

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTÁGIO SUPERVISIONADO: AÇUDE PÚBLICO DE EMAS

PROF. SUPERVISOR: EDMAR BRASILEIRO

ALUNO: BENTO RIBEIRO FILHO

MATRÍCULA: 7711235-X

CAMPINA GRANDE, JULHO/1981.



Biblioteca Setorial do CDSA. Outubro de 2021.

Sumé - PB

P R O G R A M A D E E S T Á G I O

BARRAGENS DE TERRA

Local : EMAS, Pb.
Aluno : Bento Ribeiro Filho
Curso : Engenharia Civil
Matrícula : 7711235-X

- 1) Estudo de jazidas para utilização em Barragens de Terra.
 - 1.1 - Granulometria com peneiramento
 - 1.2 - Limite de liquidez
 - 1.3 - Limite de plasticidade
 - 1.4 - Compactação

- 2) Execução de Ensaios Especiais
 - 2.1 - Triaxial rápido - UU
 - 2.2 - Triaxial lento - CU
 - 2.3 - Cisalhamento direto
 - 2.4 - Permeabilidade

- 3) Acompanhamento de execução das fundações e do corpo de a terro de barragens.
 - 3.1 - Controle de execução
 - 3.2 - Medição
 - 3.3 - Especificações
 - 3.4 - Quantitativos
 - 3.5 - Preços

Engº FRANCISCO BARBOSA DE LUCENA
Chefe dos Laboratórios de
Solos e Estruturas

BARRAGENS DE TERRA

As barragens são estruturas construídas em vales e destinadas a fechá-los transversalmente.

FINALIDADES

A água acumulada por uma barragem é utilizada para as três seguintes finalidades principais: abastecimento de cidades, suprimento à irrigação e produção de energia elétrica. Estas são, portanto, barragens de acumulação.

O açude público de Emas é destinado para o abastecimento da referida cidade.

ESCOLHA DO LOCAL

A escolha do local para implantação de uma barragem é feita segundo um planejamento geral em que interferem as condições geológicas e geotécnicas da região e ainda fatores hidrelétrica e político-econômicos.

ESTUDOS PRELIMINARES

O estudo de uma barragem é, em particular, da sua fundação, requer preliminarmente as seguintes investigações:

TOPOGRAFIA

Cumprido, previamente, em levantamento topográfico da região onde deverá ser construída a barragem, delineando-se assim a sua bacia de acumulação

HIDROLÓGICAS

Tais investigações, de grande importância, visam a conhecer o regime de águas da região.

Em particular o açude público de Emas, encontra-se em uma região que apresenta regime de águas do tipo temporário

GEOLÓGICAS

O conhecimento das condições geológicas da região é de importância fundamental.

A prospecção geológica refere-se em particular ao estudo das rochas com especial atenção quanto aos seus eventuais fendilamentos.

Na barragem de Emas não foi executados estudos geológicos.

GEOTÉCNICAS

As investigações geológicas seguem-se as geotécnicas, tanto mais decisivas quando se trata de barragem de material granular. De fato, para a construção dessas barragens, impõe-se o conhecimento, tão exato quanto possível, das propriedades dos materiais da fundação e dos materiais de empreendimento que serão utilizados na sua constituição.

Estes estudos encontram-se anexados ao relatório.

A barragem, açude público de Emas é do tipo granular de terra compactada homogênea.

As barragens de material granular são as mais antigas e adaptáveis formas de estrutura de retenção de água. Quando bem projetadas e construídas, podem satisfatoriamente substituir os outros tipos, em terrenos de fundação menos resistentes. Quanto ao seu custo, é evidentemente influenciado pela existência, ou não, a curta distância do local da barragem, de jazidas de materiais disponíveis e aproveitáveis.

Quanto ao método construtivo, as que utilizam o transporte hidráulico são mais econômicas que as de transporte

e compactação mecânica, estas, ordinariamente sob controle de granulometria, unidade e peso específico, neste ultimo caso inclue-se a barragem em estudo.

SEÇÃO TRANSVERSAL DE BARRAGENS DE TERRA

O projeto e a construção de barragens de terra - segundo Guitram - envolve numerosos e complexos problemas de ordem prática, cuja resolução se baseia fundamentalmente na experiência, com a importante contribuição que a técnica moderna oferecem os métodos teóricos e experimentais da mecânica dos solos, particularmente sobre circulação de água em meios permeáveis, estabilidade de taludes e compactação de solos.

ALTURA

A altura da barragem é determinada em função da potência a instalar e mediante o exame das condições locais, em particular da hidrologia da região. A sua fixação exige criteriosa apreciação dos diversos fatores interferentes - $h=9,15m$.

LARGURA DA CRISTA

Pode ser determinada por meio de fórmulas empíricas, como a de Knappen:

$$b = 1,6 + H \qquad b = 1,6 + 9,15 \qquad b = 5m$$

TALUDES

Segundo Terzaghi e para fins de anteprojeto, as inclinações aconselháveis dos taludes de uma barragem são as indicadas na tabela seguinte

TIPO DE MATERIAL	TALUDES	
	MONTANTE	JUSANTE
Seção homogênea - solo bem graduado ...	1:2,5	1:2,0
Seção homogênea - silte grosso	1:3,0	1:2,5
Seção homogênea - argila ou argila sil- siltosa, altura menos que 15m	1:2,5	1:2,0

Da tabela, a inclinação dos taludes para a barragem de Emas é: seção homogênea argila ou argila siltosa, altura menor que 15m.

Observe-se que os taludes da barragem devem ser protegidos contra a ação das ondas criadas pelo reservatório e a ação erosiva das águas pluviais.

Na barragem de Emas a solução tomada foi: o empedramento, para o talude de montante e plantio de vegetação adequada à redução da velocidade de água e à retanção do solo através de suas raízes, para o talude de jusante.

SELEÇÃO DOS MATERIAIS

Os materiais empregados na construção de barragem de terra compactada devem, em princípios, satisfazer os seguintes condições:

- a) Estabilidade permanente contra a ruptura;
- b) impermeabilidade suficiente;
- c) insolubilidade dos sólidos constituintes;
- d) facilidade nas operações de construção (espalhamento e compactação).

Os ensaios básicos para tais estudos são: análise granulométrica, limites de consistência, permeabilidade, com

pactação e resistência ao cisalhamento. Todos estes ensaios foram realizados e se encontram anexos .

A CONSTRUÇÃO E SEU CONTRÔLE

GENERALIDADES

O processo de execução de uma barragem de terra compreende a preparação das fundações e a construção dos aterros. Esta construção engloba, esquematicamente, as seguintes fases:

a) Escavação dos materiais nas zonas de emprestimo previamente escolhidas;

b) transporte dos materiais e deposição nos locais assinalados, de acordo com o projeto;

c) espalhamento em camadas, acompanhado, em certas condições, de adição de água e posteriores operações de homogeneização;

d) compactação das camadas, por processos específicos.

Todo o processo de execução deve merecer atenção especial podendo dizer-se que o sucesso de uma construção depende tanto da prospeção e do projeto como da construção. Assim, é necessário proceder a vários tipos de inspeção que visem o asseguramento de certas condições. Tais inspeções compreendem, na generalidade, exames visuais, medições e ensaios.

No que se refere às condições de colocação de terras há que dispor de processos que permitem decidir sobre a qualidade do aterro construído. Então a aceitação ou rejeição de uma dada camada construída dependerá dos valores obtidos em ensaios de controle. Tais valores devem ser relacionados com os de um ensaio padronizado que "duplique" a compactação obtida na obra. Isto é, dado que o estudo das terras a aplicar na

construção da barragem recorreu à determinação de valores obtidos em ensaios sobre corpos de prova, há que assegurar que as terras colocadas exibam as "mesmas" características dos corpos de prova de estudo.

A compactação do açúde público de Emas foi realizada com rolo-pé-de-carneiro em camadas de 20cm de espessura.

Dado o equipamento de compactação deverão ser, no início da obra, estudadas as condições de operação. Fixada a espessura das camadas e o nº de passagem, deve proceder-se ao seu controle durante toda a construção.

A eficiência do processo de compactação deve sempre ser aferida por meio de um conjunto de ensaios de controle, efetuando periodicamente e em zonas pré-determinadas.

ALGUNS ASPECTOS DE CONSTRUÇÃO

PREPARAÇÃO DAS FUNDAÇÕES

A fundação da barragem de Emas é do tipo rochosa e por isso todo o solo existente foi retirado com o auxílio de trator de esteira. Depois de concluída a limpeza, a rocha foi escarificada a fim de se conseguir uma boa ligação com o aterro. Antes da colocação da primeira camada foi feita uma *regularização* ^{re}gra geral (a fim de se evitar a absorção, pela rocha, da água contida no material do aterro), mas evitando-se a formação de poças. Os buracos e irregularidades da superfície da rocha foram preenchidos com terra compactada, manualmente, a fim de se obter uma superfície horizontal de apoio da primeira camada do aterro.

EXECUÇÃO DOS ATERROS

O processo de construção utilizado para a citada barragem consistiu na deposição de camadas de espessuras de

20cm, e posterior compactação.

O transporte do material foi feito por caminhões basculantes, e sua homogeneização foi feita com patrol e grade de disco e a compactação com rolo-pé-de carneiro.

EXECUÇÃO DO CONTRÔLE

A execução do contrôlo de todos os trabalhos de construção compreendeu numa fiscalização das operações de preparação das fundações, da escavação e transporte dos materiais de empréstimo e da colocação e compactação das terras. De maneira geral, seguiu-se as indicações e os conceitos do projeto.

Na execução dos ensaios de contrôlo, densidade' in situ e teor de unidade, foram obedecidos os critérios padronizados pelos órgãos competentes. O grau de compactação considerado aceitável para jusante foi de no mínimo 97% e 100% para montante. A localização das áreas de ensaios variou consoante as condições existentes.

RELATÓRIO : Nº 037
ASSUNTO : PROSPECÇÃO DE JAZIDAS E ENSAIOS DE LABORATÓRIOS
INTERESSADO : SUPLAN
OBRA : AÇUDE PÚBLICO DE EMAS
LOCAL : MINICÍPIO DE EMAS - Pb

1 - INTRODUÇÃO

Refere-se o presente relatório aos estudos de prospecção de jazidas, ensaios de laboratório e sondagem de simples reconhecimento, efetuados por esta Associação Técnica Científica, com a finalidade de determinar as características dos materiais a serem utilizados na barragem e o pergil do terreno de fundação do maciço do Açude Público de Emas, a ser construído no município de Emas - Pb.

2 - ESTUDO DE CAMPO

2.1 - Prospecção de jazida

Foi estudada uma jazida de material argiloso, situada no local da obra a uma distância média de no máximo 300m do eixo da barragem. O volume teórico das ocorrências estudadas foi de 9.600m^3 , que corresponde um volume utilizável de 72.000m^3 . Em anexo apresentamos os resultados de estudo de prospecção com a classificação expedida de campo.

2.2 - Sondagem a Percussão de Simples Reconhecimento

Foram executados 12 (doze) furos de reconhecimento com tubos de revestimento de udas e meia polegada de diâ

metro interno nos pontos indicados pelo interessado, conforme planta de situação que acompanha os resultados de sondagem. O total perfurado atingiu 23,60m conforme quadro apresentado.

Os trabalhos de prospecção obedeceram as especificações do STANDAR PENETRATION TEST (S.P.T.) do U.S. BUREAU OF RECLAMATION, no que se refere a perfuração com circulação d'água e classificação de campo do material escavado. Os resultados obtidos estão apresentados em perfís individuais dos furos de sondagem, anexo ao relatório.

Adiantamos que os trabalhos foram realizados conforme instruções contidas na NB - 12 e TB - 3 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), atendendo a perfís, tipos de solos, número de golpes e nível d'água, bem como orientação da Associação Brasileira de Mecânica dos Solos (A.B.M.S.).

3 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Os materiais provenientes das jazidas foram submetidos no laboratório, aos ensaios de granulometria, limite de liquidez e limite de plasticidade e efetuada a classificação pelo sistema unificado os solos. Os valores encontrados estão sintetizados em fichas e gráficos que acompanham este relatório. Paralelamente ensaios de compactação foram efetuados com os referidos materiais.

4 - CONCLUSÃO

A jazida analisada apresenta material de granulação fina atendendo aos padrões da Unified Soil Classification System do U.S. BUREAU OF RECLAMATION, dentro destes padrões, as amostras foram enquadradas de um modo geral nos grupos CL, ML e SM. Solos desta natureza se caracterizam pela sua baixa permeabilidade.

O material poderá ser utilizado para construção do maciço da obra, pois apresenta características adequadas para uso em barragem de terra.

FURO Nº	PROFUNDIDADE PROSTECTADA (m)	NÍVEL D'ÁGUA (m)
01	1,30	N.E.
02	0,00	N.E.
03	0,00	N.E.
04	1,90	1,30
05	5,70	3,00
06	5,00	3,00
07	1,70	N.E.
08	1,40	N.E.
09	2,40	N.E.
10	2,00	N.E.
11	1,20	N.E.
12	1,00	N.E.
Profundidade total prostectada (m)		23,60

Obs: N.E. = Não encontrado

Engº FRANCISCO BARBOSA DE LUCENA
Chefe dos Laboratórios de Solos
e Estruturas

Engº FRANCISCO EDMAR BRASILEIRO
Técnico dos Laboratórios

CASA

JAZIDA CAMPO GRANDE
MUNICÍPIO E M A S.

LOCAL DA BARRAGEM

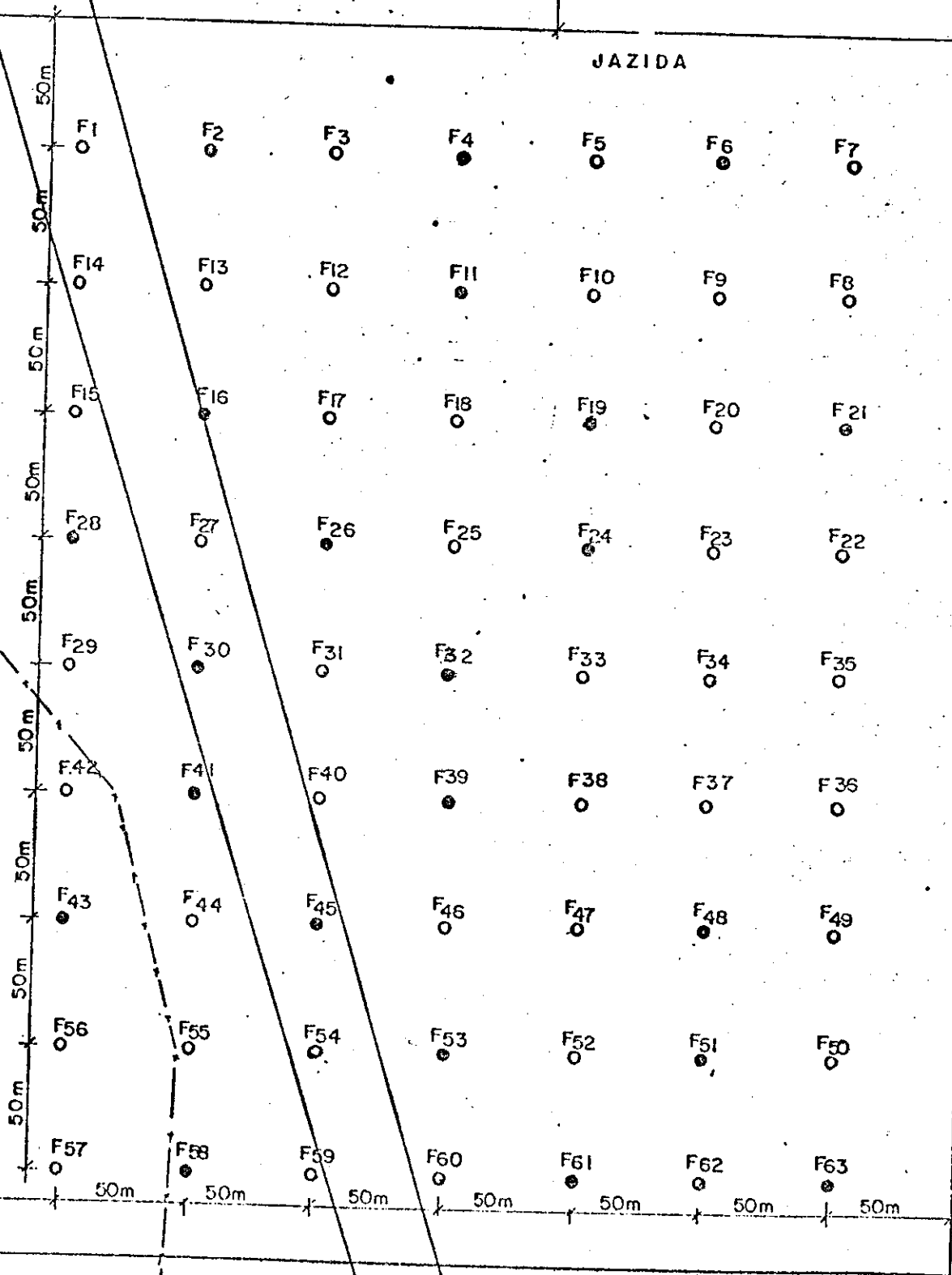
PENDÊNCIA

ESTRADA

80m

CURRAL

JAZIDA



50m
50m
50m
50m
50m
50m
50m
50m
50m
50m

50m 50m 50m 50m 50m 50m 50m 50m

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 01
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - L.E.	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"
	Peso do Martelo: 65 kg
	Altura de Queda: 75 cm

COTA EM RELAÇÃO AO R.N.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL																						
					EM RELAÇÃO O R.N.	N.T.																				
0,60			<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td></tr> <tr><td>0</td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td></tr> </table>	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	Areia média e grossa, argilosa, pedregulhosa, de cor escura
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100																
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100																
1,70				Rocha decomposta, micacea, de cor escura																						
		↑		Trépano impenetrável a 1,70 m																						

Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA: Não encontrado	DESENHO Nº 01
COTA Não tem	APÓS 24 HORAS: Idem	DESENHISTA: Windsor
NÍCIO: 31.08.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:	ESCALA: 1:50
TERMINO: 31.08.80	<i>(Assinatura)</i>	DATA: 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 02.
BRA: BARRAGEM DE EMAS - L.E.	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8" REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R. N.	COTA EM RELAÇÃO AO N. T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
				0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 10 20 30 40 50	
	1,20				Areia média e grossa, argilosa, micácea, de cor escura
	2,40				Rocha decomposta, micácea, de cor escura
					Trépano impenetrável a 2,40 m

Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA Não encontrado	DESENHO Nº 02
OTA: Não tem	APÓS 24 HORAS Idem	DESENHISTA Windsor
INÍCIO 31.08.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL	ESCALA 1:50
TERMINO 31.08.80	(Signature)	DATA 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN

FURO DE SONDAGEM Nº 03

OBRA: BARRAGEM DE EMAS - L.E.

AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2"
Diâmetro Interno 1 3/8"
REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"

LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

Peso do Martelo: 65 kg
Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R.N.	COTA EM RELAÇÃO AO N.T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO											CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL									
				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100										
	2,00	(Diagrama de amostra)																						Areia fina, micácea argilosa de cor escura
	2,70	(Diagrama de amostra)																						Rocha decomposta, micácea de cor escura
																								Trépano impenetrável a 2,70 m

Nível do terreno não tem	NÍVEL D'ÁGUA Não encontrado APÓS 24 HORAS: Idem	DESENHO Nº 03 DESENHISTA: Windsor
INÍCIO: 31.08.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: [assinatura]	ESCALA: 1:50
TERMINO: 31.08.80		DATA: 15.09.80

LIENTE: SUFLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 04
BRA: BARRAGEM DE EMAS - L.E.	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8"
OCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2" Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R. N.	COTA EM RELAÇÃO AO N. T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO													CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL	
				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
	0,80																	Areia média e grossa, argilosa, micácea, de cor escura
	1,80																	Rocha decomposta micácea, de cor escura
																		Trépano impenetrável a 1,80 m

Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA Não encontrado	DESENHO Nº 04
DATA: Não tem	APÓS 24 HORAS: Idem	DESENHISTA: Windsor
INÍCIO: 01.09.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:	ESCALA 1:50
TERMINO: 01.09.80		DATA: 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 05
BRA: BARRAGEM DE EMAS - L.E.	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8"
OCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2" Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R.N.	COTA EM RELAÇÃO AO N.T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO											CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
	0,40																Argila arenosa, pedregulhosa, de cor amarela clara
	1,10																Rocha decomposta micácea, de cor escura
																	Trépano impenetrável a 1,10 m

Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA Não encontrado	DESENHO Nº 05
DATA: Não tem	APÓS 24 HORAS Idem	DESENHISTA Windsor
INÍCIO: 01.09.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:	ESCALA: 1:50
TERMINO: 01.09.80	<i>(Signature)</i>	DATA: 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN



FURO DE SONDAGEM Nº 06

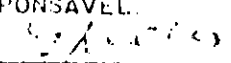
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - L.D.

 AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2"
 Diâmetro Interno 1 3/8"
 REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"

LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

 Peso do Martelo: 65 kg
 Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R.N.	COTA EM RELAÇÃO AO N.T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO										CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		100	
	0,60															Areia média e grossa, argilosa, pedregulhosa, de cor escura
	1,80															Rocha decomposta micácea, de cor escura
																Trépano impenetrável a 1,80 m

N	Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA	Não encontrado	DESENHO Nº	06
OTA	Não tem	APÓS 24 HORAS:	Idem	DESENHISTA	Windsor
VICIO	31.08.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:		ESCALA	1:50
TERMINO	31.08.80			DATA	15.09.80

CLIENTE: SUPLAN

FURO DE SONDAÇÃO Nº 07

OBRA: BARRAGEM DE EMAS - L.D.

AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2"
Diâmetro Interno 1 3/8"
REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"

LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

Peso do Martelo: 65 kg
Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R.N	COTA EM RELAÇÃO AO N.T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO													CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100					
	0,50																		Areia média e grossa pouco argilosa; pedregulhosa de cor clara
	1,10																		Rocha decomposta, micácea, de cor escura
																			Trépano impenetrável a 1,10 m

NÍVEL: Nível do terreno

NÍVEL D'ÁGUA: Não encontrado

DESENHO Nº 07

COTA: Não tem

APÓS 24 HORAS: Idem

DESENHISTA: Windsor

INÍCIO: 31.08.80


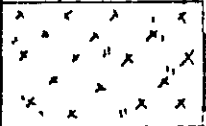
ENGENHEIRO RESPONSÁVEL:

ESCALA: 1:50

TERMINO: 31.08.80

DATA: 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 08
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - L.D.	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8" REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R.N	COTA EM RELAÇÃO AO N. T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
				0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 5 10 20 30 40 50	
	1,80				Areia fina, com mica, argilosa, de cor escura
	2,60				Rocha decomposta micácea de cor escura
					Trépano impenetravel a 2,60 m

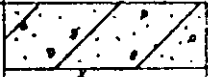

Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA Não encontrado	DESENHO Nº 08
OTA Não tem	APÓS 24 HORAS Idem	DESENHISTA Windsor
VÍCIO 01.09.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL	ESCALA 1:50
TÉRMINO 01.09.80		DATA 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 09
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - L.D.	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8" REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

COTA EM RELAÇÃO AO N. T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO											CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL		
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
0,50																Argila arenosa, pedregulhosa, de cor amarela clara
1,10																Rocha decomposta micácea, de cor escura
																Trépano impenetravel a 1,10 m

Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA Não encontrado	DESENHO Nº 09
NOTA Não tem	APÓS 24 HORAS: Idem	DESENHISTA Windsor
INÍCIO 01.09.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL	ESCALA 1:50
FIM 01.09.80		DATA 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDADE Nº 10
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - - EIXO	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8" REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

COTA EM RELAÇÃO AO N.T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO											CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
0,40																	Argila arenosa, pedregulhosa, rijá, de cor amarela clara
1,00																	Rocha decomposta, micácea de cor escura
																	Trépano impenetrável a 1,00 m

N.º Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA Não encontrado	DESENHO Nº 10
COTA Não tem	APÓS 24 HORAS Idem	DESENHISTA Windsor
NÍCIO 01.09.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL	ESCALA 1:50
TÉRMINO 01.09.80		DATA 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAAGEM Nº 11
BRA: BARRAGEM DE EMAS - EIXO	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8" REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R. N.	COTA EM RELAÇÃO AO N. T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
	0,40				Argila arenosa, pedregulhosa, frija, de cor amarela clara
	1,00				Rocha decomposta, micácea, de cor escura
					Trépano impenetravel a 1,00 m

Nível do terreno	NÍVEL DA AGUA Não encontrado	DESENHO Nº 11
OTA Não tem	APÓS 24 HORAS Idem	DESENHISTA Windsor
INÍCIO 01.09.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL	ESCALA 1:50
FIM 01.09.80		DATA 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 12
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - EIXO	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2" Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R. N	COTA EM RELAÇÃO AO N. T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO											CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
	0,40																	Argila arenosa, pedregulhosa, rijá, de cor amarela clara
	0,80																	Rocha decomposta, micácea, de cor escura
																		Trépano impenetrável a 0,80 m

Nível do terreno	NÍVEL D'ÁGUA Não encontrado	DISENHO Nº 12
OTA: Não tem	APÓS 24 HORAS Iden	DESENHISTA Windsor
INÍCIO 02.09.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL	ESCALA 1:50
FIM 02.09.80	<i>[Signature]</i>	DATA 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAGEM Nº 01
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - SANGRADOURO	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8" REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM ELAÇÃO O R.N.	COTA EM RELAÇÃO AO N.T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
				0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 0 10 20 30 40 50	
0,40	[Diagrama]	[Diagrama]			Areia média e grossa, pouco argilosa, pedregulhosa, de cor clara
		[Diagrama]			Rocha decomposta, micácea de cor escura
1,70					Trépano impenetravel a 1,70 m

Nível do terreno OTA Não tem	NÍVEL D'AGUA Não encontrado APÓS 24 HORAS Idem	DESENHO Nº 01 DESENHISTA Windsor
INÍCIO: 31.08.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL <i>[Assinatura]</i>	ESCALA: 1:50
FIM: 31.08.80		DATA: 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 02
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - SANGRADOURO	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2" Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R. N.	COTA EM RELAÇÃO AO N. T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO											CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL			
				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
0,30																		Areia média e grossa, argilosa, pedregulhosa, de cor clara
1,50																		Rocha decomposta micácea, de cor escura
																		Trépano impenetravel a 1,50 m

Nível do terreno	NÍVEL DA GUA Não encontrado	DESENHO Nº 02
OTA: Não tem	APÓS 24 HORAS Idem	DESENHISTA Windsor
INÍCIO: 31.08.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: <i>[Signature]</i>	ESCALA: 1:50
TERMINO: 31.08.80		DATA: 15.09.80

CLIENTE: SUPLAN	FURO DE SONDAÇÃO Nº 03
OBRA: BARRAGEM DE EMAS - SANGRADOURO	AMOSTRADOR: Diâmetro Externo 2" Diâmetro Interno 1 3/8" REVESTIMENTO: Diâmetro Interno 2 1/2"
LOCAL: MUNICÍPIO DE EMAS - PB	Peso do Martelo: 65 kg Altura de Queda: 75 cm

EM RELAÇÃO O R. N.	COTA EM RELAÇÃO AO N. T.	CONVENÇÃO E POSIÇÃO DA AMOSTRA	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO P/30 cm FINAIS	GRÁFICO DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL
				0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 0 10 20 30 40 50	
	0,40				Areia média e grossa argilosa, pedregulhosa de cor clara
	1,60				Rocha decomposta, micácea, de cor escura
					Trépano impenetrável a 1,60 m

Nível do terreno	NÍVEL DA GUA Não encontrado	DESENHO Nº 03
COTA Não tem	APÓS 24 HORAS: Idem	DESENHISTA: Windsor
INÍCIO: 31.08.80	ENGENHEIRO RESPONSÁVEL	ESCALA: 1:50
TERMINO: 31.08.80		DATA: 15.09.80

A T E C E L:

OBRA: BARRAGEM DE EMAS
 CLIENTE: SUPLAN
 JAZIDA: DE CAMPO GRANDE
 LOCALIZAÇÃO: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

FURO	PROFUNDIDADE		CLASSIFICAÇÃO
	DE	A	
F01	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F02	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F03	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F04	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F05	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F06	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F07	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F08	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F09	0,00	0,80	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F10	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F11	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F12	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara

Spencer

A T E C E L:

OBRA: BARRAGEM DE EMAS
 CLIENTE: SUPLAN
 JAZIDA: DE CAMPO GRANDE
 LOCALIZAÇÃO: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

FURO	PROFUNDIDADE		CLASSIFICAÇÃO
	DE	cm	
F13	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F14	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F15	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F16	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F17	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F18	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F19	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F20	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F21	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F22	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F23	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F24	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara

Shirley

A T E C E L:

OBRA: BARRAGEM DE EMAS
 CLIENTE: SUPLAN
 JAZIDA: DE CAMPO GRANDE
 LOCALIZAÇÃO: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

FURO	PROFUNDIDADE cm		CLASSIFICAÇÃO
	DE	A	
F25	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F26	0,00	0,40	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F27	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F28	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F29	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F30	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F31	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F32	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F33	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara

Smiley

A T E C E L :

OBRA: BARRAGEM DE EMAS
 CLIENTE: SUPLAN
 JAZIDA: DE CAMPO GRANDE
 LOCALIZAÇÃO: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

FURO	PROFUNDIDADE cm		CLASSIFICAÇÃO
	DE	A	
F34	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F35	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F36	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F37	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F38	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F39	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F40	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F41	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F42	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara

G. Soares

A T E C E L:

OBRA: BARRAGEM DE EMAS
 CLIENTE: SUPLAN
 JAZIDA: DE CAMPO GRANDE
 LOCALIZAÇÃO: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

FURO	PROFUNDIDADE cm		CLASSIFICAÇÃO
	DE	A	
F43	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F44	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F45	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F46	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F47	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F48	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F49	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F50	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F51	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara

G. M. S. (6)

A T E C E L:

OBRA: BARRAGEM DE EMAS
 CLIENTE: SUPLAN
 JAZIDA: DE CAMPO GRANDE
 LOCALIZAÇÃO: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

FURO	PROFUNDIDADE cm		CLASSIFICAÇÃO
	DE	A	
F52	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F53	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F54	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F55	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F56	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F57	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F58	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F59	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F60	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara

Skivell

A T E C E L :

OBRA: BARRAGEM DE EMAS
 CLIENTE: SUPLAN
 JAZIDA: DE CAMPO GRANDE
 LOCALIZAÇÃO: MUNICÍPIO DE EMAS - PB

FURO	PROFUNDIDADE cm		CLASSIFICAÇÃO
	DE	A	
F61	0,00	0,70	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F62	0,00	0,50	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara
F63	0,00	0,60	Argila arenosa pedregulhosa, rija de cor amarela clara

Finces

GRANULOMETRIA POR PENEIRAMENTO

OBJETIVO DO ENSAIO

O ensaio tem por objetivo determinar o tamanho das partículas ou grãos do solo e sua distribuição, por porcentagem do tamanho, dos grãos na massa do solo.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

Uma análise granulométrica traduz-se por um processo de preparar uma dada quantidade de solo em frações, cada uma constituída por grãos de uma certa variação de tamanho. O método direto recorrerá ao uso de peneiras. Este método é limitado pela malha mais fina disponível na prática (peneira nº200, com malha de 0,074mm).

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

O equipamento necessário compreende:

- 1 - BALANÇAS - uma com sensibilidade de 5g, ou tra sensível a 0,1g.
- 2 - REPARTIDOR - aparelho destinado a reduzir as amostras.
- 3 - ALMOFARIZ E MÃO RECOBERTA DE BORRACHA - espécie de soquete cuja extremidade é recoberta de borracha, servindo para desmanchar os torrões do solo
- 4 - SÉRIE NORMAL DE PENEIRAS.
- 5 - ESTUFA (105 a 110°C).

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA E PROCEDIMENTO DO ENSAIO

Com material (no mínimo 10Kg.), destinado ao ensaio, procede-se do seguinte modo:

a) Cuidadosa homogeneização após a secagem ao ar, desmanchando-se os torrões com a mão de borracha;

b) redução do material com o repartidor até se obter a amostra com o peso necessário aos exames; pode-se também fazer o quarteamento; chama-se este peso de Psa (peso total da amostra seca ao ar);

c) a amostra assim obtida é passada na peneira nº 10, tendo-se o cuidado de desmanchar os torrões que porventura existam, a fim de assegurar, apenas, a retenção dos grãos maiores que 2mm. Esta operação é repetida tantas vezes quantas forem necessárias, separando-se assim o material grosso do fino;

d) para se determinar a unidade higroscópica, tomam-se, mais ou menos, 50g dessa amostra.

e) lava-se o material retido na peneira nº 10 e leva-se à estufa para secar até constância de peso. Esta amostra livre, ao ser lavada de todo o material fino aderente, é usada para a análise granulométrica do material grosso (acima da peneira nº 10). Pesa-se, tendo-se o Ps10 (peso do material retido na peneira 10).

f) para a análise granulométrica do material fino (entre as peneiras 10 e 200), separam-se, pelo quarteamento ou pelo repartidor, uns 250g do material que passou na peneira nº 10.

RESULTADOS - ANEXOS

LIMITE DE LIQUIDEZ E DE PLASTICIDADE

MÉTODO DE ENSAIO - MB - 30 e MB - 31.

OBJETIVO DO ENSAIO

Determinação do limite de liquidez e de plasticidade do solo.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

Quando a plasticidade se converteu em uma propriedade índice fundamental, a partir da utilização que Terzaghi e Casagrande fizeram dela, a determinação dos limites de plasticidade se transformou em prova de rotina em todos os laboratórios; neste caso, os métodos de Atterberg se revelavam ambíguos, dado que a influência do operador é grande e que muitos detalhes, ao não estar especificados, ficavam à sua eleição. Em vista do qual Terzaghi sugeriu a Casa Grande de a tarefa de elaborar um método de prova para a determinação do limite de liquidez estandarizando todas suas etapas, de modo que operadores diferentes em laboratórios distintos obtivessem os mesmos valores.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

O equipamento necessário compreende:

- 1 - Aparelho de Casa Grande com ranhurador laminar;
- 2 - uma balança com sensibilidade de 0,01g.
- 3 - uma estufa de (105° a 110°C)

- 4 - placa de vidro;
- 5 - cápsulas de porcelana;
- 6 - espátulas e demais equipamentos obrigatórios.

AMOSTRA

Aproximadamente 100g de material passado na pe
neira n° 40.

PROCEDIMENTO DE ENSAIO

1 - Tomando-se uns 100g de solo e misturando-se com uma espátula, adicionando-se água destilada se é preciso , até que fique com uma consistência suave e uniforme.

2 - Coloca-se uma porção dessa pasta no apare
lho de casa grande, com uma espessura máxima de 1cm e faz-se ' uma ranhura com o renhurador correspondente; o ranhurador dever
rá manter-se em todo o percurso normal a superfície interior da concha.

3 - Aciona-se a concha a razão de dois golpes por segundo, contando o n° de golpes necessário para que a par
te inferior do talude da ranhura se feche.

4 - Remistura-se o solo na concha, com a espatu
la, repetindo as etapas (2) e (3) duas vezes mais, se o n° de golpes necessários para o fechamento da ranhura é consistente
mente o mesmo nas três ocasiões. Se algum desses números resul
ta muito diferente dos outros, repetindo-se uma quarta vez as etapas (2) e (3). Assim se tem um n° de golpes correspondente' a um certo conteúdo de água do solo.

5 - Quando se há obtido um valor consistente do nº de golpes, compreendido entre 6 e 35 golpes, tome-se 10g de solo, aproximadamente, da zona próxima à ranhura fechada e de termine-se seu conteúdo de água de imediato.

