

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

AÇUDE PÚBLICO DIAMANTINO II

TOMO I - ESTUDOS BÁSICOS

VOLUME II - ESTUDOS COMPLEMENTARES DE GEOTÉCNIA

SHS- ne Consultoria e
Projeto de Engenharia LTDA

FORTALEZA- CE
ABRIL DE 1999



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

AÇUDE PÚBLICO DIAMANTINO II

TOMO I - ESTUDOS BÁSICOS

VOLUME 2 - ESTUDOS COMPLEMENTARES DE GEOTECNIA

Lote: 01437 - Prep (X) Scan (X) Index ()
Projeto Nº 152/01/02/A
Volume /
Qtd. A4 28 Qtd. A3
Qtd. A2 Qtd. A1
Qtd. A0 Outros 8 A4 Color



SHS NORDESTE - Consultoria e
Projetos de Engenharia Ltda

**FORTALEZA
ABRIL/1999**



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

AÇUDE PÚBLICO DIAMANTINO II

TOMO I - ESTUDOS BÁSICOS
VOLUME 2 - ESTUDOS COMPLEMENTARES DE GEOTECNIA

ABRIL/1999

912.101.001A
3
10/04/99
3-BUC
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

000003

shs-ne

APRESENTAÇÃO

000004

1 – INTRODUÇÃO

000006

O Açude público Diamantino II, localiza-se no Município de Marco ao norte do Estado do Ceará, a uma distância de 215 km de Fortaleza, barrando o rio Inhanduba, que faz parte da bacia do Acaraú. A sua bacia hidrográfica será de 1006 km² e o volume máximo estimado do reservatório é de 17 hm³. A extensão do coroamento é de 910 metros.

A investigação geotécnica destes Estudos Complementares de Geotecnia consistiu da realização de sondagens rotativas nos locais da barragem e do sangradouro. Foram realizados 3 furos de sondagem rotativas no sangradouro, SR1S, SR2S e SR3S, totalizando 20,25 metros, e cinco furos de sondagem rotativas no eixo da barragem, quais sejam SR1B, SR2B, SR3B, SR4B e SR5B, totalizando 31,80 metros.

Para a execução das sondagens rotativas foram utilizadas coroa BX impregnada, com diâmetro do furo igual a 2 ½", acopladas a barrilete duplo giratório.

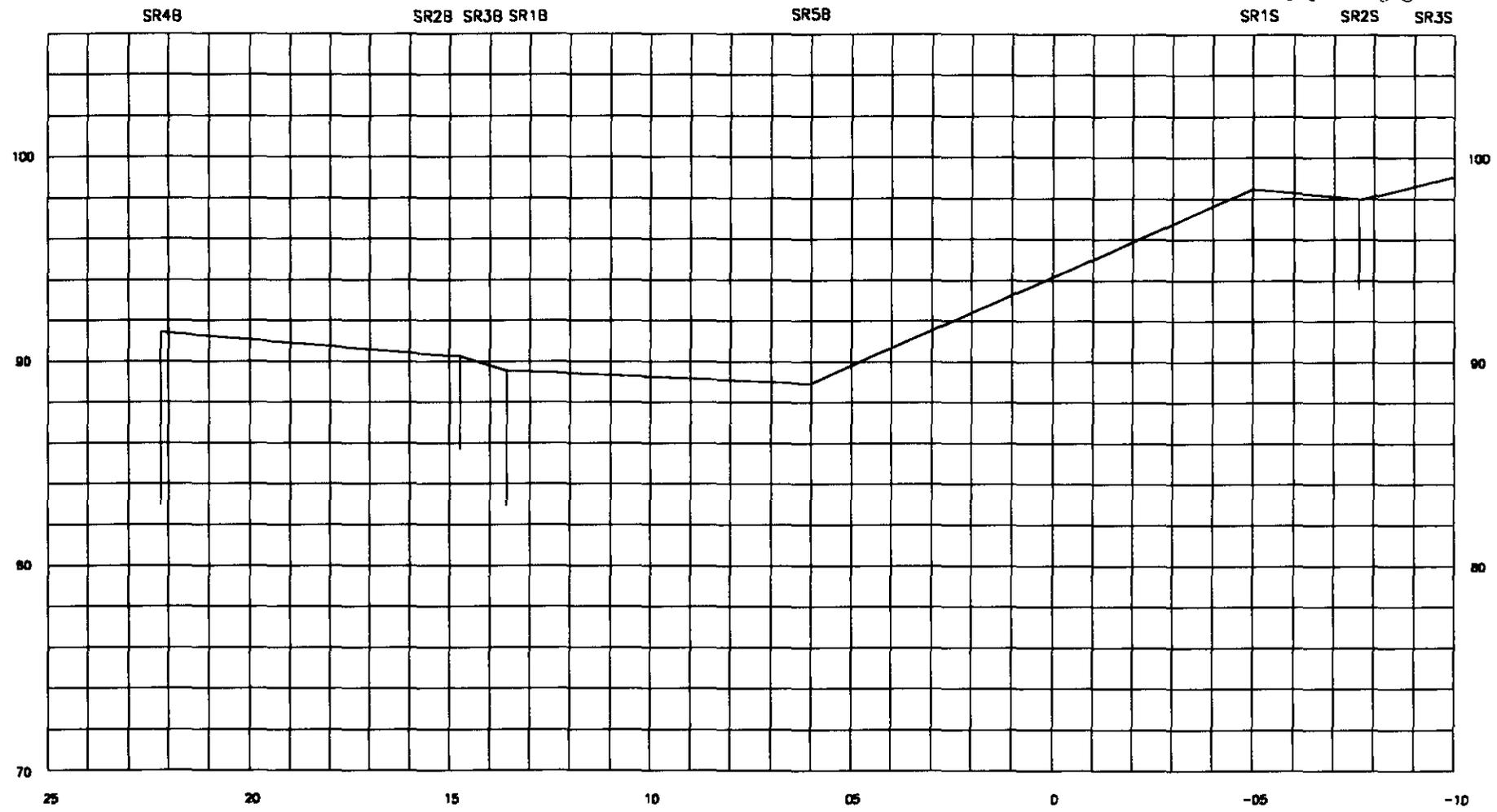
São apresentados no item 2 o perfil da sondagem executada no eixo da barragem e do sangradouro e as fichas com o perfil individual de cada sondagem.

