

4º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO
DE CONDICIONANTES

CAPÍTULO 2 – ANDAMENTO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL

**Anexo 10.3 - 3 – Resultados laboratoriais da
classificação geotécnica**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA

APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DE ENSAIOS DE LABORATÓRIO DE MECÂNICA DE SOLOS

INTERESSADO:

AMBIENTAL TECNOLOGIA LTDA.

BRASÍLIA, DISTRITO FEDERAL

RELATÓRIO DE ENSAIOS DE LABORATÓRIO

APRESENTAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

INTRODUÇÃO

1. Introdução

O presente relatório apresenta resultados dos seguintes ensaios geotécnicos em solos típicos das encostas marginais do reservatório ao longo do rio Xingu (Volta Grande do Xingu), que abrange os municípios de Vitória do Xingu, Altamira e Brasil Novo - Pará:

- Ensaios de Granulometria no Solo da Amostra 3;
- Ensaios de Adensamento Uni-dimensional com colapso sob tensão pré-estabelecida;
- Ensaios de Expansão;
- Ensaios de Inderbitzen.

Os ensaios e aspectos relativos às suas realizações foram especificados pelo interessado.

A seguir são apresentados os resultados dos ensaios realizados.

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO

2. Resultados dos Ensaios

2.1 Ensaios de Limites de Consistência e de Granulometria do Solo da Amostra 3

Os valores de limites de liquidez e de limite de plasticidade obtidos para a Amostra 3 foram iguais a 50% e 38%, respectivamente. No Anexo 1 são apresentados os resultados obtidos nestes ensaios. As Figuras 1 (a) e (b) apresentam as curvas granulométricas obtidas para o solo da amostra 3, sem e com a utilização de defloculante, respectivamente. Os demais dados relativos aos ensaios de granulometria podem ser encontrados no Anexo 1 do presente relatório. Para os resultados encontrados, o solo da amostra 3 seria classificado como MH pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos, tanto para ensaio de granulometria com e sem defloculante. Deve-se atentar que o valor do limite de liquidez (= 50%) é limítrofe no que diz respeito à classificação de solos com mais de 50% em massa de grãos menores que 0,075 mm pelo referido sistema. Especificidades do solo (teor de matéria orgânica, por exemplo), podem alterar a classificação.

2.2 Ensaios de Expansão

As Figuras 2 a 7 apresentam os resultados de ensaios de expansão nas amostras de solo, de acordo com a norma ASTM D4546-08. Informações adicionais sobre estes ensaios podem ser

encontradas no Anexo 2 do presente relatório. Os resultados indicam que as amostras não apresentaram expansão para as condições dos ensaios.

2.3 Ensaios de Adensamento Unidimensional

As Figuras 8 a 13 apresentam as curvas de adensamento obtidas nos ensaios de adensamento/colapso realizados nas amostras de solo. A Tabela 1 sumaria os resultados de coeficientes de adensamento calculados pelo método de Taylor para tensões superiores à tensão de indução de colapso. Demais dados e informações sobre os ensaios são apresentados no Anexo 3. A intensidade de colapso variou com a amostra considerada. A Tabela 2 apresenta os valores de Índice de Colapso (i) obtidos, sendo tal índice definido por:

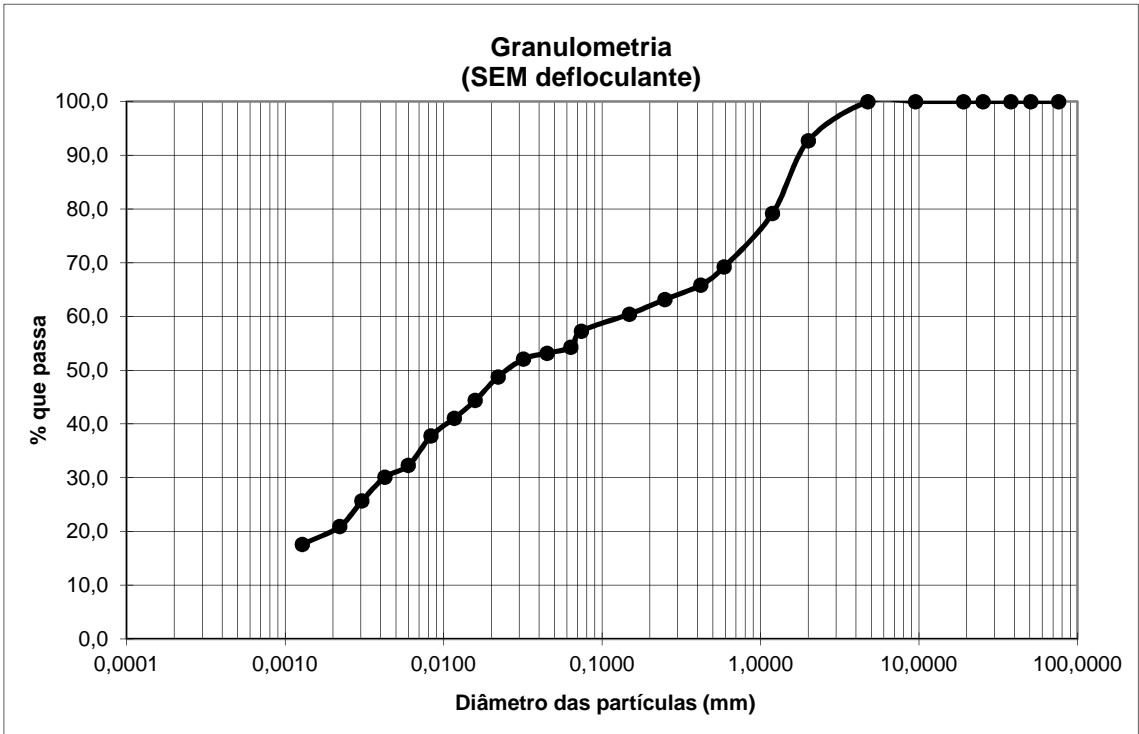
$$i = \frac{\Delta e}{1 + e_{ac}} \times 100 (\%)$$

Onde: i = Índice de Colapso (em %), Δe = variação do índice de vazios da amostra devido ao colapso e e_{ac} = índice de vazios imediatamente antes do umedecimento da amostra.

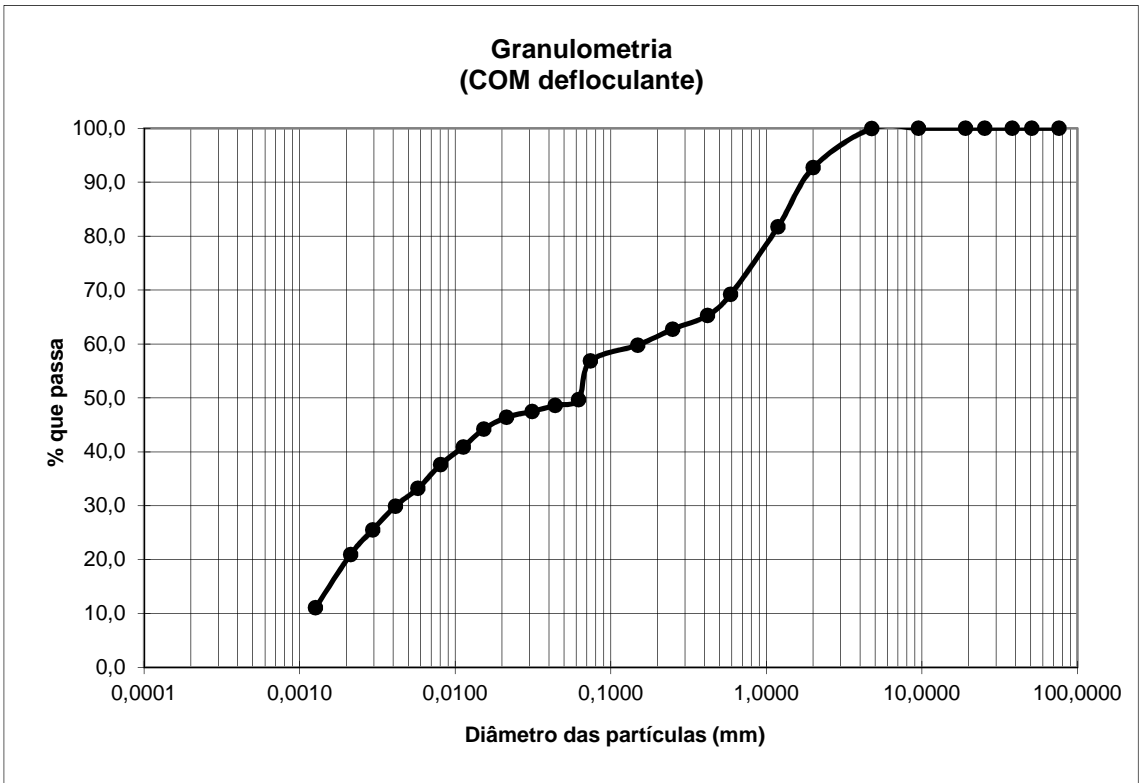
A amostra 1 foi a que apresentou o maior Índice de Colapso ($i = 8,75\%$).

2.4 Ensaios de Inderbitzen

A Figura 14 apresenta os resultados de ensaios de Inderbitzen em termos de perda acumulada de solo versus tempo em ensaios com vazão de 120 l/h. Informações adicionais sobre estes ensaios são apresentados no Anexo 4. Diferentes valores de perda de solo acumulada foram observadas, dependendo da amostra considerada, sendo que as amostras 05 e 06 foram as que apresentaram maior perda acumulada de solo.

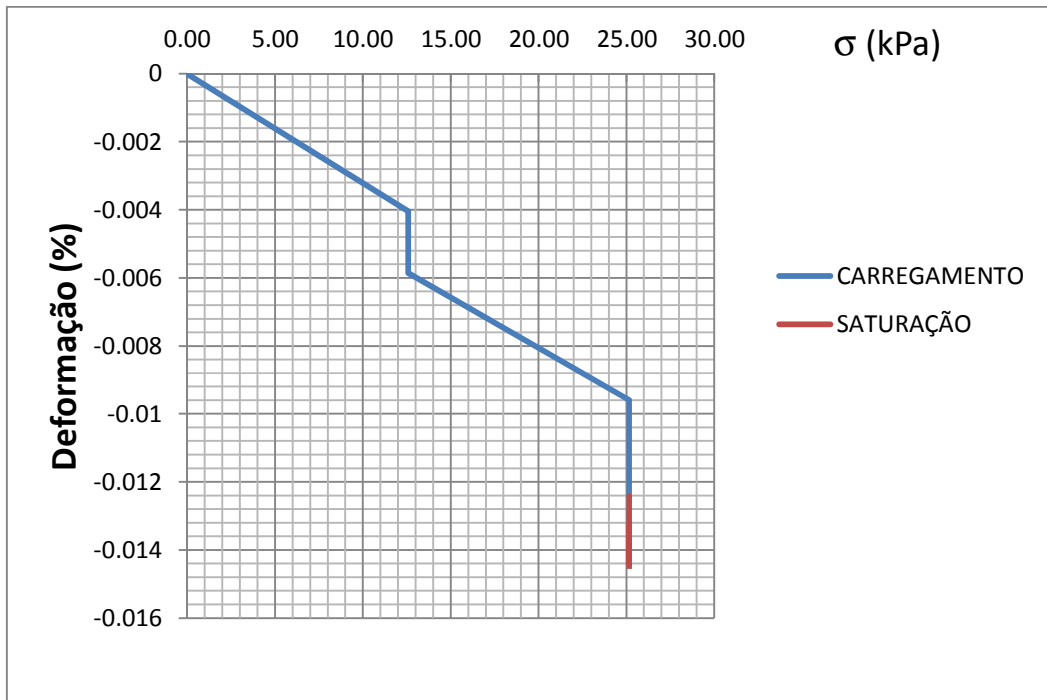


(a) Sem defloculante.



