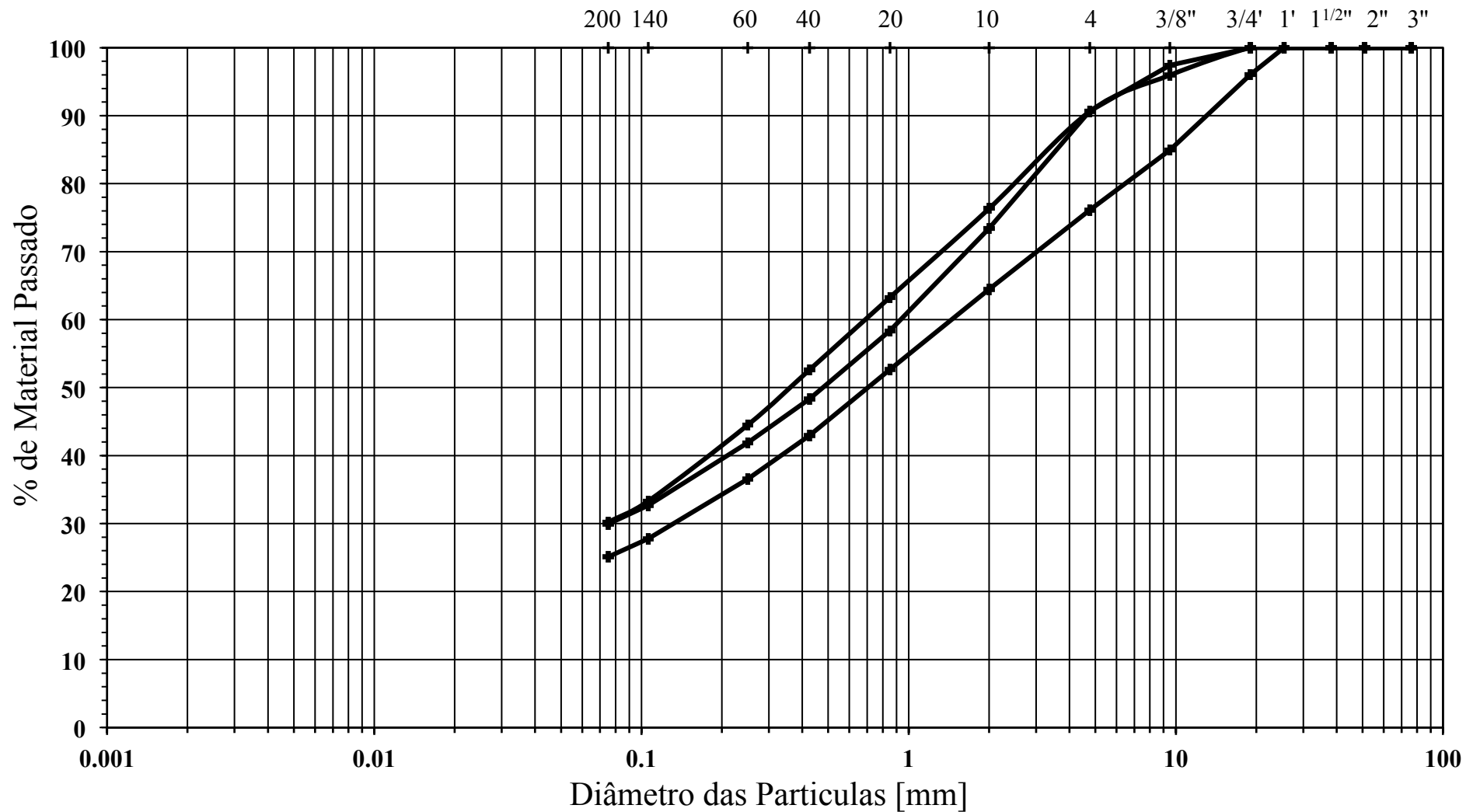
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S8



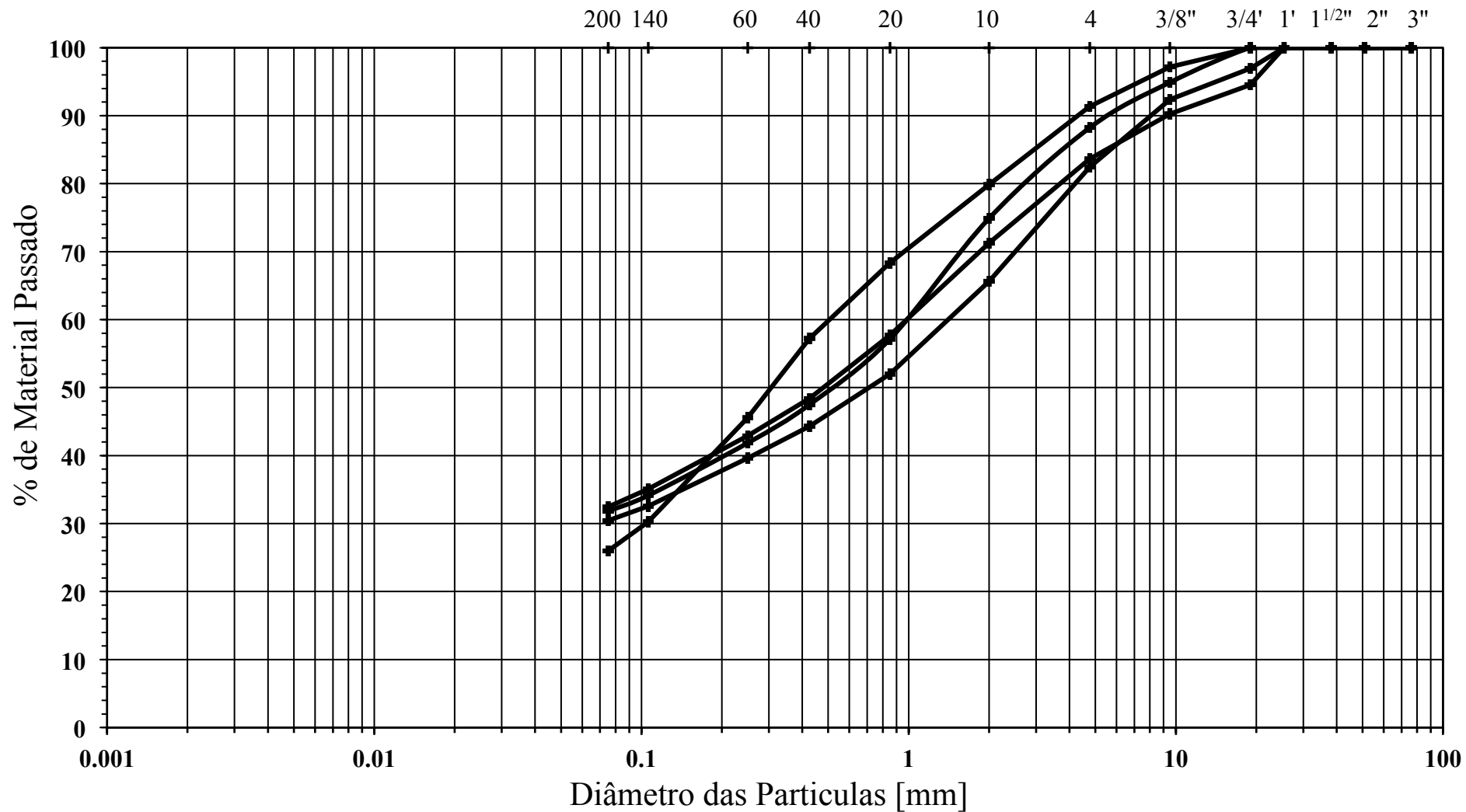
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S9



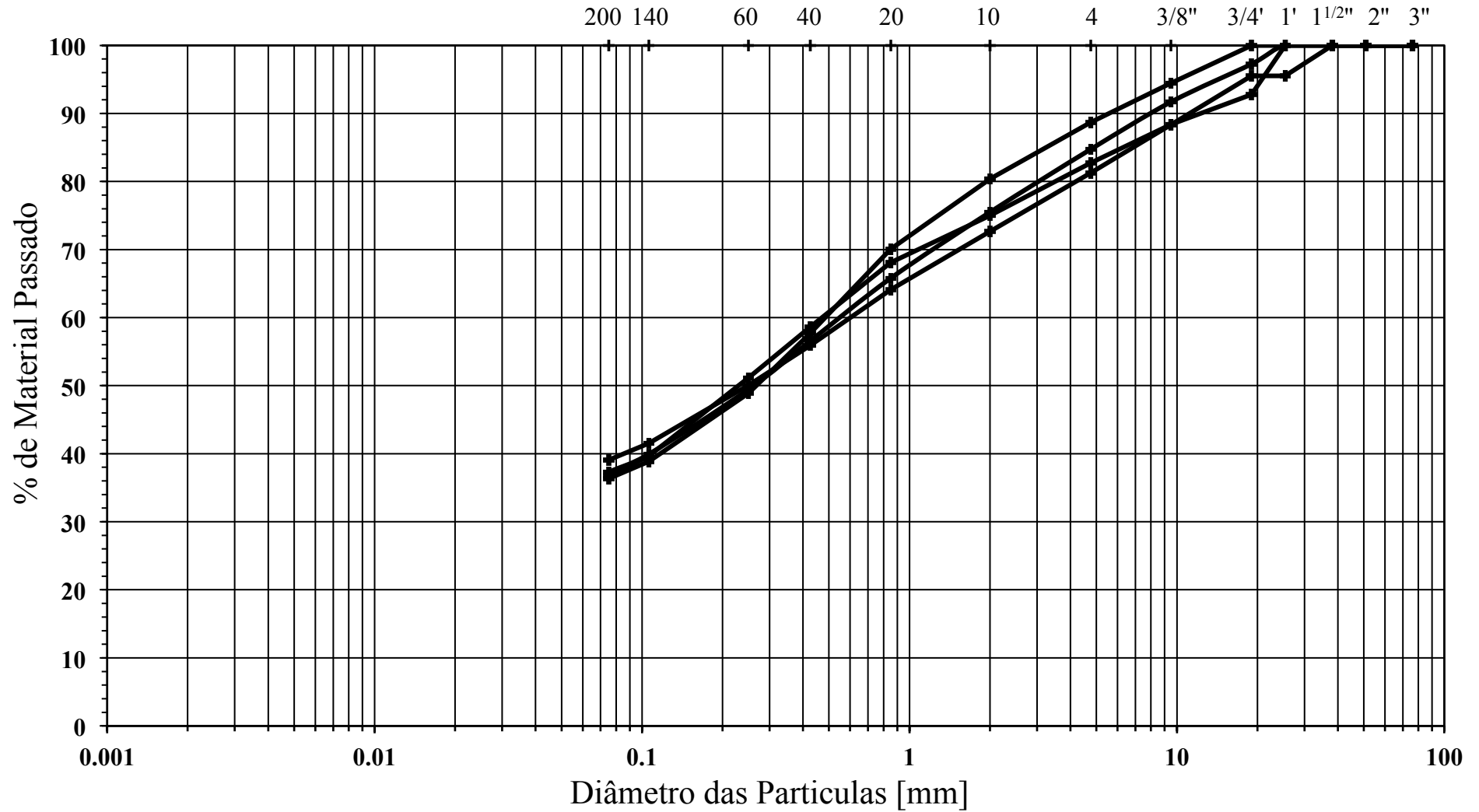
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S10



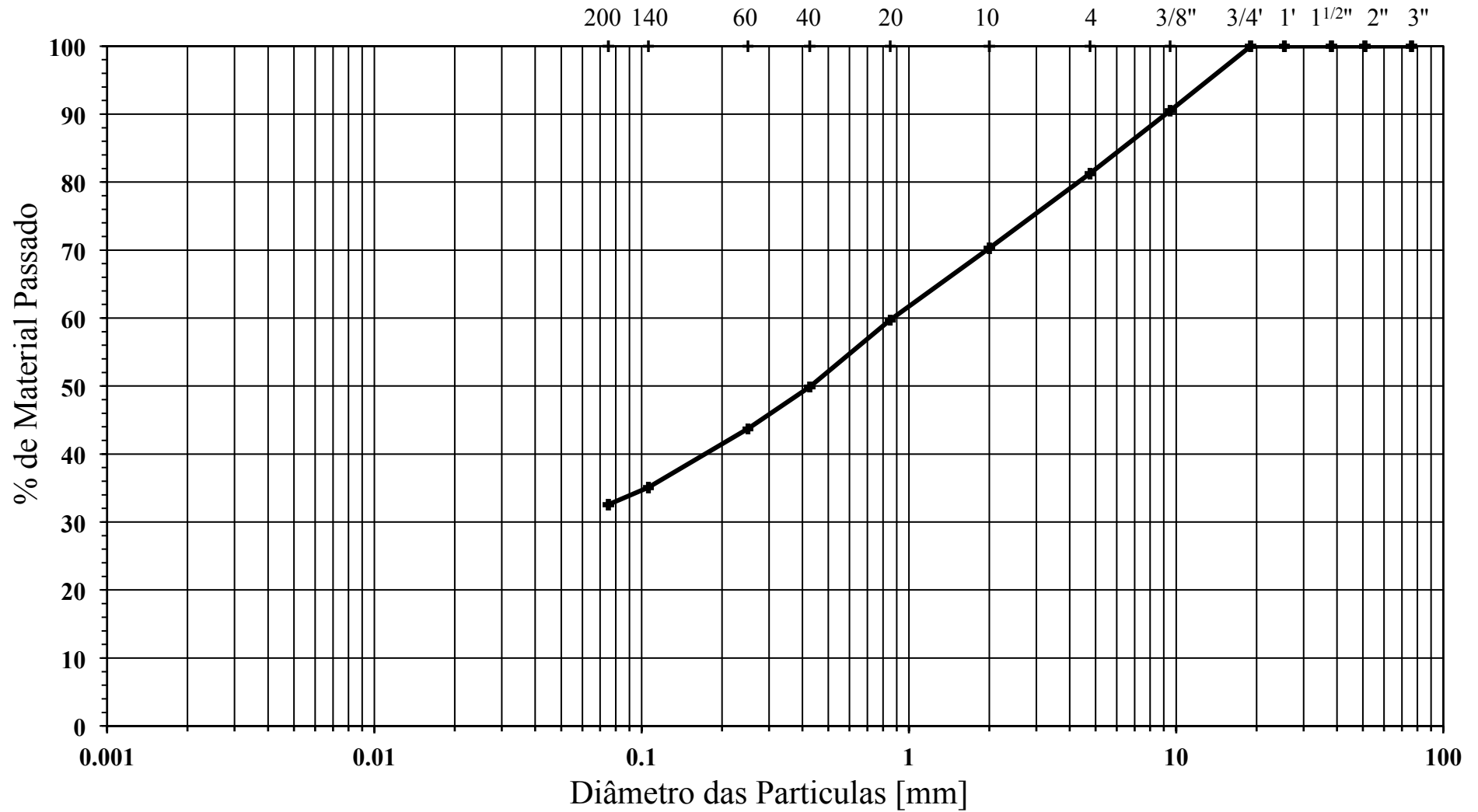
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S11



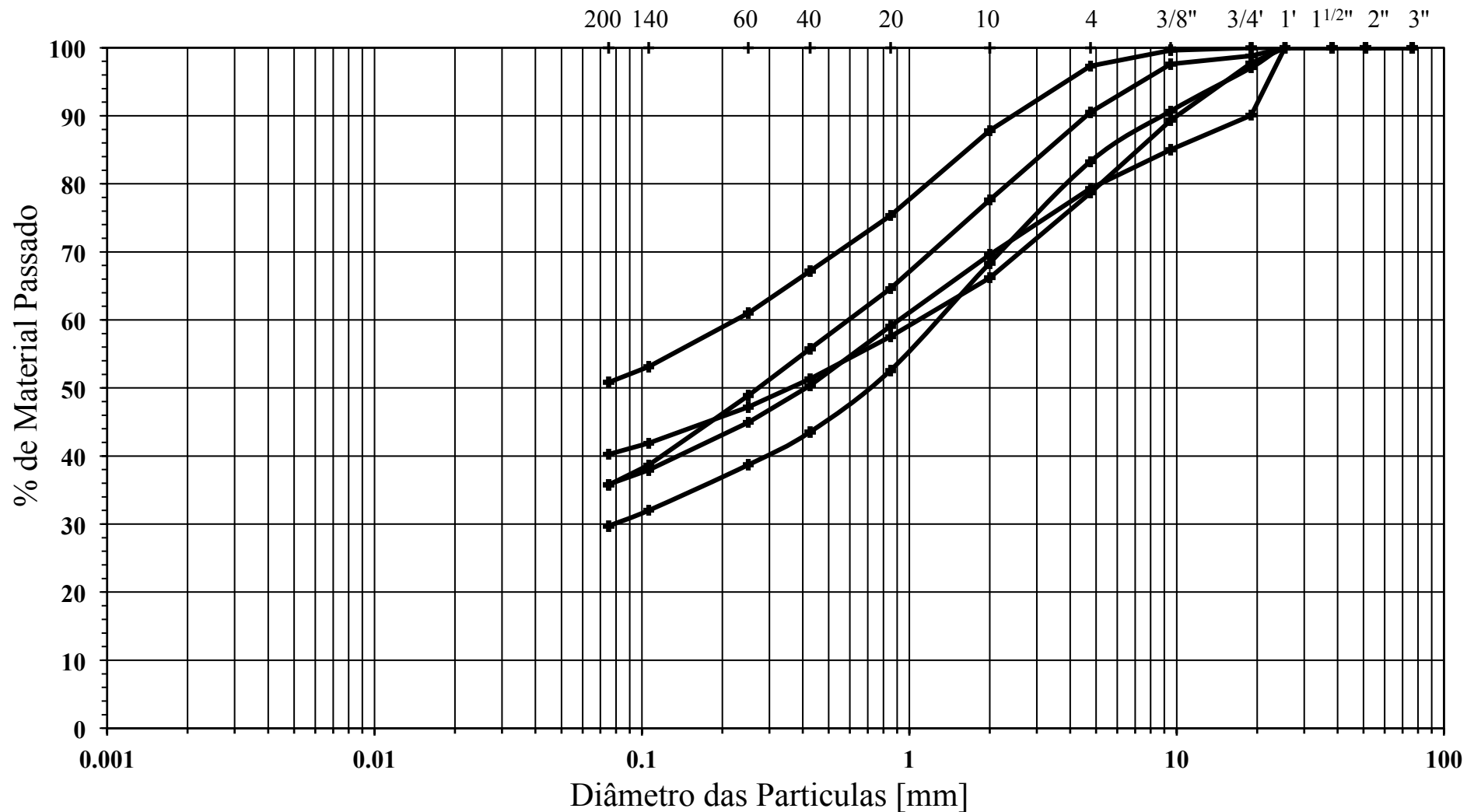
Siltes			Areia			Seixo			
Argila	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S12



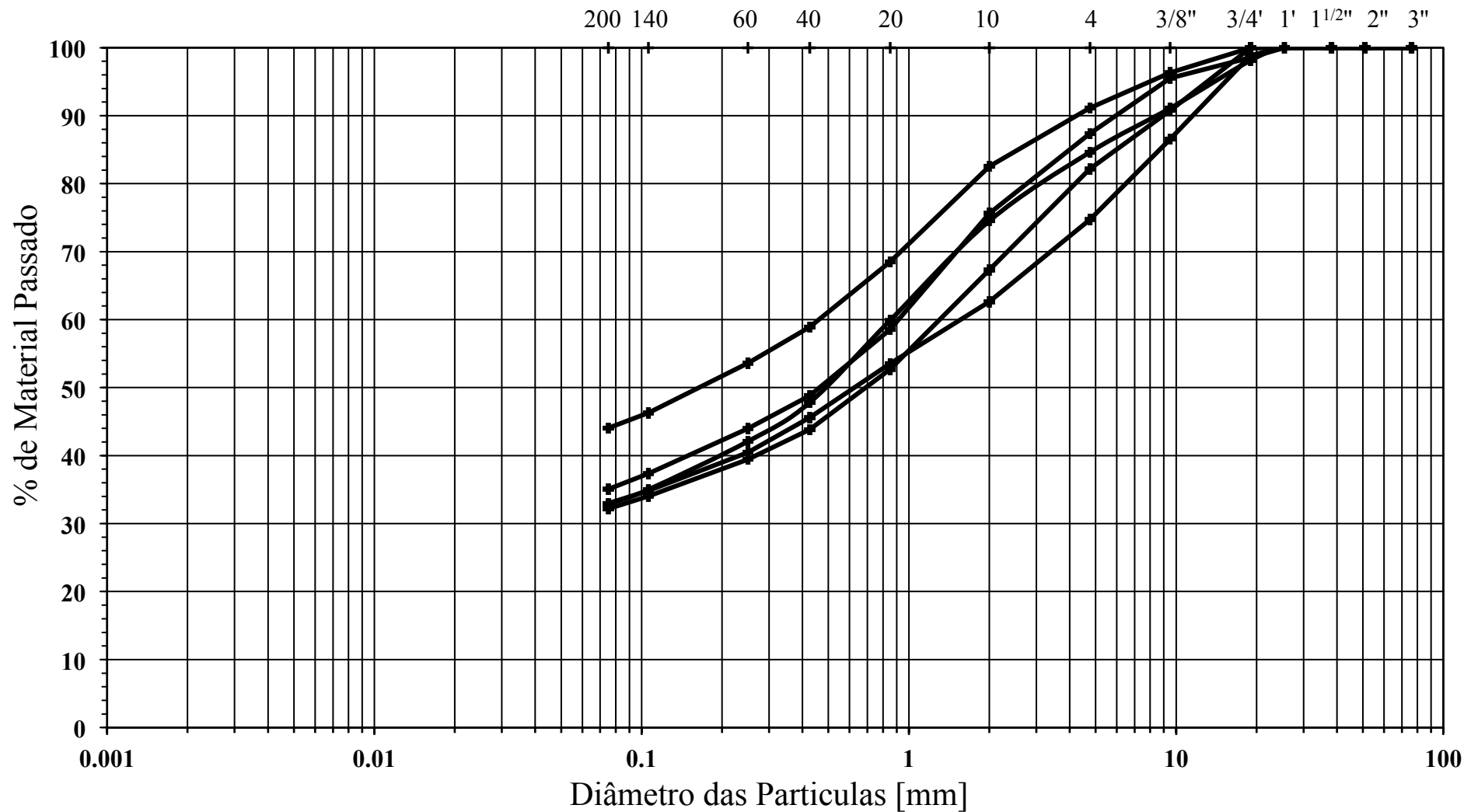
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S13



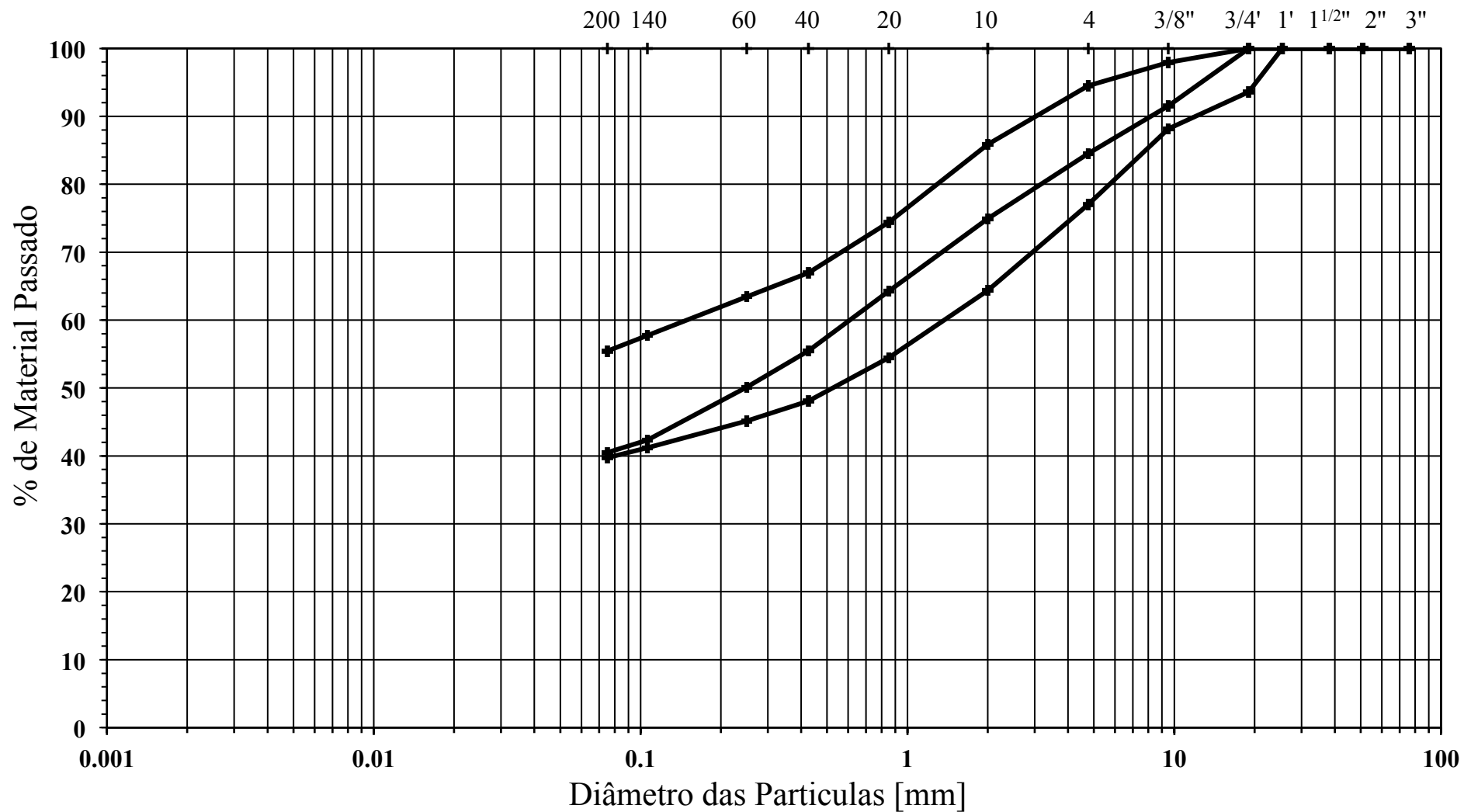
Argila	Siltes			Areia			Seixo		
	Fino	Médio	Grosso	Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S14



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

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - S15



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

**ANEXOS III - Resultados dos ensaios Standard
Penetration Test, SPT**



Equipamento: Tecoinsa TP-05.10D
 Perfuração: à percussão DPSH
 Inclinação: vertical
 Diâmetro: 51mm

Sondagem nº: 7

Obra:
 Faurecia - Sistemas de Escape Portugal
 Estrada do Aeroporto Santa Maria,
 5301-902 Bragança

Cota da boca: 641,97 m
 Nivel de água: n.d.
 Fim do ensaio: 7,50 m

Data de Início:
 Data de Fim:
 Sondador:

Profundidade [m]	Simbologia	Estratigrafia	Descrição Litológica	Ensaio SPT		0 10 20 30 40 50 60	Nível Freático	Amostrador
				1ª fase (15 cm)	2ª fase (30 cm)			
0			Areia argilosa siltosa					
1			Seixo = 30%					
2			Areia = 45%	21	40			P7.1
3			Silte + Argila = 25%					
4				22	58			P7.2
5								
6				23	43			P7.3
7								
8				24	58			P7.4
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
			FIM DA SONDAGEM	44	74 (24cm)			P7.5

RELATÓRIO TÉCNICO

Estudo Geotécnico

Estudo Geotécnico (Caracterização Laboratorial) – Fase 2

ENTIDADE: FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda

OBRA: Bragança

LOCAL: Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança

Bragança, 11 de Maio de 2015

Índice

1	Introdução.....	3
2	Trabalhos realizados - Fase 2.....	4
3	Resultados dos ensaios.....	6
3.1	Ensaio de identificação e caracterização dos solos.....	6
3.2	Ensaio de caracterização mecânica e de compressibilidade dos solos.....	7
4	Conclusões.....	10

RELATÓRIO TÉCNICO

1 Introdução

Requerido pela FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda., realizou-se uma campanha de prospeção geotécnica, com finalidade de caracterizar e identificar o maciço afecto à construção de uma unidade industrial adjacente à existente na Estrada do Aeroporto, Freguesia de Sta Maria, Bragança.