000007

2 – PERFIL DA SONDAGEM

000008

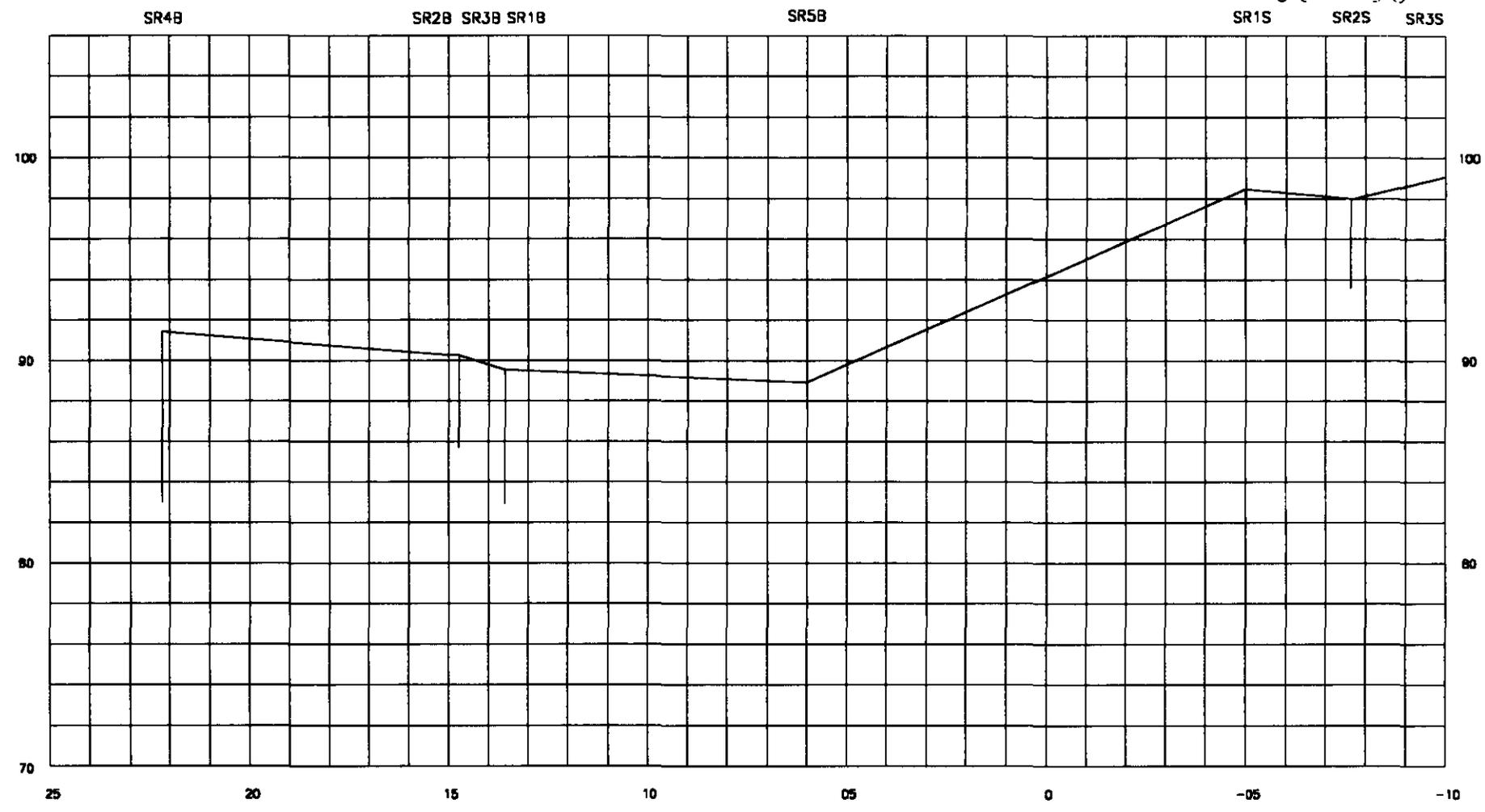
000009



————— TERRENO NATURAL DO EIXO SONDADO

SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos	FEV/98
AÇUDE DIAMANTINO II PERFIL DA SONDAÇÃO EXECUTADA NO EIXO	moreng construções Ltda
EIXO DA BARRAGEM E SANGRADORO	ESCALA H: 1/2000 V: 1/200
	PRANCHA 1

000009



————— TERRENO NATURAL DO EIXO SONDADO

SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos	FEV/98	
AÇUDE DIAMANTINO II PERFIL DA SONDAÇÃO EXECUTADA NO EIXO	moreng construções Ltda	
EIXO DA BARRAGEM E SANGRADOIRO	ESCALA H: 1/2000 V: 1/200	PRANCHA 1

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

Sondagem: Açude DIAMANTINO II Posição Relativa (estaca): SR2S Data da Execução: FEV/98 Cota da Boca do Furo: 98,00 m	Local: Estaca (-07+18) do Sangradouro Prof. Revestida: Nível d'água:
---	---

OPERAÇÃO	ROTATIVA	MATERIAL
-----------------	-----------------	-----------------

PROF. DE ATÉ (m)	FRATURAMENTO			RECUPERAÇÃO			REC. (%)	PERFIL	PROF. (m)	DESCRIÇÃO
	Nº de peças	Nº de Orient.	SPT	25	50	75				

0,00 1,25	12						70 %		1,25	Migmatito gnaiss, composto predominantemente por quartzo e feldspatos, com bandeamento incipiente.
1,25 2,75	08						76 %		2,75	
2,75 4,25	05						80 %		4,25	
4,25 5,75	04						85 %		5,75	

000010

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

Sondagem: Açude DIAMANTINO II	Local: Estaca (-05) do Sangradouro
Posição Relativa (estaca): SR1S	Prof. Revestida:
Data da Execução: FEV/98	Nível d'água:
Cota da Boca do Furo: 98,50 m	

OPERAÇÃO	ROTATIVA	MATERIAL
-----------------	-----------------	-----------------

PROF. DE ATÉ (m)	FRATURAMENTO			RECUPERAÇÃO			REC. (%)	PERFIL	PROF. (m)	DESCRIÇÃO
	Nº de peças	Nº de Orient.	SPT	25	50	75				

0,00	21						27 %		1,00	Alteração de rocha
1,00	12						66 %		2,00	Migmatito gnaise, bandeado, os minerais máficos são esverdeados.
2,00	13						90 %		3,00	Migmatito gnaise, composto predominantemente por quartzo e feldspatos, com bandejamento incipiente.
3,00	21						75 %		4,50	Migmatito gnaise, bandeado, distância entre leitões de biotita de aproximadamente 10 cm
4,50	17						46 %		6,00	Migmatito gnaise, bandeado, apresenta fraturamento oxidado e leitões de biotita mais espessos.
6,00	17						54 %		7,00	

000011

PERFURAÇÃO: Rotativa	COROA: BX impregnada	Responsável pela informação:
DIÂMETRO DO FURO: 2 1/2"	BARRILETE: Duplo giratório	geol.Francisco José N. Costa e Silva CREA-CE 3349-D

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

Sondagem: Açude DIAMANTINO II	Local: Estaca (-10) do Sangradouro
Posição Relativa (estaca): SR3S	Prof. Revestida:
Data da Execução: FEV/98	Nível d'água:
Cota da Boca do Furo: 99,00 m	

OPERAÇÃO - ROTATIVA	MATERIAL
----------------------------	-----------------

PROF. DE ATÉ (m)	FRATURAMENTO			RECUPERAÇÃO			REC. (%)	PERFIL	PROF. (m)	DESCRIÇÃO
	Nº de peças	Nº de Orient.	SPT	25	50	75				

0,00										
0,50							0 %		0,50	Solo tipo SC, teor de finos elevado, cor castanho escuro.
0,50							0 %		2,00	
2,00							0 %		3,50	
2,00							0 %		5,00	Alteração de rocha
3,50							0 %		6,50	
3,50							0 %		7,50	Migmatito gnaiss, bandeado, apresenta fraturamento preenchido por oxido de ferro e leitos máficos de Biotita.
5,00							0 %		6,50	
6,50							30 %		7,50	

000012

PERFURAÇÃO: Rotativa
DIÂMETRO DO FURO: 2 1/2"

COROA: BX impregnada
BARRILETE: Duplo giratório

Responsável pela informação:
 geol.Francisco José N. Costa e Silva CREA-CE 3349-D

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

Sondagem: Açude DIAMANTINO II
Posição Relativa (estaca): SR4B
Data da Execução: FEV/98
Cota da Boca do Furo: 91,40 m

Local: Est. 22+3 a 4,20 a montante do eixo
Prof. Revestida: 1,50 m
Nível d'água:

OPERAÇÃO	ROTATIVA	MATERIAL
----------	----------	----------

PROF. DE ATÉ (m)	FRATURAMENTO			RECUPERAÇÃO			REC. (%)	PERFIL	PROF. (m)	DESCRIÇÃO
	Nº de peças	Nº de Orient.	SPT	25	50	75				

0,00							0 %		1,50	Solo tipo SC, teor de finos elevado, cor castanho claro, com seixos rolados disseminados na massa.
0,50							0 %		4,50	
0,50							28 %		6,00	Alteração de rocha
2,00							22 %		7,00	
2,00							50 %		8,50	
3,50										Migmatito gnaiss, fraturado, cor clara, com predominância de minerais feldspáticos.
3,50										
5,00										
5,00										
6,50										
6,50										
7,50										

000013

PERFURAÇÃO: Rotativa
DIÂMETRO DO FURO: 2 1/2"

COROA: BX impregnada
BARRILETE: Duplo giratório

Responsável pela informação:
 geol. Francisco José N. Costa e Silva CREA-CE 3349-D

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

Sondagem: Açude DIAMANTINO II
Posição Relativa (estaca): SR1B
Data da Execução: FEV/98
Cota da Boca do Furo: 89,70 m

Local: Estaca 13+13 da Barragem
Prof. Revestida: 6,90 m
Nível d'água:

OPERAÇÃO	ROTATIVA	MATERIAL
----------	----------	----------

PROF. DE ATÉ (m)	FRATURAMENTO				RECUPERAÇÃO			REC. (%)	PERFIL	PROF. (m)	DESCRIÇÃO
	Nº de peças	Nº de Orient.	SPT		25	50	75				

0,00									0 %		4,00	Solo tipo SC, teor de finos elevado, cor castanho claro.
0,40									0 %		5,20	Leito de seixos rolados, disseminados em areia média lavada
4,00									0 %		6,00	Alteração de rocha.
5,20									0 %		6,90	
6,00												
6,00												
6,90												

000014

PERFURAÇÃO: Rotativa COROA: BX impregnada Responsável pela informação:
 DIÂMETRO DO FURO: 2 1/2" BARRILETE: Duplo giratório geol. Francisco José N. Costa e Silva CREA-CE 3349-D

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

Sondagem: Açude DIAMANTINO II Posição Relativa (estaca): SR2B Data da Execução: FEV/98 Cota da Boca do Furo: 90,30 m	Local: Estaca 15 da Barragem Prof. Revestida: 4,0 m Nível d'água:
---	--

OPERAÇÃO	ROTATIVA	MATERIAL
----------	----------	----------

PROF. DE ATÉ (m)	FRATURAMENTO Nº de peças Nº de Orient. SPT	RECUPERAÇÃO REC. 25 50 75 (%)	PERFIL	PROF. (m)	DESCRIÇÃO
------------------	--	---	--------	-----------	-----------

0,00					Solo tipo SC, teor de finos elevado, cor castanho claro. Leito de seixos rolados, disseminados em areia média lavada
0,40			0 %	4,00	
4,00				0 %	
5,30				5,30	

000015

PERFURAÇÃO: Rotativa DIÂMETRO DO FURO: 2 1/2"	COROA: BX impregnada BARRILETE: Duplo giratório	Responsável pela informação: geol. Francisco José N. Costa e Silva CREA-CE 3349-D
--	--	--

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

<p>Sondagem: Açude DIAMANTINO II</p> <p>Posição Relativa (estaca): SR3B</p> <p>Data da Execução: FEV/98</p> <p>Cota da Boca do Furo: 90,30 m</p>	<p>Local: Estaca 14+18 da Barragem</p> <p>Prof. Revestida: 4,0 m</p> <p>Nível d'água:</p>
--	--

OPERAÇÃO	ROTATIVA	MATERIAL
-----------------	-----------------	-----------------

PROF. DE ATÉ (m)	FRATURAMENTO			RECUPERAÇÃO			REC. (%)	PERFIL	PROF. (m)	DESCRIÇÃO
	N° de peças	N° de Orient.	SPT	25	50	75				

0,00									4,00	Solo tipo SC, teor de finos elevado, cor castanho claro.
0,40							0 %			
4,00									4,60	Leito de seixos rolados, disseminados em areia média lavada
4,60							0 %			

000016

<p>PERFURAÇÃO: Rotativa</p> <p>DIÂMETRO DO FURO: 2 1/2"</p>	<p>COROA: BX impregnada</p> <p>BARRILETE: Duplo giratório</p>	<p>Responsável pela informação:</p> <p>geol. Francisco José N. Costa e Silva CREA-CE 3349-D</p>
---	---	--

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

Sondagem: Açude DIAMANTINO II	Local: Estaca 6 da Barragem
Posição Relativa (estaca): SR5B	Prof. Revestida: 2,50 m
Data da Execução: FEV/98	Nível d'água:
Cota da Boca do Furo: 89,00 m	

OPERAÇÃO	ROTATIVA	MATERIAL
----------	----------	----------

PROF. DE ATÉ (m)	FRATURAMENTO			RECUPERAÇÃO			REC. (%)	PERFIL	PROF. (m)	DESCRIÇÃO
	Nº de peças	Nº de Orient.	SPT	25	50	75				

0,00							0 %		2,50	Solo tipo SC, teor de finos elevado, cor castanho claro.
2,50							0 %		4,00	Alteração de rocha.
4,00							45 %		5,50	Migmatito gnaiss, fraturado, cor clara, com predominância de minerais feldspáticos.
5,50							50 %		6,50	
6,50										

000017

PERFURAÇÃO: Rotativa	COROA: BX impregnada	Responsável pela informação:
DIÂMETRO DO FURO: 2 1/2"	BARRILETE: Duplo giratório	geol.Francisco José N. Costa e Silva CREA-CE 3349-D

QUADRO RESUMO

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

BARRAGEM DIAMANTINO II

MUNICÍPIO MARCO-CE

FURO No	AMOSTRA No	PROF (m)	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)							PLASTICIDADE			PERMEABI LIDADE $K(\text{cm}^2)$	COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO (U S C)
			3/4"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	0,005	LL	LP	IP		γ_{SMg}/cm^3	hot (%)	
1	1	1,80	99	97	95	92	77	34	12	20	16	4	$2,5 \times 10^{-6}$	1,955	10,2	SC
2	2	2,40	85	77	70	62	45	25	13	30	21	9	$9,9 \times 10^{-7}$	1,924	11,9	SC
3	3	2,30	88	82	76	68	51	32	15	30	20	10	$7,4 \times 10^{-7}$	1,897	12,1	SC

0000:8

ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

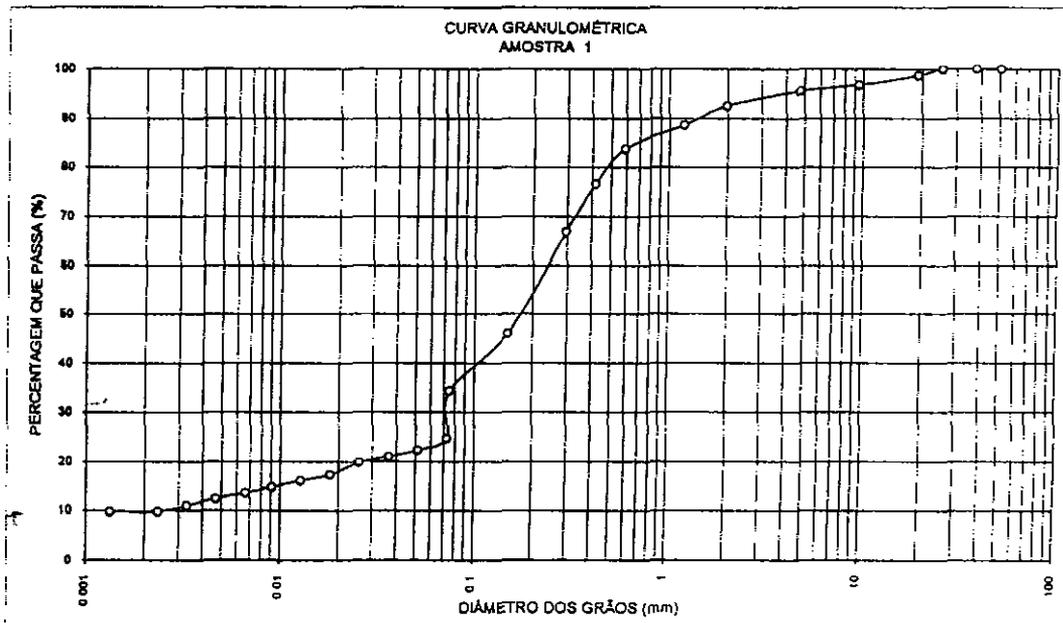
INTERESSADO SRS NORDESTE		FURO	5
OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II		AMOSTRA	1
MUNICIPIO MARCO-CE		PROF m	1,80

UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO			RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO			
CAPSULA No			PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8	mm	5
PESO BRUTO UMIDO(g)	51,32		AREIA GROSSA	4,8 - 2,00	mm	3
PESO BRUTO SECO(g)	50,78		AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42	mm	16
PESO DA CAPSULA(g)	13,67		AREIA FINA	0,42 - 0,074	mm	42
PESO DA AGUA(g)	0,54		SILTE	0,074 - 0,005	mm	22
PESO DO SOLO SECO(g)	37,11		ARGILA	ABAIXO DE 0,005	mm	12
UMIDADE(%)	1,46		ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001	mm	xxx
UMIDADE MÉDIA(%)		1,46				
DENSIDADE A 20 °C			2,67			