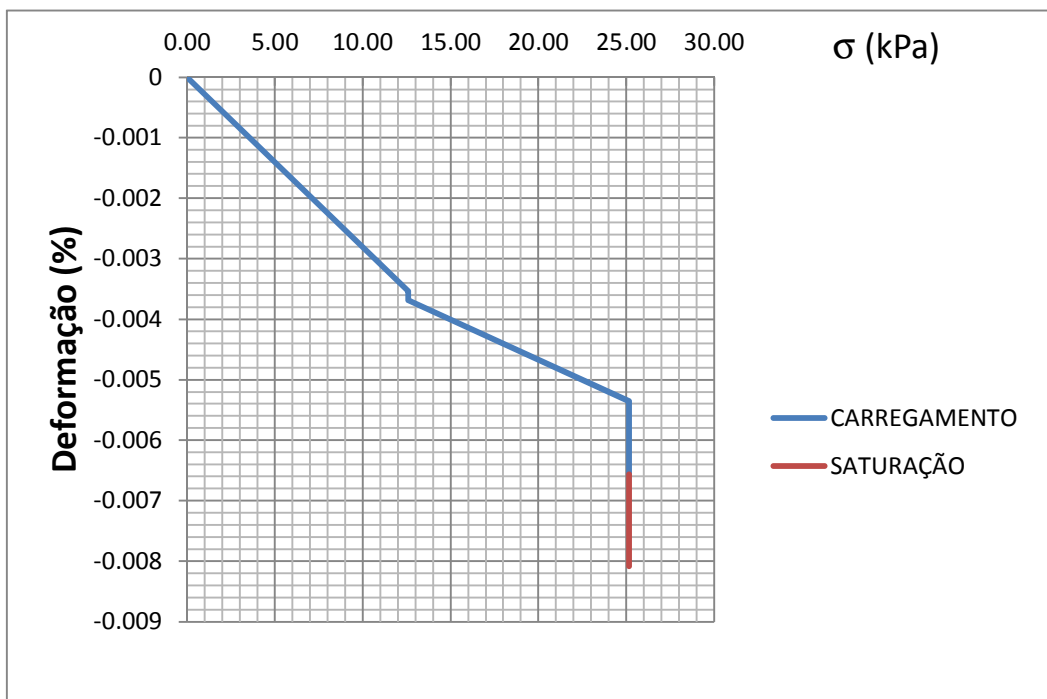
(b) Com defloculante.

Figura 1. Resultados de ensaios de granulometria – Amostra 3.



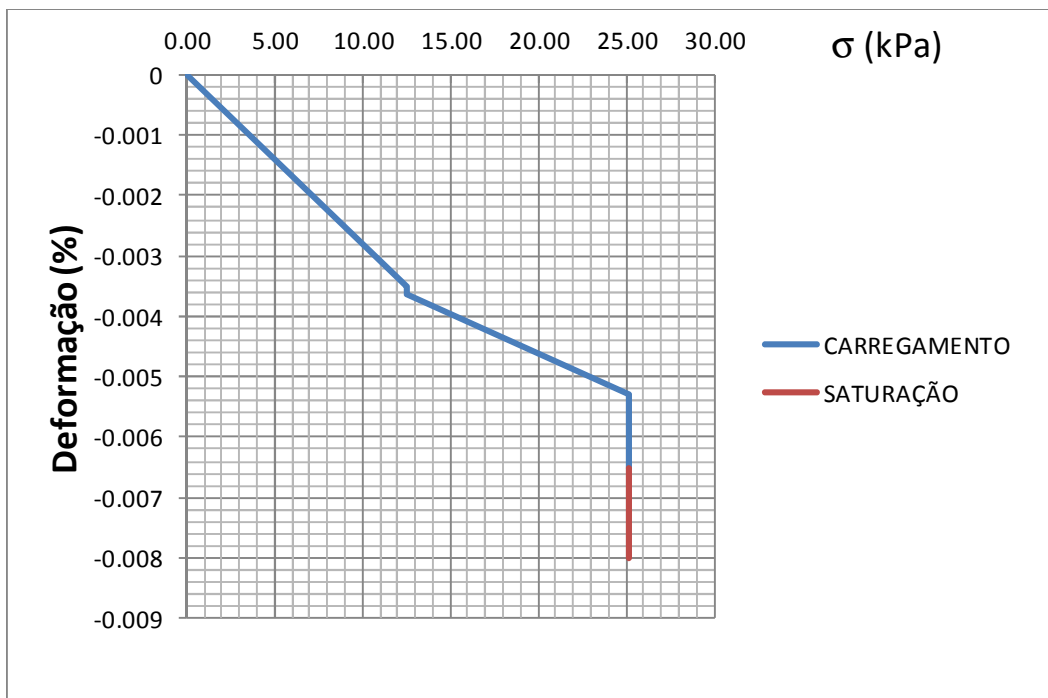
OBS: deformação negativa indica compressão da amostra.

Figura 2. Ensaio de Expansão – Amostra 1.



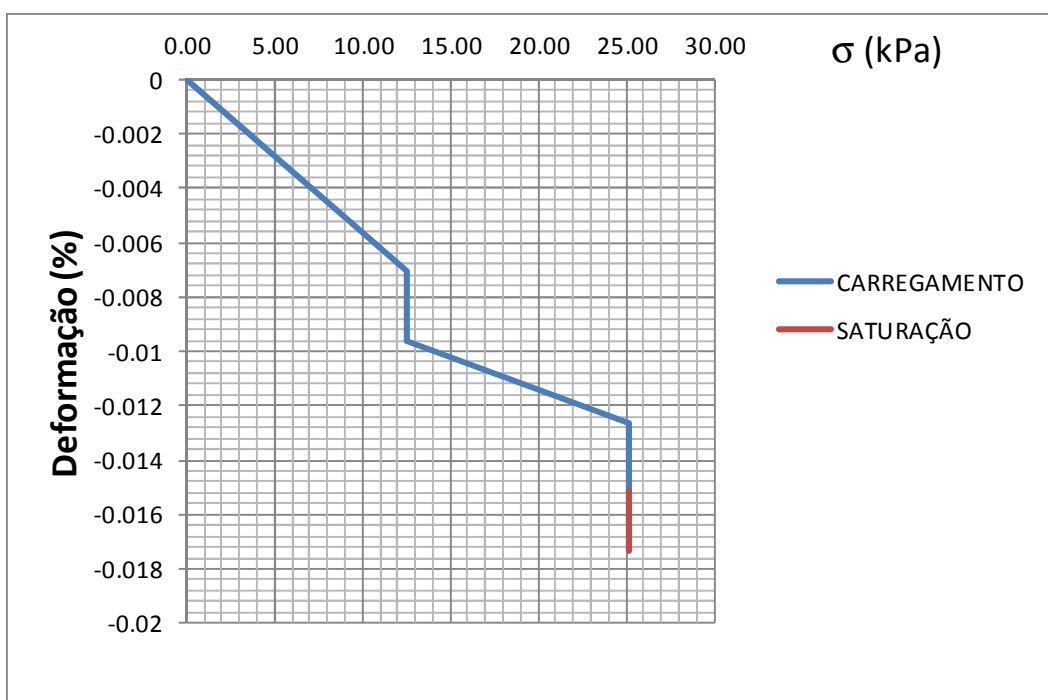
OBS: deformação negativa indica compressão da amostra.

Figura 3. Ensaio de Expansão – Amostra 2.



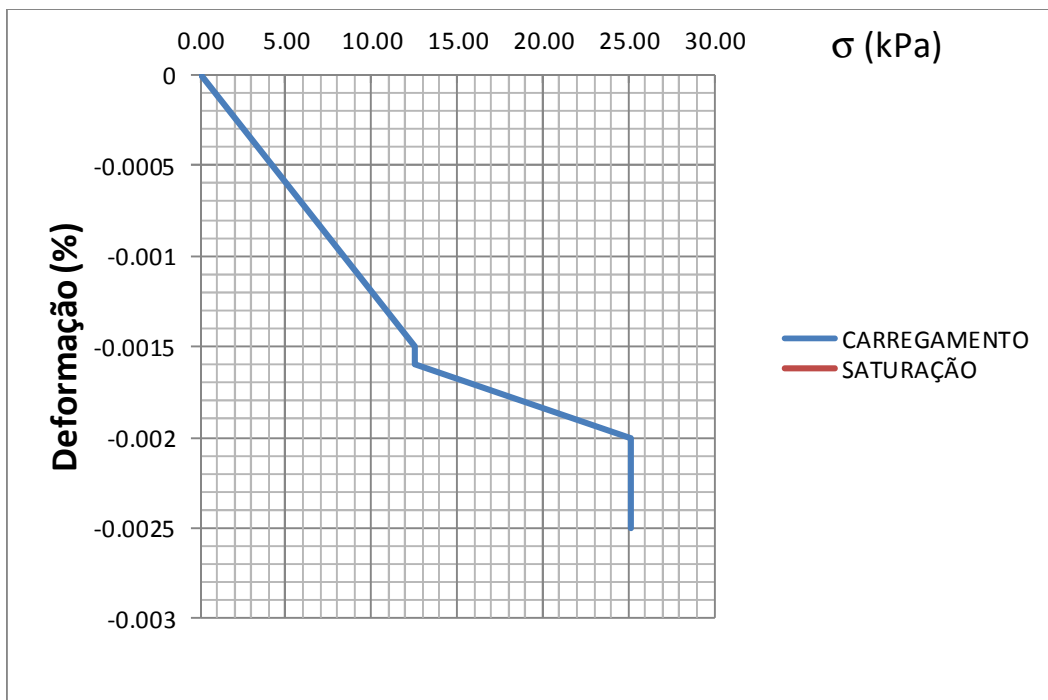
OBS: deformação negativa indica compressão da amostra.

Figura 4. Ensaio de Expansão – Amostra 3.



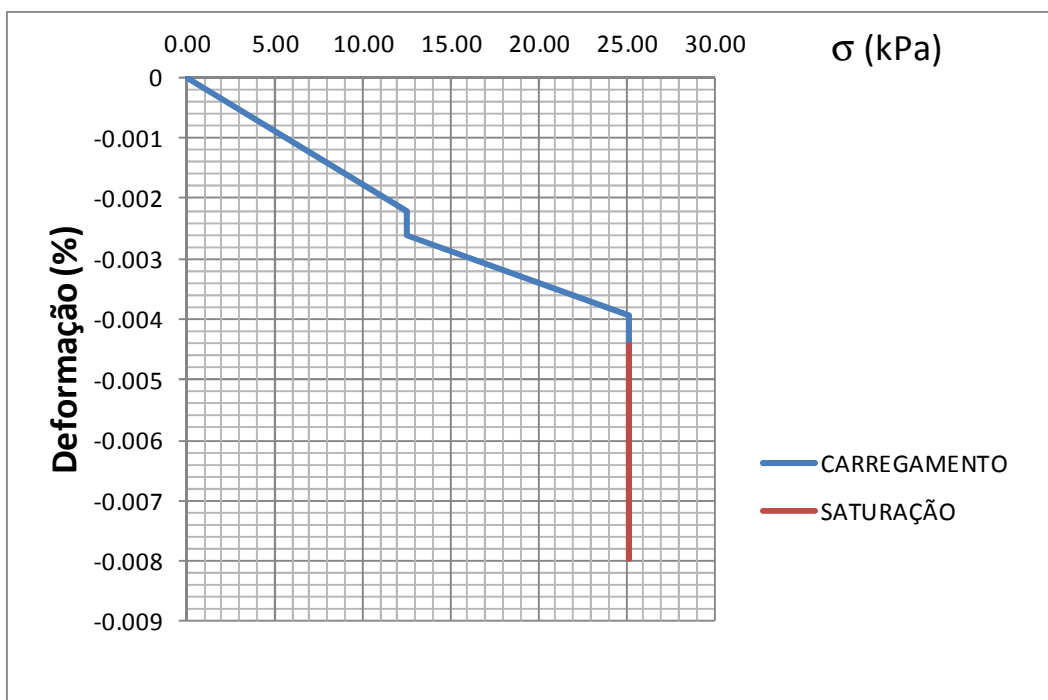
OBS: deformação negativa indica compressão da amostra.