Os trabalhos desenvolvidos foram efetuados e acompanhados por um corpo técnico especializado, recorrendo a equipamentos devidamente calibrados/verificados em conformidade com as normas em vigor.



Figura 1 – Vista aérea do local da obra (imagens do Goolge Earth).

2 Trabalhos realizados - Fase 2

O estudo de prospeção teve início no dia 28 de abril de 2015 e consistiu na execução de 4 poços de prospeção para recolha de amostras de solos e posterior identificação e caracterização em laboratório.

O plano de trabalhos de prospeção foi definido pela Equipe Projetista e pelo laboratório de geotecnia do Instituto Politécnico de Bragança. Com este plano de trabalho pretende-se identificar e conhecer o comportamento mecânico e de deformabilidade do solo onde se realizará a nova obra e um novo parque de estacionamento contíguo.

Os locais dos poços de prospeção encontram-se representados no Desenho nº1 do Anexo I e na Figura 2.

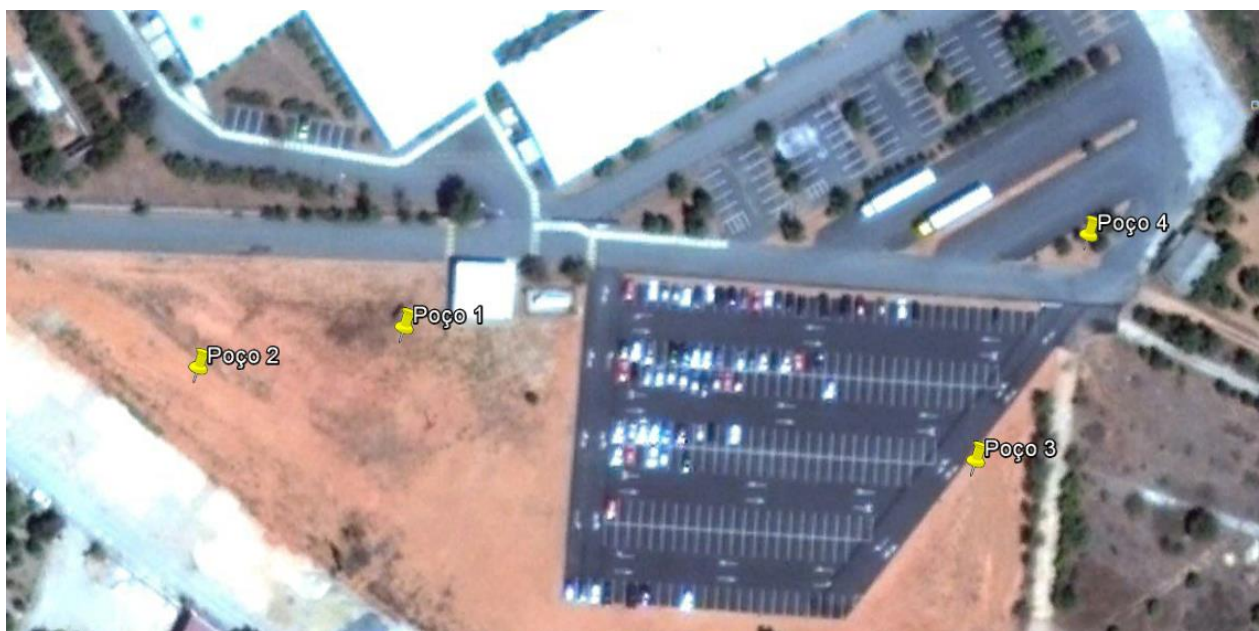


Figura 2 – Localização dos poços de prospeção.

Os poços de prospeção (ver Figura 3) permitiram; a inspeção visual do terreno até uma profundidade entre 1 a 2 metros; facilitar a colheita de amostras remexidas e amostras indeformadas em quantidade apreciável para caracterizar o solo; e identificar a posição do nível freático.

Foram realizados 4 poços de prospeção, ver posição dos poços no Desenho nº1 do Anexo I. No Quadro 1 estão apresentados os ensaios de identificação e caracterização realizados em amostras de solos recolhidas nos diferentes poços.

A localização e profundidade dos poços foi definido para permitir caracterizar e identificar os solos na melhor forma possível. Assim o poço 1 e 2 estão localizados na nova zona afeta ao parque de estacionamento e o poço 3 e 4 afeto à zona da nova unidade industrial.

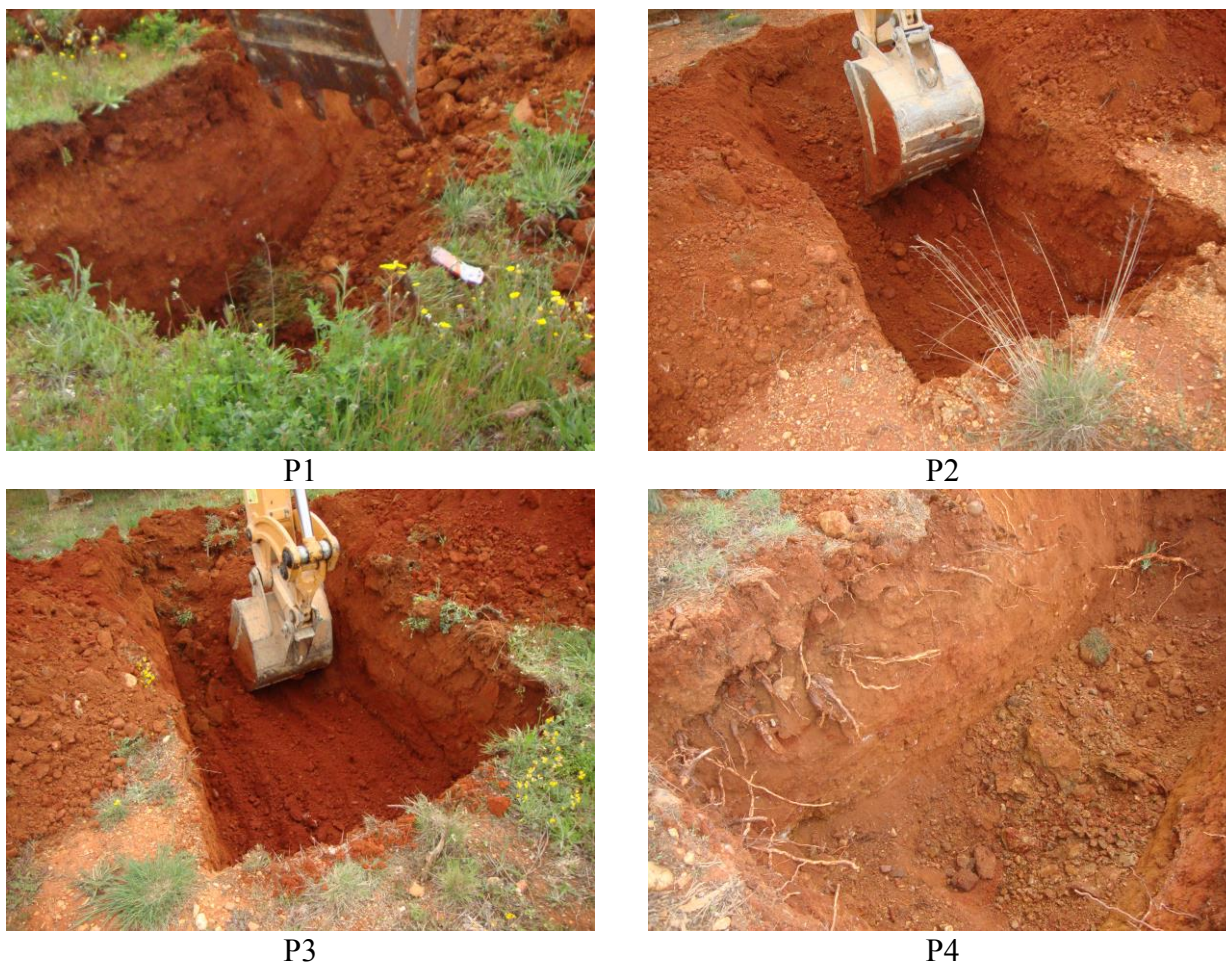


Figura 3 – Poços de prospeção no local

Quadro 1 – Ensaio de identificação e caracterização.

Nº de Unidades	Ensaio realizado em Laboratório
4	Análise granulométrica de solo LNEC E 239
4	Análise granulométrica de solo LNEC E 196
4	Compactação LNEC E 197
4	Consolidação (edométrica)
4	Corte direto ASTM D3080
4	Expansibilidade LNEC E 200
4	Índice californiano-CBR (conjunto de 3 provetes) LNEC E 198
4	Limites de Atterberg NP 143
4	Densidade das partículas NP 83
4	Teor em água NP 84
4	Valor do pH

3 Resultados dos ensaios

3.1 Ensaios de identificação e caracterização dos solos

Os resultados dos ensaios de identificação e caracterização dos solos encontram-se no Anexo II. Para facilitar a leitura, no Quadro 2 e 3, encontra-se resumidamente os principais parâmetros dos ensaios realizados: composição granulométrica dos solos; limites de consistência; teor em água natural; valor do pH; densidade das partículas; e baridade seca máxima e teor em água ótimo do ensaio Proctor.

Quadro 2 – Principais parâmetros de identificação e caracterização dos solos do poço P1 a P4.

Solos	Composição Granulométrica					Classificação do Solo					Profun. Nivel Freático (m)	Valor do pH	
	% Seixo	% Areia	% Silte	% Argila	D _{máx} (mm)	D ₆₀ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₁₀ (mm)	ASTM D 2487-85			
P1	26.6	22.4	21.0	30.0	50.8	0.400	0.055	0.002	s.d.	CL	Argila magra com cascalho	N.I.	5.5
P2	34.8	30.2	15.0	20.0	38.1	1.500	0.650	0.026	s.d.	SM	Areia siltosa com cascalho	N.I.	5.1
P3	33.5	29.2	12.3	25.0	38.1	1.000	0.300	0.011	s.d.	SM	Areia siltosa com cascalho	N.I.	5.0
P4	55.6	19.4	6.0	19.0	38.1	4.000	2.500	0.500	s.d.	SM	Areia siltosa com cascalho	N.I.	4.8

Quadro 2 – Principais parâmetros de identificação e caracterização dos solos do poço P1 a P4 (continuação).

Solos	w _{natural} (%)	Limites de Consistência		Índice de Plasticidade	Índice de Consistência		Atividade das Argilas		Fração argilosa (tipo)	Densidade das Partículas	Proctor	
		w _L (%)	w _P (%)	(%)	I _c		A _t			G	γ _{dmáx} (kN/m ³)	w _{opt} (%)
P1	14.7	39.5	23.2	16.3	1.5	Dura	0.54	Pouco ativa	Caulinites	2.68	19.0	12.5
P2	14.2	45.4	30.0	15.4	2.0	Dura	0.77	Pouco ativa	Caulinites	2.67	19.1	12.0
P3	12.8	36.5	26.6	9.9	2.4	Dura	0.40	Pouco ativa	Caulinites	2.60	19.6	11.0
P4	10.6	54.2	41.9	12.3	3.5	Dura	0.65	Pouco ativa	Caulinites	2.59	19.4	11.0

D_i - Diâmetro correspondente a i% de passados

pH - Processo electrometrico

w_{natural} (%) - Teor em água natural

w_L (%) - Limite de liquidez

w_P (%) - Limites de plasticidade

γ_{dmáx} - peso específico seco máximo

w_{opt} - teor em água ótimo

O solo colhido nos poços P1 a P3, são solos com percentagem de silte e argila entre 25% e 50%. Em todos os solos foi possível determinar os limites de consistência. Os solos são classificados (classificação unificada) como argila magra com cascalho (CL) no poço 1 e areia siltosa com cascalho (SM) no poço 2, 3 e 4. O teor em água nestes solos é o parâmetro físico fundamental, devido ao comportamento argiloso. Da determinação do índice de consistência é possível observar que os solos apresentam uma consistência dura. O índice de plasticidade dos solos ronda os 10% e 16%, valor máximo e mínimo, respetivamente.

Foram também realizados ensaios de expansibilidade segundo a norma LNEC E 200/1967 para quatro amostras de solo, correspondentes a cada poço de prospeção P1 a P4. De acordo com a

especificação, é considerado solo expansivo aquele que exibe índice de expansibilidade superior a 8%. O índice de expansibilidade para o solo P1 é de 10%, para o solo P2 de 12% para o solo P3 de 11% e para o solo P4 de 16%.

3.2 Ensaios de caracterização mecânica e de compressibilidade dos solos

Os resultados dos ensaios de caracterização mecânica e de compressibilidade dos solos encontram-se no Anexo III. Para facilitar a leitura, no Quadro 4, 5 e 6, encontra-se resumidamente os principais parâmetros dos ensaios realizados: corte direto; ensaio californiano de capacidade de carga CBR; ensaio de consolidação edométrico.

Foram realizados os ensaios de corte direto segundo a norma ASTM D3080 nos 4 pontos de reconhecimento geotécnico, P1 a P4. Dos resultados obtidos é possível observar que o ângulo de atrito do solo varia entre 26.2° e 38.4°. O menor ângulo de atrito foi obtido no solo do poço P1 e P2 que são também os solos com maior índice de plasticidade, 16,3% e 15,4%.

No poço P3 e P4 o ângulo de atrito do solo é de 31.9° e 38.4°, respetivamente. O valor máximo obtido no ensaio de corte direto está de acordo com o valor estimado no primeiro relatório em função dos resultados do ensaio SPT.

No ensaio de corte direto as amostras de solo foram reconstituídas em laboratório para as condições de compactação in situ e foram retiradas as partículas com dimensão superior a 2mm (partículas com dimensão de seixo). Assim o valor obtido do ângulo de atrito no ensaio de corte direto será menor do que o obtido para a amostra de solo in situ, estando assim no lado da segurança.

A coesão, que no primeiro relatório foi estimado como zero, é de 14kPa (valor médio) para o solo do poço P1, P2 e P3. Para o solo do poço P4 (solo mais arenoso) é praticamente zero.

O ensaio californiano de capacidade de carga CBR com embebição foi efetuado segundo os procedimentos da especificação E 198 (LNEC, 1967), para as 4 zonas de reconhecimento geotécnico, sobre provetes compactados para o teor em água ótimo e posteriormente sujeitos a embebição.

Os resultados estão apresentados no Quadro 5. Para o poço P2, P3 e P4, o valor de cálculo do CBR a 95% do grau de compactação é 8%, 20% e 26%, respetivamente. Segundo o manual de concepção de pavimentos a classe de terreno é S2 para o P2 e o solo pode ser reutilizado como material de aterro (corpo), provavelmente pode ser usado como material de leito de pavimento e não pode ser usado para a sub-base do pavimento. Para o solo do Poço P3 e P4 o terreno tem classe S4, segundo o manual de concepção de pavimentos, pode ser usado como material de aterro (corpo) e material do leito de pavimento, provavelmente pode ser usado como material da sub-base do pavimento.

Quadro 4 – Resumo dos resultados dos ensaios de corte direto ASTM D3080.

			Tensão vertical de confinamento			ϕ' (graus)	c' (kPa)
			21 kPa	41 kPa	80kPa		
P1	Residual	$\sigma'_v \tau$ (kPa)	21.00 21.36	41.00 37.17	80.00 51.59	26.2	13.48
		$[\tau/\sigma'_v]$	[1.02]	[0.91]	[0.64]		
P2	Residual	$\sigma'_v \tau$ (kPa)	21.00 19.42	41.00 42.16	80.00 51.04	26.2	14.3
		$[\tau/\sigma'_v]$	[0.93]	[1.04]	[0.64]		
P3	Residual	$\sigma'_v \tau$ (kPa)	21.00 28.30	41.00 40.50	80.00 64.90	31.9	15.3
		$[\tau/\sigma'_v]$	[1.35]	[0.99]	[0.81]		
P4	Residual	$\sigma'_v \tau$ (kPa)	21.00 15.26	41.00 34.95	80.00 62.69	38.38	0.32
		$[\tau/\sigma'_v]$	[0.73]	[0.85]	[0.78]		

O ensaio edométrico (ensaio uniaxial de consolidação) foi realizado segundo os procedimentos da norma ASTM D 2435-96. Foram realizados ensaios edométricos nas 4 zonas de reconhecimento geotécnico, P1 a P4.

Os resultados obtidos no ensaio edométrico permite observar que coeficiente de consolidação, C_v , são elevados para o solo do poço P3 e P4 (maior no P3), o que permite concluir que os assentamentos por consolidação se processão de forma rápida.

Os resultados apresentados indicam que o solo analisado nos poços P2, P3 e P4 não apresenta problemas elevados de consolidação visto tratar-se de uma areia siltosa com cascalho, SM. No poço P1, sendo uma argila com cascalho CL, os valores do coeficiente de consolidação são os mais baixos, o que indica que nesta zona os assentamento por consolidação se processão de forma mais lenta.

No quadro 6 está também apresentado o índice de compressibilidade C_c e de recompressibilidade, C_r . Com os resultados obtidos e apresentados no Quadro 6 e Anexo III, é possível determinar os assentamentos por consolidação para qualquer tensão induzida ao terreno.

Assim como no corte direto, no ensaio edométrico as amostras de solo foram reconstituídas em laboratório para as condições de compactação in situ e foram retiradas as partículas com dimensão superior a 2mm (partículas com dimensão de seixo), visto que a norma de ensaio (ASTM D 2435-

96) não permitir que as partículas do solo sejam maiores que 1/10 da altura da célula de consolidação uniaxial.

Quadro 5 – Resumo dos resultados do ensaio californiano de capacidade de carga - CBR.

Amostra de Solo	Nº de pancadas por camada	55	25	12	Classe de terrenos segundo MACOPAV	
P1	Penetração a 2.5 mm	159	147	135	S2	
	Penetração a 5.0 mm	245	208	171	Reutilização	
	Teor de humidade (%)	13.9	14.5	15.3	Aterro (corpo)	Sim
	g _s - Baridade seca (g/m ³)	1.916	1.869	1.853		
	e - expansão específica (%)	1.14	1.22	3.41	Leito de pavimento	Não
	CBR _Z (%)	12	11	10		
	Grau de compactação (%)	99%	96%	95%	Sub-base do pavimento	Não
	C.B.R.de calculo (95%)	9				
P2	Penetração a 2.5 mm	184	147	110	S2	
	Penetração a 5.0 mm	245	208	159	Reutilização	
	Teor de humidade (%)	13.2	14.1	14.5	Aterro (corpo)	Sim
	g _s - Baridade seca (g/m ³)	1.915	1.901	1.861		
	e - expansão específica (%)	1.05	1.48	1.57	Leito de pavimento	Provavelmente
	CBR _Z (%)	13.6	10.8	8		
	Grau de compactação (%)	98%	97%	95%	Sub-base do pavimento	Não
	C.B.R.de calculo (95%)	8				
P3	Penetração a 2.5 mm	427	366	159	S4	
	Penetração a 5.0 mm	633	525	233	Reutilização	
	Teor de humidade (%)	12.2	12.5	14.7	Aterro (corpo)	Sim
	g _s - Baridade seca (g/m ³)	1.998	1.960	1.837		
	e - expansão específica (%)	1.31	2.45	4.19	Leito de pavimento	Sim
	CBR _Z (%)	32	27	12		
	Grau de compactação (%)	100%	98%	92%	Sub-base do pavimento	Provavelmente
	C.B.R.de calculo (95%)	20				
P4	Penetração a 2.5 mm	706	489	184	S4	
	Penetração a 5.0 mm	1055	657	220	Reutilização	
	Teor de humidade (%)	11.6	13.1	15.2	Aterro (corpo)	Sim
	g _s - Baridade seca (g/m ³)	1.968	1.898	1.754		
	e - expansão específica (%)	4.19	3.93	5.76	Leito de pavimento	Sim
	CBR _Z (%)	52	36	14		
	Grau de compactação (%)	99%	96%	89%	Sub-base do pavimento	Provavelmente
	C.B.R.de calculo (95%)	26				

MACOPAV - Manual de concepção de pavimentos

Quadro 6 – Resumo dos resultados dos ensaios de consolidação edométrico.

Amostra de Solo	Carga Aplicada (kPa)	Coeficiente de consolidação C_v (m ² /min)		Índice de recompressibilidade (Cr)	Índice de compressibilidade (Cc)
		Taylor	Casagrande		
P1	10.8	2.62E-06	2.74E-06	0.01	0.22
	20.6	3.07E-06	2.72E-06		
	40.4	2.82E-06	2.97E-06		
	79.8	3.87E-06	1.79E-06		
	158.8	4.10E-06	3.34E-06		
	316.6	3.99E-06	3.69E-06		
P2	12.4	6.43E-06	6.37E-06	0.01	0.17
	22.2	6.09E-06	4.02E-06		
	41.7	8.51E-06	1.10E-05		
	80.7	1.60E-05	1.15E-05		
	158.7	1.41E-05	1.26E-05		
	314.8	1.45E-05	1.40E-05		
P3	22.2	3.39E-04		0.02	0.33
	41.7	2.36E-04	2.63E-05		
	80.7	4.99E-04	2.94E-05		
	158.7	2.29E-04	1.09E-04		
P4	27.7	3.49E-05	1.47E-05	0.01	0.13
	52.6	1.82E-05	6.96E-06		
	102.6	1.79E-05	2.70E-05		
	202.5	2.94E-05	2.84E-05		
	402.3	3.06E-05	3.10E-05		

4 Conclusões

O presente relatório teve como objetivo determinar algumas características físicas de identificação, caracterização mecânica e deformabilidade dos solos do maciço afeto à construção de novos armazéns e parque de estacionamento na FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda. em Bragança situado na Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança.