6 - Repitam-se as etapas (2) a (5) tendo-se o solo outros conteúdos de água. Para umedecer-se o solo, use-se um aspersor, remechendo a pasta até que a água adicionada fi que uniformemente incorporada. Para secar o solo, use-se a es pátula, remisturando-o de modo que se produza evaporação. Des ta maneira deverão ter-se, como mínimo, quatro valores do nº de golpes correspondentes a quatro diferentes conteúdos de á gua compreendidos entre os 6 e os 35 golpes.

7 - Desenhe-se um gráfico com os conteúdos de água e os números de golpes correspondentes, os primeiros como ordenadas na escala natural e os segundos como abscissas, em escala logaritmica. Esta curva deve considerar-se como uma re ta entre os 6 e os 35 golpes. A ordenada correspondente aos 25 golpes será o limite de liquidez do solo.

LIMITE DE PLASTICIDADE

PROCEDIMENTO DO ENSAIO

1 - Misture-se perfeitamente ao redor de 15g de solo úmido

2 - Role-se o solo sobre uma placa de vidro ou metal com a mão, até alcançar um diâmetro de 3mm.

3 - Repita-se a etapa (2) até que o cilindro a presente sinais de desmoronamento e rachaduras ao alcançar o diâmetro de 3mm.

4 - Ao chegar ao limite assinalado, determine-se o conteúdo de água de uma parte do cilindro correspondente.

5 - Repitam-se as etapas (2) e (4) duas vezes mais, para obter três valores, o limite de plasticidade do solo será a média dos três teores de umidades obtidos.

RESULTADOS - ANEXOS

CONCLUSÃO

Atterberg demonstrou que a plasticidade de uma argila pode descer-se em termos de dois parâmetros: o limite de liquidez e o índice de plasticidade, este numericamente igual a diferença do limite de liquidez e do limite de plasticidade.

O limite de liquidez, indica o conteúdo de água para o qual o solo tem uma certa consistência, com uma resistência ao corte de 25g/cm^2 . Pelo contrário, a resistência de diferentes solos argilosos no limite plástico não é constante, se não que pode variar amplamente. Nas argilas muito plásticas, a tenacidade no limite plástico é alta, devendo-se aplicar com as mãos considerável pressão para formar os cilindros; pelo contrário, as argilas de baixa plasticidade são pouco tenazes no limite plástico.

Alguns solos finos e arenosos podem, em aparência, ser similares as argilas, mas ao tratar de determinar seu limite plástico se nota a possibilidade de formar os cilindros, revelando-se assim a falta de plasticidade do material; nestes solos o limite de liquidez resulta praticamente igual ao plástico e ainda menor, resultando estão um índice de plasticidade negativo.

O índice de plasticidade define a zona em que o terreno se acha no estado plástico e, por ser máximo para as argilas e mínimo, ou melhor, nulo para as areias, fornece um critério para se ajuizar do caráter argiloso de um solo, assim quanto maior o IP, tanto mais plástico será o solo.

Sabe-se que uma pequena percentagem de matéria orgânica eleva o valor do LP sem elevar simultaneamente o LL, tais solos apresentam, pois, baixos valores para IP.

Sabe-se, ainda, que as argilas são tanto mais compressíveis quanto maior for o IP. Segundo Jenkins, os solos poderão ser classificados em :

fracamente plásticos	$1 < IP < 7$
medianamente plásticos	$7 < IP < 15$
altamente plásticos	$IP > 15$

Para a jazida aqui estudada tem-se que o valor médio para LL e LP são respectivamente 37,86% e 17,71% logo $IP = 37,86 - 17,71 = 20,15$, portanto o solo será considerado altamente plástico.

COMPACTAÇÃO

MÉTODO DE ENSAIO - DNER - DPTM 48-64

OBJETIVO DO ENSAIO.

Determinação do grau de compactação do solo.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

Se entende por compactação dos solos o melhoramento artificial di suas propriedades mecânicas por meios mecânicos.

Dentre todos os fatores que influem na compactação obtida em um dado caso, poderia dizer-se que dois são os mais importantes: o conteúdo de água do solo, antes de iniciar-se o processo de compactação e a energia específica empregada em dito processo. Por energia específica se entende a energia' de compactação aplicada ao solo por unidade de volume.

Na atualidade se conhecem vários métodos para determinar a umidade ótima e a densidade máxima de um solo. Os métodos dinâmicos mais empregados na atualidade, são os estandarizados pela Associação Estadumdense mais conhecida por AASHO (American Association of State Highway Officials) que são:

- a) Método do proctor normal
- b) Método do proctor intermediário
- c) Método do proctor modificado

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

O equipamento necessário compreende:

- 1 - Molde cilindroco estandarizado
- 2 - Soquete estandarizado
- 3 - Balança de laboratório
- 4 - Balança de plataforma com sensivilidade de uns 50g a 15Kg de capacidade
- 5 - Peneira nº 4
- 6 - Estufa (105 - 110°C)
- 7 - Cápsula de porcelana
- 8 - Régua metálica

AMOSTRA

Aproximadamente 6kg de material seco ao ar pasados na peneira nº 4.

PROCEDIMENTO DO ENSAIO

1 - Seque-se ao ar uma amostra de uns 6kg de peso e retire-se dela todo o material maior que a malha nº4.

2 - Determine-se e registre-se o tara do molde tendo colocado sua placa de base.

3 - Misture a amostra com água suficiente para obter uma mistura ligeiramente úmida, que ainda se desmorone quando se solte depois de ser apertada na mão

4 - Procede-se a moldagem do corpo de prova em cinco camadas aplicando em cada camada 26 golpes correspondendo a energia do proctor intermediário.

5 - Cuidadosamente retire-se a extensão do mol de rase-se a parte superior do cilindro com a régua metálica.

6 - Determine-se e registre-se o peso do cilindro, com a placa de base e o solo compactado.

7 - Retire-se o solo do molde e obtenha-se o conteúdo de água de duas amostras representativas, de uns 100g.

8 - Repita-se o procedimento anterior com um conteúdo de água no solo ligeiramente maior e assim sucessivamente até que se hajam obtido, pelo menos, dois pontos no gráfico de compactação que se situem acima da unidade ótima.

9 - Desenhe-se os resultados obtidos num gráfico que tenha como abscissas, os diferentes conteúdos de água resultante e como ordenadas os pesos específicos seco e a massa. Desenhe-se também a curva de saturação completa.

10 - Do gráfico retire-se a unidade ótima e a densidade máxima.

RESULTADOS - ANEXOS

CONCLUSÃO

A compactação de um solo é uma operação simples e de grande importância pelos seus consideráveis efeitos sobre a estabilização de maciços terrosos, relacionando-se, intimamente, com os problemas de pavimentação e barragens de terra.

A compactação de um solo visa melhorar suas características, não só quanto a resistência, mas, também, nos aspectos: permeabilidade, compressibilidade e absorção de água.

A importância da compactação dos solos consiste no aumento de resistência e diminuição de capacidade de deformação que se obtém ao submeter-se o solo a técnicas convenientes que aumentam seu peso específico seco, diminuindo seus vazios.

Para a jazida aqui estudada tem-se que o valor médio obtido para a umidade ótima e a densidade máxima são respectivamente:

$$\begin{aligned} H_{O_m} &= 16,41 \% \\ D_{\max_m} &= 17,74 \text{ Kg/cm}^3 \end{aligned}$$

RESUMO DE ENSAIOS DE SAIBREIRAS

A.T.E.C.E.L

PROCEDENCIA (LOCAL) JAZ. CAMPO GRANDE

Procedencia (Saibreira)

Localização ELIAS

Calculista

Operador

Visto

Laboratório

REGISTRO Nº											
FURO		02	04	06	11	16	19	21	24	26	
PROFUNDIDADE					0,00 0,70	0,10 0,60		0,00 0,60	0,00 0,50		
GRANULOMETRIA	PENEIRA % PASSANDO	1"				100		100	100		
		3/4"				100		100	97		
		3/8"	100	99	98		100	99	100	96	100
		Nº 4	99	97	96	100	99	98	99	95	99
		Nº 10	97	96	95	99	98	96	97	94	97
		Nº 16	95	94	94	98	97	93	96	93	96
		Nº 30	93	92	93	96	96	91	94	91	94
		Nº 40	91	90	90	92	93	90	91	89	91
		Nº 50	87	88	87	90	91	87	88	86	88
		Nº100	78	80	79	81	83	80	80	78	80
		Nº200	71	73	72	74	76	71	72	71	73
		0,05									
		0,002									
CONSISTÊNCIA	LL%	45	43	46	34	46	42	45	40	37	
	LP%	21	20	22	13	22	21	23	18	18	
	IP%	24	23	24	21	24	21	22	21	19	
Class. Unific.		CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	
12 GOLPES	Dens. Máx	1727	1722	1718	1706	1720	1733	1735	1752	1760	
	Umid. Ótima	18,7	18,0	17,0	13,1	19,5	17,0	18,0	18,4	17,0	
OBSERVAÇÕES:											

1765
16,84



RESUMO DE ENSAIOS DE SAIBREIRAS

A T E C E L

PROCEDENCIA (LOCAL)

JAZ. CAMPO GRANDE

Procedencia (Saibreira)

Localização

EMAS

Calculista

Operador

Visto

Laboratorio

REGISTRO Nº									
FURO		58	61	63					
PROFUNDIDADE		0,00 0,60	0,00 0,60	0,10 0,60					
GRANULOMETRIA	PENEIRA % PASSANDO	1"	100		100				
		3/4"	93	98	97				
		3/8"	95	97	96				
		Nº 4	91	96	95				
		Nº 10	86	94	94				
		Nº 16	84	92	93				
		Nº 30	82	90	92				
		Nº 40	80	89	90				
		Nº 50	76	87	88				
		Nº100	66	60	60				
		Nº200	58	72	72				
		0,05							
		0,002							
CONSISTÊNCIA	LL%	27	42	41					
	LP%	16	16	15					
	IP%	12	26	26					
Class. Unific.		CL	CL	CL					
12 COLPES	Dens. Máx	1873	1738	1767					
	Umid. Ótima	15,3	17,0	16,6					
OBSERVAÇÕES:									

TRIAXIAL CU e UU

OBJETIVO DO ENSAIO

As provas de compressão triaxial se realizam com o propósito de determinar as características de esforço, de formação e resistência dos solos sujeitos a esforços cortantes, produzidos quando variam os esforços principais que atuam sobre um molde cilíndrico do solo de que se trate. Nos tipos mais usuais do aparato de prova, dois dos esforços principais se produzem por pressão de um líquido que rodeia o molde e, portanto, são iguais.

Os ensaios são feitos a fim de se determinar quer as características de resistência ao cisalhamento dos solos quer as relações entre estados de tensão aplicados e consequentes tensões neutras induzidas.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

Um corpo de prova cilíndrico do solo a analisar é envolvido por uma membrana fina e colocado numa câmara, onde é submetido a uma pressão de confinamento. Axialmente, por meio de um embolo é aplicada uma força. Se esta força for de compressão, a tensão axial resultante é a tensão principal máxima, σ_1 . As tensões principais média e mínima σ_2 e σ_3 , são iguais a pressão existente na câmara, que pode ser controlada. O aparelho dispõe de ligações ao topo e base do corpo de prova permitindo a drenagem da água e ar dos vazios do solo ou a medição da pressão desenvolvida no fluido poroso (tensão neutra), quando a drenagem é impedida.

Usualmente a execução de um ensaio compreende duas fases. Numa primeira fase aplica-se um estado de tensão hidrostático (pressão na câmara); na segunda fase varia-se o estado de tensão axial. Os ensaios são correntemente designados de acordo com as condições de drenagem existentes em cada

fase. Neste caso específico tem-se:

ENSAIO UU - Ensaio rápido; ensaio não drenado; ensaio não adensado durante a aplicação da pressão na câmara (1^a fase) e não drenado durante a aplicação das solicitações cisalhantes (2^a fase).

ENSAIO CU - Ensaio adensado - não drenado; ensaio adensado na 1^a fase e com drenagem impedida na 2^a.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

- Balança de laboratório
- Cápsula de porcelana
- Misturador automático
- Espátula
- Funil
- Bomba de vácuo
- Molde cilíndrico
- Peneira nº 10
- Prensa mecânica
- Extrator de amostra
- Equipamento triaxial -

Estes equipamentos são constituídos por uma câmara cilíndrica, de parede cilíndrica, de parede transparente, no interior do qual se coloca a amostra, envolvida por uma membrana de borracha muito delgada. A base superior do cilindro é atravessada por um pistão, que por intermédio de uma placa rígida, aplica uma pressão à amostra.

AMOSTRA

1.000g de material passando na # 10.

PROCEDIMENTO DO ENSAIO

MOLDAGEM DO CORPO DE PROVA

- 1 - Pesa-se 1000g de material passando na # 10.
- 2 - Adiciona-se água destilada, quantidade está pré-determinada e igual a umidade de moldagem.
- 3 - Leva-se o conjunto ao misturador automático durante 1 minuto.
- 4 - Em seguida faz-se a preparação dos corpos de prova, moldando-os com o material que se encontrava no misturador, quantidade esta já pré-determinada e igual ao peso do material úmido por molde. Este material deve ser colocado solto no molde, com o auxílio de um funil, e sua compactação estática é feita em uma prensa mecânica a uma velocidade constante e igual a 0,1600 pol/min.
- 5 - Realizada a compactação de um lado do corpo de prova deve-se deixar o corpo de prova durante 1 min na prensa para que seja evitada a aderência de material no cilindro de compactação. Para o outro lado o procedimento e os cuidados são os mesmos.
- 6 - Realizada a compactação, executa-se a pesagem dos CP obtendo-se o peso bruto úmido.
- 7 - Deve-se colocar em ambos os lados do CP papel de filtro acompanhado de uma tela para que seja evitado o correamento de material durante o processo de saturação que é

realizado por intermédio de uma bomba de vácuo.

8 - Com os corpos de prova assim saturados, retiram-se os moldes com o extrator de amostra, e realiza-se o ensaio triaxial.

ENSAIO TRIAXIAL

PROCEDIMENTO PARA A PROVA RÁPIDA - UU

- 1 - Aplica-se a carga horizontal $\sigma_3 = 1\text{kg/cm}^3$.
- 2 - Faça-se atuar as cargas verticais σ_1 , obtendo-se as leituras do extensômetro.
- 3 - Estas leituras são ob~~f~~idas até que o corpo de prova tenha uma deformação de aproximadamente 10%.
- 4 - Todo o procedimento é realizado a uma velocidade constante de 0,030 pol/min.
- 5 - Para as cargas horizontais $\sigma_3 = 2\text{kg/cm}^2$ e $\sigma_3 = 4\text{kg/cm}^2$ o procedimento é análogo.

PROCEDIMENTO PARA A PROVA RÁPIDA - CONSOLIDADA

a) Etapa de Consolidação

Depois de o corpo de prova ajustado à pressão , aplica-se uma pressão horizontal $\sigma_3 = 0,20\text{Kg/cm}^2$ durante 1 hora e neste tempo fazer com que um nível previamente escolhido fique estabilizado.

Conseguindo isto faz-se a determinação do coef.

B onde:

$$B = \frac{\Delta h}{\sigma_3}$$

h = altura manométrica (retirada do equipamento).

$$\sigma_3 = 0,20$$

Para a realização da segunda etapa do ensaio
 $0,95 \leq B \leq 1$.

b) Etapa de Carga Axial e Rompimento

Análogo ao ensaio rápido na aplicação de σ_1 e σ_3 .

CÁLCULO DA UNIDADE HIGROSCÓPICA

Cápsula - C - 55

$$\text{Tara} = 14,8\text{g} \quad \text{Pbs} = 110\text{g}$$

$$\text{Pbh} = 112,7\text{g}$$

$$\text{Pa} = \text{Pbh} - \text{Pbs} = 112,7 - 110 = 2,7\text{g}$$

$$\text{Ps} = \text{Pbs} - \text{T} = 110 - 14,8 = 95,2\text{g}$$

$$h = \frac{\text{Pa}}{\text{Ps}} \times 100 = \frac{2,7}{95,2} \times 100 = 2,84\%$$

Cápsula - C - 45

$$\text{Tara} = 13,7\text{g}$$

$$\text{Pbh} = 112,3\text{g}$$

$$\text{Pbs} = 109,9\text{g}$$

$$Pa = 112,3 - 109,9 = 2,4$$

$$Ps = 109,9 - 13,7 = 96,2$$

$$h = \frac{Pa}{Ps} \times 100 = \frac{2,4}{96,2} = 2,49$$

$$hm = \frac{2,84 + 2,49}{2} = 2,66\%$$

São feitas leituras de pressões neutras.

