



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM
=====

ANTEPROJETO PARA BENEFICIAMENTO DE CAULIM

SÃO PAULO, OUTUBRO/73

I-96

CPRM - SEDOTE
ARQUIVO TÉCNICO

Relatório n.º 1373

N.º de Volumes: 1 V: -5

phl 009333

Í N D I C E

=====

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	ASPECTOS TÉCNICOS	2
2.1	Localização	2
2.2	Processo de beneficiamento	2
2.3	Dados básicos	3
2.4	Desenvolvimento	4
2.5	Descrição geral do anteprojeto	5
2.5.1	Alimentação	5
2.5.2	Ciclonagem	6
2.5.3	Espessamento e alvejamento	7
2.5.4	Filtragem, secagem e expedição	7
2.5.5	Água de processo	8
2.5.6	Instalações elétricas	8
3.	INVESTIMENTO	10
3.1	Equipamentos	10
3.2	Obras civis	10
3.3	Montagem	11
3.4	Transporte	11
3.5	Engenharia, desenvolvimento de processo e acompanhamento da implantação	12
3.6	Resumo dos investimentos	12
4.	CUSTOS DE PRODUÇÃO	14
4.1	Custos diretos	14
4.2	Custos indiretos	17

5.	CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO	21
6.	CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO	22
7.	EQUIPAMENTOS	23
	7.1 Nacionais	23
	7.2 Importados	23
	7.3 Motores	24
	7.4 Relação de peso e potência da instalação	25
8.	ESPECIFICAÇÃO SUMÁRIA DOS EQUIPAMENTOS	29
9.	FLUXOGRAMA DE BENEFICIAMENTO DE CAULIM	44
10.	ANEXO: RELATÓRIO DOS TESTES DE CAULIM	

1. INTRODUÇÃO

O empreendimento, objeto deste estudo, visa à im-
plantação de instalação industrial para o beneficiamento
de caulim para a produção de concentrado que atenda às es-
pecificações para a indústria de papel.

A capacidade total da instalação será aproxima-
damente de 30.000 toneladas por mês de produto beneficia-
do, com caulim de procedência do Rio Capim (Parã).

A concepção básica do projeto visa produzir con-
centrado eliminando a fração maior que 44μ . A fração me-
nor que 44μ é subdividida em dois produtos granulomêtri-
cos distintos, destinados para carga e cobertura de papel,
intercalados de um processo de alvejamento. Para o rendimen-
to dos produtos no processo tomamos por base:

		(% massas)
caulim beneficiado	carga	55
	cobertura	20
rejeito		<u>25</u>
		100

2. ASPECTOS TÉCNICOS

2.1 Localização

Embora não tenhamos visitado a área da mina, preliminarmente a usina de beneficiamento ficará localizada próxima à jazida.

Esta localização, à primeira vista, justifica-se pelas seguintes condições gerais:

- Existência de água em abundância na área;
- Como a relação de concentração deste material é relativamente baixa, isto é, a relação concentrado para ganga estará aproximadamente em torno de 3:1, justifica-se a colocação da instalação de beneficiamento próximo à área de lavra, evitando o transporte de carga inútil que onera o produto beneficiado. Pelas informações orais que temos, os sistemas energético e de transporte são precários; entretanto, esse é um item pendente que, devido à natureza do presente trabalho, não foi levado em questão.

2.2 Processo de beneficiamento

Para processo de beneficiamento, procurou-se levar em conta todos os fatores ponderáveis, nesses inclui

dos, de maneira especial as características do caulim a beneficiar e a natureza das impurezas a remover.

Para isto foram conduzidas experiências de laboratório e que deverão ser detalhadas futuramente em instalação-piloto descontínua e, posteriormente, contínua. Esta fase experimental servirá também para o estabelecimento de dados operacionais e de engenharia, necessários ao desenvolvimento do projeto.

Os testes executados indicam a aplicabilidade do caulim para carga de papel. Para cobertura, porém, necessita da continuidade do trabalho para definições que atendam à especificação exigida no mercado.

As etapas do processo constituem-se em operações de desagregação, peneiramento, espessamento e filtração, dispersão, floculação, alvejamento, necessárias à obtenção de caulim beneficiado.

2.3 Dados Básicos

A obtenção de 30.000 toneladas por mês de caulim beneficiado, capacidade prevista no projeto, obriga, considerando-se uma recuperação em massa sobre a alimentação de 75%, a uma alimentação de 40.000 toneladas por mês de matéria-prima bruta.

Considerando trabalho em três turnos de 8 horas, 6 dias por semana, obteremos uma média mensal de aproximadamente 600 horas trabalhadas. Desta forma teremos:

$$40.000 : 600 = 67 \text{ t/hora da alimentação da planta.}$$

2.4 Desenvolvimento do Processo

Conforme já indicado no item 2.2, foram executados alguns ensaios de laboratório que indicam a aplicabilidade dos processos de beneficiamento de minério para matéria-prima ora focalizada.

Paralelamente a estes estudos iniciais, foi realizada uma extensa pesquisa bibliográfica que possibilitou a visualização das possibilidades de tratamento do caulim pelo processo ora apregoado.

Contudo será necessário estabelecer uma série de trabalhos experimentais de laboratório, primeiramente em escala descontínua e, posteriormente, em escala contínua para estabelecer os parâmetros e dados de engenharia para o projeto básico da planta industrial.

Este programa estará subdividido em duas etapas de aproximadamente três meses cada uma.

Na primeira etapa daremos continuidade aos testes de ciclonagem e preparação de amostras para ensaios posteriores que definem a qualidade do produto.

Na segunda etapa do estudo, procurar-se-á integrar o processo em escala-piloto de laboratório, obtendo-se os dados de engenharia para projeto, comprovando-se também a viabilidade do processo ora esquematizado.

2.5 Descrição geral do Anteprojeto

Tentando facilitar a descrição do anteprojeto e das soluções viabilizadas nos primeiros testes de experimentação do processo, as operações diversas foram divididas em seções, que, resumidamente, abordaremos a seguir.

Para maior facilidade de compreensão, estamos anexando um fluxograma aproximado do processo viabilizado.

2.5.1 Alimentação

Supondo que a lavra da jazida é por desmonte hidráulico, a alimentação da usina será efetuada por caulim na forma de polpa bombeada diretamente para uma peneira rotativa, para retirada de impurezas vegetais e/ou mine

rais de granulometria grosseira. Após essa operação, a polpa é dirigida para um conjunto de células de atrição que promoverão uma violenta agitação da polpa e conseqüente aumento da superfície específica. Em seguida é encaminhada ao espassador que, através de sua flexibilidade, regula o fluxo de sólidos para as etapas posteriores, capaz de suportar os picos de produção na lavra.

