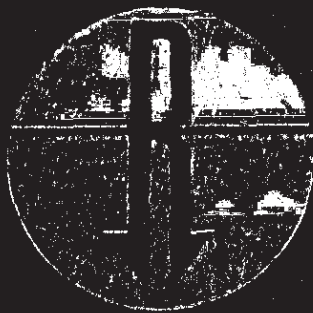




C E S A N

BARRAGEM DE DUAS BÔCAS

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

"AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS E MEDIDAS
SUGERIDAS PARA SEU REAPROVEITAMENTO"

RELATÓRIO 8/803-01

ARQUIVO TÉCNICO

N. 4504 ex. 030
flum 7 / 1383

C E S A N

BARRAGEM DE DUAS BÔCAS

"AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ATUAIS E MEDIDAS

SUGERIDAS PARA SEU REAPROVEITAMENTO"

503
Relatório nº 2/138-01

Rio, 05/11/71

1. INTRODUÇÃO

São apresentados neste relatório os estudos efetuados para avaliar as condições atuais da Barragem de Duas Bôcas, situada no Município de Cariacica, Estado do Espírito Santo.

Os citados estudos desenvolveram-se em cinco etapas, a saber:

- a) verificação da situação geral da barragem através de inspeções no local
- b) trabalhos no campo compreendendo sondagens, coleta de material e ensaios "in situ"
- c) ensaios geotécnicos de laboratório nas amostras do material coletado
- d) análise dos resultados obtidos
- e) elaboração do parecer final apresentando as conclusões a que conduziram as investigações procedidas e sugerindo medidas para re aproveitamento da barragem.

2. SITUAÇÃO GERAL DA BARRAGEM

O cliente não dispõe de projeto da barragem nem de dados referentes a material utilizado e controle de compactação durante a construção do maciço.

No momento existe pouca água na bacia de acumulação, tendo sido inclusive feita uma abertura no vertedouro tulipa para assegurar o não enchimento do reservatório, em vista de não haver segurança necessária para tal (FOTO Nº 1).

No talude de montante, próximo à ombreira direita, observa-se um escorregamento ocorrido, que destruiu neste trecho as placas de concreto de proteção do talude contra a ação das ondas, bem como as da pavimentação do coroamento (FOTOS NºS. 2 E 3). Assinale-se que já houve reposição de material, sem compactação, para prevenir o prosseguimento imediato do processo destrutivo no trecho em questão.

A causa do escorregamento é atribuída ao aceleração de um processo de "piping" ocasionado pela destruição de uma manilha de barro que atravessava o maciço nesta região.

O talude de jusante é protegido por vegetação e não evidencia sinais de ressurgência d'água (FOTO Nº 4). Observe-se que o nível d'água no reservatório não é suficiente para permitir melhor constatação, entretanto há informações de que já foram observadas manchas úmidas neste talude em ocasiões anteriores.

3. TRABALHOS EXECUTADOS NO CAMPO

Os trabalhos executados no campo compreenderam:

- a) Cinco furos de sondagem, com retirada de sherbies de 2 1/2" e realização de ensaios de permeabilidade "in situ" e de penetração (Standard Penetration Test).

Quatro dos furos foram locados no talude de montante, próximo ao bordo da placa de concreto de proteção contra ondas e o quinto, no talude de jusante junto à ombreira esquerda.

- b) Dez furos a trado para coleta de material para ensaios de compactação, visando possível aproveitamento do mesmo na construção do novo atêrro.

- c) Dois poços para retirada de amostras indeformadas.

As sondagens foram executadas com sonda tipo BRT, variando o diâmetro da perfuração de Ø H a Ø NX e Ø BX, conforme a profundidade e o material atravessado, como mostrado nos perfis das sondagens (anexos nº 2 a nº 6).

Os furos a trado foram feitos com Ø 4" e profundidade máxima de 10 metros.

Os ensaios de permeabilidade "in situ" foram efetuados enchendo-se o furo com água e medindo-se o rebaixamento em função do tempo.

Nos ensaios de penetração utilizou-se o Método Standard de Terzaghi (altura de queda: 76,2 cm; peso do martelo: 63,4 kg; diâmetro externo: 2") onde os resultados são expressos pelo número de golpes necessários para penetração dos últimos 30 cm de um total de 45 cm.

4. ENSAIOS EFETUADOS EM LABORATÓRIO

Procedeu-se à realização dos seguintes ensaios geotécnicos no material coletado:

- a) sherbies:

- caracterização completa (classificação visual, teor de umidade natural, limites de consistência, granulometria completa e peso específico dos sólidos),
- adensamento com permeabilidade.

- b) blocos (amostras indeformadas):

- caracterização completa,
- adensamento com permeabilidade,
- compactação (Proctor Standard)

c) amostras deformadas (coletadas nos furos a trado):

- caracterização completa
- compactação (Proctor Standard)

5. RESULTADOS

Os perfis das sondagens e a locação dos furos estão mostrados nos anexos nº 1 a nº 6.

Os resultados dos ensaios de campo estão nos anexos nºs 7 e 8 e os dos de laboratório, nos anexos nº 9 a nº 70.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O maciço é constituído de solos pertencentes às categorias SM, SC e MH da classificação unificada.

No trecho próximo à ombreira direita, onde já ocorreu um escorregamento no talude de montante, evidencia-se um processo de "piping" em desenvolvimento. Os ensaios de penetração efetuados durante a execução do furo de sondagem neste local, apresentam número pequeno de golpes até a cota situada a apenas cerca de 3 metros acima da fundação.

Os valores do coeficiente de permeabilidade "in situ" em diversos pontos do interior do maciço, fornecidos pelos ensaios de infiltração variaram na faixa de $4 \cdot 10^{-5}$ e $3 \cdot 10^{-4}$ cm/seg. Entretanto, em laboratório, ensaiando-se as amostras semi-deformadas (shelbies) em células de adensamento, encontrou-se permeabilidade muito baixa (menor que 10^{-6} cm/seg em 70 % delas). Nas amostras indeformadas, coletadas no talude de jusante, obteve-se permeabilidade entre 10^{-4} e 10^{-3} cm/seg e valores de grau de compactação de 80 a 86 %.

Os resultados indicam a existência de caminhos preferenciais de percolação no maciço, situação esta que se tornará ainda mais desfavorável com o enchimento do reservatório, tendo-se em conta que o material é bastante siltoso e apresenta baixo grau de compactação.

A presença de matéria orgânica constatada durante as sondagens bem como a de areia isenta de finos, provavelmente de origem aluvionar fazem crer que não houve a adequada remoção do material indesejável da fundação antes da construção do maciço.

Ressalte-se a existência na fundação de uma camada de alteração de rocha gnaissica, que chega a atingir cerca de 10 m de espessura, cuja permeabilidade é bastante elevada. Anote-se por exemplo, o fato de não ter sido possível realizar ensaios de infiltração no furo nº 3, quando o mesmo penetrou na citada camada, devido às grandes perdas verificadas, que não permitiram encher d'água o furo até a cota da boca.

A fenda encontrada durante a perfuração do furo de sondagem próximo à ombreira esquerda e os ensaios qualitativos de perdas d'água efetuados no trecho em rocha dos demais furos, mostram que o estado de fraturação da rocha também permite fugas d'água do reservatório.

7. CONCLUSÕES

Os estudos efetuados mostraram três aspectos negativos principais da situação da barragem:

- a) trecho do maciço próximo à ombreira direita apresentando estanqueidade insuficiente e estabilidade muito precária, em consequência de um processo de "piping" que aí se desenvolveu
- b) existência de caminhos preferenciais de percolação no corpo do maciço, condição desfavorável progressiva, tendo em conta que o material mostra fraca coesão e baixo grau de compactação
- c) elevada permeabilidade da fundação, onde existe uma camada de alteração de rocha que chega a atingir 10 metros de profundidade.

Em face dos resultados obtidos, conclui-se que o maciço em seu estado atual não apresenta condições para reutilização, por estar com sua estabilidade comprometida.

Sugere-se a adoção das seguintes medidas para permitir o reaproveitamento da barragem:

- a) arrasamento do maciço, de modo a deixá-lo com altura máxima de 8 metros, com o que se obterá redução das pressões de percolação e melhoria da estabilidade do mesmo
- b) remoção do material no trecho junto à ombreira direita, até atingir a fundação, uma vez que todo ele está muito afetado pelo carreamento e movimentos de acomodação do material e reposição fazendo-se compactação com controle de umidade.
- c) colocação de rip-rap protegido por filtro de transição no talude de montante.
- d) eventual impermeabilização da fundação.

RODIO S.A.

EN/tnp

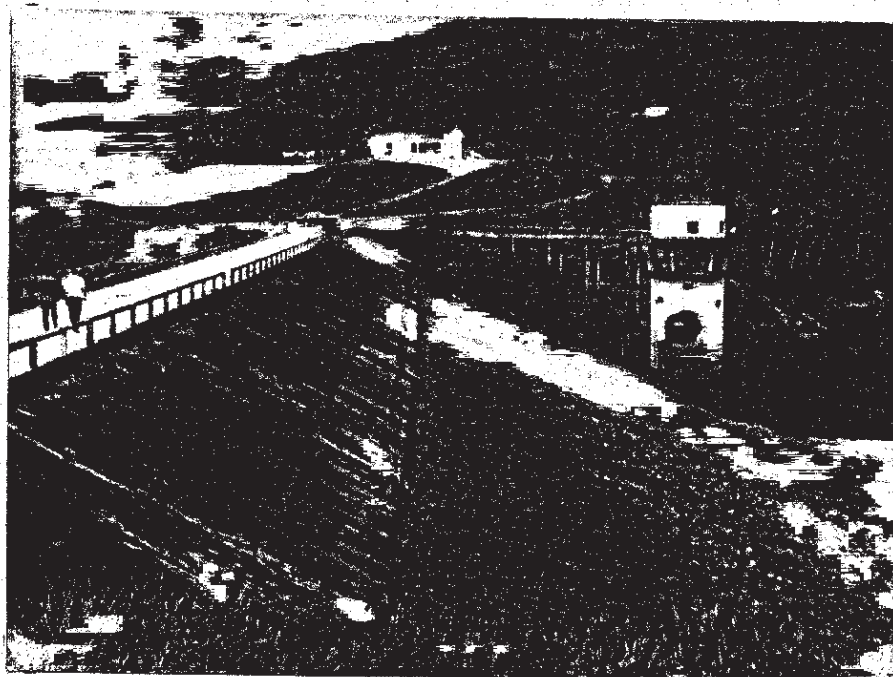


FOTO Nº 1 - Vista geral do talude de montante e vertedouro tulipa.



FOTO Nº 2 - Trecho próximo à ombreira direita onde ocorreu o escorregamento.



FOTO Nº 3 - Aspecto do precário estado do maciço na zo
na do escorregamento.



FOTO Nº 4 - Vista parcial do talude de jusante.

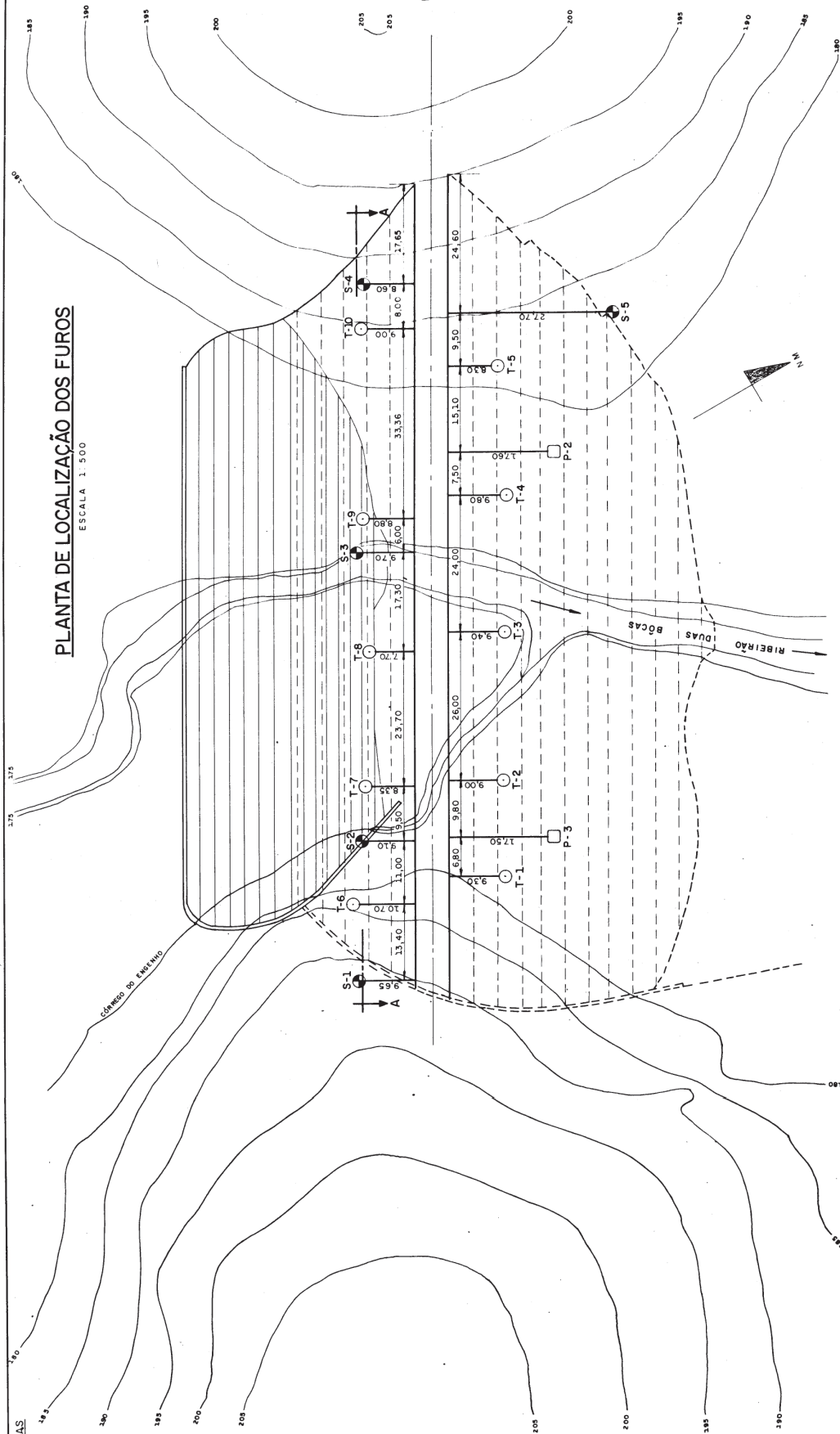
LISTA DE ANEXOS

ANEXO

- | | |
|---------|---|
| 1 | Planta de localização |
| 2 a 6 | Perfis de sondagem |
| 7 | Seção longitudinal com valores dos ensaios S.P.T. |
| 8 | Seção longitudinal com valores dos ensaios de permeabilidade "in situ" |
| 9 | Resumo dos resultados de classificação das amostras em sheldies e blocos |
| 10 e 11 | Resumo dos resultados de classificação das amostras dos furos a trado |
| 12 | Classificação unificada das amostras dos furos a trado no talude montante |
| 13 | Classificação unificada das amostras dos furos a trado no talude jusante |
| 14 a 18 | Curvas granulométricas das amostras em sheldies |
| 19 | Curvas granulométricas das amostras em blocos |
| 20 a 29 | Curvas granulométricas das amostras dos furos a trado |
| 30 a 32 | Gráfico de plasticidade das amostras em sheldies |
| 33 | Gráfico de plasticidade das amostras em blocos |
| 34 a 43 | Gráfico de plasticidade das amostras dos furos a trado |
| 44 e 45 | Gráfico de adensamento e permeabilidade das amostras em blocos |
| 46 a 61 | Gráfico de adensamento e permeabilidade das amostras em sheldies |
| 62 e 63 | Curva de compactação das amostras em blocos |
| 64 a 70 | Curva de compactação das amostras dos furos a trado. |

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS FUROS

ESCALA 1:500



SONDAGENS

OBRA: DUAS BOCAS

CLIENTE: **CESAN**

PROJETISTA:

EMPRESA: **RODIO S.A.**

NÚMERO DA SONDAGEM:

INCLINAÇÃO:

COTA DA BÔCA:

INICIADO EM:

TERMINADO EM:

S-1

VERTICAL

14/08/71

16/08/71

ESCALA 1:100

[illegible]

DESENHO Nº

ANEXO 2

1198

ESCALA 1:100

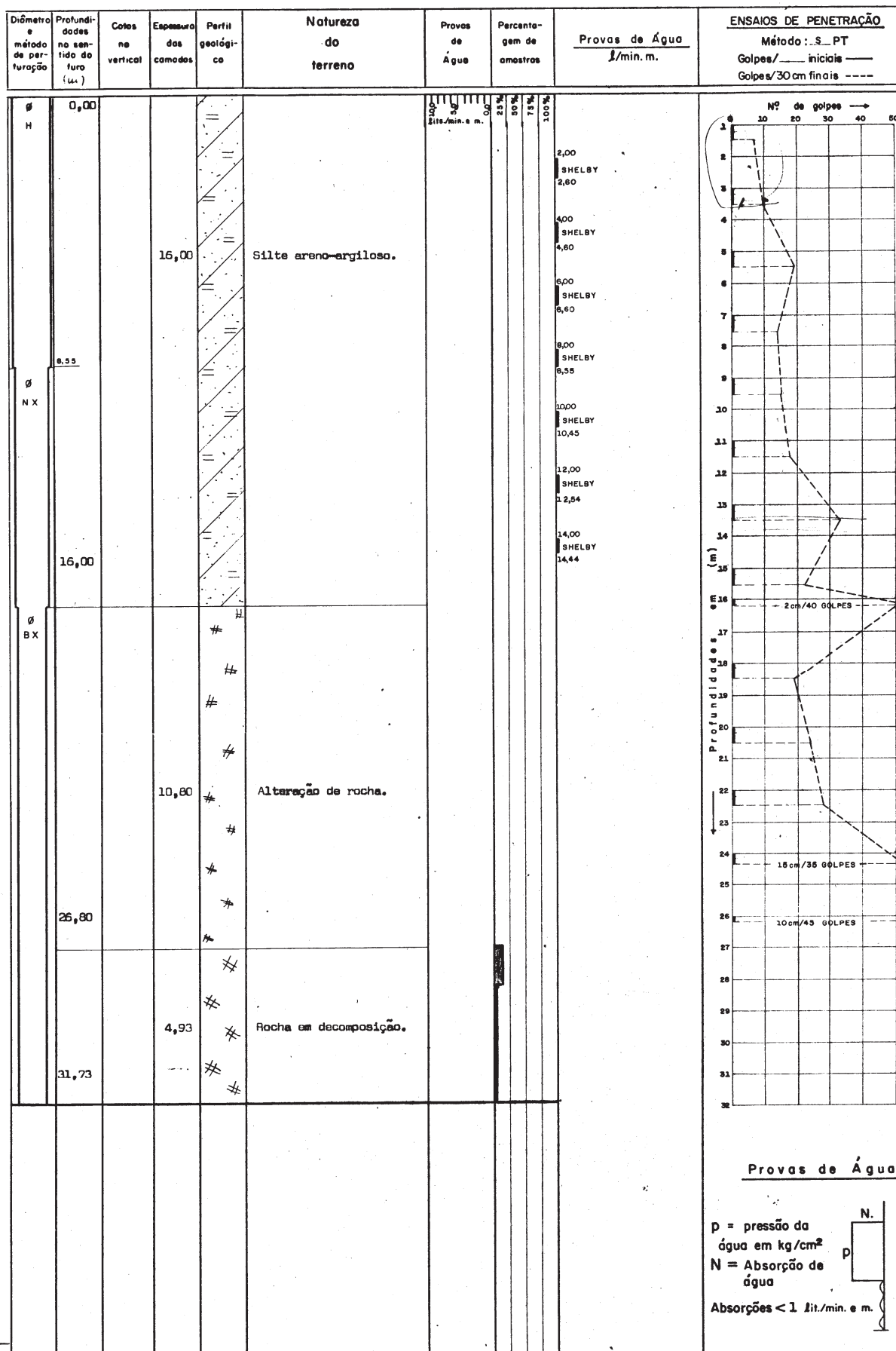
ANEXO 3

ClibPDF - www.fastio.com

SONDAGENS

OBRA: DUAS BÔCAS
 CLIENTE: CESAN
 PROJETISTA:
 EMPRESA: RODIO S.A.

NÚMERO DA SONDAGEM: S-3
 INCLINAÇÃO: VERTICAL
 COTA DA BÔCA:
 INICIADO EM: 28/08/71
 TERMINADO EM: 04/09/71
 ESCALA 1:100



DESENHO Nº

SONDAGENS

OBRA: DUAS BÔCAS

CLIENTE: CESAN

PROJETISTA:

EMPRESA: RODIO S.A.

NÚMERO DA SONDAGEM:

INCLINAÇÃO:

COTA DA BÔCA:

INICIADO EM:

TERMINADO EM:

S-4
VERTICAL

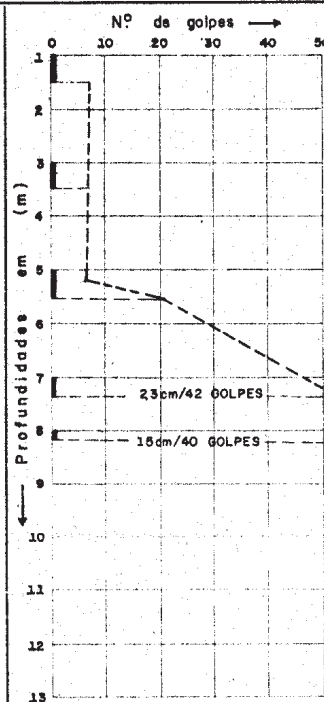
06/09/71

07/09/71

ESCALA 1:100

Diâmetro e método de perfuração	Profundidades no sentido do furo (m)	Cotas na vertical	Espessura das camadas	Perfil geológico	Natureza do terreno	Provas de Água	Porcentagem de amostras	Provas de Água l/min. m.	ENSAIOS DE PENETRAÇÃO Método: S-PT Golpes/___ iniciais ___ Golpes/30 cm finais ----
---------------------------------	--------------------------------------	-------------------	-----------------------	------------------	---------------------	----------------	-------------------------	--------------------------	--

Ø H	0,00								
	5,00		5,00		Silte arenoso pouco argiloso.				
	8,15		3,15		Alteração de rocha				
Ø BX	12,20		4,05		Rocha gnaisse em decomposição.				



DESENHO Nº

SONDAGENS

OBRA: DUAS BOCAS

CLIENTE: CESAN

PROJETISTA:

EMPRESA: RODIO S.A.

NÚMERO DA SONDAGEM:

INCLINAÇÃO:

COTA DA BÔCA:

INICIADO EM:

TERMINADO EM:

S-5

VERTICAL

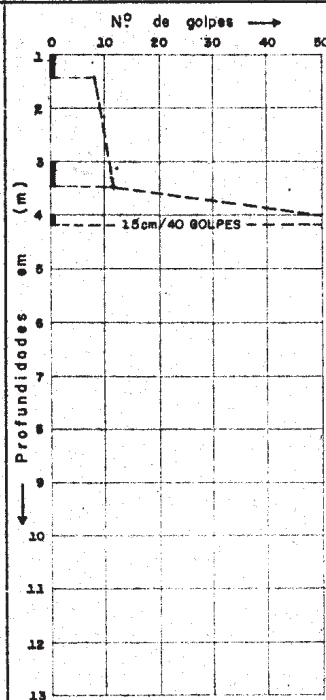
09/09/71

10/09/71

ESCALA 1:100

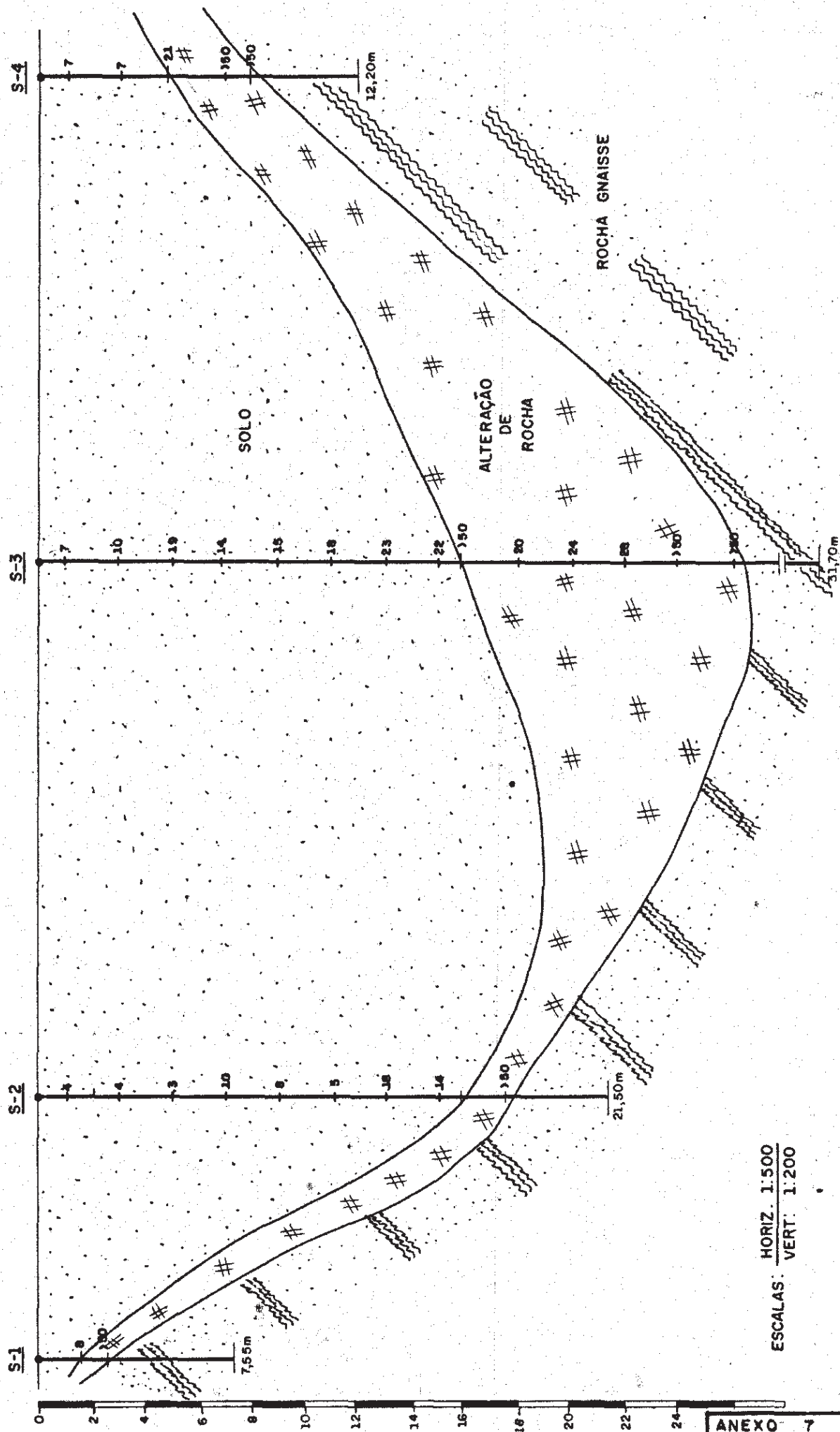
Diâmetro e método de perfuração	Profundidades no sentido do furo (m)	Cotas na vertical	Espessura das camadas	Perfil geológico	Natureza do terreno	Provas de Água	Porcentagem de amostras	Provas de Água l/min. m.	ENSAIOS DE PENETRAÇÃO
									Método: SPT Golpes/____ iniciais Golpes/30 cm finais ----

Ø	0,00								
H			3,80		Silte areno-argiloso.				
	3,80								
Ø	4,15		0,35		Alteração de rocha.				
BX	5,33		1,18		Rocha gnaíse decomposta.				
	5,75		0,42		Fenda (alteração de rocha).				
	7,65		1,90		Rocha gnaíse				



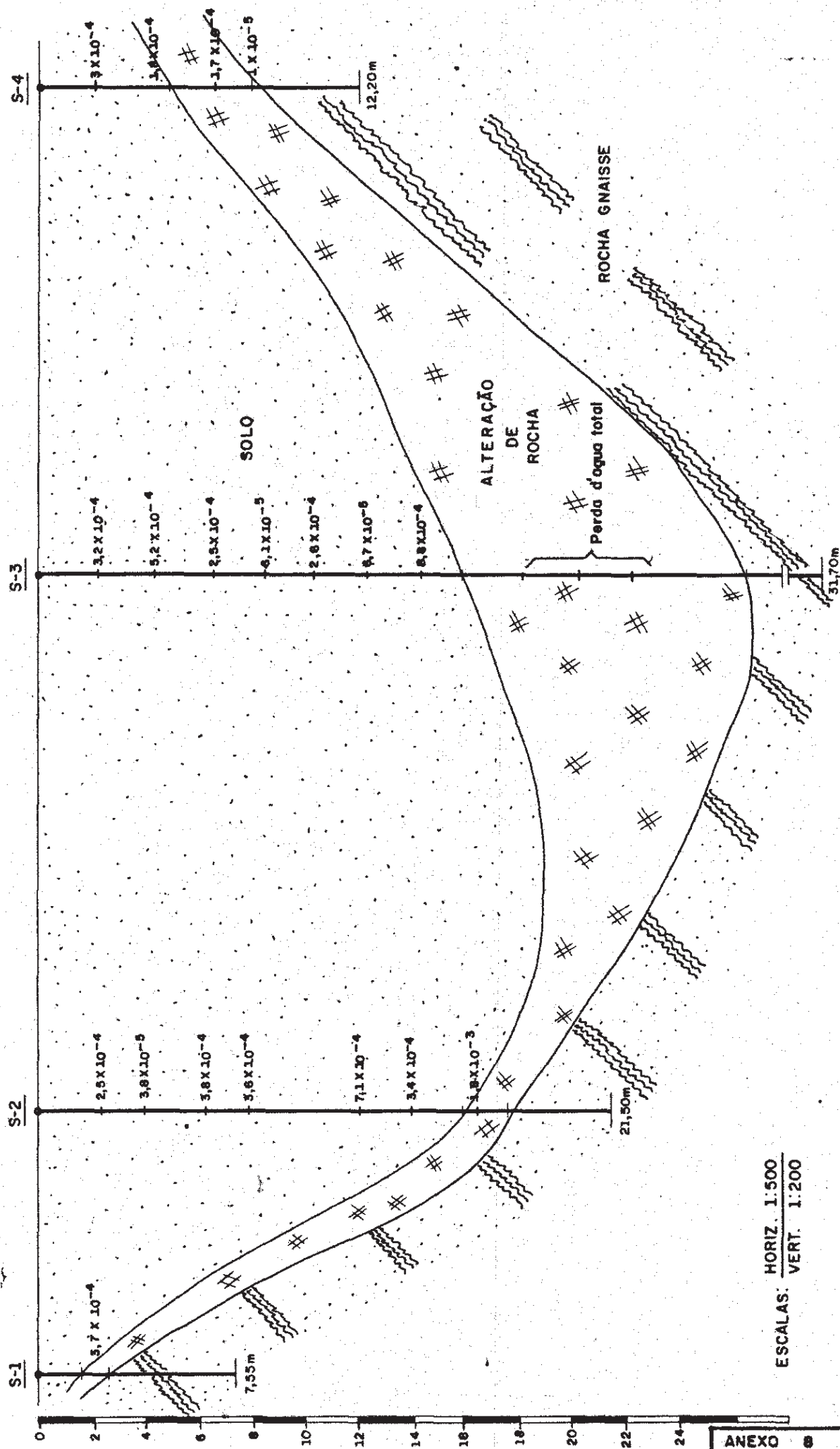
DESENHO Nº

SEÇÃO A-A
ENSAIOS DE PENETRAÇÃO (STANDARD PENETRATION TEST)



ESCALAS: HORIZ. 1:500
VERT. 1:200

SEÇÃO A-A
ENSAIOS DE PERMEABILIDADE "IN SITU"



ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO
RESUMO DE RESULTADOS
(SHELBIES E BLOCOS)

AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	W _{nat} (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γ _{sól} (g/cm³)	% < # 200	% < 2 μ
1.951	S - 2	2,00-2,64	29,1	55	30	25	2,67	53	21
1.952	"	4,00-4,64	26,3	58	32	26	2,68	42	20
1.953	"	6,00-6,60	25,5	45	26	19	2,69	47	20
1.954	"	8,00-8,40	25,4	63	32	31	2,70	46	18
1.955	"	10,00-10,53	19,9	40	24	16	2,66	31	10
1.956	"	12,00-12,69	26,2	50	30	20	2,73	47	20
1.957	"	14,00-14,60	26,7	51	29	22	2,67	51	21
1.958	"	16,00-16,34	8,0	N.P.	N.P.	N.P.	2,63	4	2
1.959	S - 3	2,00-2,60	26,4	59	33	26	2,68	49	24
1.960	"	4,00-4,60	26,2	62	32	30	2,67	43	20
1.961	"	6,00-6,60	24,4	40	27	13	2,68	38	12
1.962	"	10,00-10,45	26,6	52	30	22	2,70	41	18
1.963	"	12,00-12,54	24,7	58	32	26	2,68	41	18
1.964	"	14,00-14,44	27,0	57	31	26	2,69	45	21
1.965	S - 4	2,00-2,54	23,7	47	27	20	2,68	34	13
1.966	"	4,00-4,54	19,5	36	24	12	2,67	28	8
1.967	"	6,00-6,54	25,3	N.P.	N.P.	N.P.	2,72	22	6
1.968	S - 5	2,00-2,49	25,4	52	30	22	2,70	43	15
AMOSTRAS INDEFORMADAS (BLOCOS)									
1.840	POÇO 2	2,00-2,50	24,8	43	28	15	2,71	39	10
1.841	POÇO 3	2,00-2,50	27,0	74	34	40	2,71	53	18

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO
RESUMO DE RESULTADOS
(MATERIAL COLETADO NOS FUROS A TRADO)

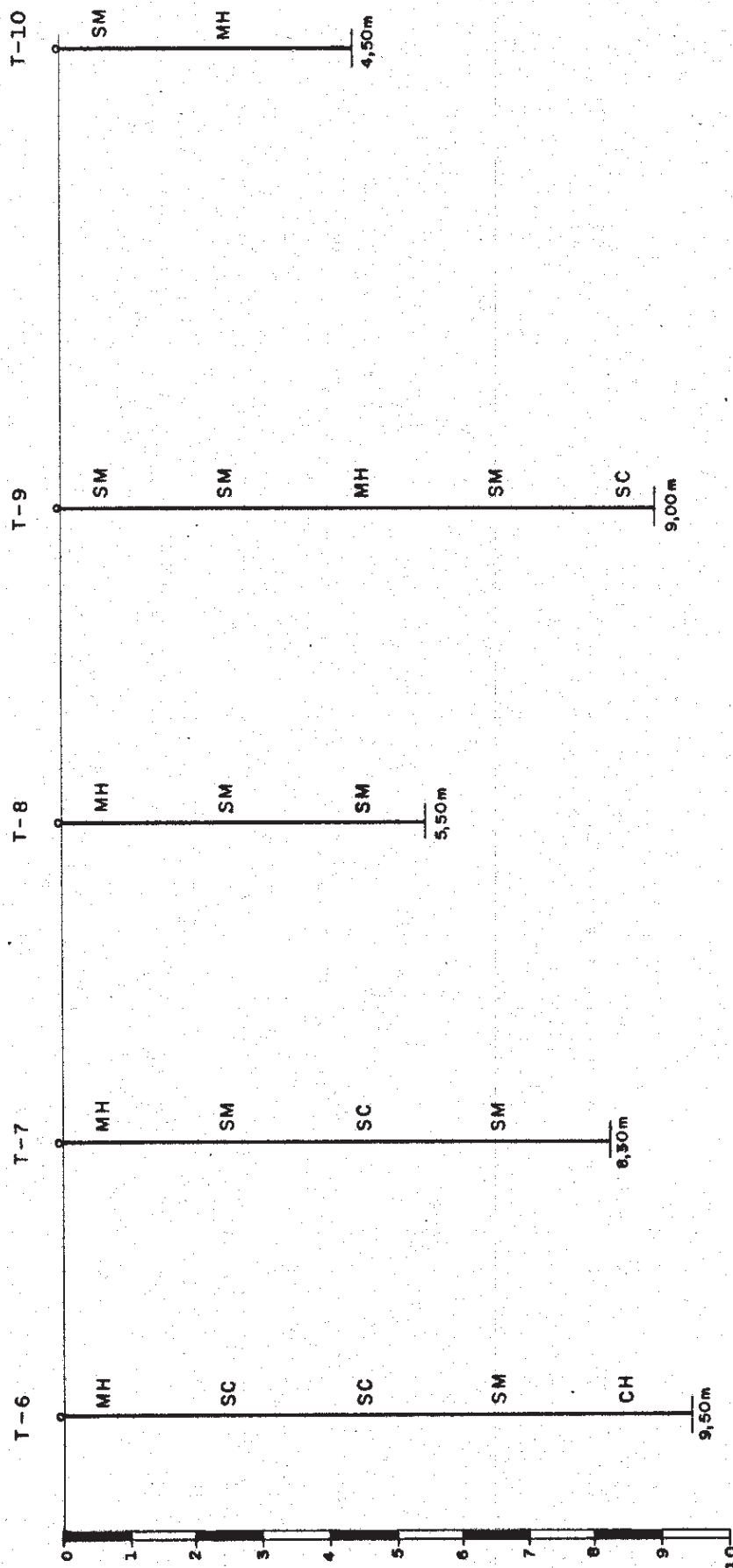
AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	W _{nat} (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γ _{sól} (g/cm³)	% < # 200	% < 2 μ
1842	T-1	0,00 - 1,00	16,1	52	29	23	2,69	42	14
1844	"	2,00 - 3,00	22,7	48	28	20	2,70	44	16
1845	"	4,00 - 5,00	22,0	57	31	26	2,70	47	16
1847	"	6,00 - 7,00	25,5	58	29	29	2,68	49	21
1849	"	8,00 - 9,00	27,8	58	33	25	2,70	49	18
1851	T-2	0,00 - 1,00	17,6	53	28	25	2,66	42	16
1853	"	2,00 - 3,00	24,9	61	29	32	2,71	46	18
1855	"	4,00 - 5,00	26,4	67	32	35	2,74	47	17
1857	"	6,00 - 7,00	26,4	60	31	29	2,73	50	20
1858	T-3	0,00 - 1,00	22,3	51	30	21	2,71	42	13
1860	"	2,00 - 3,00	23,0	52	29	23	2,72	46	21
1862	"	4,00 - 5,00	24,8	57	33	24	2,70	47	18
1864	"	6,00 - 7,00	27,5	63	33	30	2,70	54	22
1866	"	8,00 - 9,00	26,0	49	29	20	2,72	44	13
1868	T-4	0,00 - 1,00	22,4	52	30	22	2,71	44	13
1870	"	2,00 - 3,00	28,0	59	30	29	2,72	51	21
1872	"	4,00 - 5,00	20,8	49	29	20	2,72	43	12
1874	"	6,00 - 7,00	29,1	68	35	33	2,72	53	22
1876	"	8,00 - 9,00	24,2	59	25	34	2,69	51	21
1878	T-5	0,00 - 1,00	20,6	54	29	25	2,69	48	21
1880	"	2,00 - 3,00	26,3	57	31	26	2,66	48	20
1882	"	4,00 - 5,00	27,7	64	38	26	2,66	52	25
1884	"	6,00 - 7,00	21,3	45	26	19	2,70	40	14

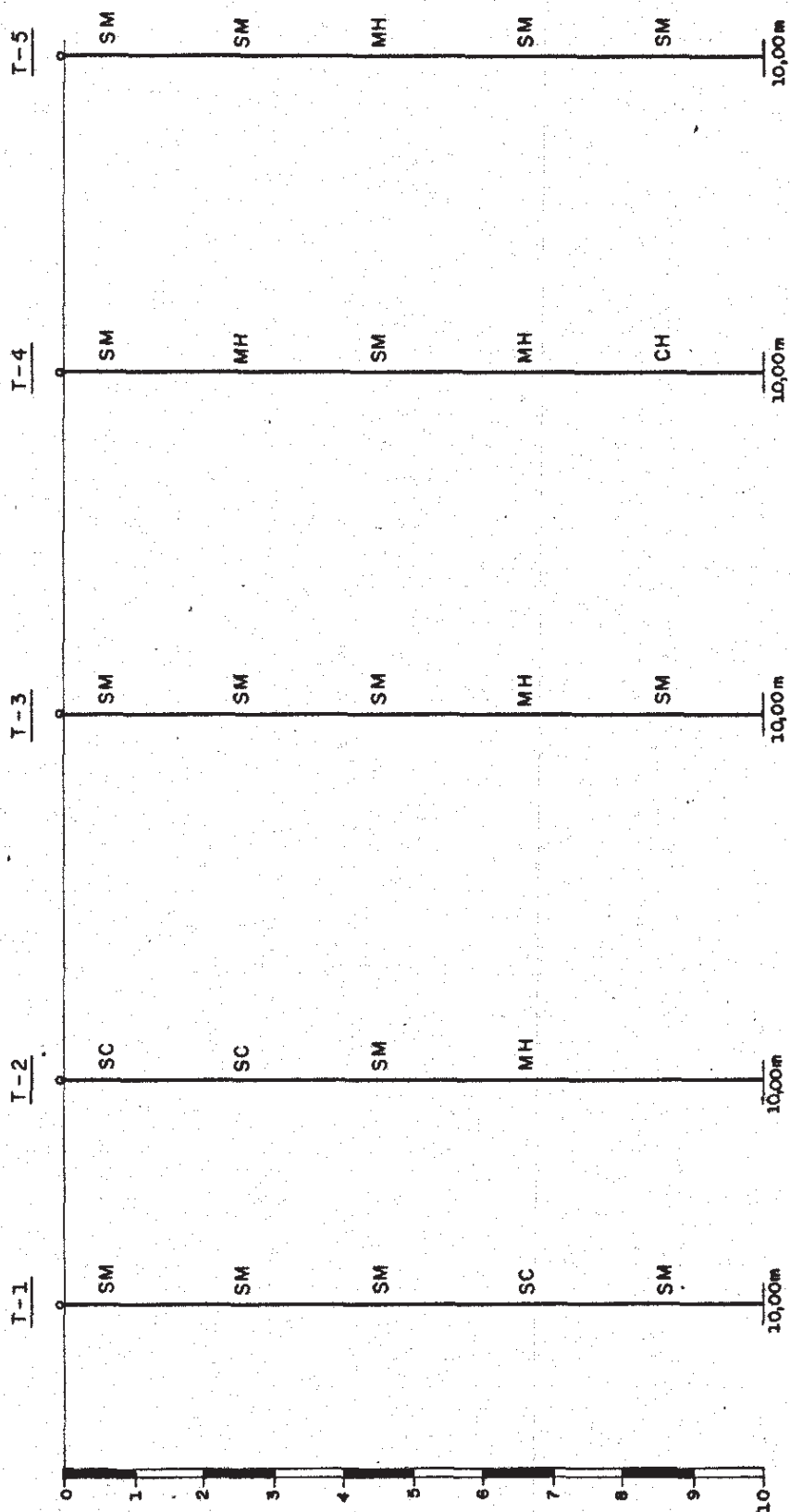
ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO RESUMO DE RESULTADOS

AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	W _{nat} (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γ _{sól} (g/cm³)	% < # 200	% < 2 μ
1886	T-5	8,00 - 9,00	23,0	54	31	23	2,69	43	15
1888	T-6	0,00 - 1,00	24,4*	60	31	29	2,70	51	20
1890	"	2,00 - 3,00	21,4	52	25	27	2,70	42	16
1892	"	4,00 - 5,00	28,1	55	27	28	2,70	49	23
1894	"	6,00 - 7,00	29,5	62	33	29	2,71	49	19
1896	"	8,00 - 9,00	34,7	66	30	36	2,69	50	21
1898	T-7	0,00 - 1,00	29,7	55	33	22	2,71	54	23
1900	"	2,00 - 3,00	26,7	59	32	27	2,69	45	17
1902	"	4,00 - 5,00	24,3	53	27	26	2,69	43	16
1904	"	6,00 - 7,00	22,5	47	28	19	2,71	42	14
1906	T-8	0,00 - 1,00	29,0	63	32	31	2,69	53	21
1908	"	2,00 - 3,00	31,3	60	32	28	2,69	39	18
1909	"	4,00 - 5,00	41,6	57	31	26	2,69	47	19
1912	T-9	0,00 - 1,00	24,6	52	32	20	2,67	46	17
1914	"	2,00 - 3,00	27,7	61	32	29	2,68	46	19
1916	"	4,00 - 5,00	26,7	64	32	32	2,69	53	21
1918	"	6,00 - 7,00	32,1	61	33	28	2,67	49	20
1920	"	8,00 - 9,00	32,9	56	27	29	2,67	46	19
1921	T-10	0,00 - 1,00	37,8	57	31	26	2,72	48	19
1923	"	2,00 - 3,00	35,0	63	33	30	2,70	50	23

FUROS A TRADO NO TALUDE DE MONTANTE
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DO MATERIAL

ESCALAS: $\frac{\text{HORIZ. 1:500}}{\text{VERT. 1:100}}$



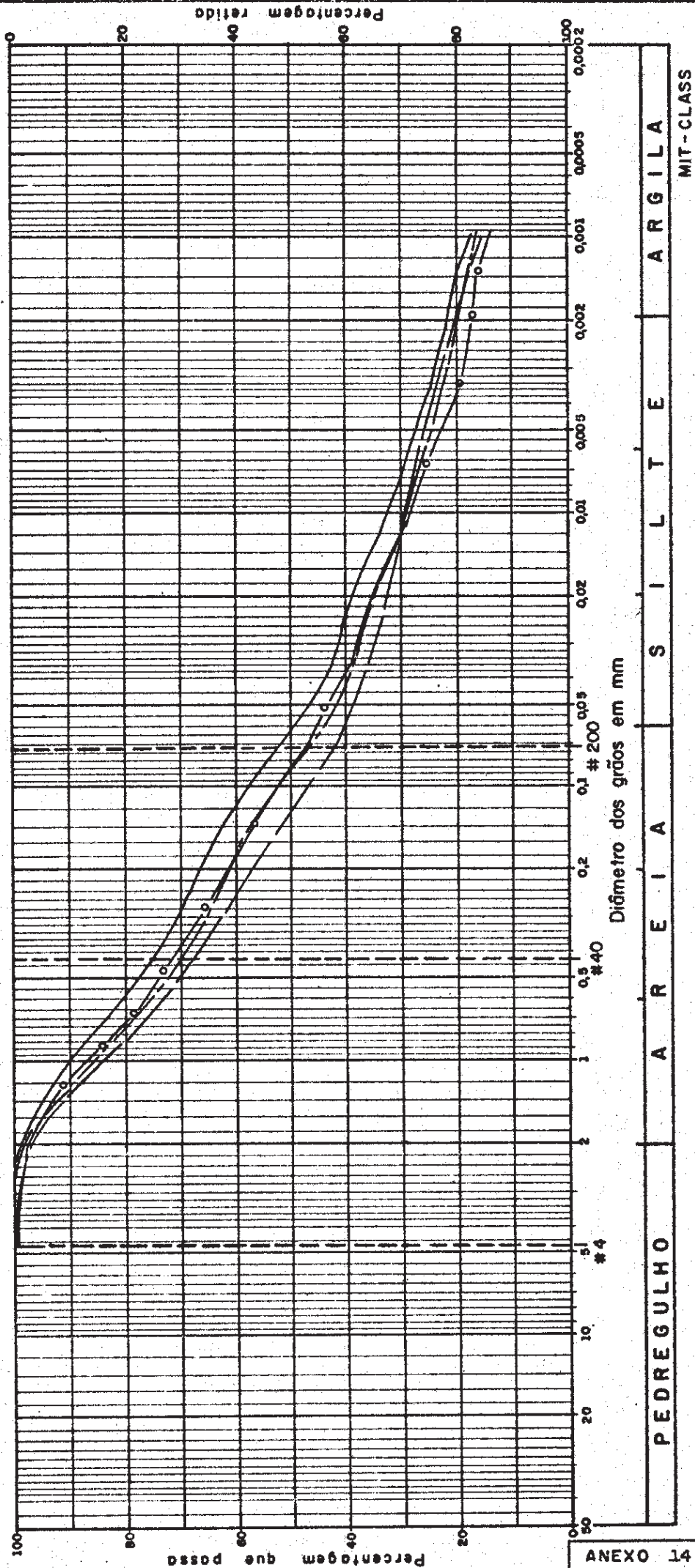
FUROS A TRADO NO TALUDE DE JUSANTE
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DO MATERIALESCALAS: $\frac{\text{HORIZ. 1:500}}{\text{VERT. 1:100}}$ 

RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
— 1951	S-2	2,00-2,64
— 1952	S-2	4,00-4,64
— 1953	S-2	6,00-6,60
— 1954	S-2	8,00-8,40

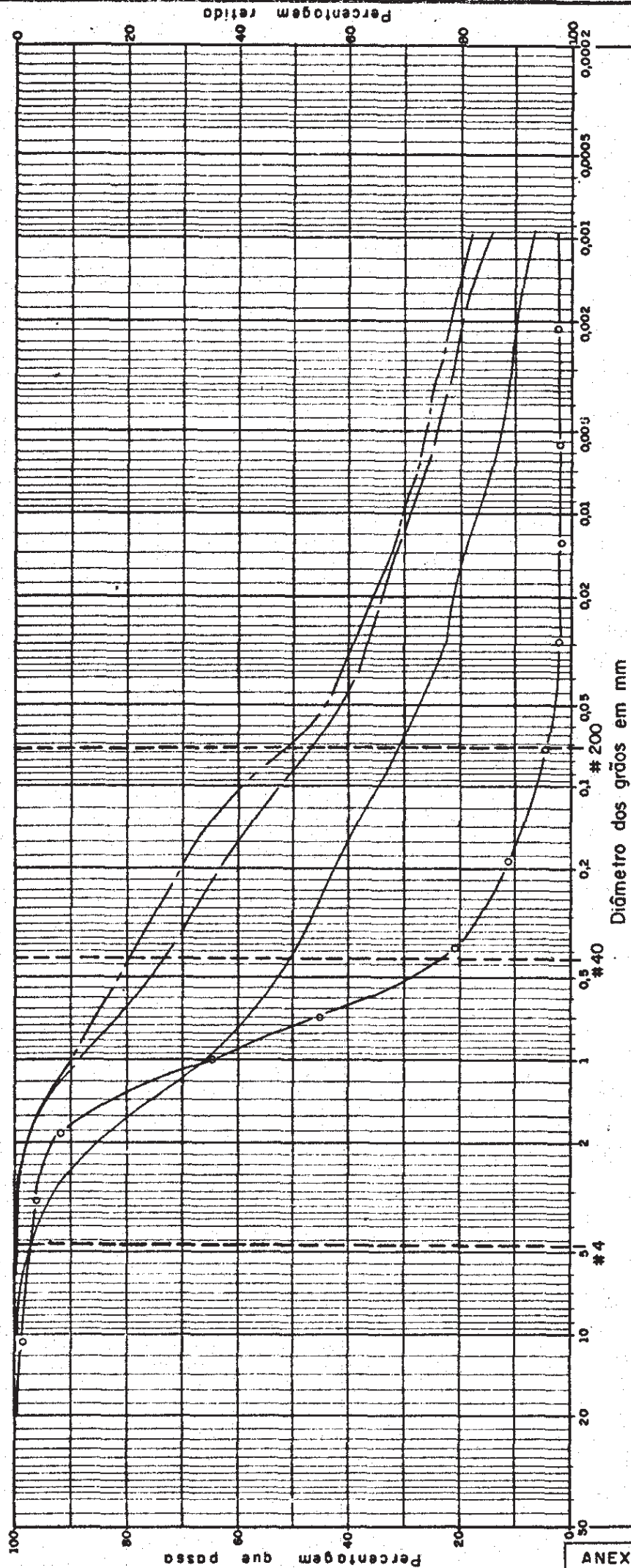


RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
— 1.955	S-2	10,00-10,53
— 1.956	S-2	12,00-12,69
— 1.957	S-2	14,00-14,60
— 1.958	S-2	16,00-16,34



PEDREGULHO

AREIA

SILT

ARGILA

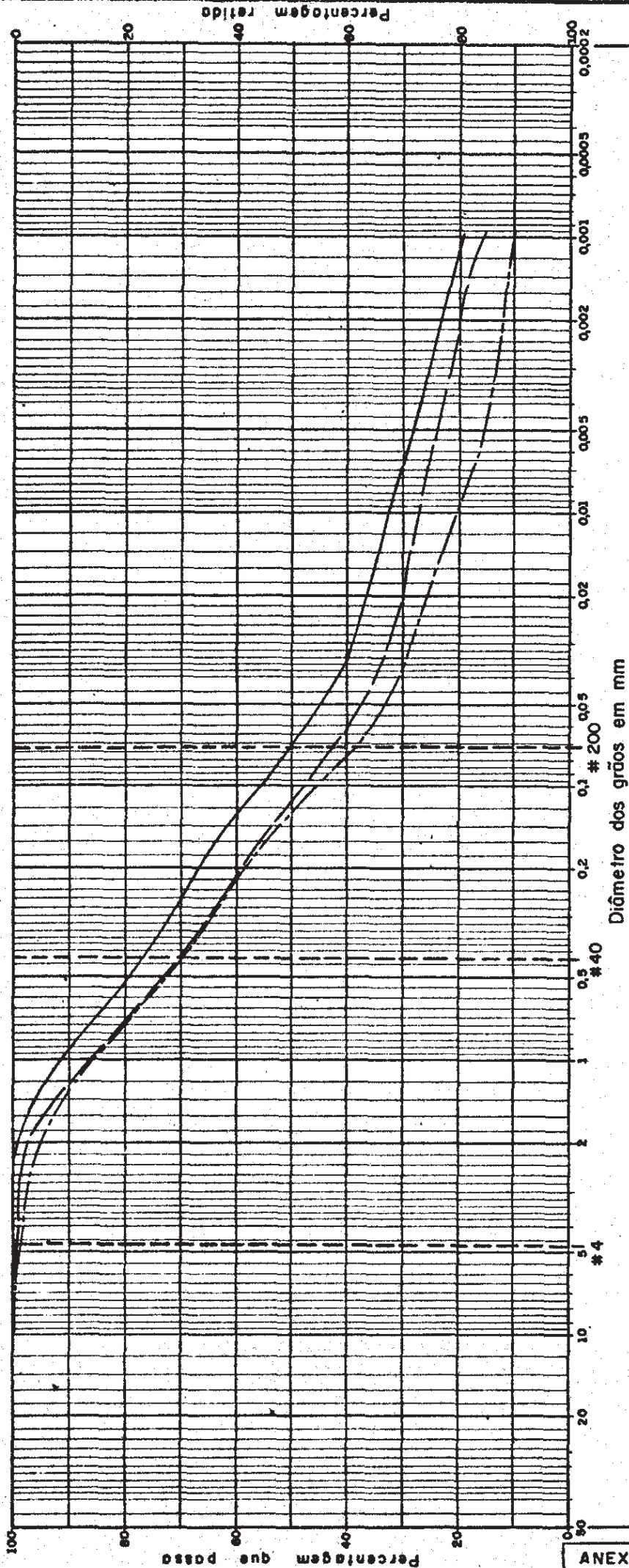
MIT-CLASS

RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
— 1.959	S-3	2,00-2,80
— 1.960	S-3	4,00-4,80
— 1.961	S-3	6,00-6,60

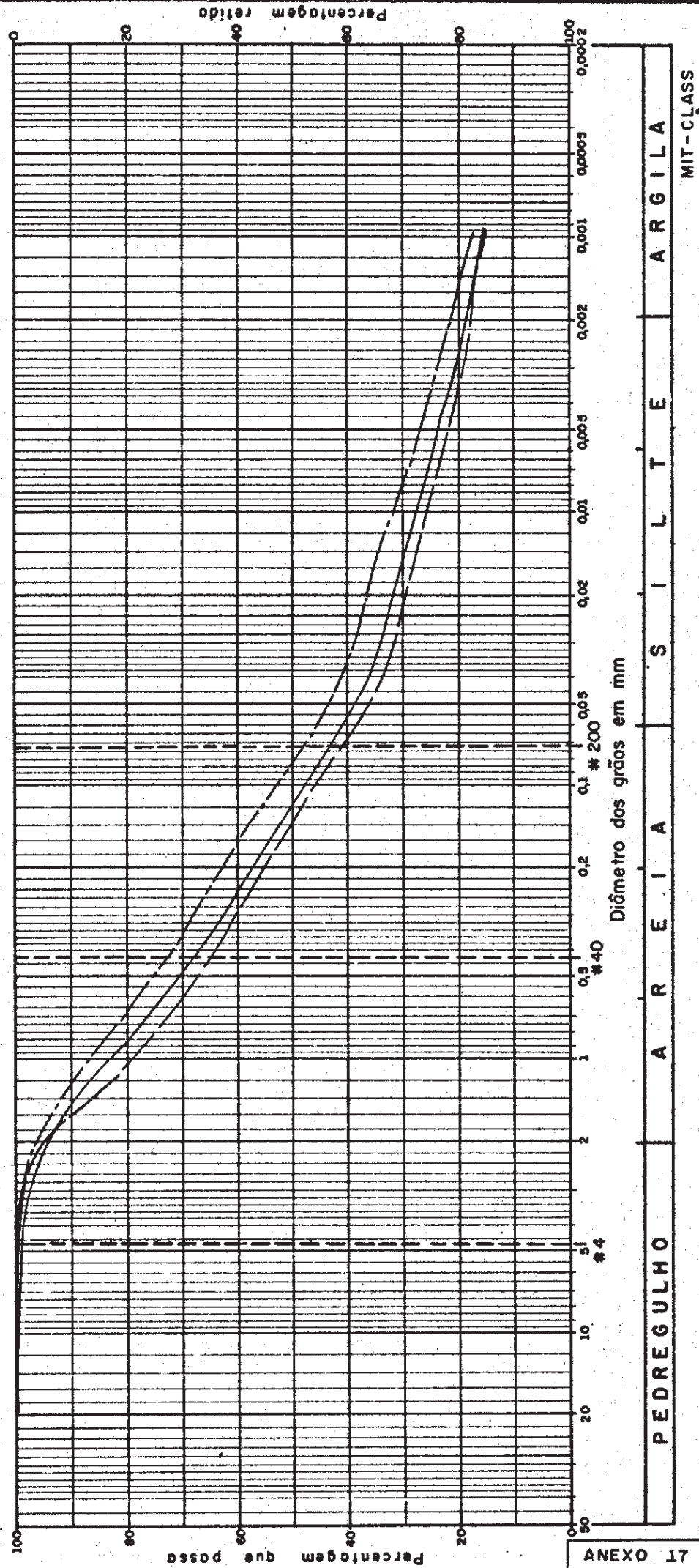


RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FUJO	PROF. (m)
1.962	S-3	10,00-10,45
1.963	S-3	12,00-12,54
1.964	S-3	14,00-14,44

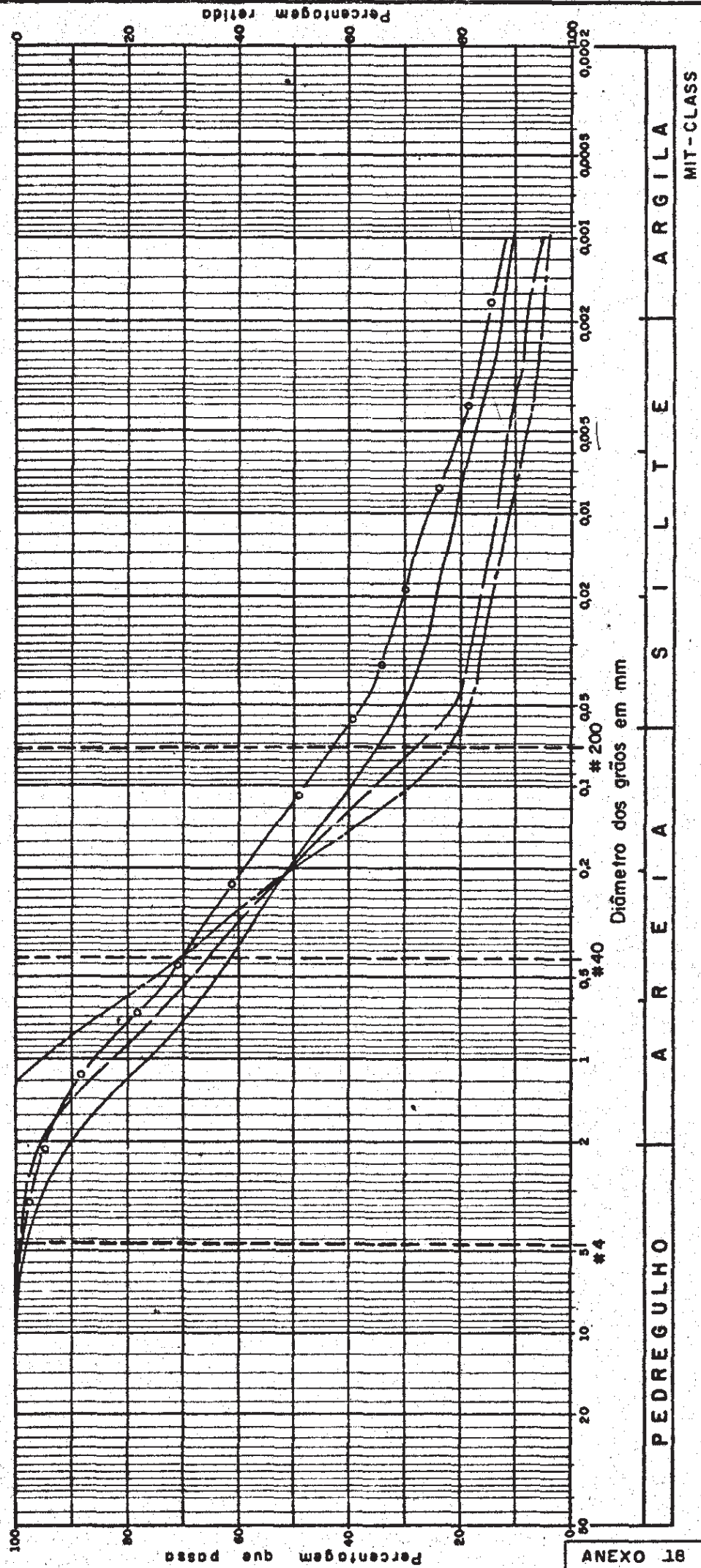


RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

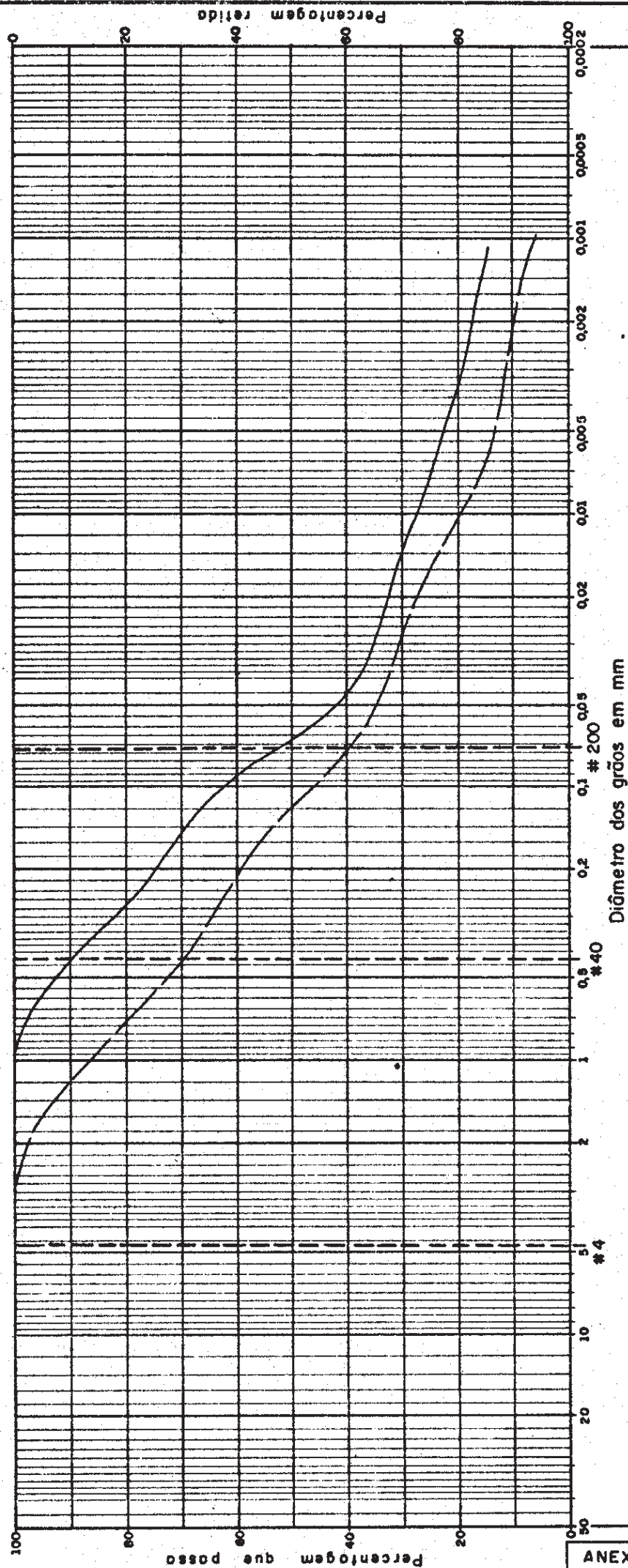
AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
— 1.965	S-4	2,00-2,54
— 1.966	S-4	4,00-4,54
— 1.967	S-4	6,00-6,54
— 1.968	S-5	2,00-2,49



