

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Aluna : MOEMA MOURA CRUZ

Orientador : AILTON ALVES DINIZ

Período :

CAMPINA GRANDE - PARAIBA



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTO	ii
RESUMO	iii
I - INTRODUÇÃO	1
II - LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS	2
2.1 - Jazida GILBUÉS	2
2.2 - Jazida JOÃO PESSOA	3
2.3 - Jazida MAGUARI	4
III - MATERIAIS UTILIZADOS	6
IV - METODOLOGIA DE ENSAIO	6
4.1 - Determinação da Análise Granulométrica Com Sedimentação	6
4.2 - Determinação dos Limites de Consistên- cia ou de Atterberg	6
4.3 - Determinação da Resistência Simples a Compressão	8
V - RESULTADOS OBTIDOS	10
VI - CONCLUSÃO	14
BIBLIOGRAFIA	15
GRÁFICOS	16

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Ailton Alves Diniz, orientador deste trabalho, meus sinceros agradecimentos pela sua dedicada atenção e incentivo durante a preparação deste trabalho.

Desejo também expressar minha gratidão aos laboratoristas Francisco Paulino Filho, Nagib Martins, João Dantas da Mata e Socorro Farias Ferreira, pela ajuda valiosa na realização dos ensaios.

Aos amigos, colegas e todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de ensaios de caracterização física e mecânica de solos vermelhos tropicais lateríticos da região norte-nordeste do Brasil. Estes materiais foram obtidos em diversas jazidas nos estados do Piauí, Pará e Paraíba.

Com base nos resultados dos ensaios discutem-se alguns aspectos da resistência, plasticidade e granulometria.

I - INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é a apresentação dos resultados de diferentes ensaios de caracterização de solos vermelhos e tropicais.

A significativa ocorrência no norte-nordeste do Brasil de solo laterítico, despertou o grande interesse na pesquisa do mesmo, criando condições para torná-lo largamente empregado em obras de engenharia civil, tanto no seu estado natural como também quando estabilizados por diferentes aditivos .

Solos lateríticos são solos tropicais avermelhados ou amarelados, existentes em extremos depósitos superficiais na Austrália, África e América do Sul. Durante muito tempo persistiu o conceito de que esses solos, quando aplicados na construção de barragens ou pavimentos, se mostravam extremamente problemáticos com comportamento inferior ao dos solos de clima temperado com o desenvolvimento das pesquisas sobre os solos tropicais, constatou-se, entretanto, que esses solos podem apresentar excelentes comportamentos geotécnicos, sendo sua performance no campo consideravelmente influenciada pelo modo de formação (genese) características morfológicas, grau de intemperismo e composição química e mineralógica, o que em propriedades bastante diversas apresentadas pelos solos de clima temperado.

Como estes solos não (apresentam) aparecem em zonas temperadas, exatamente onde os estudos de mecânica dos solos foram iniciados e apresenta as classificações estabelecidas, torna-se claro que as extrapolações para o domínio tropical nem sempre são válidas havendo necessidade de se caracterizar corretamente a especificidade desse conjunto de solos lateríticos, principalmente no Brasil onde essas terras vermelhas tropicais ocupam uma posição de destaque, predominando em

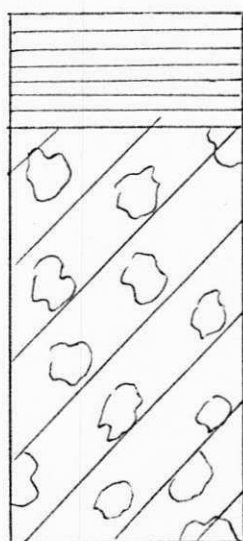
quase 65% de nossa superfície.

II - LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS

2.1 - Jazida GILBUÉS

A região de Gilbués é constituída de um solo bastante avermelhado, que na região recebe o nome de "Tauá", tendo sido utilizado em mistura com o solo arenoso, em algumas estradas vicinais.

O material para este estudo foi retirado de um corte localizado a 3,5 km da cidade de Gilbués, a margem esquerda da BR-135, no sentido Gilbués-Correntes. A Figura 1 mostra o perfil de onde foi retirado o material.



Húmus com profundidade máxima de 10 cm

Material muito fino, bastante avermelhado com grandes concreções que se desfazem diante de um esforço mecânico médio. Espessura 2,00 metros.

Figura 1 - Perfil da Jazida Gilbués

2.2 - Jazida JOÃO PESSOA

Localização - A jazida existente no Conjunto dos Bancários, a 2 km do Campus Universitário, sentido Campus Cabo Branco na cidade de João Pessoa.

O perfil da jazida é apresentado na Figura 2 abaixo.

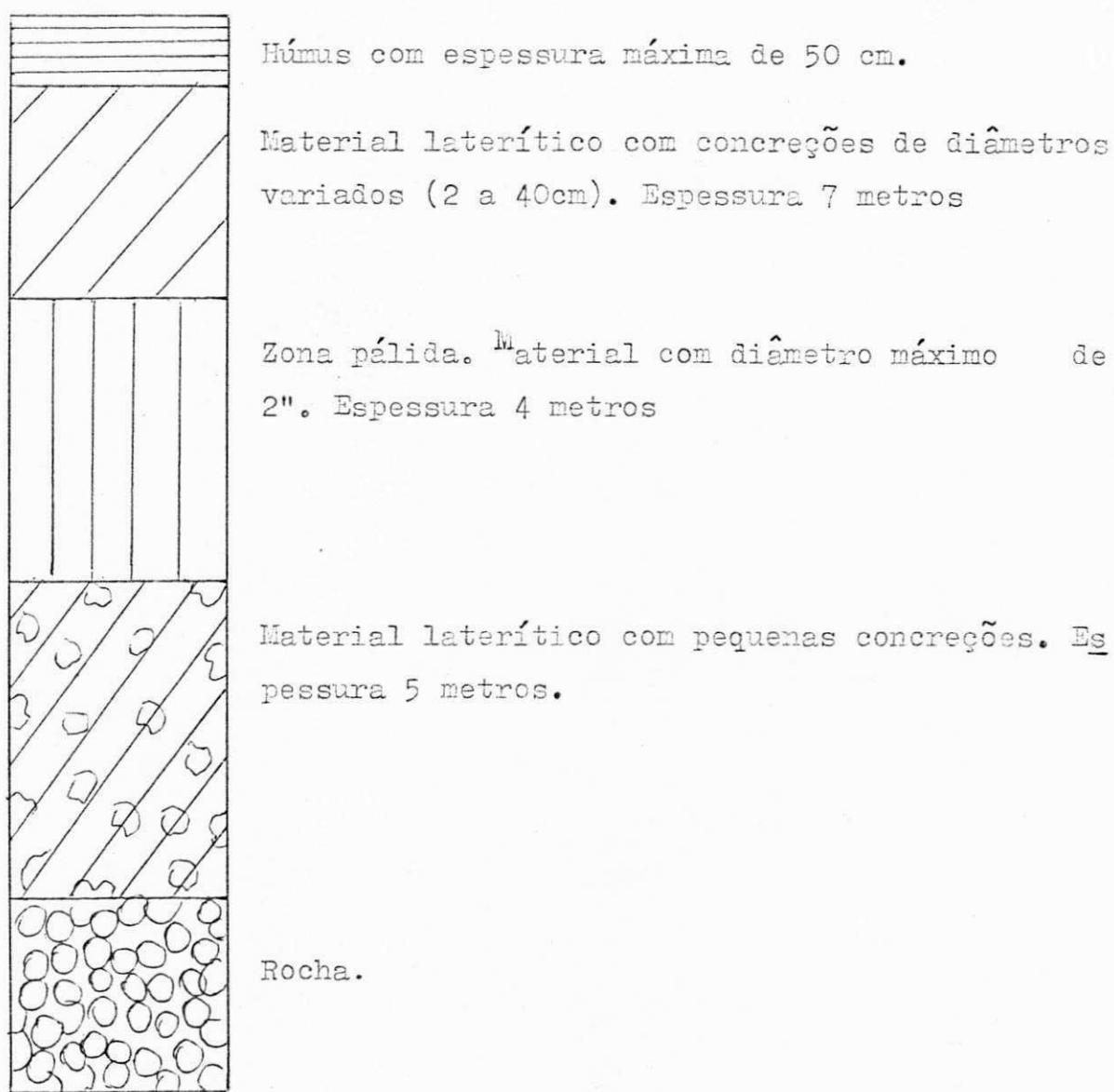
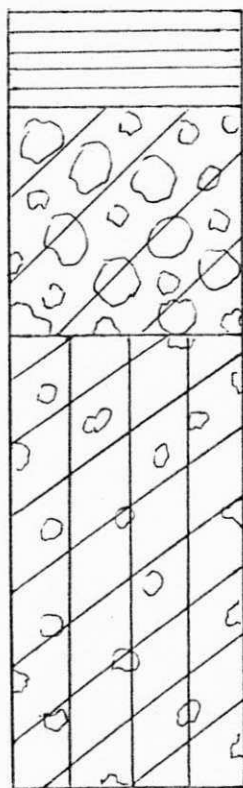


Figura 2 - Perfil da Jazida João Pessoa

2.3 - Jazida MAGUARI

Localização - A jazida denominada Maguari está localizada no município de Anadindena, distando 3,7 km da margem direita da rodovia BR-316. O material na região de denominação de "Piçarra", sendo bastante utilizado nos serviços de pavimentação da cidade de Belém-Pa.

Na Figura 3 apresenta-se o perfil desta jazida. O material para este estudo foi retirado a partir da profundidade 0,50 metros.



Húmus com pequenas concreções. Profundidade até 20 cm.

Material laterítico avermelhado com concreções de dimensões variadas. Espessura de 30 cm.

Material argiloso avermelhado com alta proporção pequenas concreções lateríticas. Espessura 1,60 metros.

Figura 3 - Perfil da Jazida Maguari



Figura 5 - Localização das Jazidas de Solos Utilizados na Pesquisa

III - MATERIAIS UTILIZADOS

As amostras de solo utilizadas nos ensaios de laboratório foram colhidas nas Jazidas mostradas anteriormente (Figuras 1, 2 e 3). Trata-se de solos lateríticos de cor amarela da e avermelhada, cujos resultados de caracterização são apresentados nos gráficos de 1 a 6 e o resultado de resistência apresentados nos gráficos de 7 a 15.

A aparelhagem dos ensaios realizados estão descritos nos respectivos métodos.

IV - METODOLOGIA DE ENSAIO

4.1 - Determinação da análise granulométrica com sedimentação foi feita de acordo com o método do DNBR-ME 51-64.

4.2 - Determinação dos limites de consistência ou de Atterberg.

A determinação do limite de liquidez (LL) foi feita pelo aparelho de Casa Grande (Ver Figura 6) usando o cinzel específico para solos argilosos de acordo com o Método Brasileiro MB-30.

A determinação do limite de plasticidade foi realizado de acordo com o Método Brasileiro MB-31.

Índice de plasticidade é a diferença numérica entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade.

Ele define a zona em que o solo se acha no estado plástico e por ser máximo para as argilas e mínimo ou nulo para as areias, o índice de plasticidade estabelece um critério pa

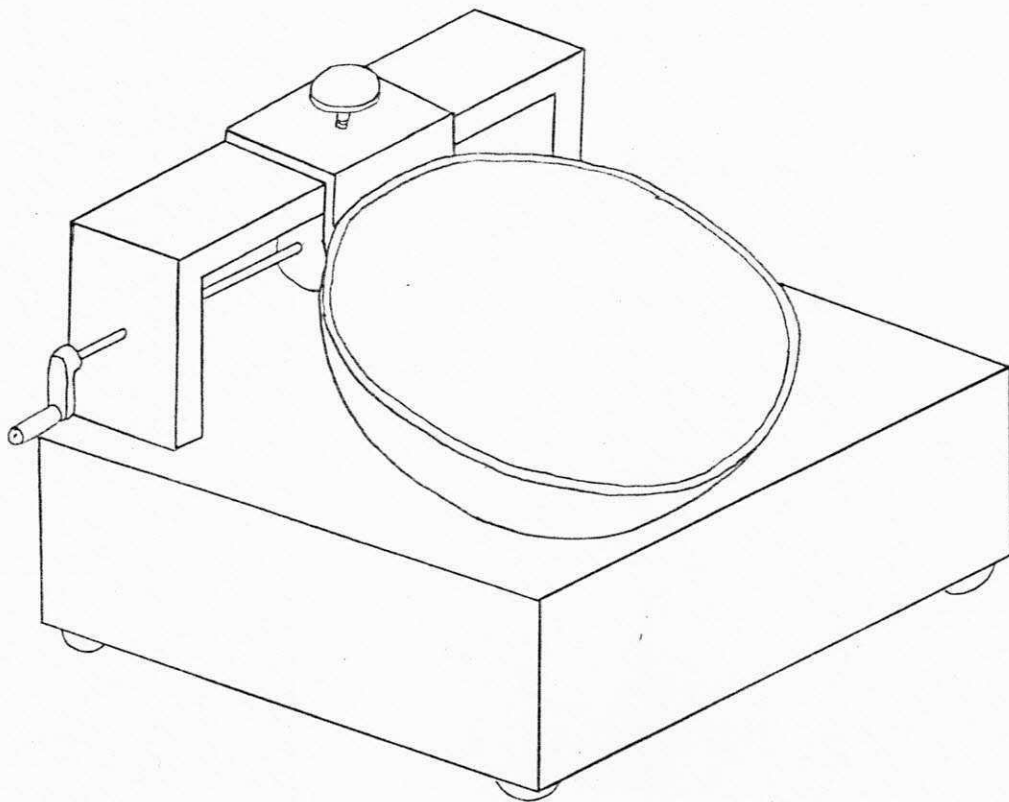


Figura 6 - Aparelho de Casa Grande para determinação do
Limite de Liquidez (LL)

ra classificar o caráter argiloso do solo, assim, quanto maior o índice de plasticidade, tão mais elástico será o solo.