O caulim desagregado e disperso passará novamente por segunda fase de desagregação para promover uma melhor eficiência na ciclonagem.

2.5.2 Ciclonagem

O material da segunda fase de desagregação na forma de polpa é recalcado por uma bomba de polpa até uma bateria composta de três hidrociclones de 250 mm de diâmetro cada.

O "overflow" desta bateria irá para um hidro-separador que terá a função de classificação do caulim para carga e cobertura de papel.

O outro produto da bateria de ciclones, isto é, o "underflow" que corresponderá ao material granulometricamente maior, juntamente com a fração retida da peneira, será considerado rejeito e empilhado em lugar apropriado.

2.5.3 Espessamento e Alveamento

O produto resultante do "overflow" do hidroclasificador, fração esta a -2 u, com auxílio de floculantes adequados, é dirigido a um espessador e, numa conveniente porcentagem de sólidos, alimenta um tanque condicionador de polpa em série, onde serão adicionados reagentes químicos apropriados para o processo de alveamento. A fração (-44 u e +2 u), já retirada espessada do hidroclassificador, destinada para carga de papel, é dirigida, diretamente, para o tanque de alveamento.

2.5.4 Filtragem, Secagem e Expedição

Da fase de alveamento, a polpa, com 50% de sólidos, fluirá para um filtro de tambor, produzindo um bolo filtrado com cerca de 15% de água. Para maior recuperação dos finos de caulim, existirá uma maromba fechando o circuito com o filtrado.

Da filtragem o concentrado será transferido, por um transportador de rosca, para um secador, tipo secador rápido de argila, aquecimento indireto, com recuperação de finos por ciclonação. Os gases quentes serão produzidos em um gerador de gases, alimentado por óleo combustível, tipo A.P.F..

Para esse tipo de secador eventualmente será ne

cessário equipamento auxiliar de resfriamento, e o caulim seco será armazenado em silos metálicos e/ou ensacado e expedido.

2.5.5 Água de Processo

Para o abastecimento da água de processo, será construído um reservatório com capacidade que atenderá à planta de concentração localizado em nível superior ao da usina, sendo a água captada em rio próximo ao local da usina.

Além dessa água de processo existirá uma linha de água potável e para equipamentos.

2.5.6 Instalações Elétricas

A carga prevista para esta instalação é a seguinte:

nº de motores	HP inst.	kVA A(380 V)
74	≅ 1600	2 x 700

A energia elétrica para a instalação deverá ser alimentada pelo grupo gerador diesel sem auxílio de um transformador e com uma potência prevista de 1400kVA.

A fim de reduzir os custos de instalação, bem como facilitar os serviços de manutenção, os painéis de distribuição serão localizados o mais próximo possível dos centros de carga.

Os painéis, em chapa de aço, completamente blindados, abrigarão o equipamento de proteção dos motores, ou seja, fusíveis, contadores e relés de proteção, contra sobrecarga, bem como a saída do ramal alimentador dos motores.

Os painéis conterão ainda as botoeiras "liga-desliga", bem como as lâmpadas de sinalização e amperômetros.

Por motivos de segurança e também para permitir o acionamento dos motores no local, recomenda-se a instalação de uma chave seletora nas proximidades de cada motor, o que permite o seu funcionamento ou desligamento no local e independente do comando centralizado.

A interligação entre a subestação e os painéis de distribuição será feita em instalação subterrânea com cabos protegidos por manilhas.

A ligação dos motores será feita com eletrodutos embutidos no piso ou instalados nas estruturas dos edifícios ou máquinas.

3. INVESTIMENTO

Para o cálculo do investimento em ativo fixo obti_{mos} cotações de preço de equipamentos nacionais, importa_{dos} e de mecanismos por nós projetados.

Para os equipamentos importados e demais dados fi_{nanceiros} adotou-se a taxa cambial de conversão seguinte:

$$\text{US\$ 1.00} = \text{Cr\$ 6,20}$$

3.1 Equipamentos

	Cr\$	TOTAL Cr\$
- mecânicos:	10.701.280,	
- elétricos:	<u>224.234,</u>	10.925.514,

3.2 Obras Cíveis

Adotando critério válido para ins_{talação} congênere de beneficiamen_{to} de minério, podemos admitir o

investimento de obras civis igual
a 15% do valor do investimento em
equipamentos 1.638.827,

3.3 Montagem

Elementos de ligação, bicas e ca
lhas: admitidos 5% sobre o inves-
timento em equipamentos 546.276,

Elementos de ligação dos motores:
admitimos montado Cr\$ 750,00/HP
instalado: 750 x 1586= 1.189.500,

Hidromecânica, admitimos para es
te item o índice Cr\$ 2.500,00/ton
Peso dos equipamentos: 628 ton.
Adicional 20% 132 ton.
760 ton.
2.500 x 760= 1.900.000,
SUBTOTAL 3.635.776,

3.4 Transporte

Admitindo-se uma distância média pa

ra transporte dos equipamentos de 1.500 km., até o local da jazida e índice de: Cr\$ 0,28/ton.km, temos:

Peso dos equipamentos:	628 ton.	
Adicionais 20%	<u>132 ton.</u>	
	760 ton.	
0,28 . 1.500 x 760	=	319,200,

3.5 Engenharia, Desenvolvimento do Processo e Acompanhamento da Implantação.

Estimamos que o investimento neste item será aproximadamente igual a 10% do investimento em equipamentos, obras civis e instalações, ou seja:

equipamentos:	10.925.514,	
obras civis:	1.638.827,	
montagem:	<u>3.635.776,</u>	
	16.200.117,	
10%		1.620.000,

3.6 Resumo dos Investimentos

Equipamentos:	10.925.514,
Obras civis:	1.638.827,
Montagem:	3.635.776,

Transporte..... 319.200,

Engenharia e desenvolvimento
de processo 1.620.000,

18.139.317,

=====

4.1 CUSTOS DE PRODUÇÃO

4.1.1 Custos diretos

4.1.1.1 Matéria-prima

Estimamos um custo de lavra em Cr\$ 6,80/t caulim bruto.