Este relatório é uma continuação de um primeiro relatório, correspondente à 1 fase do trabalho de prospeção, onde permite identificar e caracterizar fisicamente os maciços do local da obra, permite também caracterizar o seu comportamento mecânico e de deformabilidade empiricamente em função dos resultados do ensaio SPT, N_{60} .

Neste trabalho foram realizados 4 poços para a colheita de amostras de solo remexido e solo indeformado. O poço 1 e 2 estão localizados na zona afeta ao novo parque de estacionamento e os poços 3 e 4 nas imediações da nova unidade industrial.

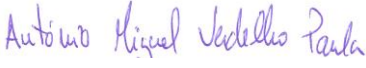

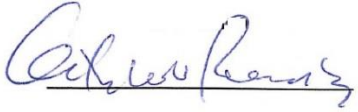
Foi possível identificar um maciço predominante arenoso siltoso com cascalho (poços P2, P3 e P4) e argilas margas com cascalho (poço P1). No quadro seguinte apresenta-se um resumo dos principais parâmetros de dimensionamento estimados na 1ª fase e agora determinados em laboratório na 2ª fase.

Quadro 7 – Resumo dos principais parâmetros do solo P1, P2, P3 e P4.

Correlações empíricas NSPT 1ª fase	Ensaio laboratoriais 2ª fase																	
<p><u>Peso Volumico do solo</u> γ (kN/m³) = 19.6</p> <p><u>Parâmetros em tensões efetivas (Critério de Mohr-Coulomb)</u> ϕ' (°) = 38.0 C' (kPa) = 0</p> <p><u>Parâmetros em tensões totais (Critério de Tresca)</u> $C_u^\#$ (kPa) = 239.2 $q_u^\#$ (kPa) = 478.4</p> <p><u>Módulo de deformabilidade do solo</u> Es (MPa) = 150</p>	<p><u>Parâmetros em tensões efetivas (Critério de Mohr-Coulomb)</u> ϕ' (°) = 26.2° para P1 e P2; 35.0° para P3 e P4 C' (kPa) = 14 kPa para P1, P2 e P3; 0 kPa para P4</p> <p><u>Parâmetros em tensões totais (Critério de Tresca)</u> $C_u^\#$ (kPa) = não foi obtido em laboratório, recomenda-se o $q_u^\#$ (kPa) = valor obtido na 1ª fase ou inferior</p> <p><u>Módulo de deformabilidade do solo</u> Es (MPa) = não é possível obter em laboratório, recomenda-se o valor obtido na 1ª fase ou menor (100 Mpa) na zona P3 e P4. Na zona do Poço P1 e P2 recomenda-se um valor ainda menor (50MPa a 80 MPa)</p> <p><u>Ensaio californiano de capacidade de carga - CBR</u> C.B.R. de cálculo (95%) = 9 - para P1 C.B.R. de cálculo (95%) = 8 - para P2 C.B.R. de cálculo (95%) = 20 - para P3 C.B.R. de cálculo (95%) = 26 - para P4</p> <p><u>Ensaio de consolidação edométrico</u> Índice de recompressibilidade (C_r), média = 0.013 Índice de compressibilidade (C_c), média = 0.213 Coeficiente de consolidação, valor médio, C_v (m²/min)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Solo Poço</th> <th colspan="2">Coeficiente de consolidação C_v</th> </tr> <tr> <th>Taylor</th> <th>Casagrande</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1</td> <td>3.413E-06</td> <td>2.874E-06</td> </tr> <tr> <td>P2</td> <td>1.094E-05</td> <td>9.914E-06</td> </tr> <tr> <td>P3</td> <td>3.257E-04</td> <td>5.504E-05</td> </tr> <tr> <td>P4</td> <td>2.621E-05</td> <td>2.164E-05</td> </tr> </tbody> </table>	Solo Poço	Coeficiente de consolidação C_v		Taylor	Casagrande	P1	3.413E-06	2.874E-06	P2	1.094E-05	9.914E-06	P3	3.257E-04	5.504E-05	P4	2.621E-05	2.164E-05
Solo Poço	Coeficiente de consolidação C_v																	
	Taylor	Casagrande																
P1	3.413E-06	2.874E-06																
P2	1.094E-05	9.914E-06																
P3	3.257E-04	5.504E-05																
P4	2.621E-05	2.164E-05																

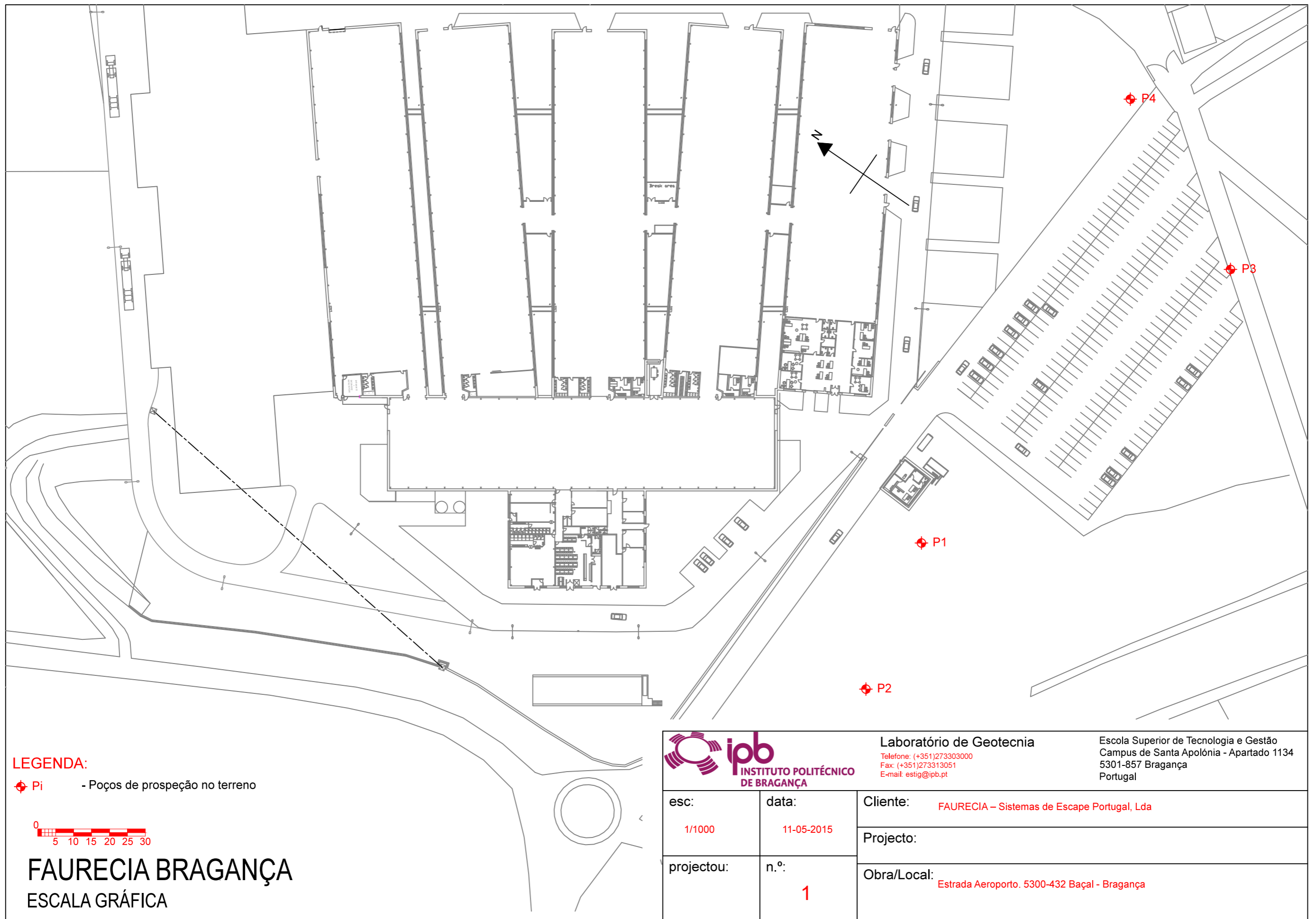
Denote-se que os tipos de soluções a adotar, serão condicionados entre outros aspetos, pelo plano de cargas das fundações, assentamentos máximos admissíveis, profundidades estimadas para alcance dos níveis propostos para horizonte de fundações, posicionamento do nível freático, possível interseção de 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.

		
António Miguel V. Paula (Responsável)	Hermínia Morais (Técnica Superior)	Octávio Pereira (Técnico)

ANEXOS

ANEXOS I – Localização dos poços



LEGENDA:

⊕ Pi - Poços de prospeção no terreno



FAURECIA BRAGANÇA
ESCALA GRÁFICA



Laboratório de Geotecnia

Telefone: (+351)273303000
Fax: (+351)273313051
E-mail: estig@pb.pt

Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Campus de Santa Apolónia - Apartado 1134
5301-857 Bragança
Portugal

esc: 1/1000	data: 11-05-2015	Cliente: FAURECIA – Sistemas de Escape Portugal, Lda
projectou:	n.º: 1	Projecto:
		Obra/Local: Estrada Aeroporto. 5300-432 Baçal - Bragança

ANEXOS II – Ensaios de Identificação

Teor de Humidade

Amostra N°

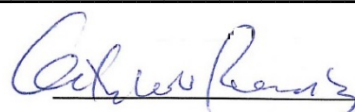
	N° Amostra	P1	P2	P3	P4
	Número de recipiente	20	19	15	11
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	162.57	171.83	168.79	159.75
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	884.70	923.70	949.40	995.60
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	792.30	830.20	861.00	915.80
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	92.40	93.50	88.40	79.80
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	629.73	658.37	692.21	756.05
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1%)	14.7	14.2	12.8	10.6

Observações:

Amostras colhidas dia 28/04/2015 na fábrica Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico



**ipb****INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**
Escola Superior de Tecnologia e Gestão**ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA**

DATA 2015/05/12	ESPECIFICAÇÃO E 239-1970	PROCESSO Nº Faurécia
---------------------------	--------------------------	--------------------------------

Amostra nº **P1**

Massa total da amostra: (g)	mt=	3304.1
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	878.50
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	2425.60

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')				100.00
50.8 - (2')	227.30	6.88	6.88	93.12
38,10 - (1 ¹ / ₂)	107.20	3.24	10.12	89.88
25,4 - (1')	32.50	0.98	11.11	88.89
19 - (3/4)	62.60	1.89	13.00	87.00
9,51 - (3/8)	68.10	2.06	15.06	84.94
4.76 - (n4)	142.30	4.31	19.37	80.63
2 - (n10)	238.50	7.22	26.59	73.41
< 2,00 - (n10)	2425.60			
TOTAL	3304.10			

Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)

Massa da amostra a ensaiar, ma=	70	Nº10=(m'10/mt)x100=	73.41	
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	6.00	6.29	32.88	67.12
40	6.50	6.82	39.70	60.30
60	3.20	3.36	43.05	56.95
140	4.20	4.40	47.46	52.54
200	1.80	1.89	49.35	50.65
< 200	48.30			
TOTAL	70.00			

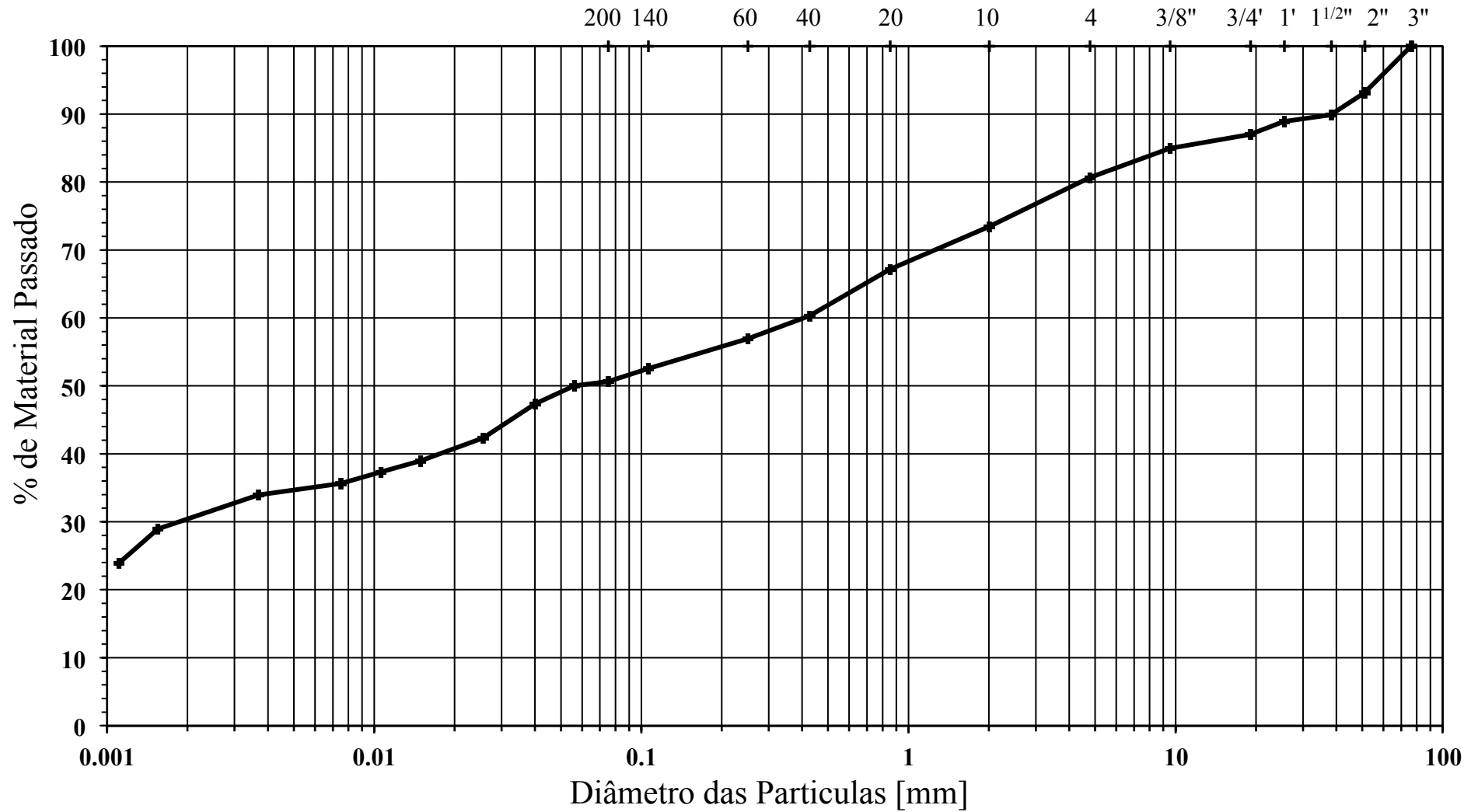
O Técnico

Data 12/05/15

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

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
E 196 - 1966						
Amostra	Massa total da amostra (g)					3304.10
Nº	Massa retida acumulada no nº 10 (g)					878.5
P1	% retida acumulada no nº 10					26.6
	Peneiros	Massa	% retida	% retida	% acumulda	
	aberturas	retida (g)		acumulada	que passa	
	76,2 3"	0.00	0.0	0.0	100.0	
Fracção	50,8 2"	227.30	6.9	6.9	93.1	
retida	38,1 1.1/2"	107.20	3.2	10.1	89.9	
no	25,4 1"	32.50	1.0	11.1	88.9	
peneiro	19,1 3/4"	62.60	1.9	13.0	87.0	
de	12,7 1/2"	32.70	1.0	14.0	86.0	
2,00 (mm)	9,51 3/8"	35.40	1.1	15.1	84.9	
(nº10)	4,76 (nº 4)	142.30	4.3	19.4	80.6	
	2,00 (nº 10)	238.50	7.2	26.6	73.4	
	<2,00 (nº 10)	2425.60	73.4	100.0	0.0	
	Total	3304.10	100.0			
	Massa de solo seco após pré-tratamento (g)					70.00
Fracção	Peneiros	Massa retida	% retida	% retida	% acumulada	% acumulada
passada		(g)		acumulda	que passa	que passa
no	20	6.00	8.6	8.6	91.4	67.1
peneiro	40	6.50	9.3	17.9	82.1	60.3
de	60	3.20	4.6	22.4	77.6	56.9
	140	4.20	6.0	28.4	71.6	71.6
2,00 (mm)	200	1.80	2.6	31.0	69.0	50.7
(nº10)	< 200	48.30	69.0	100.0		
	Total	70.00	100.0			
	Diâmetro das partículas <200			nD%	% das partículas <200	
		D				
		0.0561		69.1		50.7
Se		0.0400		64.5		47.3
di		0.0256		57.7		42.3
men		0.0149		53.1		39.0
ta		0.0106		50.8		37.3
ção		0.0075		48.5		35.6
		0.0037		46.3		34.0
		0.0015		39.4		28.9
		0.0011		32.6		23.9
	O Técnico					
					Data	12/05/15

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - P1



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



Limite de Liquidez

Amostra N°

P1

	Número de pancadas	13	23	32	
	Número de recipiente	12	9	4	
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	13.98	13.49	13.33	
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	30.19	28.80	30.07	
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	25.50	24.45	25.40	
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	4.69	4.35	4.67	---
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	11.52	10.96	12.07	---
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1%)	40.7	39.7	38.7	

Limite de liquidez = (0,1%)

Observações:

Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

LIMITE DE PLASTICIDADE

Amostra N°

P1

	Número de ensaio	1	2	3	4
		Número de recipiente	11	1	
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	13.39	11.06		
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	15.03	12.45		
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	14.72	12.19		
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	0.31	0.26		
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	1.33	1.13		
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1 %)	23.3	23.0		

Limite de plasticidade..... **LP =** 23.2 (0,1%)

Limite de liquidez (S. 3) **LL =** 39.5 (0,1%)

Índice de plasticidade **IP= LL - LP=** 16 (1%)

Observações:

Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

PESO ESPECIFICO (NP 83)

Temperatura do ensaio $T_x =$

$K =$

Referência do picnómetro		Nº	45	31
m_1	Peso do picnómetro vazio (0,01gr)		42.55	42.71
m'_2	Peso do picnómetro cheio de água destilada à temperatura 20.º C (0,01gr)		148.47	146.95
m_3	Peso do picnómetro e da amostra seca (0,01gr)		68.19	67.86
m_5	Peso do picnómetro, da amostra e da água destilada (0,01gr)		164.52	162.72
$m_2 = K(m'_2 - m_1) + m_1$	Peso do picnómetro cheio de água destilada à temperatura T_x (0,01gr)		148.47	146.95
$m_4 = m_3 - m_1$	Peso da amostra (0,01gr)		25.64	25.15
$V_p = m_2 - m_5$	Volume do frasco (0,01cm ³)		105.92	104.24
$V_a = m_5 - m_3$	Volume do frasco menos o volume dos grãos (0,01cm ³)		96.33	94.86
$V_s = V_p - V_a$	Volume dos grãos da amostra (0,01cm ³)		9.59	9.38
$y_s(T_x) = m_4 / V_s$ $G = y_s (y_w = 1)$	Peso específico dos grãos à temp. T_x e Densidade das partículas (0,01cm ³)		2.67	2.68

Faurécia - P1

Peso Especifico - 2,68

O Técnico

Data 12/05/15

RELAÇÕES BARIDADE SECA-TEOR DE HUMIDADE
COMPACTAÇÃO
Norma de Referência: PE 016 (LNEC E 197 - 1966)

Pág.: 10

OBRA: Faurécia

AMOSTRA: P1

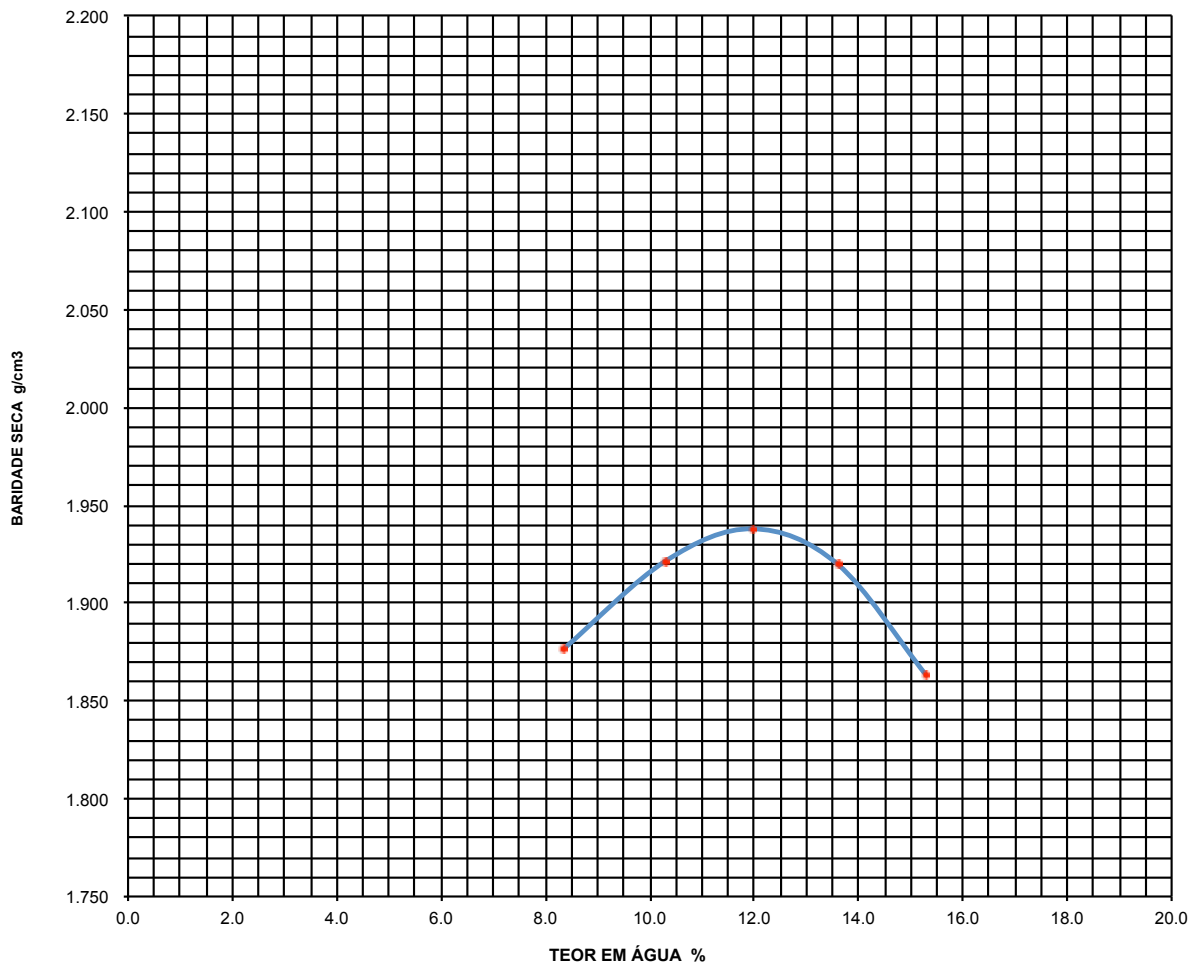
PROVENIÊNCIA: Bragança

DATA COLHEITA: 28/04/15

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: _____

CURVA PROCTOR



Executou: _____
Data: _____

Verificou: _____
Data: _____



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA

DATA 2015/05/12	ESPECIFICAÇÃO E 239-1970	PROCESSO Nº Faurécia
---------------------------	--------------------------	--------------------------------

Amostra nº **P2**

Massa total da amostra: (g)	mt=	2535
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	883.30
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1651.70

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´)				100.00
50.8 - (2´)				100.00
38,10 - (1½)	229.80	9.07	9.07	90.93
25,4 - (1´)	98.50	3.89	12.95	87.05
19 - (¾)	23.80	0.94	13.89	86.11
9,51 - (¾)	88.40	3.49	17.38	82.62
4.76 - (n4)	161.90	6.39	23.76	76.24
2 - (n10)	280.90	11.08	34.84	65.16
< 2,00 - (n10)	1651.70			
TOTAL	2535.00			

Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	80.6	Nº10=(m'10/mt)x100=	65.16	
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida (total) $N_x=(mx/ma) \times N''10$	% Acumulada retida total (N'x)	% total acumulada que passa (N''x=100-N'x)
20	14.60	11.80	46.65	53.35
40	11.80	9.54	56.19	43.81
60	4.50	3.64	59.82	40.18
140	4.60	3.72	63.54	36.46
200	1.70	1.37	64.92	35.08
< 200	43.40			
TOTAL	80.60			