Cálculos

- unidade higroscópica $hi = 2,66\%$

- unidade de moldagem $14,7\%$

- densidade máxima - $\gamma = 1,860\text{g/cm}^3$

- volume do molde = $97,155\text{ cm}^3$

Peso do material seco por molde

$$Ps = \gamma_s \cdot V = 1,860 \times 97,155 = 180,71\text{g}$$

Peso do material úmido por molde

$$Ph = Ps(1+h) = 180,7(1+0,1470) = 207,3\text{g}$$

Peso do material úmido no misturador

1000g.

$$Ps = \frac{Ph \times 100}{100 \times hi} = \frac{1000 \times 100}{100 + 2,66} = 974,1\text{g}$$

Peso da água a adicionar

$$Pa = \frac{Ps(h - hi)}{100} = 974,1 \frac{(14,7 - 2,66)}{100}$$

$$Pa = 117,3g.$$

CÁLCULO DAS ÁREAS CORRIGIDAS

$$A = \frac{Ao}{1 - E}, \quad \begin{array}{l} Ao = \text{área inicial} \\ E = \text{deformação} \end{array}$$

$$Ao = 12,75\text{cm}^2$$

$$As = \frac{12,75}{1 - 0,00162} = 12,77\text{cm}^2$$

$$A_{10} = \frac{12,75}{1 - 0,00333} = 12,79\text{cm}^2$$

$$A_{15} = \frac{12,75}{1 - 0,005} = 12,81\text{cm}^2$$

$$A_{20} = \frac{12,75}{1 - 0,00667} = 12,83\text{cm}^2$$

$$A_{25} = \frac{12,75}{1 - 0,00833} = 12,86\text{cm}^2$$

$$A_{30} = \frac{12,75}{1 - 0,01} = 12,88\text{cm}^2$$

$$A_{45} = \frac{12,75}{1 - 0,015} = 12,94\text{cm}^2$$

$$A_{60} = \frac{12,75}{1 - 0,02} = 13,01\text{cm}^2$$

$$A_{75} = \frac{12,75}{1 - 0,025} = 13,08\text{cm}^2$$

$$A_{90} = \frac{12,75}{1 - 0,03} = 13,14\text{cm}^2$$

$$A_{105} = \frac{12,75}{1 - 0,035} = 13,21\text{cm}^2$$

$$A_{120} = \frac{12,75}{1 - 0,040} = 13,28\text{cm}^2$$

$$A_{135} = \frac{12,75}{1 - 0,045} = 13,35\text{cm}^2$$

$$A_{150} = \frac{12,75}{1 - 0,05} = 13,42\text{cm}^2$$

$$A_{165} = \frac{12,75}{1 - 0,055} = 13,49\text{cm}^2$$

$$A_{180} = \frac{12,75}{1 - 0,06} = 13,56\text{cm}^2$$

$$A_{210} = \frac{12,75}{1 - 0,07} = 13,71\text{cm}^2$$

$$A_{240} = \frac{12,75}{1 - 0,08} = 13,86\text{cm}^2$$

$$A_{270} = \frac{12,75}{1 - 0,09} = 14,0\text{cm}^2$$

$$A_{300} = \frac{12,75}{1 - 0,1} = 14,7\text{cm}^2$$

ENSAIO - UU

Cálculo do T_1 para $T_3 = 1\text{Kg/cm}^2$

$$T_1 = (T_1 - T_3) + T_3$$

$$T_1 = 0,23 + 1,0 = 1,23 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_1 = 0,23 + 1,0 = 1,23 \quad "$$

$$T_1 = 0,23 + 1,0 = 1,23 \quad "$$

$$T_1 = 0,26 + 1,0 = 1,26 \quad "$$

$$T_1 = 0,26 + 1,0 = 1,26 \quad "$$

$$T_1 = 0,26 + 1,0 = 1,26 \quad "$$

$$T_1 = 0,28 + 1,0 = 1,28 \quad "$$

$$T_1 = 0,30 + 1,0 = 1,30 \quad "$$

$$T_1 = 0,31 + 1,0 = 1,31 \quad "$$

$$T_1 = 0,32 + 1,0 = 1,32 \quad "$$

$$T_1 = 0,34 + 1,0 = 1,34 \quad "$$

$$T_1 = 0,38 + 1,0 = 1,38 \quad "$$

$$T_1 = 0,41 + 1,0 = 1,41 \quad "$$

$$T_1 = 0,43 + 1,0 = 1,43 \quad "$$

$$T1 = 0,44 + 1,0 = 1,44 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1 = 0,45 + 1,0 = 1,45 \quad "$$

$$T1 = 0,48 + 1,0 = 1,48 \quad "$$

$$T1 = 0,56 + 1,0 = 1,56 \quad "$$

$$T1 = 0,59 + 1,0 = 1,59 \quad "$$

$$T1 = 0,59 + 1,0 = 1,59 \quad "$$

Cálculo do σ_1 para $\sigma_3 = 2\text{Kg/cm}^2$

$$\sigma_1 = (\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$$

$$T1 = 0,48 + 2,0 = 2,48 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1 = 0,54 + 2,0 = 2,54 \quad "$$

$$T1 = 0,64 + 2,0 = 2,64 \quad "$$

$$T1 = 0,67 + 2,0 = 2,67 \quad "$$

$$T1 = 0,70 + 2,0 = 2,70 \quad "$$

$$T1 = 0,71 + 2,0 = 2,71 \quad "$$

$$T1 = 0,72 + 2,0 = 2,72 \quad "$$

$$T1 = 0,71 + 2,0 = 2,71 \quad "$$

$$T1 = 0,71 + 2,0 = 2,71 \quad "$$

$$T1 = 0,73 + 2,0 = 2,73 \quad "$$

$$T1 = 0,73 + 2,0 = 2,73 \quad "$$

$$T1 = 0,72 + 2,0 = 2,72 \quad "$$

$$T1 = 0,70 + 2,0 = 2,70 \quad "$$

$$T1 = 0,69 + 2,0 = 2,69 \quad "$$

$$T1 = 0,70 + 2,0 = 2,70 \quad "$$

$$T1 = 0,72 + 2,0 = 2,72 \quad "$$

$$T1 = 0,75 + 2,0 = 2,75 \quad "$$

$$T1 = 0,75 + 2,0 = 2,75 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1 = 0,76 + 2,0 = 2,76 \quad "$$

$$T1 = 0,76 + 2,0 = 2,76 \quad "$$

Cálculo do σ_1 para $\sigma_3 = 4\text{Kg/cm}^2$

$$\sigma_1 = (\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$$

$$T1 = 0,59 + 4,0 = 4,59 \text{ Km/cm}^2$$

$$T1 = 0,92 + 4,0 = 4,92 \quad "$$

$$T1 = 1,11 + 4,0 = 5,11 \quad "$$

$$T1 = 1,24 + 4,0 = 5,24 \quad "$$

$$T1 = 1,30 + 4,0 = 5,30 \quad "$$

$$T1 = 1,36 + 4,0 = 5,36 \quad "$$

$$T1 = 1,36 + 4,0 = 5,36 \quad "$$

$$T1 = 1,33 + 4,0 = 5,33 \quad "$$

$$T1 = 1,32 + 4,0 = 5,32 \quad "$$

$$T1 = 1,30 + 4,0 = 5,30 \quad "$$

$$T1 = 1,28 + 4,0 = 5,28 \quad "$$

$$T1 = 1,25 + 4,0 = 5,25 \quad "$$

$$T1 = 1,22 + 4,0 = 5,22 \quad "$$

$$T1 = 1,20 + 4,0 = 5,20 \quad "$$

$$T1 = 1,20 + 4,0 = 5,20 \quad "$$

$$T1 = 1,22 + 4,0 = 5,22 \quad "$$

$$T1 = 1,22 + 4,0 = 5,22 \quad "$$

$$T1 = 1,22 + 4,0 = 5,22 \quad "$$

$$T1 = 1,22 + 4,0 = 5,22 \quad "$$

$$T1 = 1,21 + 4,0 = 5,21 \quad "$$

ENSAIO - CU

Para $\sigma_3 = 1 \text{Kg/cm}^2$

$$= \frac{\Delta h}{\sigma_3} = \frac{(74,3 - 54,4)}{20} = 0,99$$

Determinação do σ_1

$$\sigma_1' = (\sigma_1 - \sigma_3)' + \sigma_3$$

$$T1' = 0,02 + 1 = 1,02 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1' = 0,02 + 1 = 1,02 \quad "$$

$$T1' = 0,02 + 1 = 1,02 \quad "$$

$$T1' = 0,036 + 1 = 1,036 \quad "$$

$$T1' = 0,044 + 1 = 1,044 \quad "$$

$$T1' = 0,052 + 1 = 1,052 \quad "$$

$$T1' = 0,064 + 1 = 1,064 \quad "$$

$$T1' = 0,068 + 1 = 1,068 \quad "$$

$$T1' = 0,084 + 1 = 1,084 \quad "$$

$$T1' = 0,10 + 1 = 1,10 \quad "$$

$$T1' = 0,104 + 1 = 1,104 \quad "$$

$$T1' = 0,116 + 1 = 1,116 \quad "$$

$$T1' = 0,124 + 1 = 1,124 \quad "$$

$$T1' = 0,140 + 1 = 1,140 \quad "$$

$$T1' = 0,164 + 1 = 1,164 \quad "$$

$$T1' = 0,182 + 1 = 1,182 \quad "$$

$$T1' = 0,202 + 1 = 1,202 \quad "$$

$$T1' = 0,230 + 1 = 1,230 \quad "$$

Determinação do $\sigma_1 = (\sigma_1 - \sigma_3) + \sigma_3$

$$T1 = 0,37 + 1,0 = 1,37 \text{ Hg/cm}^2$$

$$T1 = 0,38 + 1,0 = 1,38 \quad "$$

$$T1 = 0,38 + 1,0 = 1,38 \quad "$$

$$T1 = 0,38 + 1,0 = 1,38 \quad "$$

$$T1 = 0,38 + 1,0 = 1,38 \quad "$$

$$T1 = 0,38 + 1,0 = 1,38 \quad "$$

$$T1 = 0,38 + 1,0 = 1,38 \quad "$$

$$T1 = 0,39 + 1,0 = 1,39 \quad "$$

$$T1 = 0,40 + 1,0 = 1,40 \quad "$$

$$T1 = 0,40 + 1,0 = 1,40 \quad "$$

$$T1 = 0,40 + 1,0 = 1,40 \quad "$$

$$T1 = 0,36 + 1,0 = 1,36 \quad "$$

$$T1 = 0,36 + 1,0 = 1,36 \quad "$$

$$T1 = 0,37 + 1,0 = 1,37 \quad "$$

$$T1 = 0,39 + 1,0 = 1,39 \quad "$$

$$T1 = 0,41 + 1,0 = 1,41 \quad "$$

$$T1 = 0,41 + 1,0 = 1,41 \quad "$$

$$T1 = 0,40 + 1,0 = 1,40 \quad "$$

$$T1 = 0,45 + 1,0 = 1,45 \quad "$$

$$T1 = 0,47 + 1,0 = 1,47 \quad "$$

Para $\sigma_3 = 2\text{Kg/cm}^2$

Determinação do

$$= \frac{\Delta h}{\sigma_3} = \frac{(74,4 - 54,2)}{20} = 0,99$$

Determinação do $T1 \Rightarrow T1' = (T1 - T3)' + T3$

$$T1' = 0,028 + 2 = 2,028 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1' = 0,041 + 2 = 2,041 \quad "$$

$$T1' = 0,043 + 2 = 2,043 \quad "$$

$$T1' = 0,061 + 2 = 2,061 \quad "$$

$$T1' = 0,076 + 2 = 2,076 \quad "$$

$$T1' = 0,082 + 2 = 2,082 \quad "$$

$$T1' = 0,092 + 2 = 2,092 \quad "$$

$$T1' = 0,096 + 2 = 2,096 \quad "$$

$$T1' = 0,110 + 2 = 2,110 \quad "$$

$$T1' = 0,107 + 2 = 2,107 \quad "$$

$$T1' = 0,129 + 2 = 2,129 \quad "$$

$$T1' = 0,14 + 2 = 2,14 \quad "$$

$$T1' = 0,154 + 2 = 2,154 \quad "$$

$$T1' = 0,170 + 2 = 2,170 \quad "$$

$$T1' = 0,190 + 2 = 2,190 \quad "$$

$$T1' = 0,214 + 2 = 2,214 \quad "$$

$$T1' = 0,246 + 2 = 2,246 \quad "$$

$$T1' = 0,266 + 2 = 2,266 \quad "$$

Determinação do $T1 = (T1' - T3) + T3$

$$T1 = 0,38 + 2,0 = 2,38 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1 = 0,45 + 2,0 = 2,45 \quad "$$

$$T1 = 0,46 + 2,0 = 2,46 \quad "$$

$$T1 = 0,45 + 2,0 = 2,45 \quad "$$

$$T1 = 0,42 + 2,0 = 2,42 \quad "$$

$$T1 = 0,39 + 2,0 = 2,39 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1 = 0,41 + 2,0 = 2,41 \text{ "}$$

$$T1 = 0,42 + 2,0 = 2,42 \text{ "}$$

$$T1 = 0,42 + 2,0 = 2,42 \text{ "}$$

$$T1 = 0,43 + 2,0 = 2,43 \text{ "}$$

$$T1 = 0,40 + 2,0 = 2,40 \text{ "}$$

$$T1 = 0,41 + 2,0 = 2,41 \text{ "}$$

$$T1 = 0,43 + 2,0 = 2,43 \text{ "}$$

$$T1 = 0,44 + 2,0 = 2,44 \text{ "}$$

$$T1 = 0,46 + 2,0 = 2,46 \text{ "}$$

$$T1 = 0,49 + 2,0 = 2,49 \text{ "}$$

$$T1 = 0,52 + 2,0 = 2,52 \text{ "}$$

$$T1 = 0,52 + 2,0 = 2,52 \text{ "}$$

$$T1 = 0,57 + 2,0 = 2,57 \text{ "}$$

$$T1 = 0,57 + 2,0 = 2,57 \text{ "}$$

Para $\sigma_3 = 4 \text{ Kg/cm}^2$

Determinação do

$$\beta = \frac{\Delta h}{\sigma_3} = 0,99$$

Determinação σ_1 e σ_1

$$T1 = 0,13 + 4,0 = 4,13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1 = 0,16 + 4,0 = 4,16 \text{ "}$$

$$T1 = 0,17 + 4,0 = 4,17 \text{ "}$$

$$T1 = 0,32 + 4,0 = 4,32 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1 = 0,37 + 4,0 = 4,37 \quad "$$

$$T1 = 0,41 + 4,0 = 4,41 \quad "$$

$$T1 = 0,43 + 4,0 = 4,43 \quad "$$

$$T1 = 0,45 + 4,0 = 4,45 \quad "$$

$$T1 = 0,53 + 4,0 = 4,53 \quad "$$

$$T1 = 0,63 + 4,0 = 4,63 \quad "$$

$$T1 = 0,70 + 4,0 = 4,70 \quad "$$

$$T1 = 0,76 + 4,0 = 4,76 \quad "$$

$$T1 = 0,79 + 4,0 = 4,79 \quad "$$

$$T1 = 0,82 + 4,0 = 4,82 \quad "$$

$$T1 = 0,91 + 4,0 = 4,91 \quad "$$

$$T1 = 0,94 + 4,0 = 4,94 \quad "$$

$$T1 = 0,94 + 4,0 = 4,94 \quad "$$

$$T1 = 1,00 + 4,0 = 5,00 \quad "$$

$$T1 = 1,03 + 4,0 = 5,03 \quad "$$

$$T1 = 1,03 + 4,0 = 5,03$$

$$T1' = 0,112 + 4,0 = 4,112 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1' = 0,122 + 4,0 = 4,122 \quad "$$

$$T1' = 0,188 + 4,0 = 4,188 \quad "$$

$$T1' = 0,155 + 4,0 = 4,155 \quad "$$

$$T1' = 0,176 + 4,0 = 4,176 \quad "$$

$$T1' = 0,190 + 4,0 = 4,190 \quad "$$

$$T1' = 0,222 + 4,0 = 4,222 \quad "$$

$$T1' = 0,248 + 4,0 = 4,248 \quad "$$

$$T1' = 0,272 + 4,0 = 4,272 \quad "$$

$$T1' = 0,30 + 4,0 = 4,30 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T1' = 0,338 + 4,0 = 4,338 \quad "$$

$$T1' = 0,37 + 4,0 = 4,37 \quad "$$

$$T1' = 0,38 + 4,0 = 4,38 \quad "$$

$$T1' = 0,422 + 4,0 = 4,422 \quad "$$

$$T1' = 0,44 + 4,0 = 4,44 \quad "$$

$$T1' = 0,50 + 4,0 = 4,50 \quad "$$

$$T1' = 0,522 + 4,0 = 4,522 \quad "$$

$$T1' = 0,488 + 4,0 = 4,488 \quad "$$

RESULTADOS - ANEXO

CONCLUSÃO

Como foi visto a prova triaxial standart de laboratório permite aplicar esforços a uma amostra cilíndrica de solo seguindo as tres direções espaciais, com a limitação de que os dois de ditos esforços são iguais os horizontais. A característica fundamental das provas triaxiais é a de que as direções principais de esforço se mantêm constantes, é dizer, as direções principais, de esforços são, durante toda etapa da prova, a direção vertical e qualquer das direções horizontais, isso por ser os dois esforços principais horizontais iguais.

O ensaio triaxial é feito a fim de se determinar as características de resistência ao cisalhamento dos solos que as relações entre estados de tensão aplicados é consequentes pressões neutras induzidas.

Para uma série de moldes de uma mesma amostra de solo submetida a diferentes valores de σ_3 , determinados os correspondentes valores de σ_1 no momento da ruptura dos moldes (corpos de prova) e determinadas ainda (no caso de ensaios não drenados) as tensões neutras induzidas, ΔU , podem obter-se as características do cisalhamento, recorrendo-se à representação de MOHR - veja anexo.

Verifica-se que a diferença entre as tensões principais cresce com o aumento da pressão na câmara (σ_3). Tal crescimento, nos ensaios não drenados traduzidos em tensões totais, diminue progressivamente, à medida que o ar existente nos vazios vai sendo comprimido, e essa logo que o estado de tensão atinge um valor suficiente para causar a dissolução na água dos poros, de todo o ar (o ângulo θ torna-se nulo). A envolvente dos círculos de ruptura, obtida a partir das tensões totais, é então não linear e os valores de C (coesão) e θ (ângulo de atrito) podem apenas ser determinados para intervalos específicos dos estados de tensão.

Se durante os ensaios forem medidas as pressões neutras induzidas, a envolvente de ruptura pode exprimir-se em termos de tensões efetivas. Ainda, o valor do coeficiente β de pressão neutra pode ser determinado quando da aplicação da pressão na câmara.

Com o ensaio de compressão triaxial pode então obter-se, além do valor do coeficiente de pressão neutra, as características resistentes traduzidas pela equação de coulomb em termos de tensões totais:

$\tau = C + \sigma \text{tg } \phi$ ou em termo de tensões efetivas, pela expressão $\tau' = C' + (\sigma - n) \text{tg } \phi'$

A obtenção de dados para as verificações de estabilidade dos taludes deve atender aos dois grupos de problemas:

a) problemas em que a pressão neutra depende da grandeza das tensões e do período de tempo decorrido desde a sua aplicação

b) problemas em que a pressão neutra é independente da variação da tensão total atuante.