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUÇO				
CAPSULA No	AM TOTAL	AM PARC	PENEIRA		PESO RETIDO	PESO QUE PASSA	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
			POLEG	mm			
	1	2					
PESO SOLO UMIDO(g)	1000,00	120,00	2"	50,80	0,00	986,72	100
PESO PEDREG (g)	74,19		1 1/2"	38,10	0,00	986,72	100
P S MIUDO UMIDO(g)	925,81		1"	25,40	0,00	986,72	100
P S MIUDO SECO(g)	912,53		3/4"	19,10	13,55	973,17	99
P AMOSTRA SECA(g)	986,72	118,28	3/8"	9,52	18,87	954,30	97
CTE DO FATOR K		1,250	No 4	4,76	12,60	941,70	95
			No 10	2,00	29,17	912,53	92

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
PENEIRA	POLEGADA	mm	PESO RETIDO	PESO QUE PASSA	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
No 30	0,590	6,11	107,08	84	
No 40	0,42	9,09	97,99	77	
No 50	0,297	12,50	85,48	67	
No 100	0,149	26,68	58,81	46	
No 200	0,075	15,06	43,75	34	

SEDIMENTAÇÃO								
DENSIMETRO No 1				PROVETA No 1				
TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT (°C)	CORREC DO MENISCO	LEITUR ORR (L)	ALT DE QUEDA (cm)	LEIT COR FINAL	% DOS GRAOS (mm)	% de AM TOTAL(O)
30 seg	26,00	29,00	-3,17	18,83	14,40	19,75	0,0730	25
1 min	24,00	29,00	-3,17	16,83	14,80	17,75	0,0516	22
2 min	23,00	29,00	-3,17	15,83	15,00	16,75	0,0365	21
4 min	22,00	29,00	-3,17	14,83	14,40	15,75	0,0258	20
8 min	20,00	29,00	-3,17	12,83	14,80	13,75	0,0182	17
15 min	19,00	29,00	-3,17	11,83	15,00	12,75	0,0129	16
30 min	18,00	29,00	-3,17	10,83	15,20	11,75	0,0091	15
1 h	17,00	29,00	3,17	9,83	15,40	10,75	0,0067	13
2 h	16,00	29,00	-3,17	8,83	15,60	9,75	0,0047	12
4 h	15,00	29,00	-3,17	7,83	15,80	8,75	0,0033	11
8 h	14,00	29,00	-3,17	6,83	16,00	7,75	0,0024	10
24 h	14,00	29,00	-3,17	6,83	16,00	7,75	0,0013	10



000019

ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

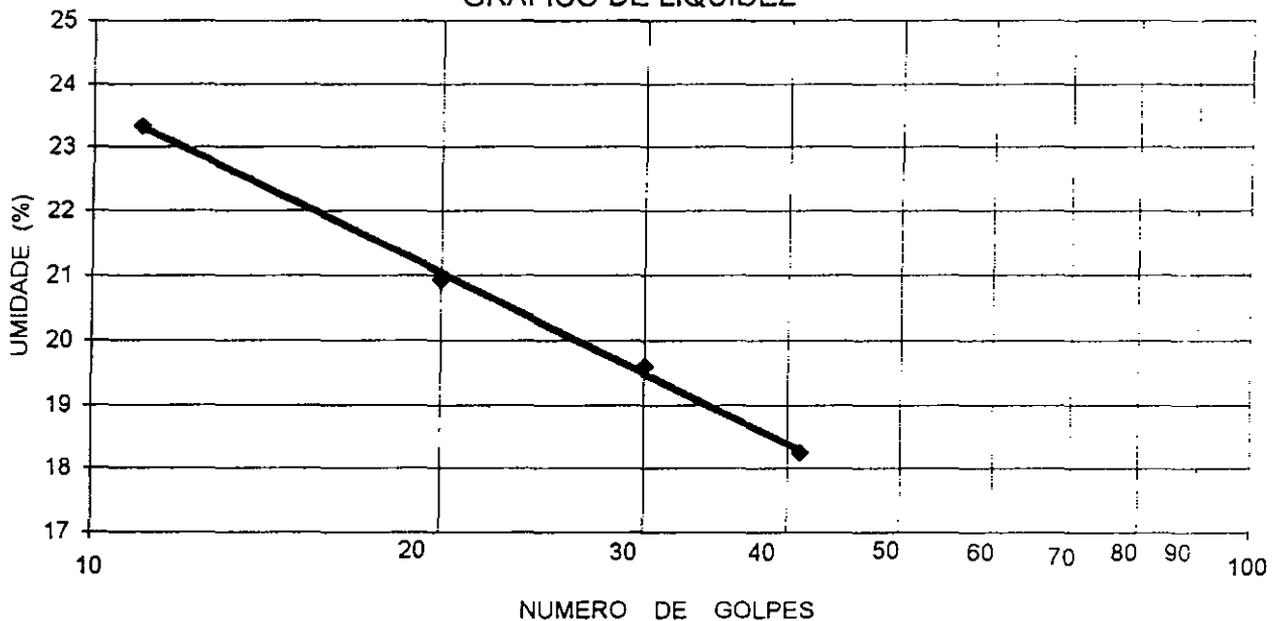
INTERESSADO SHS NORDESTE
 OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II
 LOCALIDADE MARCO-CE

AM 1

No DE GOLPES	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
	11	20	30	41	xxx	xxx	xxx	xxx
No CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA	21,36	19,51	18,48	19,51	9,74	9,67	9,61	9,77
SOLO+TARA	18,55	17,25	16,55	17,55	9,25	9,17	9,08	9,25
TARA	6,51	6,45	6,70	6,81	6,21	6,02	5,79	5,93
ÁGUA	2,81	2,26	1,93	1,96	0,49	0,50	0,53	0,52
SOLO	12,04	10,8	9,85	10,74	3,04	3,15	3,29	3,32
UMIDADE	23,34	20,93	19,59	18,25	16,12	15,87	16,11	15,66

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) 20 %
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) 16 %
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) 4 %

GRÁFICO DE LIQUIDEZ



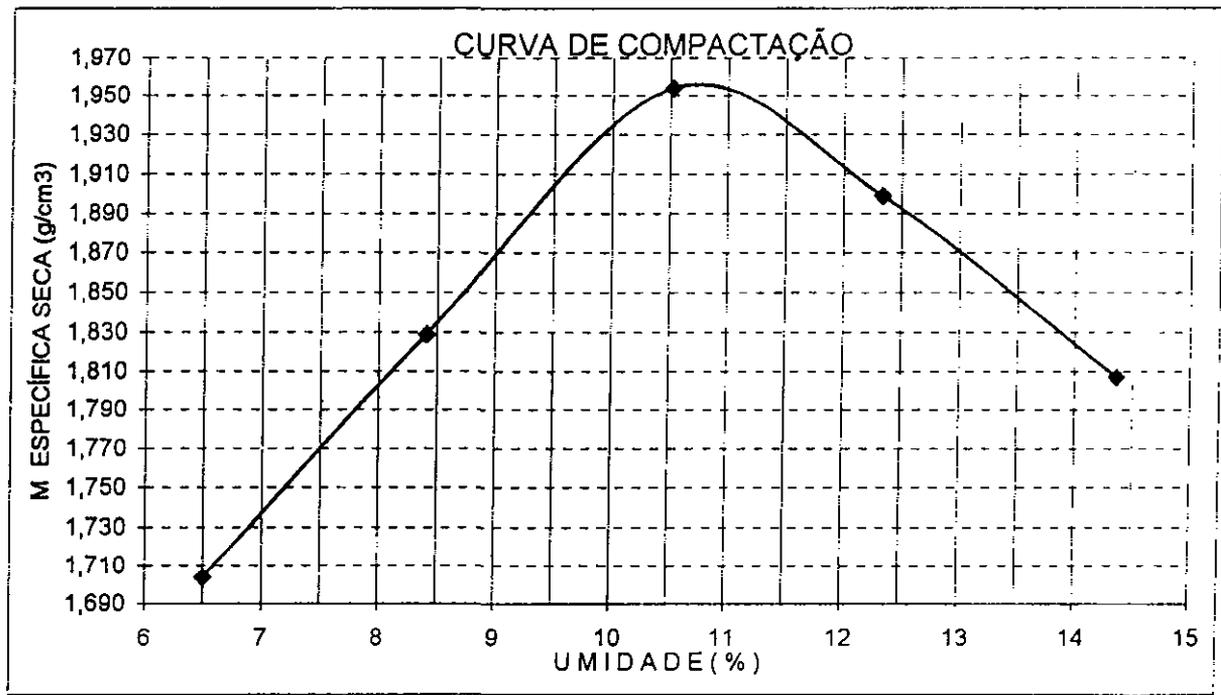
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL		AMOSTRA	1
INTERESSADO SHS NORDESTE		JAZIDA	
OBRA	BARRAGEM DIAMANTINO II		
MUNICÍPIO	MARCO - CE		