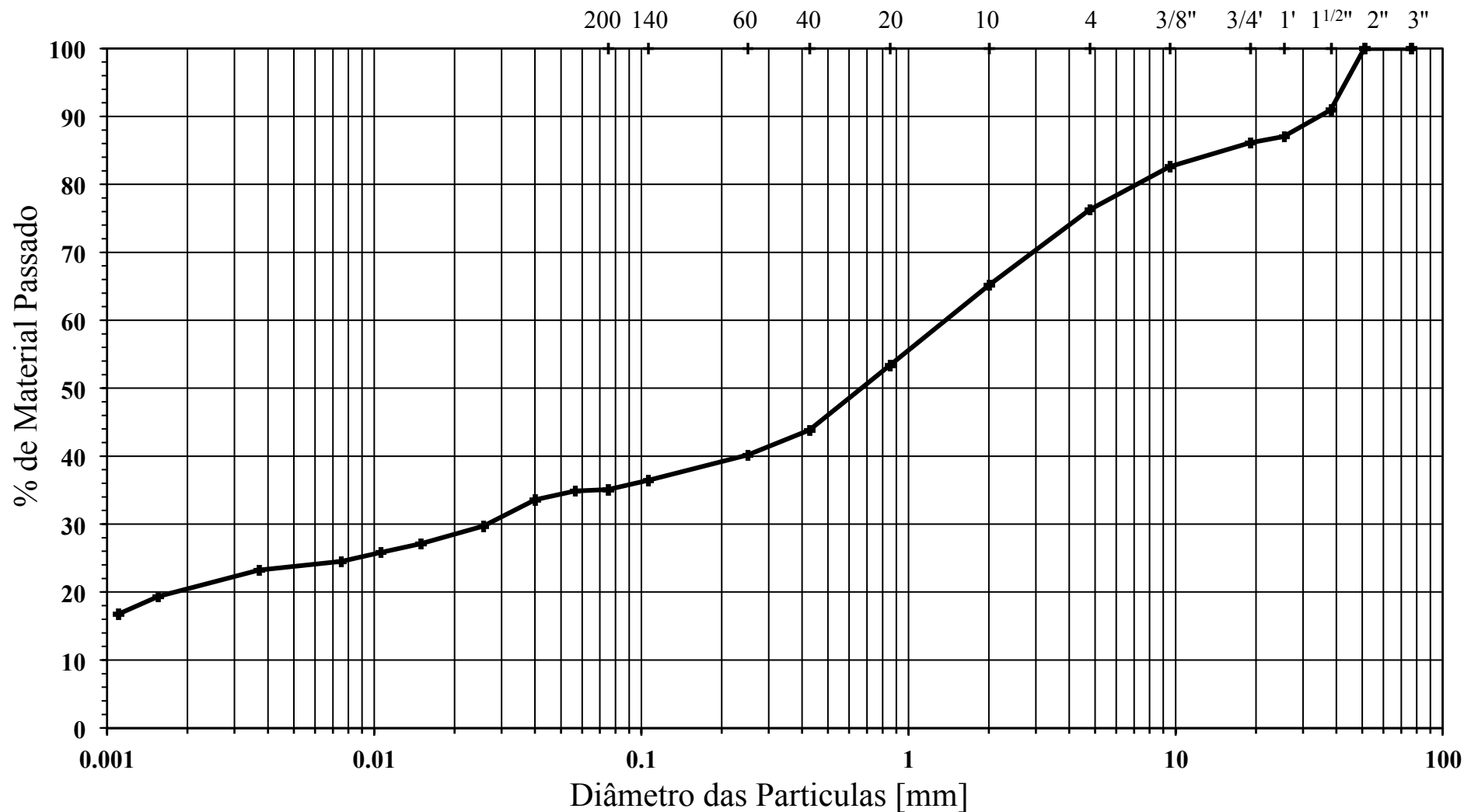
O Técnico

Data 12/05/15

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

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA							
E 196 - 1966							
Amostra	Massa total da amostra (g)					2535.00	
Nº	Massa retida acumulada no nº 10 (g)					883.3	
P2	% retida acumulada no nº 10					34.8	
	Peneiros	Massa	% retida	% retida	% acumulda		
	aberturas	retida (g)		acumulada	que passa		
	76,2 3"	0.00	0.0	0.0	100.0		
Fracção	50,8 2"	0.00	0.0	0.0	100.0		
retida	38,1 1.1/2"	229.80	9.1	9.1	90.9		
no	25,4 1"	98.50	3.9	13.0	87.0		
peneiro	19,1 3/4"	23.80	0.9	13.9	86.1		
de	12,7 1/2"	41.10	1.6	15.5	84.5		
2,00 (mm)	9,51 3/8"	47.30	1.9	17.4	82.6		
(nº10)	4,76 (nº 4)	161.90	6.4	23.8	76.2		
	2,00 (nº 10)	280.90	11.1	34.8	65.2		
	<2,00 (nº 10)	1651.70	65.2	100.0	0.0		
	Total	2535.00	100.0				
	Massa de solo seco após pré-tratamento (g)					80.60	
Fracção	Peneiros	Massa retida	% retida	% retida	% acumulada	% acumulada	
passada		(g)		acumulda	que passa	que passa	
						(total)	
no	20	14.60	18.1	18.1	81.9	53.4	
peneiro	40	11.80	14.6	32.8	67.2	43.8	
de	60	4.50	5.6	38.3	61.7	40.2	
	140	4.60	5.7	44.0	56.0	56.0	
2,00 (mm)	200	1.70	2.1	46.2	53.8	35.1	
(nº10)	< 200	43.40	53.8	100.0			
	Total	80.60	100.0				
	Diâmetro das partículas <200			nD%	% das partículas <200		
		D					
		0.0565		58.1		37.9	
Se		0.0401		56.1		36.6	
di		0.0257		50.2		32.7	
men		0.0149		46.2		30.1	
ta		0.0106		44.2		28.8	
ção		0.0075		42.3		27.5	
		0.0037		40.3		26.2	
		0.0016		34.3		22.4	
		0.0011		30.3		19.8	
	O Técnico						
					Data	12/05/15	

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - P2



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



Limite de Liquidez

Amostra N°

P2

	Número de pancadas	10	24	33	
	Número de recipiente	3	5	10	
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	13.50	13.23	13.31	
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	32.39	33.64	30.97	
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	26.40	27.26	25.52	
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	5.99	6.38	5.45	
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	12.90	14.03	12.21	
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1%)	46.4	45.5	44.6	

Limite de liquidez = **45.4** (0,1%)

Observações:

Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico



LIMITE DE PLASTICIDADE

Amostra N°

P2

	Número de ensaio	1	2	3	4
		Número de recipiente	6	13	
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	13.57	13.64		
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	14.98	15.57		
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	14.65	15.13		
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	0.33	0.44		
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	1.08	1.49		
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1 %)	30.6	29.5		

Limite de plasticidade..... **LP = 30.0** (0,1%)

Limite de liquidez (S. 3) **LL = 45.4** (0,1%)

Índice de plasticidade **IP= LL - LP= 15** (1%)

Observações:

Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

PESO ESPECIFICO (NP 83)

Temperatura do ensaio $T_x =$

$K =$

Referência do picnómetro		Nº	45	31
m_1	Peso do picnómetro vazio (0,01gr)		42.55	42.71
m'_2	Peso do picnómetro cheio de água destilada à temperatura 20.º C (0,01gr)		148.47	146.95
m_3	Peso do picnómetro e da amostra seca (0,01gr)		67.92	68.59
m_5	Peso do picnómetro, da amostra e da água destilada (0,01gr)		164.34	163.12
$m_2 = K(m'_2 - m_1) + m_1$	Peso do picnómetro cheio de água destilada à temperatura T_x (0,01gr)		148.47	146.95
$m_4 = m_3 - m_1$	Peso da amostra (0,01gr)		25.37	25.88
$V_p = m_2 - m_5$	Volume do frasco (0,01cm ³)		105.92	104.24
$V_a = m_5 - m_3$	Volume do frasco menos o volume dos grãos (0,01cm ³)		96.42	94.53
$V_s = V_p - V_a$	Volume dos grãos da amostra (0,01cm ³)		9.50	9.71
$y_s(T_x) = m_4 / V_s$ $G = y_s (y_w = 1)$	Peso específico dos grãos à temp. T_x e Densidade das partículas (0,01cm ³)		2.67	2.67

Faurécia - P1

Peso Especifico - 2,67

O Técnico

Data 12/05/15



	RELAÇÕES BARIDADE SECA-TEOR DE HUMIDADE COMPACTAÇÃO Norma de Referência: PE 016 (LNEC E 197 - 1966)	
--	---	--

OBRA: Faurécia
AMOSTRA: P2
PROVENIÊNCIA: Bragança
DATA COLHEITA: 28/04/15
COMPACTAÇÃO USADA: PESADA
TEOR EM ÁGUA NATURAL:

Número do ensaio		1	2	3	4	5
p1	Peso do molde vazio (g)	4822	4822	4822	4822	4822
p2	Peso molde mais solo húmido (g)	9110	9265	9367	9390	9321
ps=p2-p1	Peso solo húmido (g)	4288	4443	4545	4568	4499
v	Volume do molde (cm ³)	2089	2089	2089	2089	2089
$\gamma_w=ps/v$	Baridade húmida (0,001 g/cm ³)	2.053	2.127	2.176	2.187	2.154

TEORES EM ÁGUA

Número do recipiente		2	2	6	6	15	15	20	20	19	19
pt	Peso do recipiente (0,1g)	147.8	147.8	161.4	161.4	168.8	168.8	162.6	162.6	172.0	172.0
pa-s+t	Peso recipiente e solo húm. (0,1g)	510.0	510.0	703.7	703.7	623.7	623.7	880.0	880.0	620.0	620.0
ps+t	Peso recipiente e solo seco (0,1g)	481.5	481.5	653.0	653.0	576.0	576.0	795.5	795.5	562.4	562.4
pa=pa+s+t-ps+t	Peso da água (0,1g)	28.5	28.5	50.7	50.7	47.7	47.7	84.5	84.5	57.6	57.6
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1g)	333.7	333.7	491.6	491.6	407.2	407.2	632.9	632.9	390.4	390.4
$W=(pa/ps)*100$	Teor em água (0,1 %)	8.5	8.5	10.3	10.3	11.7	11.7	13.4	13.4	14.8	14.8

RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE

W	Teor em água (0,1%)	8.5	10.3	11.7	13.4	14.8
$\gamma_s=\frac{100*\gamma_w}{100+W}$	Baridade seca (0,001 g/cm ³)	1.891	1.928	1.948	1.929	1.877

Baridade seca máxima ($\gamma_{s\max.}$) **1.950** (0,01g/cm³) Teor de humidade óptimo (W_{opt}) **12.0** (0,1%)

Executou: _____ Verificou: _____
Data: _____ Data: _____

RELAÇÕES BARIDADE SECA-TEOR DE HUMIDADE
COMPACTAÇÃO
Norma de Referência: PE 016 (LNEC E 197 - 1966)

Pág.: 10

OBRA: Faurécia

AMOSTRA: P2

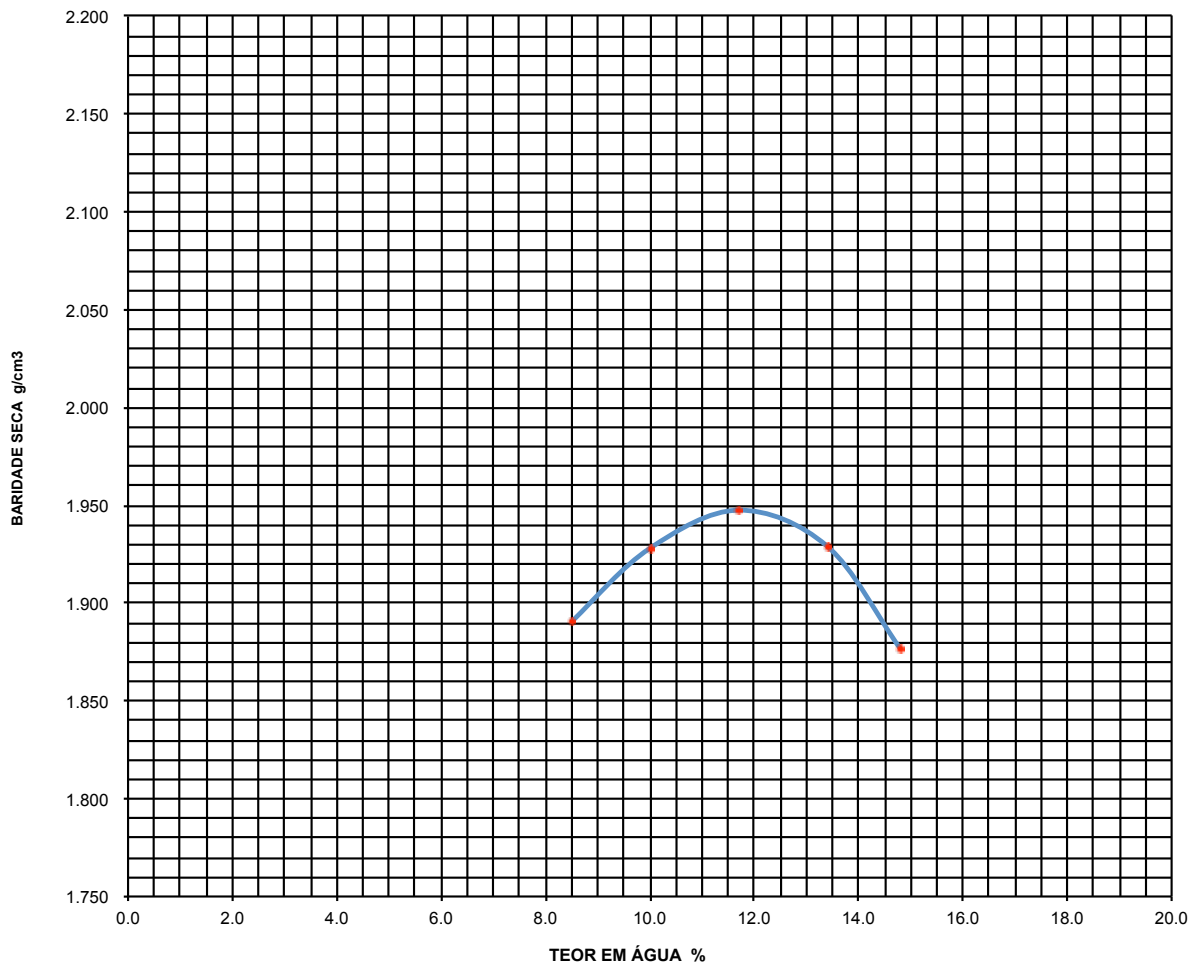
PROVENIÊNCIA: Bragança

DATA COLHEITA: 28/04/15

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: _____

CURVA PROCTOR



Executou: _____
Data: _____

Verificou: _____
Data: _____



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA

DATA 2015/05/12	ESPECIFICAÇÃO E 239-1970	PROCESSO Nº Faurécia
---------------------------	--------------------------	--------------------------------

Amostra nº **P3**

Massa total da amostra: (g)	mt=	2633.1
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	883.20
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1749.90

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´)				100.00
50.8 - (2´)				100.00
38,10 - (1 ¹ / ₂)	233.50	8.87	8.87	91.13
25,4 - (1´)	77.10	2.93	11.80	88.20
19 - (3/4)	62.50	2.37	14.17	85.83
9,51 - (3/8)	181.00	6.87	21.04	78.96
4.76 - (n4)	132.60	5.04	26.08	73.92
2 - (n10)	196.50	7.46	33.54	66.46
< 2,00 - (n10)	1749.90			
TOTAL	2633.10			

Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	70.3	Nº10=(m'10/mt)x100=	66.46	
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	8.80	8.32	41.86	58.14
40	6.30	5.96	47.82	52.18
60	3.60	3.40	51.22	48.78
140	5.80	5.48	56.70	43.30
200	2.20	2.08	58.78	41.22
< 200	43.60			
TOTAL	70.30			

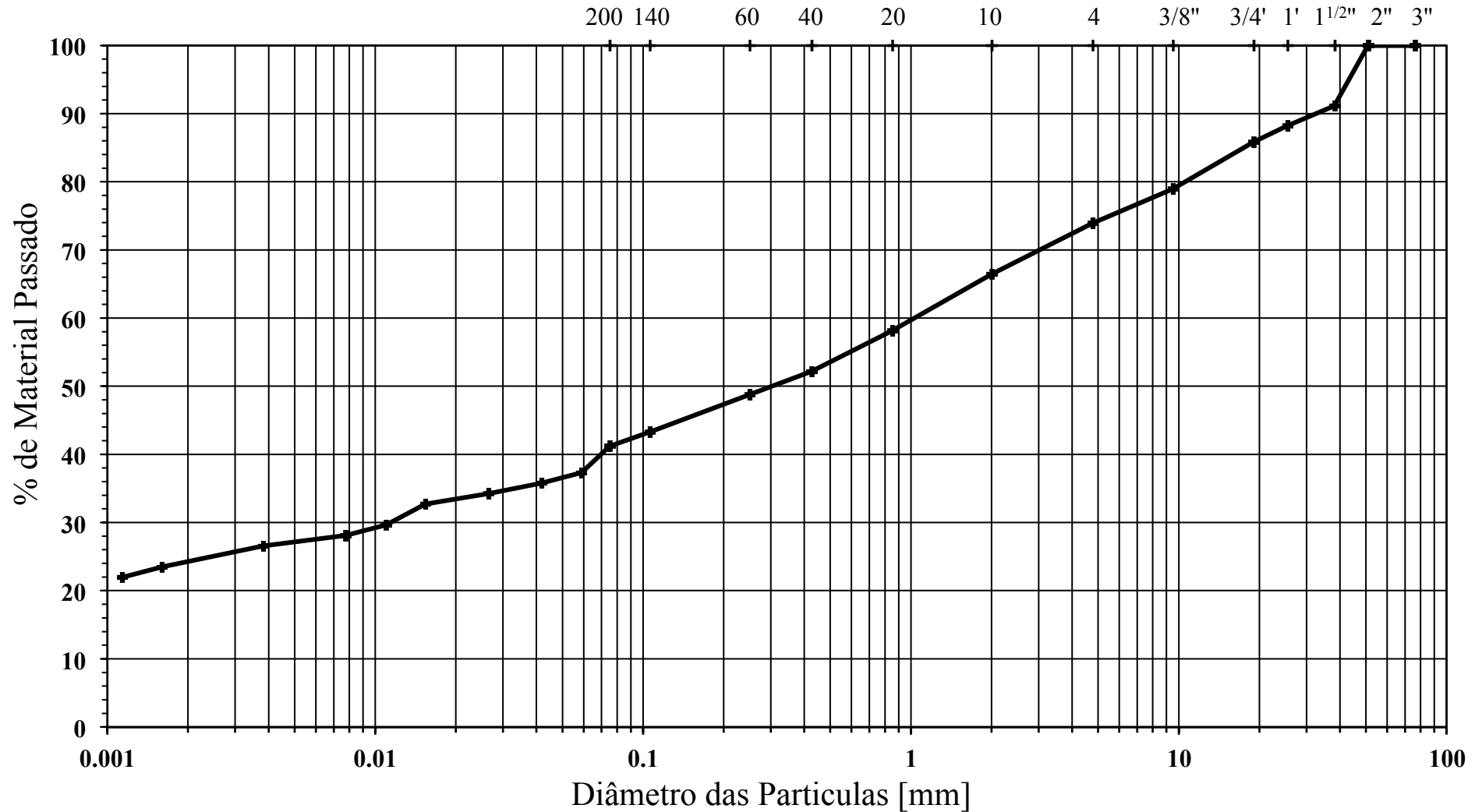
O Técnico

Data 12/05/15

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

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA						
E 196 - 1966						
Amostra	Massa total da amostra (g)					2633.10
Nº	Massa retida acumulada no nº 10 (g)					883.2
3	% retida acumulada no nº 10					33.5
	Peneiros	Massa	% retida	% retida	% acumulda	
	aberturas	retida (g)		acumulada	que passa	
	76,2 3"	0.00	0.0	0.0	100.0	
Fracção	50,8 2"	0.00	0.0	0.0	100.0	
retida	38,1 1.1/2"	233.50	8.9	8.9	91.1	
no	25,4 1"	77.10	2.9	11.8	88.2	
peneiro	19,1 3/4"	62.50	2.4	14.2	85.8	
de	12,7 1/2"	127.50	4.8	19.0	81.0	
2,00 (mm)	9,51 3/8"	53.50	2.0	21.0	79.0	
(nº10)	4,76 (nº 4)	132.60	5.0	26.1	73.9	
	2,00 (nº 10)	196.50	7.5	33.5	66.5	
	<2,00 (nº 10)	1749.90	66.5	100.0	0.0	
	Total	2633.10	100.0			
	Massa de solo seco após pré-tratamento (g)					70.30
Fracção	Peneiros	Massa retida	% retida	% retida	% acumulada	% acumulada
passada		(g)		acumulda	que passa	que passa
no	20	8.80	12.5	12.5	87.5	58.1
peneiro	40	6.30	9.0	21.5	78.5	52.2
de	60	3.60	5.1	26.6	73.4	48.8
	140	5.80	8.3	34.9	65.1	65.1
2,00 (mm)	200	2.20	3.1	38.0	62.0	41.2
(nº10)	< 200	43.60	62.0	100.0		
	Total	70.30	100.0			
	Diâmetro das particulas <200			nD%	% das particulas <200	
		D				
		0.0589		56.2		37.3
Se		0.0418		53.9		35.8
di		0.0265		51.5		34.3
men		0.0154		49.2		32.7
ta		0.0110		44.6		29.6
ção		0.0077		42.3		28.1
		0.0038		40.0		26.6
		0.0016		35.4		23.5
		0.0011		33.1		22.0
	O Técnico					
					Data	12/05/15

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - P3



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



Limite de Liquidez

Amostra N°

P3

	Número de pancadas	10	23	32	
	Número de recipiente	6	1	12	
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	13.57	11.06	13.98	
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	31.25	26.77	32.06	
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	26.45	22.55	27.25	
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	4.80	4.22	4.81	
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	12.88	11.49	13.27	
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1%)	37.3	36.7	36.2	

Limite de liquidez = **36.5** (0,1%)

Observações:

Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico

|



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

LIMITE DE PLASTICIDADE

Amostra N°

P3

	Número de ensaio	1	2	3	4
		Número de recipiente			
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	13.64	13.33		
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	15.88	15.99		
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	15.41	15.43		
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	0.47	0.56		
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	1.77	2.10		
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1 %)	26.6	26.7		

Limite de plasticidade..... **LP = 26.6** (0,1%)

Limite de liquidez (S. 3) **LL = 36.5** (0,1%)

Índice de plasticidade **IP= LL - LP= 10** (1%)

Observações:

Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico

**ipb****INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**
Escola Superior de Tecnologia e Gestão**PESO ESPECIFICO (NP 83)**Temperatura do ensaio $T_x =$ $K =$

Referência do picnómetro		Nº	45	31
m_1	Peso do picnómetro vazio (0,01gr)		42.55	42.71
m'_2	Peso do picnómetro cheio de água destilada à temperatura 20.º C (0,01gr)		148.47	146.95
m_3	Peso do picnómetro e da amostra seca (0,01gr)		69.49	68.72
m_5	Peso do picnómetro, da amostra e da água destilada (0,01gr)		164.95	162.80
$m_2 = K(m'_2 - m_1) + m_1$	Peso do picnómetro cheio de água destilada à temperatura T_x (0,01gr)		148.36	146.85
$m_4 = m_3 - m_1$	Peso da amostra (0,01gr)		26.94	26.01
$V_p = m_2 - m_5$	Volume do frasco (0,01cm ³)		105.81	104.14
$V_a = m_5 - m_3$	Volume do frasco menos o volume dos grãos (0,01cm ³)		95.46	94.08
$V_s = V_p - V_a$	Volume dos grãos da amostra (0,01cm ³)		10.35	10.06
$y_s(T_x) = m_4 / V_s$ $G = y_s (y_w = 1)$	Peso específico dos grãos à temp. T_x e Densidade das partículas (0,01cm ³)		2.60	2.59

Faurécia - P3

PE - 2,60

O Técnico

Data 12/05/15

RELAÇÕES BARIDADE SECA-TEOR DE HUMIDADE
COMPACTAÇÃO
Norma de Referência: PE 016 (LNEC E 197 - 1966)