No caso específico desta barragem, a mesma está incluída nos problemas do item (a) ou seja, além dos referentes a estabilidade das fundações, os da fase de construção e os da fase resultante de um esvaziamento rápido.

No que se refere a fundações impermeáveis, saturadas, as verificações de estabilidade podem ser executados em termos de tensões totais, recorrendo ao valor C e $\phi = 0$, obtido nos ensaios não drenados conduzidos sobre amostras intactas. Alternativamente podem usar-se os valores obtidos em ensaios de cisalhamento "in situ" (vane test).

No caso de o tirmo da construção ser tal que permita uma parcial dissipação das tensões neutras inicialmente instaladas, caso aqui analisado, a análise deve ser executada em termos de tensões efetivas (C' e ϕ').

Segue-se que de um ritmo de construção adequado

ou de uma, construção por estágios resultam, além da parcial dissipação das tensões neutras inicialmente instaladas, subseqüentes relações tensões-pressões neutras cada vez menores, favorecendo-se portanto a estabilidade.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - CCT - LABORATÓRIO DE SOLOS E ESTRUTURAS

VOLUME DO MOLDE 97,155 cm³ PESO DE MATERIAL SECO POR MOLDE ($P_s = \gamma_s \times V$)

PESO DO MATERIAL UMIDO POR MOLDE ($P_h = P_s (1 + h)$) 207,3g.

PESO DO MATERIAL SECO NO MISTURADOR 9741 g

PESO DA ÁGUA NO MISTURADOR 117,3g g

FOLHA DE TRIAXIAL	TENSÃO CONFINANTE	Nº DO MOLDE	TARA DO MOLDE	MOLDE E SOLO UMIDO	SOLO UMIDO	γ_h	Nº DA CAPSULA	TARA DA CAPSULA	CAPSULA E SOLO UMIDO	CAPSULA E SOLO SECO	UNIDADE DE MOLDAGEM	γ_s
		1	133,4	340,6	207,2	2,13	C-45	14,0	69,2	60,8	15,8	1,839
		2	130,0	337,1	207,1	2,13	V-77	14,6	72,6	65,0	15,1	1,851
		3	132,2	339,5	207,3	2,13	C-91	14,6	78,9	70,0	16,1	1,835
		4	128,6	335,1	206,5	2,13	43	14,8	110,7	103,6	14,5	1,860
		5	133,3	340,0	206,7	2,13	58	18,5	101,9	96,6	14,0	1,868
		6	135,9	341,6	205,7	2,13	AR-03	14,0	102,5	96,5	14,1	1,858

OBS.: $\gamma_h = \text{SOLO UMIDO} / \text{VOLUME DO MOLDE}$

$\gamma_s = \gamma_h / (1 + h)$

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - CCT - LABORATÓRIO DE SOLOS E ESTRUTURAS

VOLUME DO MOLDE _____ PESO DE MATERIAL SECO POR MOLDE ($P_s = \gamma_s \times V$)

PESO DO MATERIAL ÚMIDO POR MOLDE ($P_h = P_s (1 + h)$) _____

PESO DO MATERIAL SECO NO MISTURADOR _____ g

PESO DA ÁGUA NO MISTURADOR _____ g

FOLHA DE TRIAXIAL	TENSÃO CONFINANTE	Nº DO MOLDE	TARA DO MOLDE	MOLDE E SOLO ÚMIDO	SOLO ÚMIDO	γ_h	Nº DA CAPSULA	TARA DA CAPSULA	CAPSULA E SOLO ÚMIDO	CAPSULA E SOLO SECO	UMIDADE DE MOLDA/GEM	γ_s
		7	132,1	339,2	207,1	2,13	U-29	13,8	75,4	67,9	140	1,863

OBS.:

TIPO DO ENSAIO U V

AMOSTRA... 2

VELOCIDADE... 0.030 pcl/min

σ_3 ... 4 kg/cm²

σ_1

σ_3

UMIDADE

OBS:

COMPRIMENTO

CONST. DO ANEL 0.1943 kg/div

DIÂMETRO

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1 \times K / A \text{ CORREÇÃO}$$

DEF.	T1	ÁREA	$\sigma_1 - \sigma_3$	DEF. (%)
0	—	1.977	—	0,0
5	15,0	1.979	0,23	0,162
10	15,5	1.983	0,23	0,333
15	15,5	1.986	0,23	0,500
20	17,0	1.989	0,26	0,667
25	17,5	1.993	0,26	0,833
30	17,5	1.996	0,26	1,000
45	19,0	2.006	0,28	1,500
60	20,0	2.016	0,30	2,000
75	21,0	2.027	0,31	2,500
90	22,0	2.037	0,32	3,000
105	23,0	2.048	0,34	3,500
120	26,0	2.058	0,38	4,000
135	28,0	2.069	0,41	4,500
150	30,0	2.080	0,43	5,000
165	30,5	2.091	0,44	5,500
180	31,5	2.102	0,45	6,000
210	34,0	2.125	0,48	7,000
240	40,0	2.148	0,56	8,000
270	42,5	2.172	0,59	9,000
300	45,0	2.197	0,59	10,000
330		2.221		11,000
360		2.247		12,000
390		2.279		13,000

DEF.	H1	H2	H
15			
20			
25			
30			
45			
60			
75			
90			
105			
120			
135			
150			
165			
180			
210			
240			
270			
300			
330			
360			
390			

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CCT - LABORATORIO DE SOLOS

TIPO DO ENSAIO UU

AMOSTRA... 01 VELOCIDADE... 0,030 rot./min
 σ_3 2 Kg/cm² σ_1
 σ_3

UMIDADE OBS:
 COMPRIMENTO CONST. DO ANEL... 0,1943 Kg/div
 DIÂMETRO

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1 \times K / A_{CORRIGIDA}$$

DEF.	T1	ÁREA	$\sigma_1 - \sigma_3$	DEF. (%)
0	—	1.977	—	0,0
5	320	1.979	0,48	0,162
10	360	1.983	0,54	0,333
15	400	1.986	0,64	0,500
20	445	1.989	0,67	0,667
25	465	1.993	0,70	0,833
30	475	1.996	0,71	1,000
45	480	2.006	0,72	1,500
60	475	2.016	0,71	2,000
75	480	2.027	0,71	2,500
90	475	2.037	0,73	3,000
105	495	2.048	0,73	3,500
120	480	2.058	0,72	4,000
135	420	2.069	0,70	4,500
150	425	2.080	0,69	5,000
165	485	2.091	0,70	5,500
180	500	2.102	0,72	6,000
210	530	2.125	0,75	7,000
240	535	2.148	0,75	8,000
270	550	2.172	0,76	9,000
300	575	2.197	0,76	10,000
330		2.221		11,000
360		2.247		12,000
390		2.279		13,000

DEF.	H1	H2	H
15			
20			
25			
30			
45			
60			
75			
90			
105			
120			
135			
150			
165			
180			
210			
240			
270			
300			
330			
360			
390			

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CCT - LABORATORIO DE SOLOS
 TIPO DO ENSAIO UU

AMOSTRA.....³
 σ_3 4 kg/cm² VELOCIDADE.....
 σ_1
 σ_3

UMIDADE OBS:.....
 COMPRIMENTO CONST. DO ANEL ..0,1943 kg/div
 DIÂMETRO

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1 \times K / \text{ACORRIGIDO}$$

DEF.	T1	ÁREA	$\sigma_1 - \sigma_3$	DEF. (%)
0	—	1.977	—	0,0
5	390	1.979	0,59	0,162
10	610	1.983	0,92	0,333
15	735	1.986	1,21	0,500
20	830	1.989	1,24	0,667
25	860	1.993	1,30	0,833
30	900	1.996	1,36	1,000
45	910	2.006	1,36	1,500
60	890	2.016	1,33	2,000
75	890	2.027	1,32	2,500
90	860	2.037	1,30	3,000
105	870	2.048	1,28	3,500
120	875	2.058	1,25	4,000
135	840	2.069	1,22	4,500
150	830	2.080	1,20	5,000
165	830	2.091	1,20	5,500
180	855	2.102	1,22	6,000
210	860	2.125	1,22	7,000
240	855	2.148	1,22	8,000
270	880	2.172	1,23	9,000
300	910	2.197	1,21	10,000
330		2.221		11,000
360		2.247		12,000
390		2.279		13,000

DEF.	H1	H2	H
15			
20			
25			
30			
45			
60			
75			
90			
105			
120			
135			
150			
165			
180			
210			
240			
270			
300			
330			
360			
390			

TIPO DO ENSAIO CU

AMOSTRA..... VELOCIDADE.....

σ_3 1 Kg/cm^2 σ_1

σ_3

UMIDADE OBS:.....

COMPRIMENTO CONST. DO ANEL 0,1943 Kg/div

DIÂMETRO

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1 \times K / A \text{ CORREÇÃO}$$

$$\Delta U = U_1 - U_2 / 100$$

$$\sigma_1' - \sigma_3' = (\sigma_1 - \sigma_3) - \Delta U$$

DEF.	T1	ÁREA	$\sigma_1 - \sigma_3$	DEF. (%)
0	—	1.977	—	0,0
5	24,5	1.979	0,37	0,162
10	25,0	1.983	0,38	0,333
15	25,5	1.986	0,38	0,500
20	25,5	1.989	0,38	0,667
25	25,5	1.993	0,38	0,833
30	25,5	1.996	0,38	1,000
45	25,5	2.006	0,38	1,500
60	26,5	2.016	0,38	2,000
75	27,0	2.027	0,40	2,500
90	27,5	2.037	0,40	3,000
105	27,0	2.048	0,40	3,500
120	28,0	2.058	0,36	4,000
135	28,0	2.069	0,36	4,500
150	28,0	2.080	0,37	5,000
165	27,5	2.091	0,38	5,500
180	28,0	2.102	0,41	6,000
210	28,0	2.125	0,41	7,000
240	28,5	2.148	0,40	8,000
270	32,5	2.172	0,45	9,000
300	35,5	2.197	0,47	10,000
330		2.221		11,000
360		2.247		12,000
390		2.279		13,000

DEF.	H1	H2	U	$\sigma_1' - \sigma_3'$
15	65,4	63,4	0,03	0,36
20	65,4	63,4	0,03	0,36
25	65,4	63,4	0,03	0,36
30	66,8	62,6	0,036	0,344
45	66,6	62,2	0,044	0,336
60	67,0	61,8	0,053	0,333
75	67,4	61,4	0,064	0,336
90	67,8	61,0	0,066	0,333
105	68,6	60,3	0,084	0,316
120	69,1	59,4	0,100	0,260
135	69,6	59,3	0,104	0,256
150	70,7	58,6	0,116	0,254
165	70,6	58,3	0,124	0,266
180	71,4	57,4	0,14	0,270
210	72,6	56,3	0,164	0,246
240	73,4	55,3	0,183	0,215
270	74,4	54,3	0,203	0,248
300	75,3	52,8	0,230	0,240
330				
360				
390				

TIPO DO ENCAIO CU

AMOSTRA 4 VELOCIDADE 0,030 rot/min

σ_3 2 kg/cm² σ_1

UMIDADE OBS:

COMPRIMENTO CONST. DO ANEL 0,1943 kg/div

DIÂMETRO $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1 \times K / A$ CORRIGIDA

$\Delta U = U_1 - U_2 / 100$

$\sigma_1' - \sigma_3' = (\sigma_1 - \sigma_3) - \Delta U$

DEF.	T1	ÁREA	$\sigma_1 - \sigma_3$	DEF. (%)
0	—	1,977	—	0,0
5	250	1,979	0,38	0,162
10	300	1,983	0,45	0,333
15	305	1,986	0,46	0,500
20	295	1,989	0,45	0,667
25	280	1,993	0,47	0,833
30	260	1,996	0,39	1,000
45	275	2,006	0,41	1,500
60	280	2,016	0,42	2,000
75	285	2,027	0,42	2,500
90	290	2,037	0,43	3,000
105	270	2,048	0,40	3,500
120	280	2,058	0,41	4,000
135	295	2,069	0,43	4,500
150	305	2,080	0,44	5,000
165	320	2,091	0,46	5,500
180	345	2,102	0,47	6,000
210	365	2,125	0,52	7,000
240	375	2,148	0,52	8,000
270	410	2,172	0,54	9,000
300	435	2,197	0,54	10,000
330		2,221		11,000
360		2,247		12,000
390		2,279		13,000

DEF.	H1	H2	ΔH	$\sigma_1' - \sigma_3'$
15	602	630	0,028	0,432
20	665	624	0,041	0,409
25	667	624	0,043	0,377
30	675	614	0,061	0,329
45	682	606	0,076	0,334
60	685	603	0,082	0,335
75	690	593	0,092	0,329
90	692	596	0,096	0,334
105	692	588	0,110	0,329
120	692	580	0,107	0,325
135	702	578	0,122	0,301
150	713	573	0,140	0,310
165	720	566	0,154	0,305
180	725	553	0,170	0,320
210	738	548	0,190	0,320
240	748	534	0,214	0,306
270	765	529	0,246	0,324
300	774	508	0,266	0,304
330				
360				
390				

TIPO DO ENSAIO CU

AMOSTRA... 6 VELOCIDADE... 0,030 100L/min
 σ_3 ... 4 Kg/cm² σ_1

UMIDADE OBS:.....
 COMPRIMENTO CONST. DO ANEL 0,1943 Kg/div
 DIÂMETRO

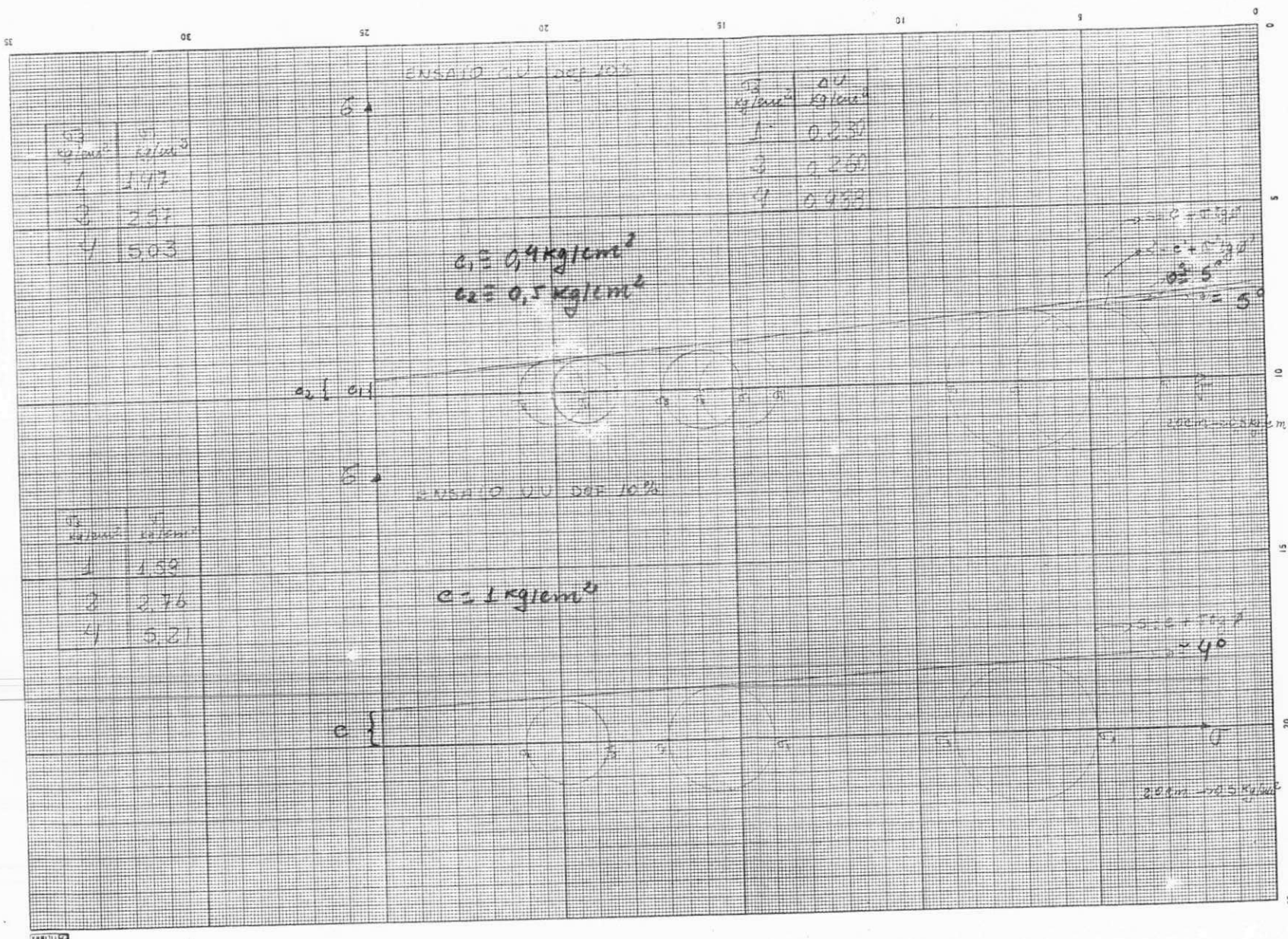
$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_1 \times K / A$ CORREÇÃO

$\Delta U = U_1 - U_2 / 100$

$\sigma_1' - \sigma_3' = (\sigma_1 - \sigma_3) - \Delta U$

DEF.	T1	ÁREA	$\sigma_1 - \sigma_3$	DEF. (%)
0	—	1.977	—	0,0
5	8,5	1.979	0,13	0,162
10	10,5	1.983	0,16	0,333
15	11,0	1.986	0,17	0,500
20	21,5	1.989	0,32	0,667
25	24,5	1.993	0,37	0,833
30	27,5	1.996	0,41	1,000
45	29,0	2.006	0,43	1,500
60	30,5	2.016	0,45	2,000
75	35,5	2.027	0,53	2,500
90	42,5	2.037	0,65	3,000
105	41,5	2.048	0,70	3,500
120	52,0	2.058	0,76	4,000
135	54,5	2.069	0,79	4,500
150	56,5	2.080	0,83	5,000
165	63,5	2.091	0,91	5,500
180	65,5	2.102	0,94	6,000
210	67,5	2.125	0,94	7,000
240	72,0	2.148	1,00	8,000
270	74,5	2.172	1,03	9,000
300	78,0	2.197	1,03	10,000
330		2.221		11,000
360		2.247		12,000
390		2.279		13,000