Figura 5. Ensaio de Expansão – Amostra 4.



OBS: deformação negativa indica compressão da amostra.

Figura 6. Ensaio de Expansão – Amostra 5.



OBS: deformação negativa indica compressão da amostra.

Figura 7. Ensaio de Expansão – Amostra 6.

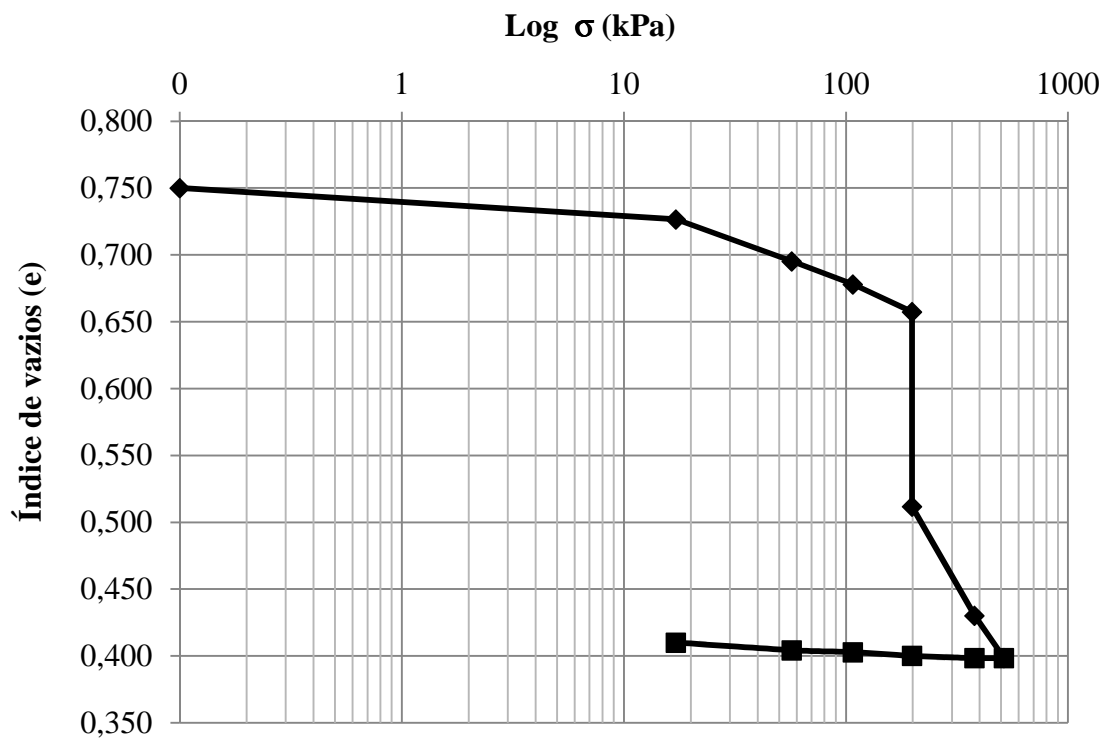


Figura 8. Curva de adensamento - Amostra 1.

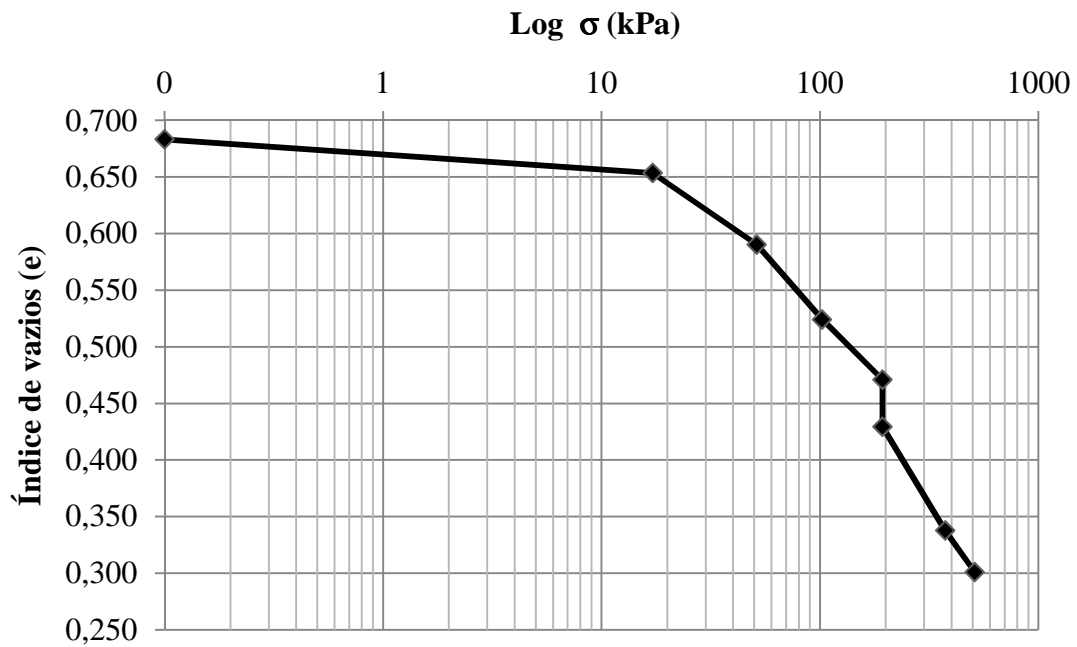


Figura 9. Curva de adensamento – Amostra 2

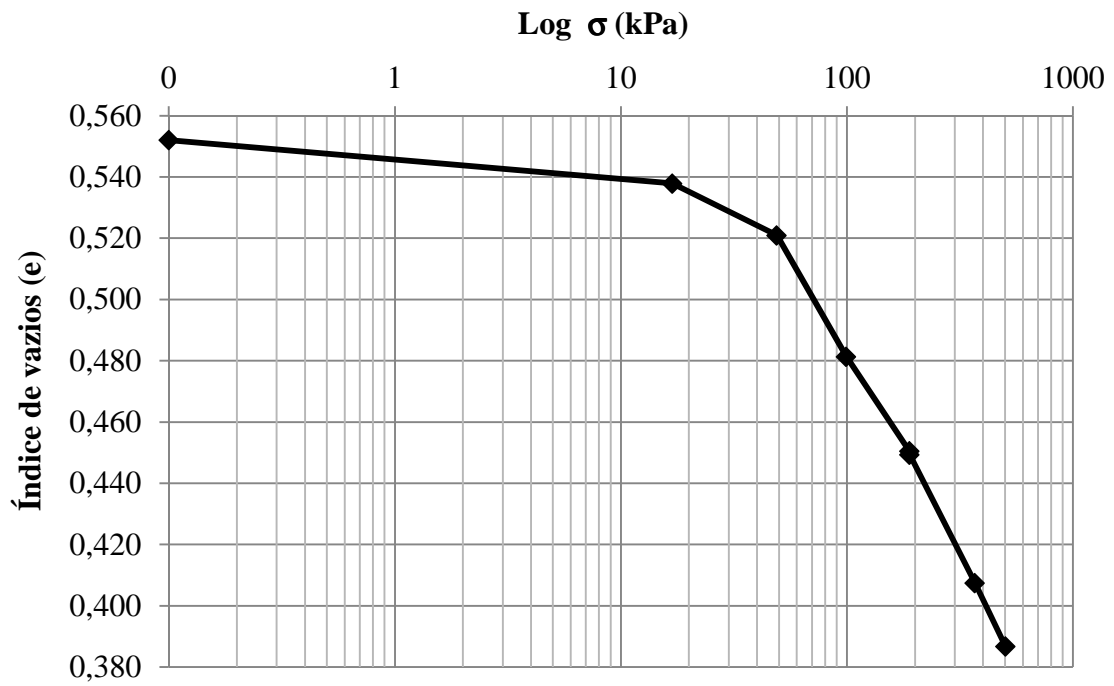


Figura 10. Curva de adensamento – Amostra 3.

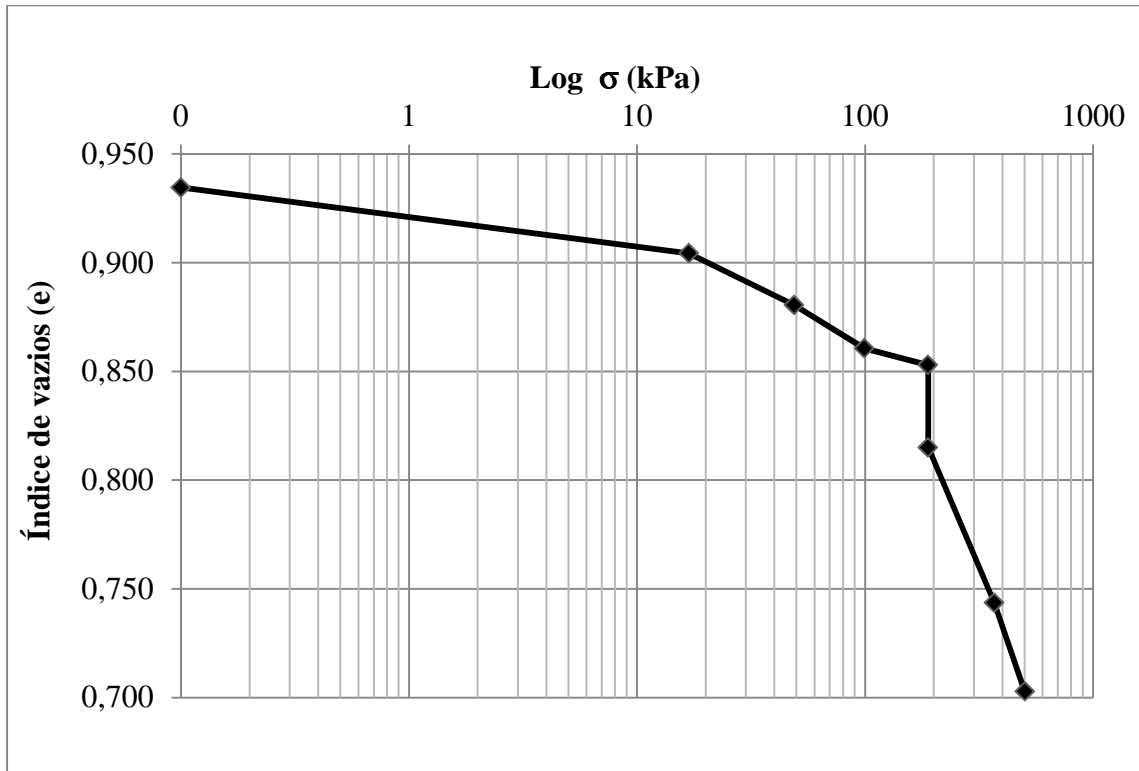


Figura 11. Curva de adensamento – Amostra 4.