OBRA: DUAS BÔCAS

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

<u>AMOSTRA Nº</u>	<u>POCO</u>	<u>PROF. (m)</u>
— 1840	2	2,00-2,50
— 1841	3	2,00-2,50

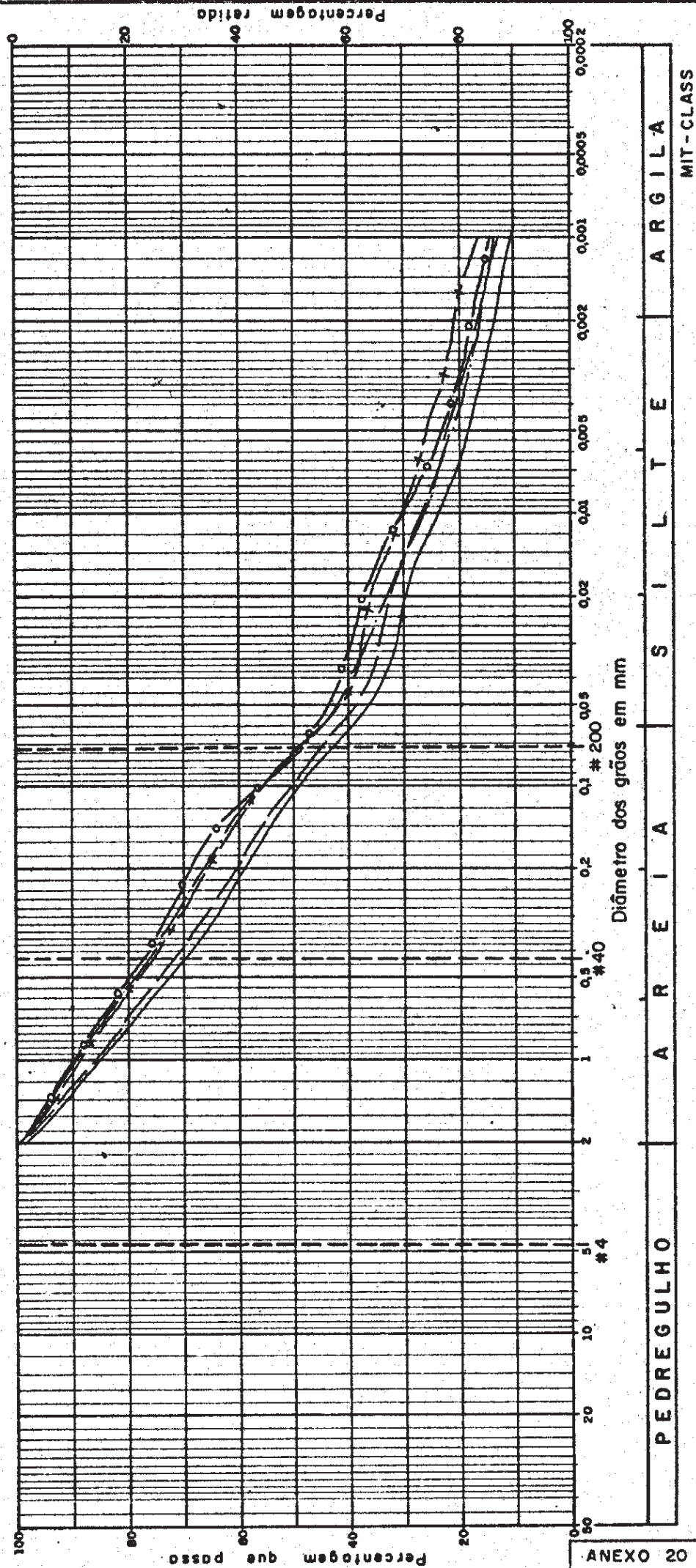


RÓDIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
1.842	T-1	0,00 - 1,00
1.844	T-1	2,00 - 3,00
1.845	T-1	4,00 - 5,00
1.847	T-1	6,00 - 7,00
1.849	T-1	8,00 - 9,00

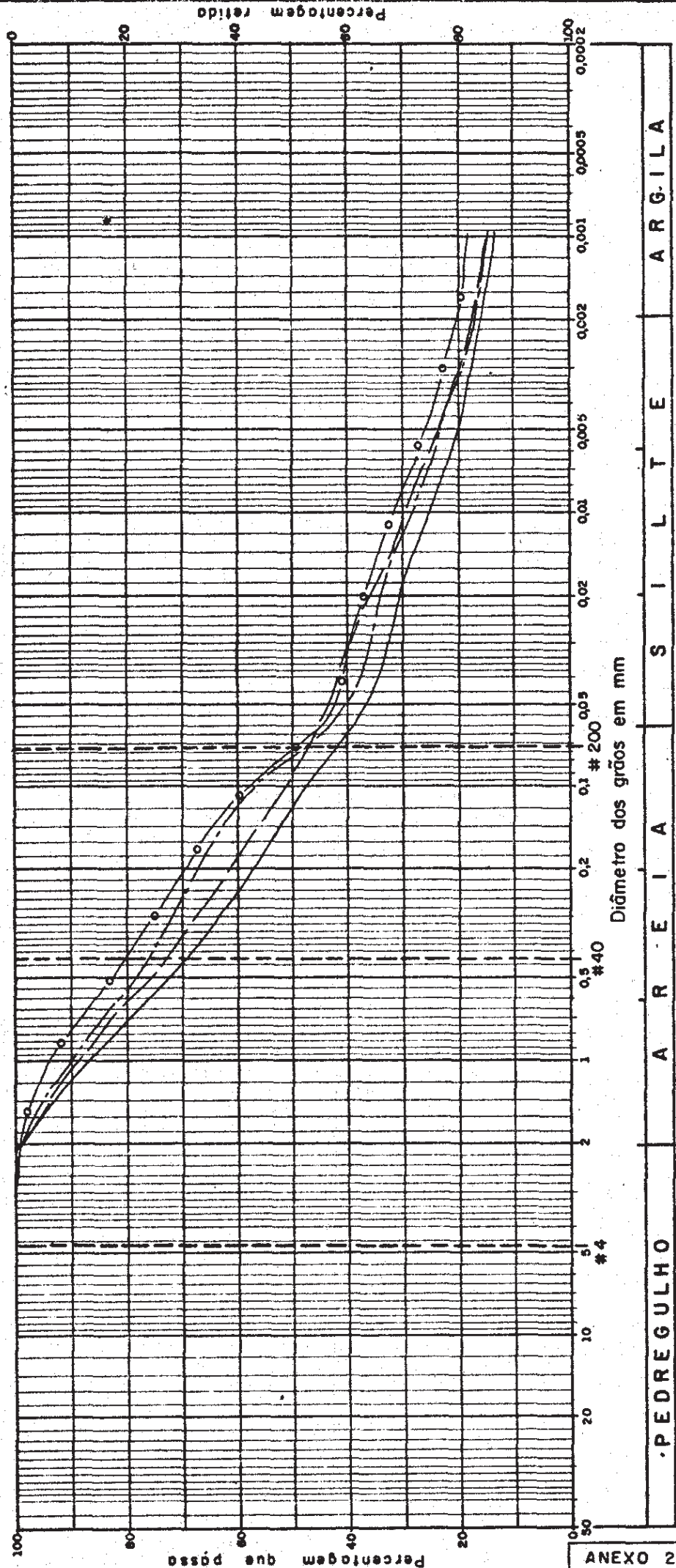


RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
1.851	T-2	0,00 - 1,00
1.853	T-2	2,00 - 3,00
1.855	T-2	4,00 - 5,00
1.857	T-2	6,00 - 7,00

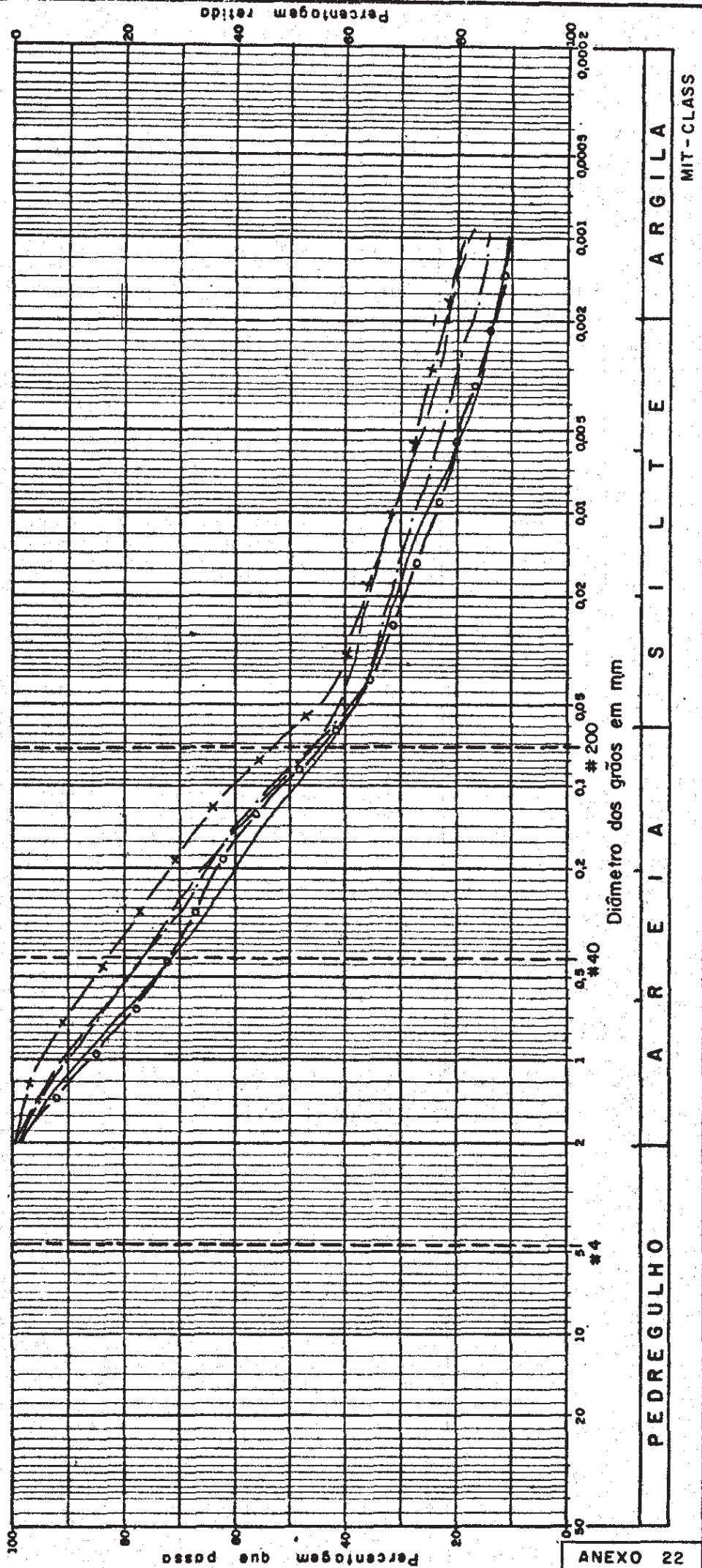


RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
— 1.858	T-3	0,00 - 1,00
— 1.860	T-3	2,00 - 3,00
— 1.862	T-3	4,00 - 5,00
— + 1.864	T-3	6,00 - 7,00
— 0 — 1.866	T-3	8,00 - 9,00

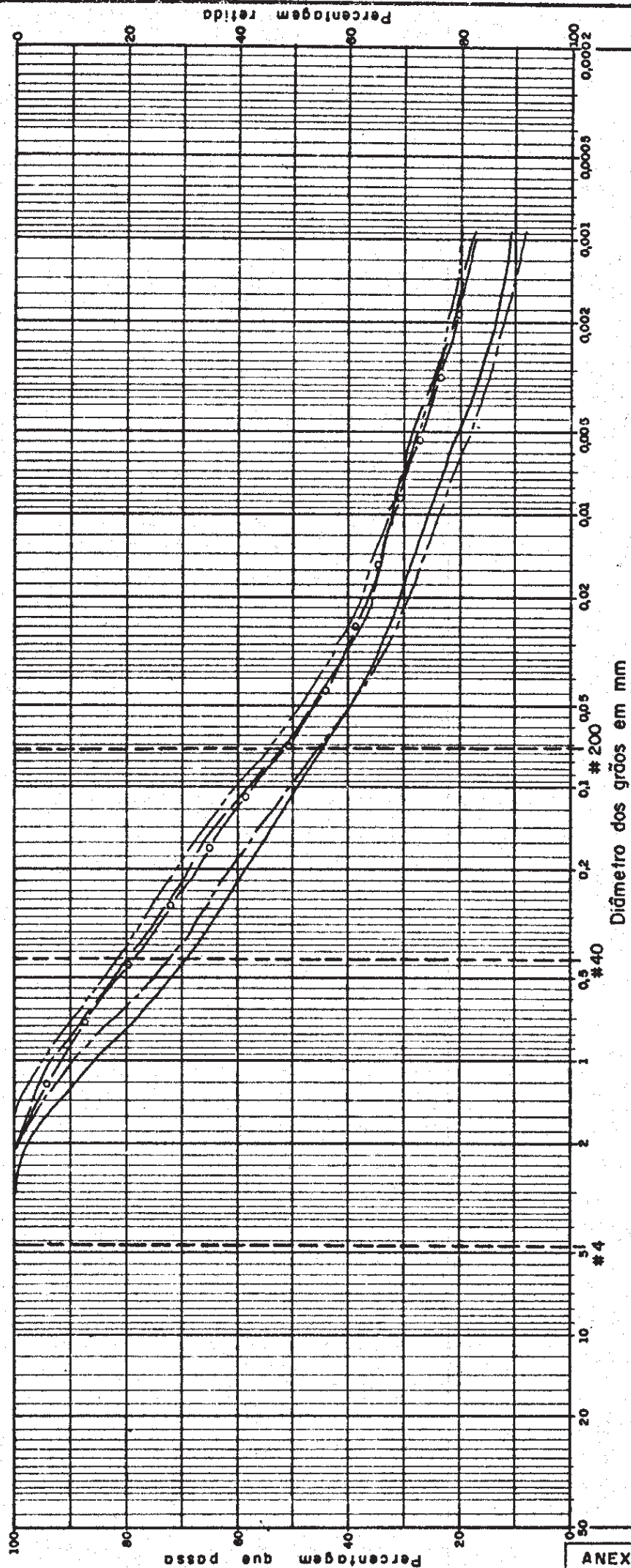


RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF (m)
1.868	T-4	0,00-1,00
1.870	T-4	2,00-3,00
1.872	T-4	4,00-5,00
1.874	T-4	6,00-7,00
1.876	T-4	8,00-9,00



PEDREGULHO

AREIA

SILT

ARGILA

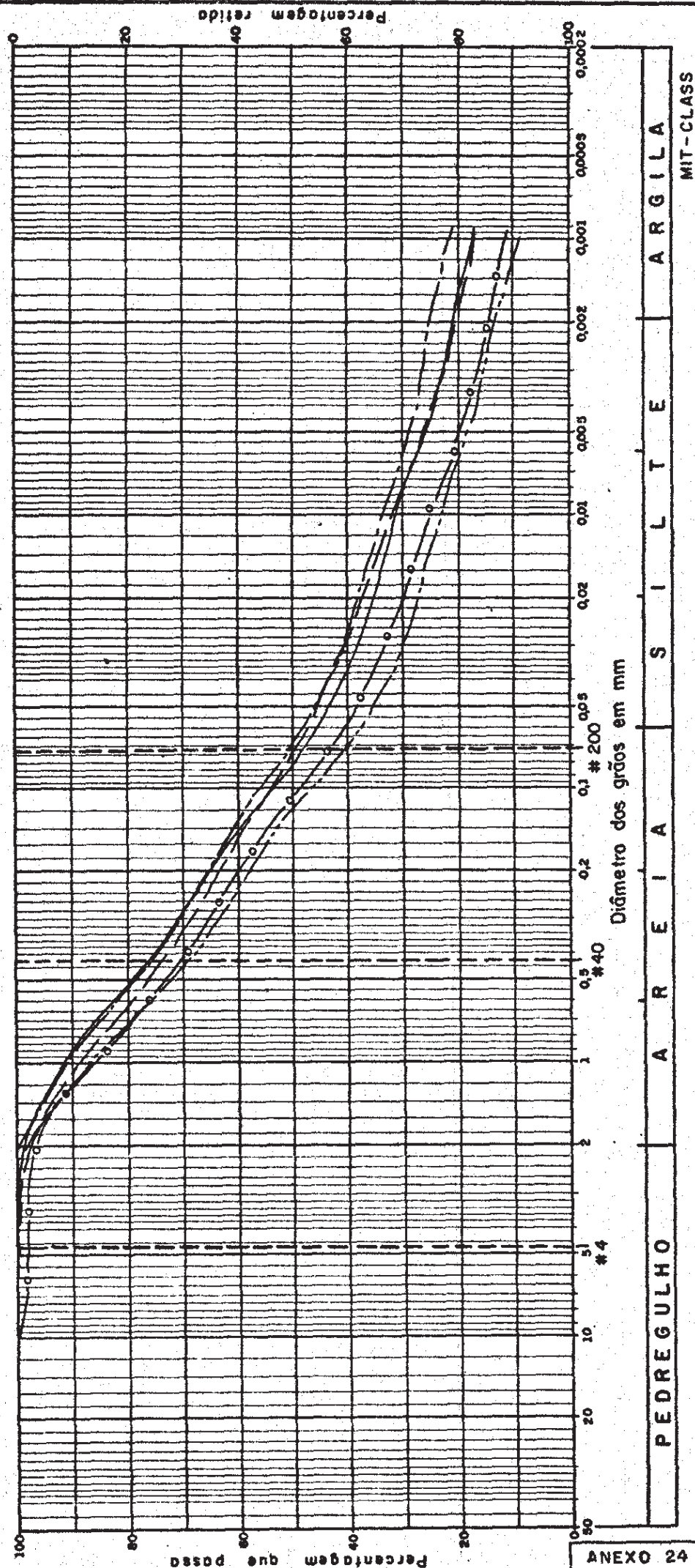
MIT-CLASS

RODIO S. A.

OBRA: DUAS BÔCAS

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
1.878	T-5	0,00-1,00
1.880	T-5	2,00-3,00
1.882	T-5	4,00-5,00
1.884	T-5	6,00-7,00
1.886	T-5	8,00-9,00

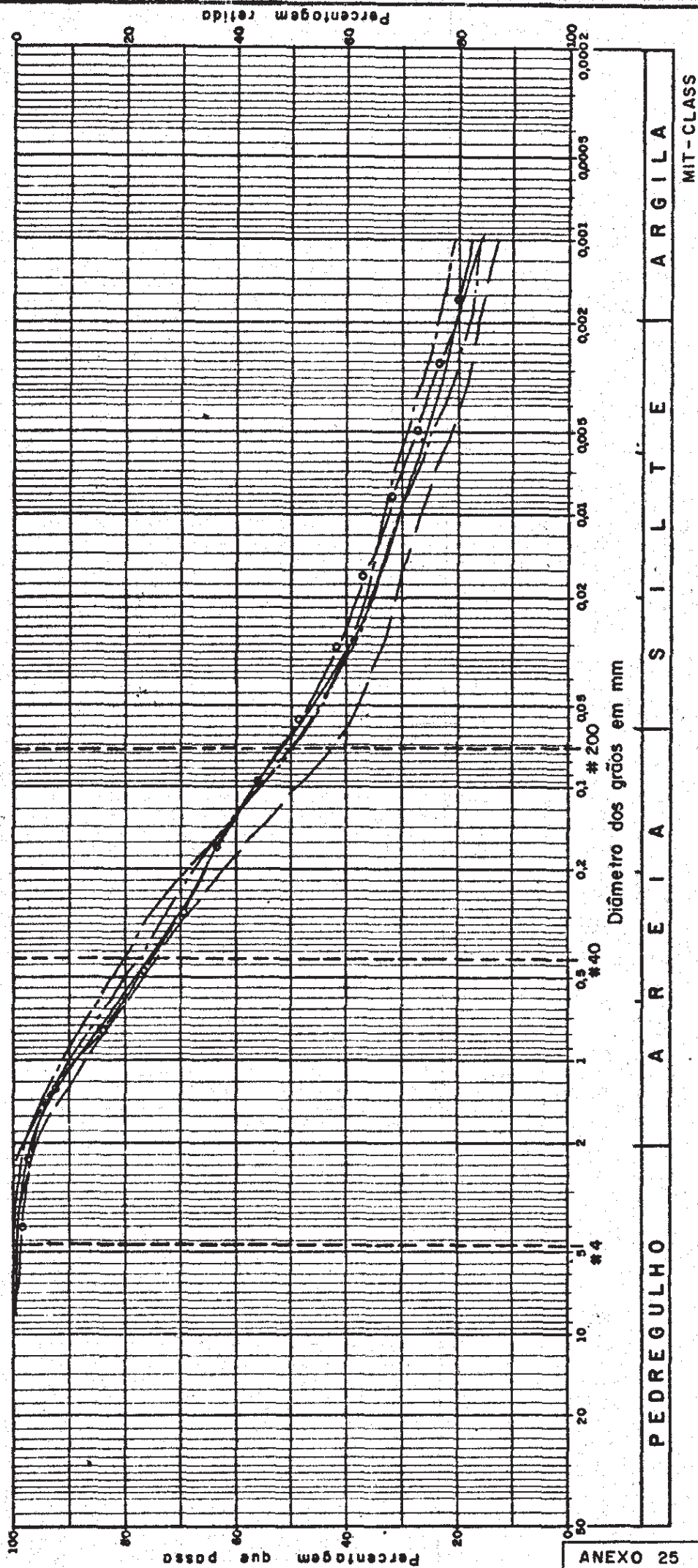


RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

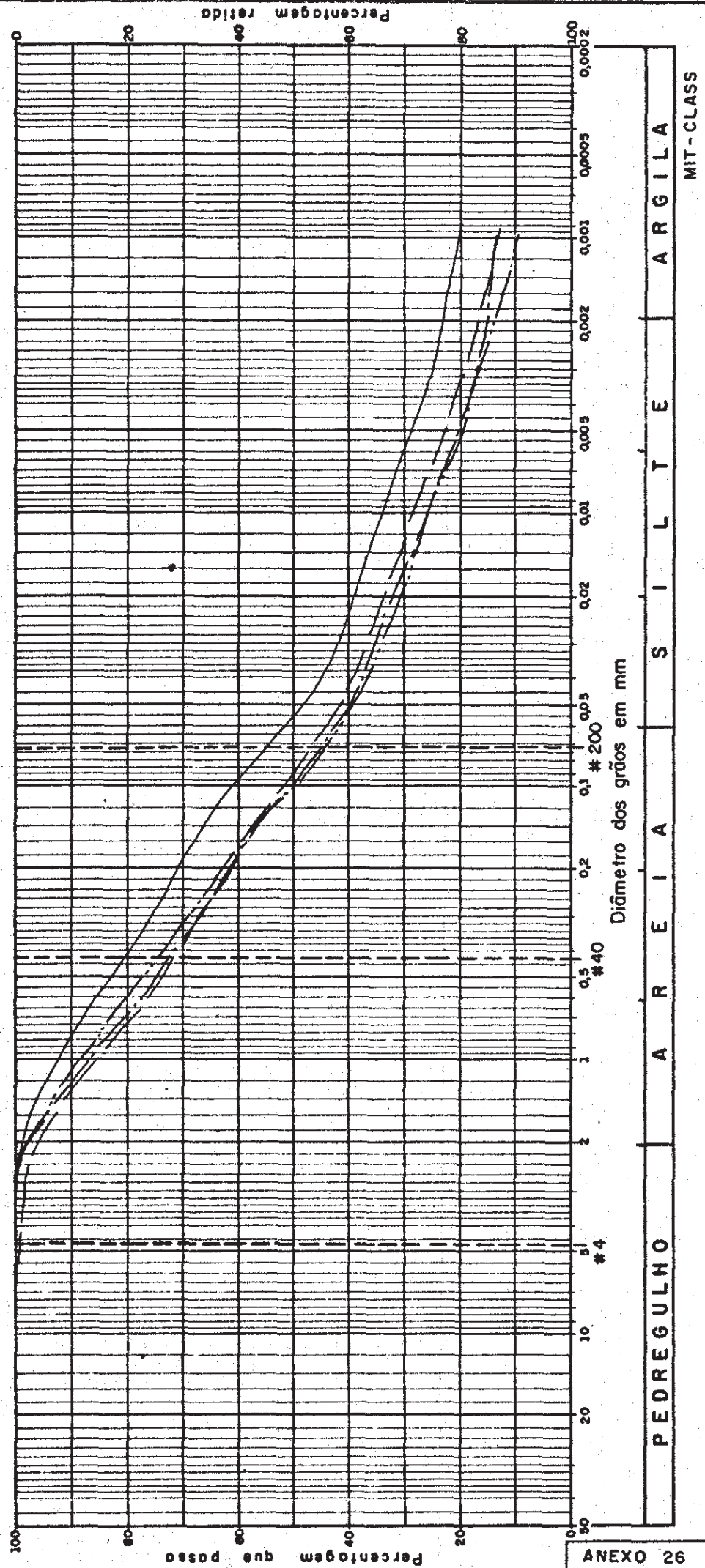
OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
1.888	T-6	0,00-1,00
1.890	T-6	2,00-3,00
1.892	T-6	4,00-5,00
1.894	T-6	6,00-7,00
1.896	T-6	8,00-9,00



CURVAS GRANULOMÉTRICAS

<u>AMOSTRA Nº</u>	<u>FURO</u>	<u>PROF. (m)</u>
— 1.898	T-7	0,00 - 1,00
— 1.900	T-7	2,00 - 3,00
— 1.902	T-7	4,00 - 5,00
— 1.904	T-7	6,00 - 7,00



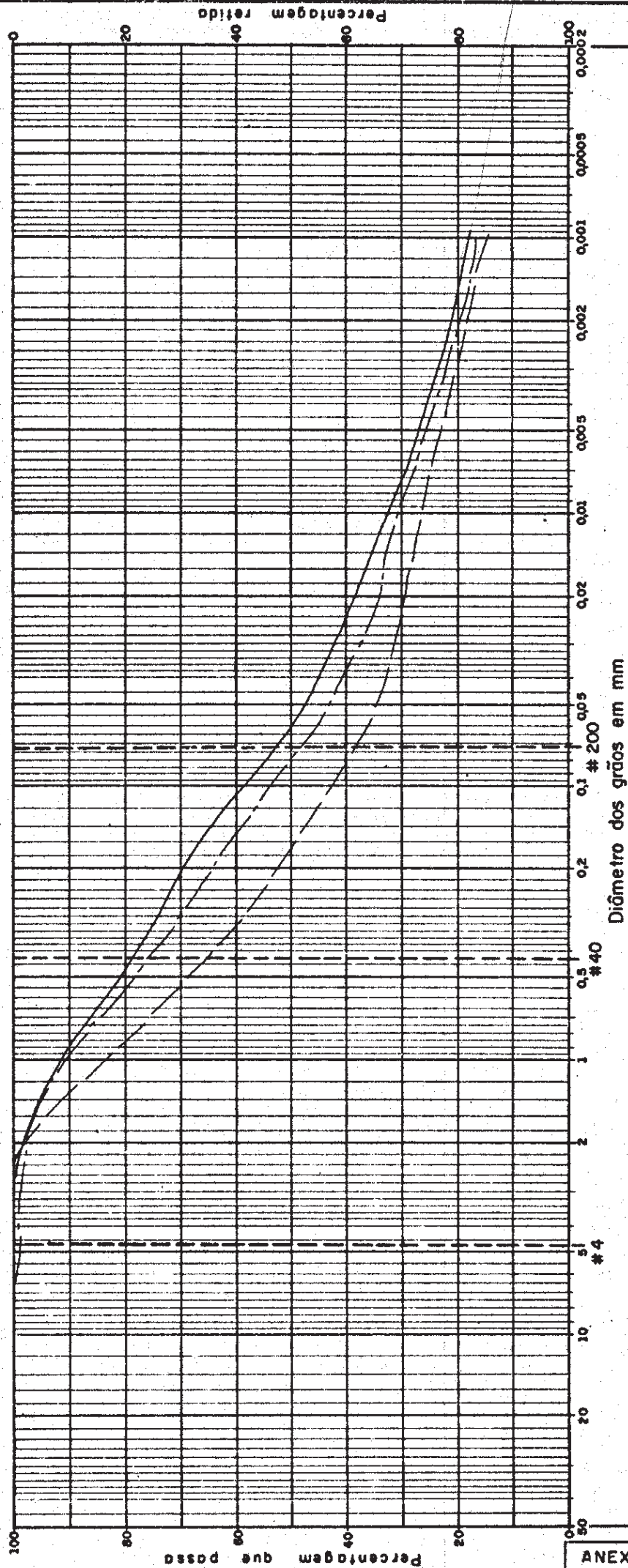
RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
1906	T-8	0,00-1,00
1908	T-8	2,00-3,00
1909	T-8	4,00-5,00

0,1



PEDREGULHO

AREIA

SILT

E

ARGILA

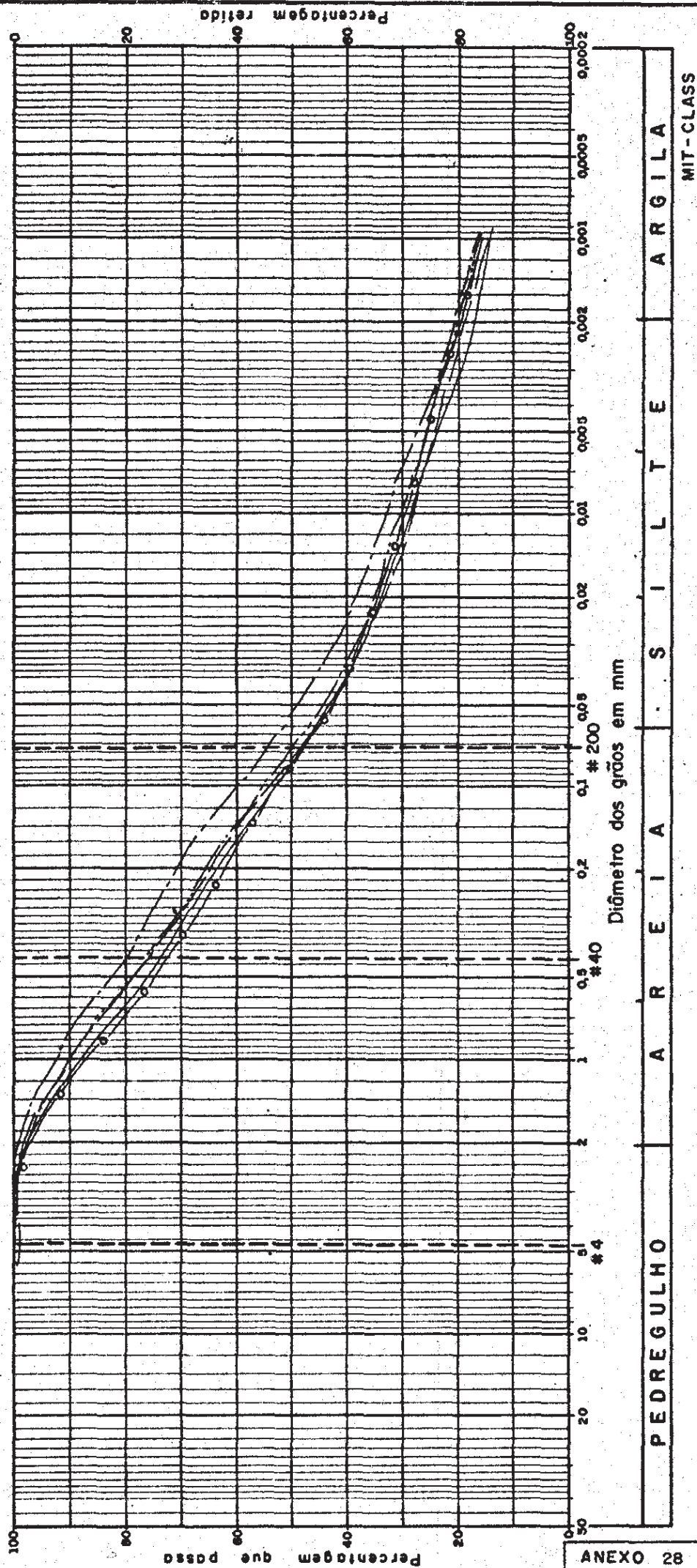
MIT-CLASS

RODIO S. A.