Pág.: 10

OBRA: Faurécia

AMOSTRA: P3

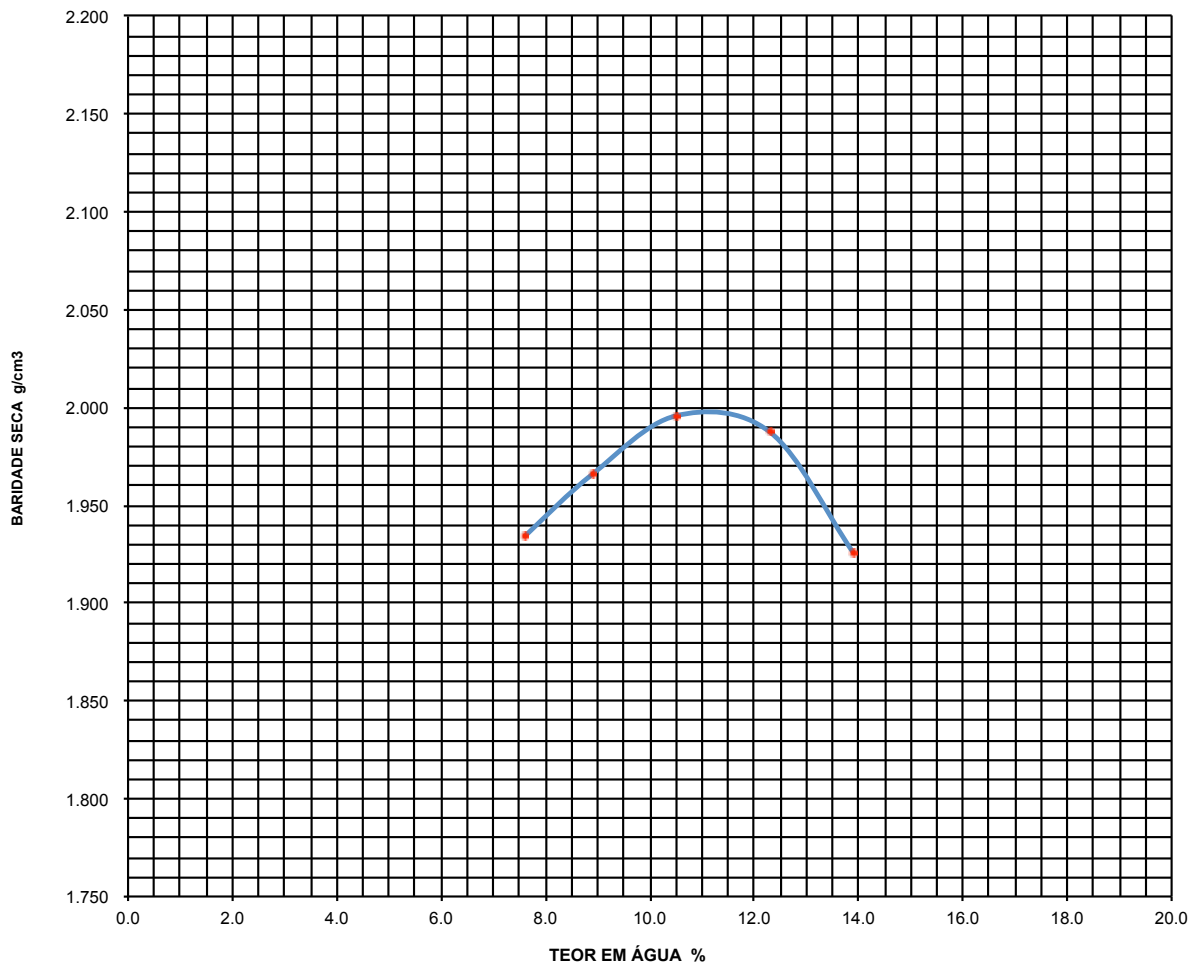
PROVENIÊNCIA: Bragança

DATA COLHEITA: 28/04/15

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: _____

CURVA PROCTOR



Executou: _____
Data: _____

Verificou: _____
Data: _____



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA

DATA 2015/05/12	ESPECIFICAÇÃO E 239-1970	PROCESSO Nº Faurécia
---------------------------	--------------------------	--------------------------------

Amostra nº **P4**

Massa total da amostra: (g)	mt=	3608.8
Massa retida no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m10=	2005.70
Massa passada no peneiro de 2.00 mm (nº10) (g)	m' 10=	1603.10

Fracção retida no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Peneiros	Massa retida (g) (mx)	% Retida $N_x=(mx/mt) \times 100$	% Acumulada retida (N'x)	% Acumulada que passa ($N''x=100-N'x$)
76.1 - (3')				100.00
50.8 - (2')				100.00
38,10 - (1 ¹ / ₂)	320.20	8.87	8.87	91.13
25,4 - (1')	132.50	3.67	12.54	87.46
19 - (3/4)	129.50	3.59	16.13	83.87
9,51 - (3/8)	248.90	6.90	23.03	76.97
4.76 - (n4)	452.10	12.53	35.56	64.44
2 - (n10)	722.50	20.02	55.58	44.42
< 2,00 - (n10)	1603.10			
TOTAL	3608.80			

Fracção passada no peneiro de 2,00 mm (nº10)				
Massa da amostra a ensaiar, ma=	82.2	Nº10=(m'10/mt)x100=	44.42	
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	19.80	10.70	66.28	33.72
40	8.30	4.49	70.76	29.24
60	2.70	1.46	72.22	27.78
140	3.30	1.78	74.01	25.99
200	1.20	0.65	74.65	25.35
< 200	46.90			
TOTAL	82.20			

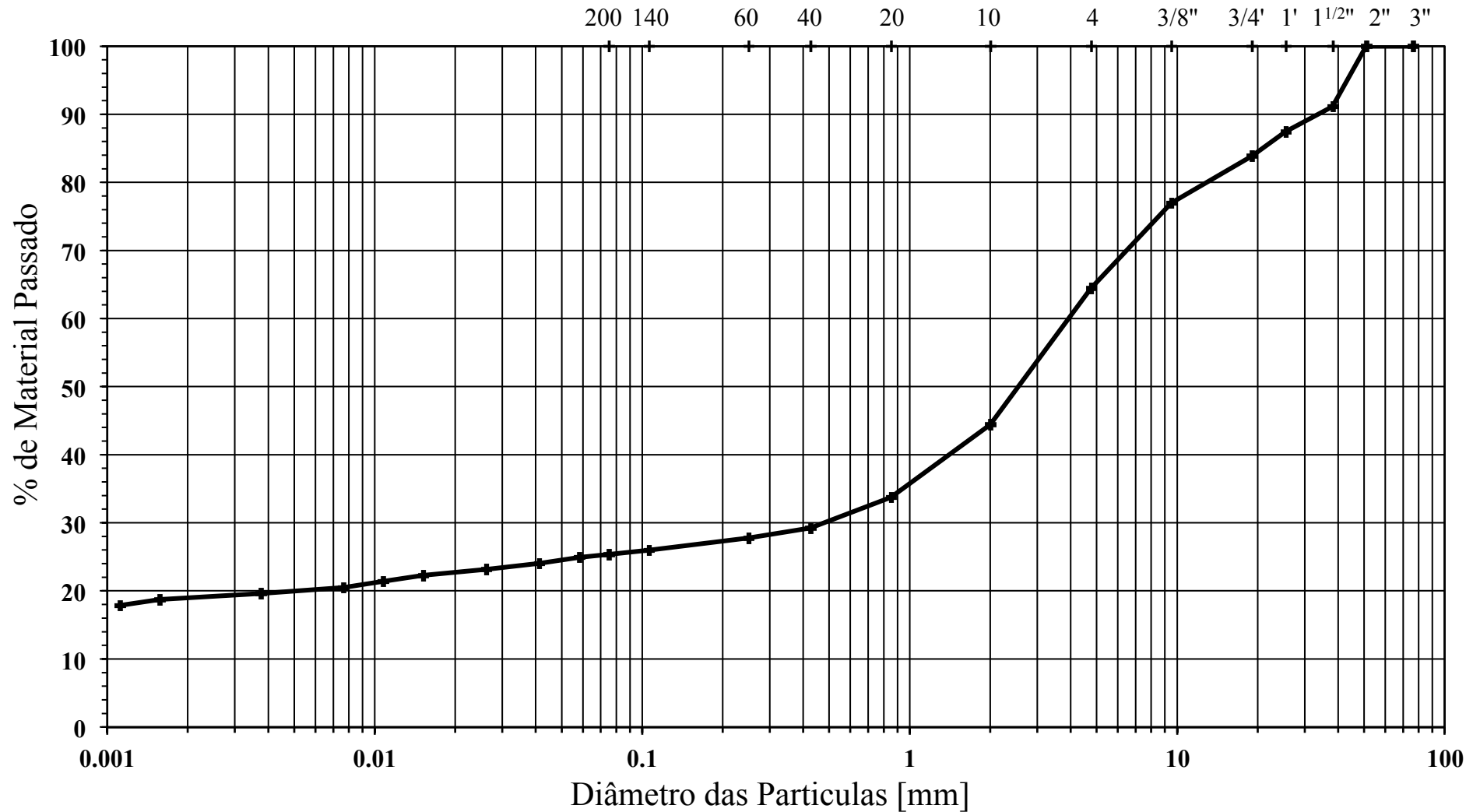
O Técnico

Data 12/05/15

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

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA							
E 196 - 1966							
Amostra	Massa total da amostra (g)					3608.80	
Nº	Massa retida acumulada no nº 10 (g)					2005.7	
3	% retida acumulada no nº 10					55.6	
	Peneiros	Massa	% retida	% retida	% acumulda		
	aberturas	retida (g)		acumulada	que passa		
	76,2 3"	0.00	0.0	0.0	100.0		
Fracção	50,8 2"	0.00	0.0	0.0	100.0		
retida	38,1 1.1/2"	320.20	8.9	8.9	91.1		
no	25,4 1"	132.50	3.7	12.5	87.5		
peneiro	19,1 3/4"	129.50	3.6	16.1	83.9		
de	12,7 1/2"	170.20	4.7	20.8	79.2		
2,00 (mm)	9,51 3/8"	78.70	2.2	23.0	77.0		
(nº10)	4,76 (nº 4)	452.10	12.5	35.6	64.4		
	2,00 (nº 10)	722.50	20.0	55.6	44.4		
	<2,00 (nº 10)	1603.10	44.4	100.0	0.0		
	Total	3608.80	100.0				
	Massa de solo seco após pré-tratamento (g)					82.20	
Fracção	Peneiros	Massa retida	% retida	% retida	% acumulada	% acumulada	
passada		(g)		acumulda	que passa	que passa	
no	20	19.80	24.1	24.1	75.9	33.7	
peneiro	40	8.30	10.1	34.2	65.8	29.2	
de	60	2.70	3.3	37.5	62.5	27.8	
	140	3.30	4.0	41.5	58.5	58.5	
2,00 (mm)	200	1.20	1.5	42.9	57.1	25.3	
(nº10)	< 200	46.90	57.1	100.0			
	Total	82.20	100.0				
	Diâmetro das partículas <200			nD%	% das partículas <200		
		D					
		0.0581		56.1		24.9	
Se		0.0412		54.1		24.0	
di		0.0262		52.1		23.2	
men		0.0152		50.1		22.3	
ta		0.0108		48.2		21.4	
ção		0.0077		46.2		20.5	
		0.0038		44.2		19.6	
		0.0016		42.2		18.8	
		0.0011		40.2		17.9	
	O Técnico						
					Data	12/05/15	

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAÇÃO HÚMIDA - P4



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



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Limite de Liquidez

Amostra N°

P4

	Número de pancadas	12	22	33	
	Número de recipiente	7	3	11	
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	13.64	13.50	13.39	
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	28.41	28.48	28.19	
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	23.10	23.19	23.03	
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	5.31	5.29	5.16	
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	9.46	9.69	9.64	
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1%)	56.1	54.6	53.5	

Limite de liquidez = **54,2** (0,1%)

Observações:

Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico

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

LIMITE DE PLASTICIDADE

Amostra N°

P4

	Número de ensaio	1	2	3	4
		5	10		
Pt	Peso do recipiente (0,01gr)	13.23	13.31		
Pa+s+t	Peso do recipiente e solo húmido (0,01gr)	15.28	15.63		
Ps+t	Peso do recipiente e solo seco (0,01gr)	14.68	14.94		
Pa=Pa+s+t-Ps+t	Peso da água (0,01gr)	0.60	0.69		
Ps=Ps+t-Pt	Peso do solo seco (0,01gr)	1.45	1.63		
H=Pa/Ps*100	Teor de humidade (0,1 %)	41.4	42.3		

Limite de plasticidade..... **LP =** **41.9** (0,1%)Limite de liquidez (S. 3) **LL =** **54.2** (0,1%)Índice de plasticidade **IP= LL - LP=** **12** (1%)

Observações:

Faurecia

Data
12/05/15

O Técnico

**ipb****INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**
Escola Superior de Tecnologia e Gestão**PESO ESPECIFICO (NP 83)**Temperatura do ensaio $T_x =$ $K =$

Referência do picnómetro		Nº	45	31
m_1	Peso do picnómetro vazio (0,01gr)		42.55	42.71
m'_2	Peso do picnómetro cheio de água destilada à temperatura 20.º C (0,01gr)		148.47	146.95
m_3	Peso do picnómetro e da amostra seca (0,01gr)		68.16	68.63
m_5	Peso do picnómetro, da amostra e da água destilada (0,01gr)		164.10	162.76
$m_2 = K(m'_2 - m_1) + m_1$	Peso do picnómetro cheio de água destilada à temperatura T_x (0,01gr)		148.36	146.85
$m_4 = m_3 - m_1$	Peso da amostra (0,01gr)		25.61	25.92
$V_p = m_2 - m_5$	Volume do frasco (0,01cm ³)		105.81	104.14
$V_a = m_5 - m_3$	Volume do frasco menos o volume dos grãos (0,01cm ³)		95.94	94.13
$V_s = V_p - V_a$	Volume dos grãos da amostra (0,01cm ³)		9.87	10.01
$y_s(T_x) = m_4 / V_s$ $G = y_s (y_w = 1)$	Peso específico dos grãos à temp. T_x e Densidade das partículas (0,01cm ³)		2.59	2.59

Faurécia - P4

PE - 2,59

O Técnico

Data 12/05/15



RELAÇÕES BARIDADE SECA-TEOR DE HUMIDADE
COMPACTAÇÃO
Norma de Referência: PE 016 (LNEC E 197 - 1966)

OBRA: Faurécia

AMOSTRA: P4

PROVENIÊNCIA: Bragança

DATA COLHEITA: 28/04/2015

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: _____

Número do ensaio		1	2	3	4	5
p1	Peso do molde vazio (g)	4822	4822	4822	4822	4822
p2	Peso molde mais solo húmido (g)	9110	9255	9390	9410	9360
ps=p2-p1	Peso solo húmido (g)	4288	4433	4568	4588	4538
v	Volume do molde (cm ³)	2089	2089	2089	2089	2089
$\gamma_w=ps/v$	Baridade húmida (0,001 g/cm ³)	2.053	2.122	2.187	2.196	2.172

TEORES EM ÁGUA

Número do recipiente		11	11	25	25	1	1	19	19	15	15
pt	Peso do recipiente (0,1g)	159.8	159.8	172.6	172.6	161.5	161.5	171.8	171.8	168.8	168.8
pa-s+t	Peso recipiente e solo húm. (0,1g)	651.2	651.2	716.7	716.7	809.7	809.7	786.3	786.3	843.0	843.0
ps+t	Peso recipiente e solo seco (0,1g)	618.5	618.5	672.2	672.2	746.8	746.8	719.0	719.0	760.1	760.1
pa=pa+s+t-ps+t	Peso da água (0,1g)	32.7	32.7	44.5	44.5	62.9	62.9	67.3	67.3	82.9	82.9
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,1g)	458.7	458.7	499.6	499.6	585.3	585.3	547.2	547.2	591.3	591.3
$W=(pa/ps)*100$	Teor em água (0,1 %)	7.1	7.1	8.9	8.9	10.7	10.7	12.3	12.3	14.0	14.0

RELAÇÕES BARIDADE SECA - TEOR DE HUMIDADE

W	Teor em água (0,1%)	7.1	8.9	10.7	12.3	14.0
$\gamma_s=\frac{100*\gamma_w}{100+W}$	Baridade seca (0,001 g/cm ³)	1.916	1.949	1.975	1.956	1.905

Baridade seca máxima ($\gamma_{s_{max}}$) 1.980 (0,01g/cm³)

Teor de humidade óptimo (W_{opt}) 11.0 (0,1%)

Executou: _____
Data: _____

Verificou: _____
Data: _____



RELAÇÕES BARIDADE SECA-TEOR DE HUMIDADE
COMPACTAÇÃO
Norma de Referência: PE 016 (LNEC E 197 - 1966)

Pág.: 10

OBRA: Faurécia

AMOSTRA: P4

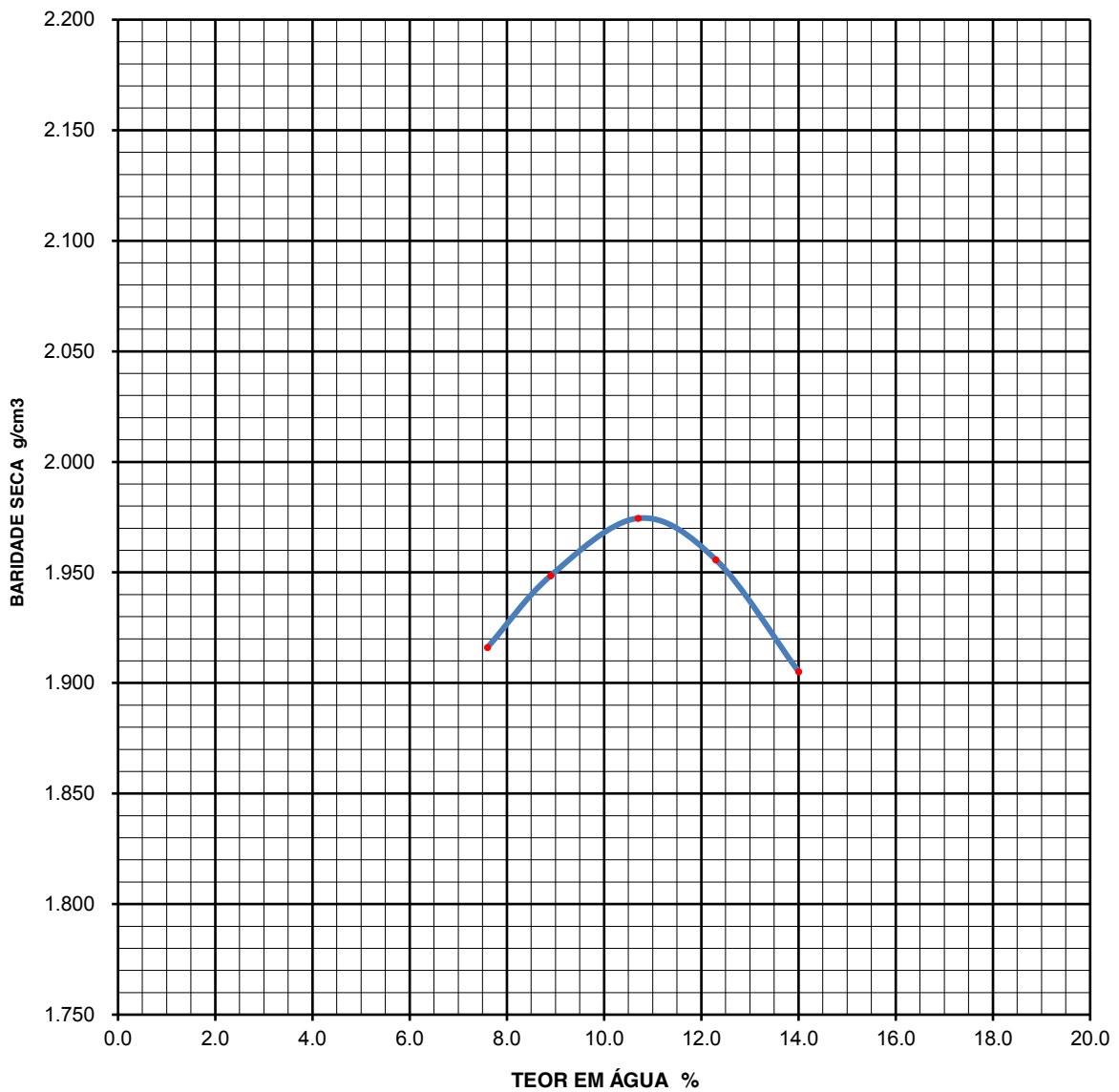
PROVENIÊNCIA: Bragança

DATA COLHEITA: 28/04/2015

COMPACTAÇÃO USADA: PESADA

TEOR EM ÁGUA NATURAL: _____

CURVA PROCTOR



Executou: _____
Data: _____

Verificou: _____
Data: _____

RELATÓRIO DE ENSAIO

DOCUMENTO Nº: 201591620151117

DATA: 2015-05-12

PÁGINA: 1/2

ENSAIO REALIZADO:Diversos - Solos - Ensaio de expansibilidade
LNEC E200/1967**REFERÊNCIA DA AMOSTRA:**

Amostra apresentada pelo requerente.P1

DATA DE RECEPÇÃO DA AMOSTRA:

2015-05-06

CLIENTE :IPB - ESTIG
Campus Sta Apolónia
5301 857 Bragança**OBRA :**

FAURECIA

OBSERVAÇÕES:

O presente relatório diz respeito exclusivamente aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa do LGMC

RESPONSÁVEL PELO SECTOR

Eduardo Neves, Eng^o

O DIRECTOR TÉCNICO DO LGMC

Adriano Teixeira, Eng^o

RELATÓRIO DE ENSAIO

DOCUMENTO Nº: 201591620151117

DATA: 2015-05-12

PÁGINA: 2/2 *aw*

Referência do provete		P1
Data de início		05-05-2015
h_0 - Altura inicial do provete (mm)		15
b - Leitura inicial no defletómetro (mm)		0,00
h - Leitura final do defletómetro (mm)		1,50
Δh - Variação de altura ($h - b$) (mm)		1,50
Expansibilidade $((h - b) / h_0) \times 100$ (%)		10

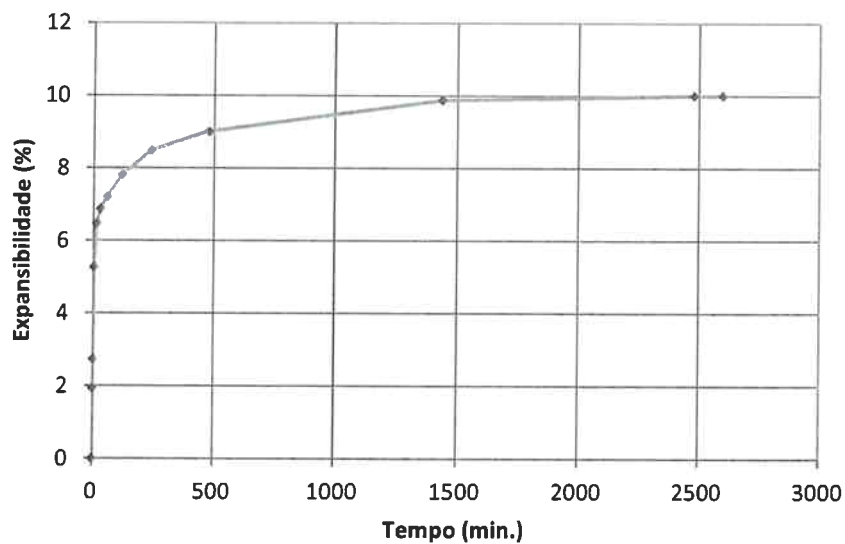


Figura 1 - Gráfico de variação expansibilidade com o tempo

RELATÓRIO DE ENSAIO

DOCUMENTO Nº: 201591720151115

DATA: 2015-05-12

PÁGINA: 1/2

ENSAIO REALIZADO:

Diversos - Solos - Ensaio de expansibilidade
LNEC E200/1967

REFERÊNCIA DA AMOSTRA:

Amostra apresentada pelo requerente.P2

DATA DE RECEPÇÃO DA AMOSTRA:

2015-05-06

CLIENTE :

IPB - ESTIG
Campus Sta Apolónia
5301 857 Bragança

OBRA :

FAURECIA

OBSERVAÇÕES:

O presente relatório diz respeito exclusivamente aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa do LGMC

RESPONSÁVEL PELO SECTOR



Eduardo Neves, Eng^o

O DIRECTOR TÉCNICO DO LGMC




Adriano Teixeira, Eng^o

RELATÓRIO DE ENSAIO

DOCUMENTO Nº: 201591720151115

DATA: 2015-05-12

PÁGINA: 2/2 

Referência do provete		P2
Data de início		08-05-2015
h_0 - Altura inicial do provete (mm)		15
b - Leitura inicial no defletómetro (mm)		0,00
h_1 - Leitura final do defletómetro (mm)		1,78
Δh - Variação de altura ($h_1 - b$) (mm)		1,78
Expansibilidade $((h_1 - b) / h_0) \times 100$ (%)		12