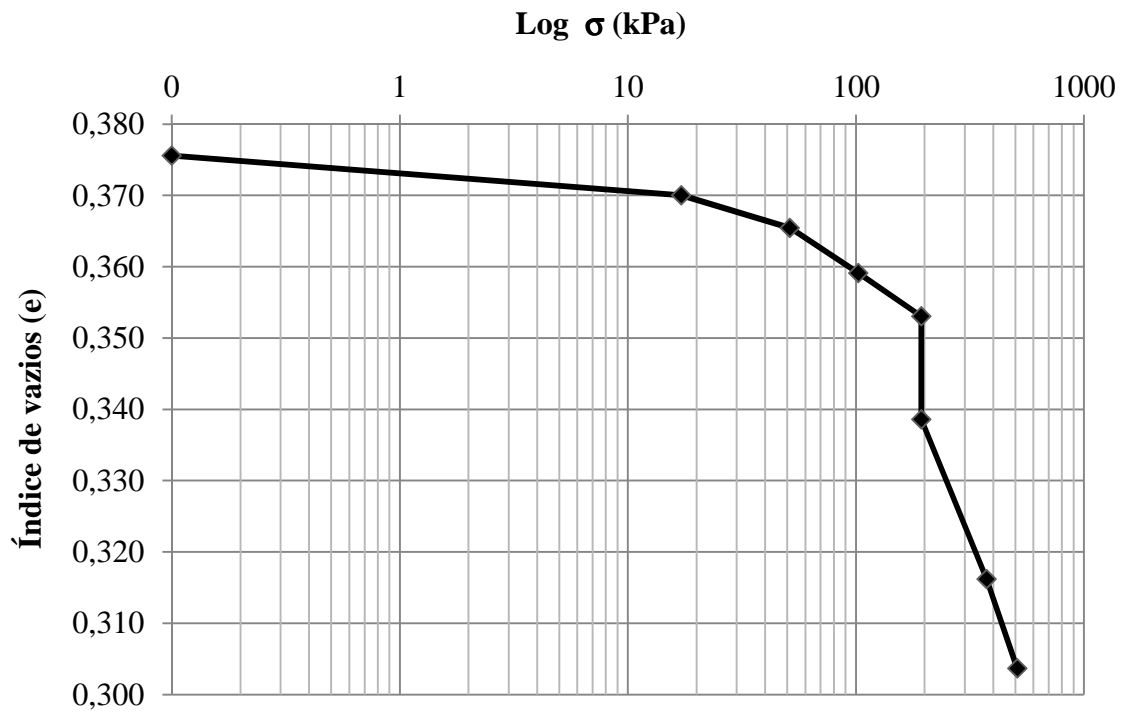


Figura 12. Curva de Adensamento – Amostra 5.

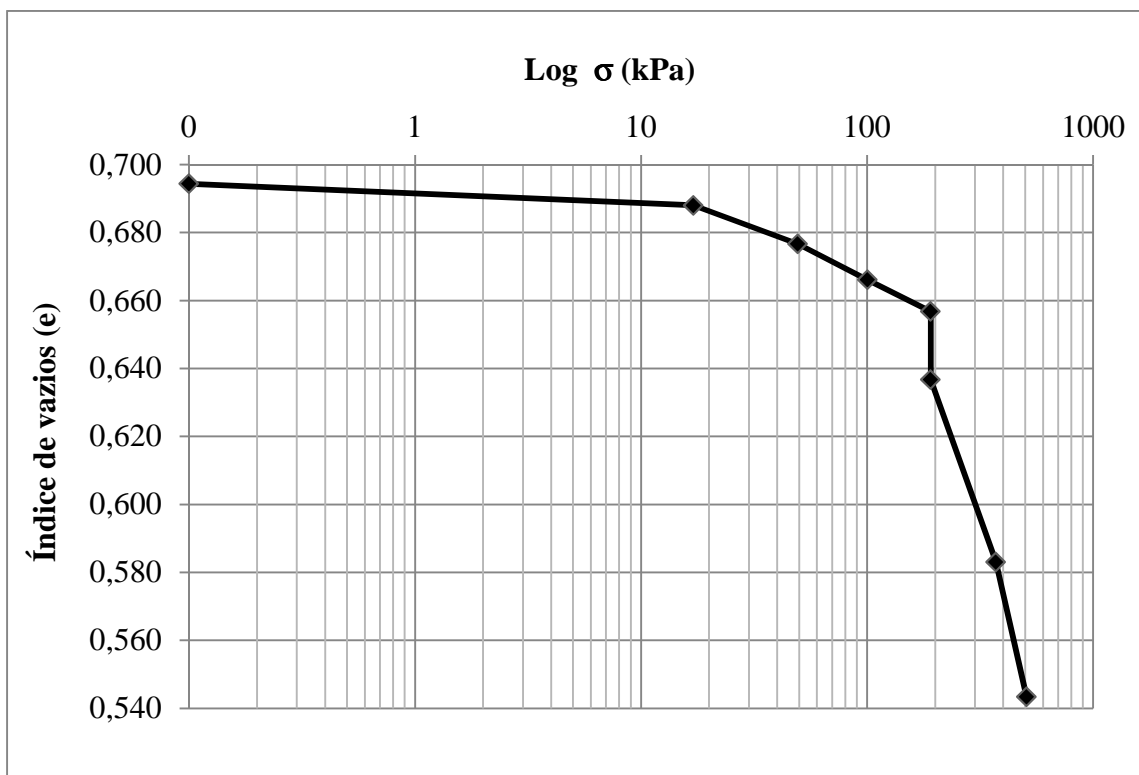


Figura 13. Curva de Adensamento – Amostra 6.

Tabela 1. Valores de Coeficientes de Adensamento para tensões superiores à tensão de colapso – Método de Taylor.

Amostra	Tensão Normal (kPa)	C_v (cm ² /s)
1	$\sigma = 379,6$	6,4E-03
	$\sigma = 515,8$	3,1E-03
2	$\sigma = 374,5$	2,5E-03
	$\sigma = 510,7$	1,6E-03
3	$\sigma = 368,0$	2,5E-03
	$\sigma = 502,2$	2,2E-03
4	$\sigma = 368,0$	4,1E-03
	$\sigma = 502,2$	1,6E-03
5	$\sigma = 374,5$	6,4E-03
	$\sigma = 510,7$	4,1E-03
6	$\sigma = 371,9$	2,4E-03
	$\sigma = 507,5$	3,1E-03

Tabela 2. Valores de Índice de Colapso obtidos.

Amostra	i (%)
1	8,79
2	2,83
3	0,07
4	2,04
5	1,07
6	1,21

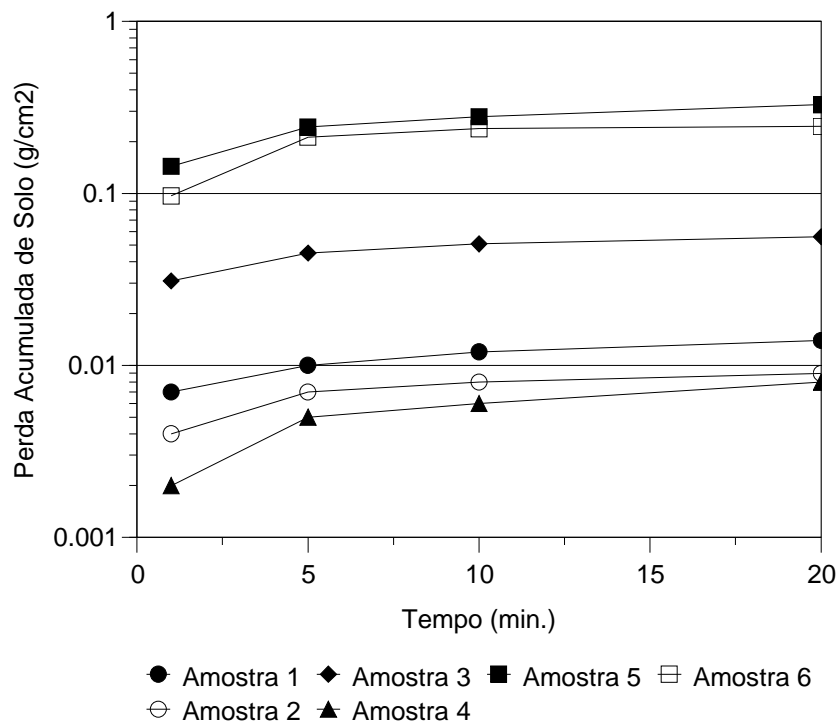


Figura 14. Perda acumulada de solo versus tempo – Ensaios de Inderbitzen.

ANEXOS

Anexo 1: Ensaios de Limites de
Consistência e de Granulometria na
Amostra 3

Ensaio de Limite de Atterberg



Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia Civil
Laboratório de Mecânica dos solos

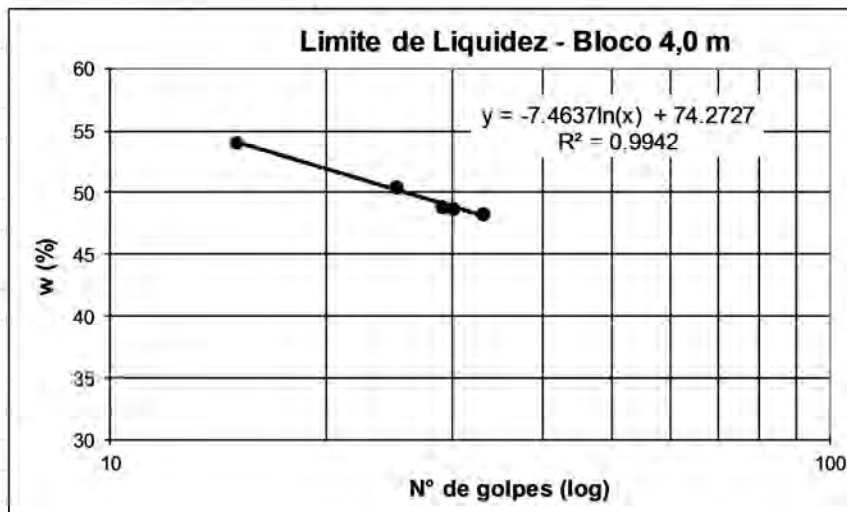
LIMITES DE CONSISTÊNCIA

Amostra:	Prof.	Local:
Furo: 1	Operador:	
Processo de preparação da amostra: com secagem prévia		Data: 23/12/2010



LIMITE DE LIQUIDEZ						
Nº da capsula	95	45	26	83	102	42
Nº de golpes	15	25	29	30	33	27
tara (g)	46.00	44.73	41.33	44.25	26.89	43.23
tara + SH (g)	66.58	61.70	53.38	61.28	42.57	57.54
tara + SS (g)	59.36	56.01	49.42	55.70	37.46	52.66
Umidade (%)	54.04	50.44	48.95	48.73	48.34	51.75
					WL (%):	50

LIMITE DE PLASTICIDADE						
Nº da capsula	7	6093	37.1	60.42	60.16	
tara (g)	12.97	12.90	16.82	12.15	11.86	
tara + SH (g)	14.69	14.62	18.73	14.56	13.33	
tara + SS (g)	14.25	14.20	18.21	13.89	12.93	
Umidade (%)	34.38	32.31	37.41	38.51	37.38	
					WP (%):	38

ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%): 12



Ensaio de Granulometria – Amostra 3 (sem defloculante)

		UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Laboratório de Geotecnia			
ENSAIO DE GRANULOMETRIA - SEM DEFLOCULANTE					
Amostra:	3	Local:		Data:	30/12/2012
Furo/Estaca:		Obra:		N:	
Profundidade:		Operador:	Diego	E:	

Umidade higroscópica			Massa específica dos grãos # 2mm				
Capsula Nº	6084	37.1	60.42	Ensaio com picnômetro:	A	B	C
tara (g)	12.88	16.82	12.13	Picnômetro Nº	9	16	20
tara + SH (g)	48.69	39.80	41.83	Temperatura (°C)	27.5	27.7	27.7
tara + SS (g)	48.32	39.56	41.51	Pic. + água (g)	667.30	676.72	684.07
Umidade (%)	1.04	1.06	1.09	Pic. + água + solo (g)	703.63	713.07	720.28
		w (%)	1.06	G (g/cm³)	2.56	2.56	2.54
						Gs :	2.55

Obs.: Defina o tipo de material do ensaio colocando abaixo o valor "1" ao lado da descrição e no outro campo colocar o valor "0".