DEF.	H1	H2	ΔU	$\sigma_1' - \sigma_3'$
15	700	723	0,118	0,058
20	704	723	0,123	0,138
25	749	773	0,185	0,183
30	720	765	0,155	0,255
45	730	754	0,176	0,254
60	733	742	0,190	0,274
75	750	722	0,222	0,303
90	755	718	0,243	0,383
105	774	704	0,272	0,423
120	772	692	0,300	0,460
135	812	674	0,338	0,453
150	826	656	0,370	0,450
165	830	650	0,380	0,530
180	853	630	0,432	0,513
210	850	620	0,440	0,500
240	890	690	0,500	0,500
270	904	683	0,527	0,503
300	884	676	0,488	0,542
330				
360				
390				



ENSAID 0,10 DEF 10%

ψ kg/cm ²	θ kg/cm ³
1	1,97
3	2,57
4	3,03

θ kg/cm ³	ψ kg/cm ²
1	0,230
3	0,250
4	0,453

$\theta_1 = 0,4 \text{ kg/cm}^3$
 $\theta_2 = 0,5 \text{ kg/cm}^3$

$\psi = c + \theta^2$
 $\theta = 5^\circ$

ENSAID 0,05 DEF 5%

ψ kg/cm ²	θ kg/cm ³
1	1,52
3	2,76
4	3,21

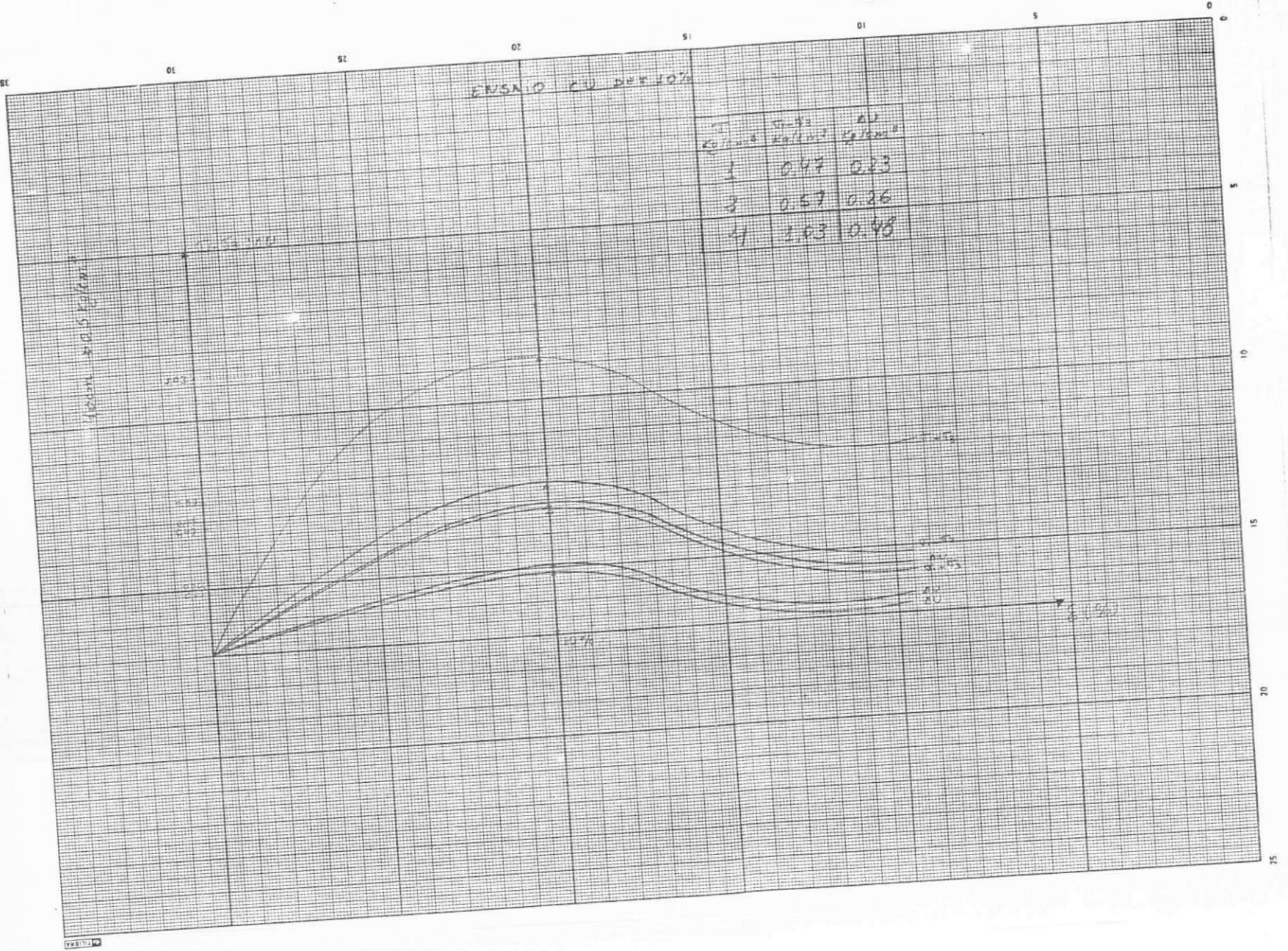
$\theta = 1 \text{ kg/cm}^3$

$\psi = c + \theta^2$
 $\theta = 40^\circ$

2,8 kg/cm³ and 5 kg/cm³

ENSNIO CU DER 10%

Column	CU-40	AL
1	0.47	0.23
3	0.57	0.26
4	1.03	0.48



ENSAIO DE CISALHAMENTO DIRETO

OBJETIVO DO ENSAIO

O ensaio tem por objetivo determinar a resistência ao cisalhamento dos solos.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

A propriedade dos solos em suportar corgas e conservar sua estabilidade, depende da resistência ao cisalhamento do solo; toda massa de solo se rompe quando esta resistência é exercida.

Durante muitos anos a prova de cisalhamento direto foi praticamente a única usada para a diterminação da resistência dos solos, hoje, ainda conserva interesse prático devido a sua simplicidade, mas há sido substituída em boa parte' pelas provas de compressão triaxial.

O ensaio consiste em determinar sob uma tensão normal σ , qual a tensão cisalhante τ capaz de provocar a ruptura de uma amostra de solo colocada dentro de uma caixa composta de duas partes deslocáveis entre si.

Duas pedras porosas, uma superior a outra inferior, permitirão a drenagem da amostra.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

Para a realização da prova se requer o seguinte equipamento:

1 - Equipamentos gerais de laboratório, como espátula, réguas metálicas, cápsulas, moldes etc.

2 - Uma prensa mecânica para fazer a compactação

ção do solo, onde esta compactação é feita a uma velocidade constante.

3 - Um aparato de prova de cisalhamento direto - o aparato consta de duas partes, uma fixa e outra móvel, que contêm a amostra de solo.

Duas pedras porosas, uma superior e outra inferior, proporcionam drenagem livre a amostras saturadas.

A parte móvel tem um aditamento ao qual é possível aplicar uma força razante, que provoca o cisalhamento do solo ao largo de um plano que, pela construção do equipamento resulta bem definido. Sobre a parte superior do conjunto se aplicam vargas que proporcionam uma pressão normal no plano do cisalhamento, ξ graduado a vontade. A deformação da amostra é medida com extensômetros, tanto em direção horizontal como em vertical. ().

AMOSTRA

1.000g de material seca ao ar passados na peneira nº 10

PROCEDIMENTO DO ENSAIO

1 - Pese-se 1.000g de material seco ao ar passado na peneira nº 10, e adicione-se ao mesmo uma quantidade de água previamente determinado e igual a Pa.

2 - O conjunto deve ser levado ao misturador automático para que seja feito sua homogeneização, durante 1 minuto.

3 - Após a homogeneização realiza-se a moldagem dos corpos de prova com uma quantidade de material igual ao peso do material úmido por molde.

4 - A compactação dos corpos de prova devem ser feita em uma prensa mecânica e a uma velocidade constante.

5 - Faz-se a retirada do molde, todo cuidado deve-se ter nesta tarefa para que não haja deformação dos corpos de prova.

6 - Meçam-se as dimensões da caixa do aparato onde se alojará o solo.

7 - Coloque-se a amostra na caixa apato. A superfície da amostra deverá nivelar-se cuidadosamente com um aditamento apropriado.

8 - Coloque-se uma placa sobre o corpo de prova e, sobre ela, situe-se o mecanismo transmissor de pressão normal.

9 - Aplique-se a carga normal desejada.

10 - Regule-se os extensômetros, que fazem parte do equipamento, para medir as deformações normal e tangencial, anotando suas leituras eniciais.

11 - Verifique-se que não haja contacto entre as partes fixa e móvel da caixa que contém o solo.

12 - Inicie-se o processo de aplicação da carga tangencial, fazendo leituras de carga aplicada e as deformações normal e tengencial, a diversos tempos até que ocorra o cisalhamento do corpo de prova.

Para a maioria dos solos é satisfatória uma separação de 1mm entre as partes fixa e móvel do aparato; na realidade essa separação é função do tamanho máximo das partículas do solo e a compacidade deste.

O rompimento dos corpos de prova foi feito a uma velocidade constante e igual a $V = 0,023300$ correta D (70) (50) posição D.2.

RESULTADOS - ANEXO

CÁLCULOS

Unidade higroscópica $h_i = 2,66\%$

unidade moldagem = $14,7\%$

Densidade máxima $\gamma = 1,860\text{g/cm}^3$

Volume do molde = $6 \times 6 \times 4 = 144\text{cm}^3$

Peso do material seco por molde

$$P_s = \gamma_s \times V = 1,860 \times 144 = 267,84$$

Peso do material úmido por molde

$$P_h = P_s (1 + h) = 267,84 (1 + 0,1470) = 307,21$$

Peso do material úmido no misturador

$$P_h = 1.000\text{g}$$

$$P_s = \frac{P_h}{100 + h_i} = \frac{1000}{100 + 2,66} = 974,1$$

Peso da água a adicionar

$$P_a = \frac{P_s (h - h_i)}{100} = \frac{974,1 (14,7 - 2,66)}{100} \quad P_a = 117,3\text{g.}$$

Cálculo da carga vertical

$$\sigma = \frac{P}{A}, \text{ onde } \begin{array}{l} P = \text{carga vertical} \\ T = \text{tensão aplicada} \\ A = \text{área do molde} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \sigma = 0,5 \text{ Kg/cm}^2 & \text{para a máquina} & 3 & \\ \sigma = 1,0 & \text{" " " " " } & 2 & \\ \sigma = 2,0 & \text{" " " " " } & 1 & \end{array}$$

$$P_1 = T_1 \times A = 2 \times 36 = 72 \text{Kg.}$$

$$P_2 = T_2 \times A = 1 \times 36 = 36 \text{"}$$

$$P_3 = T_3 \times A = 0,5 \times 36 = 18 \text{"}$$

Máquina nº 3 - amostra 1

Cálculo do ΔL

$$\Delta L = DH \times PH - DA \times PA$$

$$\Delta L_1 = 40 \times 0,1 - 20 \times 0,0254 = 3,49 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 220 \times 0,1 - 120 \times 0,0254 = 18,95 \text{ mm}$$

$$\Delta L_3 = 408 \times 0,1 - 153 \times 0,0254 = 36,91 \text{ mm}$$

$$\Delta L_4 = 600 \times 0,1 - 148 \times 0,0254 = 56,24 \text{ mm}$$

$$\Delta L_5 = 835 \times 0,1 - 133 \times 0,0254 = 80,12 \text{ mm}$$

$$\Delta L_6 = 980 \times 0,1 - 129 \times 0,0254 = 94,72 \text{ mm}$$

Cálculo da deformação

$$\epsilon_h (\%) = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

$$\begin{aligned} \varepsilon h_1 &= 3,49 \times 100/60 = 5,82\% \\ \varepsilon h_2 &= 18,95 \times 100/60 = 3158\% \\ \varepsilon h_3 &= 36,91 \times 100/60 = 6152\% \\ \varepsilon h_4 &= 56,24 \times 100/60 = 93,73\% \\ \varepsilon h_5 &= 80,12 \times 100/60 = 133,53\% \\ \varepsilon h_6 &= 94,72 \times 100/60 = 157,87\% \end{aligned}$$

Cálculo da força

$F = DA \times K$, onde $DA = \text{def. anel e}$

$K = \text{const. da máquina nº 3}$

$$\begin{aligned} F_1 &= 20 \times 0,1569 \times 3,14 \text{ Kg} \\ F_2 &= 120 \times 0,1569 = 18,83 \text{ Kg} \\ F_3 &= 153 \times 0,1569 = 24,0 \text{ Kg} \\ F_4 &= 148 \times 0,1569 = 23,22 \text{ Kg} \\ F_5 &= 133 \times 0,1569 = 20,87 \text{ Kg} \\ F_6 &= 129 \times 0,1569 = 20,24 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Área corrigida

$$ACP = (L_0 - \Delta L) L_0$$

$$\begin{aligned} ACP_1 &= (60 - 3,49) \times 60 = 3390,2 \text{ mm}^2 \\ ACP_2 &= (60 \times 18,95) \times 60 = 2463 \text{ mm}^2 \\ ACP_3 &= (60 \times 36,91) \times 60 = 1385,4 \text{ mm}^2 \\ ACP_4 &= (60 \times 56,24) \times 60 = 227,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$ACP_5 = (60 \times 80,12) \times 60 = -1207,2 \text{ mm}^2$$

$$ACP_6 = (60 \times 94,72) \times 60 = 2083,2 \text{ mm}^2$$

$$\xi = F/A$$

$$\xi = 3,14/339,06 = 0,0093 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\xi = 18,83/246,3 = 0,076 \quad "$$

$$\xi = 24/138,54 = 0,173 \quad "$$

$$\xi = 23,22/22,74 = 1,02 \quad "$$

$$\xi = 20,87/120,72 = -0,17 \quad "$$

$$\xi = 20,24/208,32 = -0,097 \quad "$$

Máquina nº 2 - amostra 2

Cálculos

$$\Delta l = DH \times PH - DA \times PA$$

onde: DH = deformação horizontal

PH = precisão horizontal = 0,1mm

DA = deformação do anel

PA = Precisão do anel = 0,001" = 0,0254mm

Cálculo do ΔL

$$\Delta L_1 = 63 \times 0,1 - 53 \times 0,0254 = 4,95 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 257 \times 0,1 - 128 \times 0,0254 = 22,45 \text{ mm}$$

$$\Delta L_3 = 447 \times 0,1 - 182 \times 0,0254 = 40,08 \text{ mm}$$

$$\Delta L_4 = 620 \times 0,1 - 198 \times 0,0254 = 56,97 \text{ mm}$$

$$\Delta L_5 = 820 \times 0,1 - 191 \times 0,0254 = 77,15 \text{ mm}$$

$$\Delta L_6 = 1010 \times 0,1 - 189 \times 0,0254 = 96,20 \text{ mm}$$

Cálculo da deformação

$$\varepsilon h (\%) = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100, \text{ onde } L_0 = 6 \text{ cm} = 60 \text{ mm}$$