Admitindo-se a relação de concentração de 75 % (55 + 20), temos:

$$\frac{6,80}{0,75} \cong \text{Cr\$ } 9,10/\text{t caulim beneficiado (tcb).}$$

OBS.: Supomos que a usina de beneficiamento fica próxima à jazida.

4.1.1.2 Energia elétrica

Estimamos o consumo em 28 kWh/t.c.b.

Preço estimativo do gerador próprio Cr\$ 0,43/
/ kWh.

$$\text{Custo: } 28 \times 0,43 = \text{Cr\$ } 12,00/\text{t.c.b.}$$

4.1.1.3 Desgaste de equipamentos

Consumo estimado: 0,03/t.c.b.

Preço estimado: Cr\$ 120,00/kg

$$\text{Custo: } 0,03 \times 420 = \text{Cr\$ } 3,6/\text{t.c.b.}$$

4.1.1.4 Lubrificantes

Consumo adotado: 0,130 kg

Preço estimado: Cr\$ 5,50/kg

Custo: $0,13 \times 5,50 = \text{Cr}\$0,71/\text{t.c.b.}$

4.1.1.5 Reagentes

a) Floculante: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ e/ou similar

Consumo: 800 g/t

Preço adotado: Cr\$ 0,90/kg

Custo: $0,8 \times 0,900 = \text{Cr}\$ 0,72/\text{t.c.b.}$

b) Alvejantes: ZnS_2O_4 e/ou similar

Consumo estimado: 1.200 g/t

Custo: $1,200 \times 0,70 = \text{Cr}\$ 0,84/\text{t.c.b.}$

c) Dispersante: Metafosfato de sódio e/ou similar

Consumo estimado: 1.500 g/t

Custo: $1,5 \times 0,85 = \text{Cr}\$ 1,28 \text{ g/t}$

4.1.1.6 Análise físico-química

Estimamos em Cr\$ 0,20/t.c.b.

4.1.1.7 Mão-de-obra direta

<u>MINA</u>	Nº	Salário Unitário Cr\$	Salário Mensal
encarregado	3	1.200,00	3.600,00
operadores	6	900,00	5.400,00
 <u>USINA</u>			
- alimentação operadores	3	600,00	1.800,00
- desagregação e peneiramento operadores	6	600,00	3.600,00
- ciclonagem operadores	6	600,00	3.600,00
- espessamento e filtragem operadores	6	600,00	3.600,00
- expedição operadores	2	600,00	1.200,00
- geral			
encarregados	3	1.200,00	3.600,00
engenheiros	2	7.000,00	14.000,00
analistas	4	700,00	2.800,00
serventes	10	310,00	<u>3.100,00</u>
SUBTOTAL			46.300,00

	46.300,00
encargos (75%)	<u>34.725,00</u>
TOTAL	81.025,00

4.1.1.8 Custo de mão-de-obra direta

Produção: 30.000 t.c.b./mês

Custo : $\frac{81.025}{30.000} = \text{Cr}\$2,70/\text{t.c.b.}$

4.1.1.9 Combustível

Para este item estimamos Cr\$ 6,30/t.c.b.

4.1.1.10 Imposto sobre minérios

Deixamos de computar o valor do imposto único sobre minerais.

4.1.1.11 Transporte

Também não computamos o frete de caulim beneficiado, até aos centros consumidores.

4.1.2 Custos indiretos

4.1.2.1 Manutenção

Adotamos um preço estimado em Cr\$0,90/t.c.b.

4.1.2.2 Gastos gerais

Engloba despesas tais como: material de limpeza, conservação, transporte, materiais de proteção do pessoal e orçamos esse item em: Cr\$ 15.000,00

$$\text{Custo: } \frac{15.000}{30.000} = \text{Cr\$0,50/t.c.b.}$$

4.1.2.3 Depreciação

Para o cálculo da depreciação, adotamos as seguintes taxas anuais:

	%
- Equipamentos	10
- Montagem	10
- Obras Civis	5
? - Engenharia e desenvolvimento	10
- Transporte	10

Segundo as taxas acima previstas, a depreciação resulta, então, nos seguintes valores anuais:

- Equipamentos:	10.925.514 x 0,10	≅ 1.100.000,
- Montagem	: 3.635.776 x 0,10	= 364.000,
- Obras civis	: 1.638.827 x 0,05	≅ 82.000,
- Engenharia	: 1.620.000 x 0,1	≅ 162.000,
- Transporte	: 319.000 x 0,1	≅ <u>32.000,</u>
		1.740.000,

Produção anual de caulim

beneficiado: $30.000 \times 12 = 360.000$ t/ano

Por tonelada de caulim

beneficiado: $\frac{1.740.000}{360.000} = \text{Cr}\$4,83/\text{t.c.b.}$

4.1.2.4 Administração

Também deixamos de computar as despesas referentes a este item.

RESUMO DOS CUSTOS POR TONELADA
DE CAULIM BENEFICIADO

<u>Custos diretos</u>	<u>Cr\$</u>	<u>Cr\$</u>
- lavra	9,10	
- energia elétrica	12,00	
- desgaste de equipamentos	3,60	
- lubrificantes	0,71	
- reagentes	2,84	
- análise físico-química	0,20	
- mão-de-obra	2,70	
- combustível	<u>6,30</u>	
	37,45	
<u>Custos indiretos</u>		
- manutenção	0,90	
- gastos gerais	0,50	
- depreciação	<u>4,83</u>	
	6,23	
TOTAL		43,68

OBS.: No custo total não foram computados: imposto único sobre minerais, transporte até aos centros consumidores e despesas de administração.