AREIA (valor da fórmula) = 60 **1** OK ARGILA (valor da fórmula) = 50 **0**

Massa da amostra seca ao ar M_s (g) =	1120	Massa total da amostra seca M_t (g) =	1109.07
---	-------------	---	----------------

Peneiramento Grosso				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo retido acumulado(g)	% de material que passa
2" 1/2	76.2	0.00	0.00	100.0000
2"	50.8	0.00	0.00	100.0000
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	100.0000
1"	25.4	0.00	0.00	100.0000
3/4"	19.1	0.00	0.00	100.0000
3/8"	9.5	0.00	0.00	100.0000
4	4.76	0.32	0.32	99.9711
10	2.00	80.71	81.03	92.6939

Peneiramento Fino				
Peneira	Abertura(mm)	Solo retido(g)	Solo retido acumulado(g)	% de material que passa
16	1.19	10.12	10.12	79.2
30	0.59	7.44	17.56	69.2
40	0.42	2.52	20.08	65.9
60	0.25	2.01	22.09	63.2
100	0.149	2.04	24.13	60.4
200	0.074	2.39	26.52	57.3

SEDIMENTAÇÃO							
Massa do material úmido submetido à sedimentação M_h (g) =				70.10	Densímetro nº		28482/10
tempo	tempo (s)	temp. (°C)	L (g/cm³3)	Ld (g/cm³3)	a (cm)	QS (%)	d (mm)
30 s	30	28.5	1.0210	0.9963	12.3	54.3	0.0635
1 min.	60	28.5	1.0205	0.9963	12.4	53.2	0.0450
2 min.	120	28.5	1.0200	0.9963	12.5	52.1	0.0320
4 min.	240	28.5	1.0185	0.9963	12.0	48.8	0.0221
8 min.	480	28.5	1.0165	0.9963	12.3	44.4	0.0158
15 min.	900	28.5	1.0150	0.9963	12.6	41.1	0.0117
30 min.	1800	28.5	1.0135	0.9963	12.8	37.8	0.0083
1 h	3600	28.5	1.0110	0.9963	13.2	32.3	0.0060
2 h	7200	28.5	1.0100	0.9963	13.4	30.1	0.0043
4 h	14400	28.5	1.0080	0.9963	13.7	25.7	0.0031
8 h	28800	27.6	1.0060	0.9965	14.1	20.9	0.0022
24 h	86400	27.6	1.0045	0.9965	14.3	17.6	0.0013

Massa específica da água = **1.0000**

Obs.: Escolha o densímetro e o tipo de proveta colocando o valor "1" ao lado da descrição e nos demais campos colocar o valor "0".

Densímetro	Opção	Valor de Y	Valor de Z	OK	Densímetro	Opção	Valor de Y	Valor de Z
(1) 77200/09	0	1.001	0.0002		(3) 28481/10	0	1.0010	0.0002
(2) 28482/10	1	1.002	0.0002		(4)	0		

Onde: $Y_e = Z^{(temperatura)}$

Obs.: Escolha o tipo de proveta colocando o valor "1" ao lado da descrição e nos demais campos colocar o valor "0".

Proveta	Opção	Valor de Y	Valor de Z	OK	Proveta	Opção	Valor de Y	Valor de Z
base vermelha com densímetro (1)	0	185.70	181.90		Base vermelha com densímetro (3)	0	188.60	184.60
		185.70	181.20		Base vermelha com densímetro (4)	0		
base vermelha com densímetro (2)	1	189.60	185.50					
		189.60	184.70					


Onde: $Y = (temperatura) + Z$

d (mm)	% mat. passa	% mat. ret.	MATERIAL*	% do material
76.20	100.0	0.0		
50.80	100.0	0.0		
38.10	100.0	0.0	20,0<Pedregulho grosso<60,0	0.0
25.40	100.0	0.0		
19.10	100.0	0.0	6,0<Pedregulho médio<20,0	0.0
9.52	100.0	0.0		
4.76	100.0	0.0	2,0<Pedregulho fino<6,0	7.3
2.00	92.7	7.3		
1.190	79.2	20.8	0,6<Areia grossa<2,0	23.3
0.590	69.2	30.8		
0.420	65.9	34.1	0,2<Areia média<0,6	7.6
0.250	63.2	36.8		
0.149	60.4	39.6		
0.074	57.3	42.7		
0.0635	54.3	45.7		
0.0450	53.2	46.8		
0.0320	52.1	47.9		
0.0221	48.8	51.2		
0.0158	44.4	55.6		
0.0117	41.1	58.9		
0.0083	37.8	62.2	0,002 < Silte < 0,06	30.6
0.0060	32.3	67.7		
0.0043	30.1	69.9		
0.0031	25.7	74.3		
0.0022	20.9	79.1		
0.0013	17.6	82.4	Argila < 0,002	23.5
				100.0

* ABNT - NBR 6502, Rochas e Solos - setembro 1995 (unidade em mm)


Anexo 2: Ensaaios de Expansão

Ensaio de Expansão – Amostra 1

ENSAIO DE EXPANSÃO UNIAXIAL						
		Universidade de Brasília				
		Departamento de Engenharia Civil e Ambiental				
		Laboratório de Geotecnia				
Amostra No. AI 02						
DADOS INICIAIS			UMIDADE INICIAL			
Altura inicial do espécime (mm)	19.80	M tara (g)	12.29	11.99	12.01	
Diâmetro (mm)	50.00	M tara + Sh (g)	44.15	44.57	40.43	
Área do espécime (m ²)	1.96E-03	M tara + Ss (g)	41.95	42.36	38.51	
Volume (m ³)	3.89E-05	umidade (%)	7.42	7.28	7.25	
UMIDADE FINAL			UMIDADE FINAL			
Massa inicial do espécime (g)	69.80	M tara (g)	30.64	15.92	17.14	
Massa seca do espécime (g)	65.04	M tara + Sh (g)	52.92	44.22	43.51	
Peso específico dos sólidos	2.60	M tara + Ss (g)	47.35	37.09	37.01	
Peso específico úmido inicial (kN/m ³)	17.61	umidade (%)	33.33	33.68	32.71	
Peso específico seco inicial (kN/m ³)	16.41					
Umidade Inicial (%)	7.31					
CARREGAMENTO						
Saturação Inicial (%)	34.32	Tempo (min)	Peso (g)	Tensão (kPa)	Desloc. Acum (mm)	Deformação Acum. (%)
Índice de vazios inicial (e0)	0.55	0.00	251.11	0.00	0.0000	0.000
Porosidade inicial	0.36	0.50	251.11	12.58	0.0008	-0.004
Umidade Teórica de Sat (%) para e0	21.31	10.00	251.11	12.58	0.0010	-0.005
Volume dos sólidos (m ³)	2.50E-05	20.00	251.11	12.58	0.0012	-0.006
Altura dos sólidos Hs (m)	0.01	20.50	502.06	25.15	0.0019	-0.010
FINAL		30.00	502.06	25.15	0.0023	-0.012
Índice de vazios final (ef)	0.55	40.00	502.06	25.15	0.0024	-0.012
Umidade final (%)	33.24	50.00	502.06	25.15	0.0025	-0.012
Saturação final (%)	100.00	SATURAÇÃO				
		0	502.06	25.15	0.0025	-0.012
		0.5	502.06	25.15	0.0025	-0.012
		1	502.06	25.15	0.0025	-0.012
		2	502.06	25.15	0.0025	-0.012
		4	502.06	25.15	0.0025	-0.013
		8	502.06	25.15	0.0025	-0.013
		30	502.06	25.15	0.0029	-0.014
		Tempo (hras)				
		1	502.06	25.15	0.0026	-0.013
		2	502.06	25.15	0.0027	-0.014
		4	502.06	25.15	0.0027	-0.014
		8	502.06	25.15	0.0028	-0.014
		24	502.06	25.15	0.0028	-0.014
		48	502.06	25.15	0.0028	-0.014
		72	502.06	25.15	0.0028	-0.014


OBS: deformação negativa indica compressão na amostra

Ensaio de Expansão – Amostra 2

ENSAIO DE EXPANSÃO UNIAXIAL						
		Universidade de Brasília				
		Departamento de Engenharia Civil e Ambiental				
		Laboratório de Geotecnia				
Amostra No. AI 02						
DADOS INICIAIS			UMIDADE INICIAL			
Altura inicial do espécime (mm)	19.80	M tara (g)	8.22	7.28	8.62	
Diâmetro (mm)	50.00	M tara + Sh (g)	23.69	21.04	23.43	
Área do espécime (m ²)	1.96E-03	M tara + Ss (g)	20.79	18.50	20.67	
Volume (m ³)	3.89E-05	umidade (%)	23.07	22.67	22.93	
UMIDADE FINAL						
Massa inicial do espécime (g)	64.16	M tara (g)	40.84	43.94	45.19	
Massa seca do espécime (g)	52.21	M tara + Sh (g)	65.27	62.25	68.88	
Peso específico dos sólidos	2.61	M tara + Ss (g)	58.93	57.58	62.85	
Peso específico úmido inicial (kN/m ³)	16.19	umidade (%)	35.04	34.24	34.17	
Peso específico seco inicial (kN/m ³)	13.17					
Umidade Inicial (%)	22.89					
CARREGAMENTO						
Saturação Inicial (%)	63.32	Tempo (min)	Peso (g)	Tensão (k Pa)	Desloc. Acum (mm)	Deformação Acum. (%)
Índice de vazios inicial (e0)	0.94	0.00	251.11	0.00	0.0000	0.000
Porosidade inicial	0.49	0.50	251.11	12.58	0.0007	-0.004
Umidade Teórica de Sat (%) para e0	36.15	10.00	251.11	12.58	0.0007	-0.004
Volume dos sólidos (m ³)	2.00E-05	20.00	251.11	12.58	0.0007	-0.004
Altura dos sólidos Hs (m)	0.01	20.50	502.06	25.15	0.0011	-0.005
FINAL		30.00	502.06	25.15	0.0012	-0.006
Índice de vazios final (ef)	0.94	40.00	502.06	25.15	0.0013	-0.006
Umidade final (%)	34.48	50.00	502.06	25.15	0.0013	-0.007
Saturação final (%)	95.40	SATURAÇÃO				
		0	502.06	25.15	0.0013	-0.007
		0.5	502.06	25.15	0.0013	-0.007
		1	502.06	25.15	0.0013	-0.007
		2	502.06	25.15	0.0014	-0.007
		4	502.06	25.15	0.0014	-0.007
		8	502.06	25.15	0.0014	-0.007
		30	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		Tempo (hras)				0.000
		1	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		2	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		4	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		8	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		24	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		48	502.06	25.15	0.0016	-0.008
		72	502.06	25.15	0.0016	-0.008