4.3 - Determinação da Resistência Simples a Compressão

4.3.1 - A determinação da resistência a compressão simples foi feita de acordo com Diniz (01) e determinada da seguinte maneira.

4.3.1.1 - As amostras utilizadas foram cilíndricas de 5 cm de diâmetro (d) e 10 cm de altura (h) compactadas estatisticamente em um molde projetado para tal fim.

4.3.1.2 - As cargas a serem aplicadas no topo e na base do cilindro foram tais que reproduzam as mesmas condições de densidade/umidade obtido com uma amostra dos ensaios de CBR.

4.3.1.3 - A quantidade pré-determinada do solo colocado no cilindro para a moldagem estática será determinada usando-se expressões.

4.3.1.4 - O solo utilizado é aquele que passa na peneira 10 mm.

4.3.1.5 - Para cada condição de densidade/umidade foram reproduzidas três amostras.

4.3.1.6 - A umidade de ensaio foi calculada considerando que a média final dos três determinações não definiu em mais de 5%.

4.3.1.7 - A RCS foi calculada considerando que a média final não diferiu em mais de 10% para os três ensaios.

4.3.1.8 - Em todos os ensaios foram medidas as tensões e as deformações.

4.3.1.9 - O ensaio foi realizado com deformação controlada e uma velocidade de 0,08 mm/min.

V - RESULTADOS OBTIDOS

De acordo com os ensaios realizados com os solos das jazidas GIPI, JPPB e MAPA, apresentaram as seguintes características:

GILBUÉS - PI

- a) Plasticidade: Limite de Liquidez = 41%
Índice de Plasticidade = 15,4%
Índice de Grupo = 18

b) Granulometria:

Peneira	% que passa
10	62%
40	56%
200	50%

JOÃO PESSOA - PB

- a) Plasticidade: Limite de Liquidez = 42,5%
Índice de Plasticidade = 18,8%
Índice de Grupo = 3

b) Granulometria:

Peneira	% que passa
10	64%
40	46%
200	26%

MAGUARI - PA

- a) Plasticidade: Limite de Liquidez = 34%
Índice de Plasticidade = 12,7%
Índice de Grupo = 3

b) Granulometria:

Peneira	% que passa
10	49%
40	41%
200	24%

SOLO GILBUÉS - PI

Secagem Ambiente

SOLO GIPI	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1950	1845	1690
RSC (kPa)	445	295	150
hot (%)	13,8	14,8	14,0

Secagem à 60°C

SOLO GIPI	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1900	1775	1700
RSC (kPa)	500	240	225
hot (%)	12,0	14,5	13,8

Secagem à 110°C

SOLO GIPI	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1900	1850	1765
RSC (kPa)	450	320	190
hot (%)	12,5	13,0	15,0

Tabela 1

SOLO JOÃO PESSOA - PB

Secagem Ambiente

SOLO JPPB	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1890	1830	1780
RSC (kPa)	4120	1400	200
h_{ot} (%)	14,0	15,8	17,5

Secagem à 60°C

SOLO JPPB	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1870	1865	1840
RSC (kPa)	250	50	120
h_{ot} (%)	16,5	17,7	17,5

Secagem à 110°C

SOLO JPPB	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1965	1848	1795
RSC (kPa)	4160	3320	1000
h_{ot} (%)	14,0	15,0	15,5

Tabela 2

SOLO MAGUARI - PA

Secagem Ambiente

SOLO MAPA	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1890	1800	1750
RCS (kPa)	200	150	50
h_{ot} (%)	15,0	17,0	19,4

Secagem à 60°C

SOLO MAPA	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1865	1815	1790
RSC (kPa)	180	50	80
h_{ot} (%)	15,2	16,3	16,3

Secagem à 110°C

SOLO MAPA	PROCTOR MODIFICADO	PROCTOR INTERMEDIÁRIO	PROCTOR NORMAL
γ_s (kg/m ³)	1920	1835	1780
RSC (kPa)	1170	360	150
h_{ot} (%)	12,8	13,4	14,2

Tabela 3

VI - CONCLUSÃO

Com os dados dos solos GIPI, JPPB e MAPA, classificamos os solos pelo sistema de classificação HRB, como sendo: A-7-6/material silto-argiloso, A-2-7/material granular e A-2-7/material granular respectivamente. Sendo os dois últimos de boas qualidades na utilização de sub-leito, o que não acontece com o primeiro.

A classificação de solos pelo Sistema de Classificação HRB é baseada apenas nas características de granulometria e plasticidade do solo, por isso ela é um pouco falha quando se utiliza para solos lateríticos, uma vez que os solos estudados apesar de apresentarem valores altos para os limites de liquidez e plasticidade são solos que fornecem ótimos resultados de resistência a compressão e de CBR (imerso), características tais que incluem estes materiais no rol dos solos de boas qualidades na utilização de bases e sub-base.

O ensaio de Resistência a Compressão Simples foi realizado a três temperaturas, ou sejam, ambiente, 60°C e 110°C com o objetivo de verificar a influência da energia térmica e mecânica nos solos.

Através dos resultados apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3 observamos o aumento da RCS com o aumento da energia mecânica como era esperado, todavia não foi possível sentir os efeitos da energia térmica com relação aos solos estudados.

BIBLIOGRAFIA

- 01 - DINIZ, Ailton Alves - Influência da energia térmica e mecânica introduzidas na resistência a compressão simples de alguns solos vermelhos tropicais do nordeste do Brasil.
- 02 - Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia COPPE/UFRJ/CNPq - ABMS.
- 03 - Projeto: Solos Lateríticos e sua Utilização na Engenharia Rodoviária.
- 04 - Relatório de Execução Convênio IPR/DNER/UFPB.

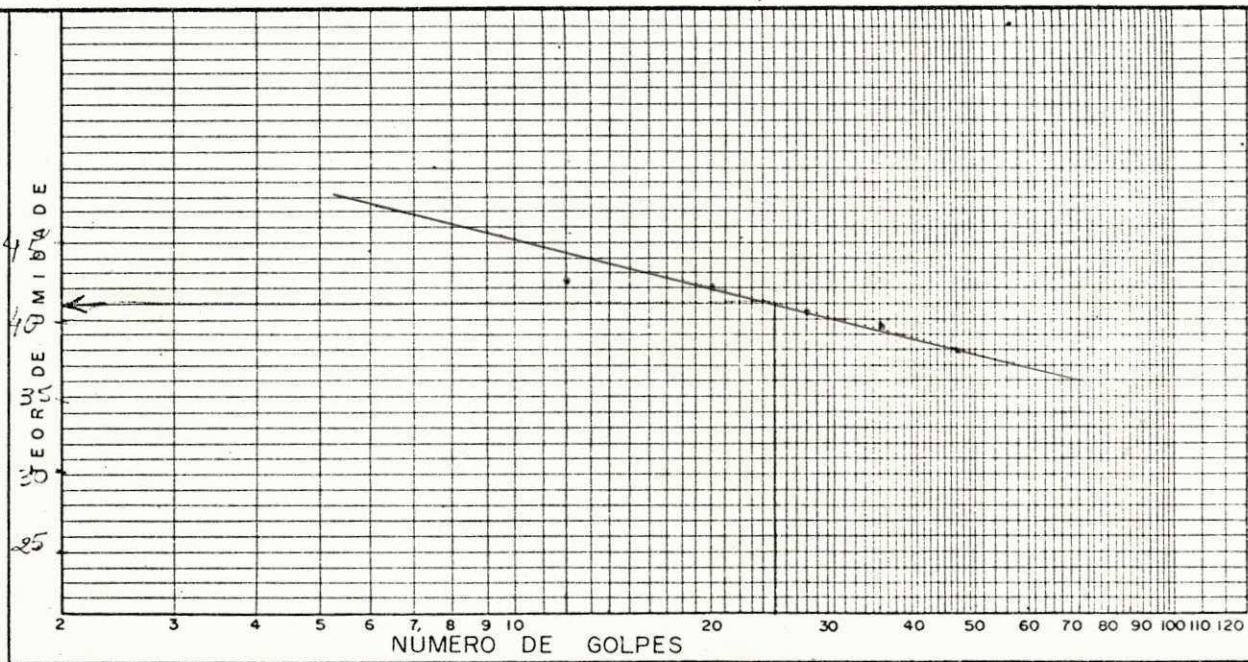
GRÁFICOS

UFPb - C. C. T. - D E C - ATECEL

RODOVIA	TRECHO TEMP. AGIT. 60°C	REGISTRO Nº
PROCED-SL-JAZ-AT. etc GILBUES	LOCALIZ. - FURO-EST-LADO	PROFUND. - cm
NATUREZA	LABORATÓRIO:	
	RESULTADO: LL= 41,0 IP=	

L I M I T E D E L I Q U I D E Z

1	CAPSULA Nº	145	20	35	40	10		
2	Nº DE GOLPES	12	20	28	36	47		
3	PESO BRUTO ÚMIDO	15,34	15,16	19,51	17,28	16,45		
4	PESO BRUTO SECO	12,87	13,00	16,31	14,60	13,92		
5	TARA DA CÁPSULA	6,96	7,75	8,26	7,72	7,11		
6	PESO DA ÁGUA	2,47	2,16	3,20	2,68	2,53		
7	PESO DO SOLO SECO	5,91	5,25	8,05	6,88	6,31		
8	UMIDADE	41,79	41,17	39,71	39,95	37,15		



ÍNICIO _____ OPERAÇÃO _____ VISTO _____ LL= _____ %
 TERMINO: _____ CÁLCULO: _____

L I M I T E D E P L A S T I C I D A D E

1	CAPSULA Nº	10	14	16	30	26		
2	PESO BRUTO ÚMIDO	8,44	8,63	8,22	8,85	8,37		
3	PESO BRUTO SECO	8,16	8,36	7,92	8,54	8,07		
4	TARA DA CÁPSULA	7,12	7,31	6,73	7,33	6,90		
5	PESO DA ÁGUA	0,28	0,27	0,30	0,31	0,30		
6	PESO DO SOLO SECO	1,04	1,05	1,19	1,21	1,17		
7	UMIDADE	26,92	25,41	25,21	25,62	25,64		

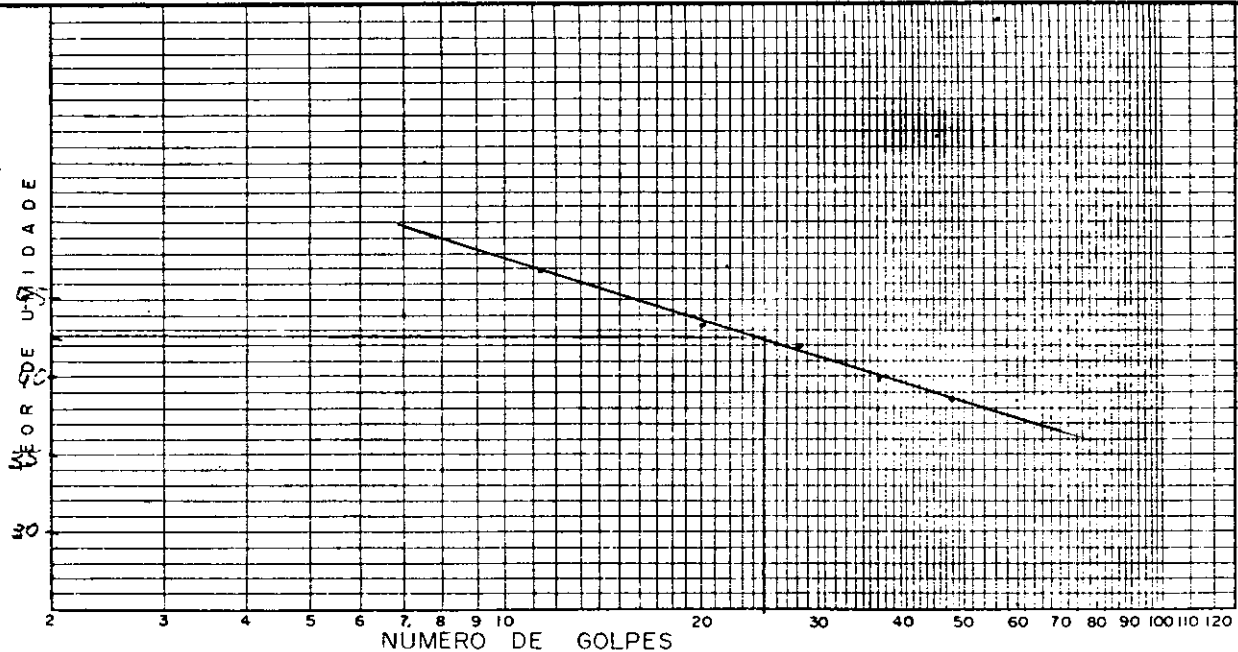
ÍNICIO: _____ OPERAÇÃO: _____ VISTO: _____ LP= 25,6 %
 CÁLCULO: _____ IP= 15,4 %