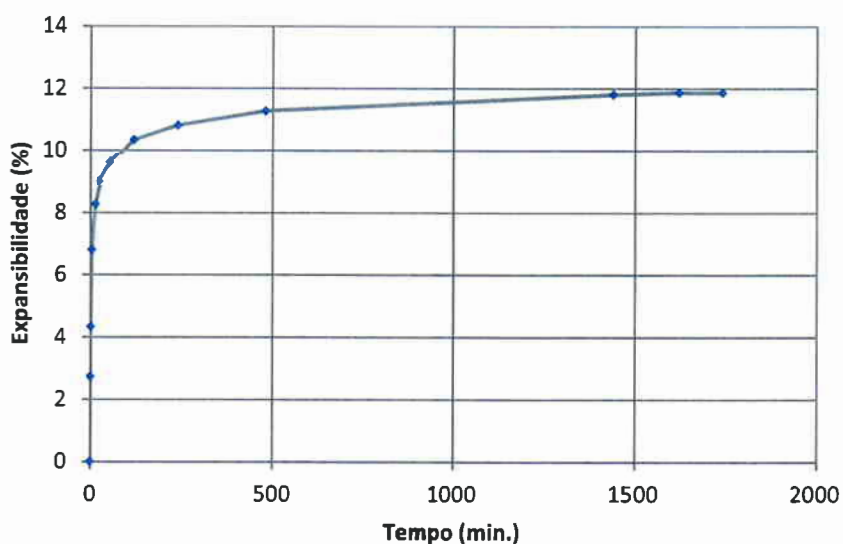


Figura 1 - Gráfico de variação expansibilidade com o tempo

RELATÓRIO DE ENSAIO**DOCUMENTO Nº:** 201591820151112**DATA:** 2015-05-12**PÁGINA:** 1/2**ENSAIO REALIZADO:**Diversos - Solos - Ensaio de expansibilidade
LNEC E200/1967**REFERÊNCIA DA AMOSTRA:**

Amostra apresentada pelo requerente.P3

DATA DE RECEPÇÃO DA AMOSTRA:

2015-05-06

CLIENTE :IPB - ESTIG
Campus Sta Apolónia
5301 857 Bragança**OBRA :**

FAURECIA

OBSERVAÇÕES:

O presente relatório diz respeito exclusivamente aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa do LGMC

RESPONSÁVEL PELO SECTOR


Eduardo Neves, Eng^o

O DIRECTOR TÉCNICO DO LGMC


Adriano Teixeira, Eng^o

RELATÓRIO DE ENSAIO

DOCUMENTO Nº: 201591820151112

DATA: 2015-05-12

PÁGINA: 2/2 *AB*

Referência do provete		P3
Data de início		11-05-2015
h_0 - Altura inicial do provete	(mm)	15
b - Leitura inicial no defletómetro	(mm)	0,0
h - Leitura final do defletómetro	(mm)	1,71
Δh - Variação de altura ($h - b$)	(mm)	1,71
Expansibilidade $((h - b) / h_0) \times 100$	(%)	11

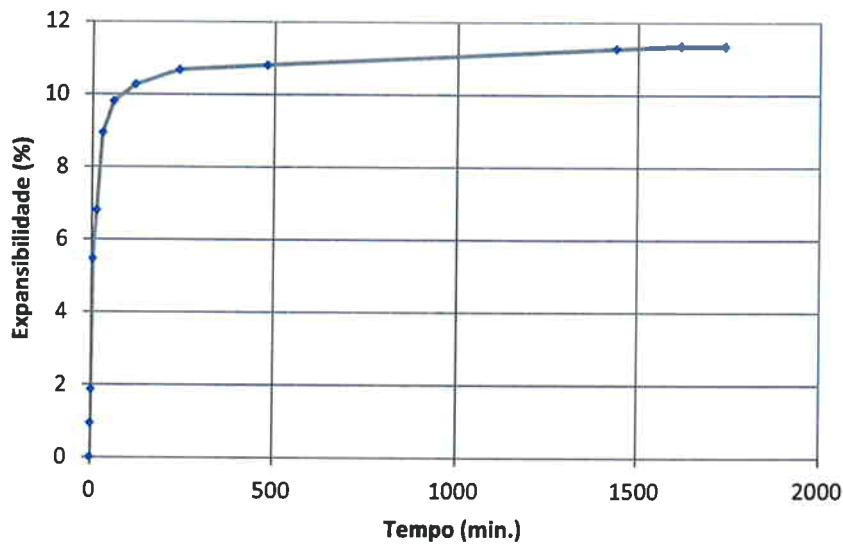


Figura 1 - Gráfico de variação expansibilidade com o tempo

RELATÓRIO DE ENSAIO

DOCUMENTO Nº: 201591920151131

DATA: 2015-05-13

PÁGINA: 1/2

ENSAIO REALIZADO:

Diversos - Solos - Ensaio de expansibilidade
LNEC E200/1967

REFERÊNCIA DA AMOSTRA:

Amostra apresentada pelo requerente.P4

DATA DE RECEPÇÃO DA AMOSTRA:

2015-05-06

CLIENTE :

IPB - ESTIG
Campus Sta Apolónia
5301 857 Bragança

OBRA :

FAURECIA

OBSERVAÇÕES:

O presente relatório diz respeito exclusivamente aos itens ensaiados e só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa do LGMC

RESPONSÁVEL PELO SECTOR

Eduardo Neves, Eng^o

O DIRECTOR TÉCNICO DO LGMC

Data da Assinatura: 13/05/2015 16:47:40



Diretor Técnico do LGMC

Assinado Por: ADRIANO MANUEL DA SILVA TEIXEIRA
Adriano Teixeira, Eng^o



RELATÓRIO DE ENSAIO

DOCUMENTO Nº: 201591920151131

DATA: 2015-05-13

PÁGINA: 2/2

Referência do provete		P4
Data de início		11-05-2015
h_0 - Altura inicial do provete	(mm)	15
l_0 - Leitura inicial no defletómetro	(mm)	0,00
l_1 - Leitura final do defletómetro	(mm)	2,38
Δh - Variação de altura ($l_1 - l_0$)	(mm)	2,38
Expansibilidade $((l_1 - l_0) / h_0) \times 100$	(%)	16

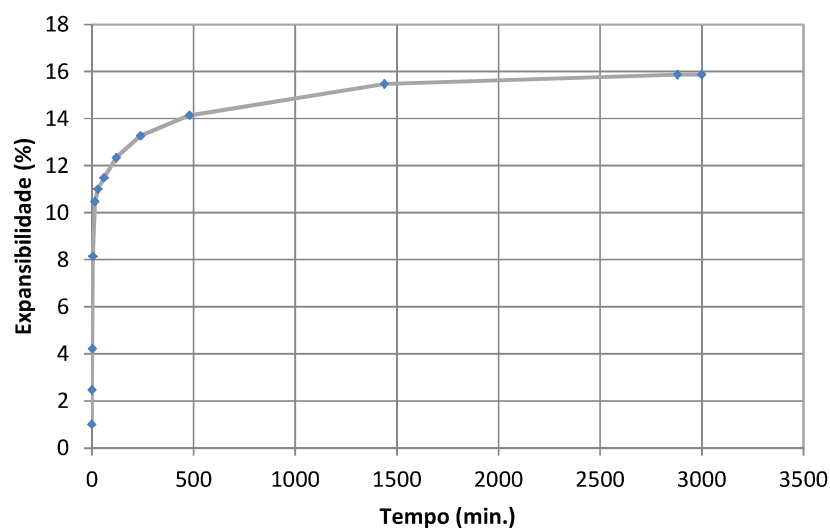


Figura 1 – Gráfico de variação da expansibilidade com o tempo

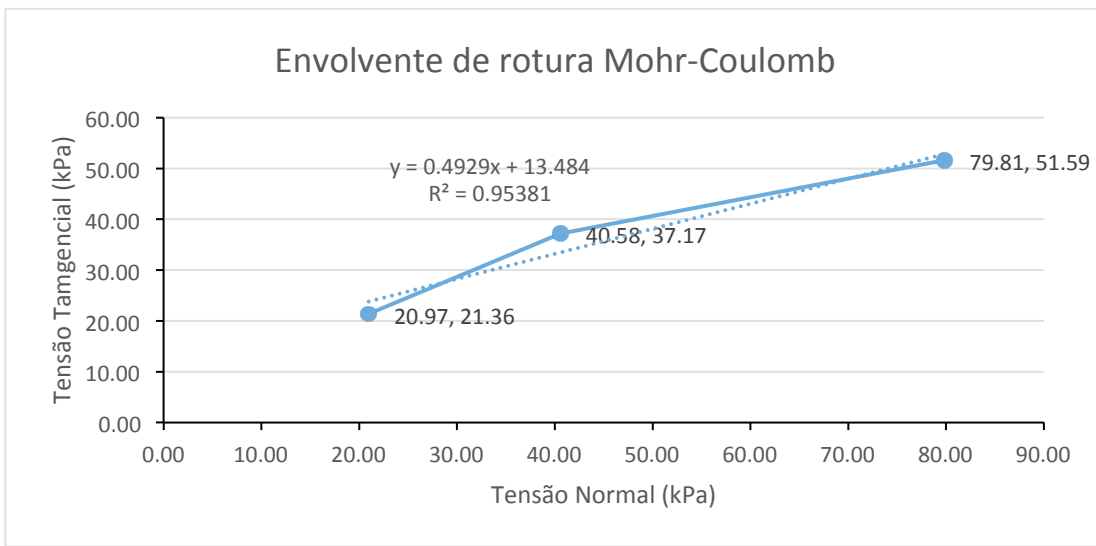
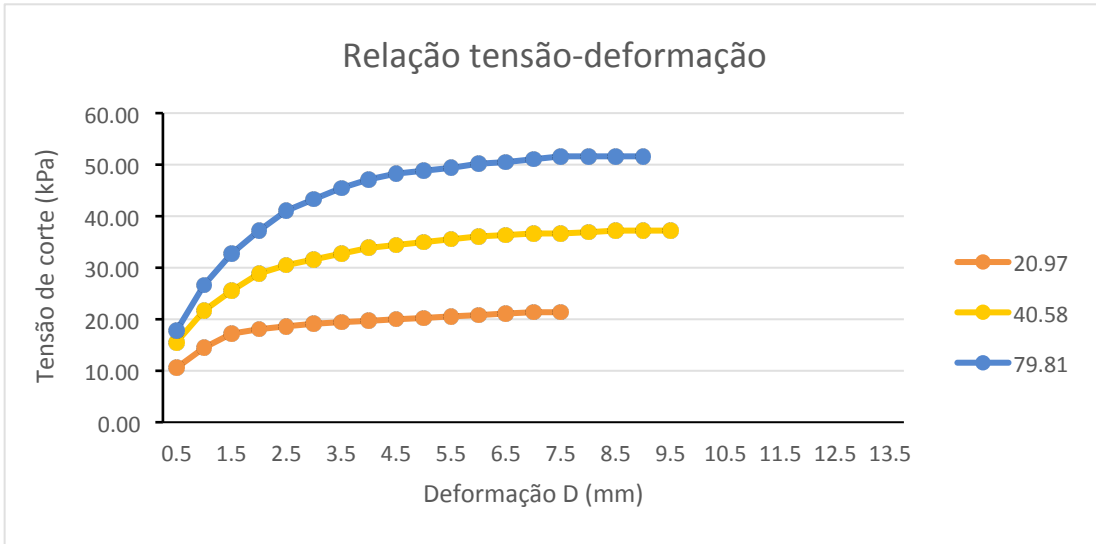
ANEXOS III – Ensaio de caracterização mecânica.
Compressibilidade.

CORTE DIRETO
Norma de Referência: ASTM D 3080 – 04

OBRA: FAURECIA - BRAGANÇA
EMPRESA: FAURECIA
AMOSTRA: P1
PROVENIÊNCIA: BRAGANÇA
DATA DA COLHEITA:



N (kgf)=	N=2kgf	N=4kgf	N=8kgf	N=2kgf	N=4kgf	N=8kgf
σ (kPa)=	20.97	40.58	79.81	20.97	40.58	79.81
D (mm)	Df (10 ⁻² mm)	Df (10 ⁻² mm)	Df (10 ⁻² mm)	τ kPa	τ kPa	τ kPa
0.5	16.00	25.00	29.00	10.55	15.54	17.76
1	23.00	36.00	45.00	14.43	21.64	26.63
1.5	28.00	43.00	56.00	17.20	25.52	32.73
2	29.50	49.00	64.00	18.03	28.85	37.17
2.5	30.50	52.00	71.00	18.59	30.51	41.05
3	31.50	54.00	75.00	19.14	31.62	43.27
3.5	32.00	56.00	79.00	19.42	32.73	45.49
4	32.50	58.00	82.00	19.70	33.84	47.15
4.5	33.00	59.00	84.00	19.98	34.40	48.26
5	33.50	60.00	85.00	20.25	34.95	48.82
5.5	34.00	61.00	86.00	20.53	35.51	49.37
6	34.50	62.00	87.50	20.81	36.06	50.21
6.5	35.00	62.50	88.00	21.08	36.34	50.48
7	35.50	63.00	89.00	21.36	36.62	51.04
7.5	35.50	63.00	90.00	21.36	36.62	51.59
8	35.50	63.50	90.00	21.36	36.89	51.59
8.5		64.00	90.00		37.17	51.59
9		64.00	90.00		37.17	51.59
9.5		64.00			37.17	
10						
10.5						
11						
11.5						
12						
12.5						
13						
13.5						
14						
14.5						
15						
15.5						
16						
16.5						
17						
17.5						
18						
18.5						
19						
19.5						



$y = \underline{\quad 0.49 \quad} x + \underline{\quad 13.48 \quad}$

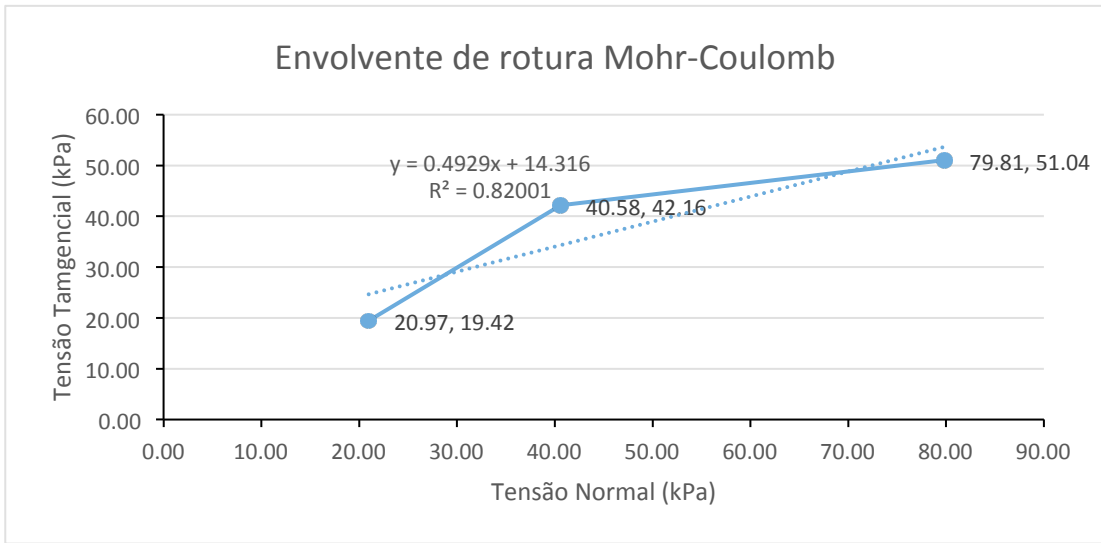
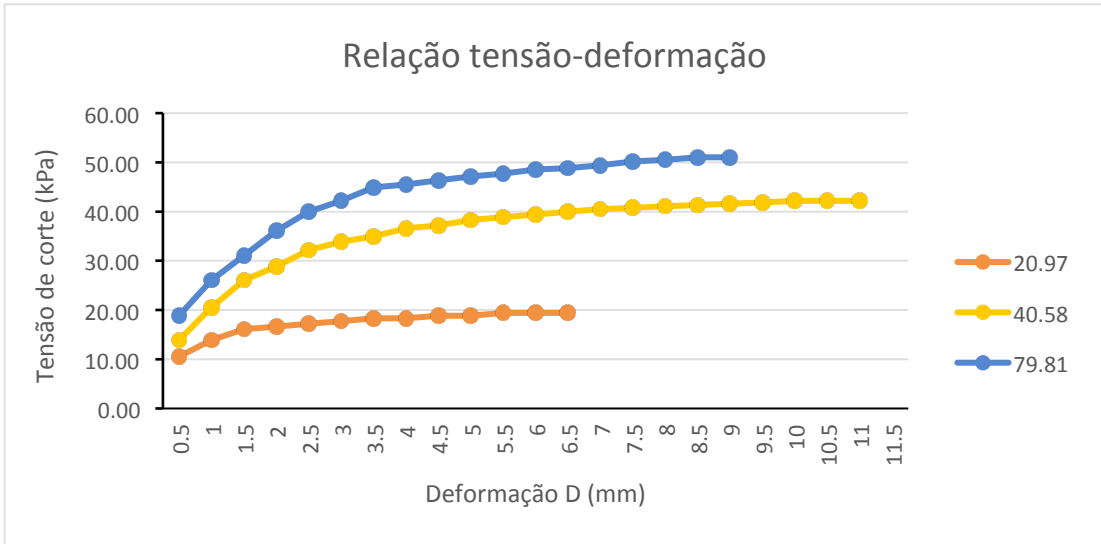
Ângulo de atrito efetivo do solo:	$\phi' =$	26.24	graus
Coesão efetiva:	$c' \text{ (kPa)} =$	13.48	

CORTE DIRETO
Norma de Referência: ASTM D 3080 – 04

OBRA: FAURECIA - BRAGANÇA
 EMPRESA: FAURECIA
 AMOSTRA: P2
 PROVENIÊNCIA: BRAGANÇA
 DATA DA COLHEITA:



N (kgf)=	N=2kgf	N=4kgf	N=8kgf	N=2kgf	N=4kgf	N=8kgf
σ (kPa)=	20.97	40.58	79.81	20.97	40.58	79.81
D (mm)	Df (10 ⁻² mm)	Df (10 ⁻² mm)	Df (10 ⁻² mm)	τ kPa	τ kPa	τ kPa
0.5	16.00	22.00	31.00	10.55	13.87	18.87
1	22.00	34.00	44.00	13.87	20.53	26.08
1.5	26.00	44.00	53.00	16.09	26.08	31.07
2	27.00	49.00	62.00	16.65	28.85	36.06
2.5	28.00	55.00	69.00	17.20	32.18	39.94
3	29.00	58.00	73.00	17.76	33.84	42.16
3.5	30.00	60.00	78.00	18.31	34.95	44.94
4	30.00	63.00	79.00	18.31	36.62	45.49
4.5	31.00	64.00	80.50	18.87	37.17	46.32
5	31.00	66.00	82.00	18.87	38.28	47.15
5.5	32.00	67.00	83.00	19.42	38.83	47.71
6	32.00	68.00	84.50	19.42	39.39	48.54
6.5	32.00	69.00	85.00	19.42	39.94	48.82
7		70.00	86.00		40.50	49.37
7.5		70.50	87.50		40.78	50.21
8		71.00	88.00		41.05	50.48
8.5		71.50	89.00		41.33	51.04
9		72.00	89.00		41.61	51.04
9.5		72.50			41.89	
10		73.00			42.16	
10.5		73.00			42.16	
11		73.00			42.16	
11.5						
12						
12.5						
13						
13.5						
14						
14.5						
15						
15.5						
16						
16.5						
17						
17.5						
18						
18.5						
19						
19.5						



$y = \underline{\quad 0.49 \quad} x + \underline{\quad 14.32 \quad}$

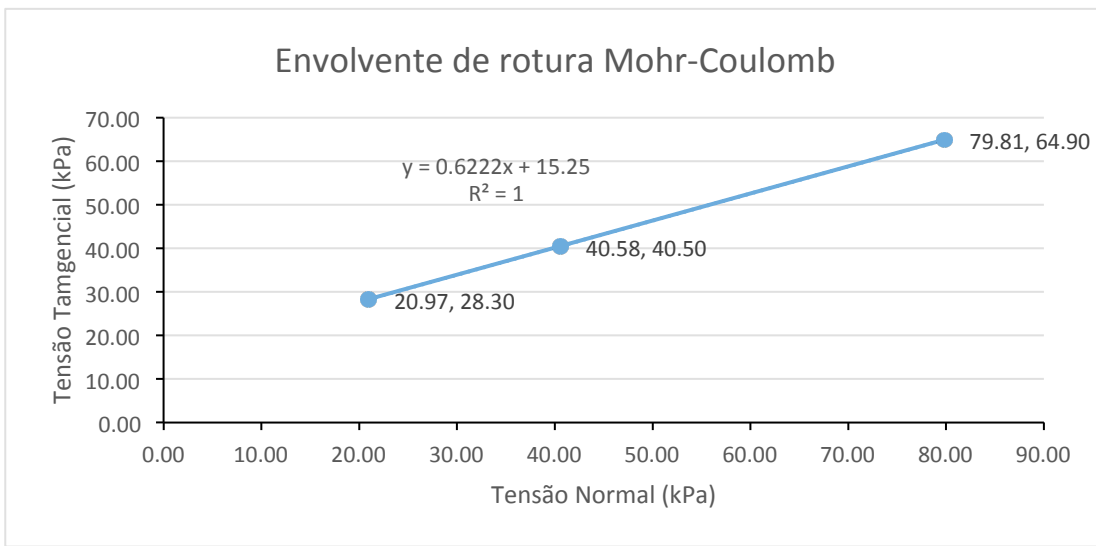
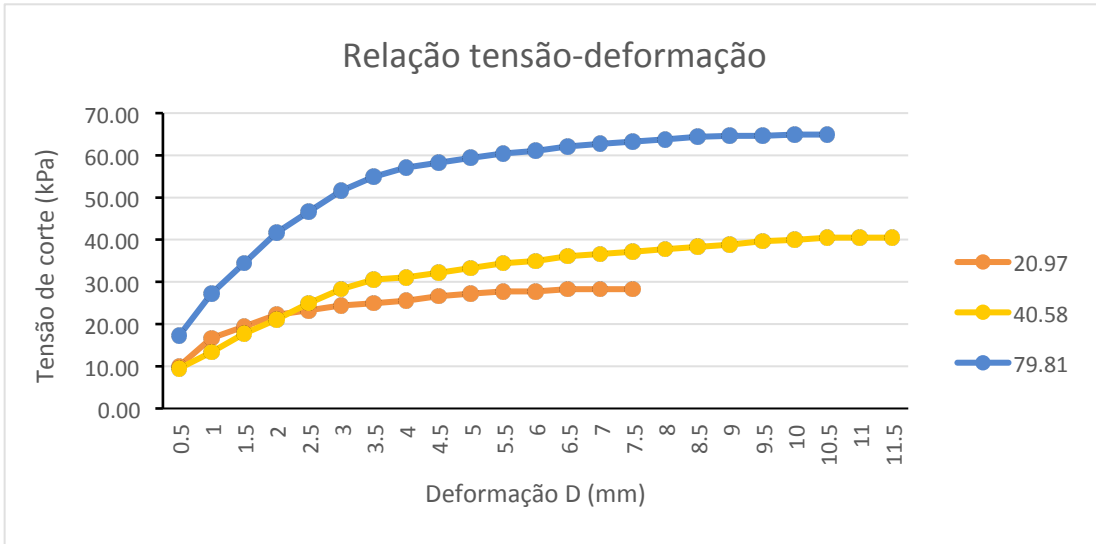
Ângulo de atrito efetivo do solo:	$\phi' =$	26.24	graus
Coesão efetiva:	$c' \text{ (kPa)} =$	14.32	

CORTE DIRETO
Norma de Referência: ASTM D 3080 – 04

OBRA: FAURECIA - BRAGANÇA
EMPRESA: FAURECIA
AMOSTRA: P3
PROVENIÊNCIA: BRAGANÇA
DATA DA COLHEITA:



N (kgf)=	N=2kgf	N=4kgf	N=8kgf	N=2kgf	N=4kgf	N=8kgf
σ (kPa)=	20.97	40.58	79.81	20.97	40.58	79.81
D (mm)	Df (10 ⁻² mm)	Df (10 ⁻² mm)	Df (10 ⁻² mm)	τ kPa	τ kPa	τ kPa
0.5	15.00	14.00	28.00	9.99	9.44	17.20
1	27.00	21.00	46.00	16.65	13.32	27.19
1.5	32.00	29.00	59.00	19.42	17.76	34.40
2	37.00	35.00	72.00	22.19	21.08	41.61
2.5	39.00	42.00	81.00	23.30	24.97	46.60
3	41.00	48.00	90.00	24.41	28.30	51.59
3.5	42.00	52.00	96.00	24.97	30.51	54.92
4	43.00	53.00	100.00	25.52	31.07	57.14
4.5	45.00	55.00	102.00	26.63	32.18	58.25
5	46.00	57.00	104.00	27.19	33.29	59.36
5.5	47.00	59.00	106.00	27.74	34.40	60.47
6	47.00	60.00	107.00	27.74	34.95	61.02
6.5	48.00	62.00	109.00	28.30	36.06	62.13
7	48.00	63.00	110.00	28.30	36.62	62.69
7.5	48.00	64.00	111.00	28.30	37.17	63.24
8		65.00	112.00		37.73	63.80
8.5		66.00	113.00		38.28	64.35
9		67.00	113.50		38.83	64.63
9.5		68.50	113.50		39.67	64.63
10		69.00	114.00		39.94	64.90
10.5		70.00	114.00		40.50	64.90
11		70.00			40.50	
11.5		70.00			40.50	
12						
12.5						
13						
13.5						
14						
14.5						
15						
15.5						
16						
16.5						
17						
17.5						
18						
18.5						
19						
19.5						