CURVAS GRANULOMÉTRICAS

OBRA: DUAS BÔCAS

AMOSTRA Nº	FURO	PROF. (m)
1912	T-9	0,00-1,00
1914	T-9	2,00-3,00
1916	T-9	4,00-5,00
1918	T-9	6,00-7,00
1920	T-9	8,00-9,00

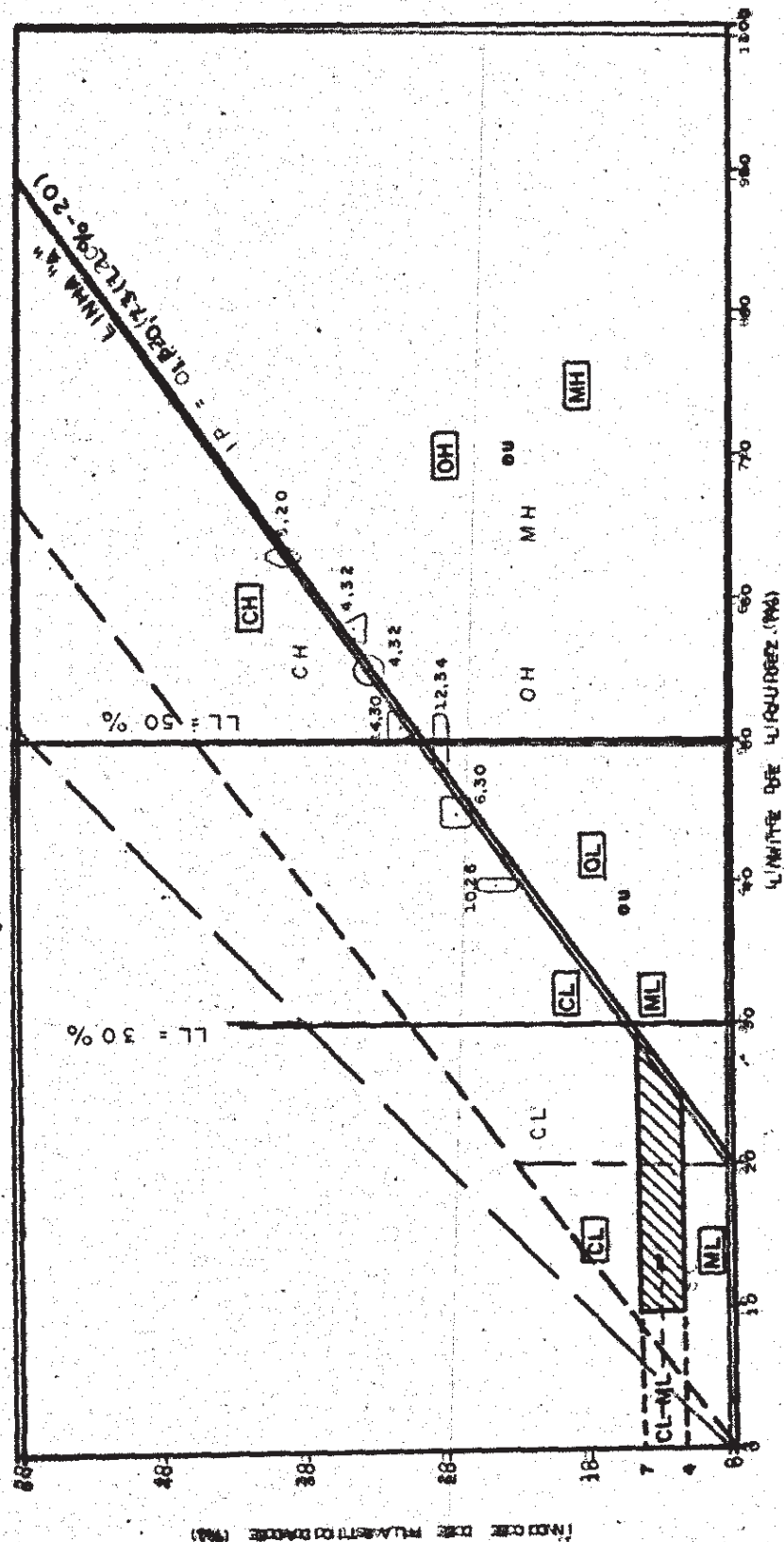


DUAS BÔCAS

RODIO S A.
RIO - DE JANEIRO

GRÁFICO DE PLASTICIDADE

- = FURO S-2 - 2,00-2,64
- △ = " - 4,00-4,64
- = " - 6,00-6,60
- ◇ = " - 8,00-8,40
- ⊥ = " - 10,00-10,53
- ⊥ = " - 12,00-12,69
- ⊥ = " - 14,00-14,60

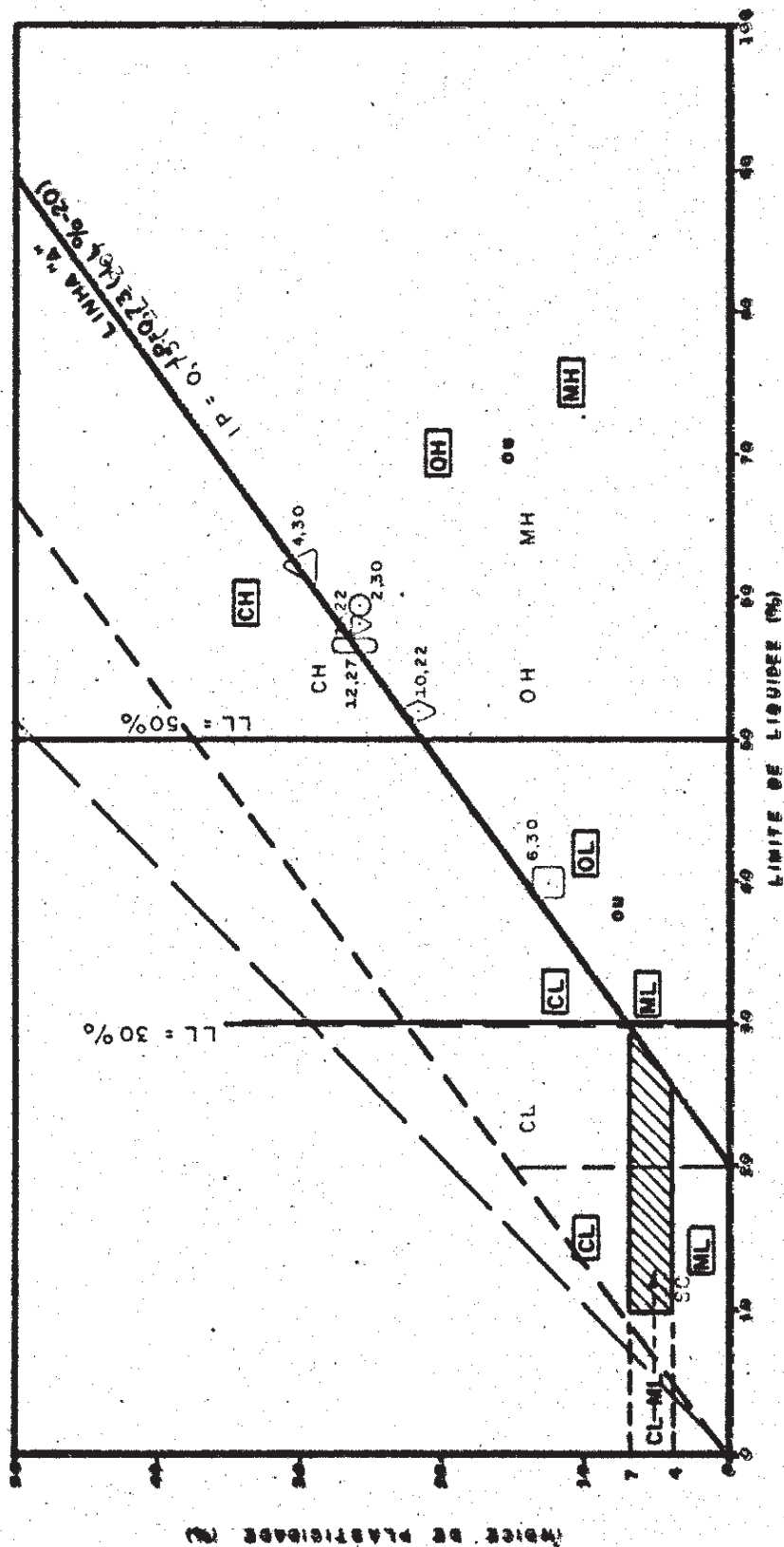


DUA

000102A
00 - 2 20040

GRÁFICO DE PLASTICIDADE

- = FURTO S-3 - 2,00 - 2,50
- △ = " - 4,00 - 4,60
- = " - 6,00 - 6,60
- ◇ = " - 10,00 - 10,45
- ! = " - 12,00 - 12,54
- ▽ = " - 14,00 - 14,44



① = " S-5 - 2,00-2,49

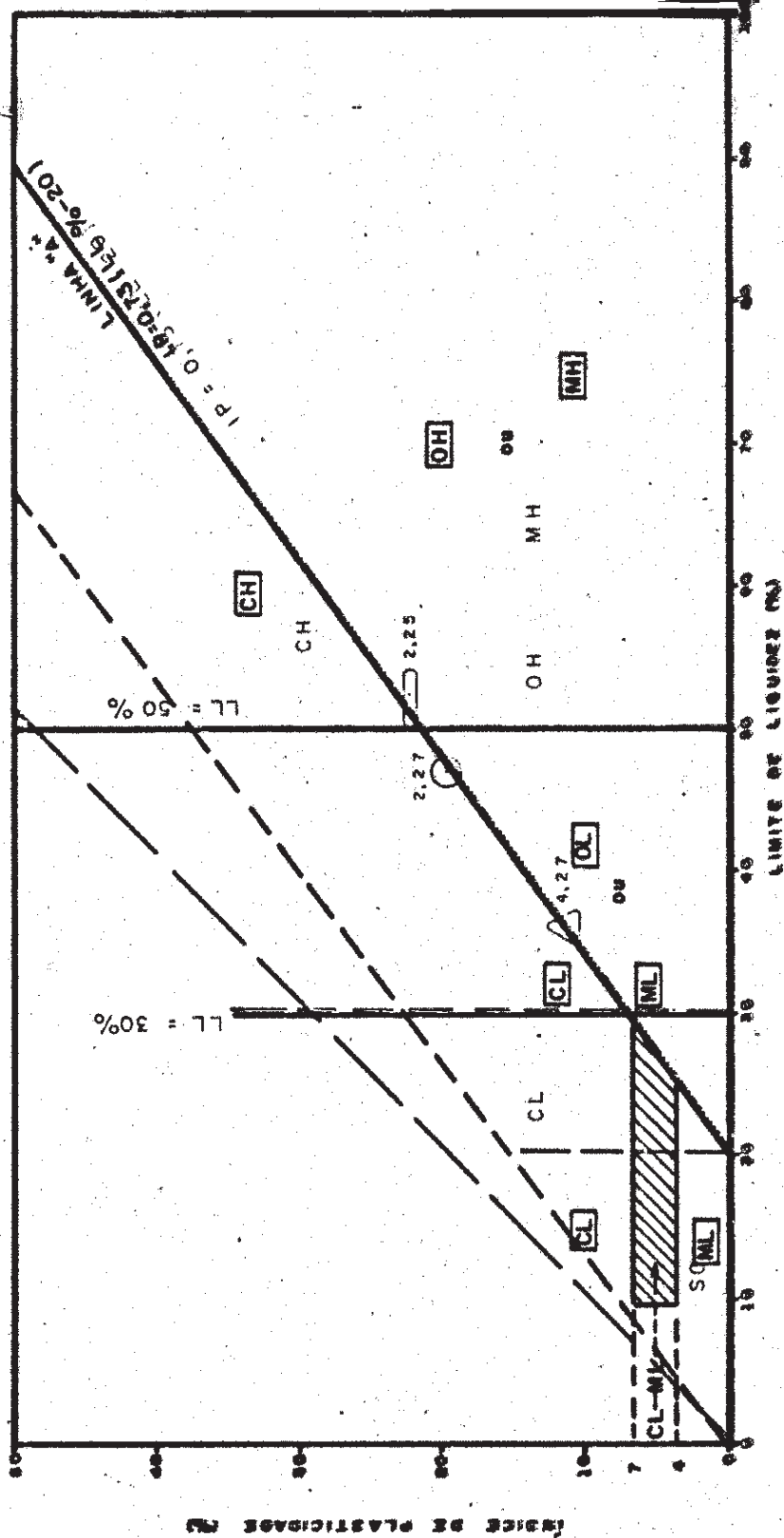


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

- POÇO 2 - 1.840
A . POÇO 3 - 1.841

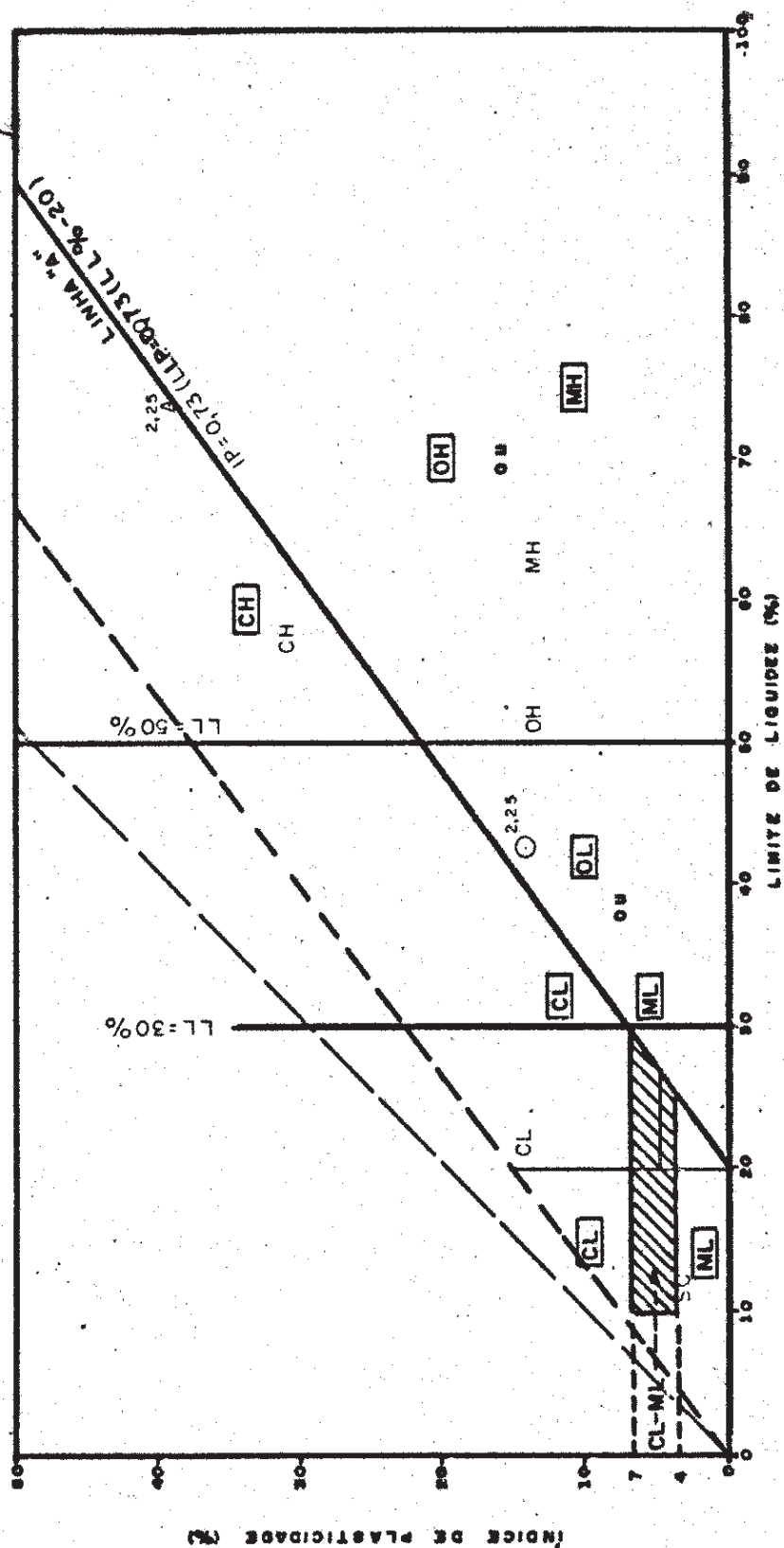


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

○	FURO T-1	0,00-1,00
□	"	2,00-3,00
▢	"	4,00-5,00
◇	"	6,00-7,00
△	"	8,00-9,00

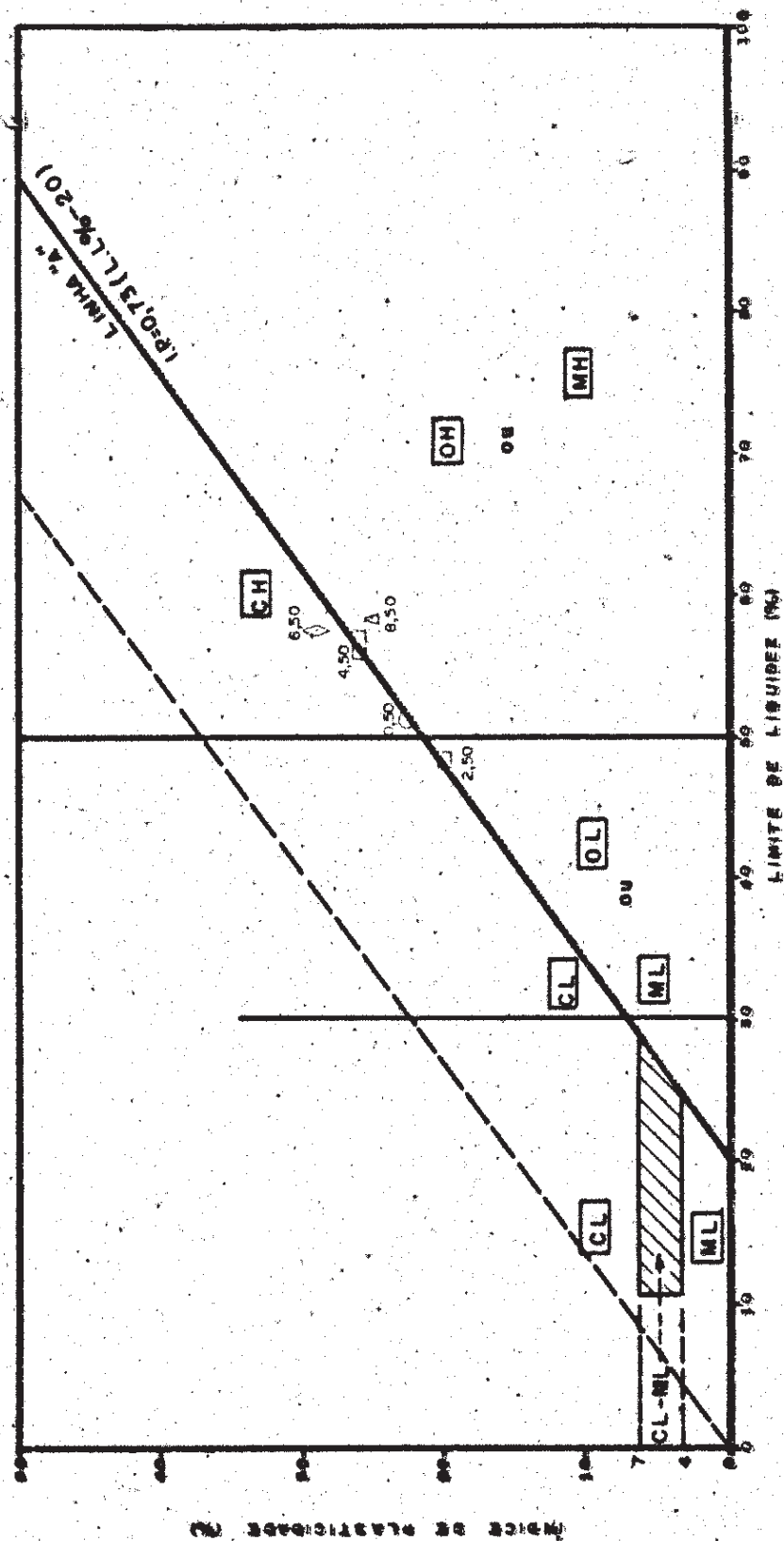


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

□	FURO T-2	0,00 - 1,00
◇	"	2,00 - 3,00
△	"	4,00 - 5,00
○	"	6,00 - 7,00

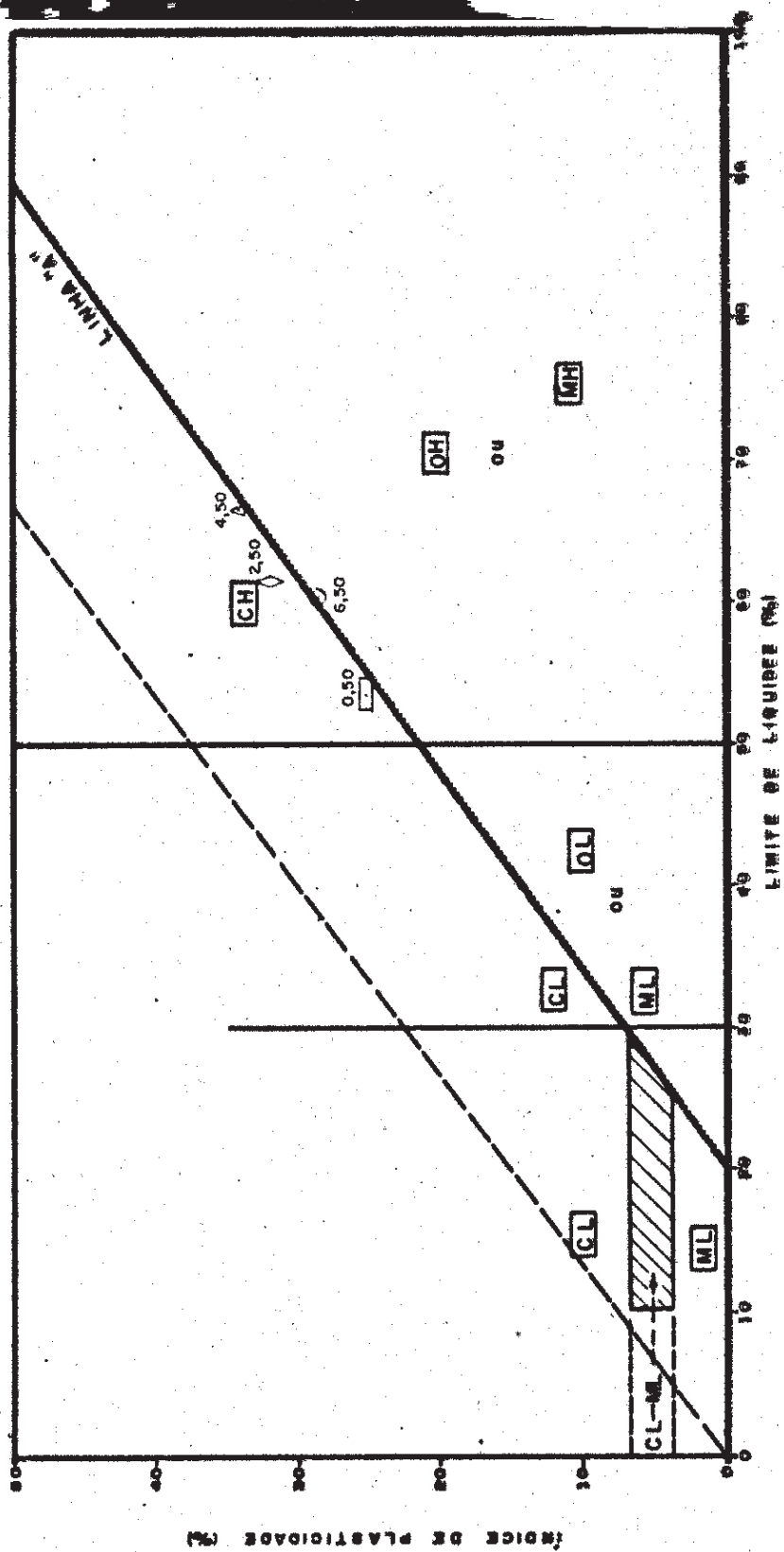
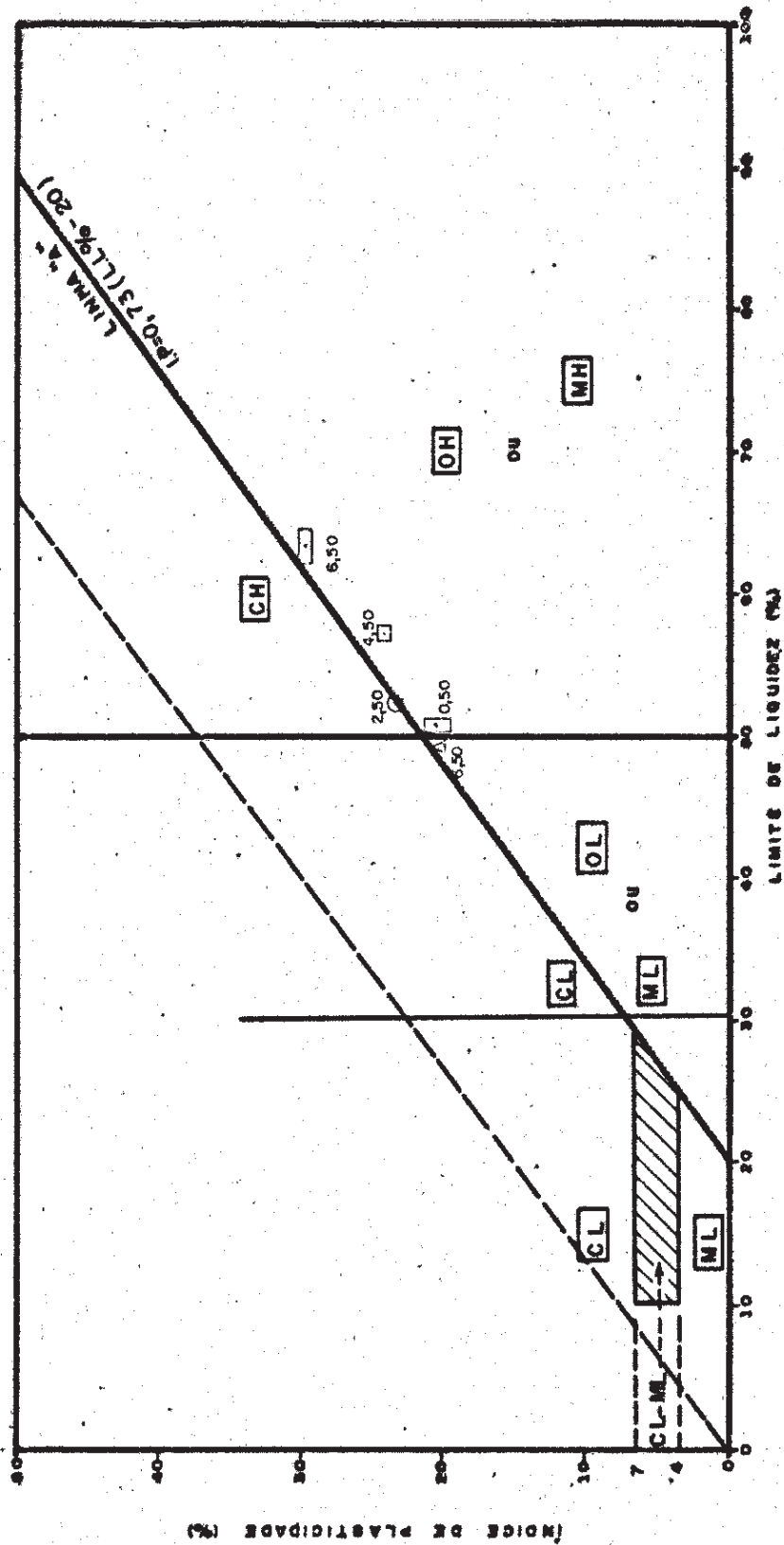