UFPb - C. C. T. - D E C - ATECEL

RODOVIA	TRECHO TEMPO AGIT 60 seg	REGISTRO Nº
PROCED-SL - JAZ - AT. etc JPPB	LOCALIZ. - FURO - EST - LADO SECO AO AR	PROFUND. - cm
LABORATÓRIO:		RESULTADO: LL= 42,5 IP= 18,8
NATUREZA		

L I M I T E D E L I Q U I D E Z

1	CAPSULA Nº	144	10	53	39	67		
2	Nº DE GOLPES	11	20	28	37	48		
3	PESO BRUTO ÚMIDO	16,88	16,17	15,77	17,40	18,82		
4	PESO BRUTO SECO	13,82	13,29	13,06	14,41	15,51		
5	TARA DA CÁPSULA	7,31	6,70	6,64	6,98	7,03		
6	PESO DA ÁGUA	3,06	2,88	2,71	2,99	3,31		
7	PESO DO SOLO SECO	6,51	6,59	6,42	7,43	8,48		
8	UMIDADE	47,00	43,70	42,01	40,24	39,22		



ÍNICIO _____	OPERAÇÃO _____	VISTO _____	LL= _____ %
TERMINO: _____	CÁLCULO: _____	_____	

L I M I T E D E P L A S T I C I D A D E

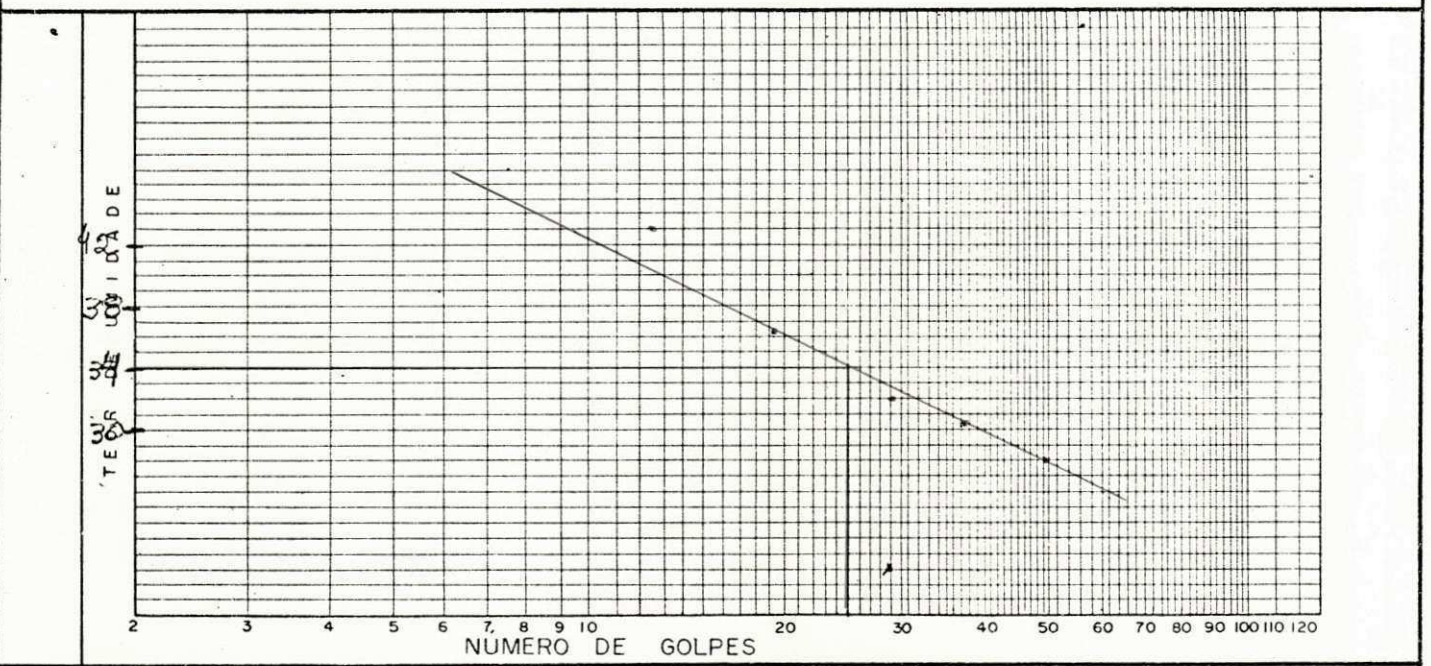
1	CAPSULA Nº	123	13	16	122	14		
2	PESO BRUTO ÚMIDO	8,61	8,41	8,82	8,75	8,12		
3	PESO BRUTO SECO	8,34	8,16	8,60	8,53	7,90		
4	TARA DA CÁPSULA	7,29	7,17	7,68	7,61	6,96		
5	PESO DA ÁGUA	0,27	0,25	0,22	0,22	0,22		
6	PESO DO SOLO SECO	6,05	6,99	6,92	6,92	6,94		
7	UMIDADE	25,71	25,25	23,91	23,91	23,40		

ÍNICIO: _____	OPERAÇÃO: _____	VISTO: _____	LP= 23,7 %
TÉRMINO: _____	CÁLCULO: _____	_____	IP= 18,8 %

UFPb - C. C. T. - D E C - ATECEL

RODOVIA	TRECHO TEMP AGIT. 60 seg.	REGISTRO Nº
PROCED-SL-JAZ-AT. etc MAGUARI	LOCALIZ. - FURO-EST-LADO	PROFUND. - cm
NATUREZA		LABORATÓRIO:
		RESULTADO: LL= 34,0 IP=

L I M I T E D E L I Q U I D E Z						
1	CAPSULA Nº	N-11	N-20	N-17	N-4	N-19
2	Nº DE GOLPES	44	33	26	17	9
3	PESO BRUTO ÚMIDO	11,61	11,60	9,71	10,76	11,95
4	PESO BRUTO SECO	9,59	9,45	7,26	8,58	9,14
5	TARA DA CÁPSULA	2,74	2,73	2,74	2,76	2,72
6	PESO DA ÁGUA	2,03	2,15	1,75	2,18	2,81
7	PESO DO SOLO SECO	6,34	6,72	5,22	5,22	6,36
8	UMIDADE	20,7	22,5	33,5	23,5	44,0



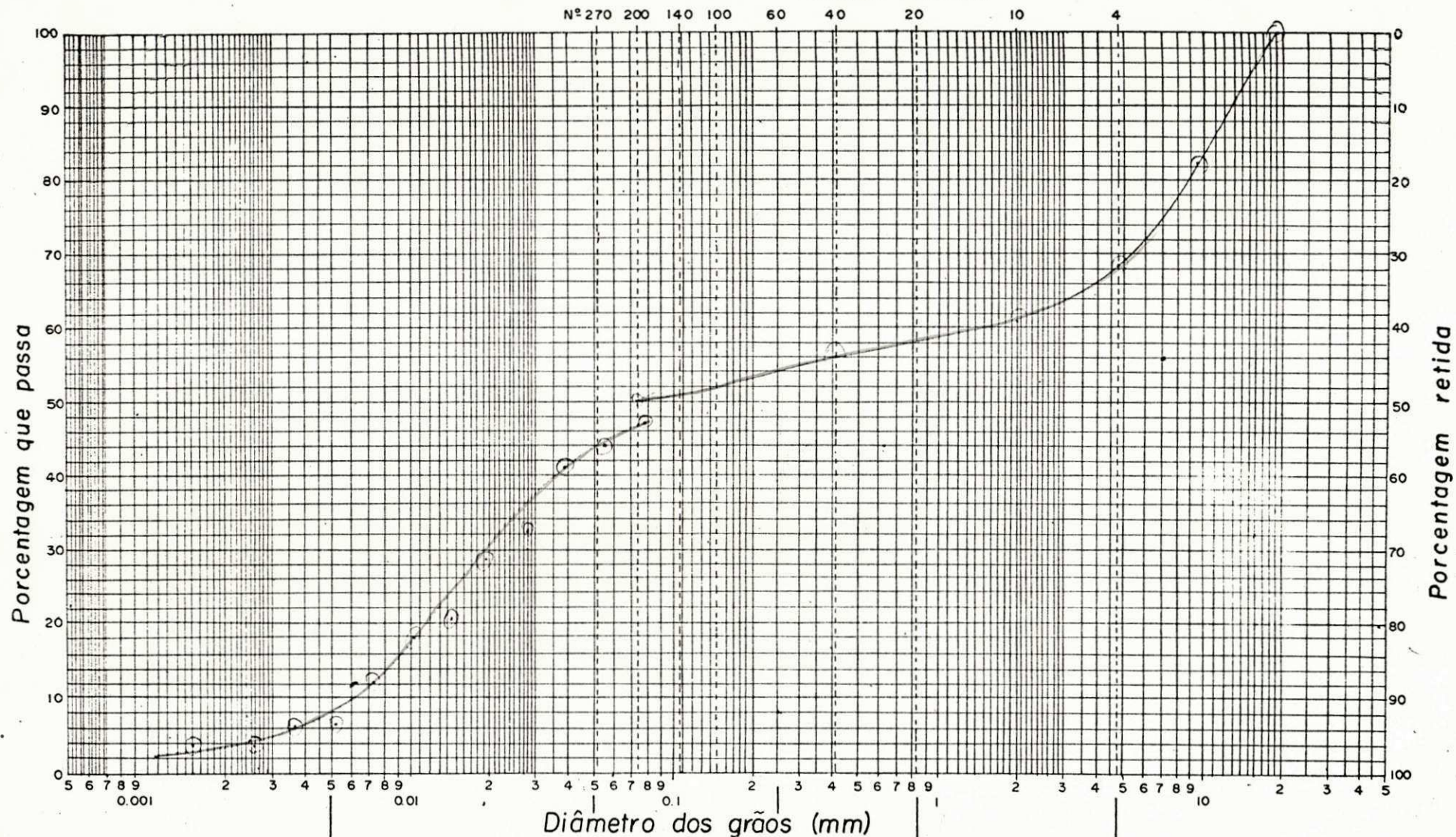
ÍNICIO: _____	OPERAÇÃO: _____	VISTO: _____	LL= 34,0 %
TERMINO: _____	CÁLCULO: _____	_____	

L I M I T E D E P L A S T I C I D A D E						
1	CAPSULA Nº	M-4	M-17	M-20	M-55	M-60
2	PESO BRUTO ÚMIDO	4,68	4,76	8,12	4,84	4,84
3	PESO BRUTO SECO	4,36	4,41	7,90	4,56	4,50
4	TARA DA CÁPSULA	2,74	2,72	6,96	2,77	2,72
5	PESO DA ÁGUA	0,32	0,35	0,22	0,33	0,34
6	PESO DO SOLO SECO	1,62	1,69	0,94	1,79	1,78
7	UMIDADE	19,8	20,7	23,40	18,4	19,1

ÍNICIO: _____	OPERAÇÃO: _____	VISTO: _____	LP= 21,3 %
TÉRMINO: _____	CÁLCULO: _____	_____	IP= 12,7 %

GRANULOMETRIA

Peneiras (ASTM)



CLASSIFICAÇÃO
A. B. N. T.