$y = \underline{\quad 0.62 \quad} x + \underline{\quad 15.25 \quad}$

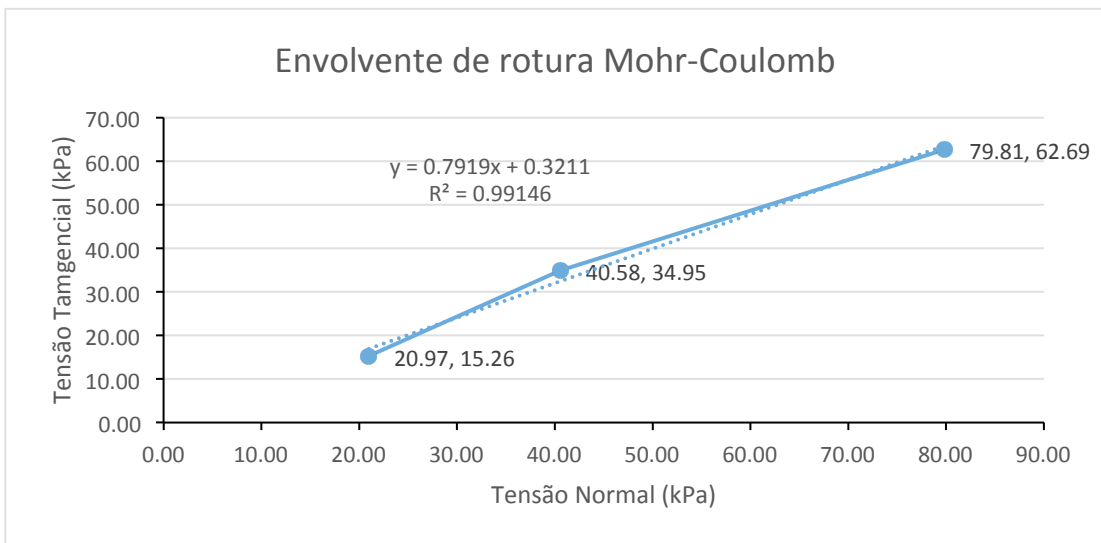
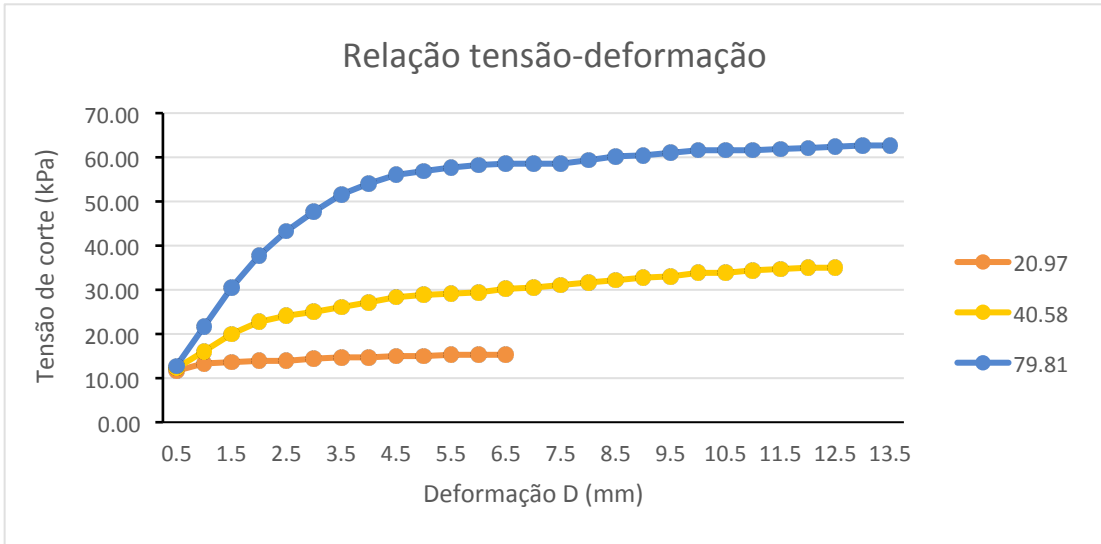
Ângulo de atrito efetivo do solo:	$\phi' =$	31.89	graus
Coesão efetiva:	$c' \text{ (kPa)} =$	15.25	

CORTE DIRETO
Norma de Referência: ASTM D 3080 – 04

OBRA: FAURECIA - BRAGANÇA
EMPRESA: FAURECIA
AMOSTRA: P4
PROVENIÊNCIA: BRAGANÇA
DATA DA COLHEITA:



N (kgf)=	N=2kgf	N=4kgf	N=8kgf	N=2kgf	N=4kgf	N=8kgf
σ (kPa)=	20.97	40.58	79.81	20.97	40.58	79.81
D (mm)	Df (10 ⁻² mm)	Df (10 ⁻² mm)	Df (10 ⁻² mm)	τ kPa	τ kPa	τ kPa
0.5	18.00	19.00	20.00	11.66	12.21	12.76
1	21.00	26.00	36.00	13.32	16.09	21.64
1.5	21.50	33.00	52.00	13.60	19.98	30.51
2	22.00	38.00	65.00	13.87	22.75	37.73
2.5	22.00	40.50	75.00	13.87	24.14	43.27
3	23.00	42.00	83.00	14.43	24.97	47.71
3.5	23.50	44.00	90.00	14.71	26.08	51.59
4	23.50	46.00	94.50	14.71	27.19	54.09
4.5	24.00	48.00	98.00	14.98	28.30	56.03
5	24.00	49.00	99.50	14.98	28.85	56.86
5.5	24.50	49.50	101.00	15.26	29.13	57.69
6	24.50	50.00	102.00	15.26	29.41	58.25
6.5	24.50	51.50	102.50	15.26	30.24	58.53
7		52.00	102.50		30.51	58.53
7.5		53.00	102.50		31.07	58.53
8		54.00	104.00		31.62	59.36
8.5		55.00	105.50		32.18	60.19
9		56.00	106.00		32.73	60.47
9.5		56.50	107.00		33.01	61.02
10		58.00	108.00		33.84	61.58
10.5		58.00	108.00		33.84	61.58
11		59.00	108.00		34.40	61.58
11.5		59.50	108.50		34.67	61.85
12		60.00	109.00		34.95	62.13
12.5		60.00	109.50		34.95	62.41
13			110.00			62.69
13.5			110.00			62.69
14						
14.5						
15						
15.5						
16						
16.5						
17						
17.5						
18						
18.5						
19						
19.5						



$y = \underline{\quad 0.79 \quad} x + \underline{\quad 0.32 \quad}$

Ângulo de atrito efetivo do solo:	$\phi' =$	38.38	graus
Coesão efetiva:	$c' \text{ (kPa)} =$	0.32	



ENSAIO CALIFORNIANO DE CAPACIDADE DE CARGA - C.B.R.

Fohla N.º 1

Faurécia

Amostra

P1

COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA					
Número do Molde		1	2	3	4
Número de pancadas por camada		55	25	12	
h	Altura do solo no cilindro (0,1cm)	11.45	11.45	11.45	
$v = 182,4xh$	Volume do solo (cm ³)	2088	2088	2088	
P ₁	Peso do cilindro vazio (gr)	4822	4811	4949	
P ₂	Peso do cilindro com o solo (gr)	9350	9215	9306	
P ₂ -P ₁	Peso do solo (gr)	4528	4404	4357	
$y_h = (P_2 - P_1) / v$	Baridade húmida (0,001grcm ³)	2.168	2.109	2.086	
H (v.fl. n.º2)	Teor de húmidade (0,1%)	12.4	12.3	12.5	
$y_s = 100 \cdot y_h / (100 + H)$	Baridade seca (0,001grcm ³)	1.929	1.878	1.854	
y _m	Baridade seca máx (S,12) (0,001grcm ³)	1.940	1.940	1.940	
y_s / y_m	Grau de Compactação (%)	99%	97%	96%	

EMBEBIÇÃO DA AMOSTRA

Espessura das placas de carga (cm)		7.5	7.5	7.5	
Leitura no deflect. no 1.º dia (0,01mm)		0.11	0.12	0.37	
Leitura no deflect. no 2.º dia (0,01mm)		0.12	0.13	0.38	
Leitura no deflect. no 3.º dia (0,01mm)		0.13	0.14	0.39	
Leitura no deflect. no 4.º dia (0,01mm)		0.13	0.14	1.39	
A h	Expansão máxima (0,01mm)	0.13	0.14	0.39	
$e = (A h / h) \cdot 100$	Expansão específica (0,1%)	1.1	1.2	3.4	
P ₃	Peso do cili. e solo após embeb. (gr)	9380	9280	9410	
P ₃ -P ₂	Peso da água absorvida (gr)	30	65	104	
P ₃ -P ₁	Peso do solo pós a embebição (gr)	4558	4469	4461	
$y'_h = (P_3 - P_1) / v$	Bari. húmida após embebição (0,001grcm ³)	2.182	2.140	2.136	
H' (v. fl. n.º 2)	Teor de húmid. após embebição (0,1%)	13.9	14.5	15.3	
$y'_s = 100 \cdot y'_h / (100 + H')$	Barid. seca após embebição (0,001grcm ³)	1.916	1.869	1.853	
y'_s / y_m	Grau de Compactação (%)	99%	96%	95%	

O Técnico

Data 04/06/2015



ipb

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

ENSAIO CALIFORNIANO DE CAPACIDADE DE CARGA - C.B.R.

Folha n.º 2

Faurécia

Amostra N.º

P1

Teor de humidade												
Número do molde		1			2			3			4	
		H	H'		H	H'		H	H'		H	H'
Número de cápsula		15	19	19	18	18	18	19	15	15		
pt	Peso da cápsula (0,01gr)	168.8	171.8	171.8	172.1	172.1	172.1	171.8	168.8	168.8		
pa + s + t	P.da cáps.e solo húmid. (0,01gr)	771.7	910.6	910.6	778.5	889.8	889.8	706.8	784.8	784.8		
ps + t	P.da cáps.e solo seco (0,01gr)	705.1	820.5	820.5	712	799	799	647.2	703.1	703.1		
pa=pa+s+t-ps+t	Peso da água (0,01gr)	66.6	90.1	90.1	66.5	90.8	90.8	59.6	81.7	81.7		
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,01gr)	536.3	648.7	648.7	539.9	626.9	626.9	475.4	534.3	534.3		
H'=(pa / ps)x100	Teor de húmid. (0,1%)	12.42	13.89	13.89	12.32	14.5	14.5	12.54	15.3	15.3		
Teores de humidade H e H'médios (0,1%)		12.4	13.9		12.3	14.5		12.5	15.3			

PENETRAÇÃO

Anel dinamométrico de Kg.

3000

Forças (f)		0.01 mm	Kg	0.01 mm	Kg	0.01 mm	Kg	0.01 mm	kg	Fz (Kg)
f0,5	Penetração de 0,5 mm	0.04	49	0.04	49	0.03	36			370
f1,0	Penetração de 1,0 mm	0.07	86	0.06	73	0.06	73			629
f1,5	Penetração de 1,5 mm	0.09	110	0.08	98	0.08	98			903
f2,0	Penetração de 2,0 mm	0.11	135	0.10	122	0.10	122			1129
f2,5	Penetração de 2,5 mm	0.13	159	0.12	147	0.11	135			1355
f5,0	Penetração de 5,0 mm	0.20	245	0.17	208	0.14	171			2033
f7,5	Penetração de 7,5 mm	0.24	293	0.20	245	0.15	184			2575
f10,0	Penetração de 10,0 mm	0.27	330	0.22	268	0.17	208			3177
f12,5	Penetração de 12,5 mm									3388
CBRz=(fz/Fz)*100	C.B.R. z	2.5	12	11	10					
C.B.R.	C.B.R.de calculo (95%)						9			

O TÉCNICO

DATA 04/05/2015

[Handwritten signature]

**ipb****INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**
Escola Superior de Tecnologia e GestãoENSAIO CALIFORNIANO DE CAPACIDADE DE CARGA - **C.B.R.**

Fohla N.º 1

Faurécia

Amostra **P2**

COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA					
Número do Molde		1	2	3	4
Número de pancadas por camada		55	25	12	
h	Altura do solo no cilindro (0,1cm)	11.45	11.45	11.45	
$v = 182,4 \times h$	Volume do solo (cm ³)	2088	2088	2088	
P ₁	Peso do cilindro vazio (gr)	4822	4811	4949	
P ₂	Peso do cilindro com o solo (gr)	9330	9310	9342	
P ₂ -P ₁	Peso do solo (gr)	4508	4499	4393	
$y_h = (P_2 - P_1) / v$	Baridade húmida (0,001gr cm ³)	2.159	2.154	2.103	
H (v. fl. n.º 2)	Teor de húmidade (0,1%)	11.8	12.2	12.2	
$y_s = 100 \cdot y_h / (100 + H)$	Baridade seca (0,001grcm ³)	1.931	1.920	1.875	
y _m	Baridade seca máx (S, 12) (0,001grcm ³)	1.950	1.950	1.950	
y _s / y _m	Grau de Compactação (%)	99%	98%	96%	

EMBEBIÇÃO DA AMOSTRA

Espessura das placas de carga (cm)		7.5	7.5	7.5	
Leitura no deflect. no 1.º dia (0,01mm)		0.10	0.16	0.17	
Leitura no deflect. no 2.º dia (0,01mm)		0.11	0.17	0.18	
Leitura no deflect. no 3.º dia (0,01mm)		0.12	0.17	0.18	
Leitura no deflect. no 4.º dia (0,01mm)		0.12	0.17	0.18	
A h	Expansão máxima (0,01mm)	0.12	0.17	0.18	
$e = (A h / h) \cdot 100$	Expansão específica (0,1%)	1.0	1.5	1.6	
P ₃	Peso do cili. e solo após embeb. (gr)	9350	9340	9400	
P ₃ -P ₂	Peso da água absorvida (gr)	20	30	58	
P ₃ -P ₁	Peso do solo pós a embebição (gr)	4528	4529	4451	
$y'_h = (P_3 - P_1) / v$	Bari. húmida após embebição (0,001grcm ³)	2.168	2.169	2.131	
H' (v. fl. n.º 2)	Teor de húmid. após embebição (0,1%)	13.2	14.1	14.5	
$y'_s = 100 \cdot y'_h / (100 + H')$	Barid. seca após embebição (0,001grcm ³)	1.915	1.901	1.861	
y' _s / y _m	Grau de Compactação (%)	98%	97%	95%	

O Técnico

Data 12/05/15



ENSAIO CALIFORNIANO DE CAPACIDADE DE CARGA - C.B.R.

Folha n.º 2

Faurécia

Amostra N.º

P2

		Teor de humidade										
		1			2			3		4		
Número do molde		H	H'		H	H'		H	H'			
Número de cápsula		18	19	19	6	1	1	19	25	25		
pt	Peso da cápsula (0,01gr)	172	172	172	161	162	162	172	173	173		
pa + s + t	P.da cáps.e solo húmid. (0,01gr)	654	723	723	712	644	644	574	761	761		
ps + t	P.da cáps.e solo seco (0,01gr)	603	659	659	652	584	584	530	685	685		
pa=pa+s+t-ps+t	Peso da água (0,01gr)	50.9	64.2	64.2	59.8	59.6	59.6	43.6	75.5	75.5		
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,01gr)	431	487	487	491	423	423	359	513	513		
H'=(pa / ps)x100	Teor de húmid. (0,1%)	11.8	13.2	13.2	12.2	14.1	14.1	12.2	14.7	14.7		
Teores de humidade H e H' médios (0,1%)		11.8	13.2		12.2	14.1		12.2	14.7			

PENETRAÇÃO

Anel dinamométrico de Kg.

3000

Forças (f)		0.01 mm	Kg	0.01 mm	Kg	0.01 mm	Kg	0.01 mm	kg	Fz (Kg)
f0,5	Penetração de 0,5 mm	0.03	36	0.03	36	0.03	36			370
f1,0	Penetração de 1,0 mm	0.06	73	0.05	61	0.05	61			629
f1,5	Penetração de 1,5 mm	0.09	110	0.07	86	0.07	86			903
f2,0	Penetração de 2,0 mm	0.11	135	0.09	110	0.08	98			1129
f2,5	Penetração de 2,5 mm	0.15	184	0.12	147	0.09	110			1355
f5,0	Penetração de 5,0 mm	0.20	245	0.17	208	0.13	159			2033
f7,5	Penetração de 7,5 mm	0.23	281	0.22	268	0.20	245			2575
f10,0	Penetração de 10,0 mm	0.26	317	0.25	305	0.24	293			3177
f12,5	Penetração de 12,5 mm									3388
CBRz=(fz/Fz)*100	C.B.R. z	2.5		14		11		8		
C.B.R.	C.B.R.de calculo (95%)	8.00								

O TÉCNICO

DATA 04/05/15



ENSAIO CALIFORNIANO DE CAPACIDADE DE CARGA - **C.B.R.**

Fohla N.º 1

Faurécia

Amostra

P3

COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA					
Número do Molde		1	2	3	4
Número de pancadas por camada		55	25	12	
h	Altura do solo no cilindro (0,1cm)	11.45	11.45	11.45	
$v = 182,4 \times h$	Volume do solo (cm ³)	2088	2088	2088	
P ₁	Peso do cilindro vazio (gr)	4822	4811	4949	
P ₂	Peso do cilindro com o solo (gr)	9470	9360	9220	
P ₂ -P ₁	Peso do solo (gr)	4648	4549	4271	
$y_h = (P_2 - P_1) / v$	Baridade húmida (0,001grcm ³)	2.226	2.178	2.045	
H (v.fl. n.º2)	Teor de humidade (0,1%)	11.3	11.2	11.2	
$y_s = 100 \cdot y_h / (100 + H)$	Baridade seca (0,001grcm ³)	2.000	1.959	1.839	
y _m	Baridade seca máx (S,12) (0,001grcm ³)	2.000	2.000	2.000	
y _s / y _m	Grau de Compactação (%)	100%	98%	92%	

EMBEBIÇÃO DA AMOSTRA

Espessura das placas de carga (cm)		7.5	7.5	7.5	
Leitura no deflect. no 1.º dia (0,01mm)		0.11	0.23	0.44	
Leitura no deflect. no 2.º dia (0,01mm)		0.14	0.27	0.46	
Leitura no deflect. no 3.º dia (0,01mm)		0.15	0.28	0.47	
Leitura no deflect. no 4.º dia (0,01mm)		0.15	0.28	0.48	
A h	Expansão máxima (0,01mm)	0.15	0.28	0.48	
$e = (A h / h) \cdot 100$	Expansão específica (0,1%)	1.3	2.4	4.2	
P ₃	Peso do cili. e solo após embeb.	9505	9415	9350	
P ₃ -P ₂	Peso da água absorvida (gr)	35	55	130	
P ₃ -P ₁	Peso do solo pós a embebição (gr)	4683	4604	4401	
$y'_h = (P_3 - P_1) / v$	Barid. húmida após embebição (0,001grcm ³)	2.242	2.204	2.107	
H' (v. fl. n.º 2)	Teor de húmid. após embebição (0,1%)	12.2	12.5	14.7	
$y'_s = 100 \cdot y'_h / (100 + H')$	Barid. seca após embebição (0,001grcm ³)	1.998	1.960	1.837	
y' _s / y _m	Grau de Compactação (%)	100%	98%	92%	

O Técnico

Data 26/05/2015



ENSAIO CALIFORNIANO DE CAPACIDADE DE CARGA - C.B.R.

Folha n.º 2

Faurécia

Amostra N.º

P3

Teor de humidade													
Número do molde		1			2			3			4		
		H	H'		H	H'		H	H'		H	H'	
Número de cápsula		18	15	15	11	18	18	15	11	11			
pt	Peso da cápsula (0,01gr)	172.1	168.8	168.8	159.8	172.1	172.1	168.8	159.8	159.8			
pa + s + t	P.da cáps.e solo húmid. (0,01gr)	702	843.2	843.2	649.5	914.8	914.8	707.7	902.8	902.8			
ps + t	P.da cáps.e solo seco (0,01gr)	648.1	770	770	600.1	832.5	832.5	653.4	807.7	807.7			
pa=pa+s+t-ps+t	Peso da água (0,01gr)	53.9	73.2	73.2	49.4	82.3	82.3	54.3	95.1	95.1			
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,01gr)	476	601.2	601.2	440.3	660.4	660.4	484.6	647.9	647.9			
H'=(pa / ps)x100	Teor de húmid. (0,1%)	11.32	12.18	12.18	11.22	12.5	12.5	11.21	14.7	14.7			
Teores de humidade H e H'médios (0,1%)		11.3	12.2		11.2	12.5		11.2	14.7				

PENETRAÇÃO

Anel dinamométrico de Kg.

3000

Forças (f)		0.01 mm	Kg	0.01 mm	Kg	0.01 mm	Kg	0.01 mm	kg	Fz (Kg)
f0,5	Penetração de 0,5 mm	0.04	49	0.06	73	0.04	49			370
f1,0	Penetração de 1,0 mm	0.11	135	0.14	171	0.07	86			629
f1,5	Penetração de 1,5 mm	0.20	245	0.21	257	0.09	110			903
f2,0	Penetração de 2,0 mm	0.28	342	0.27	330	0.11	135			1129
f2,5	Penetração de 2,5 mm	0.35	427	0.30	366	0.13	159			1355
f5,0	Penetração de 5,0 mm	0.52	633	0.43	525	0.19	233			2033
f7,5	Penetração de 7,5 mm	0.66	802	0.50	609	0.22	268			2575
f10,0	Penetração de 10,0 mm	0.75	910	0.55	669	0.25	305			3177
f12,5	Penetração de 12,5 mm									3388
CBRz=(fz/Fz)*100	C.B.R. z	2.5		32		27		12		
C.B.R.	C.B.R.de calculo (95%)	20								

O TÉCNICO

DATA 04/05/2015



ENSAIO CALIFORNIANO DE CAPACIDADE DE CARGA - C.B.R.

Fohla N.º 1

Faurécia

Amostra

P4

COMPACTAÇÃO DA AMOSTRA					
Número do Molde		1	2	3	4
Número de pancadas por camada		55	25	12	
h	Altura do solo no cilindro (0,1cm)	11.45	11.45	11.45	
$v = 182,4 \times h$	Volume do solo (cm ³)	2088	2088	2088	
P ₁	Peso do cilindro vazio (gr)	4822	4811	4949	
P ₂	Peso do cilindro com o solo (gr)	9345	9220	9040	
P ₂ -P ₁	Peso do solo (gr)	4523	4409	4091	
$y_h = (P_2 - P_1) / v$	Baridade húmida (0,001grcm ³)	2.166	2.111	1.959	
H (v.fl. n.º2)	Teor de humidade (0,1%)	10.4	10.7	10.5	
$y_s = 100 \cdot y_h / (100 + H)$	Baridade seca (0,001grcm ³)	1.962	1.907	1.773	
y _m	Baridade seca máx (S,12) (0,001grcm ³)	1.980	1.980	1.980	
y _s / y _m	Grau de Compactação (%)	99%	96%	90%	

EMBEBIÇÃO DA AMOSTRA

Espessura das placas de carga (cm)		7.5	7.5	7.5	
Leitura no deflect. no 1.º dia (0,01mm)		0.43	0.42	0.64	
Leitura no deflect. no 2.º dia (0,01mm)		0.46	0.44	0.65	
Leitura no deflect. no 3.º dia (0,01mm)		0.48	0.45	0.66	
Leitura no deflect. no 4.º dia (0,01mm)		0.48	0.45	0.66	
A h	Expansão máxima (0,01mm)	0.48	0.45	0.66	
$e = (A h / h) \cdot 100$	Expansão específica (0,1%)	4.2	3.9	5.8	
P ₃	Peso do cili. e solo após embeb.	9410	9295	9170	
P ₃ -P ₂	Peso da água absorvida (gr)	65	75	130	
P ₃ -P ₁	Peso do solo pós a embebição (gr)	4588	4484	4221	
$y'_h = (P_3 - P_1) / v$	Barid. húmida após embebição (0,001grcm ³)	2.197	2.147	2.021	
H' (v. fl. n.º 2)	Teor de húmid. após embebição (0,1%)	11.6	13.1	15.2	
$y'_s = 100 \cdot y'_h / (100 + H')$	Barid. seca após embebição (0,001grcm ³)	1.968	1.898	1.754	
y' _s / y _m	Grau de Compactação (%)	99%	96%	89%	

O Técnico

Data 26/05/2015



ENSAIO CALIFORNIANO DE CAPACIDADE DE CARGA - C.B.R.