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

□	FURO T-3	0,00 - 1,00
○	"	2,00 - 3,00
□	"	4,00 - 5,00
□	"	6,00 - 7,00
△	"	8,00 - 9,00



144 - 1000 - 10-91

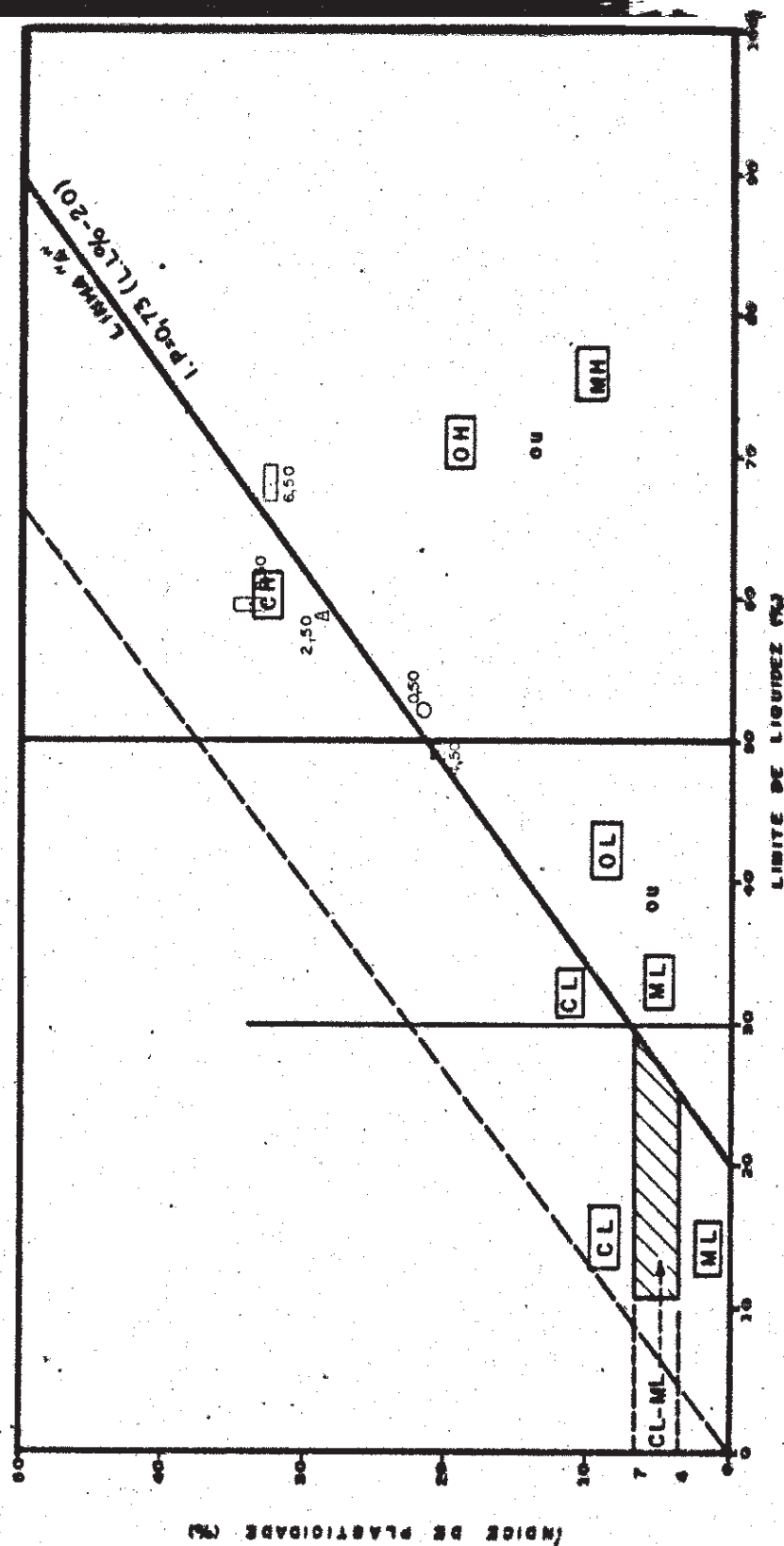


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

○	FURO	T-5	0,00-1,00
△	"	"	2,00-3,00
□	"	"	4,00-5,00
▨	"	"	6,00-7,00
▩	"	"	8,00-9,00

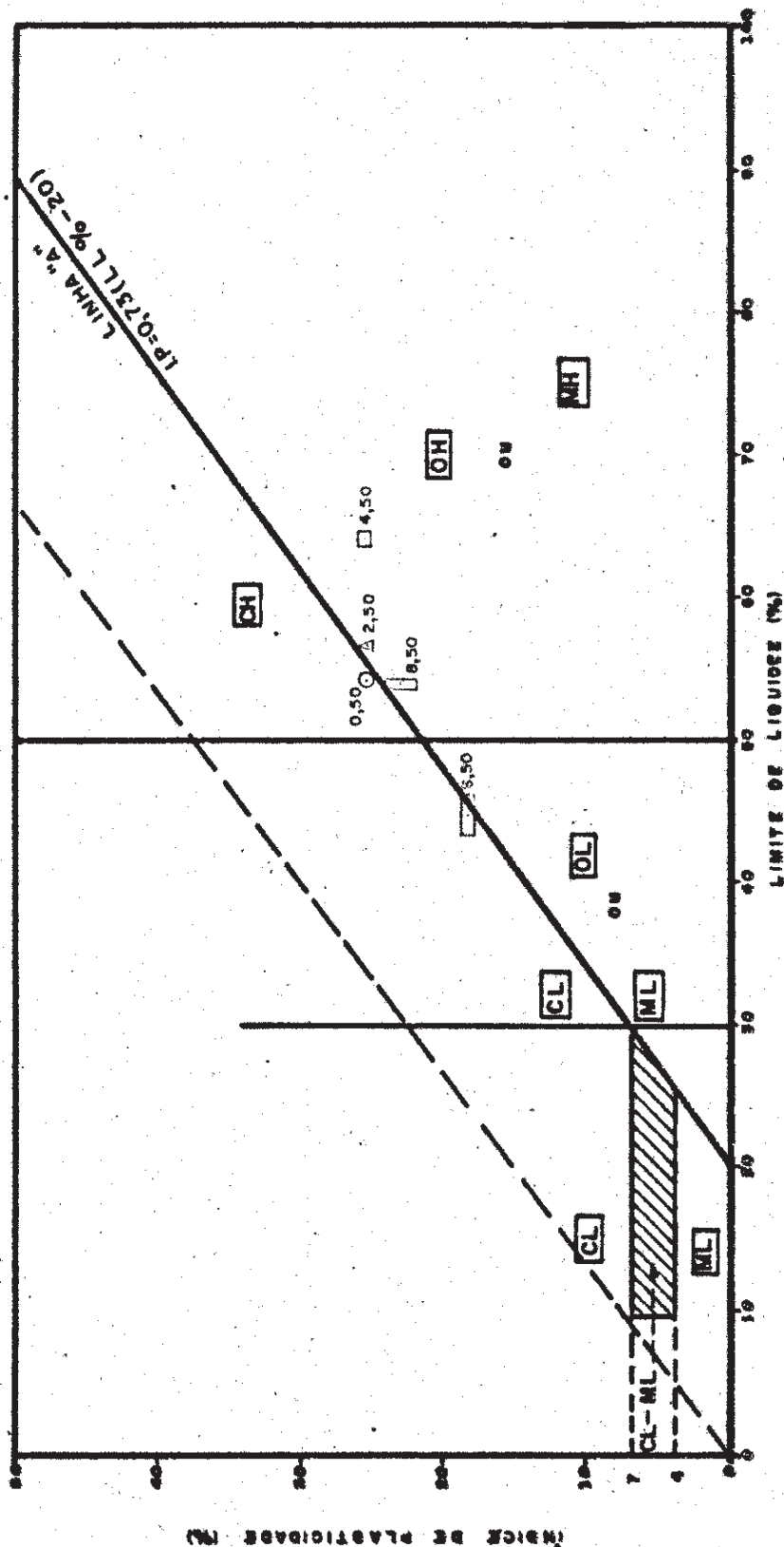


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

O	FURO	T-6	0,00-1,00
A	"	"	2,00-3,00
□	"	"	4,00-5,00
▤	"	"	6,00-7,00
┃	"	"	8,00-9,00

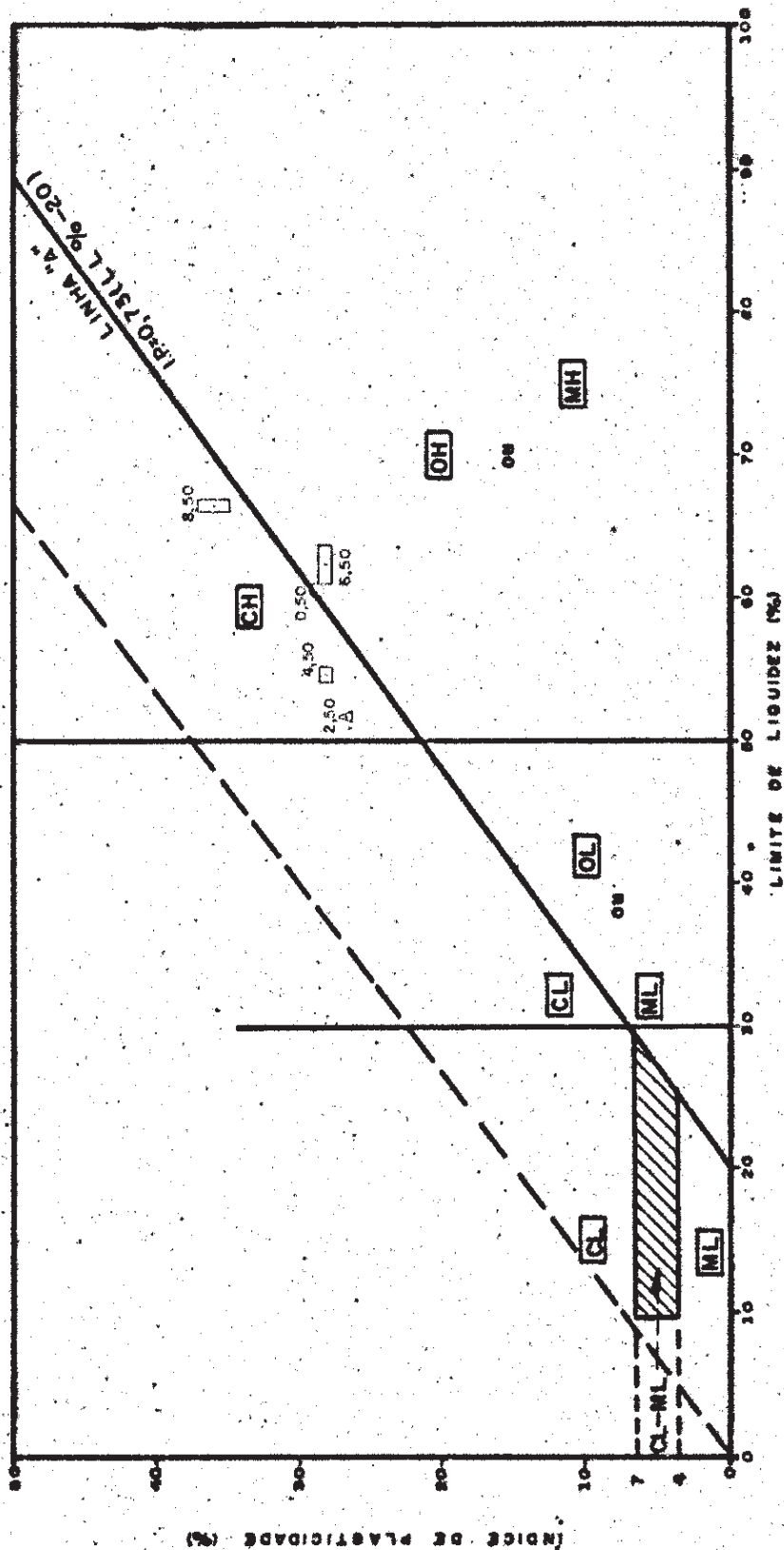


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

○	FURO	T-7	0,00-1,00
△	"	"	2,00-3,00
□	"	"	4,00-5,00
▨	"	"	6,00-7,00

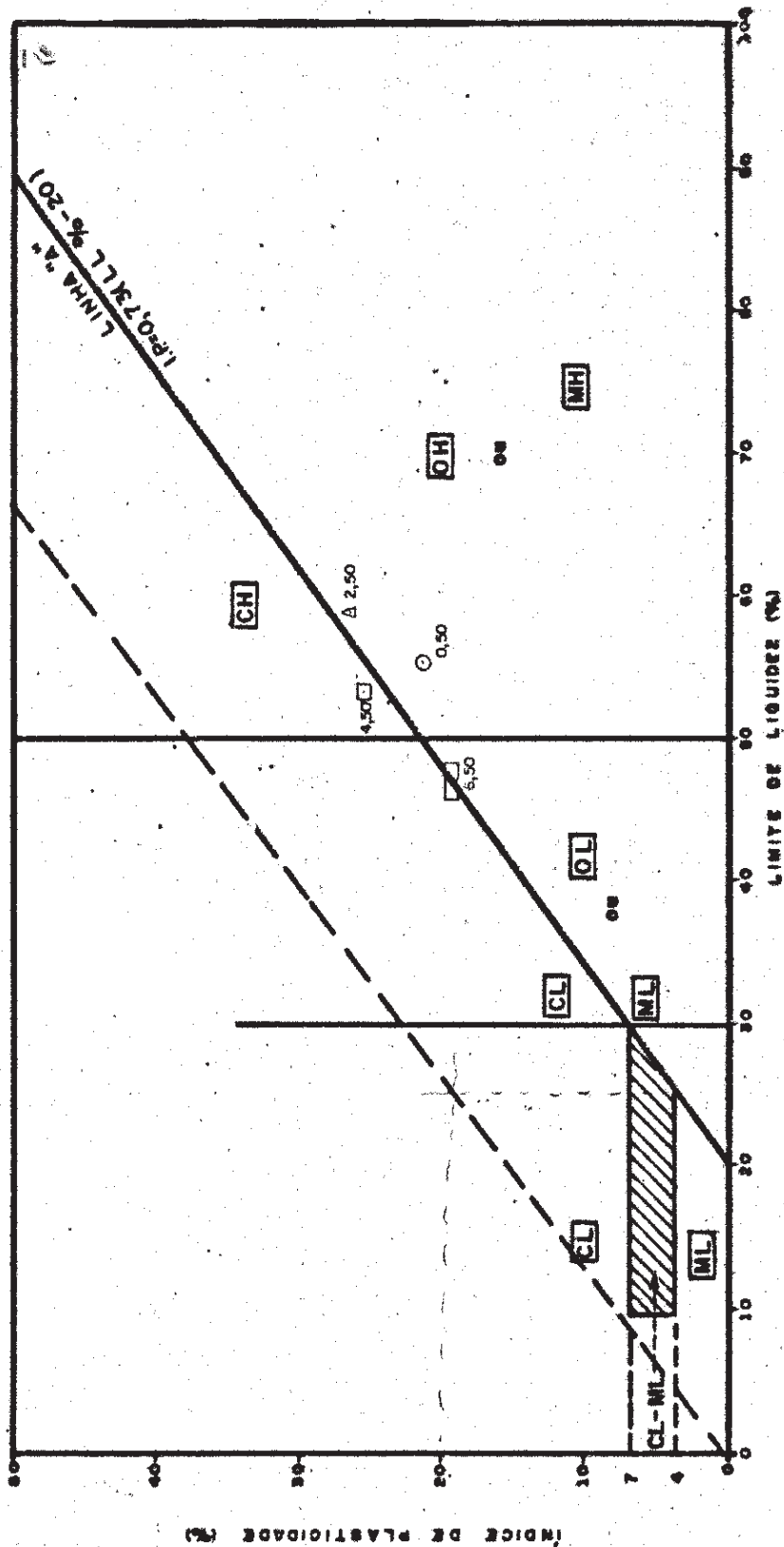


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

○	FURO	T-8	0,00-1,00
△	"	"	2,00-3,00
□	"	"	4,00-5,00

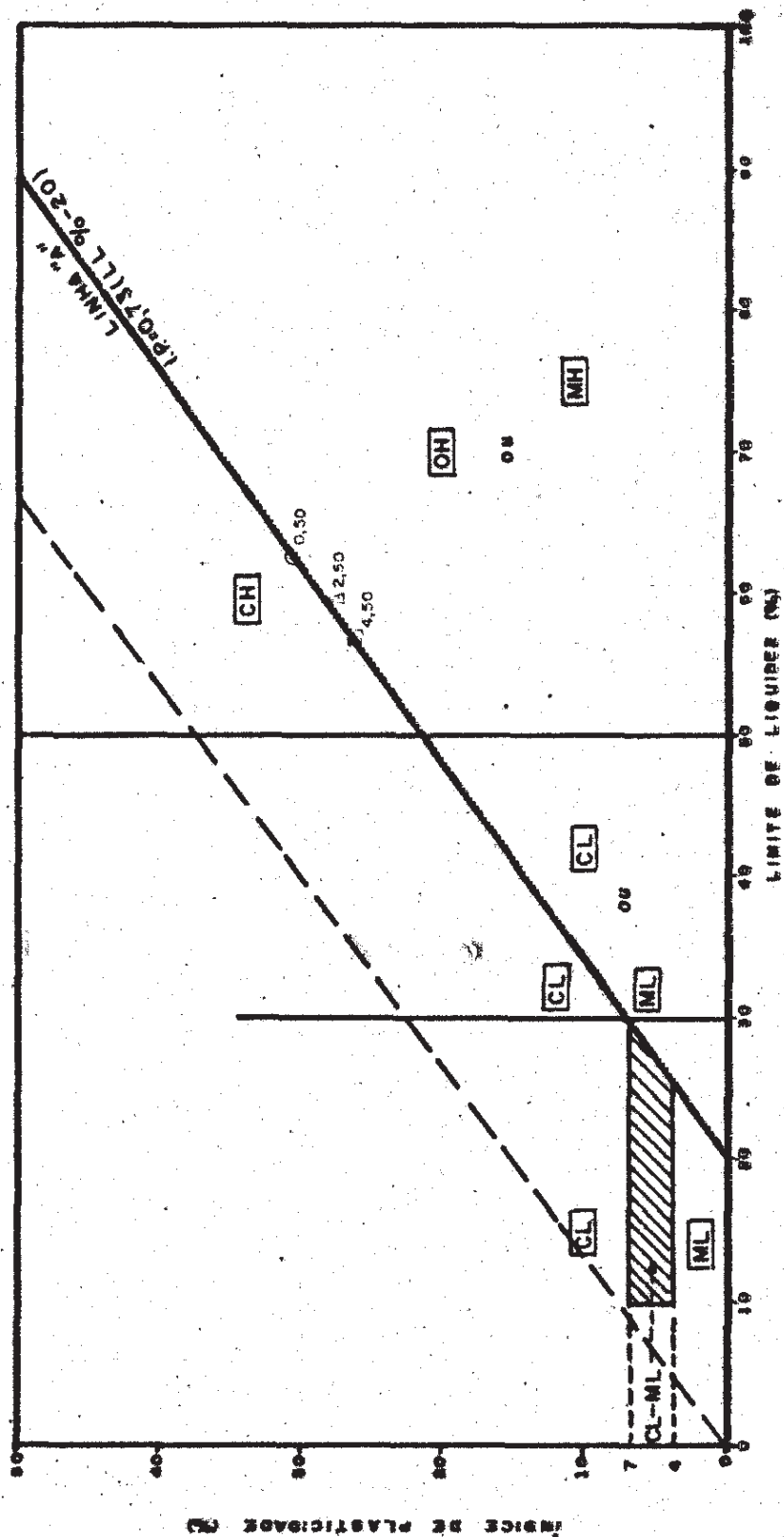


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

○	FURO	T-9	0,00-1,00
△	"	"	2,00-3,00
□	"	"	4,00-5,00
┃	"	"	6,00-7,00
▬	"	"	8,00-9,00

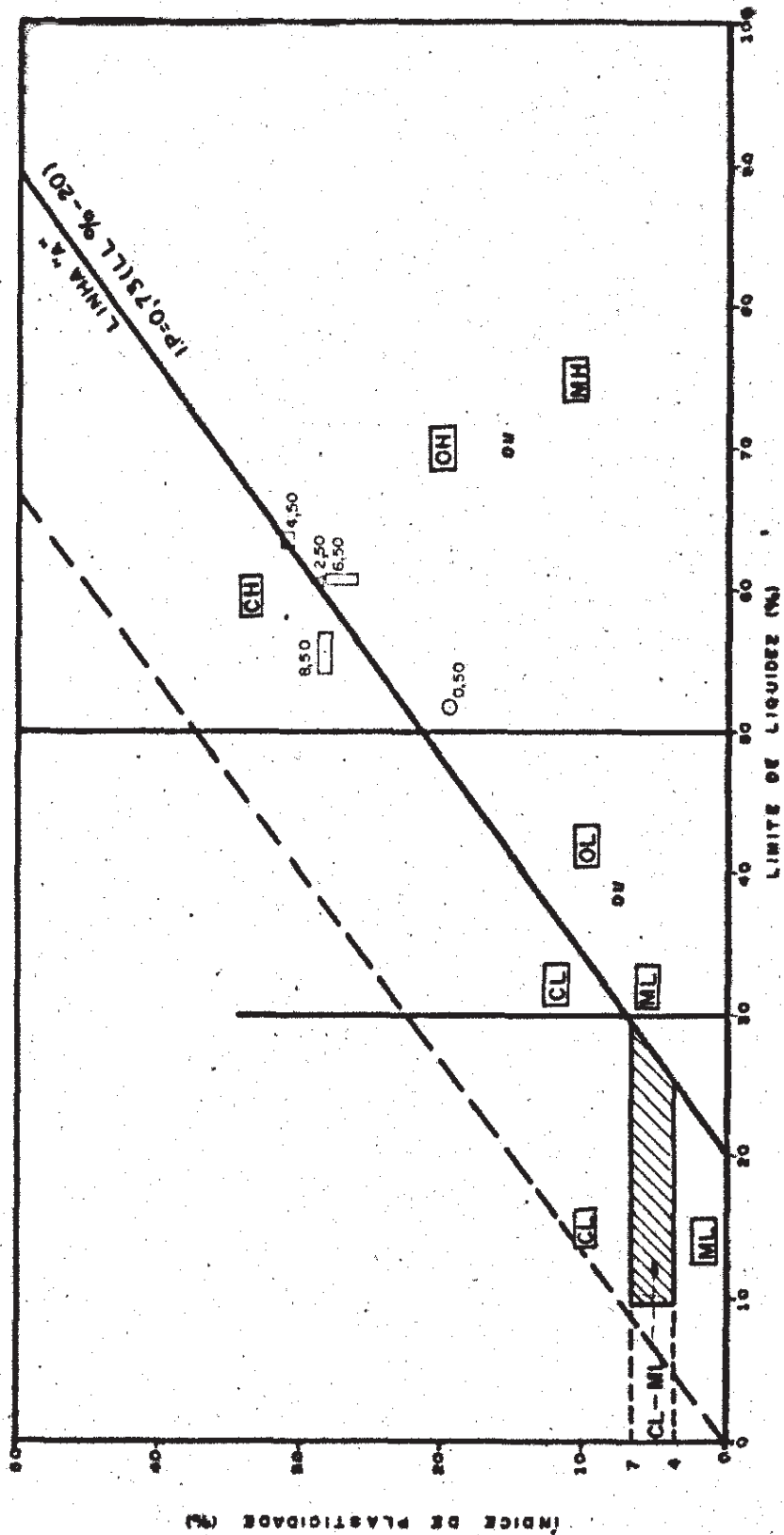
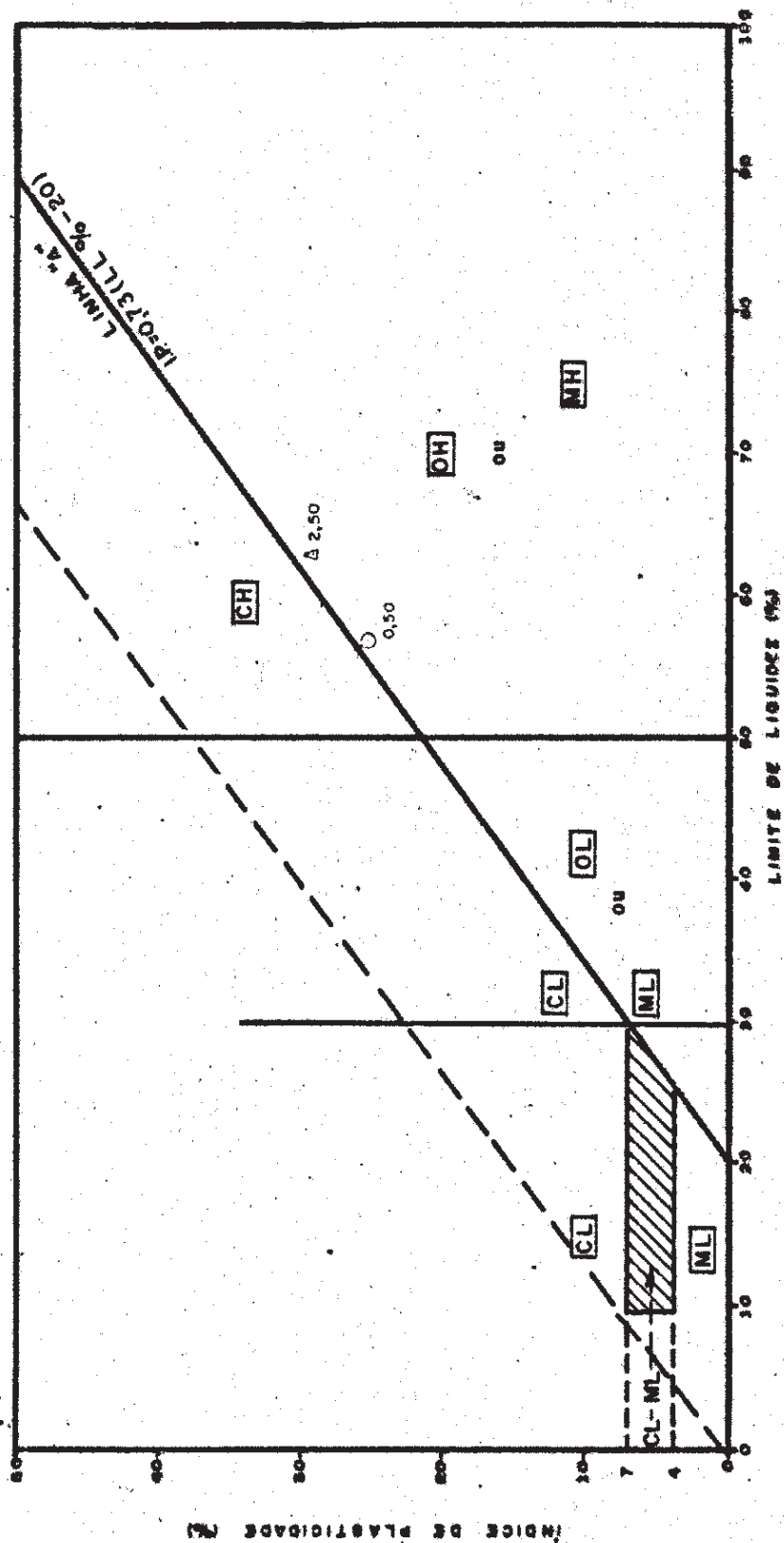


GRÁFICO DE PLASTICIDADE

④ FURU T-10 0,00-1,00

200-3,00	"	"
200-3,00	"	"



DATE 20190129 TIME 210617

11P-073(17-0-20)
LIMA 42

1

0,50



CO

no

【五】

70

02

五

M

2

7N

1

10

ANEXO 43

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA 1.840

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

Amostra: Indeformada

F0ÇO 2

Infiltração: Vertical

Profundidade: 2,00-2,50

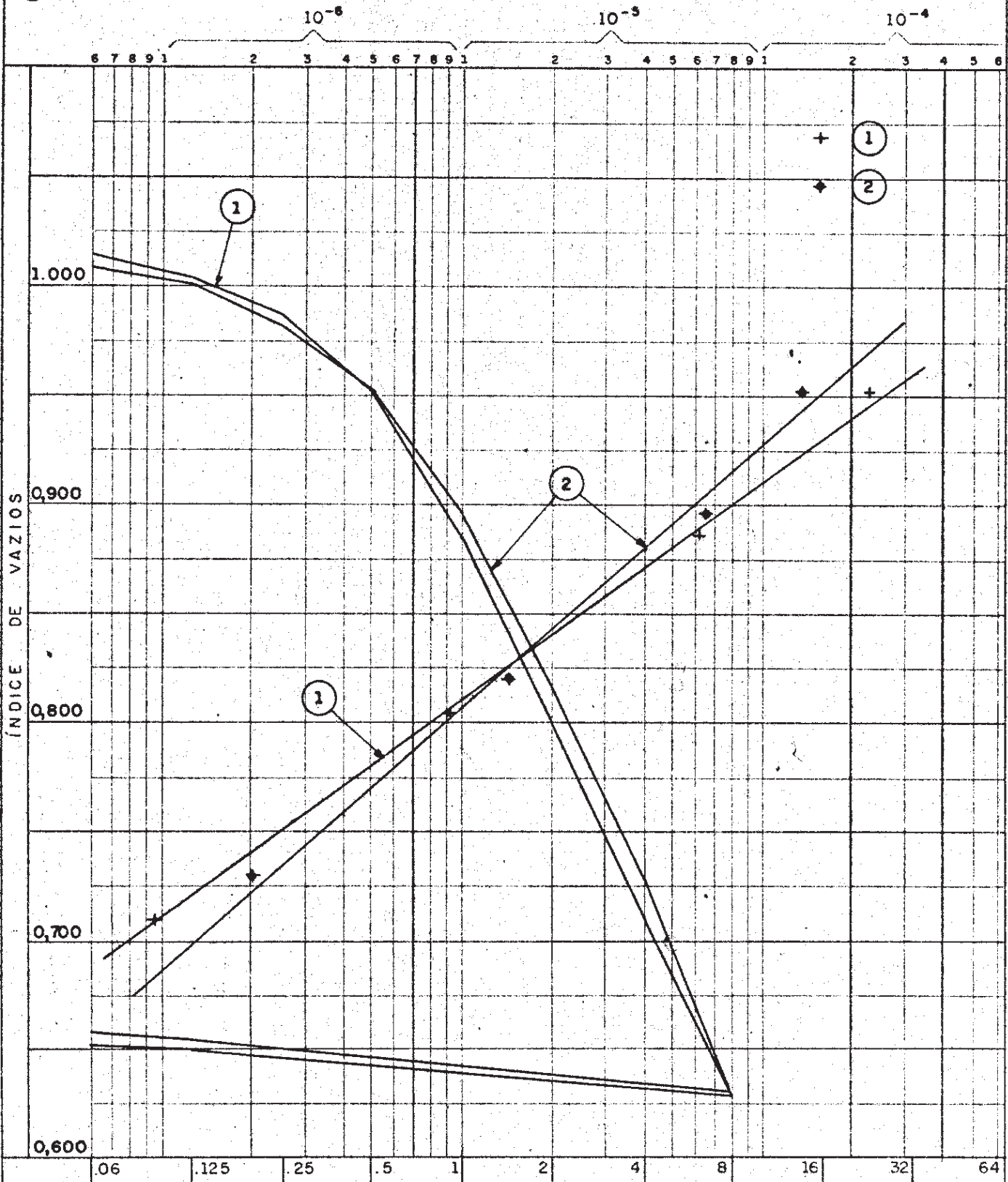
Ensalo nº 1 $\gamma_{nat.} = 1,654 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,288$

Ensalo nº 2 $\gamma_{nat.} = 1,655 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,310$

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

RODIO S.A.
RIO - S. PAULO

OBRA DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA 1.841

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

Amostra: Indeformada

PÓÇO 3

Infiltração: Vertical

Profundidade: 2,00-2,50

Ensaio nº 1

$\gamma_{nat.} = 1,627 \text{ g/cm}^3$

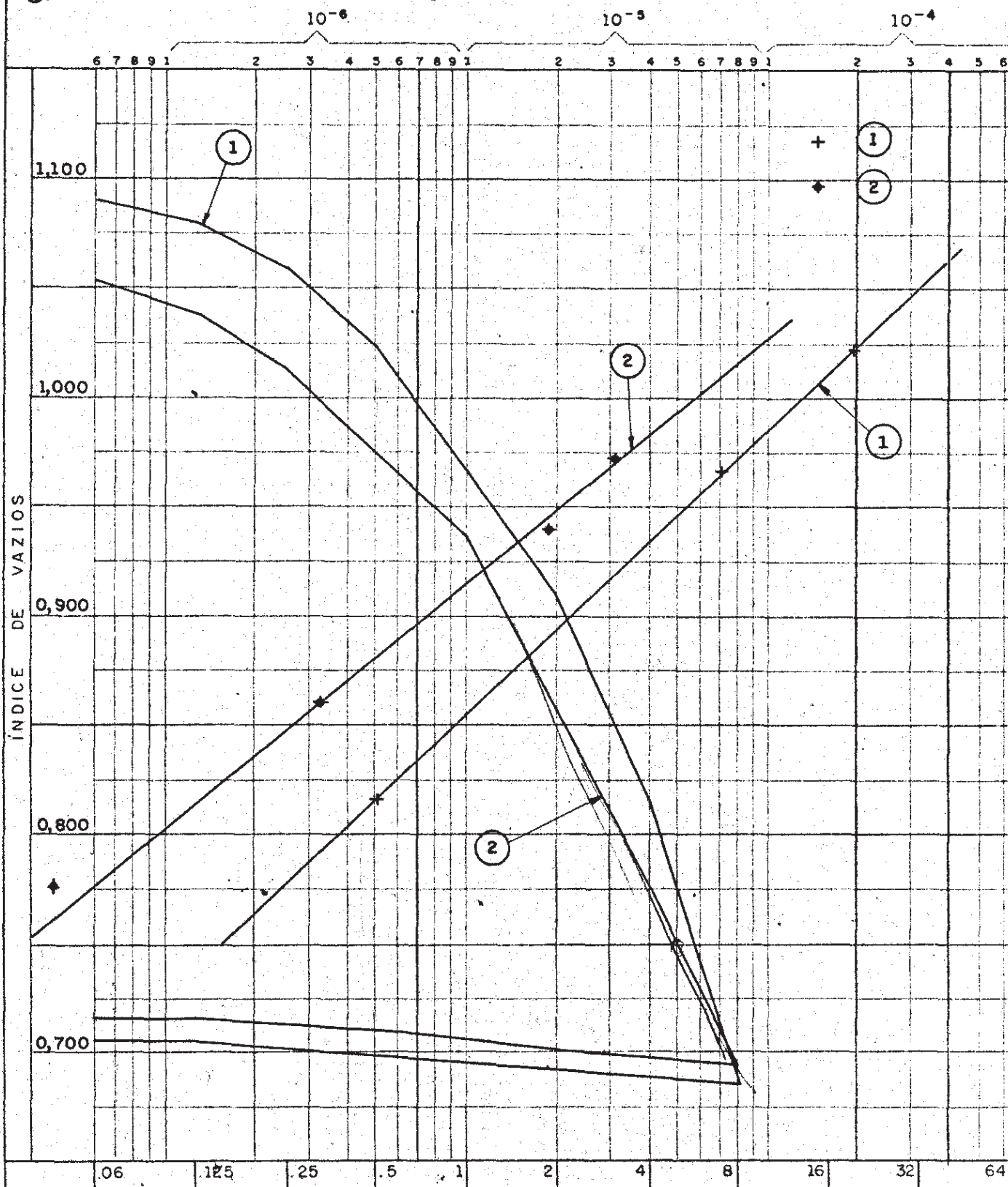
$C_c = 0,440$

Ensaio nº 2

$\gamma_{nat.} = 1,647 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,287$