L_0 = comprimento inicial da amostra

$$\varepsilon h_1 = 4,95 \times 100/60 = 8,25\%$$

$$\varepsilon h_2 = 22,45 \times 100/60 = 37,42\%$$

$$\varepsilon h_3 = 40,08 \times 100/60 = 66,80\%$$

$$\varepsilon h_4 = 56,97 \times 100/60 = 94,95\%$$

$$\varepsilon h_5 = 77,15 \times 100/60 = 128,58\%$$

$$\varepsilon h_6 = 96,20 \times 100/60 = 160,33\%$$

Cálculo da força

$$F = DA.K, \text{ onde}$$

DA = deformação do anel

K = constante da máquina 2

$$K = 0,1561$$

$$F_1 = 53 \times 0,1561 = 8,27 \text{ Kg}$$

$$F_2 = 128 \times 0,1561 = 19,98 \text{ Kg}$$

$$F_3 = 182 \times 0,1561 = 28,41 \text{ Kg}$$

$$F_4 = 198 \times 0,1561 = 30,91 \text{ Kg}$$

$$F_5 = 191 \times 0,1561 = 29,82 \text{ Kg}$$

$$F_6 = 189 \times 0,1561 = 29,50 \text{ Kg}$$

Área corrigida

$$ACP = (L_0 - \Delta L) L_0$$

$$ACP_1 = (60 - 4,95) \times 60 = 3303 \text{ mm}^2$$

$$ACP_2 = (60 - 22,45) \times 60 = 2253 \text{ mm}^2$$

$$ACP_3 = (60 - 40,08) \times 60 = 1195,2 \text{ mm}^2$$

$$ACP_4 = (60 - 56,97) \times 60 = 181,80 \text{ mm}^2$$

$$ACP_5 = (60 - 77,15) \times 60 = -1029 \text{ mm}^2$$

$$ACP_6 = (60 - 96,20) \times 60 = -2172 \text{ mm}^2$$

Cálculo do cisalhamento

$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$\tau = 8,27/33,03 = 0,025 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = 19,98/225,3 = 0,089 \text{ ''}$$

$$\tau = 28,4/119,52 = 0,24 \text{ ''}$$

$$\tau = 30,91/18,81 = 1,70 \text{ ''}$$

$$\tau = -29,82/102,9 = -0,29 \text{ ''}$$

$$\tau = -29,50/217,2 = -0,14 \text{ ''}$$

Máquina nº 1 - amostra 3

$$\Delta L = DH \times PH - DA \times PA$$

Cálculo do ΔL

$$\Delta L_1 = 183,0 \times 0,1 - 238 \times 0,0254 = 12,25 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 370 \times 0,1 - 390 \times 0,0254 = 27,29 \text{ mm}$$

$$\Delta L_3 = 552 \times 0,1 - 498 \times 0,0254 = 45,55 \text{ mm}$$

$$\Delta L_4 = 765 \times 0,1 - 372 \times 0,0254 = 67,05 \text{ mm}$$

$$\Delta L_5 = 935 \times 0,1 - 360 \times 0,0254 = 84,36 \text{ mm}$$

$$\Delta L_6 = 1125 \times 0,1 - 351 \times 0,0254 = 103,58 \text{ mm}$$

Cálculo da deformação

$$\varepsilon h (\%) = \frac{\Delta l}{L_0} \times 100, \text{ onde } L_0 = 6\text{cm comp. inicial da amostra}$$

$$L_0 = 60\text{mm}$$

$$\varepsilon h_1 = 12,25 \times 100/60 = 20,42\%$$

$$\varepsilon h_2 = 27,09 \times 100/60 = 45,15\%$$

$$\varepsilon h_3 = 45,55 \times 100/60 = 75,92\%$$

$$\varepsilon h_4 = 67,05 \times 100/60 = 111,75\%$$

$$\varepsilon h_5 = 84,36 \times 100/60 = 140,60\%$$

$$\varepsilon h_6 = 103,58 \times 100/60 = 172,63\%$$

Cálculo da força

$F = DA \times K$, onde $DA = \text{def. do anel}$

$K = \text{const. da máquina 1}$

$$F_1 = 238 \times 0,1526 = 36,32 \text{ Kg}$$

$$F_2 = 390 \times 0,1526 = 59,51 \text{ Kg}$$

$$F_3 = 498 \times 0,1526 = 75,99 \text{ Kg}$$

$$F_4 = 372 \times 0,1526 = 56,76 \text{ Kg}$$

$$F_5 = 360 \times 0,1526 = 54,94 \text{ Kg}$$

$$F_6 = 351 \times 0,1526 = 53,56 \text{ Kg}$$

Área corrigida

$$ACP = (L_0 - \Delta L) \cdot L_0$$

$$ACP_1 = (60 - 12,25) \times 60 = 2865 \text{ mm}^2$$

$$ACP_2 = (60 - 27,09) \times 60 = 1974,6 \text{ mm}^2$$

$$ACP_3 = (60 - 45,55) \times 60 = 867 \text{ mm}^2$$

$$ACP_4 = (60 - 67,05) \times 60 = -423 \text{ mm}^2$$

$$ACP_5 = (60 - 84,36) \times 60 = -1461,6 \text{ mm}^2$$

$$ACP_6 = (60 - 103,58) \times 60 = -2614,8 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon = F/A$$

$$\epsilon = 36,32/286,5 = 0,13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\epsilon = 59,51/196,46 = 0,30 \text{ ''}$$

$$\epsilon = 75,99/86,7 = 0,88 \text{ ''}$$

$$\epsilon = -56,76/42,3 = -1,34 \text{ ''}$$

$$\epsilon = -54,94/146,16 = -0,38 \text{ ''}$$

$$\epsilon = -53,56/261,48 = -0,20 \text{ ''}$$

CONCLUSÃO

No traçado do gráfico tensão-deformação a curva encontrada é representativa de materiais chamados de "folha frágil" e se caracteriza porque depois de chegar o esforço a um máximo bem definido (resistência) descende rapidamente, ao aumentar a deformação.

Uma das desvantagens desta prova consiste na impossibilidade de conhecer os esforços que atuam em planos distintos ao do cisalhamento durante sua realização.

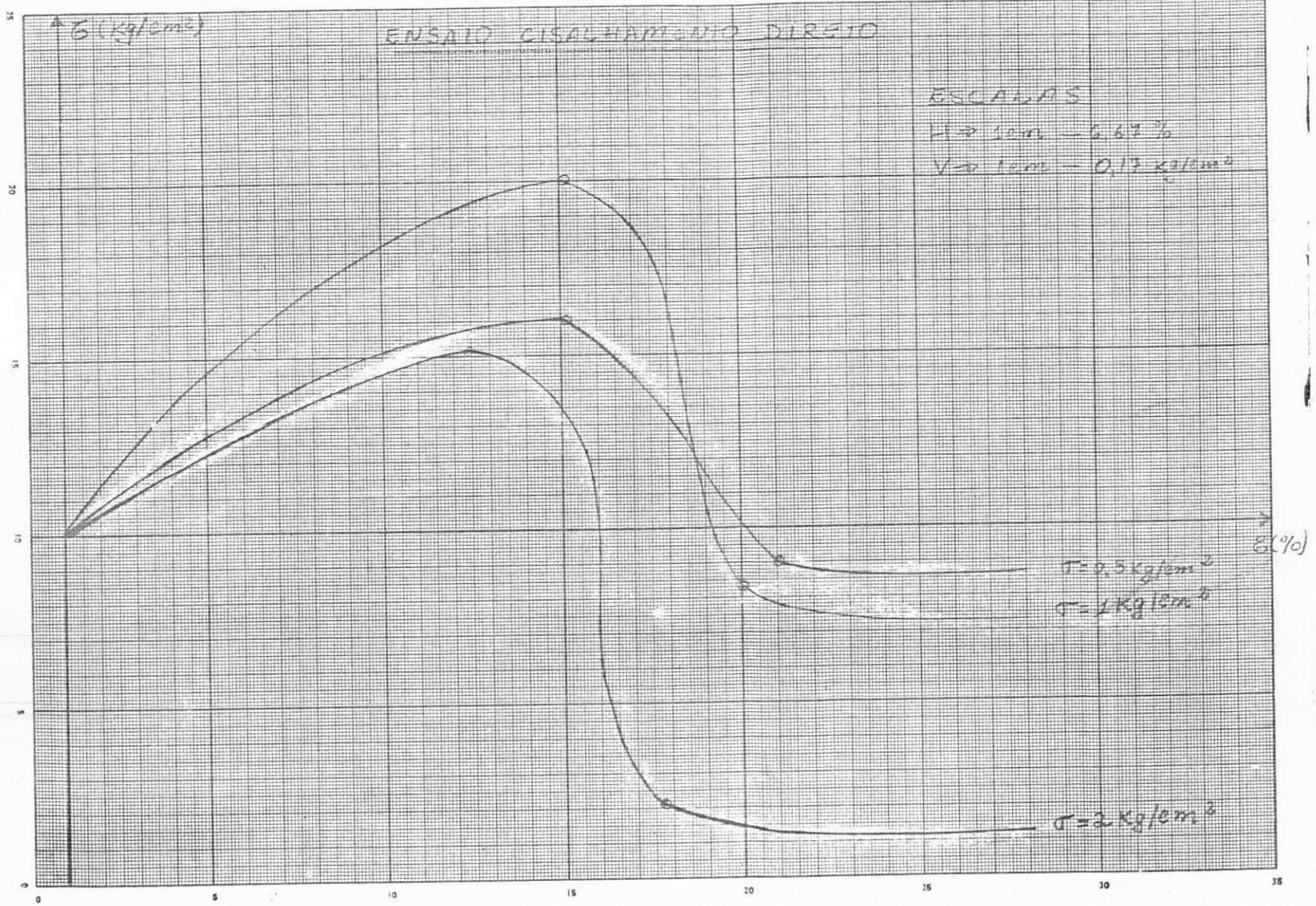
Um dos inconvenientes mais importantes da prova de resistência ao esforço cortante direto é que seu uso deve restringir-se aos solos de "folha plástica" ou seja cisalhamento plástico, devendo não efetuar-se em solos frágeis, pois a curva tensão-deformação obtida para estes resulta destituída para valores menores do esforço.

ENSAIO CISALHAMENTO DIRETO

ESCALAS

H → 1cm = 0,67%

V → 1cm = 0,17 kg/cm²



ENSAIO CISLHAMENTO DIRETO

ENVOLVIDA DE RESISTÊNCIA

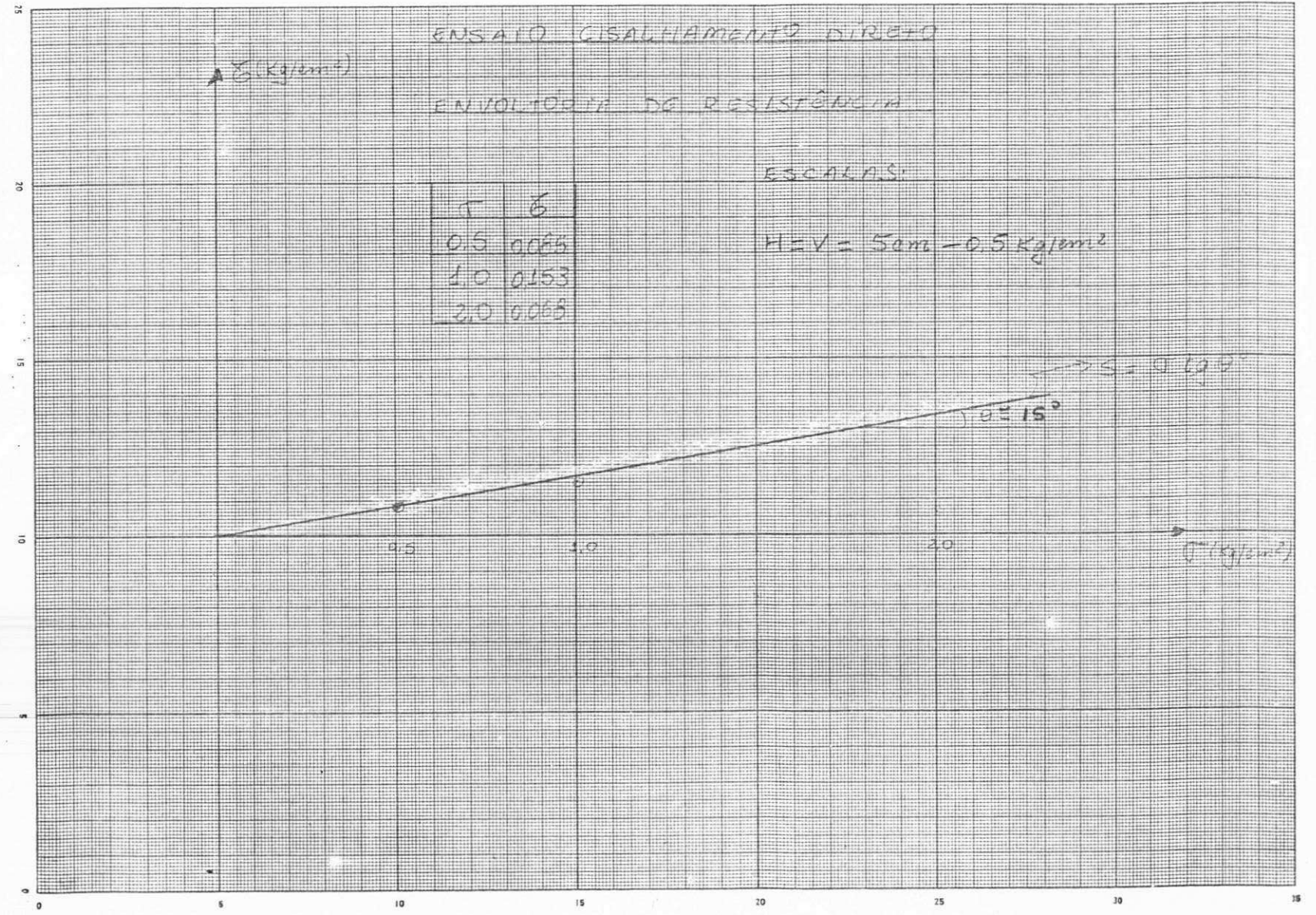
ESCALAS:

HEV = 5cm - 0.5 kg/cm²

τ	δ
0.5	0.065
1.0	0.153
2.0	0.065

δ (kg/cm²)

σ (kg/cm²)



PERMEABILIDADE

OBJETIVO DO ENSAIO

O ensaio tem por objetivo a determinação do coeficiente de permeabilidade do solo.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

A permeabilidade é a propriedade que o solo apresenta de permitir o escoamento da água através dele, sendo' o seu grau de permeabilidade expresso numericamente pelo coeficiente de permeabilidade.

O coeficiente de permeabilidade de um solo é um dado cuja determinação correta é de fundamental importância para a formação do critério do projetista em alguns problemas de mecânica dos solos e, em muitos casos, para a elaboração de seus cálculos sua determinação se baseia na lei proposta pelo engenheiro francês Darcy, no século XIX, e estabelece o seguinte: a velocidade de escoamento num solo, é proporcional a uma certa constante K, própria e característica de cada solo, e ao gradiente hidráulico i , que é a relação entre a diferença de níveis H e a distância L que a água tem que recorrer.

Para medir o coeficiente de permeabilidade K de um solo, bastará conhecer quantidade de escoamento Q que se há produzido em um tempo determinado. Esta quantidade Q é igual ao produto da velocidade de escoamento pela área da seção e o tempo de escoamento.

Na prática, a medida do coeficiente de permeabilidade K, se faz por meio de permeâmetros. Estes podem ser de nível constante ou variável. Neste caso foi usado o de carga variável.

O bureau of public roads dos E.U.A. emprega um permeâmetro de nível variável. Nos permeâmetros de carga variável, o coeficiente K é calculado mediante a seguinte fórmula geral

$$K = \frac{a \times l}{A \times t} \ln \left(\frac{H_0}{H_1} \right)$$

onde:

a = área do tubo capilar

A = área da amostra

l = altura da amostra

t = tempo de escoamento

H₀ = altura da coluna de água (1^a leitura)

H₁ = altura da coluna de água depois de transcorrido t minutos (2^a leitura).

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

O equipamento necessário compreende:

- 1 - peneira 4,8 mm
- 2 - espátula
- 3 - cápsulas
- 4 - balança
- 5 - molde cilíndrico
- 6 - permeâmetro de carga variável
- 7 - soquete

AMOSTRA

3.000g de material passado na peneira 4,8.

PROCEDIMENTO DA PROVA

1 - Pese-se 3.000g de material passados na peneira # 4,8mm.

2 - Misture-se água a esse material quantidade esta previamente determinada, efetue-se a homogeneização do conjunto com uma espátula.

3 - Molde-se o corpo de prova em um molde cilíndrico, em 3 camadas consecutivas aplicando-se os mesmos 26 golpes com um soquete padronizado.

4 - Nas extremidades da amostra retire-se 0,5cm de material para a colocação do filtro este composto de areia' mais papel de filtro.

5 - Nas extremidades do molde cilíndrico coloque-se as placas de vedação e leve-se o conjunto para que seja saturado por um período de duas horas.

6 - Após a saturação, coloque-se o cilindro de compactação no permeâmetro e efetue-se as leituras H_0 e H_1 .

CÁLCULOS E RESULTADOS

$h =$ unidade ótima = 14,7%

peso do molde 1696,5g

diâmetro do molde = 10,4cm

altura do molde = 12,5cm

nº de golpes = 26 golpes em 3 camadas

unidade higroscópica 2,66%

Cálculo da quantidade de água a ser adicionada ao material

$$P_s = \frac{P_h}{100 + h_i} \quad \begin{array}{l} P_h = 3.000g \\ h_i = 2,66\% \end{array}$$

$$P_s = \frac{3.000}{100 + 2,66} = 29,22,3g.$$

$$P_a = \frac{P_s (h - h_i)}{100} = \frac{2922,3 (14,7 - 2,66)}{100}$$

$$P_a \cong 352g.$$

Leituras feitas no permeâmetro

$$H_o = 77,0cm$$

$$t = 30seg.$$

$$H_1 = 70,0$$

$$H_o = 66,0$$

$$t = 30seg.$$

$$H_1 = 61,0$$

$$H_o = 57,5$$

$$t = 18,0seg.$$

$$H_1 = 54,0$$

$$H_o = 51,5$$

$$t = 20,0seg.$$

$$H_1 = 48,0$$

$$H_o = 85,5$$

$$t = 15seg.$$

$$H_1 = 83,0$$

$$H_o = 81,10$$

$$t = 15seg.$$

$$H_1 = 78,0$$

$$H_o = 76,0$$

$$t = 13,0seg.$$

$$H_1 = 73,0$$

$$H_o = 69,0$$

$$t = 17,0seg.$$

$$H_1 = 66,0$$

Determinação do coeficiente de permeabilidade

$$K = \frac{a \times l}{A \times t} \ln \left(\frac{H_0}{H_1} \right) \quad \text{onde,}$$

a = área do tubo capilar

A = área da amostra

t₂ = tempo de escoamento

H₀ = altura da coluna de água (1^a leitura)

H₁ = altura da coluna de água depois de transcorrido t minutos (2^a leitura).

$$l = 12,5 - 1,0 = 11,5 \text{ cm}$$

a = padronizada e igual a 0,238 cm²

$$A = \frac{D^2}{4} = \frac{(10,4)^2}{4} = 84,9 \text{ cm}^2$$

$$K_1 = \frac{0,238}{84,9 \times 30} \times \ln \left(\frac{77,0}{70,0} \right) = 8,91 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

$$K_2 = \frac{0,238}{84,9 \times 30} \times \ln \left(\frac{66,0}{61,0} \right) = 7,36 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

$$K_3 = \frac{0,238}{84,9 \times 18} \times \ln \left(\frac{57,4}{54} \right) = 9,78 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

$$K_4 = \frac{0,238}{84,9 \times 20} \times \ln \left(\frac{51,5}{48,0} \right) = 9,86 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

$$K_5 = \frac{0,238}{94,9 \times 15} \ln \frac{(85,5)}{83,0} = 5,55 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

$$K_6 = \frac{0,238}{84,9 \times 15} \ln \frac{(81,1)}{78,0} = 7,28 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

$$K_7 = \frac{0,238}{84,9 \times 13} \ln \frac{(76,0)}{73,0} = 8,68 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

$$K_8 = \frac{0,238}{84,9 \times 17} \ln \frac{(69,0)}{66,0} = 7,33 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

$$K_t = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 + K_7 + K_8}{8}$$

$$K_t = \frac{(8,91+7,36+9,78+9,86+5,55+7,28+8,68+7,33) \times 10^{-6}}{8}$$

$$K_t = 8,09 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

Correção do coeficiente de permeabilidade com relação a temperatura de 20°C.

$$K_{20^\circ} = K_r \times C_v$$

K_r = permeabilidade encontrada para a temperatura ambiente ,
neste caso $t = 25^\circ\text{C}$

C_v = relação entre as viscosidades

$$C_v = \frac{n_t}{n_{20^\circ}}$$

n_t = viscosidade da água a temperatura t .

n_{20° = viscosidade da água a temperatura de 20°C

C_v - foi retirado de um gráfico
(caputo vol. I) p/ $T = 25^\circ\text{C}$

$$C_v = 0,9$$

logo:

$$K_{20} = 8,09 \times 10^{-6} \times 0,9$$

$$K_{20} = 7,28 \times 10^{-6} \text{ cm/seg.}$$

CONCLUSÃO

Para realizar a prova de permeabilidade com o permeâmetro de carga variável, não se precisa uma grande experiência em geral, mas em troca, existem numerosas fontes de erros possíveis, das quais se mencionam as principais:

1 - A água deve haver sido desairada antes de executar a prova e mantida nessa condição. Se isto se faz corretamente, existe pouca possibilidade de que o ar represente um erro de consideração. Porém, o dispositivo de prova tem muitas conexões e sempre existe a possibilidade de que se produzam infiltrações de ar no sistema; a possibilidade destas se reduzem muito usando a ação do vácuo depois de que o material se satura.