RESULTADOS

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA 1,955 g/cm³

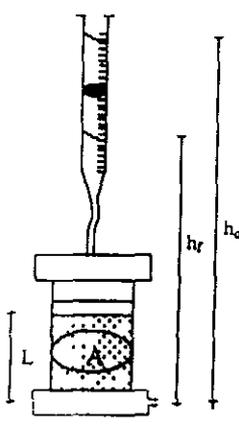
UMIDADE ÓTIMA 10,2 %

CILINDRO No	3	VOLUME	2261	PESO	3978
No. DE GOLPES	12	P DA AMOSTRA	6000		
P DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8080	8460	8860	8800	8650
PESO DA AMOSTRA (g)	4102	4482	4882	4822	4672
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm ³)	1,814	1,982	2,159	2,133	2,066
CÁPSULA No	1	2	3	4	5
P BRUTO ÚMIDO (g)	52,41	55,81	59,43	61,59	66,54
P BRUTO SECO (g)	50,04	52,51	54,97	56,33	59,87
P DA CÁPSULA (g)	13,57	13,27	12,59	13,68	13,42
ÁGUA (g)	2,37	3,3	4,46	5,26	6,67
SOLO (g)	36,47	39,24	42,38	42,65	46,45
UMIDADE (%)	6,50	8,41	10,52	12,33	14,36
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm ³)	1,704	1,829	1,954	1,899	1,807



ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

INTERESSADO SHS NORDESTE
 OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II AMOSTRA 1
 MUNICÍPIO MARCO - CE



γ_s - PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO
 h - UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO
 h_0 - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA
 h_f - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA
 a - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA
 A - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA
 L - ESPESSURA DO CORPO DE PROVA
 γ_{SM} - PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA
 h_{ot} - UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA
 T - TEMPERATURA DO ENSAIO
 F_c - FATOR DE CORREÇÃO

12,6	%
165	cm
160	cm
6,201	cm ²
181,46	cm ²
4,30	cm
?	g/cm ³
?	%
28	°C
0,828	

DATA	LEITURA Nº	AMOSTRA	γ_s (g/cm ³)	h (%)	h_0 (cm)	h_f (cm)	t (seg)	K (cm/s)
15 10 98	01		1,890	12,60	165,00	160,00	1 500	2,5E-06
15 10 98	02	01	1,890	12,60	165,00	160,00	1 520	2,5E-06
15 10 98	03		1,890	12,60	165,00	160,00	1 510	2,5E-06

PERMEABILIDADE MÉDIA (\bar{K})
2,5E-06

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_f}$$

ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

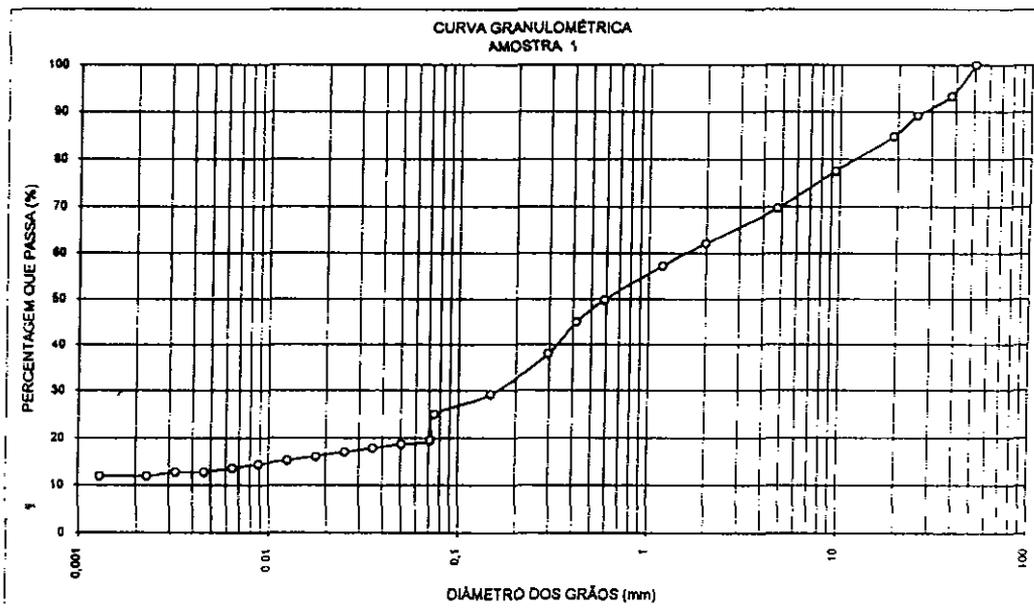
INTERESSADO SHS NORDESTE	FURO	5
OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II	AMOSTRA	3
MUNICÍPIO MARCO-CE	PROF. em	2 40

UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO		
CAPSULA No	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8 mm	30
PESO BRUTO UMIDO(g)	52,87	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00 mm	7
PESO BRUTO SECO(g)	51,62	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42 mm	17
PESO DA CAPSULA(g)	13,52	AREIA FINA	0,42 - 0,074 mm	20
PESO DA AGUA(g)	1,05	SILTE	0,074 - 0,005 mm	12
PESO DO SOLO SECO(g)	38,1	ARGILA	ABAIXO DE 0,005 mm	13
UMIDADE(%)	2,76	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001 mm	xxx
UMIDADE MEDIA(%)	2,76			
DENSIDADE A 20 °C		2,66		

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
	AM TOTAL	AM PARC	PENEIRA		PESO RETIDO	PESO QUE PASSA	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
			POLEGADA	mm			
CAPSULA No	1	2					
PESO SOLO UMIDO(g)	2000,00	120,30	2"	50,80	0,00	1962,72	100
PESO PEDREG (g)	608,94		1 1/2"	38,10	133,74	1828,98	93
P S MIUDO UMIDO(g)	1390,06		1"	25,40	80,42	1748,56	89
P S MIUDO SECO(g)	1352,78		3/4"	19,10	83,90	1664,66	85
P AMOSTRA SECA(g)	1682,72	116,78	3/8"	9,52	145,04	1519,62	77
CTE DO FATOR K		0,852	No 4	4,76	155,22	1364,40	70
			No 10	2,00	145,36	1219,04	62

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO					
PENEIRA	POLEGADA	mm	PESO RETIDO	PESO QUE PASSA	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
No 30	0,590	14,04	93,57	50	
No 40	0,42	8,98	84,59	45	
No 50	0,297	13,11	71,48	38	
No 100	0,149	16,70	54,78	29	
No 200	0,075	7,84	46,94	25	

SEDIMENTAÇÃO								
DENSIMETRO No 1				PROVETA No 1				
TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT (°C)	CORREC DO MENISCO	LEITUR ORR (L)	ALT DE QUEDA (cm)	LEIT COR FINAL	% DOS GRAOS (mm)	% de AM TOTAL (O)
30 seg	29,00	29,00	-3,17	21,83	13,80	22,75	0,0717	19
1 min	28,00	29,00	-3,17	20,83	14,00	21,75	0,0507	19
2 min	27,00	29,00	-3,17	19,83	14,20	20,75	0,0358	18
4 min	26,00	29,00	-3,17	18,83	13,70	19,75	0,0253	17
8 min	25,00	29,00	-3,17	17,83	13,90	18,75	0,0179	16
15 min	24,00	29,00	-3,17	16,83	14,10	17,75	0,0127	15
30 min	23,00	29,00	-3,17	15,83	14,30	16,75	0,0090	14
1 h	22,00	29,00	-3,17	14,83	14,40	15,75	0,0065	13
2 h	21,00	29,00	-3,17	13,83	14,60	14,75	0,0046	13
4 h	21,00	29,00	-3,17	13,83	14,60	14,75	0,0033	13
8 h	20,00	29,00	-3,17	12,83	14,80	13,75	0,0023	12
24 h	20,00	29,00	-3,17	12,83	14,80	13,75	0,0013	12