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA

1.951

Amostra: SHELBY

Nº RO: S-2

Infiltração: VERTICAL

Profundidade: 2,00-2,64

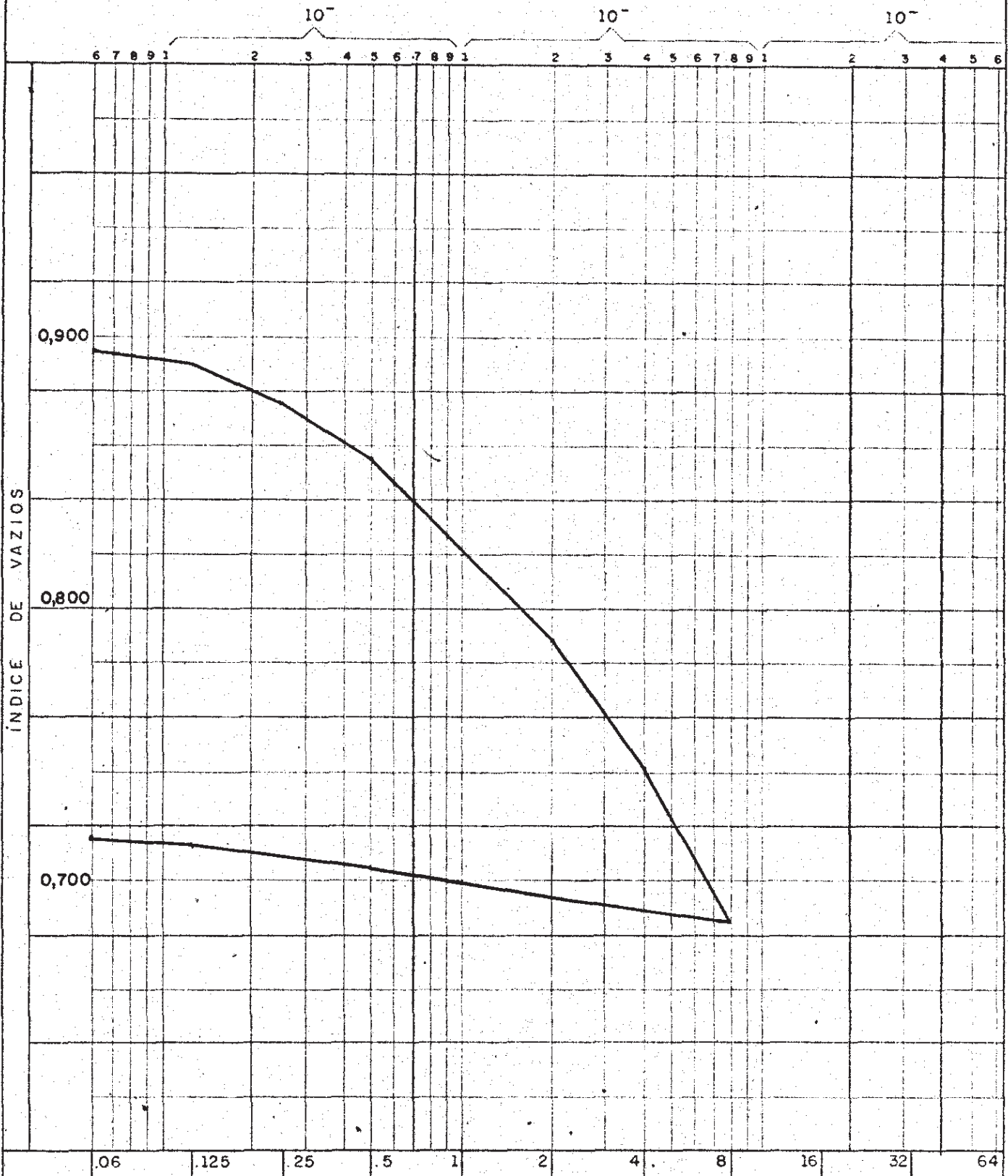
$\gamma_{\text{NAT}} = 1,81 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,20$

AMOSTRA IMPERMEAVEL

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm^2

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA

1.952

Amostra: SHELBY

NºRO: S-2

Infiltração: VERTICAL

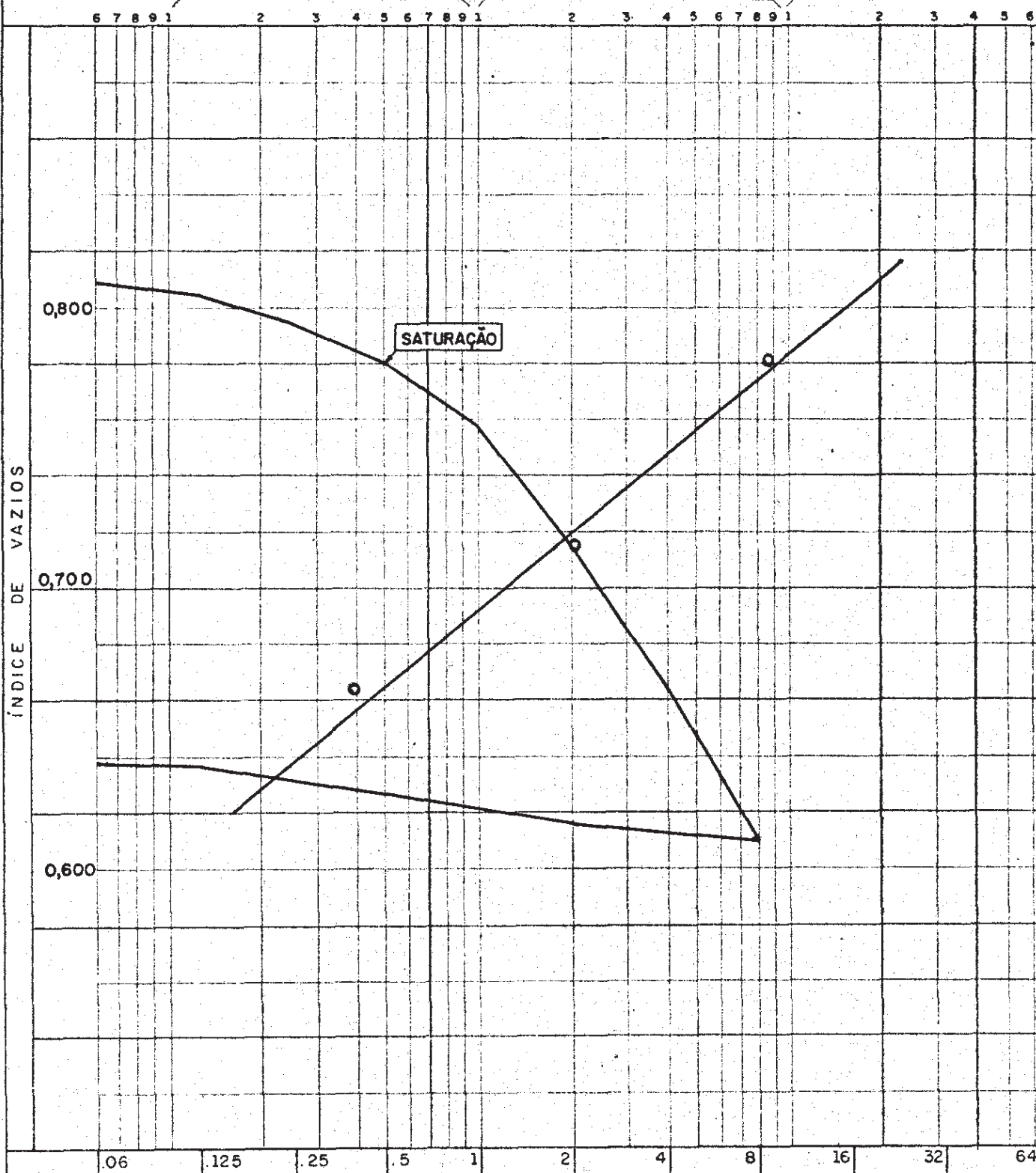
Profundidade: 4,00-4,64

$\gamma_{\text{NAT}} = 1,84 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,18$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.
 10^{-8} 10^{-7} 10^{-6}



● - PRESSÃO σ_c em kg/cm^2

ANEXO 47

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA

1.953

Amostra: SHELBY

NºRO: S-2

Infiltração: VERTICAL

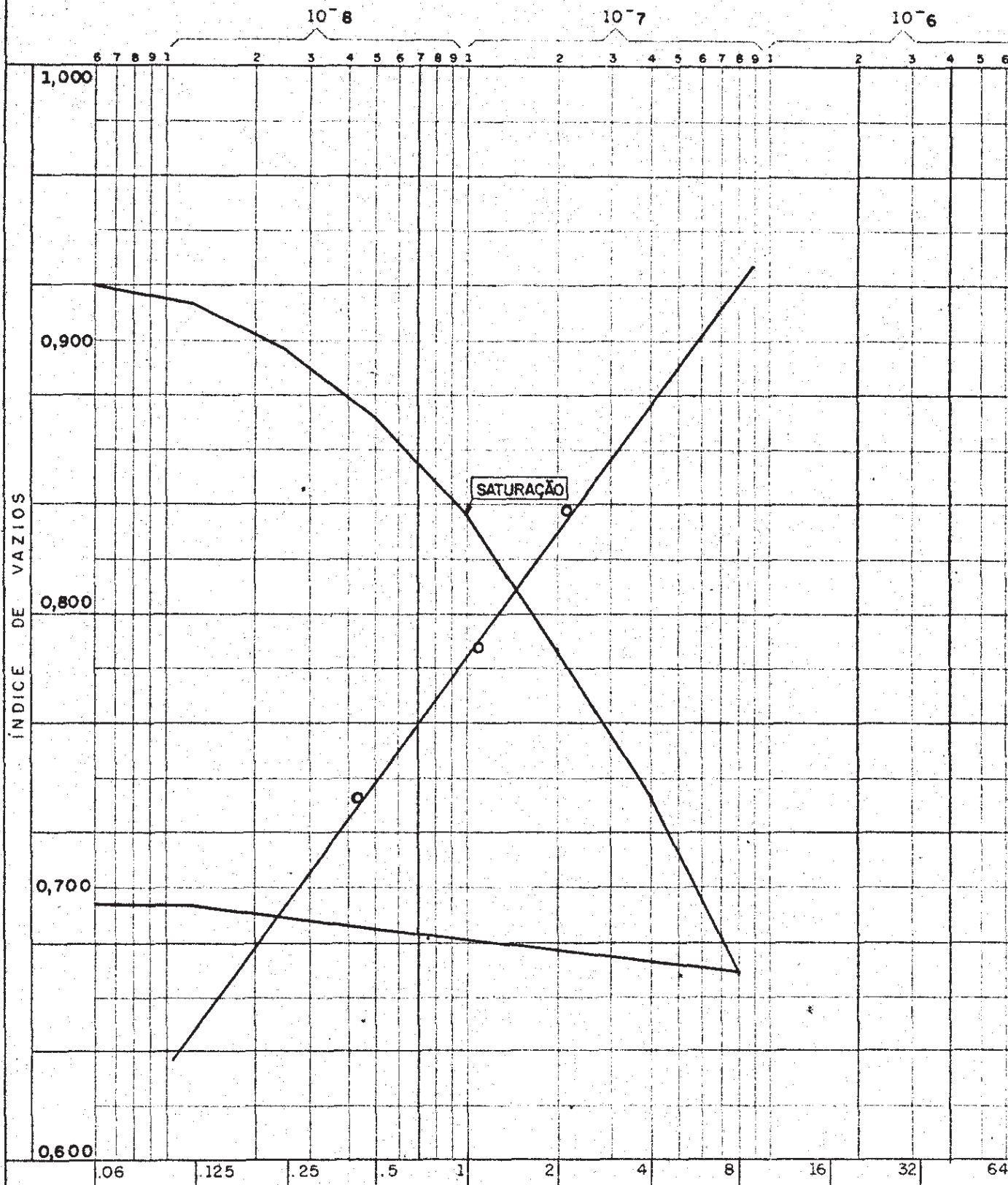
Profundidade: 6,00-6,60

$\gamma_{\text{NAT}} = 1,80 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,22$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA

1.954

Amostra: SHELBY

FURO: S-2

Infiltração: VERTICAL

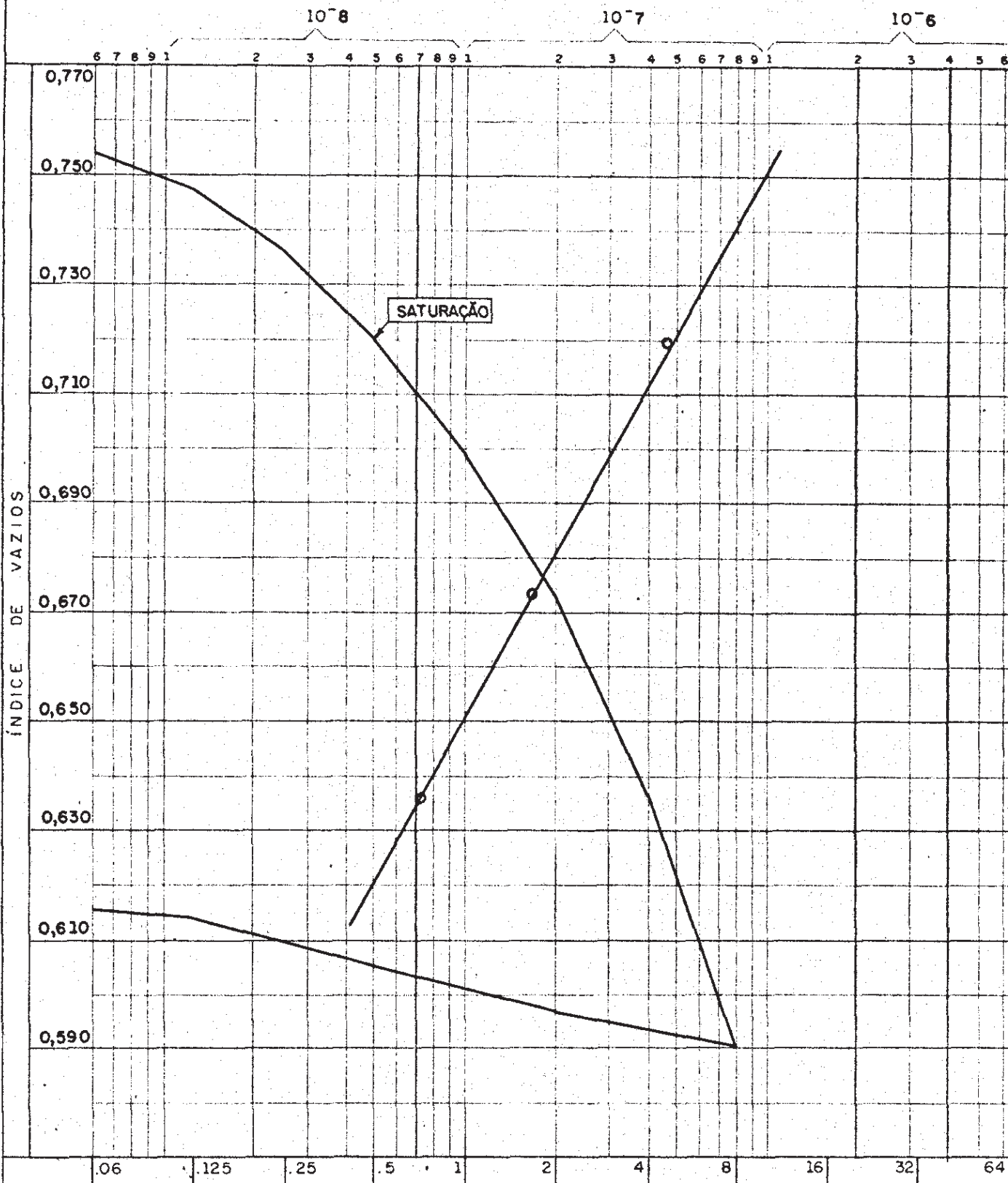
Profundidade: 8,00-8,40

$\gamma_{\text{NAT}} = 1.89 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,16$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA 1.955

Amostra: SHELBY

FURO: S-2

Infiltração: VERTICAL

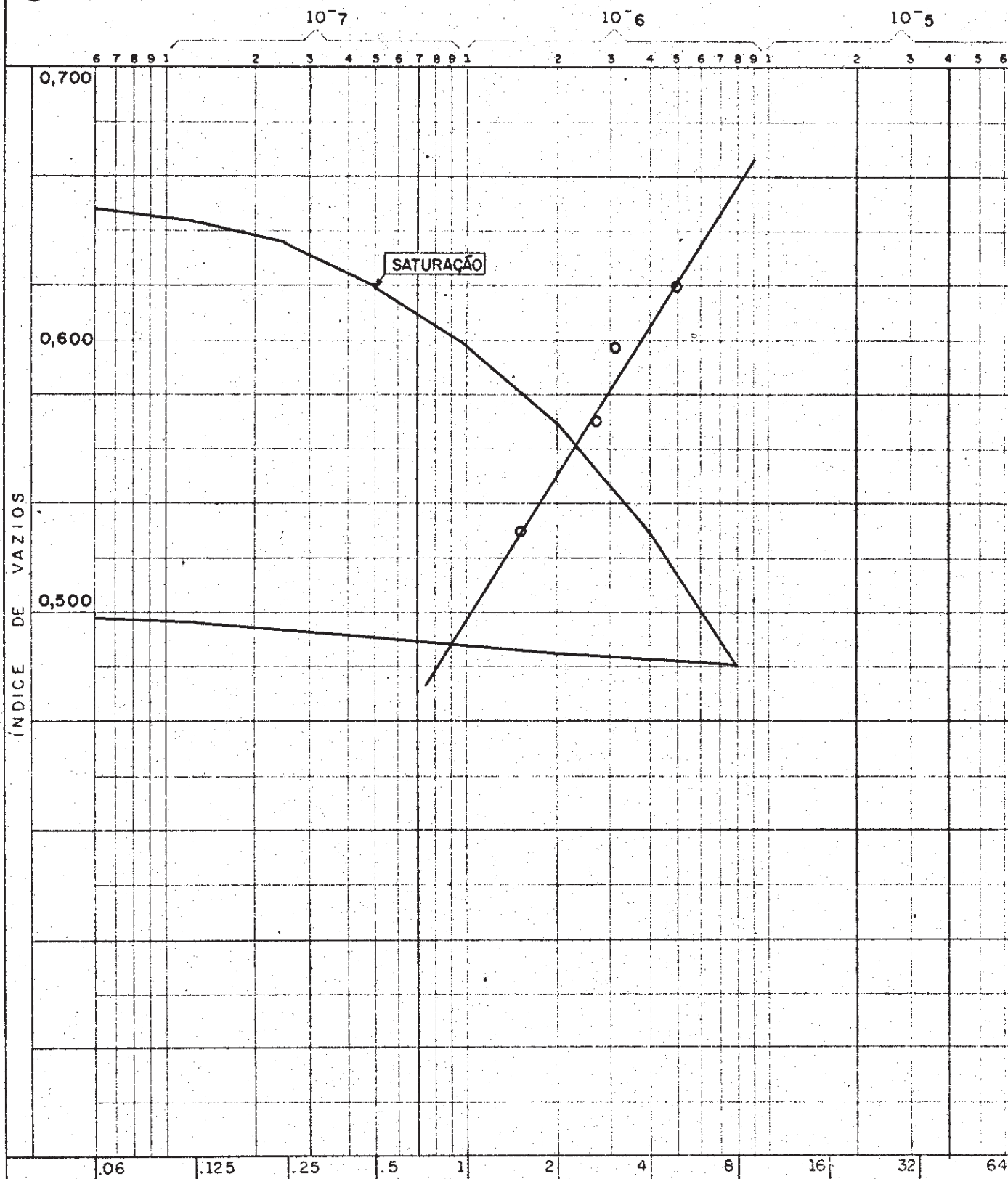
Profundidade: 10,00-10,53

$\gamma_{\text{NAT}} = 1,94 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,17$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO G_c em kg/cm^2

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÓCAS

Nº DA AMOSTRA 1.956

Amostra: SHELBY

RURO: S-2

Infiltração: VERTICAL

Profundidade: 12,00-12,69

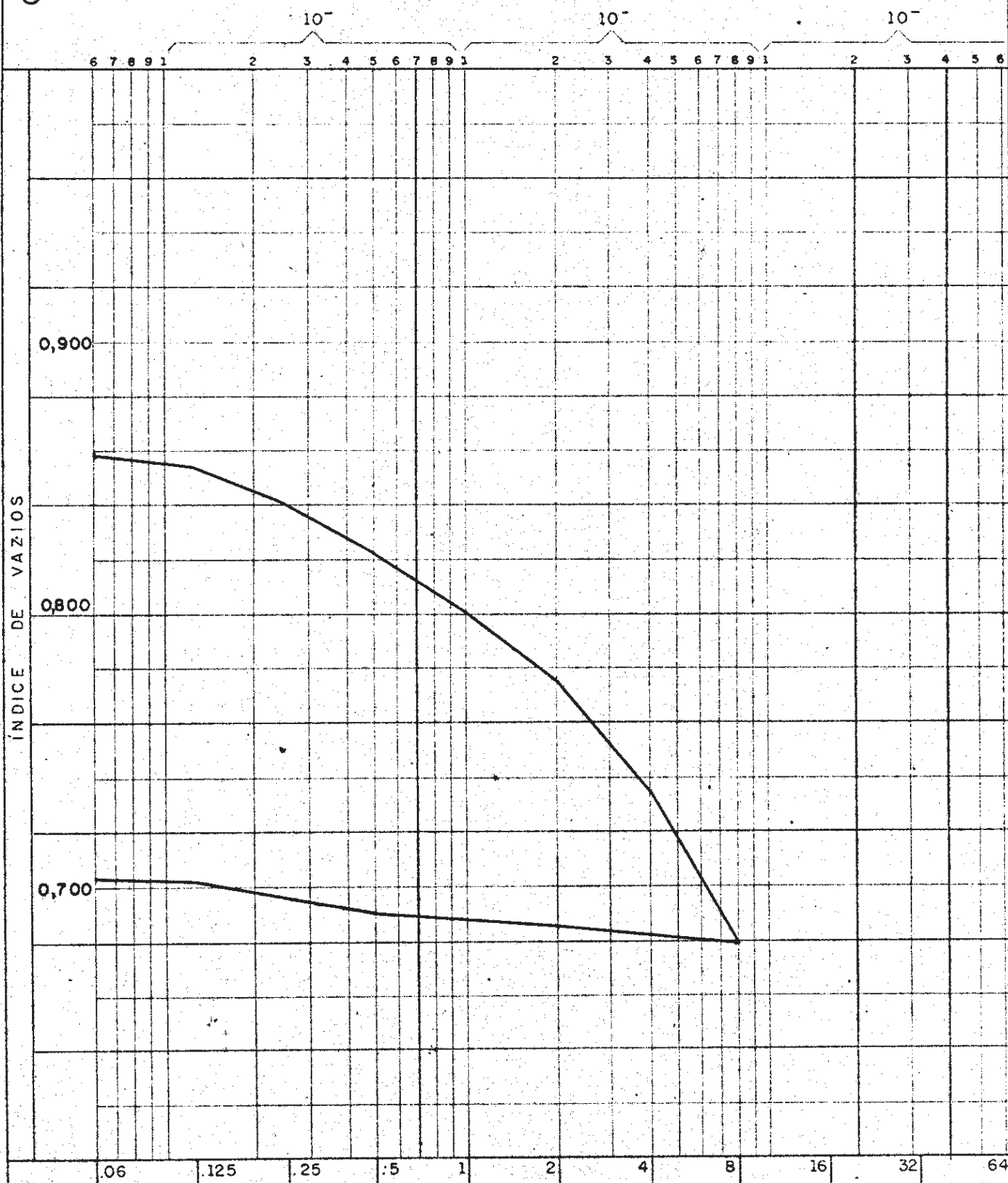
$\gamma_{NAT} = 1,66 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,19$

AMOSTRA IMPERMEAVEL

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



● - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

ANEXO 51

RODIO S.A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA 1957

Amostra: SHELBY

FURO: S - 2

Infiltração: VERTICAL

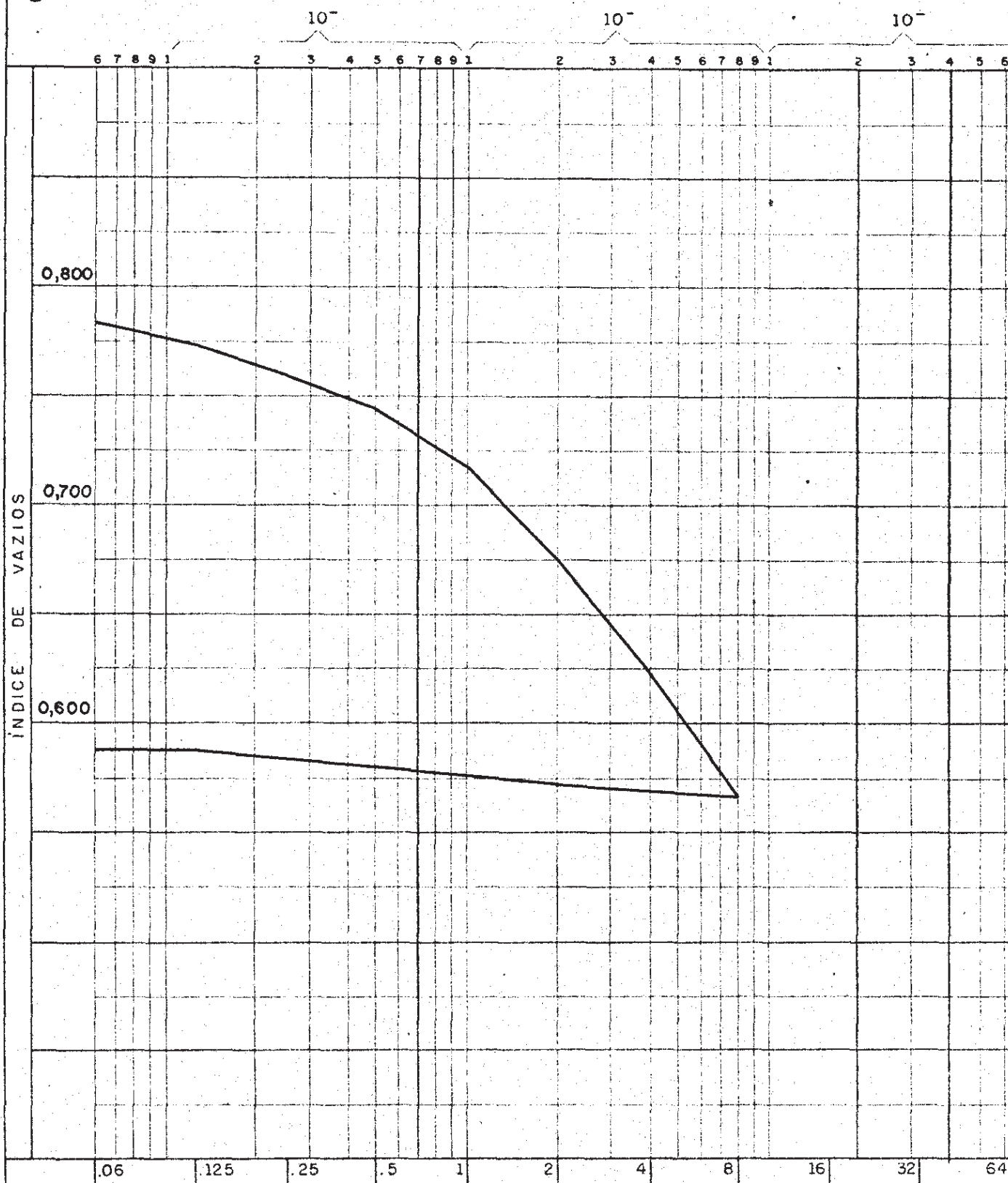
Profundidade: 14,00-14,60

$\gamma_{NAT} = 1,86 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,19$

AMOSTRA IMPERMEAVEL

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



● - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÓCAS

Nº DA AMOSTRA 1.959

Amostra: SHELBY

NºRO: S-3

Infiltração: VERTICAL

Profundidade: 2,00-2,60

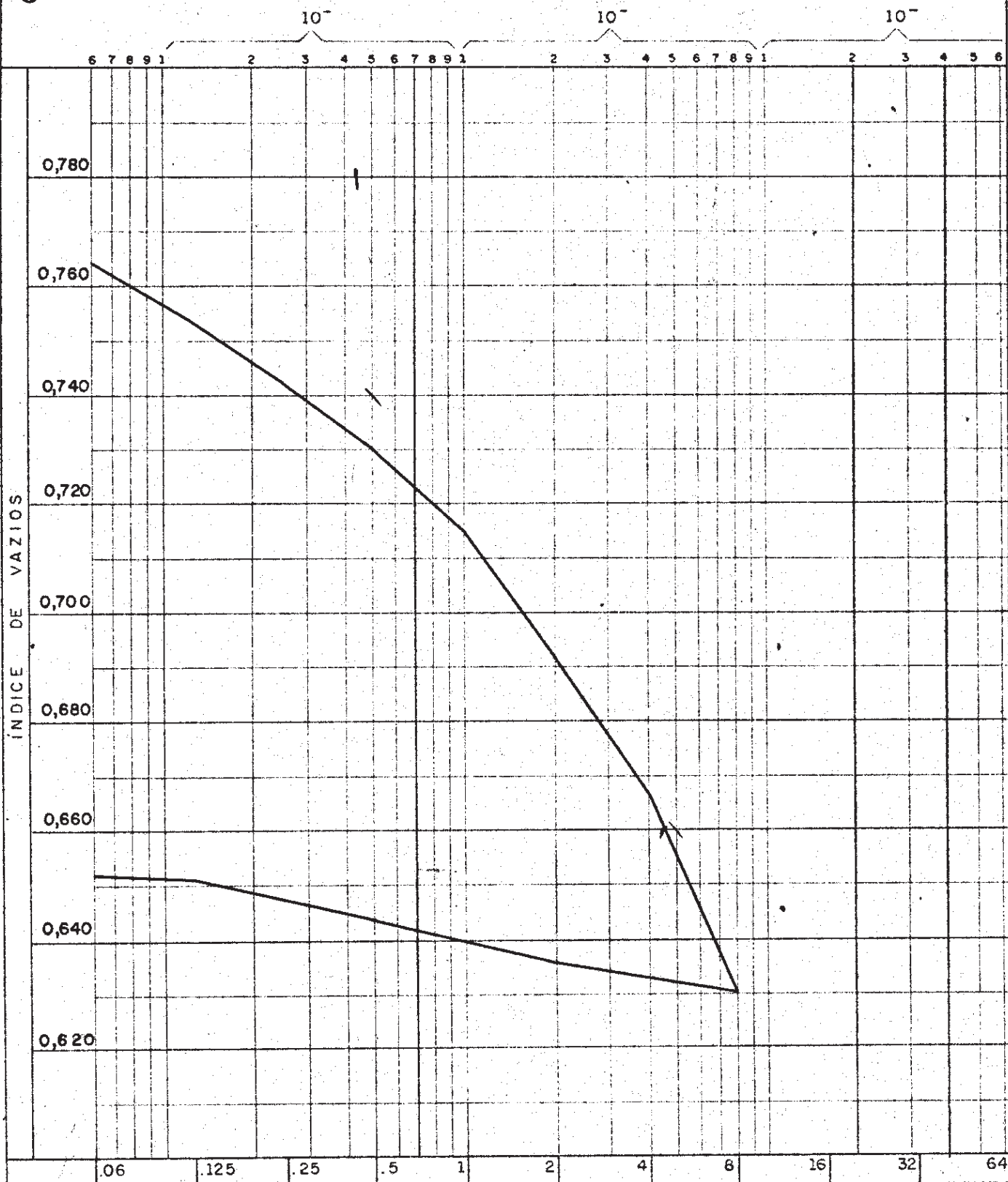
$\gamma_{NAT} = 1,87 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,13$

AMOSTRA IMPERMEAVEL

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA 1.960

Amostra: SHELBY

NºRO: S-3

Infiltração: VERTICAL

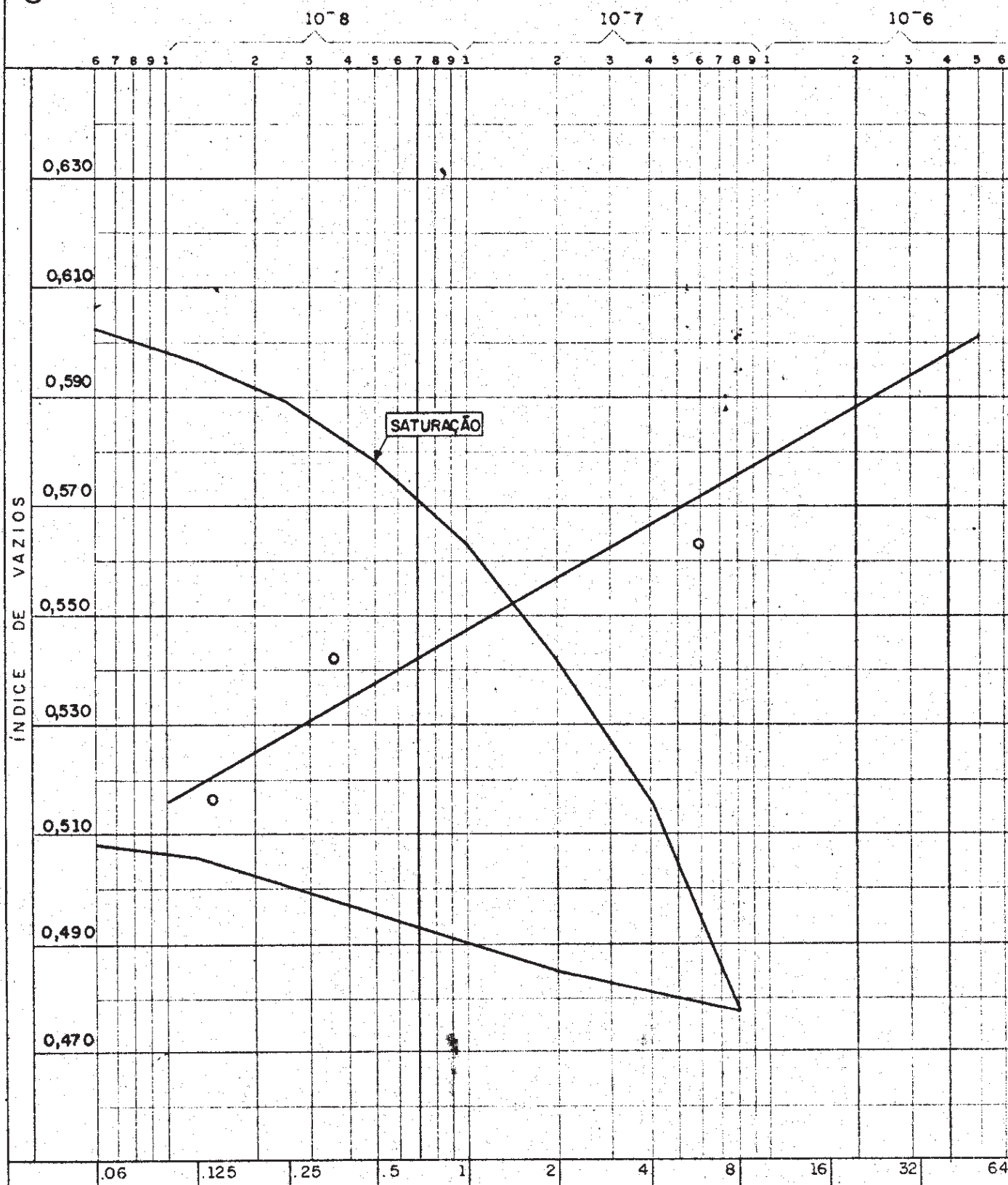
Profundidade: 4,00-4,60

$\gamma_{NAT} = 1,97 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,13$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA 1.961