Folha n.º 2

Faurécia

Amostra N.º

P4

Teor de humidade												
Número do molde		1			2			3			4	
		H	H'		H	H'		H	H'		H	H'
Número de cápsula		15	18	18	19	15	15	18	19	19		
pt	Peso da cápsula (0,01gr)	168.8	172.1	172.1	171.8	168.8	168.8	172.1	171.8	171.8		
pa + s + t	P.da cáps.e solo húmid. (0,01gr)	788.1	831.8	831.8	781.7	847.5	847.5	749.1	803.9	803.8		
ps + t	P.da cáps.e solo seco (0,01gr)	729.7	763	763	722.7	769	769	694.3	720.5	720.5		
pa=pa+s+t-ps+t	Peso da água (0,01gr)	58.4	68.8	68.8	59	78.5	78.5	54.8	83.4	83.3		
ps=ps+t-pt	Peso do solo seco (0,01gr)	560.9	590.9	590.9	550.9	600.2	600.2	522.2	548.7	548.7		
H'=(pa / ps)x100	Teor de húmid. (0,1%)	10.41	11.64	11.64	10.71	13.1	13.1	10.49	15.2	15.2		
Teores de humidade H e H' médios (0,1%)		10.4	11.6		10.7	13.1		10.5	15.2			

PENETRAÇÃO

Anel dinamométrico de Kg.

3000

Forças (f)		0.01 mm	Kg	0.01 mm	Kg	0.01 mm	Kg	0.01 mm	kg	Fz (Kg)
f0,5	Penetração de 0,5 mm	0.17	204	0.11	135	0.05	61			370
f1,0	Penetração de 1,0 mm	0.33	403	0.20	245	0.08	98			629
f1,5	Penetração de 1,5 mm	0.45	459	0.29	354	0.10	122			903
f2,0	Penetração de 2,0 mm	0.53	646	0.36	440	0.12	147			1129
f2,5	Penetração de 2,5 mm	0.58	706	0.40	489	0.15	184			1355
f5,0	Penetração de 5,0 mm	0.87	1055	0.54	657	0.18	220			2033
f7,5	Penetração de 7,5 mm	1.04	1261	0.61	742	0.21	257			2575
f10,0	Penetração de 10,0 mm	1.18	1431	0.67	814	0.24	293			3177
f12,5	Penetração de 12,5 mm									3388
CBRz=(fz/Fz)*100	C.B.R. z	2.5		52		36		14		
C.B.R.	C.B.R.de calculo (95%)	26								

O TÉCNICO

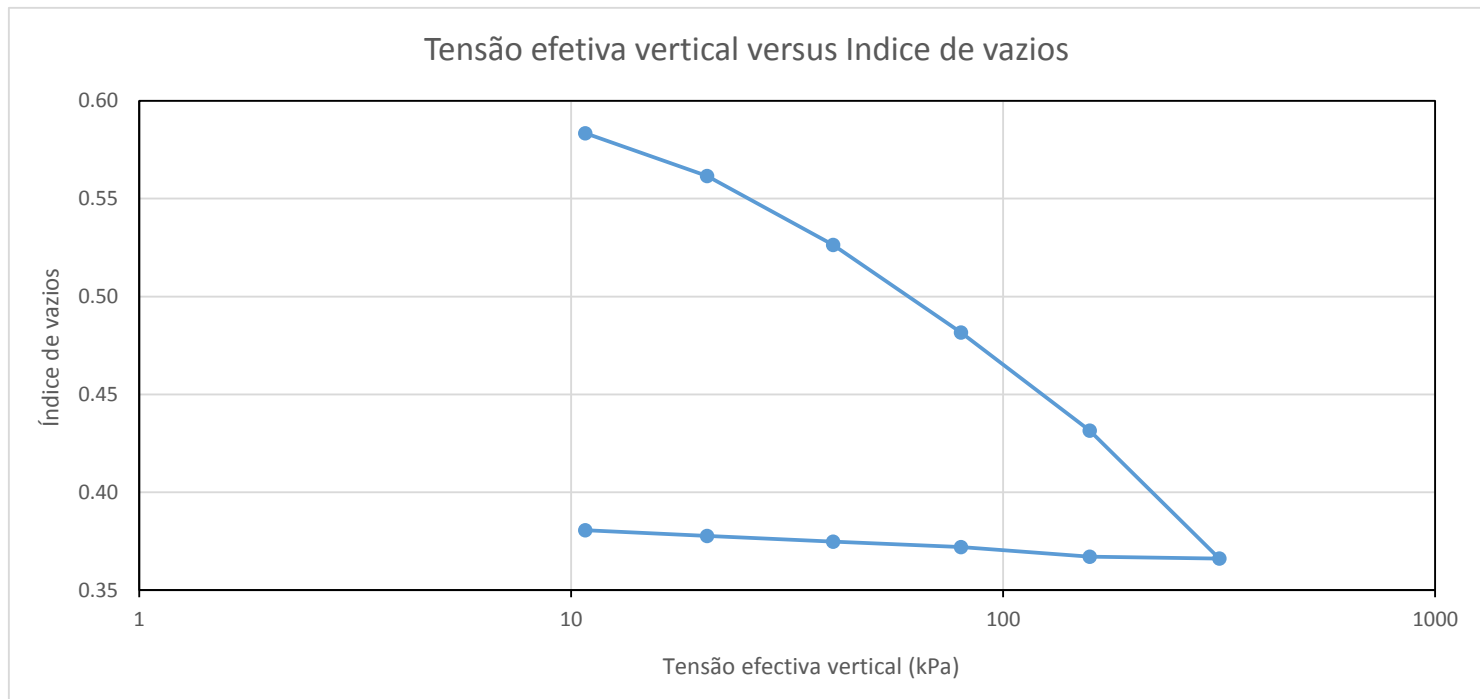
DATA 04/05/2015

Índice de vazios e coeficiente de consolidação					
Descrição do Solo:	P1		Localização:	Faurecia	
Diâmetro da Amostra (mm):	112.5		Altura amostra (mm):	20.00	
Teor em água inicial w_0 (%)=	23.17		Teor em água final w_f (%)=	21.29	
Peso volumico seco γ_d (kN/m ³)=	15.98		Densidade das particulas G=	2.68	
Altura equivalente de particulas solidas H_s (cm)=	1.21661024				

Carga Aplicada (kPa)	Desloc. Final (d _f) (mm)	ΔH_f (mm)	ε (%)	H_f (mm)	e_i	Tempo (consolidação primária)		Coeficiente de consolidação (C _v m ² /min)	
						t ₉₀ (min)	t ₅₀ (min)	Taylor	Casagrande
0	2	0	0	20	0.644	s.e.	s.e.		
5.8	2.28	0.28	1.4	19.72	0.621	s.e.	s.e.		
10.8	2.735	0.735	3.675	19.265	0.583	32.41	7.20	2.62E-06	2.74E-06
20.6	3.002	1.002	5.01	18.998	0.562	27.58	7.24	3.07E-06	2.72E-06
40.4	3.43	1.43	7.15	18.57	0.526	30.05	6.64	2.82E-06	2.97E-06
79.8	3.975	1.975	9.875	18.025	0.482	21.89	11.00	3.87E-06	1.79E-06
158.8	4.585	2.585	12.925	17.415	0.431	20.67	5.89	4.10E-06	3.34E-06
316.6	5.38	3.38	16.9	16.62	0.366	21.24	5.34	3.99E-06	3.69E-06
158.8	5.3675	3.3675	16.8375	16.6325	0.367				
79.8	5.309	3.309	16.545	16.691	0.372				
40.4	5.275	3.275	16.375	16.725	0.375				
20.6	5.239	3.239	16.195	16.761	0.378				
10.8	5.2025	3.2025	16.0125	16.7975	0.381				
		2	10	18	0.480				

s.e. - Sem efeito

Parâmetros de compressibilidade do solo		P1
Índice de compressibilidade (Cc) =		0.22
Índice de recompressibilidade (Cr) =		0.01



Parâmetros de compressibilidade do solo P1

Índice de compressibilidade (C_c) = 0.22

Índice de recompressibilidade (C_r) = 0.01

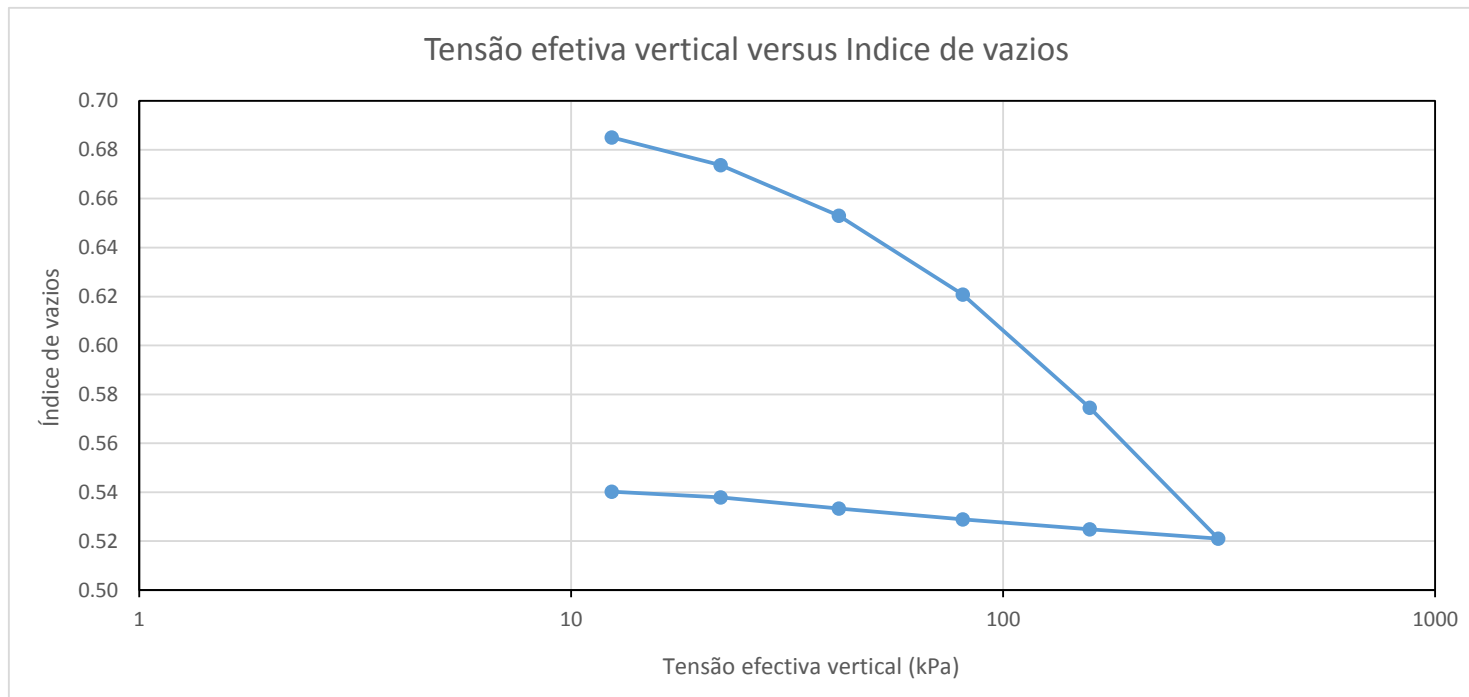


Índice de vazios e coeficiente de consolidação					
Descrição do Solo:	P2		Localização:	Faurecia	
Diâmetro da Amostra (mm):	80		Altura amostra (mm):	20.00	
Teor em água inicial w_0 (%)=	18.63		Teor em água final w_f (%)=	22.79	
Peso volumico seco γ_d (kN/m ³)=	15.47		Densidade das particulas G=	2.67	
Altura equivalente de particulas solidas H_s (cm)=	1.182093402				

Carga Aplicada (kPa)	Desloc. Final (d _f) (mm)	ΔH_f (mm)	ε (%)	H_f (mm)	e_i	Tempo (consolidação primária)		Coeficiente de consolidação (C _v m ² /min)	
						t ₉₀ (min)	t ₅₀ (min)	Taylor	Casagrande
0	2	0	0	20	0.692	s.e.	s.e.		
5.0	2	0	0	20	0.692	s.e.	s.e.		
12.4	2.081	0.081	0.405	19.919	0.685	13.18	3.09	6.43E-06	6.37E-06
22.2	2.215	0.215	1.075	19.785	0.674	13.93	4.90	6.09E-06	4.02E-06
41.7	2.46	0.46	2.3	19.54	0.653	9.97	1.78	8.51E-06	1.10E-05
80.7	2.841	0.841	4.205	19.159	0.621	5.29	1.71	1.60E-05	1.15E-05
158.7	3.3875	1.3875	6.9375	18.6125	0.575	6.02	1.57	1.41E-05	1.26E-05
314.8	4.02	2.02	10.1	17.98	0.521	5.84	1.41	1.45E-05	1.40E-05
158.7	3.975	1.975	9.875	18.025	0.525				
80.7	3.9275	1.9275	9.6375	18.0725	0.529				
41.7	3.875	1.875	9.375	18.125	0.533				
22.2	3.821	1.821	9.105	18.179	0.538				
12.4	3.7925	1.7925	8.9625	18.2075	0.540				
		2	10	18	0.523				

s.e. - Sem efeito

Parâmetros de compressibilidade do solo		P2
Índice de compressibilidade (Cc) =		0.17
Índice de recompressibilidade (Cr) =		0.01



Parâmetros de compressibilidade do solo P2

Índice de compressibilidade (C_c) = 0.17

Índice de recompressibilidade (C_r) = 0.01



Índice de vazios e coeficiente de consolidação

Descrição do Solo: P3				Localização: Faurecia - Bragança			
Diâmetro da Amostra (mm): 80				Altura amostra (mm): 20.00			
Teor em água inicial		w_0 (%) = 9.66		Teor em água final		w_f (%) = 22.48	
Peso volumico seco		γ_d (kN/m ³) = 13.76		Densidade das particulas		G = 2.67	
Altura equivalente de particulas solidas				H_s (cm) = 1.05			

Carga Aplicada (kPa)	Desloc. Final (d _f) (mm)	ΔH_f (mm)	ϵ (%)	H_f (mm)	e_i	Tempo (consolidação primária)		Coeficiente de consolidação C_v (m ² /min)	
						t_{90} (min)	t_{50} (min)	Taylor	Casagrande
0	0	0	0	20	0.901	s.e.	s.e.		
5.0	0	0	0	20	0.901	s.e.	s.e.		
22.2	0.221	0.221	1.105	19.779	0.880	0.25	s.e.	3.39E-04	
41.7	0.755	0.755	3.775	19.245	0.830	0.36	0.75	2.36E-04	2.63E-05
80.7	1.785	1.785	8.925	18.215	0.732	0.17	0.67	4.99E-04	2.94E-05
158.7	2.775	2.775	13.875	17.225	0.638	0.37	0.18	2.29E-04	1.09E-04
80.7	2.73	2.73	13.65	17.27	0.642	s.e.	s.e.		
41.7	2.704	2.704	13.52	17.296	0.644	s.e.	s.e.		
22.2	2.659	2.659	13.295	17.341	0.649	s.e.	s.e.		

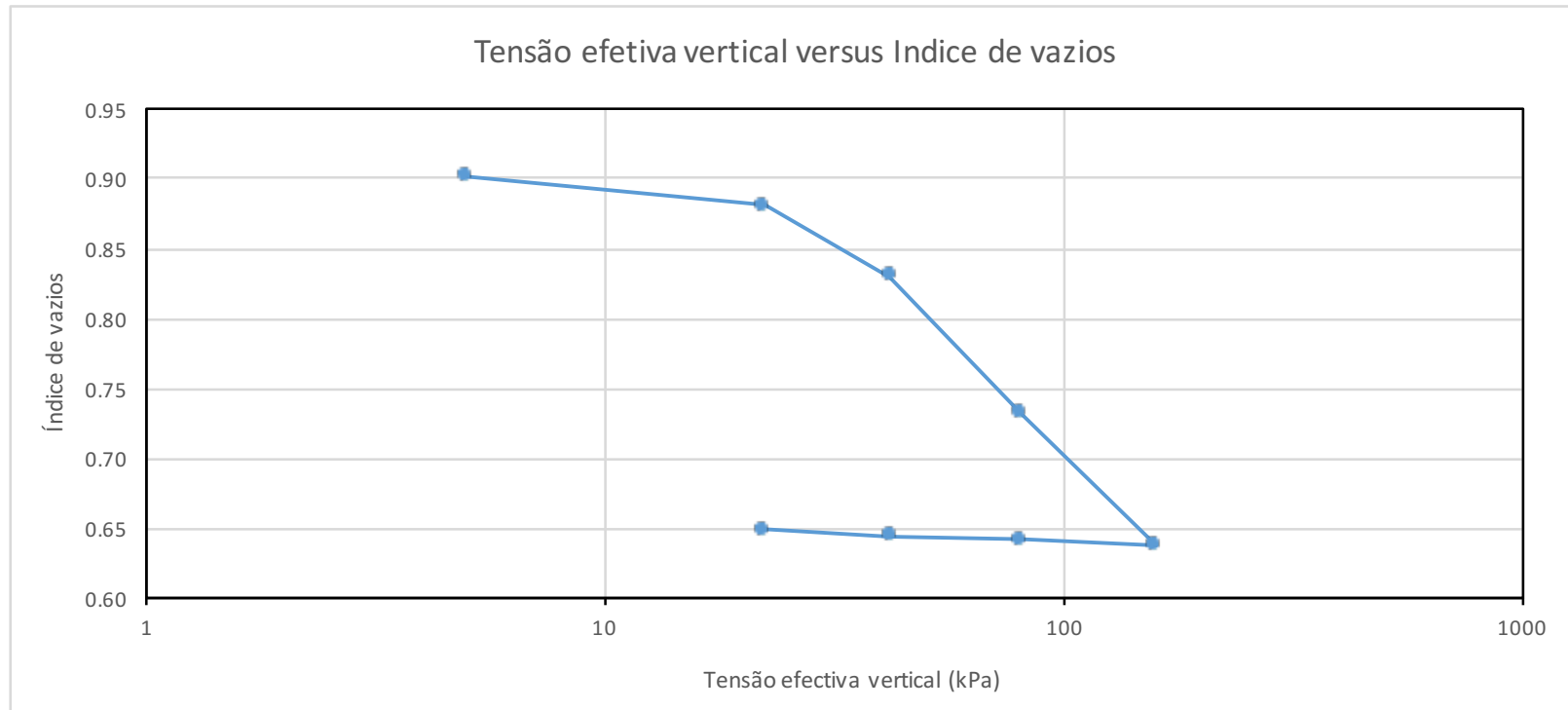
s.e. - Sem efeito

Parâmetros de compressibilidade do solo P3

Índice de compressibilidade (Cc) = 0.33

Índice de recompressibilidade (Cr) = 0.02

Amostra: P3



Parâmetros de compressibilidade do solo P3

Índice de compressibilidade (C_c) = 0.33

Índice de compressibilidade (C_r) = 0.02

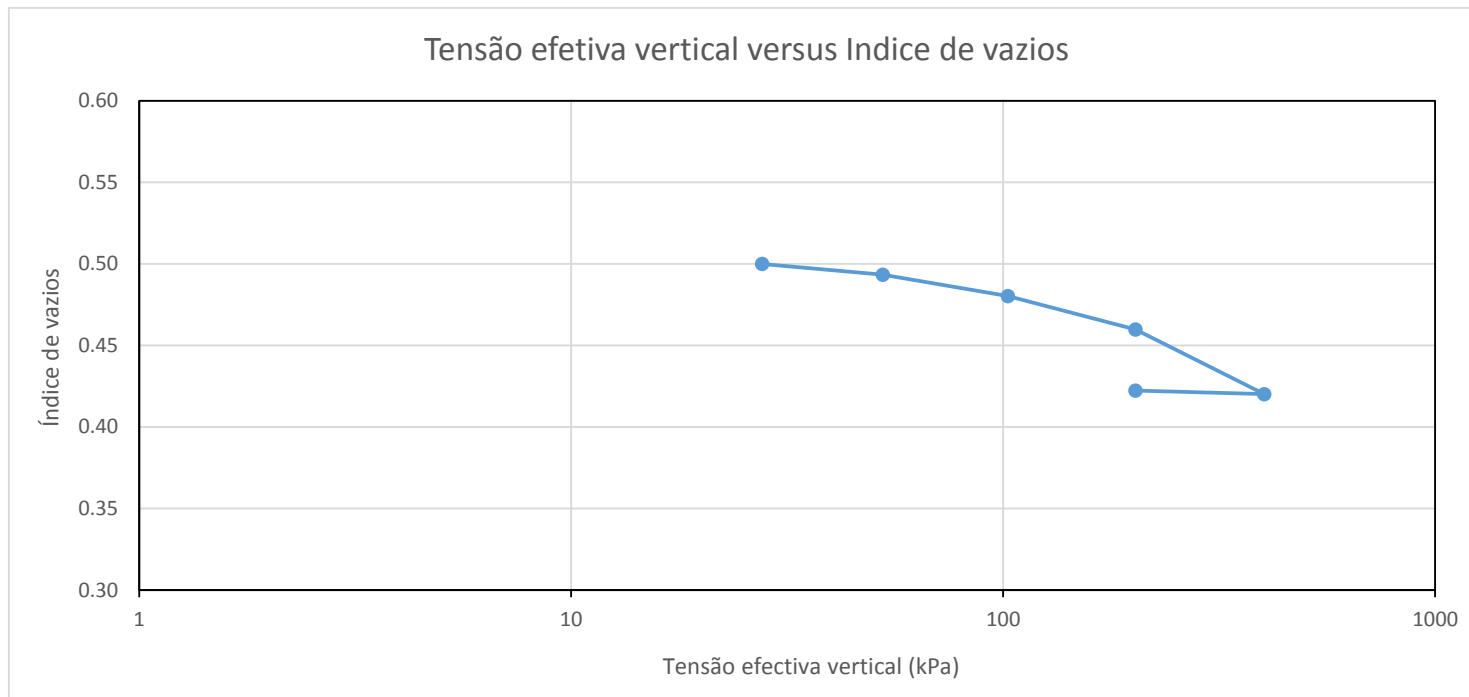


Índice de vazios e coeficiente de consolidação					
Descrição do Solo:	P4		Localização:	Faurecia	
Diâmetro da Amostra (mm):	50		Altura amostra (mm):	20.00	
Teor em água inicial w_0 (%)=	14.33		Teor em água final w_f (%)=	21.90	
Peso volumico seco γ_d (kN/m ³)=	16.48		Densidade das particulas G=	2.59	
Altura equivalente de particulas solidas H_s (cm)=	1.298559778				

Carga Aplicada (kPa)	Desloc. Final (d _f) (mm)	ΔH_f (mm)	ε (%)	H_f (mm)	e_i	Tempo (consolidação primária)		Coeficiente de consolidação (C _v m ² /min)	
						t ₉₀ (min)	t ₅₀ (min)	Taylor	Casagrande
0	10	0	0	20	0.540	s.e.	s.e.		
5.2	10	0	0	20	0.540	s.e.	s.e.		
15.2	10.473	0.473	2.365	19.527	0.504				
27.7	10.522	0.522	2.61	19.478	0.500	2.43	1.34	3.49E-05	1.47E-05
52.6	10.608	0.608	3.04	19.392	0.493	4.67	2.83	1.82E-05	6.96E-06
102.6	10.778	0.778	3.89	19.222	0.480	4.73	0.73	1.79E-05	2.70E-05
202.5	11.043	1.043	5.215	18.957	0.460	2.88	0.69	2.94E-05	2.84E-05
402.3	11.558	1.558	7.79	18.442	0.420	2.77	0.63	3.06E-05	3.10E-05
202.5	11.5305	1.5305	7.6525	18.4695	0.422				
102.6		10	50	10	-0.230				
52.6		10	50	10	-0.230				
27.7		10	50	10	-0.230				
15.2		10	50	10	-0.230				
		10	50	10	-0.230				

s.e. - Sem efeito

Parâmetros de compressibilidade do solo		P4
Índice de compressibilidade (Cc) =		0.13
Índice de recompressibilidade (Cr) =		0.01



Parâmetros de compressibilidade do solo P4

Índice de compressibilidade (C_c) = 0.13

Índice de recompressibilidade (C_r) = 0.01