000023

ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

INTERESSADO SHS NORDESTE

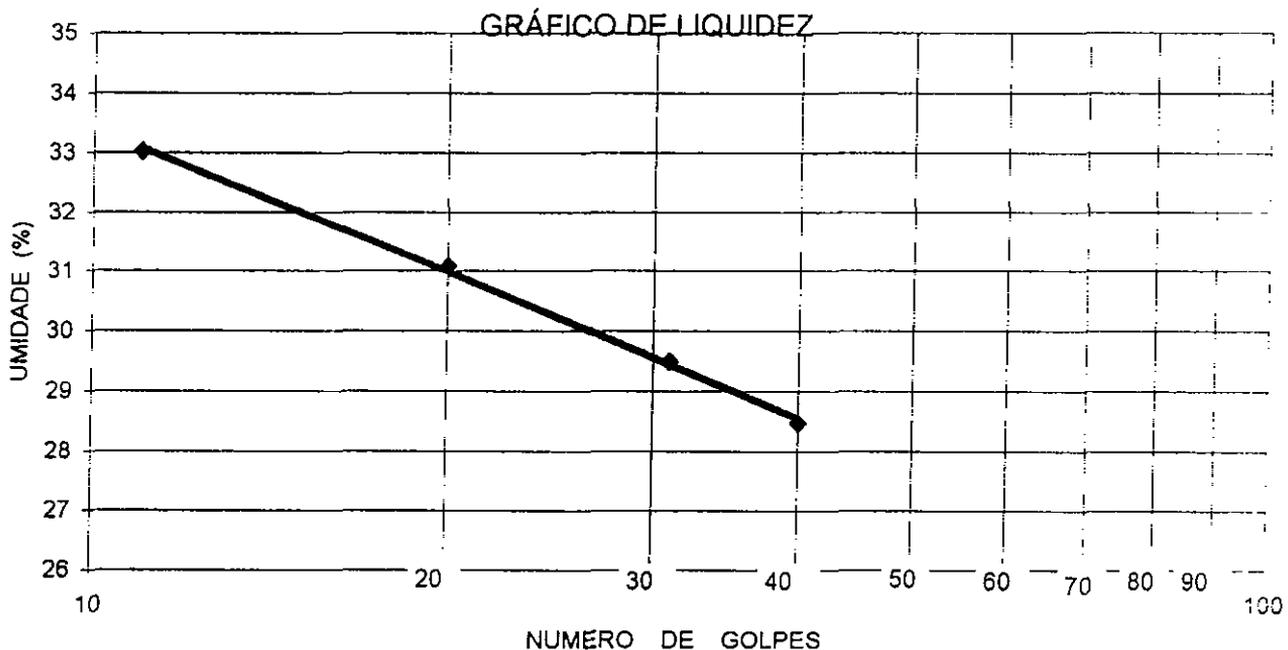
OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

AM 2

LOCALIDADE: MARCO-CE

No DE GOLPES	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
	11	20	31	40	xxx	xxx	xxx	xxx
No CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA	24,85	21,61	20,57	19,41	9,86	9,98	9,44	9,73
SOLO+TARA	20,24	17,95	17,32	16,58	9,24	9,37	8,92	9,14
TARA	6,28	6,17	6,30	6,64	6,34	6,51	6,47	6,39
AGUA	4,61	3,66	3,25	2,83	0,62	0,61	0,52	0,59
SOLO	13,96	11,78	11,02	9,94	2,9	2,86	2,45	2,75
UMIDADE	33,02	31,07	29,49	28,47	21,38	21,33	21,22	21,45

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) 30 %
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) 21 %
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) 9 %



000024

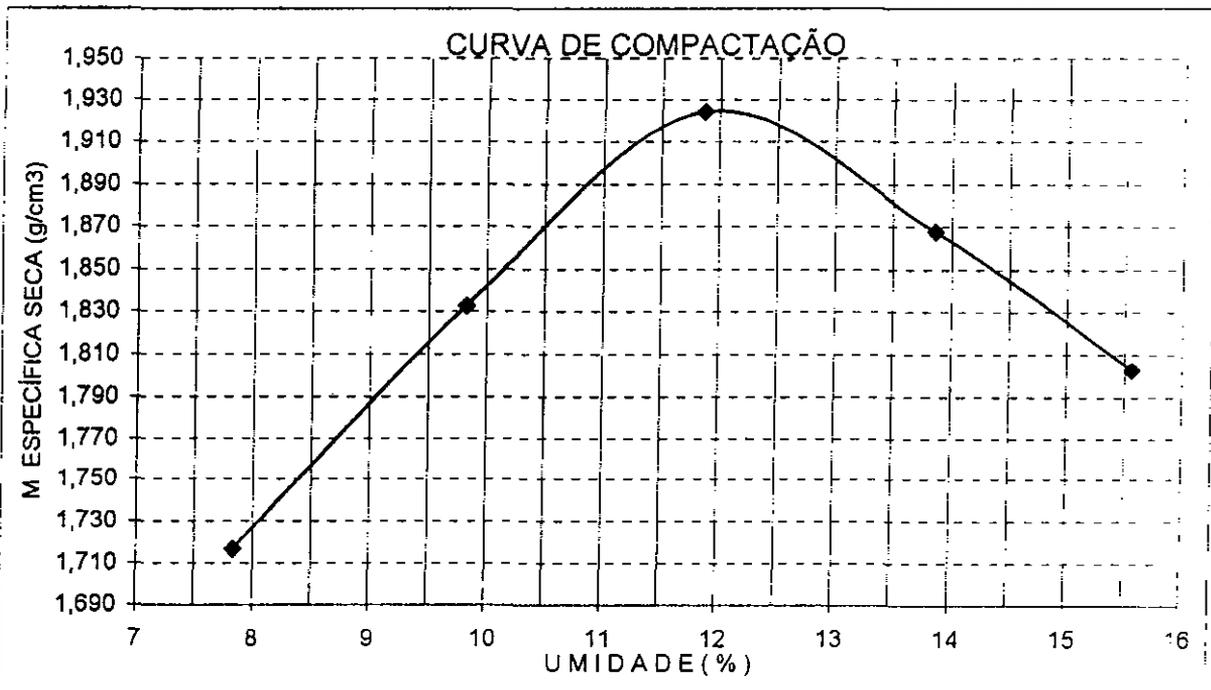
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL		AMOSTRA	2
INTERESSADO	SHS NORDESTE	JAZIDA	
OBRA	BARRAGEM DIAMANTINO II		
MUNICÍPIO	MARCO - CE		

RESULTADOS:

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA 1,924 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA: 11,9 %

CILINDRO No	3	VOLUME	2323	PESO	4210
No. DE GOLPES	12	P DA AMOSTRA	6000		
P DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8510	8885	9210	9150	9050
PESO DA AMOSTRA (g)	4300	4675	5000	4940	4840
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm ³)	1,851	2,012	2,152	2,127	2,084
CÁPSULA No	1	2	3	4	5
P BRUTO ÚMIDO (g)	55,6	58,64	60,71	65,72	68,15
P BRUTO SECO (g)	52,55	54,6	55,68	59,36	60,79
P DA CÁPSULA (g)	13,61	13,47	13,29	13,47	13,51
ÁGUA (g)	3,05	4,04	5,03	6,36	7,36
SOLO (g)	38,94	41,13	42,39	45,89	47,28
UMIDADE (%)	7,83	9,82	11,87	13,86	15,57
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm ³)	1,717	1,832	1,924	1,868	1,803