Amostra: SHELBY

FURO: S-3

Infiltração: VERTICAL

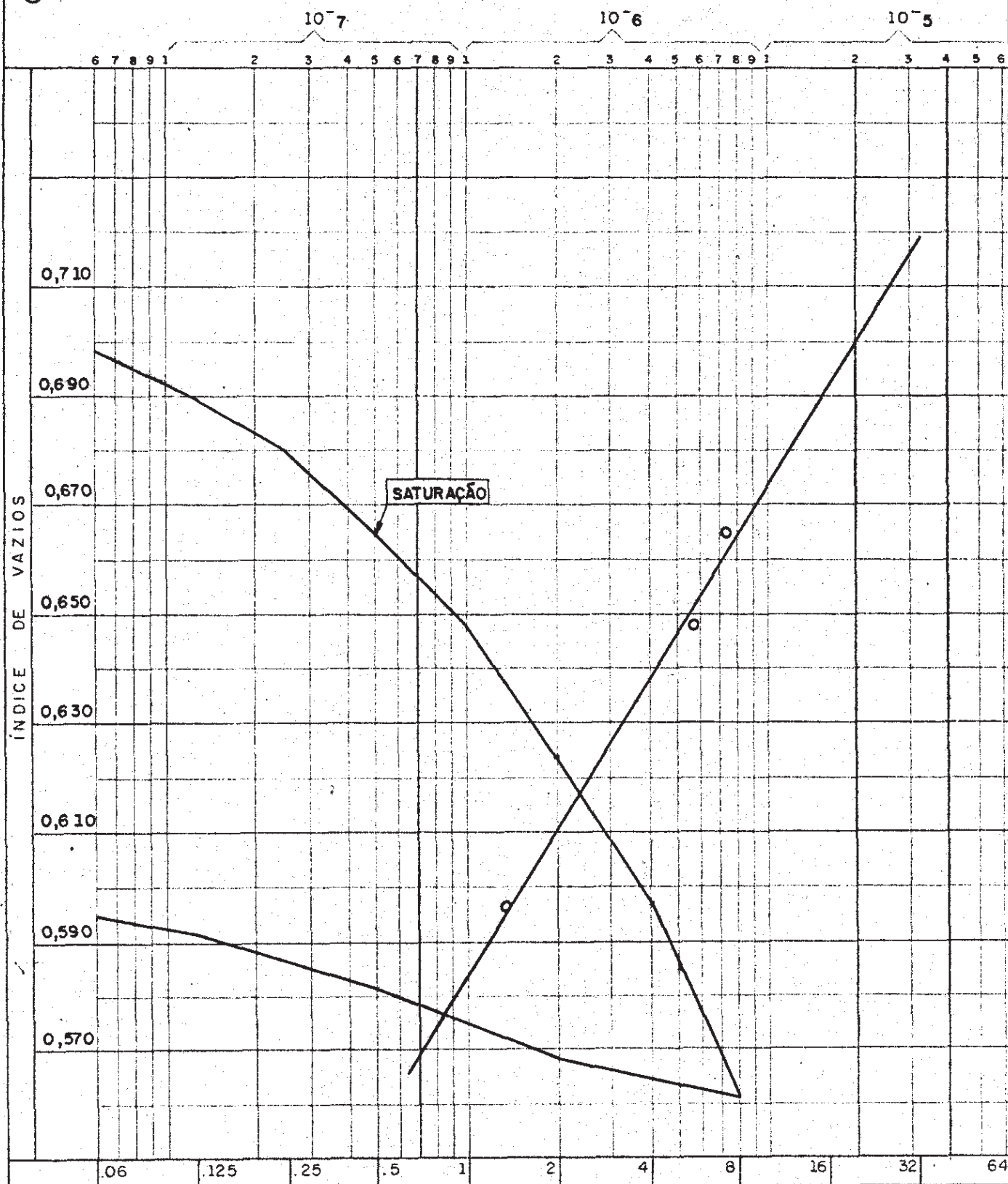
Profundidade: 6,00-6,60

$\gamma_{\text{NAT}} = 1,92 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,12$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

RODIO S.A.
RIO-S.PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA

1.962

Amostra: SHELBY

Nº RO:

S-3

Infiltração: VERTICAL

Profundidade: 10,00-10,45

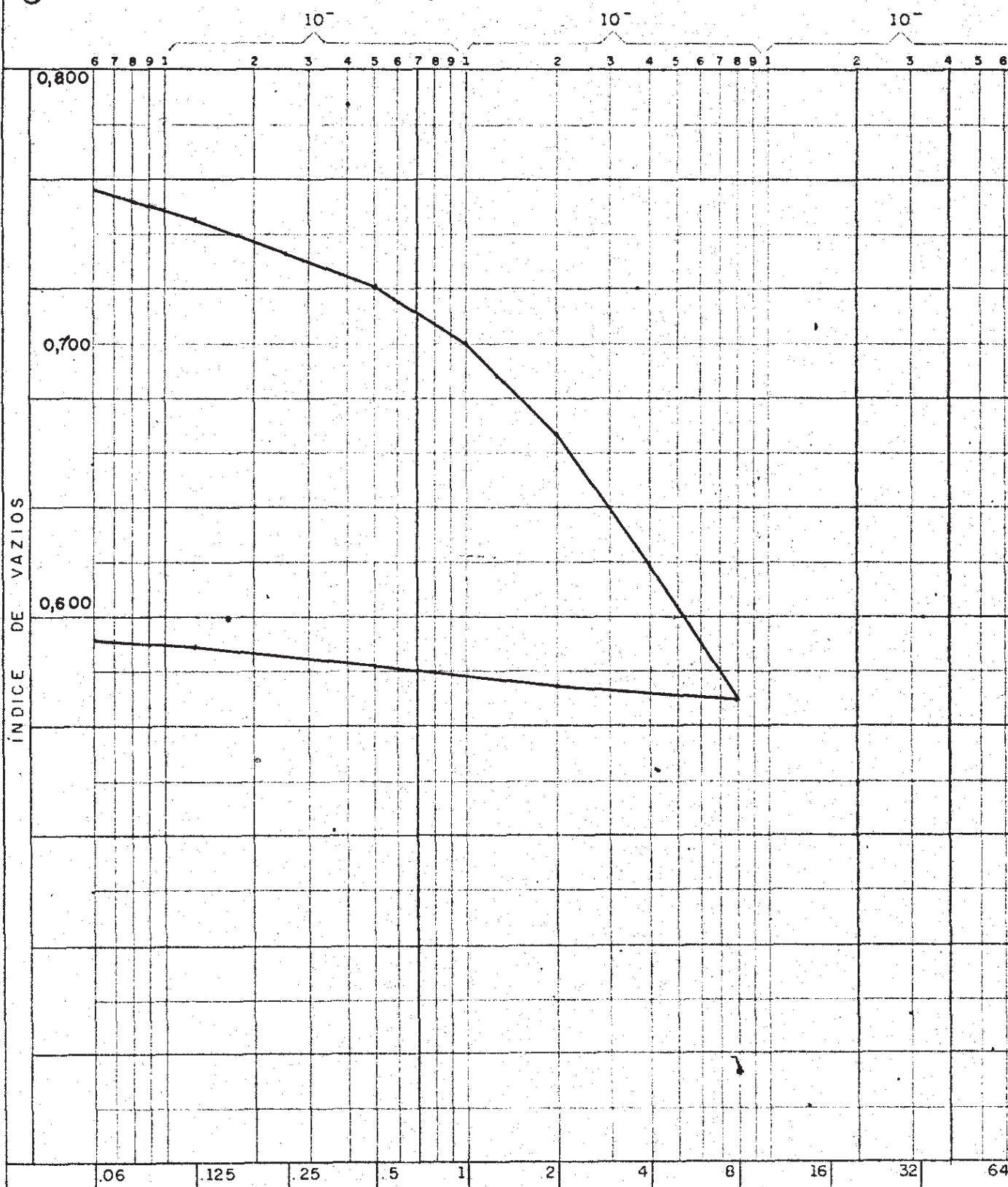
$\gamma_{NAT} = 1,66 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,17$

AMOSTRA IMPERMEAVEL

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

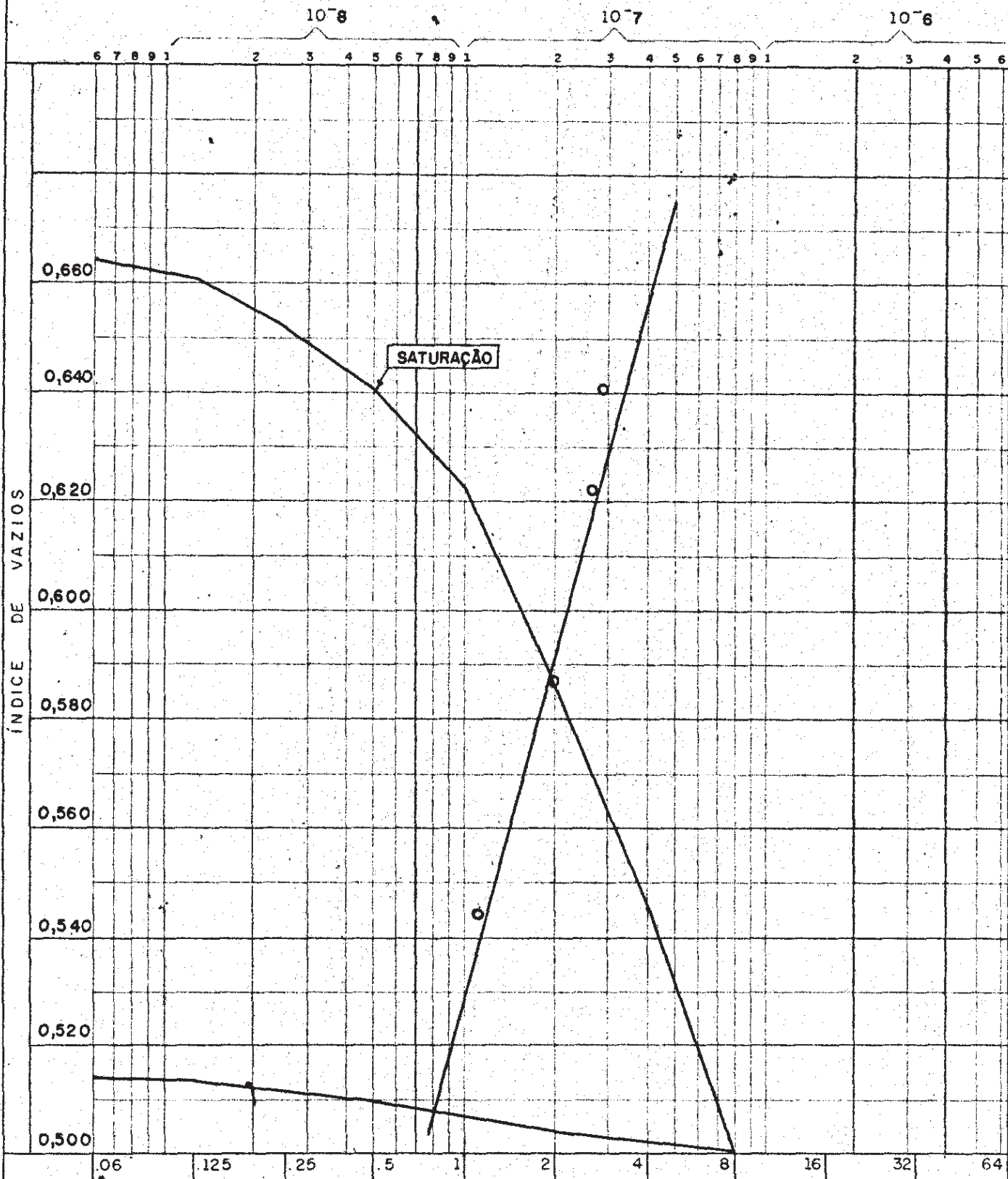
ANEXO 56

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

$\gamma_{NAT} = 1,96 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,14$

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA 1.964

Amostra: SHELBY

FURO: S-3

Infiltração: VERTICAL

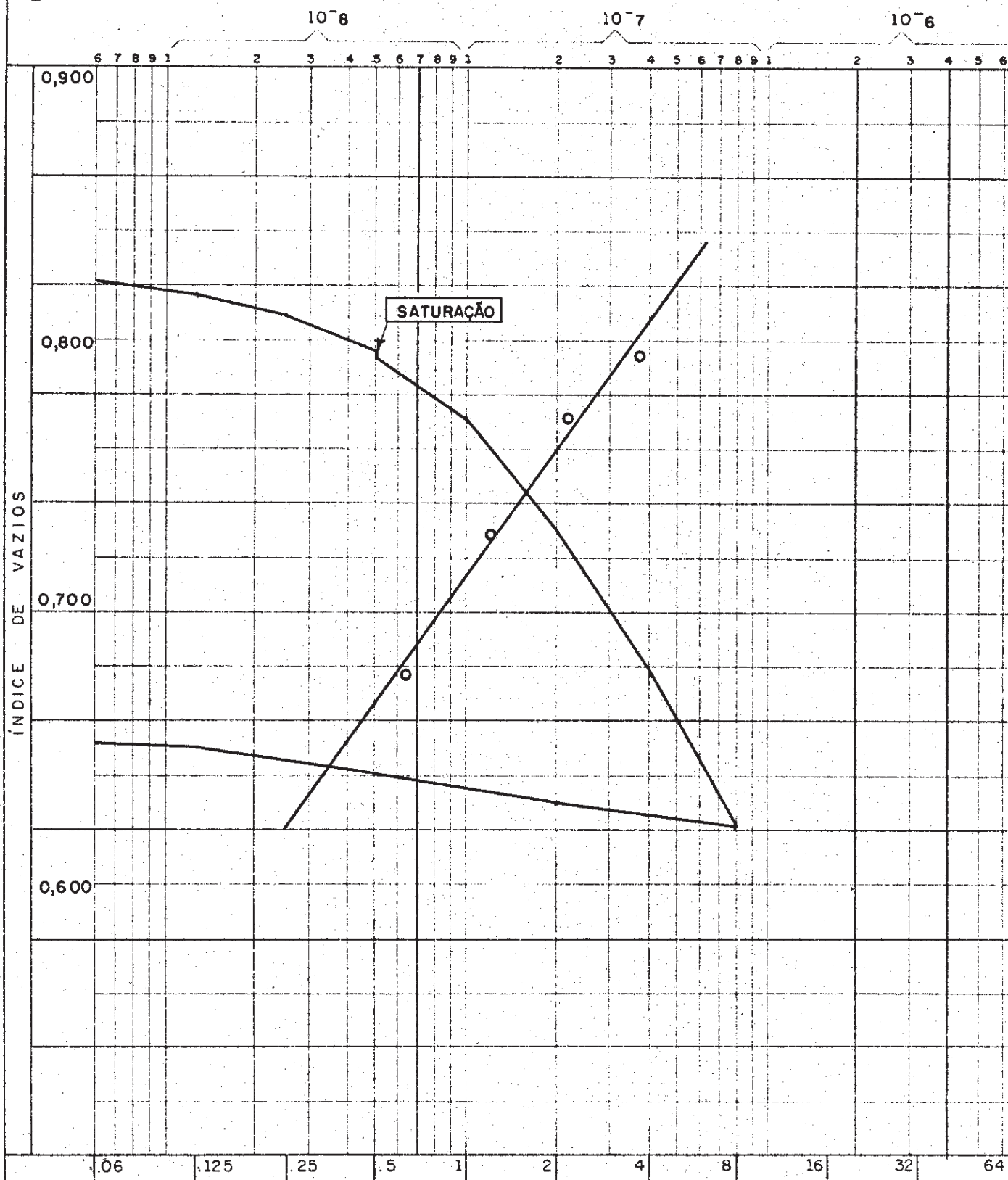
Profundidade: 14,00-14,44

$\gamma_{\text{NAT}} = 1,86 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,20$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm^2

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA

1.965

Amostra: SHELBY

NÚMERO: S-4

Infiltração: VERTICAL

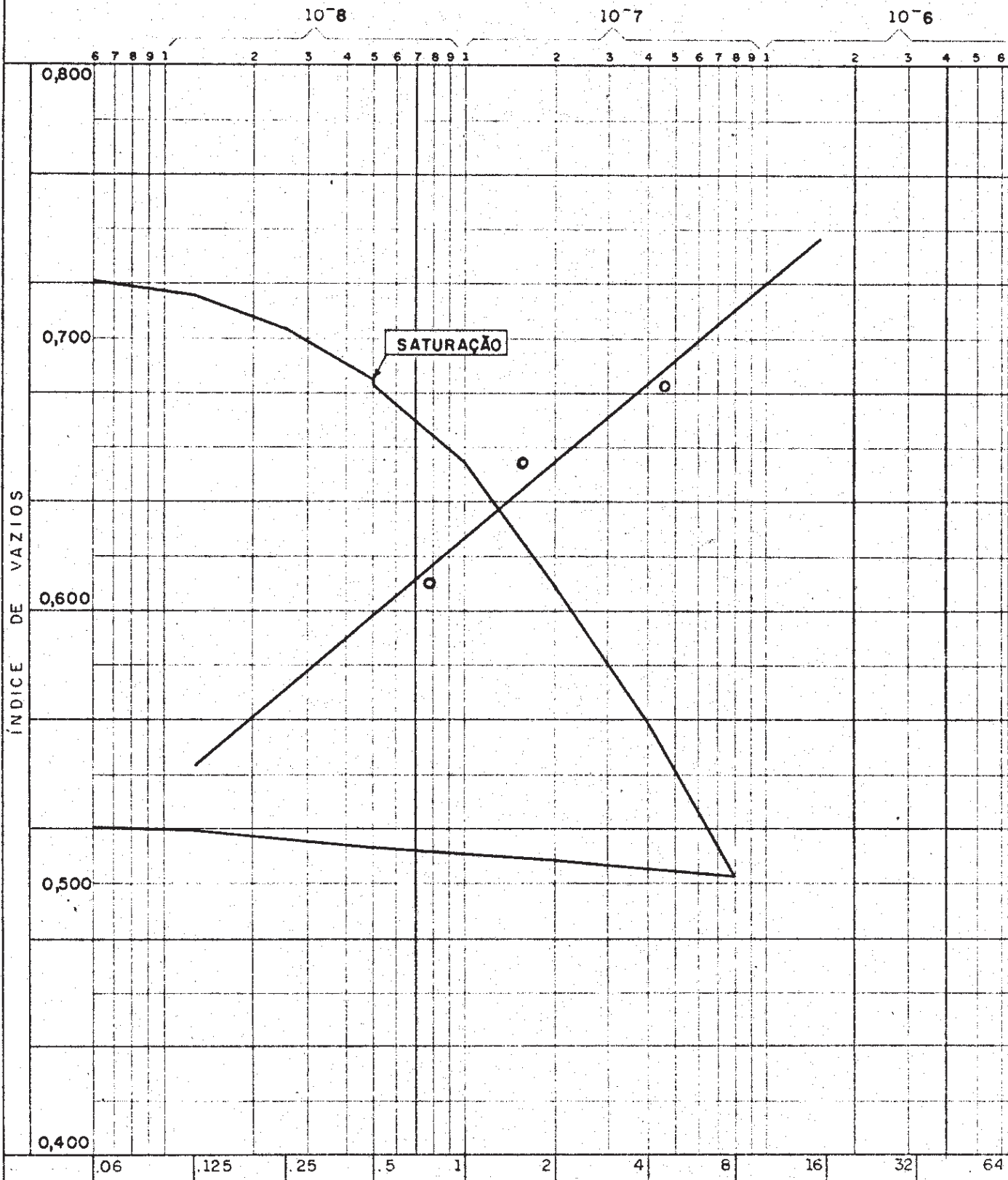
Profundidade: 2,00-2,54

$\gamma_{\text{NAT}} = 1,92 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,20$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO σ_c em kg/cm^2

ANEXO 59

RODIO S. A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA

1.966

Amostra: SHELBY

NºRO: S-4

Infiltração: VERTICAL

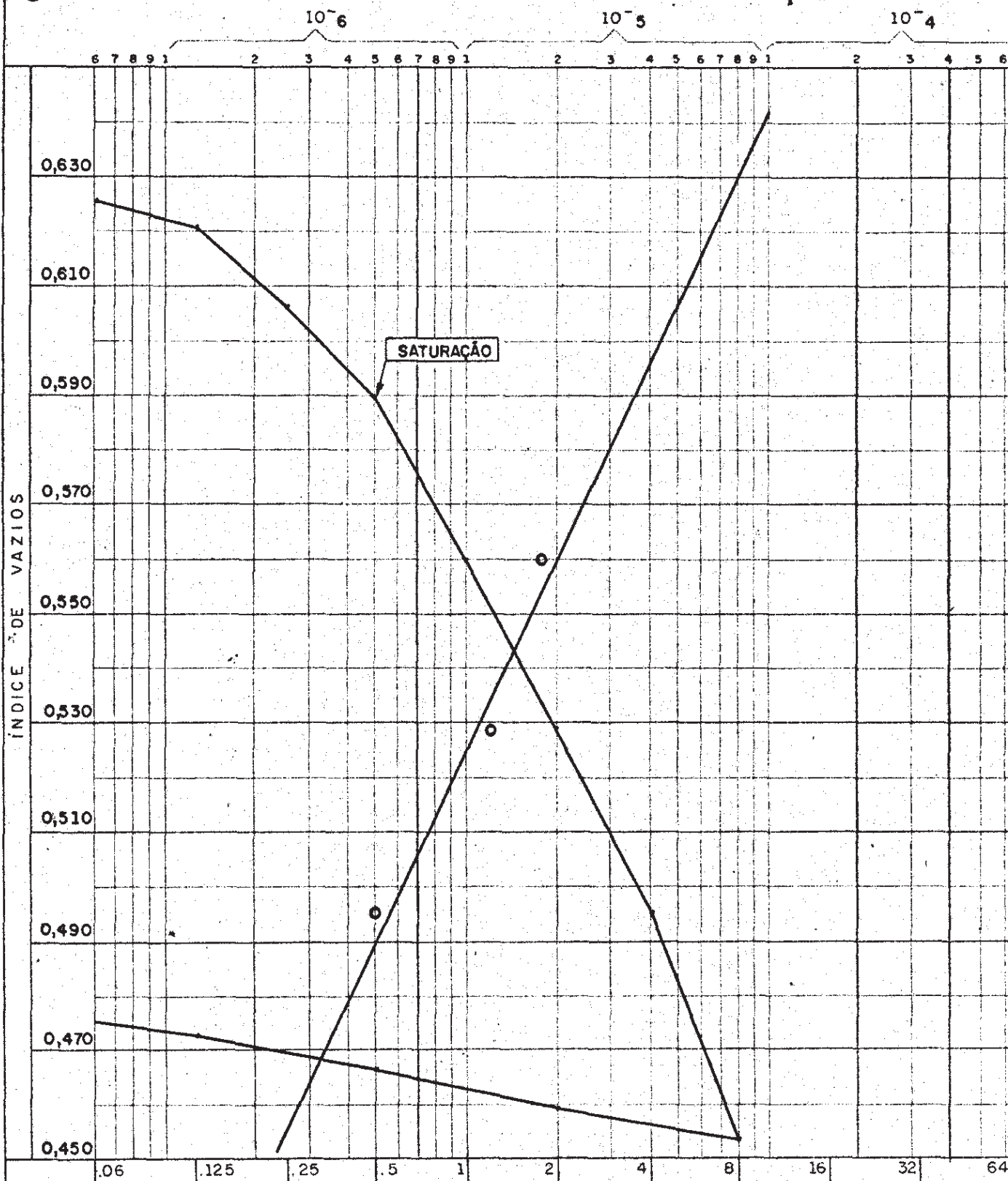
Profundidade: 4,00-4,54

$\gamma_{NAT} = 1,91 \text{ g/cm}^3$

$C_c = 0,13$

GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.



• - PRESSÃO p em kg/cm²

RODIO S.A.
RIO - S. PAULO

OBRA

DUAS BÔCAS

Nº DA AMOSTRA 1.967

Amostra: SHELBY

FØRO: S - 4

Infiltração: VERTICAL

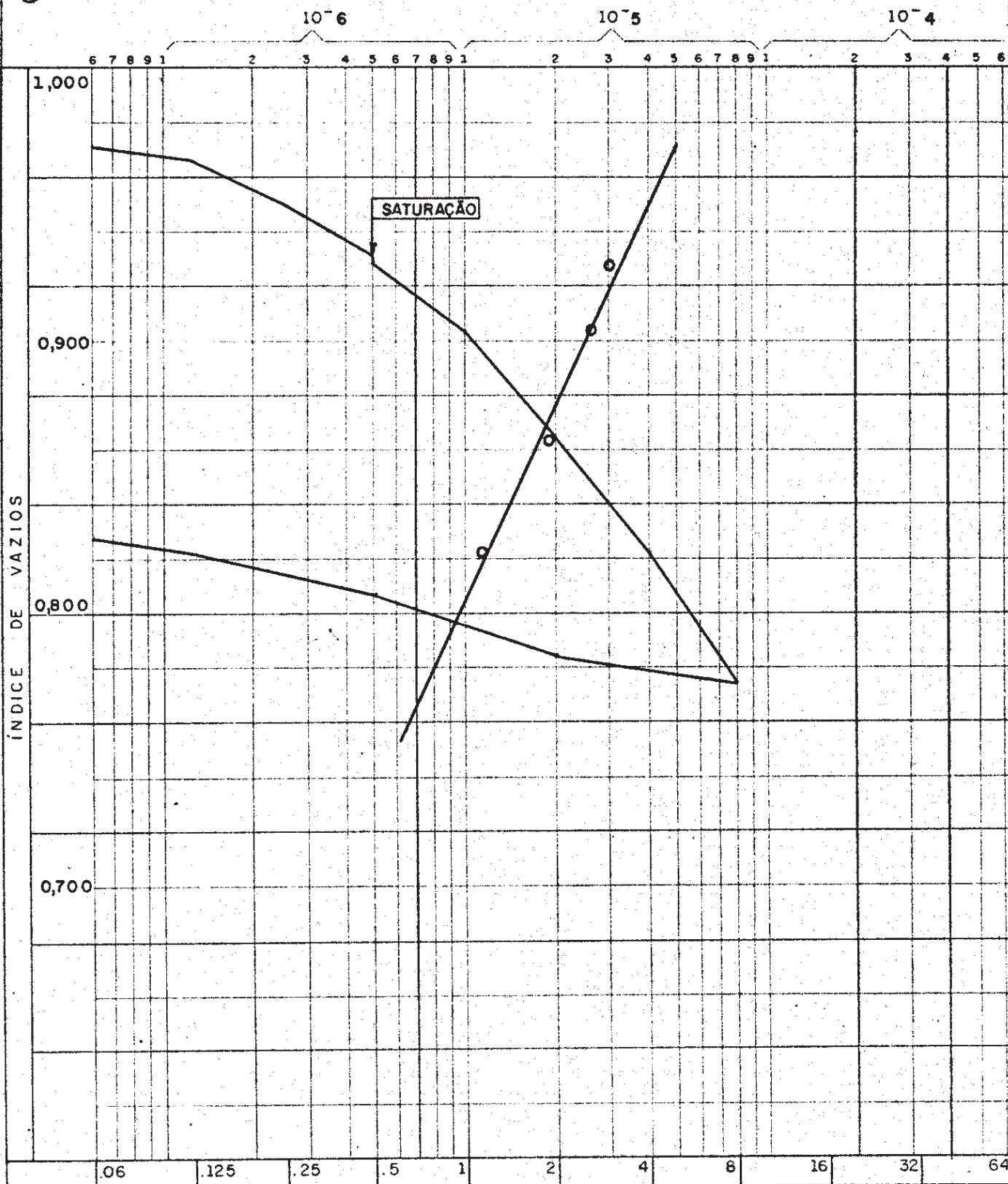
Profundidade: 6,00-6,54

$\gamma_{NAT} = 1,75 \text{ g/cm}^3$

$C_o = 0,17$

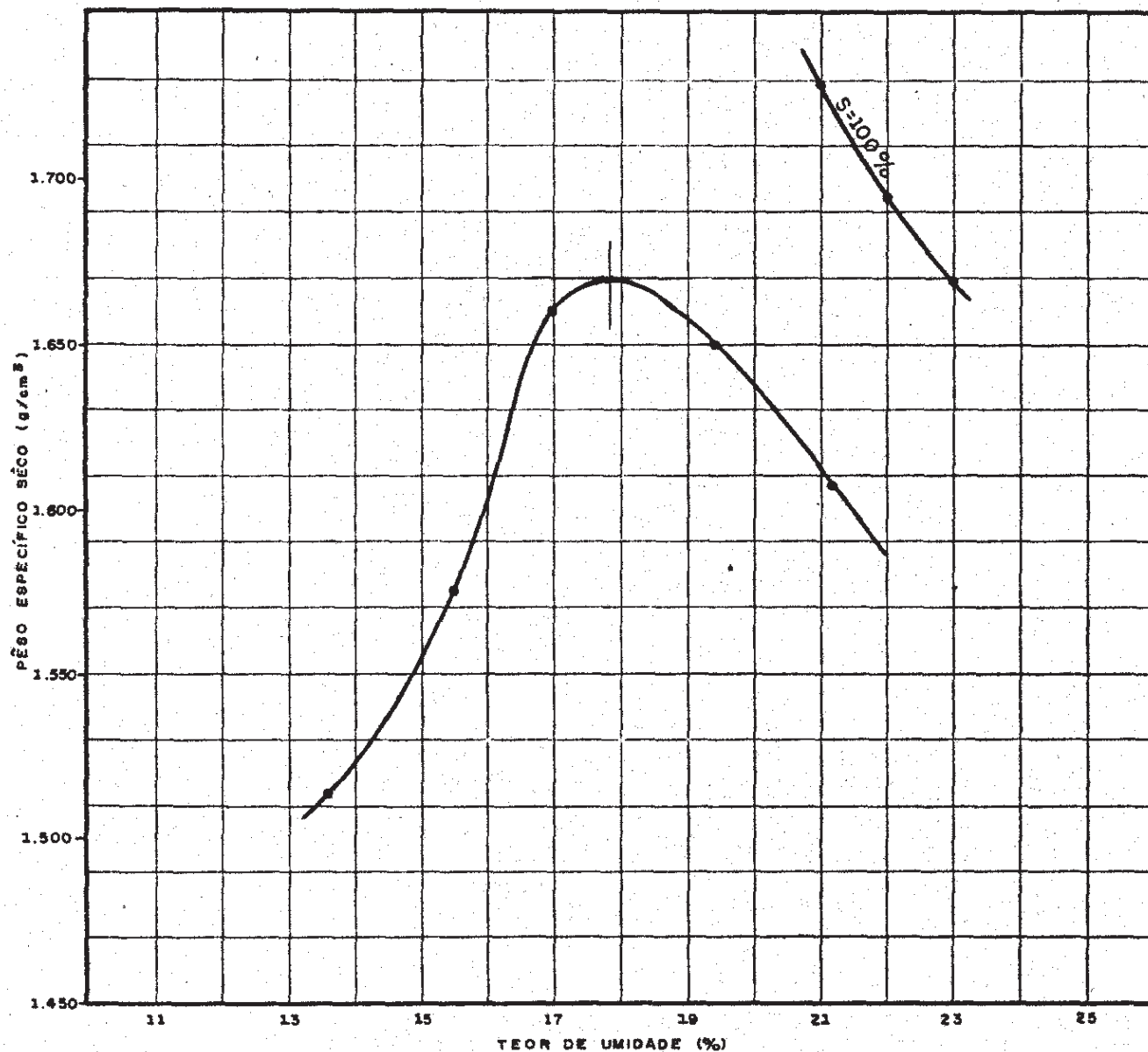
GRÁFICO DE ADENSAMENTO E DE PERMEABILIDADE

○ - PERMEABILIDADE k em cm/seg.