Argila

Silte

Areia Fina

Areia média

Areia grossa

Pedregulho

GIPI

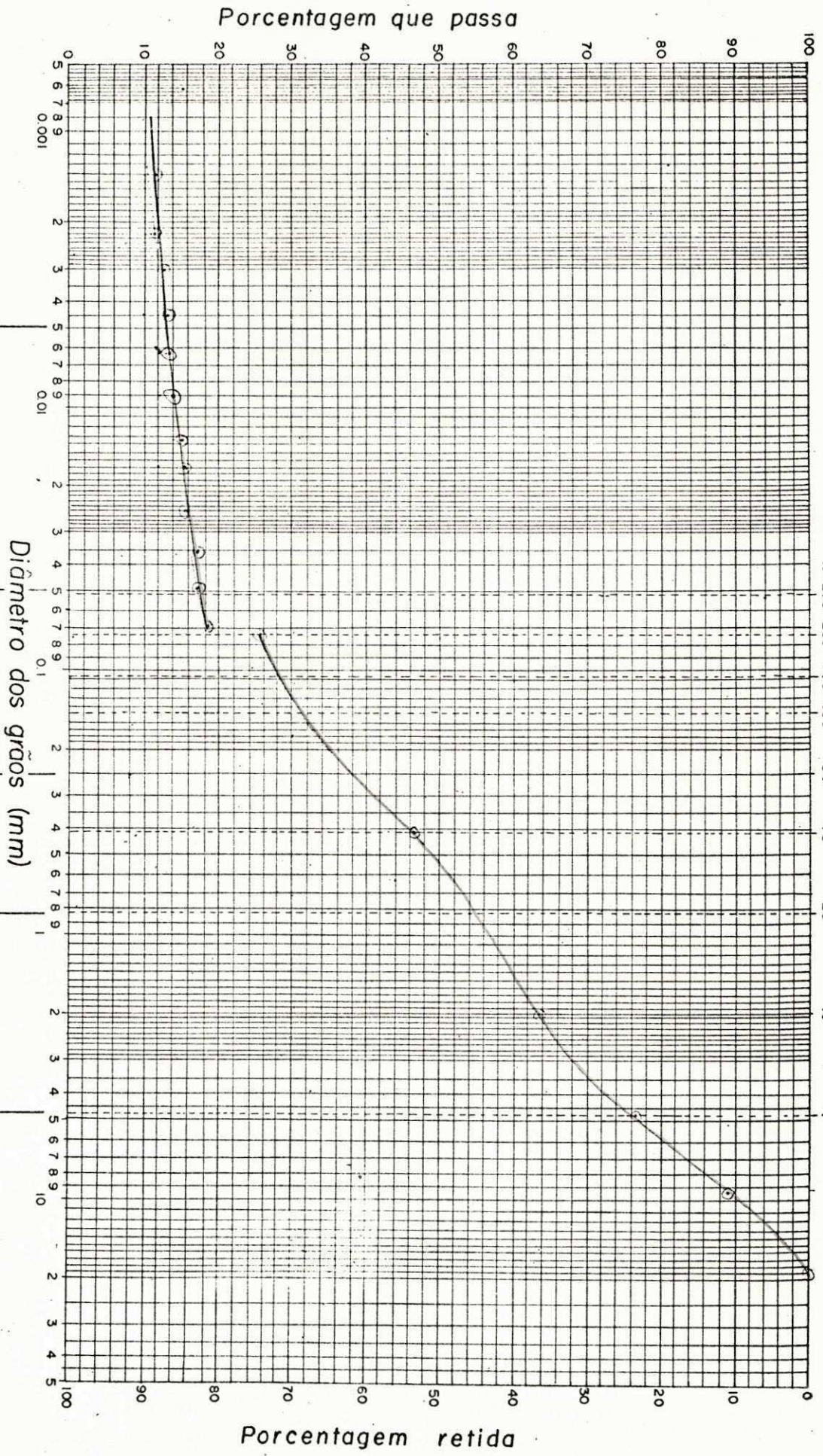
secagem ao ar. Solo Natural - 1

UFPb - C. C. T. - DEC

GRANULOMETRIA

Nº 270 200 140 100 60 40 20 10 4 2

Peneiras (ASTM)



CLASSIFICAÇÃO
A.B.N.T.

Argila

Silte

Areia Fina

Areia média

Areia grossa

Pedregulho

Dímetro dos grãos (mm)

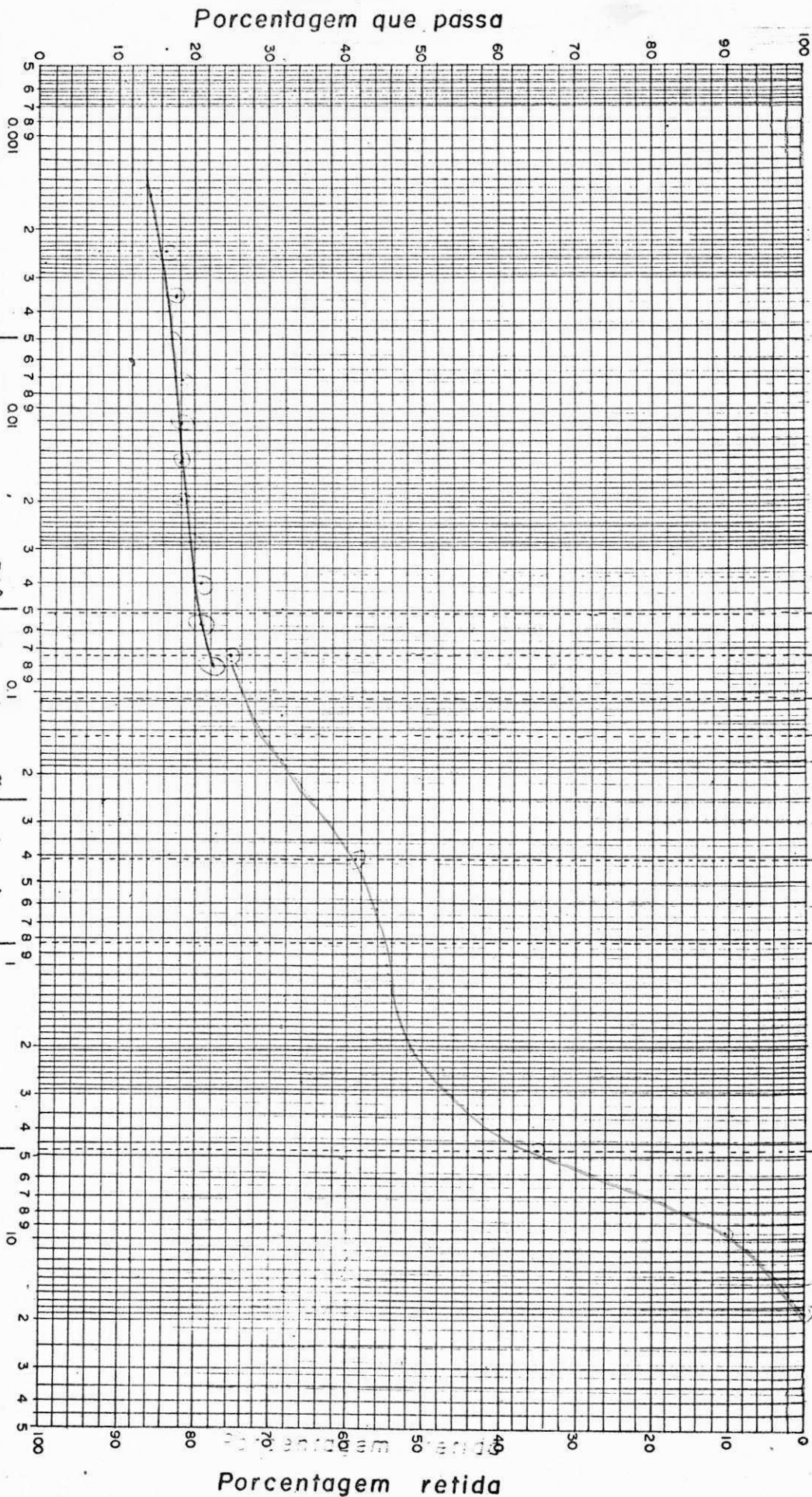
JP-PB

Seagem ao ar - SOLA NATURAL-3

UFPb - C.C.T. - DEC

GRANULOMETRIA

Nº 270 200 140 100 60 40 20



CLASSIFICAÇÃO
A.B.N.T.

Argila	Silte	Areia Fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho
--------	-------	------------	-------------	--------------	------------