000025

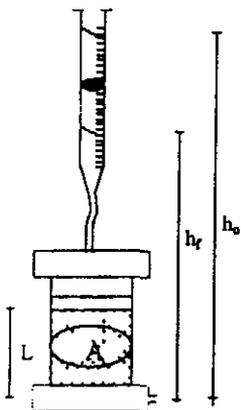
ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

INFLUÊNCIA SHS NORDESTE

OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

AMOSTRA 2

MUNICÍPIO MARCO - CE



- γ_s - PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO
- h - UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO
- h_0 - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA
- h_r - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA
- a - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA
- A - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA
- L - ESPESSURA DO CORPO DE PROVA
- γ_{SM} - PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA
- w_{ot} - UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA
- T - TEMPERATURA DO ENSAIO
- F_c - FATOR DE CORREÇÃO

	g/cm ³
14,2	%
165	cm
160	cm
6,201	cm ²
181,46	cm ²
3,20	cm
?	g/cm ³
?	%
28	°C
0,828	

DATA	LEITURA Nº	AMOSTRA	γ_s (g/cm ³)	h (%)	h_0 (cm)	h_r (cm)	t (seg)	K (cm/s)
13 10 98	01		1,855	14,30	165,00	160,00	2 800	9,9E-07
13 10 98	02	02	1,855	14,30	165,00	160,00	2 810	9,9E-07
13 10 98	03		1,855	14,30	165,00	160,00	2 800	9,9E-07

PERMEABILIDADE MÉDIA (\bar{K})

9,9E-07

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_r}$$

000026

ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

INTERESSADO SHS NORDESTE	FURO	2
OBRA. BARRAGEM DIAMANTINO II	AMOSTRA	3
MUNICIPIO MARCO-CE	PROF	2 3 6

UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO		(%)
CAPSULA No	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4.8 mm	24
PESO BRUTO UMIDO(g)	51.73	AREIA GROSSA	4.8 - 2.00 mm	7
PESO BRUTO SECO(g)	50.84	AREIA MÉDIA	2.00 - 0.42 mm	18
PESO DA CAPSULA(g)	13.29	AREIA FINA	0.42 - 0.074 mm	19
PESO DA AGUA(g)	0.89	SILTE	0.074 - 0.005 mm	17
PESO DO SOLO SECO(g)	37.55	ARGILA	ABAIXO DE 0.005 mm	15
UMIDADE(%)	2.37	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0.001 mm	xxx
UMIDADE MEDIA(%)	2.37			
DENSIDADE A 20°C		2.66		

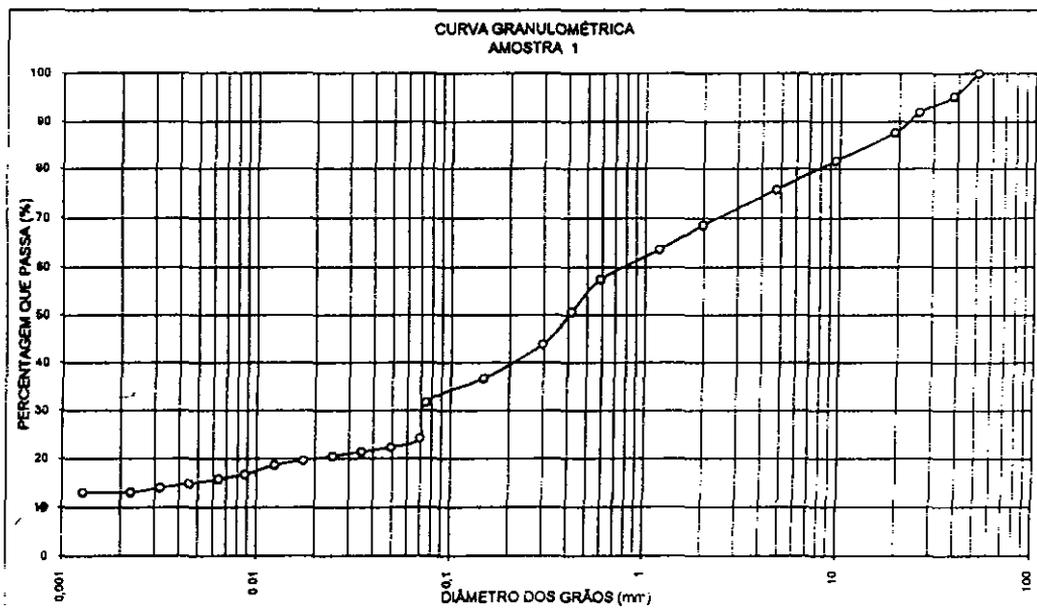
AMOSTRA SECA		PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUZO					
	AM TOTAL	AM PARC	PENEIRA POLEG mm	PESO RETIDO	PESO QUE PASSA	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL	
CAPSULA No	1	2	2"	50.80	0.00	1965.82	100
PESO SOLO UMIDO(g)	2000.00	120.00	1 1/2"	38.10	95.42	1870.40	95
PESO PEDREG (g)	523.9		1"	25.40	62.80	1807.60	92
P S MIUDO UMIDO(g)	1476.1		3/4"	18.10	85.29	1722.31	88
P S MIUDO SECO(g)	1441.92		3/8"	9.52	116.35	1605.96	82
P AMOSTRA SECA(g)	1965.82	117.22	No 4	4.76	120.84	1485.12	76
CTE DO FATOR K		0.936	No 10	2.00	138.62	1346.50	68

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO

PENEIRA POLEGADA	mm	PESO RETIDO	PESO QUE PASSA	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL
No 16	1.190	8.68	108.54	63
No 30	0.690	10.45	98.09	57
No 40	0.42	11.61	86.48	51
No 50	0.297	11.47	75.01	44
No 100	0.149	12.33	62.68	37
No 200	0.076	6.49	54.19	32

SEDIMENTAÇÃO

TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT (o C)	CORREC DO MENISCO	LEITUR ORR (L)	ALT DE QUEDA (cm)	LEIT COR FINAL	q° DOS GRAOS (mm)	% d AM TOTAL(Q)
30 seg	32,00	29,00	-3,17	24,83	13,20	25,75	0,0701	24
1 min	30,00	29,00	-3,17	22,83	13,60	23,75	0,0496	22
2 min	29,00	29,00	-3,17	21,83	13,80	22,75	0,0351	21
4 min	28,00	29,00	-3,17	20,83	13,30	21,75	0,0248	20
8 min	27,00	29,00	-3,17	19,83	13,50	20,75	0,0175	19
15 min	26,00	29,00	-3,17	18,83	13,70	19,75	0,0124	18
30 min	24,00	29,00	-3,17	16,83	14,10	17,75	0,0088	17
1 h	23,00	29,00	-3,17	15,83	14,30	16,75	0,0064	16
2 h	22,00	29,00	-3,17	14,83	14,40	16,75	0,0045	15
4 h	21,00	29,00	-3,17	13,83	14,60	14,75	0,0032	14
8 h	20,00	29,00	-3,17	12,83	14,80	13,75	0,0023	13
24 h	20,00	29,00	-3,17	12,83	14,80	13,75	0,0013	13