OBS: deformação negativa indica compressão na amostra

Ensaio de Expansão – Amostra 3

ENSAIO DE EXPANSÃO UNIAXIAL						
		Universidade de Brasília				
		Departamento de Engenharia Civil e Ambiental				
		Laboratório de Geotecnia				
Amostra No. AI 03						
DADOS INICIAIS			UMIDADE INICIAL			
Altura inicial do espécime (mm)	19.97	M tara (g)	8.59	7.61	8.40	
Diâmetro (mm)	50.00	M tara + Sh (g)	26.23	25.58	23.71	
Área do espécime (m ²)	1.96E-03	M tara + Ss (g)	23.11	22.51	20.95	
Volume (m ³)	3.92E-05	umidade (%)	21.49	20.60	21.99	
Massa inicial do espécime (g)	77.11	UMIDADE FINAL				
Massa seca do espécime (g)	63.54	M tara (g)	13.23	15.73	12.12	
Peso específico dos sólidos	2.55	M tara + Sh (g)	40.04	45.20	34.80	
Peso específico úmido inicial (kN/m ³)	19.29	M tara + Ss (g)	34.87	39.70	30.11	
Peso específico seco inicial (kN/m ³)	15.90	umidade (%)	23.89	22.94	26.07	
Umidade Inicial (%)	21.36	CARREGAMENTO				
Saturação Inicial (%)	94.96	Tempo (min)	Peso (g)	Tensão (kPa)	Desloc. Acum (mm)	Deformação Acum. (%)
Índice de vazios inicial (e ₀)	0.57	0.00	251.11	0.00	0.0000	0.000
Porosidade inicial	0.36	0.50	251.11	12.58	0.0007	-0.004
Umidade Teórica de Sat (%) para e ₀	22.49	10.00	251.11	12.58	0.0007	-0.004
Volume dos sólidos (m ³)	2.49E-05	20.00	251.11	12.58	0.0007	-0.004
Altura dos sólidos H _s (m)	0.01	20.50	502.06	25.15	0.0011	-0.005
FINAL		30.00	502.06	25.15	0.0012	-0.006
Índice de vazios final (e _f)	0.57	40.00	502.06	25.15	0.0013	-0.006
Umidade final (%)	24.30	50.00	502.06	25.15	0.0013	-0.007
Saturação final (%)	100.00	SATURAÇÃO				
		0	502.06	25.15	0.0013	-0.007
		0.5	502.06	25.15	0.0013	-0.007
		1	502.06	25.15	0.0013	-0.007
		2	502.06	25.15	0.0014	-0.007
		4	502.06	25.15	0.0014	-0.007
		8	502.06	25.15	0.0014	-0.007
		30	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		Tempo (hras)				
		1	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		2	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		4	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		8	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		24	502.06	25.15	0.0015	-0.008
		48	502.06	25.15	0.0016	-0.008
		72	502.06	25.15	0.0016	-0.008


OBS: deformação negativa indica compressão na amostra

Ensaio de Expansão – Amostra 4

ENSAIO DE EXPANSÃO UNIAXIAL						
		Universidade de Brasília				
		Departamento de Engenharia Civil e Ambiental				
		Laboratório de Geotecnia				
Amostra No. AI 02						
DADOS INICIAIS			UMIDADE INICIAL			
Altura inicial do espécime (mm)	19.80	M tara (g)	12.08	13.24	15.79	
Diâmetro (mm)	50.00	M tara + Sh (g)	62.50	56.00	61.50	
Área do espécime (m ²)	1.96E-03	M tara + Ss (g)	58.45	52.69	57.90	
Volume (m ³)	3.89E-05	umidade (%)	8.73	8.39	8.55	
Massa inicial do espécime (g)	66.45	UMIDADE FINAL				
Massa seca do espécime (g)	61.21	M tara (g)	30.02	29.57	30.14	
Peso específico dos sólidos	2.82	M tara + Sh (g)	53.84	51.66	53.22	
Peso específico úmido inicial (kN/m ³)	16.77	M tara + Ss (g)	46.51	44.62	46.01	
Peso específico seco inicial (kN/m ³)	15.45	umidade (%)	44.45	46.78	45.43	
Umidade Inicial (%)	8.56	CARREGAMENTO				
Saturação Inicial (%)	30.51	Tempo (min)	Peso (g)	Tensão (kPa)	Desloc. Acum (mm)	Deformação Acum. (%)
Índice de vazios inicial (e0)	0.79	0.00	251.11	0.00	0.0000	0.000
Porosidade inicial	0.44	0.50	251.11	12.58	0.0014	-0.007
Umidade Teórica de Sat (%) para e0	28.05	10.00	251.11	12.58	0.0017	-0.009
Volume dos sólidos (m ³)	2.17E-05	20.00	251.11	12.58	0.0019	-0.010
Altura dos sólidos Hs (m)	0.01	20.50	502.06	25.15	0.0025	-0.013
FINAL		30.00	502.06	25.15	0.0028	-0.014
Índice de vazios final (ef)	0.79	40.00	502.06	25.15	0.0029	-0.015
Umidade final (%)	45.55	50.00	502.06	25.15	0.0030	-0.015
Saturação final (%)	100.00	SATURAÇÃO				
		0	502.06	25.15	0.0030	-0.015
		0.5	502.06	25.15	0.0030	-0.015
		1	502.06	25.15	0.0030	-0.015
		2	502.06	25.15	0.0030	-0.015
		4	502.06	25.15	0.0030	-0.015
		8	502.06	25.15	0.0031	-0.015
		30	502.06	25.15	0.0032	-0.016
		Tempo (hrs)				
		1	502.06	25.15	0.0032	-0.016
		2	502.06	25.15	0.0032	-0.016
		4	502.06	25.15	0.0032	-0.016
		8	502.06	25.15	0.0033	-0.017
		24	502.06	25.15	0.0034	-0.017
		48	502.06	25.15	0.0034	-0.017
		72	502.06	25.15	0.0034	-0.017

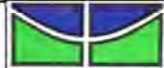
OBS: deformação negativa indica compressão na amostra

Ensaio de Expansão – Amostra 5

ENSAIO DE EXPANSÃO UNIAXIAL						
		Universidade de Brasília				
		Departamento de Engenharia Civil e Ambiental				
		Laboratório de Geotecnia				
Amostra No. AI 05						
DADOS INICIAIS			UMIDADE INICIAL			
Altura inicial do espécime (mm)	19.97	M tara (g)	4.59	4.82	4.54	
Diâmetro (mm)	50.00	M tara + Sh (g)	20.82	19.32	22.81	
Área do espécime (m ²)	1.96E-03	M tara + Ss (g)	19.54	18.13	21.39	
Volume (m ³)	3.92E-05	umidade (%)	8.53	8.93	8.45	
Massa inicial do espécime (g)	77.64	UMIDADE FINAL				
Massa seca do espécime (g)	71.47	M tara (g)	7.58	8.13	8.53	
Peso específico dos sólidos	2.61	M tara + Sh (g)	30.25	31.26	32.45	
Peso específico úmido inicial (kN/m ³)	19.42	M tara + Ss (g)	24.36	25.32	26.45	
Peso específico seco inicial (kN/m ³)	17.88	umidade (%)	35.10	34.55	33.48	
Umidade Inicial (%)	8.64	CARREGAMENTO				
Saturação Inicial (%)	52.19	Tempo (min)	Peso (g)	Tensão (k Pa)	Desloc. Acum (mm)	Deformação Acum. (%)
Índice de vazios inicial (e0)	0.43	0.00	251.11	0.00	0.0000	0.000
Porosidade inicial	0.30	0.50	251.11	12.58	0.0003	-0.002
Umidade Teórica de Sat (%) para e0	16.55	10.00	251.11	12.58	0.0003	-0.002
Volume dos sólidos (m ³)	2.74E-05	20.00	251.11	12.58	0.0003	-0.002
Altura dos sólidos Hs (m)	0.01	20.50	502.06	25.15	0.0004	-0.002
FINAL		30.00	502.06	25.15	0.0004	-0.002
Índice de vazios final (ef)	0.43	40.00	502.06	25.15	0.0005	-0.003
Umidade final (%)	34.38	50.00	502.06	25.15	0.0005	-0.003
Saturação final (%)	100.00	SATURAÇÃO				
		0	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		0.5	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		1	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		2	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		4	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		8	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		30	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		Tempo (hras)				
		1	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		2	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		4	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		8	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		24	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		48	502.06	25.15	0.0005	-0.003
		72	502.06	25.15	0.0005	-0.003

OBS: deformação negativa indica compressão na amostra


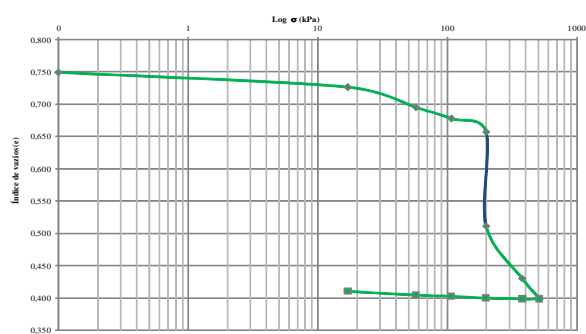
Ensaio de Expansão – Amostra 6

ENSAIO DE EXPANSÃO UNIAXIAL						
		Universidade de Brasília				
		Departamento de Engenharia Civil e Ambiental				
		Laboratório de Geotecnia				
Amostra No. AI 06						
DADOS INICIAIS		UMIDADE INICIAL				
Altura inicial do espécimen (mm)	19.80	M tara (g)	8.19	8.62	7.16	
Diâmetro (mm)	50.00	M tara + Sh (g)	24.58	23.71	21.70	
Área do espécimen (m ²)	1.96E-03	M tara + Ss (g)	23.02	22.28	20.32	
Volume (m ³)	3.89E-05	umidade (%)	10.52	10.49	10.49	
		UMIDADE FINAL				
Peso inicial do espécimen (g)	66.24	M tara (g)	10.21	11.32	11.29	
Peso seco do espécimen (g)	59.95	M tara + Sh (g)	44.25	49.51	47.56	
Peso específico dos sólidos	2.49	M tara + Ss (g)	37.25	41.98	40.13	
Peso unitário húmido inicial (kN/m ³)	16.71	umidade (%)	25.89	24.56	25.76	
Peso unitário seco inicial (kN/m ³)	15.13					
Umidade Inicial (%)	10.50					
CARREGAMENTO						
Saturação Inicial (%)	42.52	Tempo (min)	Peso (g)	Tensão (k Pa)	Desloc. Acum (mm)	Deformação Acum. (%)
Índice de vazios inicial (e0)	0.61	0.00	251.11	0.00	0.0000	0.000
Porosidade inicial	0.38	0.50	251.11	12.58	0.0004	-0.002
Umidade Teórica de Sat (%) para e0	24.69	10.00	251.11	12.58	0.0005	-0.002
Volume dos sólidos (m ³)	2.41E-05	20.00	251.11	12.58	0.0005	-0.003
Altura dos sólidos Hs (m)	0.01	20.50	502.06	25.15	0.0008	-0.004
FINAL		30.00	502.06	25.15	0.0008	-0.004
Índice de vazios final (ef)	0.61	40.00	502.06	25.15	0.0009	-0.004
Umidade final (%)	25.40	50.00	502.06	25.15	0.0009	-0.004
Saturação final (%)	100.00	SATURAÇÃO				
		0	502.06	25.15	0.0009	-0.004
		0.5	502.06	25.15	0.0012	-0.006
		1	502.06	25.15	0.0012	-0.006
		2	502.06	25.15	0.0013	-0.006
		4	502.06	25.15	0.0013	-0.006
		8	502.06	25.15	0.0013	-0.006
		30	502.06	25.15	0.0013	-0.007
		Tempo (hras)				
		1	502.06	25.15	0.0013	-0.007
		2	502.06	25.15	0.0014	-0.007
		4	502.06	25.15	0.0014	-0.007
		8	502.06	25.15	0.0015	-0.007
		24	502.06	25.15	0.0016	-0.008
		48	502.06	25.15	0.0016	-0.008
		72	502.06	25.15	0.0016	-0.008