MAPA

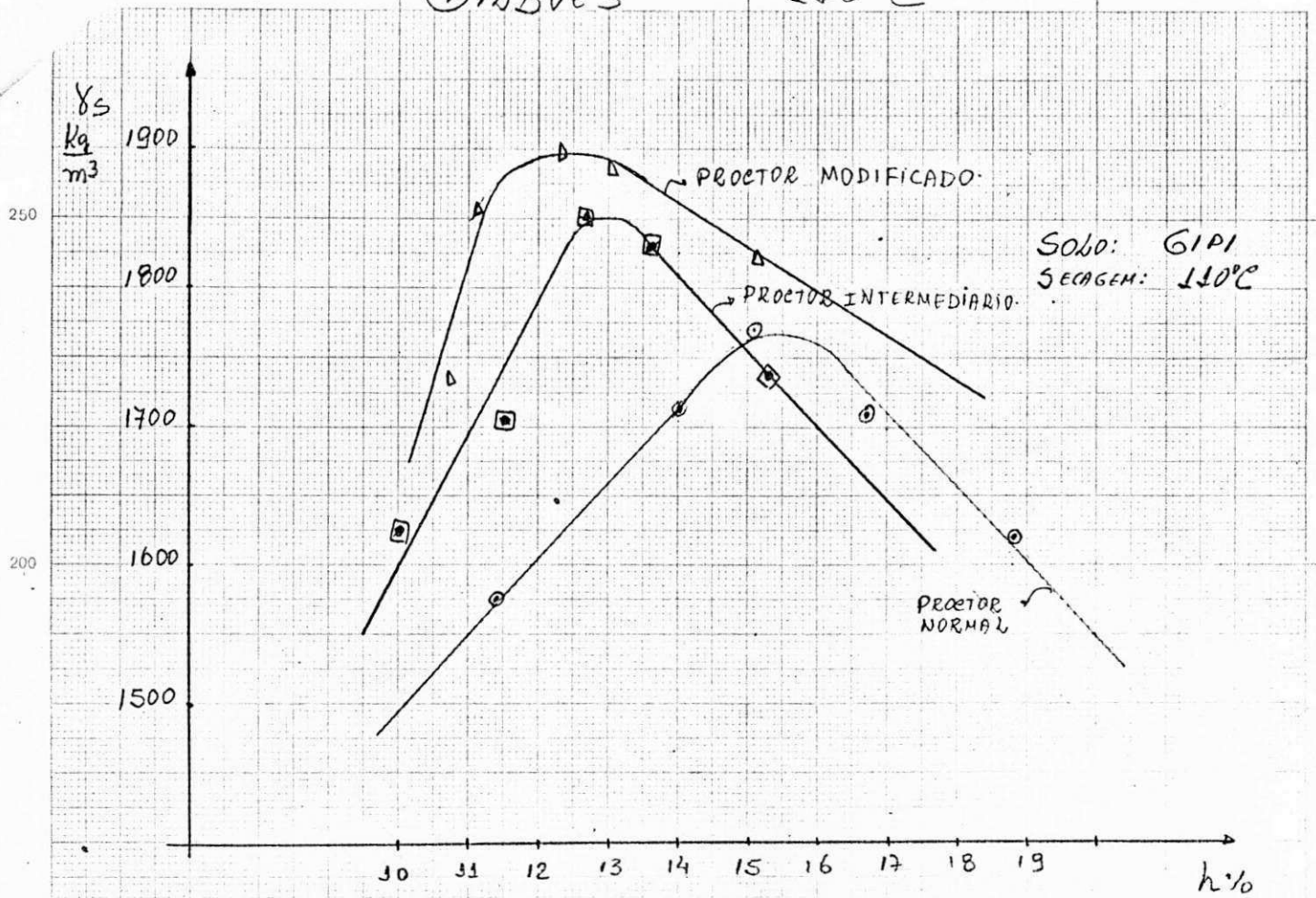
saçaguá em sa - Solo Naturock 23

UFPPb - C.C.T. - DEC

GILBUES

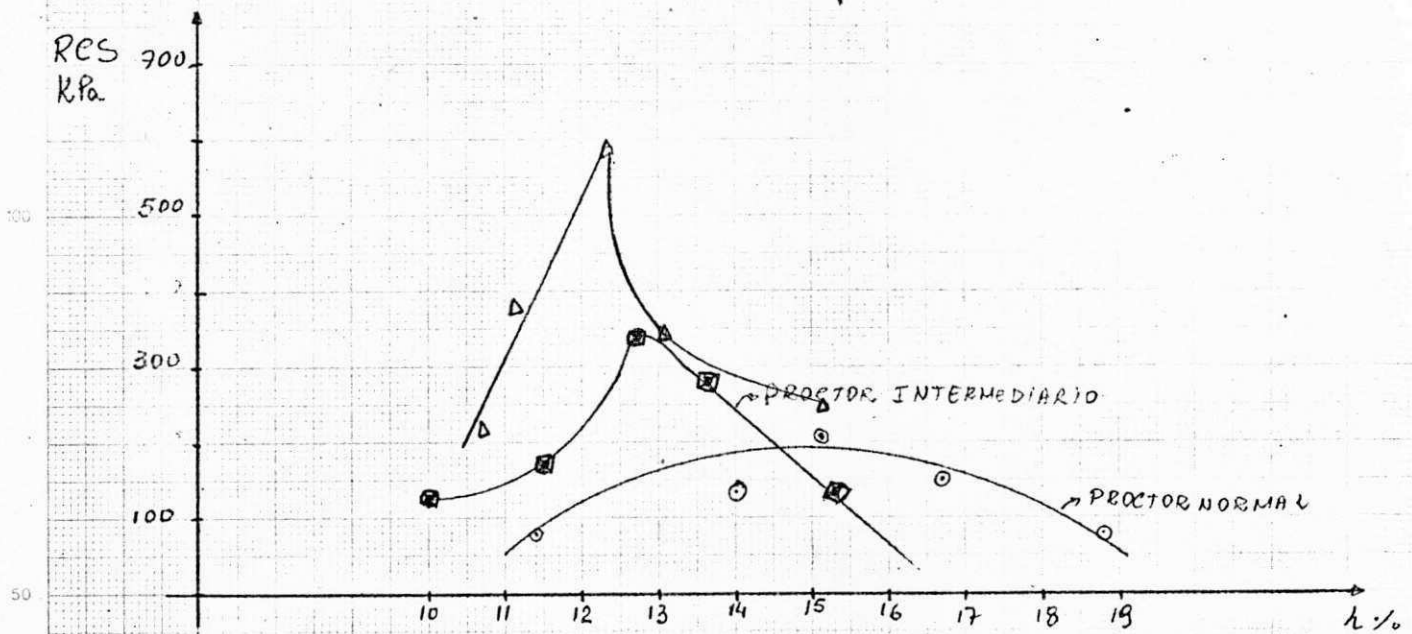
110°C

X

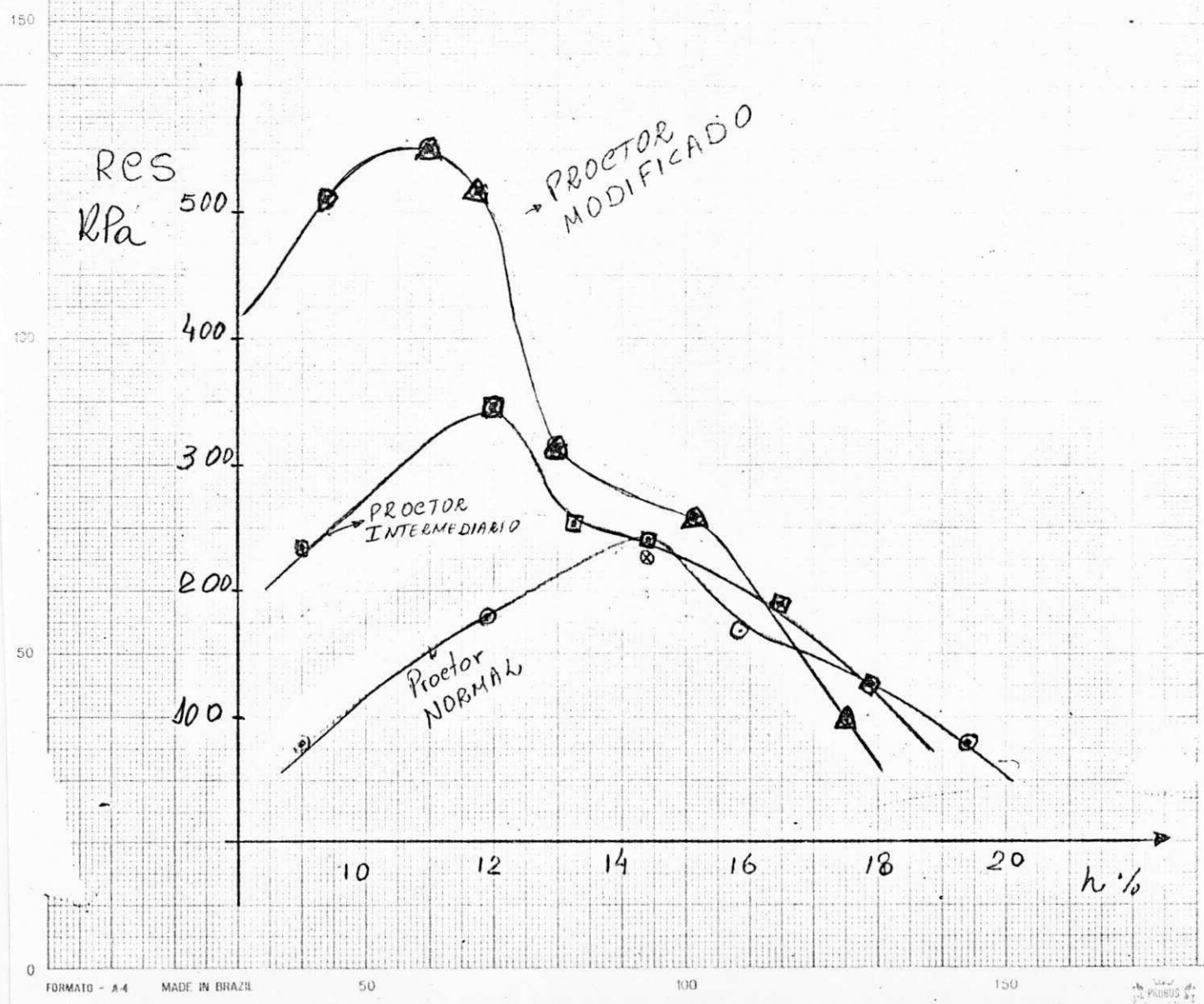
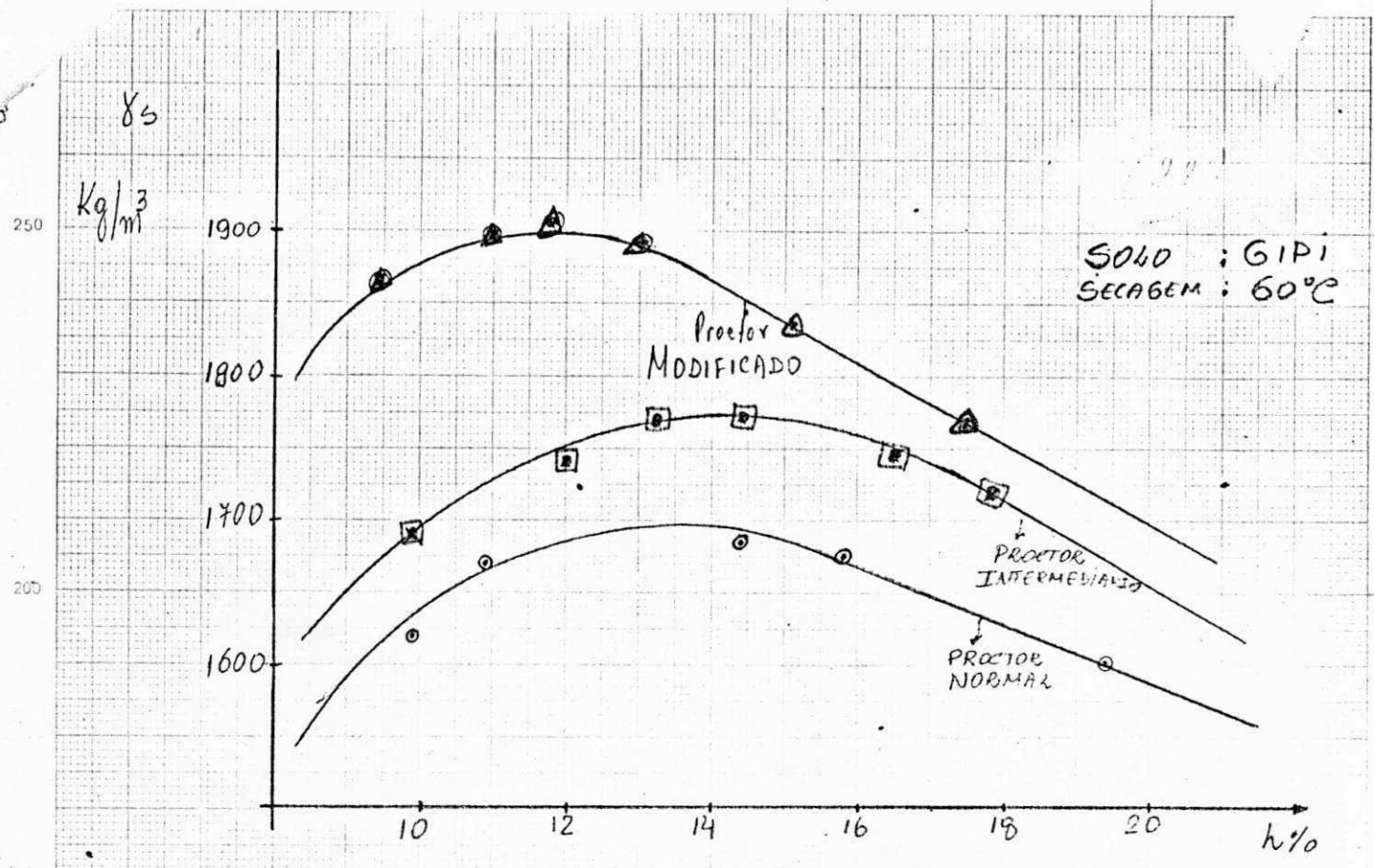


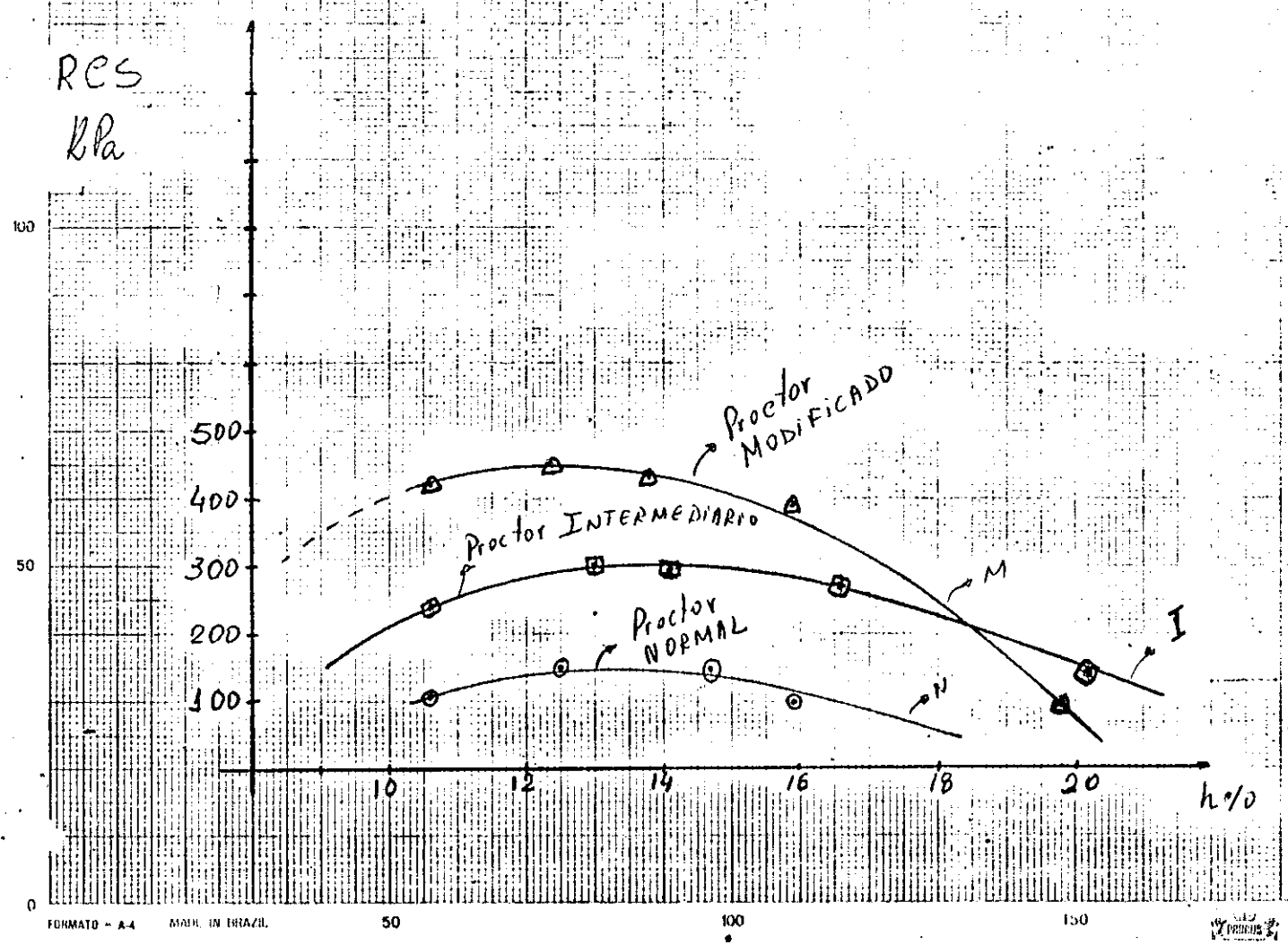
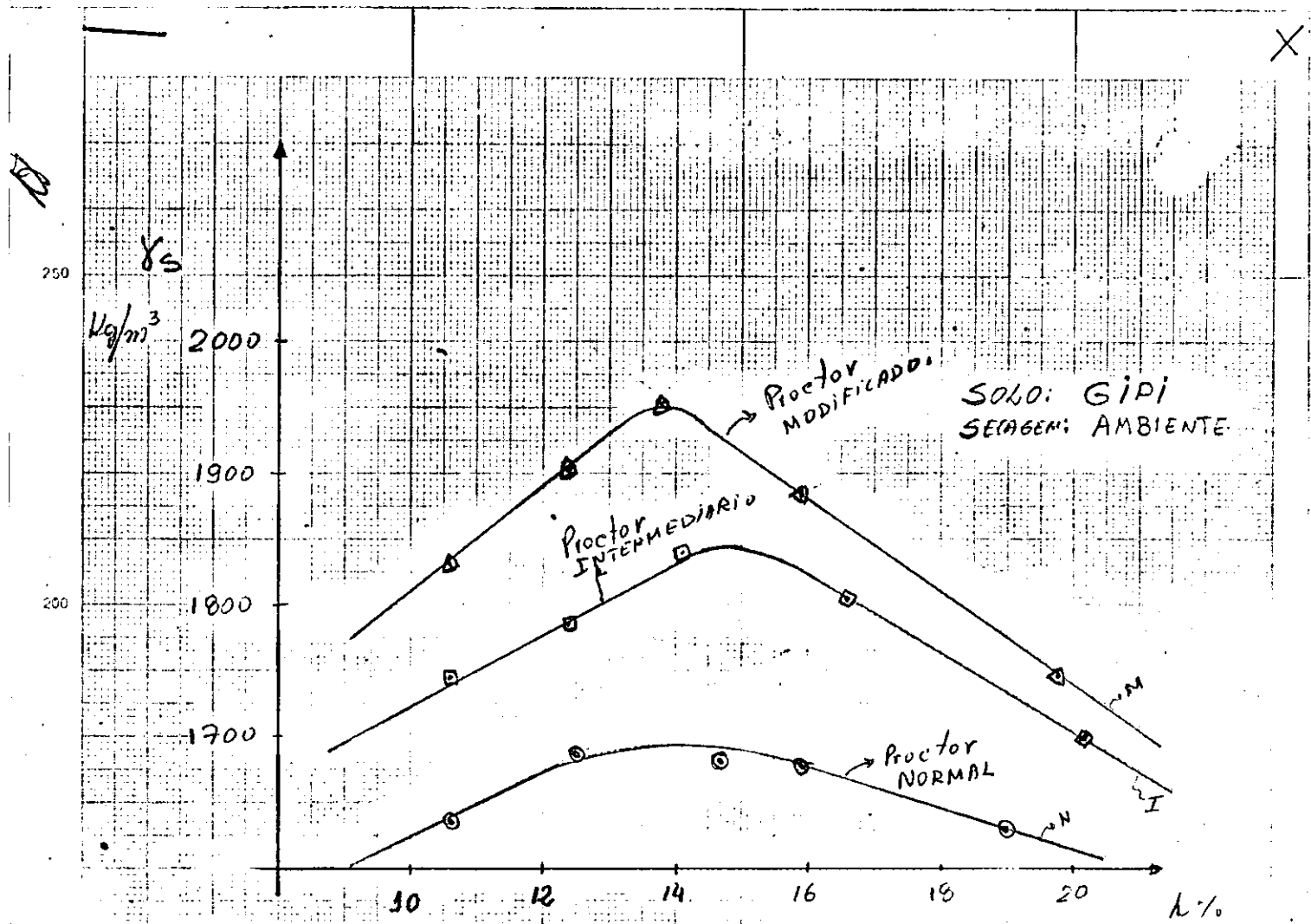
Solo: GIPI
Secagem: 110°C