000017

ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

INTERESSADO SHS NORDESTE

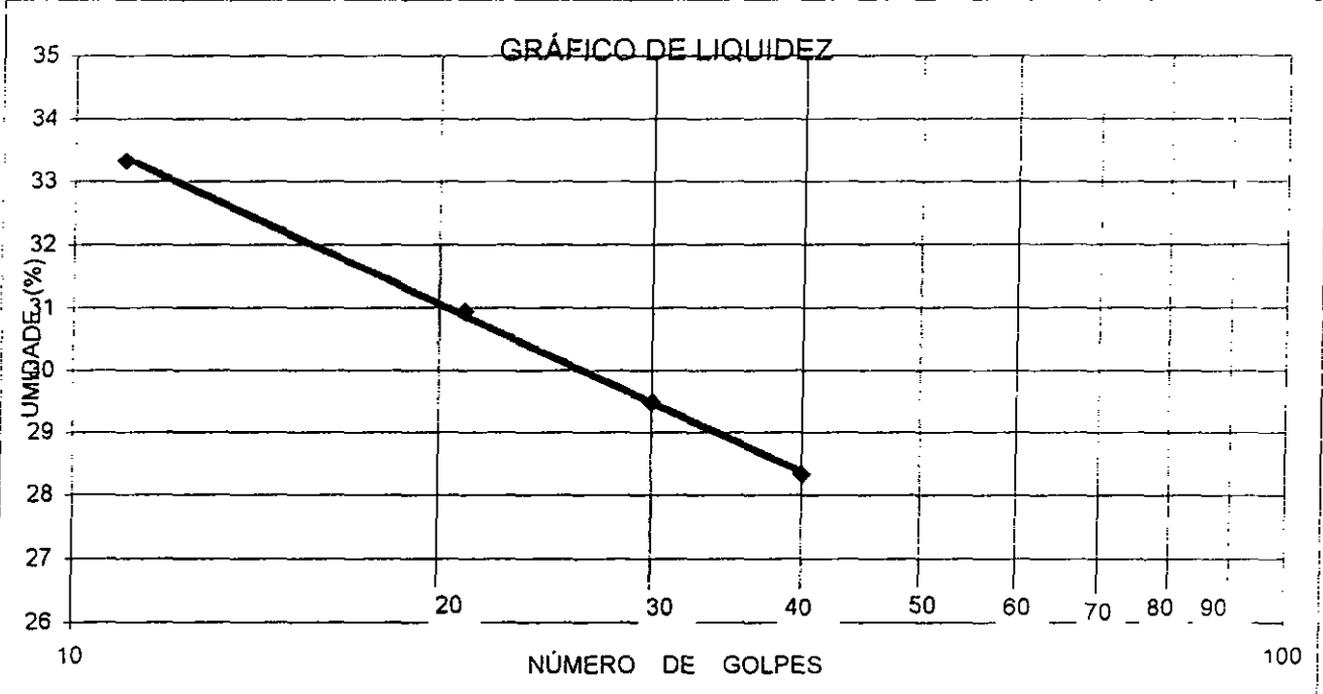
OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

AM 3

LOCALIDADE. MARCO-CE

LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE			
No DE GOLPES	11	21	30	40	xxx	xxx	xxx	xxx
No CAPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA	25,75	22,38	21,44	20,71	9,46	9,65	9,48	9,64
SOLO+TARA	20,94	18,55	17,99	17,55	8,9	9,11	8,96	9,06
TARA	6,51	6,17	6,29	6,39	6,17	6,45	6,38	6,22
AGUA	4,81	3,83	3,45	3,16	0,56	0,54	0,52	0,58
SOLO	14,43	12,38	11,7	11,16	2,73	2,66	2,58	2,84
UMIDADE	33,33	30,94	29,49	28,32	20,51	20,30	20,16	20,42

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) 30 %
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) 20 %
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) 10 %



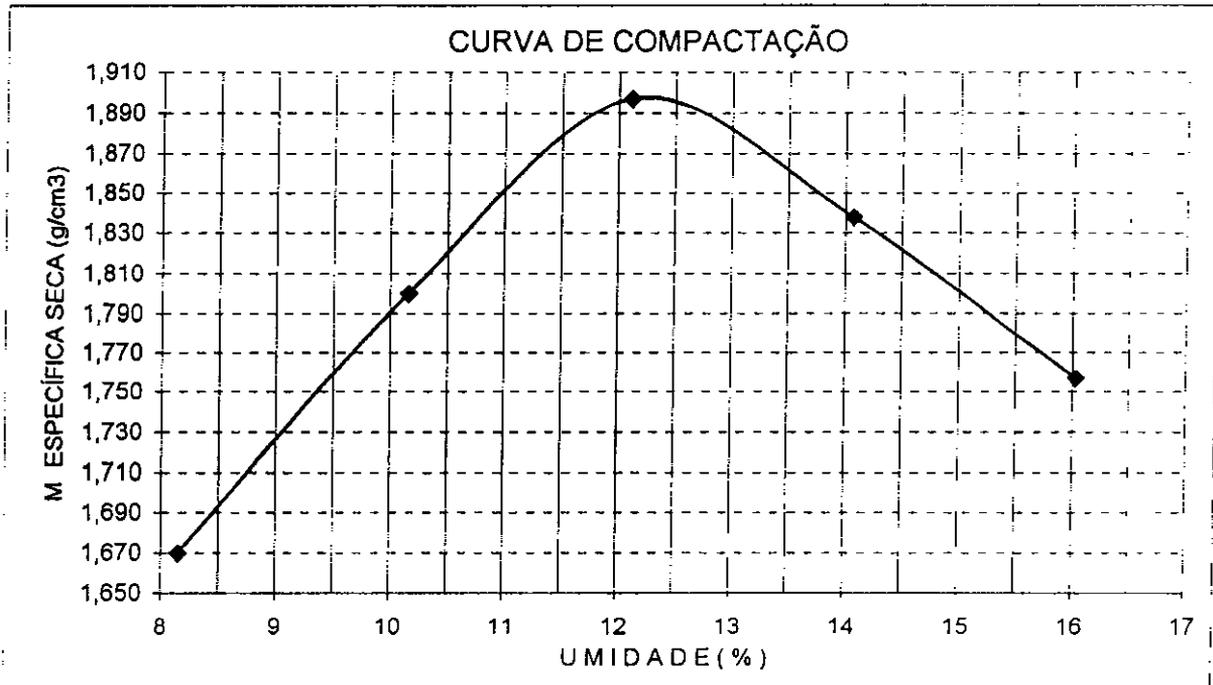
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL		AMOSTRA	3
INTERESSADO SHS NORDESTE		JAZIDA	
OBRA	BARRAGEM DIAMANTINO II		
MUNICÍPIO	MARCO - CE		

RESULTADOS.

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA 1,897 g/cm³

UMIDADE ÓTIMA 12,11 %

CILINDRO No	3	VOLUME	2323	PESO	4210
No DE GOLPES	12	P DA AMOSTRA	6000		
P DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8405	8815	9150	9080	8945
PESO DA AMOSTRA (g)	4195	4605	4940	4870	4735
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm ³)	1,806	1,982	2,127	2,096	2,038
CÁPSULA No	1	2	3	4	5
P BRUTO ÚMIDO (g)	52,44	55,81	58,42	64,86	67,39
P BRUTO SECO (g)	49,51	51,9	53,58	58,51	59,94
P DA CÁPSULA (g)	13,57	13,41	13,62	13,39	13,46
ÁGUA (g)	2,93	3,91	4,84	6,35	7,45
SOLO (g)	35,94	38,49	39,96	45,12	46,48
UMIDADE (%)	8,15	10,16	12,11	14,07	16,03
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm ³)	1,670	1,800	1,897	1,838	1,757



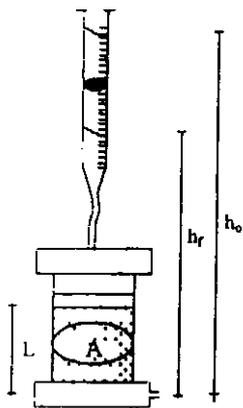
ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

INTERESSADO SHS NORDESTE

OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

AMOSTRA 3

MUNICIPIO MARCO - CE



- γ_s - PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO
- h - UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO
- h_0 - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA
- h_r - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA
- a - AREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA
- A - AREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA
- L - ESPESURA DO CORPO DE PROVA
- γ_{SM} - PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA
- h_{ot} - UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA
- T - TEMPERATURA DO ENSAIO
- F_c - FATOR DE CORREÇÃO

	g/cm ³
14,6	%
165	cm
161	cm
6,201	cm ²
181,46	cm ²
3,50	cm
?	g/cm ³
?	%
28	°C
0,828	

DATA	LEITURA Nº	AMOSTRA	γ_s (g/cm ³)	h (%)	h_0 (cm)	h_r (cm)	t (seg)	K (cm/s)
14 10 98	01		1,875	14,20	165,00	162,00	2 450	7,4E-07
14 10 98	02	03	1,875	14,20	165,00	162,00	2 460	7,4E-07
14 10 98	03		1,875	14,20	165,00	162,00	2 460	7,4E-07

PERMEABILIDADE MÉDIA (\bar{K})

7,4E-07

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_r}$$

000050