5. CRONOGRAMA DE IMPLANTACÃO

Apresentamos a seguir a estimativa preliminar para o CRONOGRAMA de implantação da unidade projetada, estimada com base em tempos ótimos, para tomada de decisões executivas e de importação de equipamentos.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

FASES DA INSTALAÇÃO

	1973			1974												1975		
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1 - <u>TESTES</u> Desenvolvimento do processo																		
2 - <u>PROJETO</u> Básico																		
Executivo, civil, hidro-mecânico																		
3 - <u>OBRAS CIVIS E SERVIÇOS</u> Topografia																		
Terraplanagem e drenagem																		
Fun. Bases, Est. Met. Fech. Acabam.																		
4 - <u>ESPECIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS</u> Equipamento importado																		
Equip. nac. e mat. elétricos																		
5 - <u>ENCOMENDA E ENTREGA DOS EQUIP.</u> Equipamento importado																		
Equip. nac. e mat. elétricos																		
6 - <u>MONTAGEM</u> Equipamentos hidro-mecânicos																		
Equip. e instalações elétricas																		
7 - <u>INICIO DE OPERAÇÃO</u>																		

6. CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

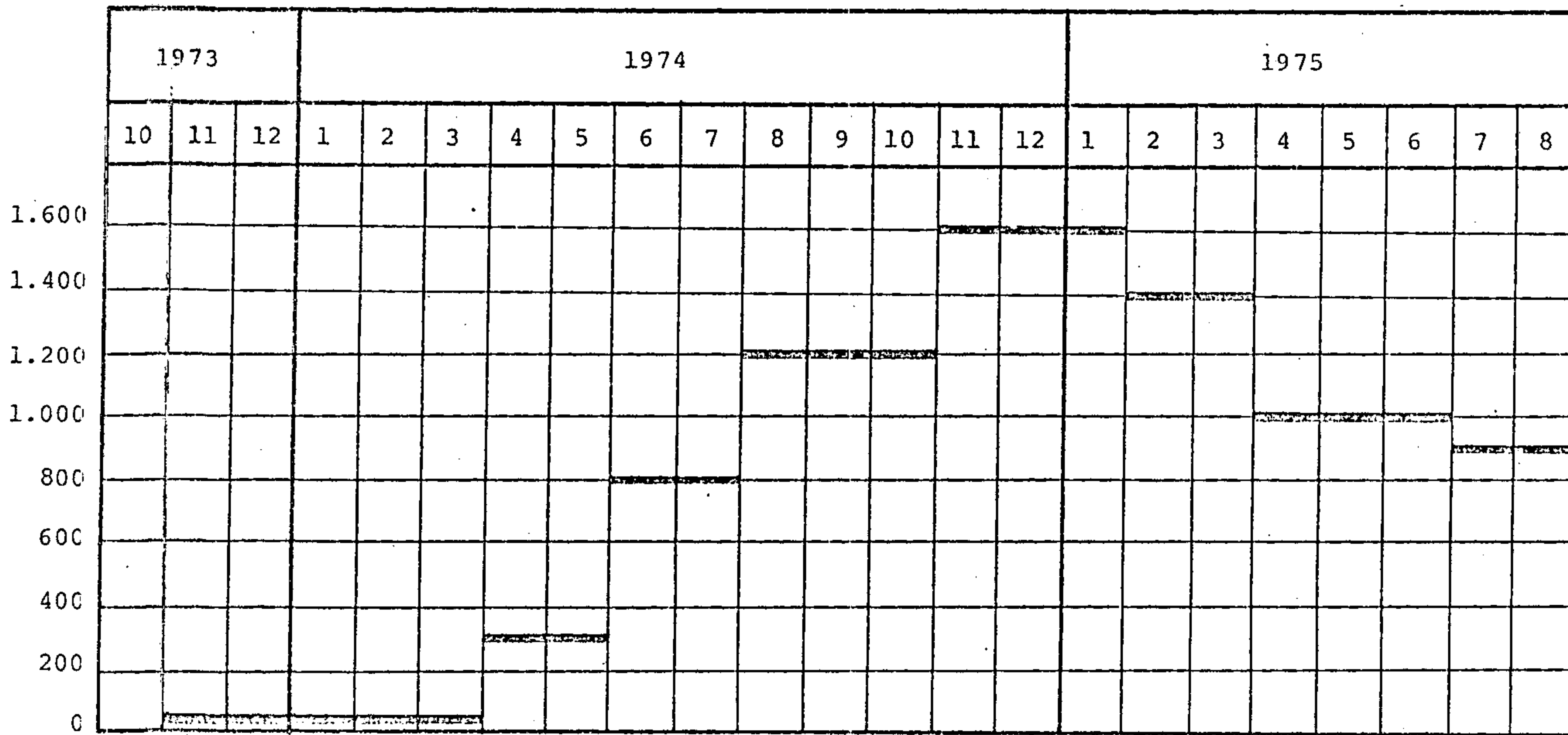
Na estimativa do cronograma preliminar de desembolso, foram admitidas as seguintes condições básicas:

- Equipamento importado: pagamento de 20% do valor do pedido na efetivação deste, e de 80% na entrega, financiados.
- Equipamento nacional: pagamento de 10% do valor com o pedido, 10% na entrega; 80% financiados.
- Demais despesas, pagas no decorrer da obra.

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

=====

1000 . CR\$



7. EQUIPAMENTOS

7.1 NACIONAIS

CR\$	I.P.I. (10%)	SUBTOTAL	TOTAL
4.190.700,	419.000,	4.609.700,	

7.2 IMPORTADOS

ITEM	ESPÉCIE	PREÇO	ALÍQUOTA IMPORTA- ÇÃO +10% IPI %	SUBTOTAL
01.203	Espessador	1.240.000,	20	1.488.000,
01.204	Bomba diafragma	62.000,	60	99.200,
01.208	Hidrociclone	22.000,	50	33.000,
01.211	Hidro-separador	620.000,	25	775.000,
01.214	Bomba diafragma	55.800,	60	89.280,
01.216	Espessador	1.200.000,	20	1.440.000,
01.217	Bomba diafragma	26.000,	60	41.600,
01.222	Filtro de tambor	700.000,	75	1.225.000,
01.223	Bomba de vácuo	120.000,	60	192.000,
01.224	Filtro de tambor	350.000,	75	612.500,
01.225	Bomba de vácuo	60.000,	60	<u>96.000,</u>
				6.091.580,

T O T A L 10.701.280,

7.3 MOTORES

HP	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
1/4	14	240,	3.360,
1	4	295,	1.180,
2	3	454,	1.362,
5	6	712,	4.272,
7,5	4	1.420,	5.680,
10	6	1.560,	9.360,
15	6	2.150,	12.900,
20	2	2.580,	5.160,
25	7	3.700,	25.900,
30	14	4.240,	59.360,
40	2	5.200,	10.400,
60	2	6.350,	12.700,
75	1	9.000,	9.000,
150	3	14.400,	43.200,
TOTAL 1586	74		203.834,
		I.P.I. (10%)	<u>20.400,</u>
			224.234,