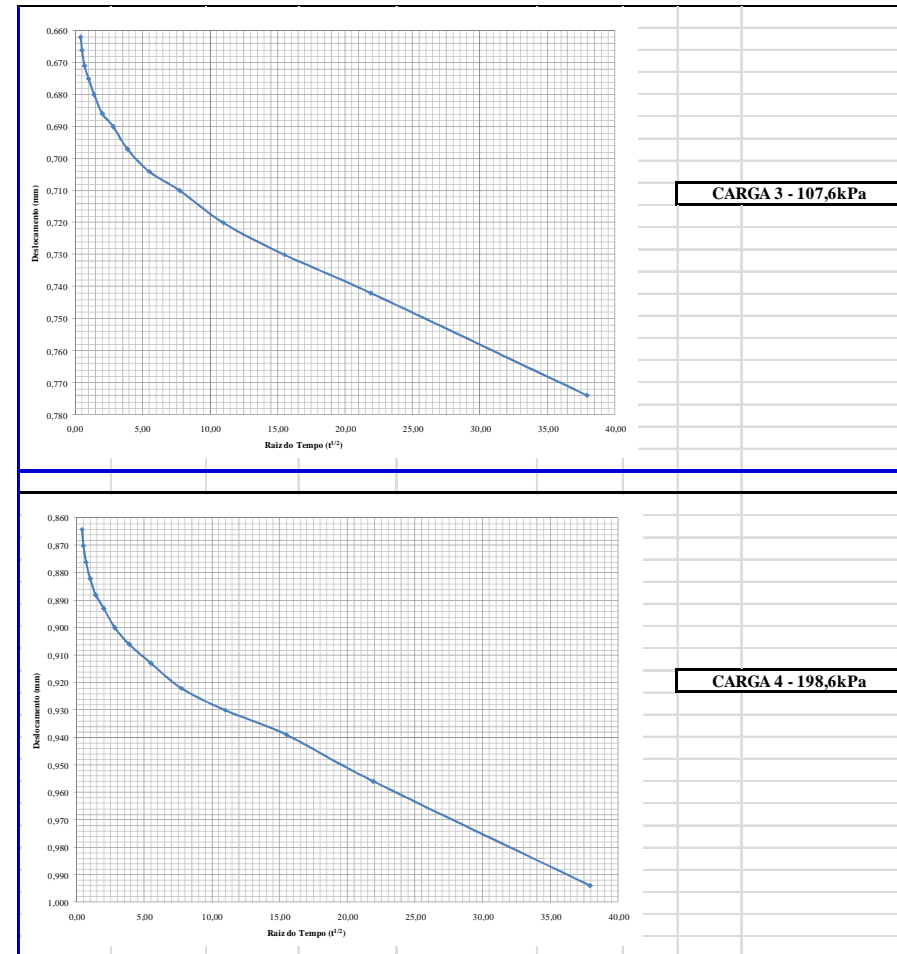
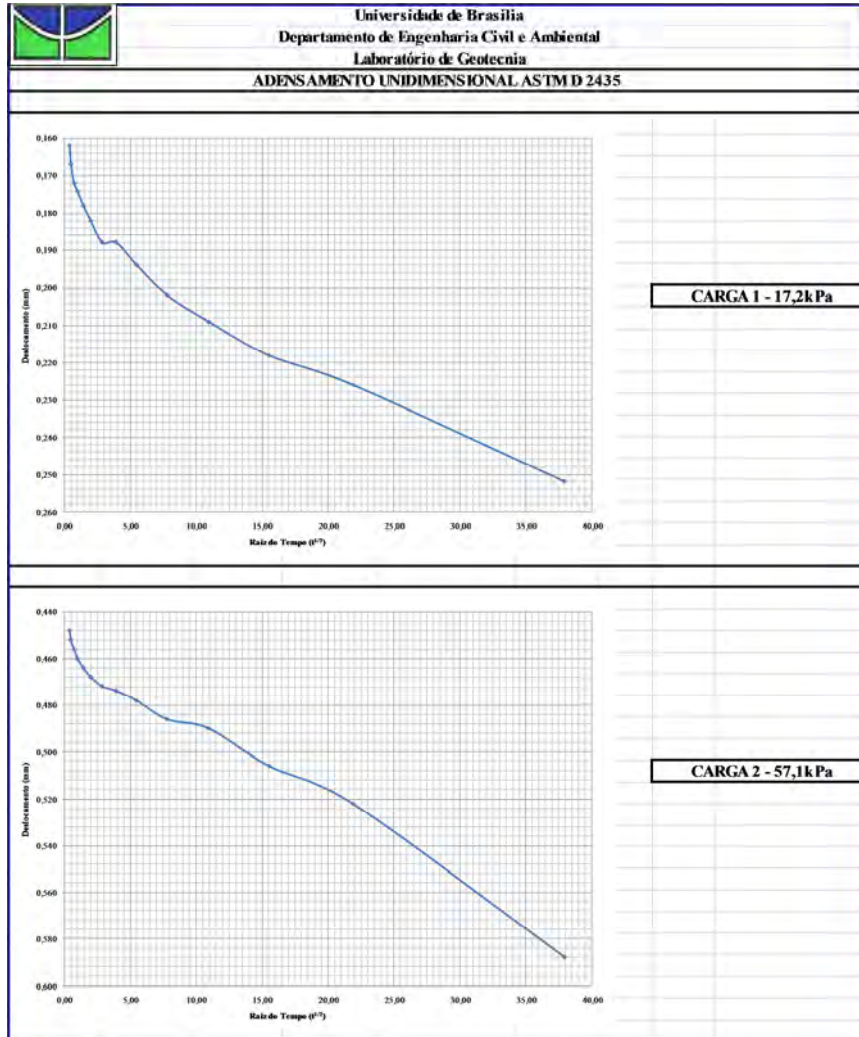
OBS: deformação negativa indica compressão na amostra

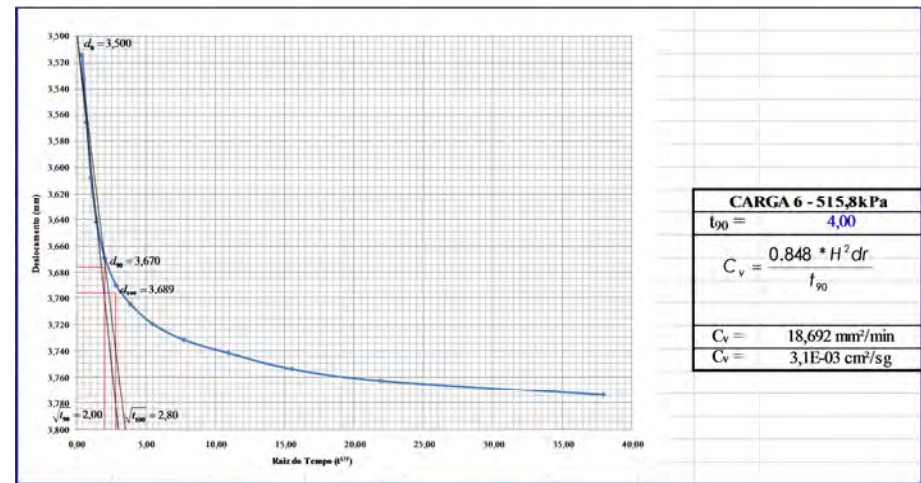
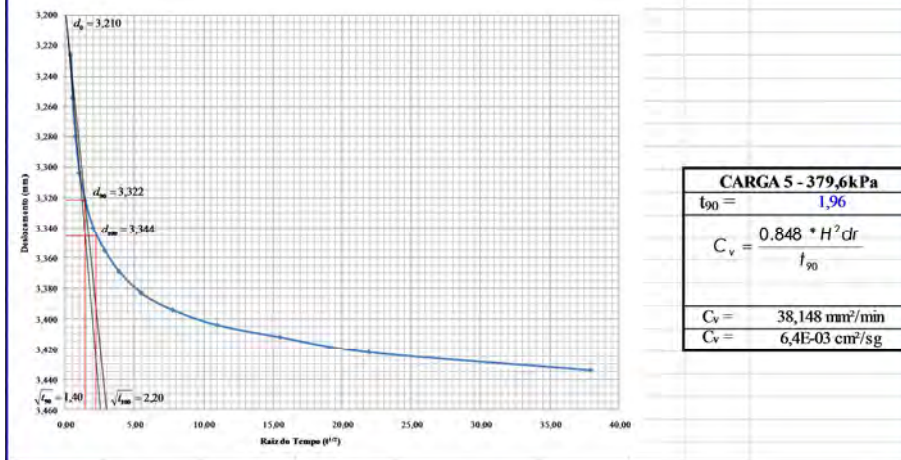
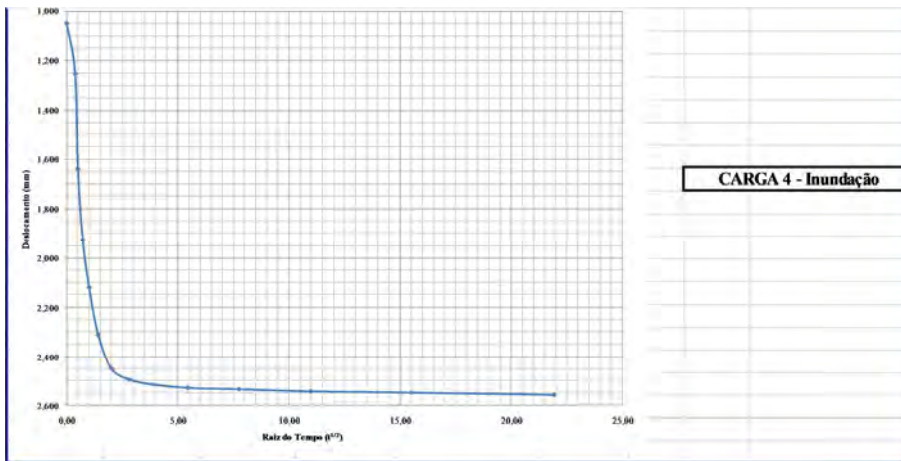
Anexo 3: Ensaaios de Adensamento/Colapso