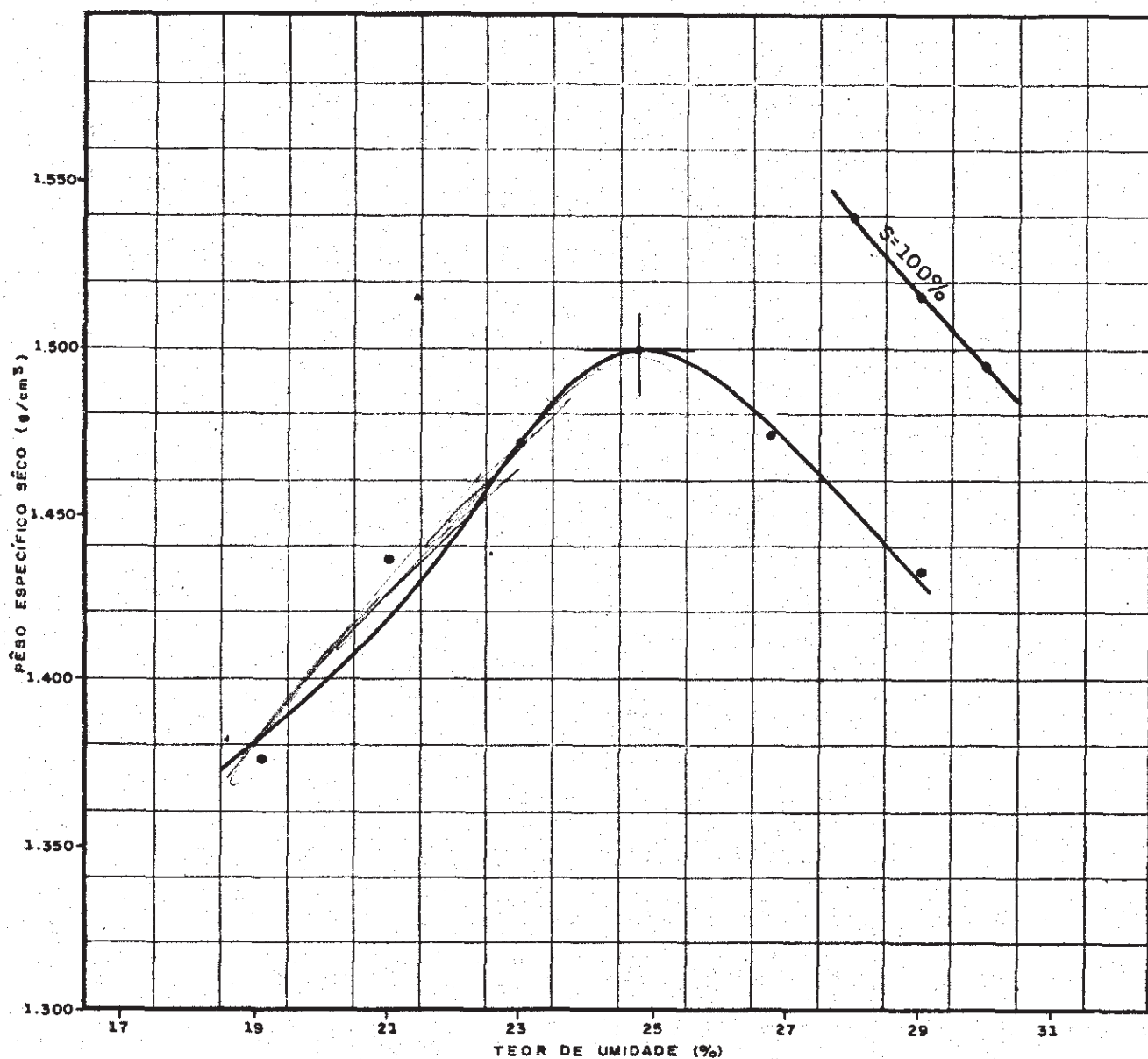


• - PRESSÃO σ_c em kg/cm²

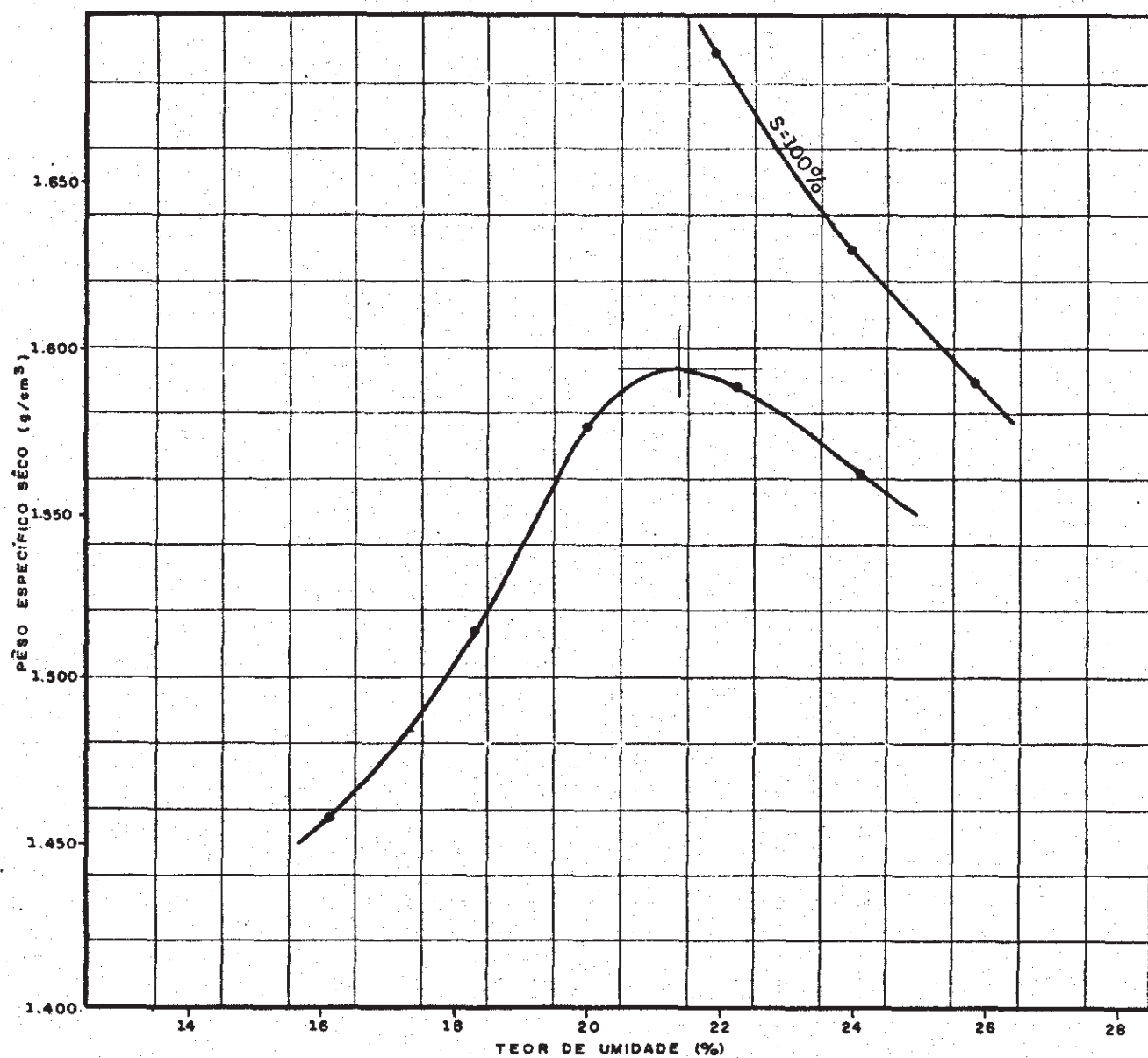
ANEXO 61

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

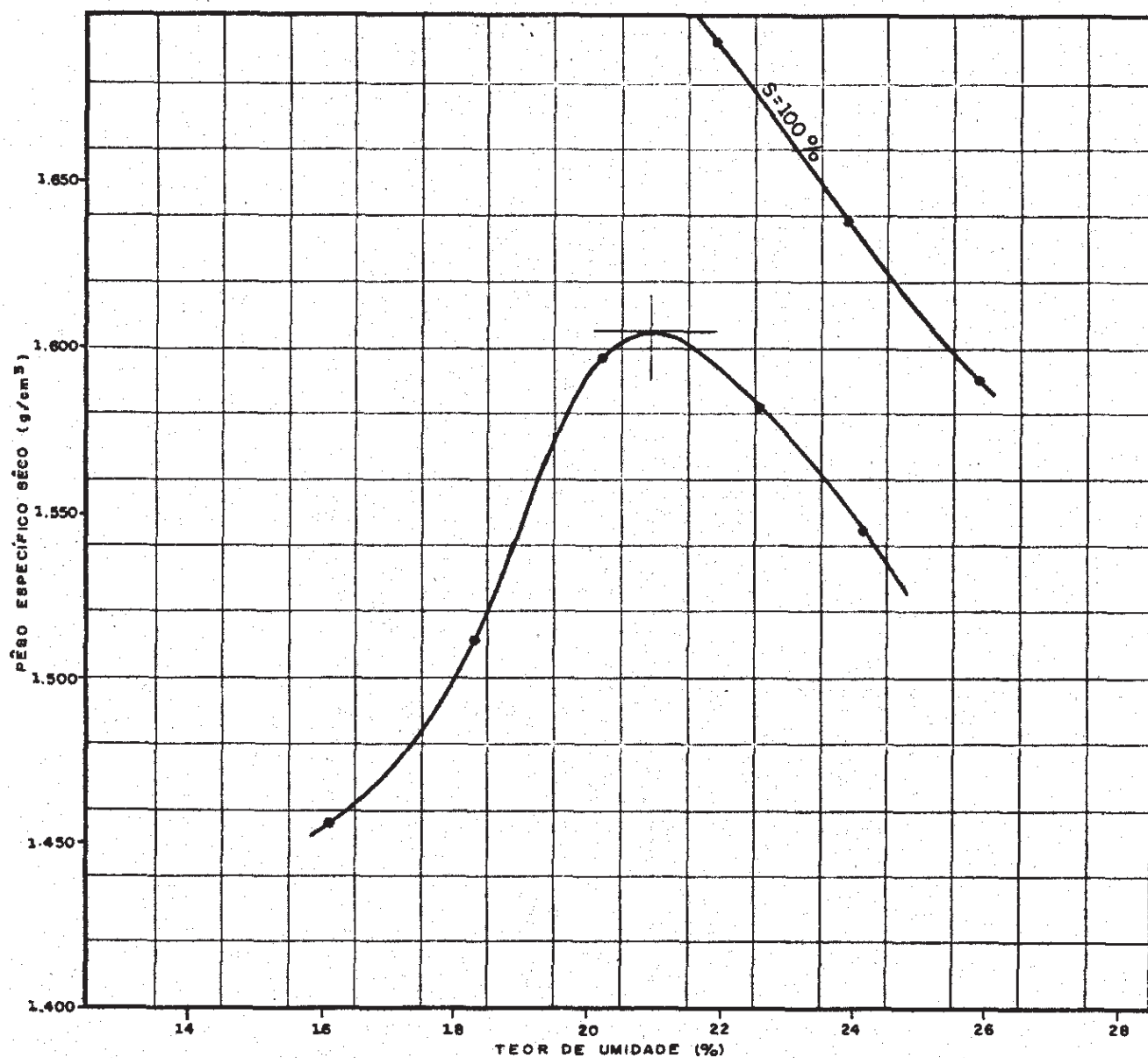
AMOSTRA Nº	POÇO Nº	PROF. (m)	$\gamma_{sol.}$ (g/cm³)	PROCTOR STANDARD			
				W _{ot} (%)	γ_{sm} (g/cm³)	e	s (%)
1.840	2	2,00 - 2,50	2,71	17,8	1,670	0,623	77,4

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

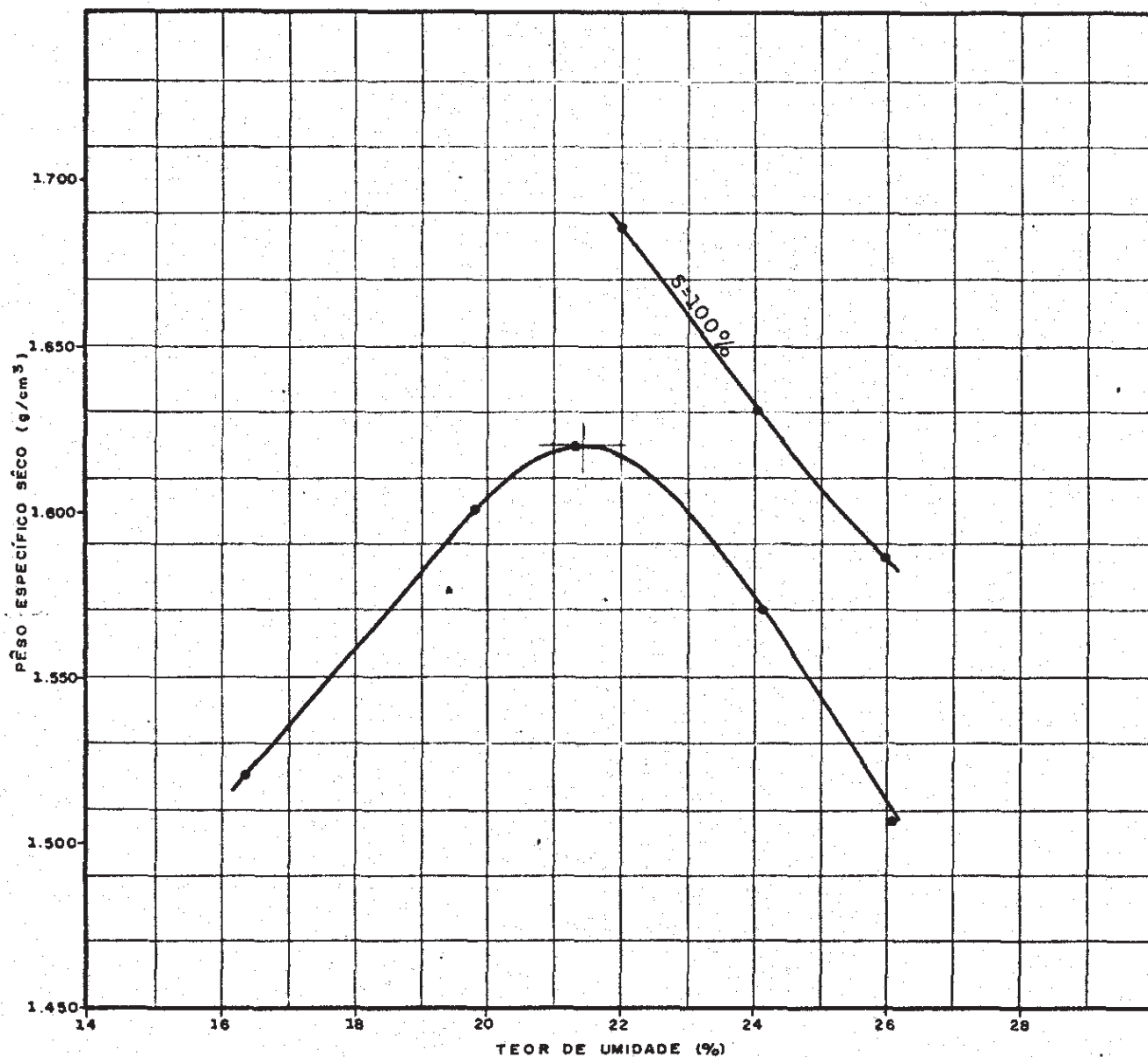
AMOSTRA Nº	POÇO Nº	PROF. (m)	$\gamma_{\text{sol.}}$ (g/cm^3)	PROCTOR STANDARD			
				W_{ot} (%)	γ_{sm} (g/cm^3)	e	s (%)
1.841	3	2,00-2,50	2,71	24,7	1,500	0,807	82,9

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

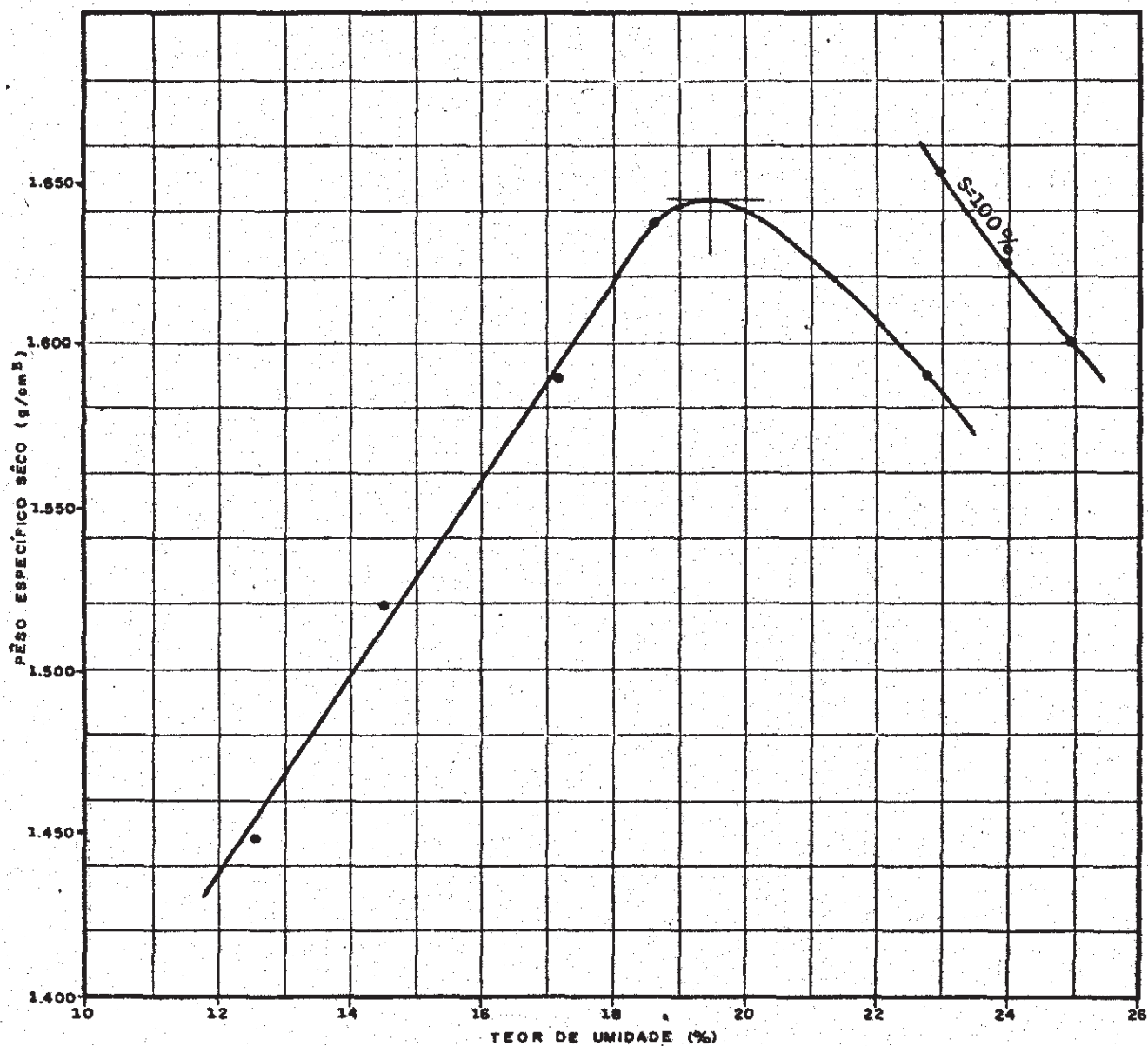
AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	$\rho_{\text{sol.}}$ (g/cm³)	PROCTOR STANDARD			
				W_{ot} (%)	ρ_{sm} (g/cm³)	e	s (%)
1.842 a 1.846	T-1	0,00-6,00	2,69	21,4	1,592	0,690	83,4

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

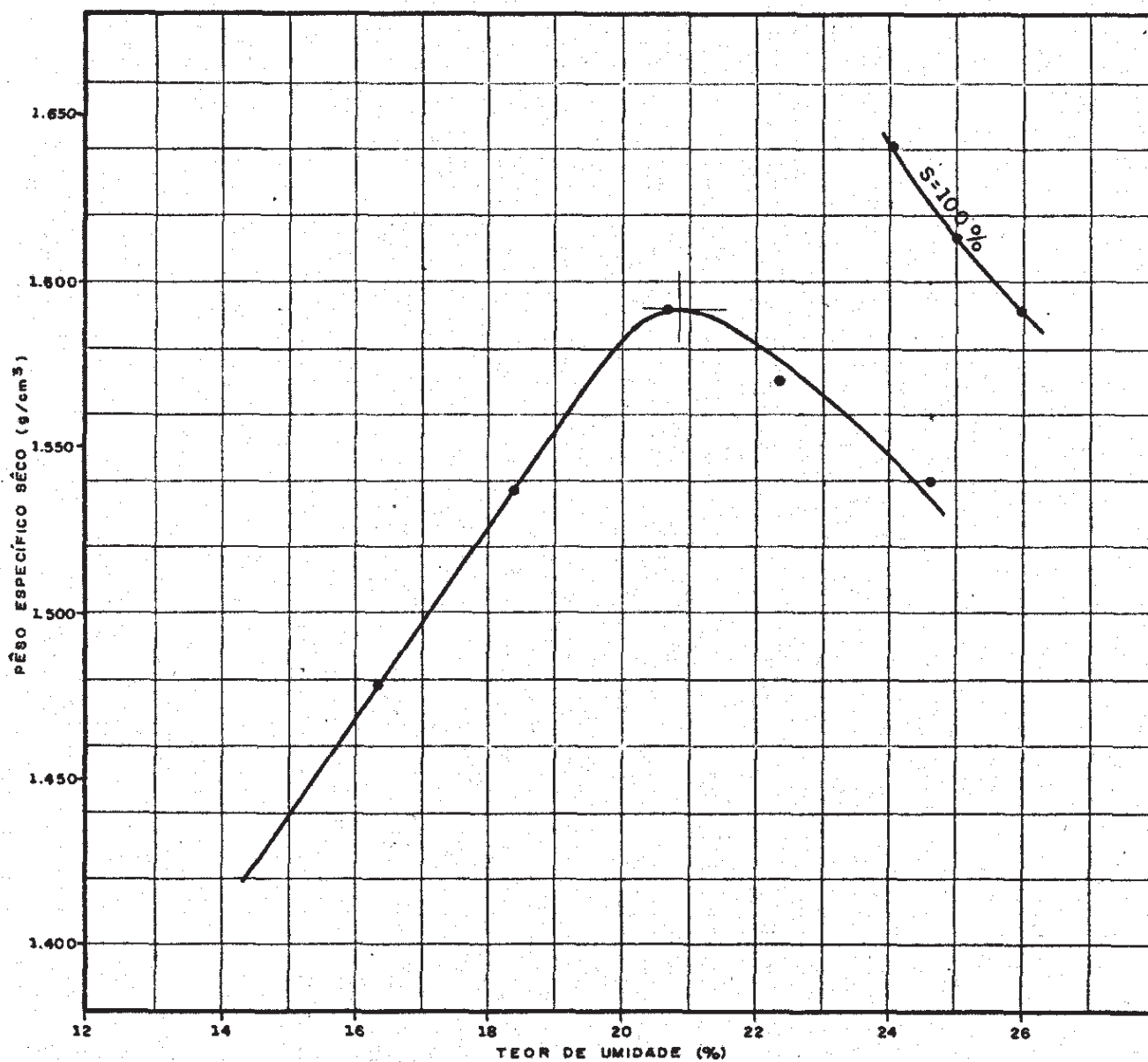
AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	$\gamma_{sol.}$ (g/cm³)	PROCTOR STANDARD			
				W_{ot} (%)	γ_{sm} (g/cm³)	e	s (%)
1.851 o 1.855	T-2	0,00-5,00	2,70	20,9	1,605	0,682	82,7

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

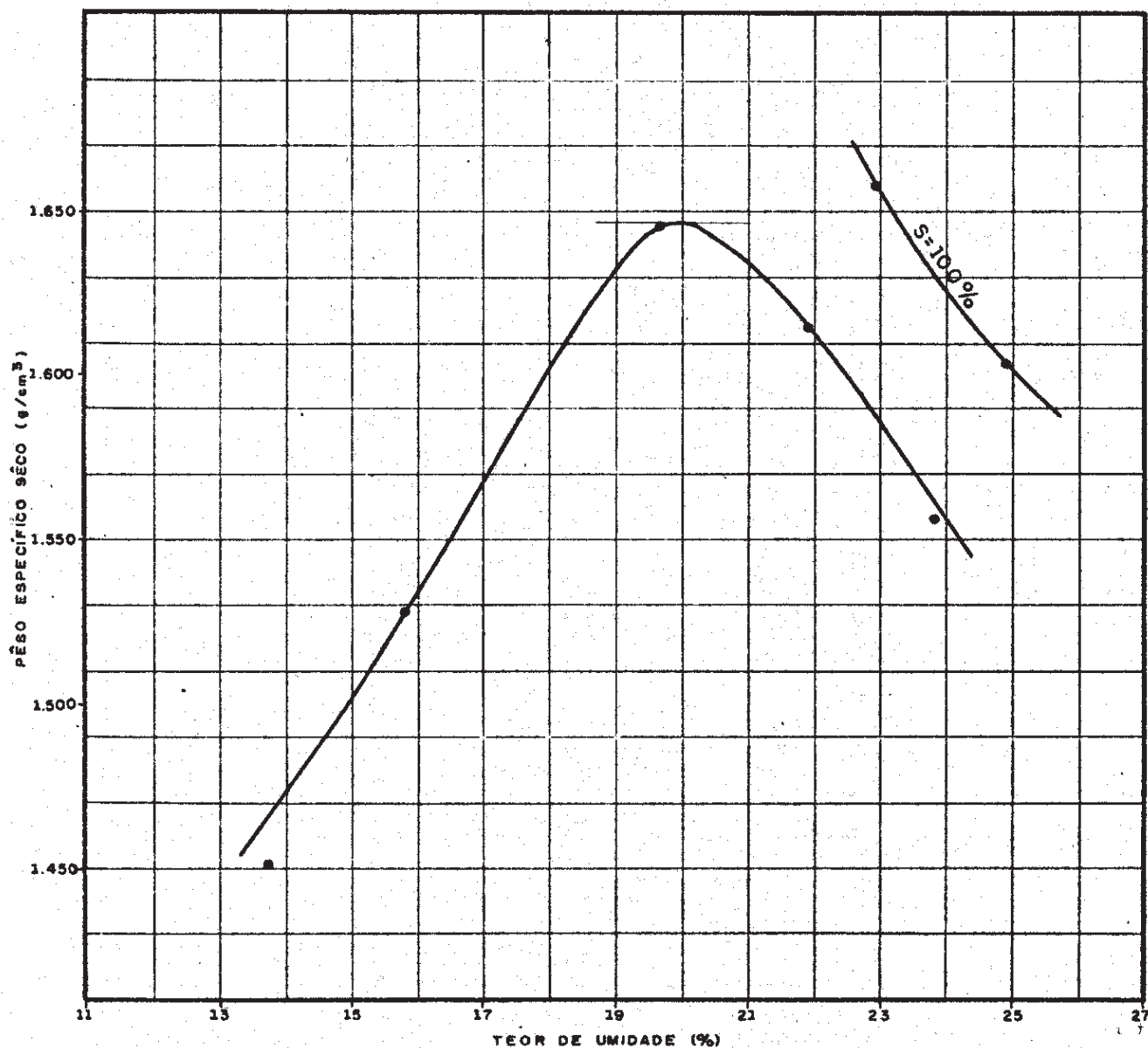
AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	$\gamma_{sol.}$ (g/cm³)	PROCTOR STANDARD			
				W_{ot} (%)	γ_{sm} (g/cm³)	e	s (%)
1.858 o 1.862	T-3	0,00-5,00	2,69	21,2	1,620	0,660	86,4

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

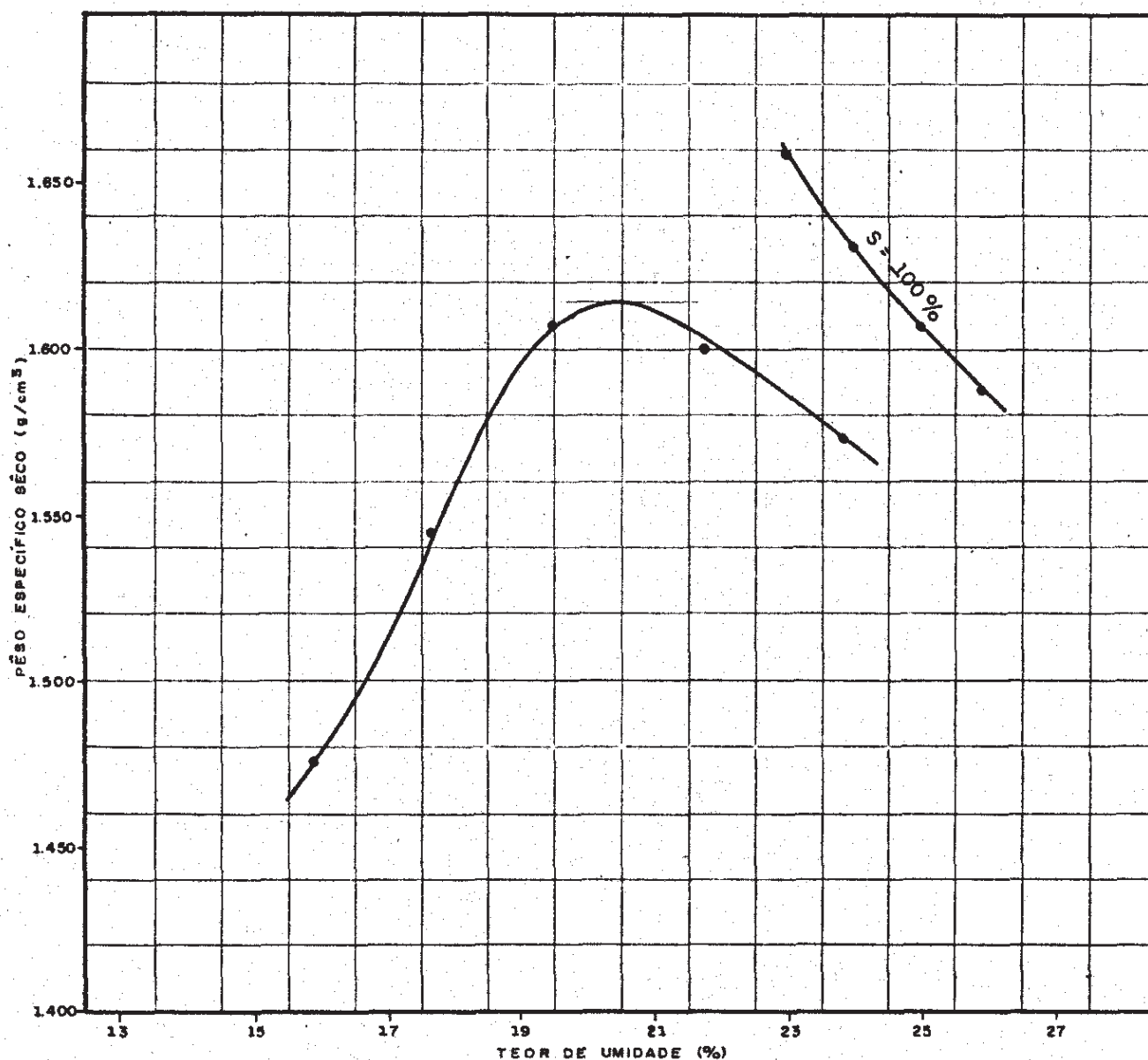
AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	$\gamma_{sol.}$ (g/cm³)	PROCTOR STANDARD			
				W _{ot} (%)	γ_{em} (g/cm³)	e	s (%)
1.868 a 1.872	T-4	0,00-5,00	2,67	19,5	1,644	0,624	83,4

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	$\gamma_{\text{sol.}}$ (g/cm^3)	PROCTOR STANDARD			
				W_{ot} (%)	γ_{sm} (g/cm^3)	e	s (%)
1.898 o 1.902	T-7	0,00-5,00	2,70	20,7	1,592	0,696	80,3

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	$\gamma_{\text{sol.}}$ (g/cm^3)	PROCTOR STANDARD			
				w_{ot} (%)	γ_{sm} (g/cm^3)	e	s (%)
1.906 a 1.911	T-8	0,00-5,00	2,68	20,0	1,647	0,627	85,5

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO PROCTOR STANDARD

AMOSTRA Nº	FURO Nº	PROF. (m)	$\gamma_{\text{sol.}}$ (g/cm³)	PROCTOR STANDARD			
				W_{ot} (%)	γ_{sm} (g/cm³)	e	s (%)
1.912 a 1.916	T-9	0,00-5,00	2,69	20,5	1,615	0,666	82,8