7.4 RELACÃO DE PESO E POTÊNCIA DA INSTALACÃO

<u>ITEM</u>	<u>EQUIPAMENTO</u>	<u>POTÊNCIA</u> (HP)	<u>PESO</u> (kg)
01.201	Peneira rotativa 1m x 6m	5	1.500
01.202	Bateria de células de atrição 6 células de 90 pés ³ /célula	6x30	18.000
01.203	Espessador 175' x 10' com mecanismo	15	163.000
01.204	Bomba diafragma du - plex - 10"	10	6.300
01.205	Bateria de células de atrição 6 células de 90 pés ³ /célula	6x30	18.000
01.206	Bomba centrífuga para polpa 8" x 6"	6x25	9.000
01.207	Amostrador automático	2x1/4	600
01.208	Hidrociclone de 10", 4 unidades		1.000
01.209			
01.210	Amostrador automático	2x1/4	600
01.211	Hidro-separador 100'x x 10' com mecanismo	1 1/2	63.800

<u>ITEM</u>	<u>EQUIPAMENTO</u>	<u>POTÊNCIA</u> (HP)	<u>PESO</u> (kg)
01.212			
01.213 ^e	Amostrador automático	2 x 1/4	600
01.214	Bomba de diafragma du- plex - 8"	7,5	6.300
01.215	Bomba centrífuga para polpa 8' x 6'	2 x 20	3.060
01.216	Espessador 170' x 10' com mecanismo	15	156.000
01.217	Bomba diafragma du - plex 6"	5	3.160
01.218	Condicionador 14' x x 14'	15	3.000
01.219	Condicionador 8' x 8'	7,5	1.235
01.220	Misturador-filtro	60	4.400
01.221	Misturador-filtro	25	2.600
01.222	Filtro de tambor 12'x x 24'	2 x 15	34.000
01.223	Bomba de vácuo 6.900 c.f.m.	2 x 150	800
01.224	Filtro de tambor 12'x x24'	15	34.000

<u>ITEM</u>	<u>EQUIPAMENTO</u>	<u>POTÊNCIA</u> (HP)	<u>PESO</u> (kg)
01.225	Bomba de vácuo 6.900 c.f.m.	150	800
01.226	Secador rotativo 7,5' x 80'	60 40	45.000
01.227	Gerador de gases	10	2.000
01.228	Secador rotativo 7' x 40'	40 30	30.000
01.229	Gerador de gases	10	2.000
01.229A	Transportador helicoidal	2 x 7,5	7.000
01.230	Moinho de Martelo 75" x 75"	75	3.800
01.231	Moinho de Martelo 60" x 60"	30	1.300
01.232	Correia transportadora 10 m x 16"	5	2.000
01.233	Correia transportadora 10m x 16"	5	2.000
01.234 e 01.235	Amostrador automático	2 x 1/4	600
01.236	Silo metálico (60 m ³)	-	4.500
01.237	Silo metálico (40 m ³)	-	3.480

<u>ITEM</u>	<u>EQUIPAMENTO</u>	<u>POTÊNCIA</u> (HP)	<u>PESO</u> (kg)
01.238	Ensacadeira automática 900 sacos/hora	5	2.500
01.239	Ensacadeira automática 900 sacos/hora	5	2.500
01.240	Balança, 10 m x 3 m , cap. 30 t	-	4.000
01.241 _a	Tanque (300 l)		
01.243	(3 unidades)	-	600
01.244 _a	Tanque (1.500 l)		
01.247	(4 unidades)	-	4.000
01.248 _a	Agitador mecânico		
01.250	(3 unidades)	3 x 2	300
01.251 _a	Bomba centrífuga para		
01.254	reagentes (4 unidades)	4 x 1	200
01.255 _a	Alimentador de reagen-		
01.260	te (6 unidades)	6 x 1/4	300
01.261 _a			
01.263	Bomba centrífuga	3 x 10	1.000
01.264	Grupo gerador		
01.265 _e	(3 unidades)	-	18.000
TOTAL		1.586	628.000

ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.201	1	<p><u>PENEIRA</u> rotativa construída de aço cilíndrico, resistente à abrasão, provida de tela única intercambiável, sobre rolamentos autocompensadores, protegidas contra a entrada de pó.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Alimentação: 70 t/h Rotação : 15 rpm Dimensões : 1m x 6m Potência : 5 HP</p>	30.000,	
01.202	1	<p><u>BATERIA DE CÉLULAS DE ATRIÇÃO</u>, composta de seis células com mecanismo de atrição independente e descarga por "overflow".</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Capacidade: 70 t/h % sólidos : 40% Potência : 30 HP/célula Volume : 90 pés³/célula</p>	120.000,	

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.203	1	<p><u>ESPESSADOR</u>, com tanque de concreto ou metálico, com mecanismo de adensamento da polpa.</p> <p><u>Características adicionais aproximadas:</u> Capacidade : 70 t/h Diâmetro : 175 pés Altura : 10 pés Potência aprox.: 15 HP</p>		1.240.000,
01.204	1	<p><u>BOMBA DE DIAFRAGMA</u>. capaz de fornecer uma polpa com 40 % de sólidos e capacidade de 70 t/h.</p> <p><u>Características adicionais aproximadas:</u> Duplex : 10 pol. Potência : 10 HP</p>		62.000,
01.205	1	<p><u>BATERIA DE CÉLULAS DE ATRICÃO</u>, idêntica ao item ... 01.202</p>	120.000,	

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.206	6	<p><u>BOMBA CENTRÍFUGA.</u> para polpa (água+minério), com carcaça de ferro, revestimento de borracha natural ou liga resistente à abrasão. Sistema de selo mecânico ou hidráulico e bucha para proteção de desgaste do eixo.</p> <p><u>Características adicionais aproximadas:</u></p> <p>Alimentação sol. aproximada: 35,0 t/h</p> <p>% sólidos : 20%</p> <p>Altura manom.: 25 m.c.a.</p> <p>Dimensões aprox.: 8" x 6"</p> <p>Potência: 25 HP</p>	63.000,	
01.207	2	<p><u>AMOSTRADOR AUTOMÁTICO,</u> com motor, redutor e dispositivo para regulagem de tempo de coleta.</p> <p><u>Características aproximadas:</u></p> <p>Potência: 1/4 HP</p>	18.000,	

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.208	4	<p><u>HIDROCICLONE</u>, com carcaça de ferro fundido ou chapa de aço-carbono, com revestimento interno de borracha e orifícios do "apex" e "vortex finder" reguláveis.</p> <p><u>Características adicionais aproximadas:</u> Diâmetro: 8 pol.</p>		22.000,
01.209 e 01.210	2	<p><u>AMOSTRADOR AUTOMÁTICO</u>, idêntico ao item 01.207.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Potência: 1/4 HP</p>	18.000,	
01.211	1	<p><u>HIDRO-SEPARADOR</u>, com tanque idêntico ao item 01.203 e mecanismo de adensamento do "underflow".</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Diâmetro : 100 pés Altura : 10 pés Potência : 1 1/2 HP</p>		620.000,