2 - A relação da área do tubo de carga (a) a do corpo de prova (A) é muito pequena e requer, pelo tanto, uma determinação muito cuidadosa da área do tubo de carga. Ademais os tubos usados não é de precisão e, sem dúvida, terá variações de seção ao longo de seu comprimento.

3 - A temperatura deveria medir-se na água no momento em que atravessa a amostra, em lugar de fazê-lo na água do recipiente inferior.

4 - A extratificação e compactação não uniforme da amostra pode fazer com que a permeabilidade da mesma diminua.

5 - A estrutura da amostra pode ver-se afetada por uma saturação demasiado rápida.

A permeabilidade se vê afetada por diversos fatores inerentes tanto ao solo como a características da água circulante. Os principais destes fatores são:

- 1 - A relação de vazios do solo
- 2 - A temperatura da água
- 3 - A estrutura e extratificação do solo
- 4 - A existência de fissuras no solo

O valor de K é comumente expresso como um produto de um número por uma potência negativa de 10.

Na figura apresentamos, segundo A. Casagrande e R.E. Fadum, os intervalos de variação de K para os diferentes tipos de solos.

10^2	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	K
Pedregulho		Areias		Areias muito finas, siltes, misturas de ambos com argila.			argila			

De acordo com esta classificação neste experimento tem-se $K = 7,28 \times 10^{-6}$, pode-se dizer portanto que o solo aqui analisado pode ser:

uma areia muito fina, um silte, ou uma mistura de ambos com argila.

Alameda de

A T E C E L			ENSAIO DE DENSIDADE IN SITU				
Rodovia _____			Areia _____				
Trecho <u>SE</u>			Opreador <u>Roulo</u>				
Camada _____			Visto _____				
Furo	Nº	1	2	3	4	5	
Data	-	9-3-81	9-3-81	10-3-81	10-3-81	10-3-81	
Estaca	-	M	M	J	J	J	
Posição	D-E Eixo	D	L/10	E	E/10	D	
Profundidade	cm	15	15	15	15	15	
Peso do Frasco Com Areia	Antes	A	2590	2910	2970	2860	2850
	Depois	B	5675	5690	5210	5200	5150
	Diferença	A-B	2215	2225	2460	2660	2730
Peso da areia no funil	C	630	620	630	630	620	
Peso da areia no furo	A-B-C	1585	1690	2020	2030	2100	
Densidade da areia	d	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	
Volume do furo	V=P/d	1219	1223	1361	1561	1615	
Umidade	h%	13.1	15.1	11.1	10.4	12.4	
Fator de conversão	$\frac{100}{100-h}$	1.15	1.17	1.12	1.11	1.14	
Peso do solo úmido	Ph	2370	2368	2910	2920	2980	
Peso do solo seco	Ps	2095	2091	2623	2640	2630	
Densidade do solo seco	Ds=Ps/V	1.315	1.249	1.625	1.625	1.625	
Ensaio Laboratório	Registro	Nº	1212	1212	1212	1212	
	Pens. Máx.	Dmax*	1212	1212	1212	1212	
	Umid. ótima	%	16.2	16.2	16.0	16.2	16.2
% compactação		100	99	98	99	96	
Passag. compactada	Nº	1212	1212	1212	1212	1212	
Peso do solo úmido	g						
Peso do solo seco	g						
Peso da água	g						
Umidade	%						

A T E C E L

ENSAIO DE DENSIDADE
IN SITU

Rodovia _____

Areia _____

Trecho EnxadaOpreador Roullon

Camada _____

Visto _____

Furo	Nº	11	12	13	14	15	
Data	-	10-3-81	11-3-81	11-3-81	11-3-81	11-3-81	
Estaca	-	M	M	M	J	J	
Posição	D-E Eixo	EIXO	D	EIXO	E	EIXO	
Profundidade	cm	15	15	15	15	15	
Peso do Frasco Com Areia	Antes	A	3100	7550	7420	7450	7350
	Depois	B	5300	5350	5400	5000	5300
	Diferença	A-B	2300	2200	2020	2450	2050
Peso da areia no funil	C	630	630	630	630	630	
Peso da areia no furo	A-B-C	1620	1570	1440	1820	1420	
Densidade da areia	d	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	
Volume do furo	V=P/d	1294	1207	1107	1400	1092	
Umidade	h%	12,7	13,1	13,0	12,7	12,2	
Fator de conversão	$\frac{100}{100-h}$	x x x	x x x	x x x	x x x	x x x	
Peso do solo úmido	Ph	2590	2410	2200	2730	2050	
Peso do solo seco	Ps	2298	2130	1946	2422	1827	
Densidade do solo seco	Ds=Ps/V	1,759	1,765	1,759	1,730	1,670	
Ensaio Laboratório	Registro	Nº	x x x	x x x x	x x x x	x x x x	
	Dens. Máx.	Dmax*	1,715	1,710	1,710	1,715	1,715
	Umíd. ótima	%	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
% compactação		104	102	102	100	97	
Passag. compactada	Nº		x x x	x x x x	x x x	x x x	
Peso do solo úmido	g						
Peso do solo seco	g						
Peso da água	g						
Umidade	%						

A T E C E L

ENSAIO DE DENSIDADE
IN SITU

Rodovia _____

Areia _____

Trecho BarraOpreador Paulo

Camada _____

Visto _____

Furo	Nº	16	17	18	19	20	
Data	-	11-3-81	11-3-81	12-3-81	12-3-81	12-3-81	
Estaca	-	J	J	M	M	M	
Posição	D-E Eixo	E	E140	D	E140	E	
Profundidade	cm	15	15	15	15	15	
Peso do Frasco Com Areia	Antes	A	7270	7250	7100	7180	7000
	Depois	B	4950	4980	4400	4410	4810
	Diferença	A-B	2320	2270	2700	2670	2200
Peso da areia no funil	C	670	630	630	630	670	
Peso da areia no furo	A-B-C	1690	1640	2070	2040	1540	
Densidade da areia	d	1,40	1,36	1,30	1,30	1,30	
Volume do furo	V=P/d	1300	1361	1592	1569	1202	
Umidade	h%	11,7	12,5	12,7	12,9	12,3	
Fator de conversão	$\frac{100}{100+h}$	x x x	x x x	x x x	x x x	x x x	
Peso do solo úmido	Ph	2380	2420	3105	2970	2170	
Peso do solo seco	Ps	2130	2151	2755	2650	2501	
Densidade do solo seco	Ds=Ps/V	1,639	1,55	1,730	1,677	1,663	
Ensaio	Registro	Nº	x x x	x x x	x x x	x x x	
Laboratório	Dens. Máx.	Dmax*	1,716	1,716	1,712	1,712	1,712
	Umid. ótima	%	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
% compactação		95	99	100	98	95	
Passag. compactada	Nº	x x x	x x x	x x x	x x x	x x x	
Peso do solo úmido	g						
Peso do solo seco	g						
Peso da água	g						
Umidade	%						

A T E C E L

ENSAIO DE DENSIDADE
IN SITU

Rodovia _____

Areia _____

Trecho Camas

Opreador Leandro

Camada _____

Visto _____

Furo	Nº	21	22	23	24	25	
Data	-	12-3-81	12-3-81	12-3-81	13-3-81	13-3-81	
Estaca	-	M	M	M	J	J	
Posição	D-E Eixo	L140	E	D	E140	E	
Profundidade	cm	15"	15"	15"	15"	15"	
Peso do Frasco Com Areia	Antes	A	6950	6940	6990	6970	6960
	Depois	B	4720	4350	4150	4190	4210
	Diferença	A-B	2230	2590	2840	2780	2750
Peso da areia no funil	C	630	630	620	630	630	
Peso da areia no furo	A-B-C	1600	1960	2110	2150	2320	
Densidade da areia	d	1.30	1.30	1.20	1.20	1.30	
Volume do furo	V=P/d	1461	1507	1622	1826	1853	
Umidade	h%	13.0	12.2	10.7	12.4	15.1	
Fator de conversão	$\frac{100}{100+h}$	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
Peso do solo úmido	Ph	2000	2240	3150	3020	3100	
Peso do solo seco	Ps	2550	2519	2269	2219	2205	
Densidade do solo seco	Ds=Ps/V	1.765	1.672	1.322	1.235	1.220	
Ensaio Laboratório	Registro	Nº	xxx	xxx	xxx	xxx	
	Dens. Máx.	Dmax*	1.715	1.715	1.715	1.715	1.715
	Unid. ótima	%	12.1	13.1	12.1	12.1	15.1
% compactação		102	97	100	100	102	
Passag. compactada	Nº	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
Peso do solo úmido	g						
Peso do solo seco	g						
Peso da água	g						
Umidade	%						

A T E C E L

ENSAIO DE DENSIDADE IN SITU

Rodovia _____
 Trecho Carad
 Camada _____

Areia 1
 Opreador Comunidade
 Visto _____

Furo	Nº	26	27	28	29	30	
Data	-	16/10/01	16/10/01				
Estaca	-	11	7	5	5	11	
Posição	D-E Eixo	X	D	E	X	1	
Profundidade	cm	15	15	15	15	15	
Peso do Frasco Com Areia	Antes	A	6850	6200	6000	6000	6000
	Depois	B	3750	3900	3850	3250	3310
	Diferença	A-B	3100	2100	2150	2750	2690
Peso da areia no funil	C	630	630	630	630	630	
Peso da areia no furo	A-B-C	2470	1470	1520	1690	1730	
Densidade da areia	d	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	
Volume do furo	V=P/d	1300	11.30	11.60	12.46	11.70	
Umidade	h%	8.1	11.5	11.5	11.5	11.5	
Fator de conversão	$\frac{100}{100-h}$	1.11	1.14	1.14	1.14	1.14	
Peso do solo úmido	Ph	3300	2120	3190	3430	2100	
Peso do solo seco	Ps	3050	1890	1950	2120	2100	
Densidade do solo seco	Ds=Ps/V	1660	1684	1700	1700	1700	
Ensaio Registro	Nº	222	222	222	222	222	
Laboratório	Dens. Máx.	Dmax*	1.718	1.718	1.718	1.718	1.718
	Umid. ótima	%	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
% compactação		93	98	97	100	100	
Passag. compactada	Nº	X	X	X	X	X	
Peso do solo úmido	g						
Peso do solo seco	g						
Peso da água	g						
Umidade	%						

3300
 0057.00

1081
 2051 \ 2470

149000
 4700
 9

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

OBJETO: AQUEDUTO PÚBLICO EMAS, MUNICÍPIO DE EMAS
 PRAZO: 60 dias.

VALOR DA OBRA: Cr\$8.667.936,00
 CONSTRUTORA: TERRAMEC LTDA

(FICHA DE CONTINUAÇÃO)

ESPECIFICAÇÕES	DIAS						
	0	15	30	45	60	75	80
Confeção de placa	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 21.554,00						
Instalação do canteiro	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 204.840,00						
Mobilização dos equipamentos	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 400.000,00						
Desmatamento	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 624.000,00						
Escavação	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 869.400,00						
Escavação	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 2.126.800,00						
Compactação		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 565.800,00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 565.800,00				
Transporte		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 433.780,00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 433.780,00				
Regularização dos taludes				XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 56.432,00			
Sangradouro	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 1.370.000,00						
Muro de proteção			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 173.625,00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 173.625,00			
Vertedouro				XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 138.000,00			
Tomada d'água	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 452.000,00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX 58.500,00					
VALOR:	6.068.594,00	1.058.080,00	1.173.205,00	368.057,00			
VALOR ACUMULADO:	6.068.594,00	7.126.674,00	8.299.879,00	8.667.936,00			

6.250.000

TERRAMEC LTDA.
 Douglas Manuel Tavares Cavalcante
 DIRETOR ADMINISTRATIVO - C.P.F. 046381824/53

01
EXPLA N
Efraim de Araújo Moura
Eng.º Efraim de Araújo Moura
Diretor-Técnico

B 1 A: AÇUDE PÚBLICO EMAS, MUNICÍPIO DE EMAS

EM	ESPECIFICAÇÃO	QUANT.	UND	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO P/EXTENSO	CUSTO
01	Confeção e instalação da placa	2,6	m ²	8.290,00	Oito mil, duzentos e noventa cruzeiros.	21.554,00
02	Instalação do canteiro	Verba	-	204.840,00	Duzentos e quatro mil, oitocentos e quarenta cruzeiros	204.840,00
03	Mobilização dos equipamentos / até a obra	Verba	-	400.000,00	Quatrocentos mil cruzeiros	400.000,00
04	Dematamento e limpeza do local da Barragem, da jazida e do Sangradouro	15,6	ha	40.000,00	Quarenta mil cruzeiros	624.000,00
05	Escavação da fundação em material de 1ª categoria com boca-ferrã até 300 metros	4.347	m ³	200,00	Duzentos cruzeiros	869.400,00
06	Escavação da fundação em material de 2ª categoria com boca-ferrã até 300 metros	5.317	m ³	400,00	Quatrocentos cruzeiros	2.126.800,00
07	Compactação da Barragem, inclusive escavação de jazida, carga e descarga, umedecimento e espalhamento	37.720	m ³	30,00	Trinta cruzeiros	1.131.600,00

B I A: AQUED. PÚBLICO EMAS, MUNICÍPIO DE EMAS

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	QUANT.	UND.	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO EXTENSO	CUSTO
08	Transporte a distância média de 1 km	37.720	m ³	23,00	Vinte e três cruzeiros	867.560,00
09	Regularização dos taludes	7.054	m ²	8,00	Oito cruzeiros	56.439,00
10 - <u>SANGRADOURO</u>						
0.1	Escavação em material de 1ª categoria, com boca-fora até 300 metros	500	m ³	200,00	Duzentos cruzeiros	100.000,00
0.2	Escavação em material de 2ª categoria, com boca-fora até 300 metros	550	m ³	400,00	Quatrocentos cruzeiros	220.000,00
0.3	Escavação em material de 3ª categoria	2.100	m ³	500,00	Quinhentos cruzeiros	1.050.000,00
11 - <u>MURO DE PROTEÇÃO</u> <u>A BARRAGEM</u>						
1.1	Escavação em material de 2ª categoria, manual	80	m ³	400,00	Quatrocentos cruzeiros	32.000,00

OBJETO: AÇUDE PÚBLICO EMAS, MUNICÍPIO DE EMAS

ÍTEM	ESPECIFICAÇÃO	QUANT.	UND	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO ESTIMADO	CUSTO
3.2	Alvenaria de pedra para apoio da tubulação	10	m ³	1.500,00	Hum mil e quinhentos cruzeiros	15.000,00
3.3.	Alvenaria para caixas de proteção ao registro e crivo	5	m ³	1.500,00	Hum mil e quinhentos cruzeiros	7.500,00
13.4	Escavação em material de 2ª categoria	15	m ³	400,00	Quatrocentos cruzeiros	6.000,00
13.5	Tubulação de FºFº, ponta e bolsa, cimentada de 150 mm	36	m	9.500,00	Nove mil e quinhentos cruzeiros	342.000,00
13.6	Tubo com ponta e flange de 150 mm x 1,00 m, FºFº	01	und	9.500,00	Nove mil e quinhentos cruzeiros	9.500,00
13.7	Tubo com bolsa e flange de 150 mm x 1,00 m, FºFº	01	und	9.500,00	Nove mil e quinhentos cruzeiros	9.500,00
13.8	Tubo com ponta e flange de 150 mm x 2,00 m, FºFº	01	und	19.000,00	Dezenove mil cruzeiros	19.000,00
13.9	Registro chato, com flange e volante, FºFº, 150 mm	01	und	40.000,00	Quarenta mil cruzeiros	40.000,00

Shannon
 Engenheiro de Arquitetura
 Diretor Técnico

31 A: AQUEDUTO PÚBLICO EMAS, MUNICÍPIO DE EMAS

EM	ESPECIFICAÇÃO	QUANT.	UND	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO P/EXTENSO	CUSTO
0	Crivo, com flange, F9F2, 150 mm	01	und	32.000,00	Trinta e dois mil cruzelros	32.000,00
TOTAL :						8.667.936,00
IMPORTA O PRESENTE ORÇAMENTO EM Cr\$ 8.667.936,00 (OITO MILHÕES, SEISCENTOS E SESSENTA E SETE MIL, NOVECENTOS E TRINTA E SEIS CRUZEIROS).						

TERRAMEC LTDA.
Douglas Manuel Tavares Cavalcanti
 DOUGLAS MANUEL TAVARES CAVALCANTI
 DIRETOR ADMINISTRATIVO - C.P.F. 046381924/53