RES
kPa

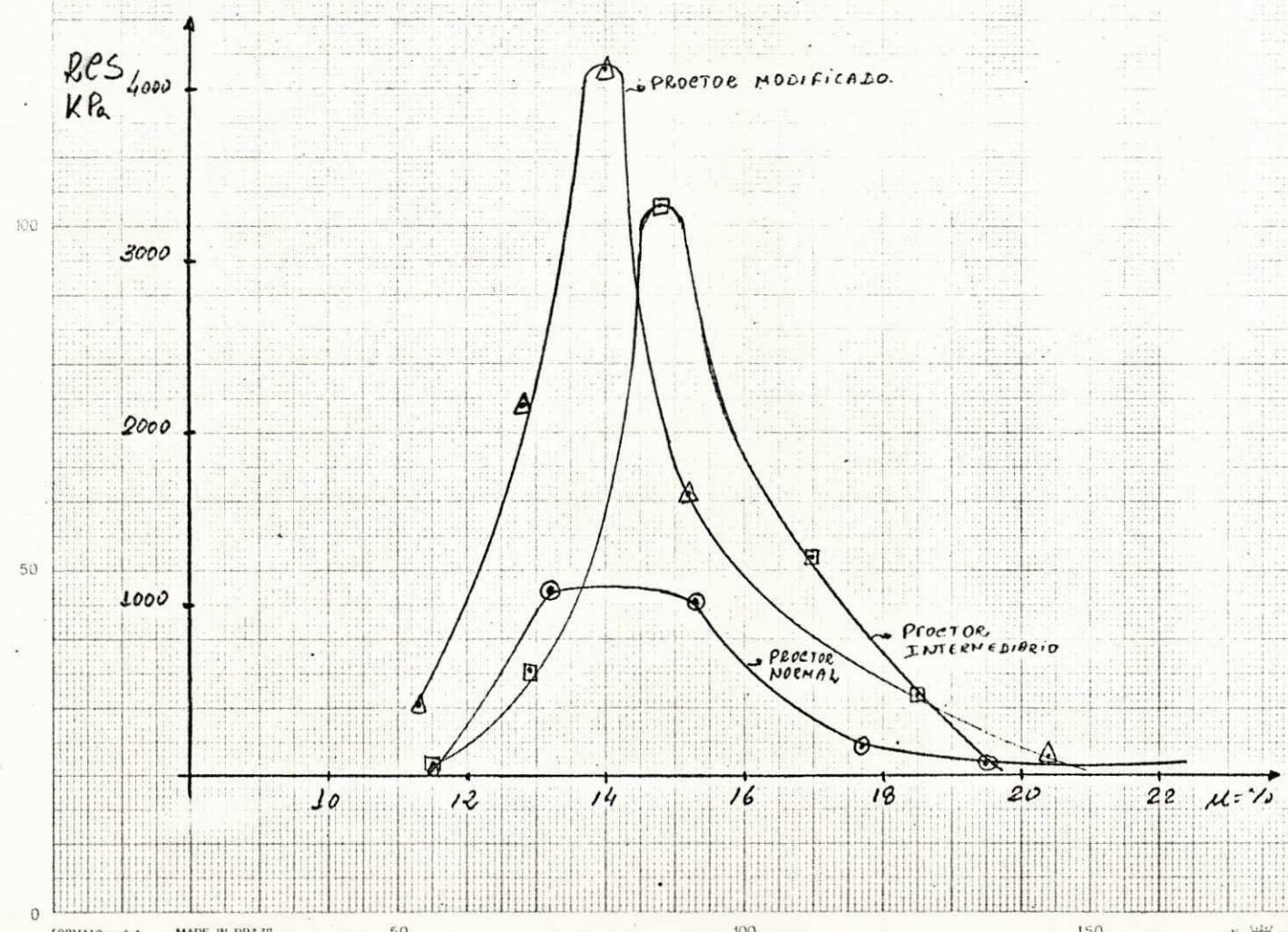
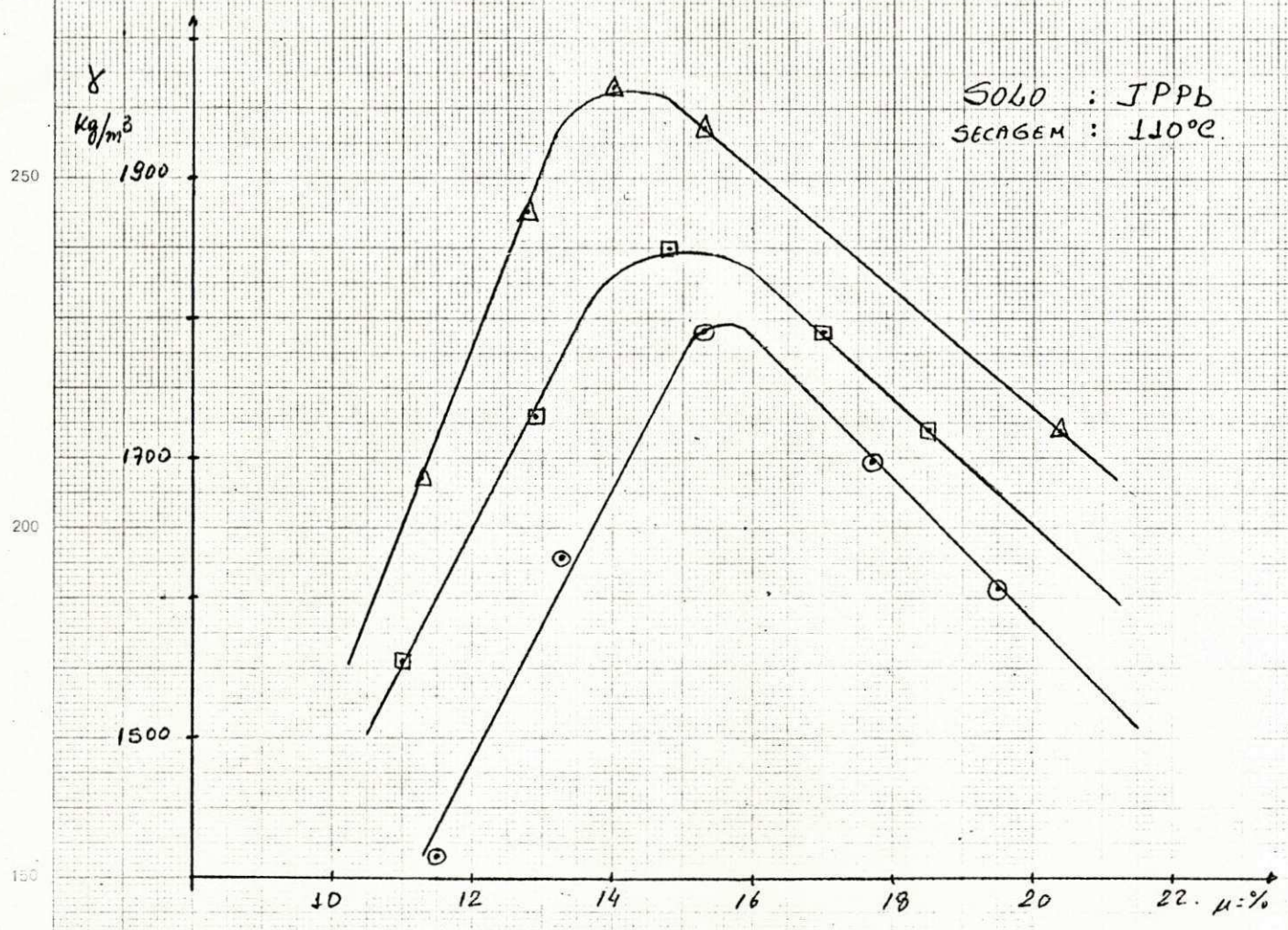


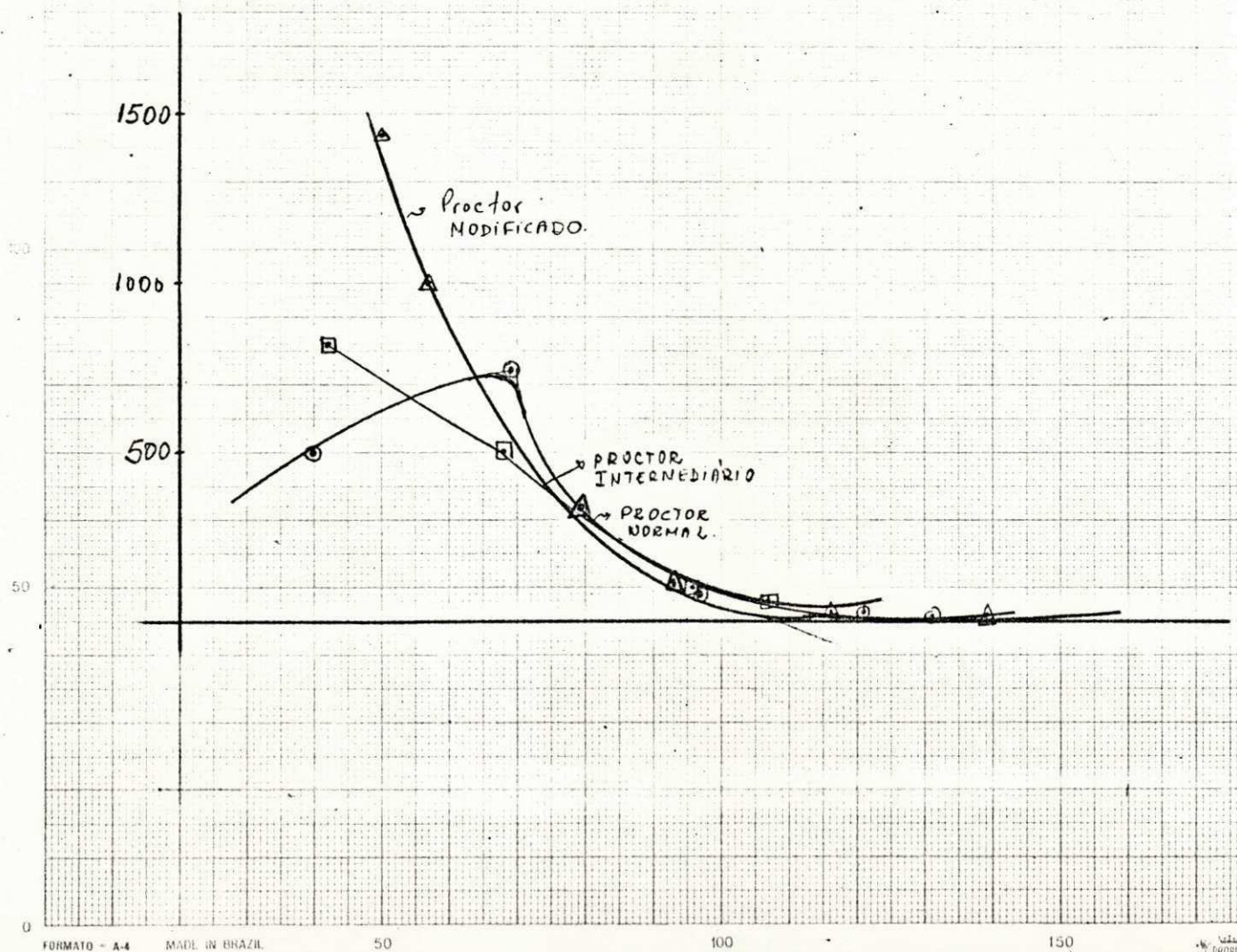
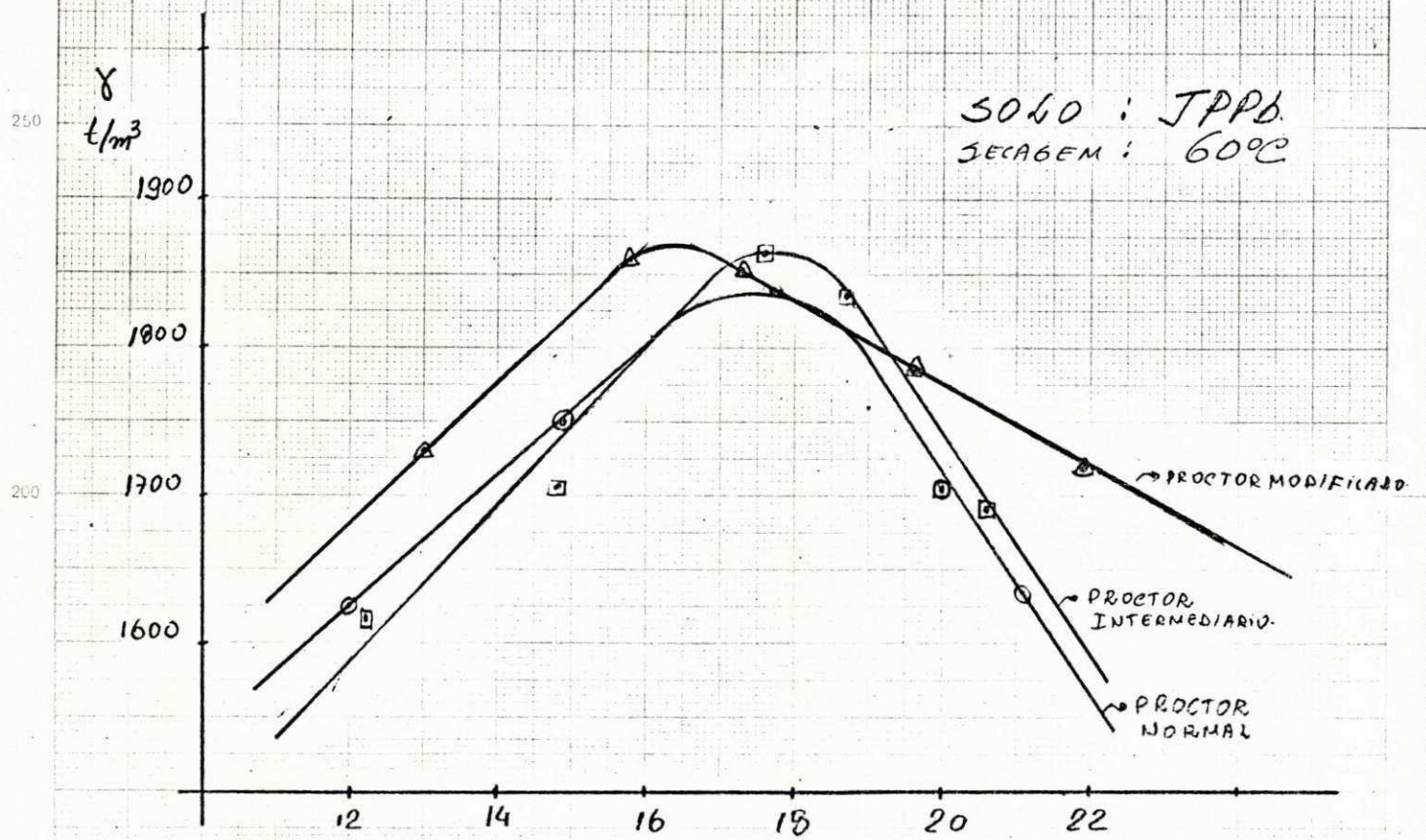
X