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.212 e 01.213	2	<u>AMOSTRADOR AUTOMÁTICO</u> , idên tico ao item 01.207. <u>Características aproximadas:</u> Potência aprox.: 1/4 HP	18.000,	
01.214	1	<u>BOMBA DE DIAFRAGMA</u> , idênti ca ao item 01.204. <u>Características aproximadas:</u> Duplex : 8 pol. Potência : 7,5 HP		55.800,
01.215	2	<u>BOMBA CENTRÍFUGA</u> , de polpa idêntica ao item 01.206. <u>Características aproximadas:</u> Diâmetro: 8" x 6" Potência: 20 HP	21.000,	
01.216	1	<u>ESPESSADOR</u> , idêntico ao i- tem 01.203. <u>Características aproximadas:</u> Diâmetro : 170 pês Potência : 15 HP		1.200.000,

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.217	1	<u>BOMBA DE DIAFRAGMA</u> , idênti- ca ao item 01.204. <u>Características aproximadas:</u> Duplex : 6" Potência : 5 HP		26.000,
01.218	1	<u>CONDICIONADOR</u> de alvejamen- to, metálico, provido de a- gitação central e regulari- zação da polpa. <u>Características aproximadas:</u> Alimentação: 15 m ³ /h Dimensões : 14' x 14' Potência : 15 HP	65.000,	
01.219	1	<u>CONDICIONADOR</u> de alvejamen- to, idêntico ao item 01.218 <u>Características aproximadas:</u> Alimentação: 5 m ³ /h Dimensões : 8' x 8' Potência : 7,5 HP	25.000,	

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.220	1	<u>MISTURADOR-FILTRO</u> , com deslocação automática das grelhas, embreagem de fricção, pás e hélices de aço com bordas substituíveis. Supor tes montados sobre rolamen tos de rolos oscilantes. <u>Características aproximadas:</u> Produção: 40 t/h Dimensão da concha: 3m x 1m Potência: 60 HP	96.000,	
01.221	1	<u>MISTURADOR-FILTRO</u> , idêntico ao item 01.220. <u>Características aproximadas:</u> Produção: 20 t/h Dim. da concha: 2,5m x 1 Potência: 25 HP	58.000,	
01.222	2	<u>FILTRO DE TAMBOR</u> , para ope ração contínua, com equipa mento de vácuo, acessórios com coluna de aspiração e vaso de separação ar/filtra do.		

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
		<u>Características adicionais</u> <u>aproximadas:</u> Diâmetro do tambor: 12 pés Comprimento/tambor: 24 pés Rotação: 1 rpm Potência: 15 HP		700.000,
01.223	2	<u>BOMBA DE VÁCUO</u> , para o fil- tro do item 01.222. <u>Características aproximadas:</u> Vácuo necessário: 6900 CFM Potência: 150 HP		120.000,
01.224	1	FILTRO DE TAMBOR, idêntico ao item 01.222. <u>Características aproximadas:</u> Diâmetro do tambor: 12 pés Comprimento/tambor: 24 pés Rotação: 1 rpm Potência: 15 HP		350.000,
01.225	1	BOMBA DE VÁCUO, idêntica ao item 01.223.		

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
		<p><u>Características aproximadas:</u> Vácuo necessário: 6900 CFM Potência : 150 HP</p>		60.000,
01.226	1	<p><u>SECADOR</u>, rotativo com aquecimento indireto pela carga, para operação contínua, para trabalhar com óleo A.P.F., com ventilador de tiragem de gases quentes e equipamento de coleta de pó.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Alimentação : 40 t/h Umidade de entrada: 12% Umidade de saída : 1%</p> <p><u>Dimensões:</u> Diâmetro : 7,5 pés Comprimento : 80 pés Acionamento : 60 HP Ventilador : 40 HP</p>	280.000,	
01.227	1	<p><u>GERADOR DE GASES</u>, quentes com sistema de exaustão, ciclone, controle automático</p>		

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
		de temperatura e alimenta- dor de rosca.		
		<u>Características aproxima- das:</u>		
		Potência: 10 HP	28.000,	
01.228	1	<u>SECADOR ROTATIVO</u> , idêntico ao item 01.226.		
		<u>Características aproximadas:</u>		
		Alimentação : 15 t/h		
		Umidade de entrada: 12%		
		Umidade de saída : 1%		
		<u>Dimensões:</u>		
		Diâmetro : 7 pés		
		Comprimento : 40 pés		
		<u>Potência:</u>		
		Acionamento : 40 HP		
		Ventilador : 30 HP	220.000,	
01.229	1	<u>GERADOR DE GASES</u> , idêntico ao item 01.227.		
		<u>Características aproximadas:</u>		
		Potência: 10 HP	22.000,	

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.229A	2	<p><u>TRANSPORTADOR HELICOIDAL</u> , com sistema de refrigeração através de água.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Capacidade : 15 m³/h Comprimento : 5 m Potência : 7,5 HP</p>	200.000,	
01.230	1	<p><u>MOINHO DE MARTELO</u>, de aber- tura regulável, com prote- ção para recuperação de fi- nos.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Dimensões : 75" x 75" Potência : 75 HP</p>	35.000,	
01.231	1	<p><u>MOINHO DE MARTELO</u>, idêntico ao item 01.230.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Dimensões: 60" x 60" Potência : 30 HP</p>	27.000,	