AMOSTRA 1


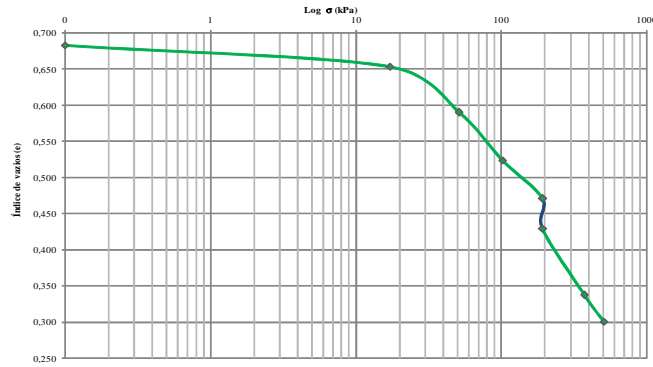
 Universidade de Brasília Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Laboratório de Geotecnia		<h2 style="text-align: center;">ENSAIO DE ADENSAMENTO</h2>																
DADOS INICIAIS		UMIDADE INICIAL																
Altura inicial do espécimen (mm)	18.78	M tara (g)	43.45	39.72	43.17													
Diâmetro (mm)	74.90	M tara + Sh (g)	84.83	90.76	89.17													
Área do espécimen (m ²)	4.41E-03	M tara + Ss (g)	81.56	86.67	85.23													
Volume (m ³)	8.27E-05	umidade (%)	8.58	8.71	9.37													
Peso inicial do espécimen (g)	133.84	UMIDADE FINAL																
Peso seco do espécimen (g)	122.92	M tara (g)	43.46	43.53	42.13													
Peso específico dos sólidos	2.60	M tara + Sh (g)	92.82	91.22	76.39													
Peso unitário húmido inicial (kN/m ³)	15.87	M tara + Ss (g)	85.32	83.29	70.92													
Peso unitário seco inicial (kN/m ³)	14.57	umidade (%)	17.92	19.94	19.00													
Umidade Inicial (%)	8.89	CARGA		DESCARGA														
Saturação Inicial (%)	30.80	Tensão (kPa)	e	Tensão (kPa)	e													
Índice de vazios inicial e0(mm)	0.75	0	0.75	516	0.40													
Porosidade inicial	0.43	17	0.73	380	0.40													
Umidade Teórica de Sat (%)	28.85	57	0.70	199	0.40													
Volume dos sólidos (m ³)	4.73E-05	108	0.68	108	0.40													
Altura dos sólidos Hs (m)	0.01	199	0.66	57	0.40													
FINAL		199	0.51	17	0.41													
Umidade final (%)	18.95	380	0.43	CP: Potencial de colapso (%) 8.79														
Saturação final (%)	100.00	516	0.40	Gravidade do problema(Jennings e Knight (1975)): PROBLEMÁTICO														
CARGA 1		CARGA 2		CARGA 3		CARGA 4		INUNDAÇÃO		CARGA 5		CARGA 6						
Peso (g)	756.32		Peso (g)	2514.38		Peso (g)	4739.59		Peso (g)	8749.59		Peso (g)	16724.59		Peso (g)	22722.94		
Tempo (min)	Raiz do Tempo	Desloc. Acum (mm)	Tempo (min)	Desloc. Acum (mm)	Tempo (min)	Desloc. Acum (mm)	Tempo (min)	Desloc. Acum (mm)	Tempo (min)	Desloc. Acum (mm)	Tempo (min)	Desloc. Acum (mm)	Tempo (min)	Desloc. Acum (mm)	Tempo (min)	Desloc. Acum (mm)		
0.00	0.00	0.000	0.00	0.252	0.00	0.588	0.00	0.774	0.00	0.994	0.00	2.558	0.00	3.434	0.00	3.434		
0.13	0.37	0.162	0.13	0.448	0.13	0.662	0.13	0.864	0.13	1.050	0.13	3.226	0.13	3.514	0.13	3.514		
0.25	0.50	0.167	0.25	0.452	0.25	0.666	0.25	0.870	0.25	1.250	0.25	3.254	0.25	3.532	0.25	3.532		
0.50	0.71	0.172	0.50	0.456	0.50	0.671	0.50	0.876	0.50	1.640	0.50	3.280	0.50	3.566	0.50	3.566		
1.00	1.00	0.174	1.00	0.460	1.00	0.675	1.00	0.882	1.00	1.928	1.00	3.304	1.00	3.608	1.00	3.608		
2.00	1.41	0.178	2.00	0.464	2.00	0.680	2.00	0.888	2.00	2.120	2.00	3.322	2.00	3.642	2.00	3.642		
4.00	2.00	0.182	4.00	0.468	4.00	0.686	4.00	0.893	4.00	2.310	4.00	3.340	4.00	3.669	4.00	3.669		
8.00	2.83	0.188	8.00	0.472	8.00	0.690	8.00	0.900	8.00	2.448	8.00	3.355	8.00	3.690	8.00	3.690		
15.00	3.87	0.188	15.00	0.474	15.00	0.697	15.00	0.906	15.00	2.494	15.00	3.369	15.00	3.705	15.00	3.705		
30.00	5.48	0.194	30.00	0.478	30.00	0.704	30.00	0.913	30.00	2.514	30.00	3.383	30.00	3.720	30.00	3.720		
60.00	7.75	0.202	60.00	0.486	60.00	0.710	60.00	0.922	60.00	2.530	60.00	3.394	60.00	3.732	60.00	3.732		
120.00	10.95	0.209	120.00	0.490	120.00	0.720	120.00	0.930	120.00	2.535	120.00	3.404	120.00	3.742	120.00	3.742		
240.00	15.49	0.218	240.00	0.506	240.00	0.730	240.00	0.939	240.00	2.543	240.00	3.412	240.00	3.754	240.00	3.754		
480.00	21.91	0.226	480.00	0.522	480.00	0.742	480.00	0.956	480.00	2.548	480.00	3.422	480.00	3.763	480.00	3.763		
1440.00	37.95	0.252	1440.00	0.588	1440.00	0.774	1440.00	0.994	1440.00	2.558	1440.00	3.434	1440.00	3.774	1440.00	3.774		
DESCARGA 1		DESCARGA 2		DESCARGA 3		DESCARGA 4		DESCARGA 5										
Pesos (g)	16724.59		Pesos (g)	8749.59		Pesos (g)	4739.59		Pesos (g)	2514.38		Pesos (g)	756.32					
Tempo (min)	Raiz do Tempo	Def. Acu. (mm)	Tempo (min)	Def. Acu. (mm)	Tempo (min)	Def. Acu. (mm)	Tempo (min)	Def. Acu. (mm)	Tempo (min)	Def. Acu. (mm)	Tempo (min)	Def. Acu. (mm)	Tempo (min)	Def. Acu. (mm)				
0.000	0.000	3.774	0.000	3.774	0.000	3.756	0.000	3.726	0.000	3.710	0.000	3.710	0.000	3.710				
120.000	10.954	3.774	120.000	3.756	120.000	3.726	120.000	3.710	120.000	3.649								

Amostra 1





AMOSTRA 2

 Universidade de Brasília Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Laboratório de Geotecnia		ENSAIO DE ADENSAMENTO													
DADOS INICIAIS		UMIDADE INICIAL													
Altura inicial do espécimen (mm)	19.98	M tara (g)	41.36	40.72	43.15										
Diâmetro (mm)	74.90	M tara + Sh (g)	59.17	58.68	62.44										
Área do espécimen (m ²)	4.41E-03	M tara + Ss (g)	56.68	56.18	59.72										
Volume (m ³)	8.80E-05	umidade (%)	16.25	16.17	16.42										
Peso inicial do espécimen (g)	158.71	UMIDADE FINAL													
Peso seco do espécimen (g)	136.49	M tara (g)	41.47	42.13	40.61										
Peso específico dos sólidos	2.61	M tara + Sh (g)	93.42	100.6	88.52										
Peso unitário húmido inicial (kN/m ³)	17.69	M tara + Ss (g)	81.33	87.00	77.33										
Peso unitário seco inicial (kN/m ³)	15.21	umidade (%)	30.33	30.31	30.47										
Umidade Inicial (%)	16.28	CARGA		DESCARGA											
Saturação Inicial (%)	62.19	Tensão	e	Tensão	e										
Índice de vazios inicial e0(mm)	0.68	(kPa)		(kPa)											
Porosidade inicial	0.41	0	0.68												
Umidade Teórica de Sat (%) com e0	26.18	17	0.65												
Volume dos sólidos (m ³)	5.23E-05	51	0.59												
Altura dos sólidos Hs (m)	0.01	102	0.52												
		193	0.47												
FINAL		193	0.43												
Umidade final (%)	30.37	375	0.34												
Saturação final (%)	100.00	511	0.30												
					CP: Potencial de colapso (%)	2.83									
					Gravidade do problema(Jennings e Knight (1975)):	MODERADO									
CARGA 1		CARGA 2		CARGA 3		CARGA 4		INUNDAÇÃO		CARGA 5		CARGA 6			
Peso (g)	756.32	Peso (g)	2263.43	Peso (g)	4514.47	Peso (g)	8524.47	Peso (g)	8524.47	Peso (g)	16499.47	Peso (g)	22497.82		
Tempo (min)		Tempo (min)		Tempo (min)		Tempo (min)		Tempo (min)		Tempo (min)		Tempo (min)			
Raiz do Tempo		Desloc. Acum (mm)		Desloc. Acum (mm)		Desloc. Acum (mm)		Desloc. Acum (mm)		Desloc. Acum (mm)		Desloc. Acum (mm)			
0.00	0.00	0.000	0.00	0.352	0.00	1.102	0.00	1.888	0.00	2.518	0.00	3.012	0.00	4.101	
0.13	0.37	0.262	0.13	0.734	0.13	1.488	0.13	2.110	0.13	2.518	0.13	3.764	0.13	4.180	
0.25	0.50	0.268	0.25	0.770	0.25	1.566	0.25	2.132	0.25	2.518	0.25	3.808	0.25	4.208	
0.50	0.71	0.272	0.50	0.802	0.50	1.604	0.50	2.156	0.50	2.518	0.50	3.852	0.50	4.244	
1.00	1.00	0.274	1.00	0.836	1.00	1.644	1.00	2.190	1.00	2.518	1.00	3.886	1.00	4.298	
2.00	1.41	0.282	2.00	0.868	2.00	1.682	2.00	2.206	2.00	2.528	2.00	3.918	2.00	4.336	
4.00	2.00	0.286	4.00	0.898	4.00	1.710	4.00	2.228	4.00	2.560	4.00	3.946	4.00	4.380	
8.00	2.83	0.290	8.00	0.927	8.00	1.738	8.00	2.250	8.00	2.680	8.00	3.970	8.00	4.416	
15.00	3.87	0.302	15.00	0.958	15.00	1.762	15.00	2.266	15.00	2.802	15.00	3.984	15.00	4.446	
30.00	5.48	0.315	30.00	0.984	30.00	1.788	30.00	2.284	30.00	2.884	30.00	4.018	30.00	4.470	
60.00	7.75	0.315	60.00	1.020	60.00	1.810	60.00	2.300	60.00	2.926	60.00	4.034	60.00	4.494	
120.00	10.95	0.316	120.00	1.048	120.00	1.830	120.00	2.306	120.00	2.949	120.00	4.052	120.00	4.514	
240.00	15.49	0.330	240.00	1.068	240.00	1.844	240.00	2.335	240.00	2.974	240.00	4.066	240.00	4.536	
480.00	21.91	0.341	480.00	1.086	480.00	1.855	480.00	2.368	480.00	2.985	480.00	4.080	480.00	4.536	
1440.00	37.95	0.352	1440.00	1.102	1440.00	1.888	1440.00	2.518	1440.00	3.012	1440.00	4.101	1440.00	4.536	

Amostra 2