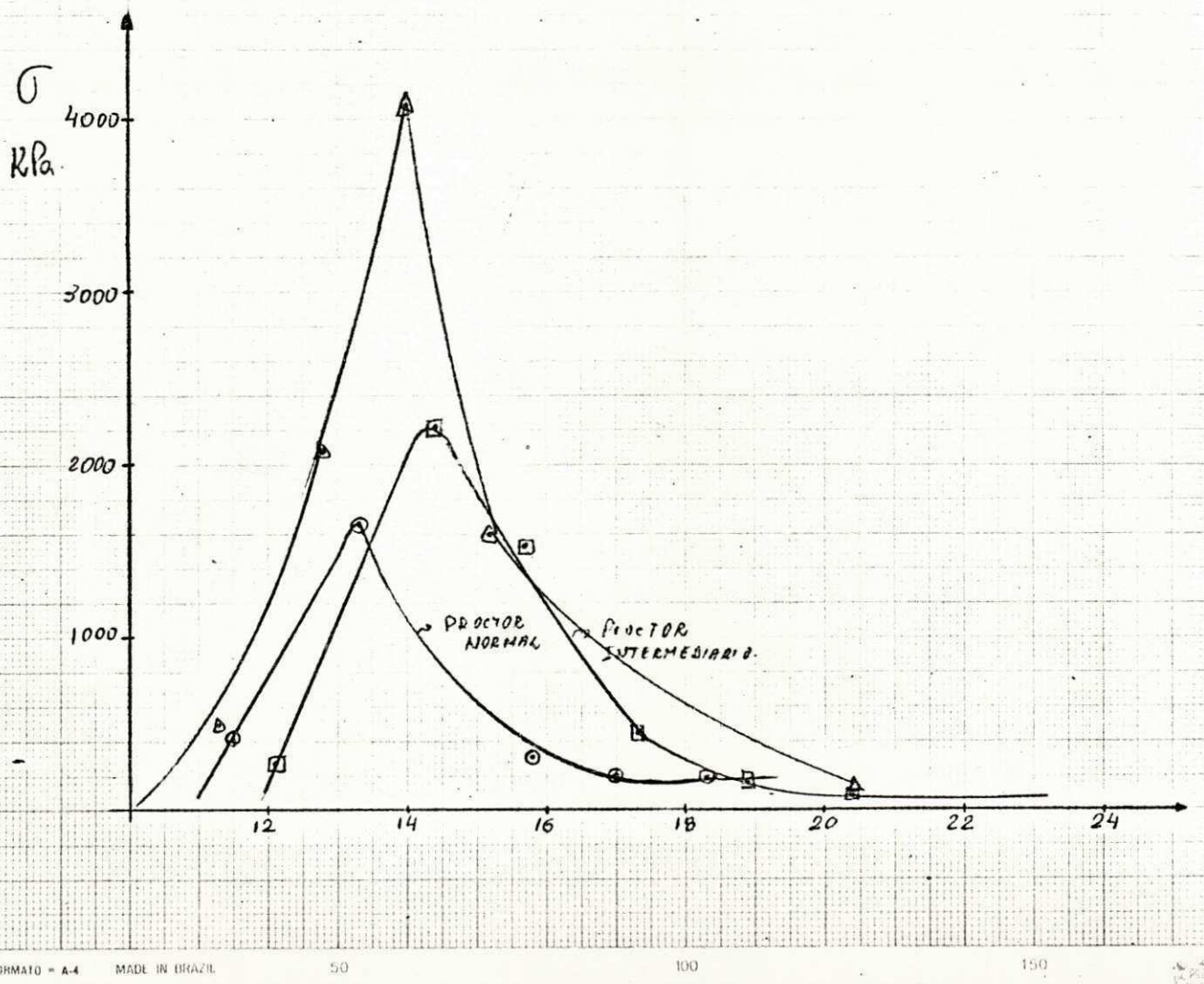
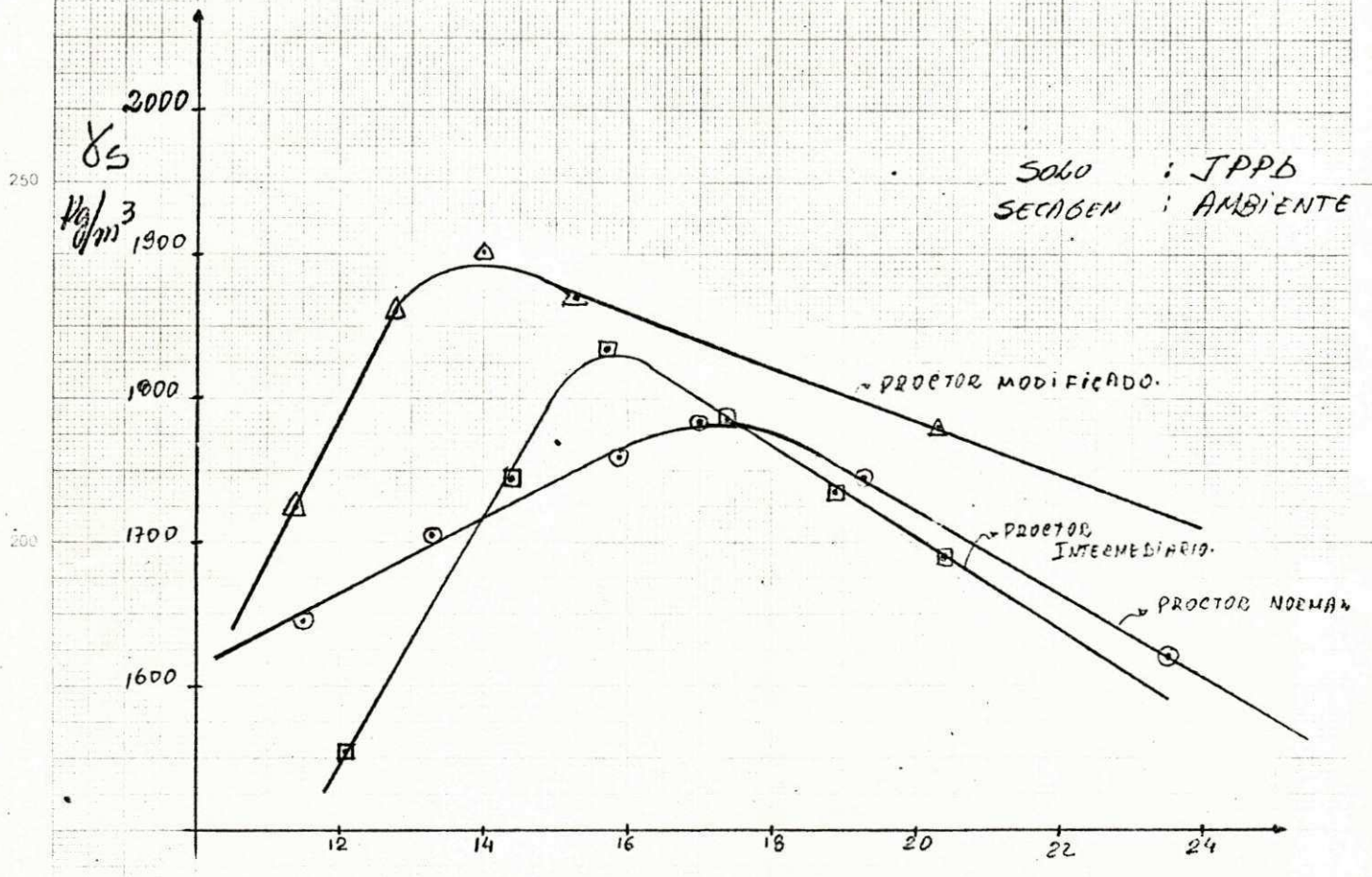