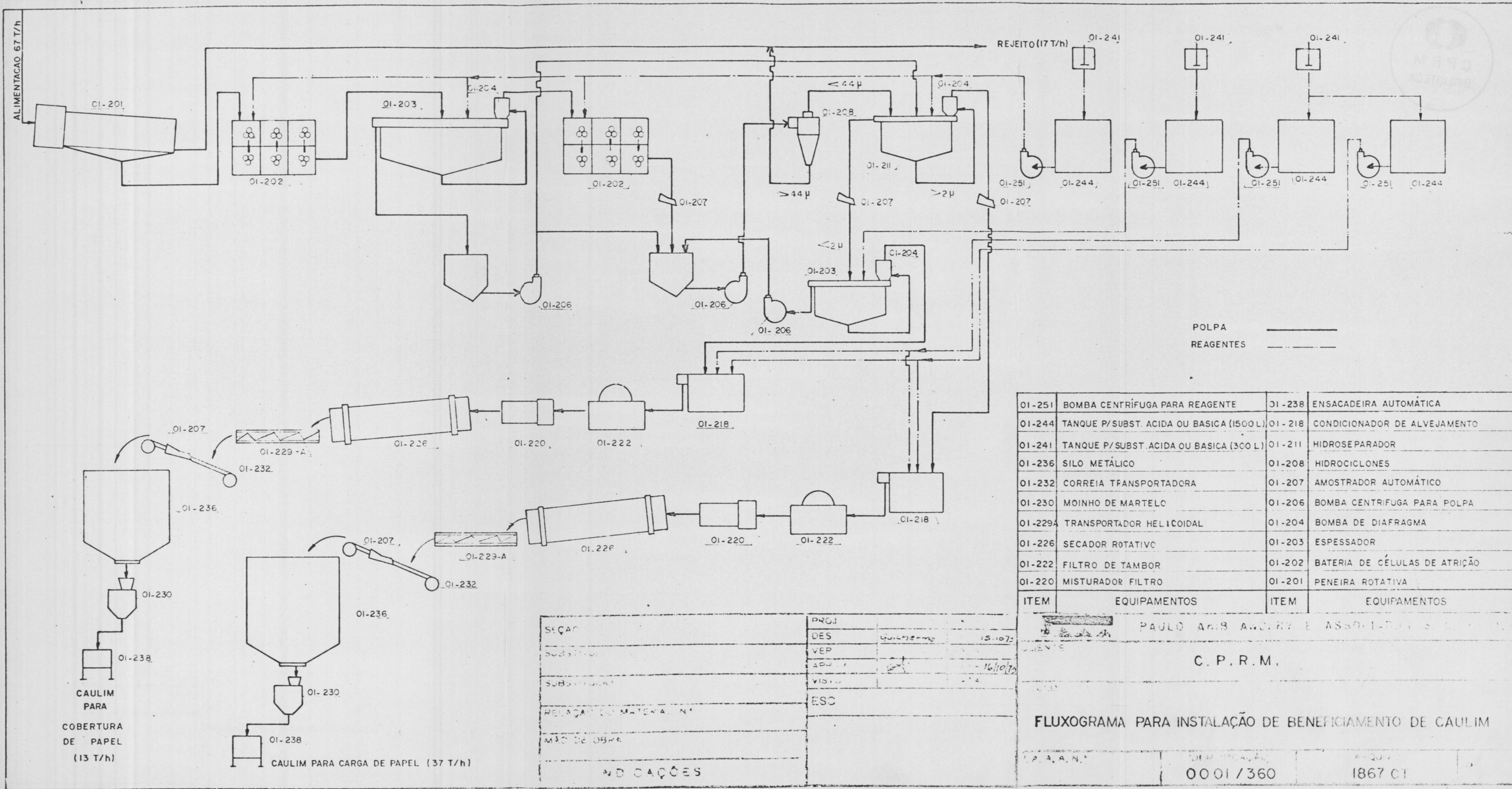
ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.232	1	<u>CORREIA TRANSPORTADORA</u> <u>Características aproximadas:</u> Capacidade: 20 m ³ /h Largura : 16" Inclinação: 15 ° Comprimento: 10 m Potência : 5 HP	25.000,	
01.233	1	<u>CORREIA TRANSPORTADORA</u> <u>Características aproximadas:</u> Capacidade : 10 m ³ /h Largura : 16" Inclinação : 15 ° Comprimento : 10 m Potência : 5 HP	25.000,	
01.234 e 01.235	2	AMOSTRADOR AUTOMÁTICO, idên tico ao item 01.207. <u>Características aproximadas:</u> Potência: 1/4 HP	19.000,	

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.236	1	<p><u>SILO METÁLICO</u>, com dispositivo facilitando a retirada inferiormente de caulim beneficiado.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Capacidade: 60 m³</p>	35.000,	
01.237	1	<p><u>SILO METÁLICO</u>, idêntico ao item 01.236.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Capacidade: 40 m³</p>	28.000,	
01.238 e 01.239	2	<p><u>ENSACADEIRA</u> automática.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Capacidade: 900 sacos/h Potência : 5 HP</p>	240.000,	
01.240	1	<p><u>BALANCA</u>, semi-automática, para pesagem de caminhões, com piso de concreto e/ou vigas de madeira, com dispositivo</p>		

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
		para registrar o peso bruto e líquido dos veículos no <u>a</u> parêlho impressor.		
		<u>Características adicionais aproximadas:</u>		
		Plataforma: 10 m x 3m		
		Capacidade total: 30 t	36.000,	
01.241 ^a 01.243	3	<u>TANQUE</u> para substâncias ácidas ou básicas de 300 l cada.		6.000,
01.244 ^a 01.247	4	<u>TANQUE</u> , idêntico ao item anterior de 1.500 l cada.		18.000,
01.248 ^a 01.250	3	<u>AGITADORES MECÂNICOS</u> , completos, para uniformização de solução.		
		<u>Características adicionais aproximadas:</u>		
		Potência: 2 HP		7.500,

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.251 a 01.254	4	<p><u>BOMBA CENTRÍFUGA</u>, para reagente; recalcar solução ácida ou básica.</p> <p><u>Características adicionais aproximadas:</u> Vazão máxima: 60 l/min Altura manométrica: 10 m Potência: 1 HP</p>	7.200,	
01.255	6	<p><u>ALIMENTADOR</u>, de reagentes com motor e redutor e de fácil regulagem da vazão, provido de bóia para manutenção de nível constante.</p> <p><u>Características adicionais aproximadas:</u> Vazão máxima: 20 l/min Potência : 1/4 HP</p>	18.000,	
01.261 a 01.263	3	<p><u>BOMBA CENTRÍFUGA</u> para captação de água.</p> <p><u>Características aproximadas:</u> Vazão: 250 m³/h Altura manométrica: 50 m Potência: 10 HP</p>	12.000,	

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	NACIONAL CR\$	IMPORTADO CR\$
01.264 ^a 01.265	3	<u>GRUPO GERADOR</u> , constituído por motor Diesel, refrigerado à água com radiador tropical, carcaça semiblandada à prova de respingos, incluindo quadro de comando e regulação. <u>Características aproximadas:</u> Ligações possíveis do alternador: 380/440 V Frequência: 60 Hz Potência : 700 kVA		2.250.000,