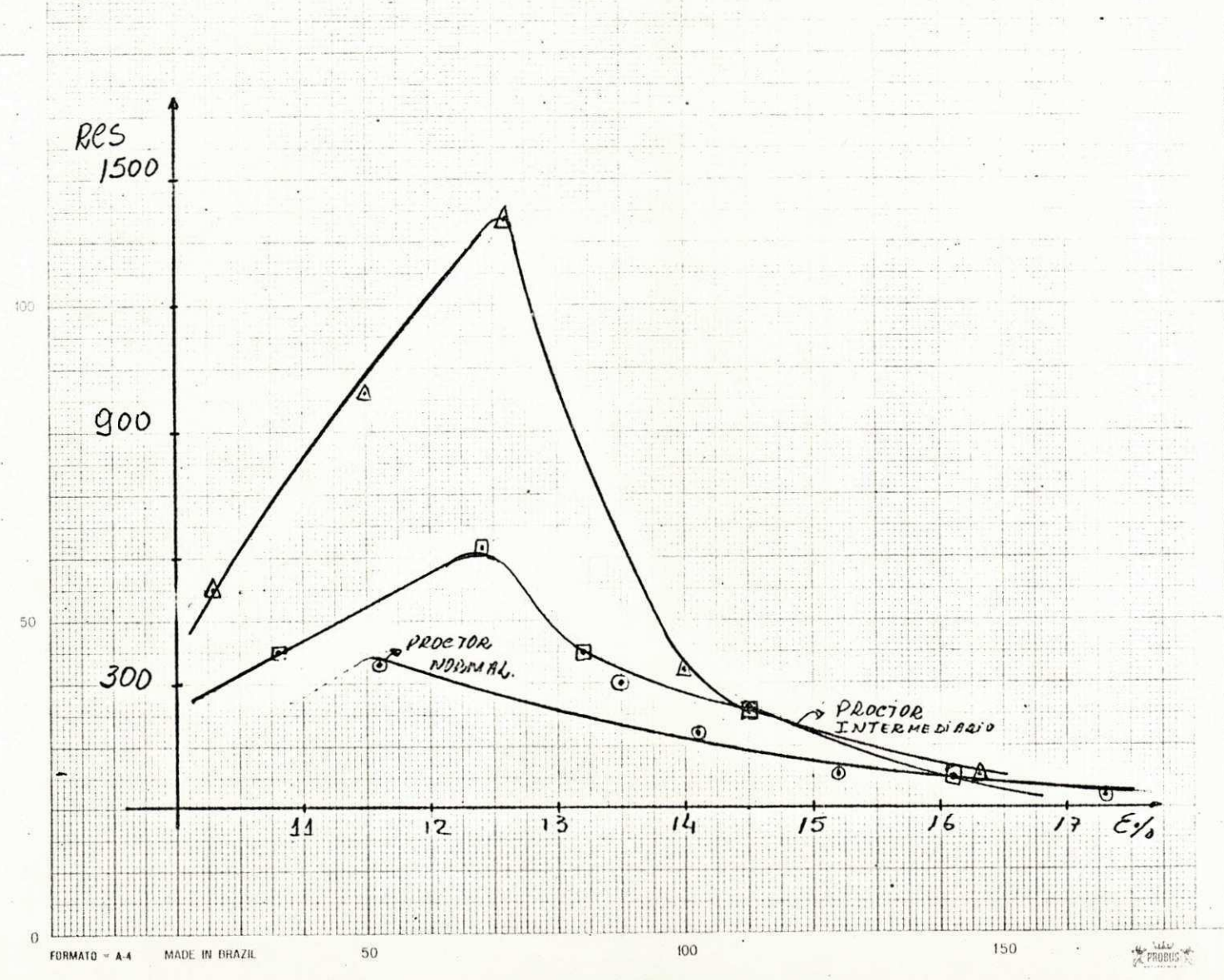
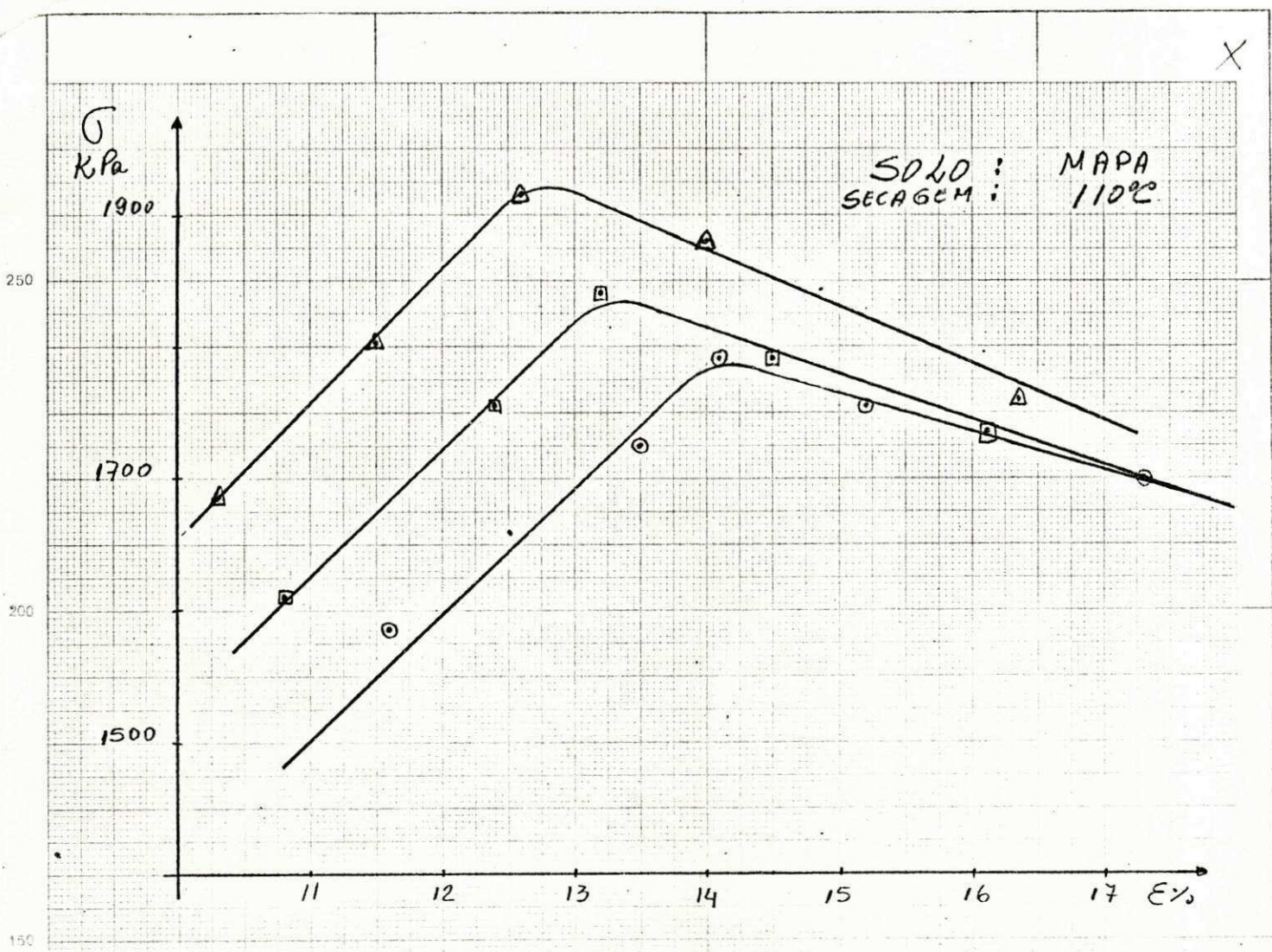
X



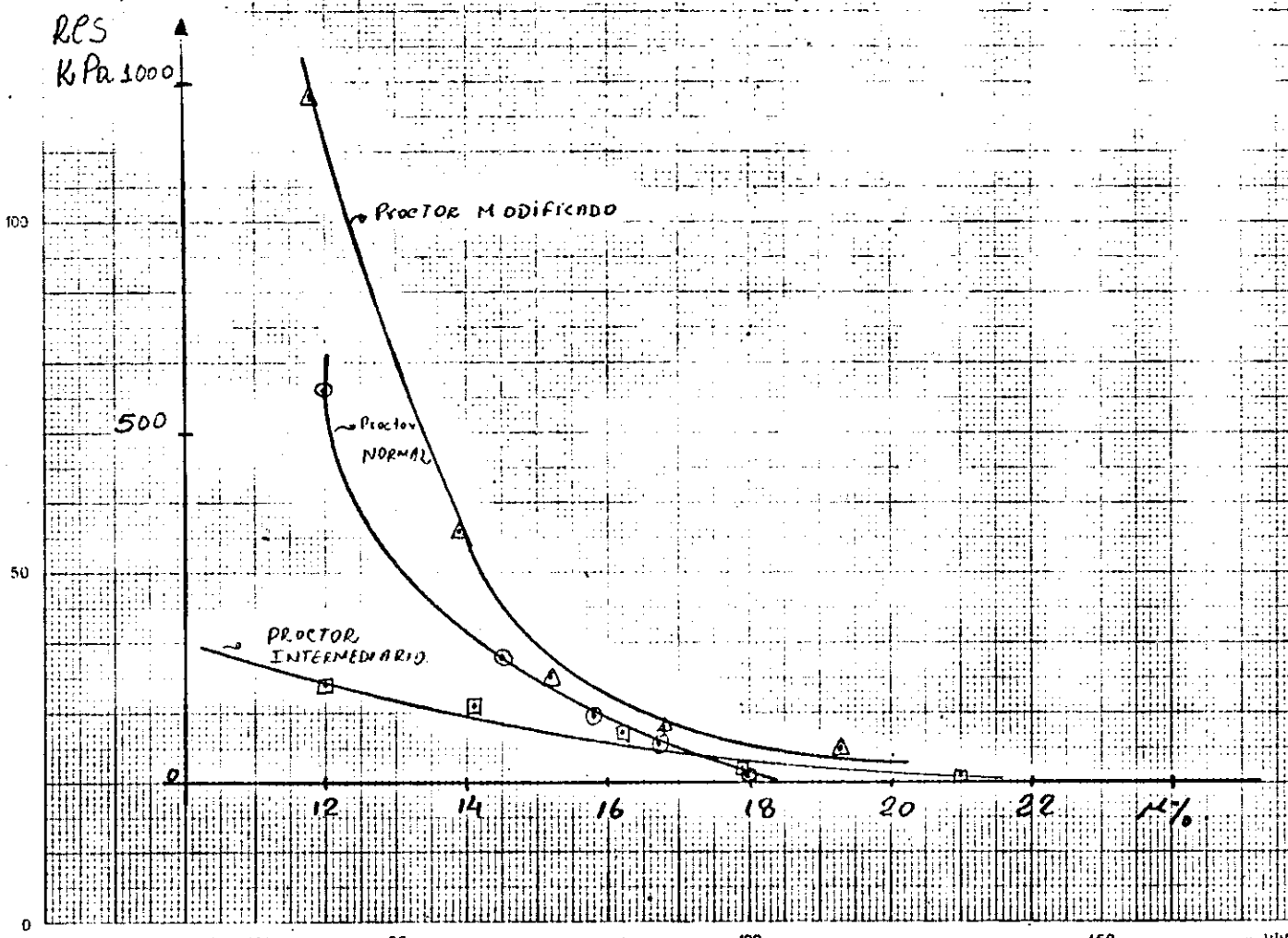
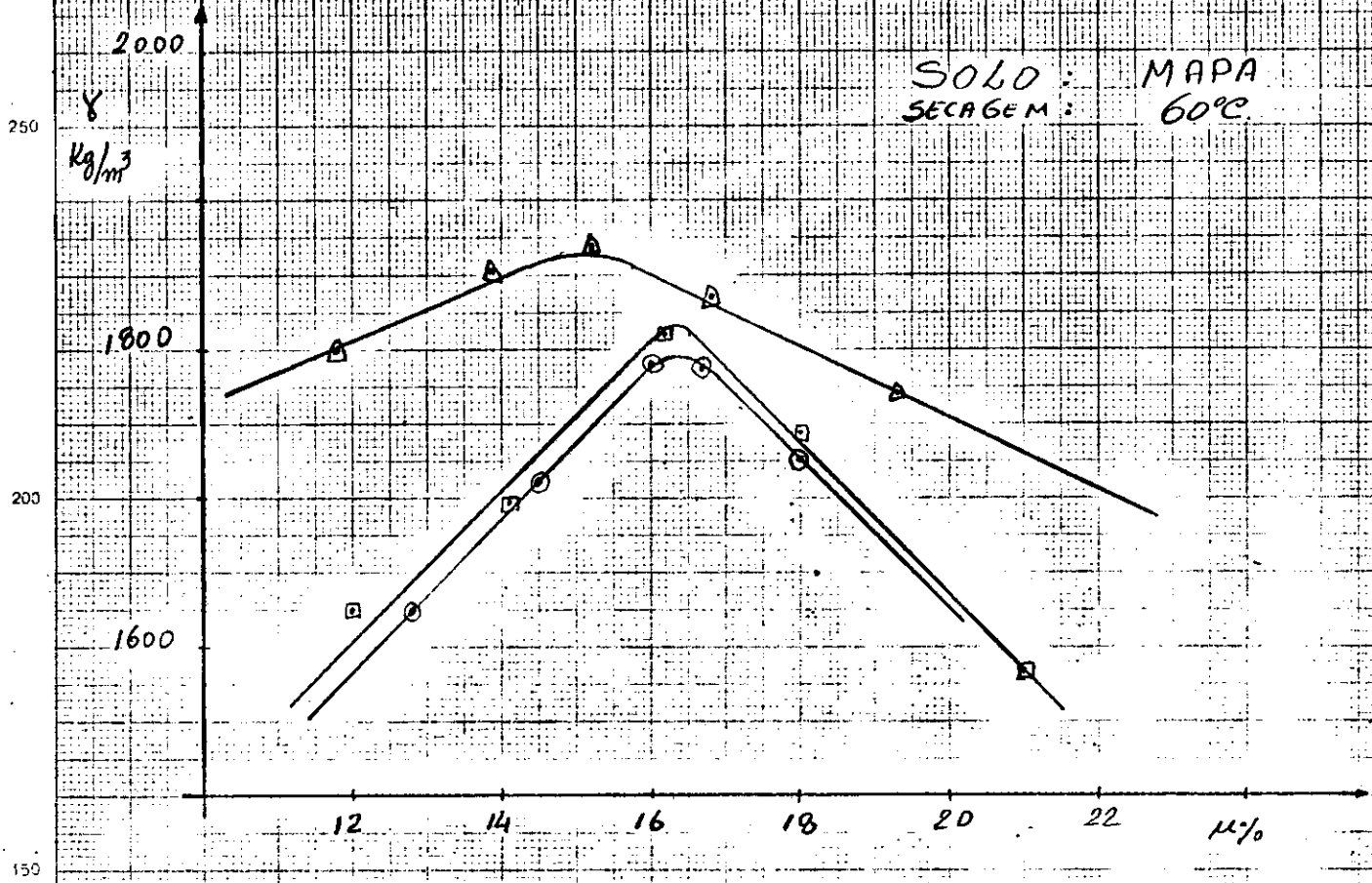




X



SOLO : MAPA
 SECAGEM : 60°C



SOLO: MAPA
SECAGEM: AMBIENTE