01-251	BOMBA CENTRÍFUGA PARA REAGENTE	01-238	ENSACADEIRA AUTOMÁTICA
01-244	TANQUE P/SUBST. ACIDA OU BASICA (1500 L)	01-218	CONDICIONADOR DE ALVEJAMENTO
01-241	TANQUE P/SUBST. ACIDA OU BASICA (300 L)	01-211	HIDROSEPARADOR
01-236	SILO METÁLICO	01-208	HIDROCICLONES
01-232	CORREIA TRANSPORTADORA	01-207	AMOSTRADOR AUTOMÁTICO
01-230	MOINHO DE MARTELO	01-206	BOMBA CENTRÍFUGA PARA POLPA
01-229A	TRANSPORTADOR HELICOIDAL	01-204	BOMBA DE DIAFRAGMA
01-226	SECADOR ROTATIVO	01-203	ESPESSADOR
01-222	FILTRO DE TAMBOR	01-202	BATERIA DE CÉLULAS DE ATRIÇÃO
01-220	MISTURADOR FILTRO	01-201	PENEIRA ROTATIVA

ITEM	EQUIPAMENTOS	ITEM	EQUIPAMENTOS
------	--------------	------	--------------

SEÇÃO	PROJ		
SUBSEÇÃO	DES	Guilherme	15.10.73
SUBSEÇÃO	VEP		
SUBSEÇÃO	APR		16/10/73
SUBSEÇÃO	VIST		
RELACIONAMENTO MATERIAL N°	ESC		
MÃO DE OBRA			
INDICAÇÕES			

PAULO ARIB ANDRY & ASSOCIADOS S. C. L.			
C. P. R. M.			
FLUXOGRAMA PARA INSTALAÇÃO DE BENEFICIAMENTO DE CAULIM			
DATA N°	DETERMINAÇÃO	ARQUIVO	
	0001/360	1867 CT	

A N E X O
=====

RELATÓRIO DOS TESTES COM CAULIM
=====

OUTUBRO/1973
=====

Í N D I C E

=====

1.	INTRODUÇÃO	2
2.	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DE CAULIM	2
3.	TESTES DE DISPERSÃO E FLOCULAÇÃO	4
3.1	Processamento dos ensaios de dispersão	4
3.2	Processamento dos ensaios de floculação	5
3.3	Apresentação dos resultados	5
4.	TESTES DE ESPESAMENTO E FILTRAGEM	5
4.1	Processamento dos ensaios de espessamento	5
4.2	Apresentação dos resultados	6
4.3	Processamento dos ensaios de filtragem	8
4.4	Apresentação dos resultados	8
5.	TESTES DE CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA	15
5.1	Processamento dos ensaios	15
5.2	Apresentação dos resultados	16
5.2.1	1º Circuito de classificação	16
5.2.2	2º Circuito de classificação	18
6.	CONCLUSÕES	21
6.1	Caracterização da amostra	21
6.2	Testes de dispersão e floculação	21

6.3	Testes de Espessamento e filtração	22
6.3.1	Espessamento	22
6.3.2	Filtração	22
6.4	Classificação granulométrica	23
7.	GRÁFICOS	24

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados preliminares dos ensaios executados com caulim do Rio Capim (Pará), realizados por PAULO ABIB ANDERY E ASSOCIADOS S.C. LTDA., para a COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS-C.P.R.M.

Os ensaios compreenderam testes de dispersão, floculação, espessamento, filtração, alveamento e classificação granulométrica.

Os resultados dos ensaios adicionais de alveamento do caulim, bem como os específicos para cobertura de papel, serão enviados, posteriormente, assim que estiverem concluídos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DE CAULIM

Recebemos dois lotes idênticos de amostras contendo cada um aproximadamente 40 e 120 kg. Essa última remessa foi para a conclusão dos testes. Essa amostragem e representatividade da área esteve a cargo da C.P.R.M.

As amostras de caulim procedentes do Rio Capim (Pará) vieram codificadas por T05-7. Apresentavam cerca de 20% de umidade em média.

Após a homogenização de cada uma delas, retiramos alíquotas representativas e processamos um peneiramento a úmido cujos resultados médios se encontram tabelados abaixo:

AMOSTRAS ORIGINAIS

(% retida)

MALHAS (#)	% ret.	T05-7 % ret.ac.
100	4,7	4,7
200	16,1	20,8
325	5,1	25,9
-325	74,1	100,0

A olho nu, as amostras apresentavam tonalidade branca.

AMOSTRA	APARELHO KETT		APARELHO ELREPHO	Padrão: Óxido de magnésio
	Filtro	Alvura (%)	Alvura (%)	
T05-7	verde	85,0	82,0	
	azul	81,3		
	vermelho	90,0		

Em seguida a amostra foi submetida aos testes programados.

Todos esses testes foram realizados com a fração -325 # (44 u) e seus resultados estão expostos neste relatório.

O caulim original apresentou a seguinte composição granulométrica média:

Malhas USBS	% ret. ac.	microns	% pas - sante
50	1,7	44	74,1
70	3,0	35	71,4
100	4,7	22	70,1
150	16,1	10	63,3
200	20,8	5	51,7
325	25,9	2	35,1
-325	100,0		

3. TESTES DE DISPERSÃO E FLOCULAÇÃO

3.1 Processamento dos ensaios de dispersão

Os ensaios com dispersantes, realizados em provetas idênticas de 500 ml cada, constituíam uma polpa de caulim com cerca de 10% de sólidos. Introduzido o dispersante em quantidades pré-determinadas, mediu-se o pH e em seguida nos intervalos de 2, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos. Anotou-se o nível de sólidos e calculou-se em % o nível de decantação (nível de sólidos), à medida que o tempo avançava.

As condições acima expostas tiveram a finalidade de comparar os reagentes; fixamos determinados parâmetros e variamos apenas a qualidade dos dispersantes.

3.2 Processamento dos ensaios de floculação

Esta série de experiências também foi realizada em condições análogas aos testes anteriores, diferindo apenas quanto à natureza química do reagente e suas respectivas quantidades.

3.3 Apresentação dos resultados

Os resultados obtidos para estes ensaios encontram-se tabelados graficamente: % do nível de decantação x tempo, variando na qualidade, quantidade de reagente e condições de pH.

4. TESTES DE ESPESSAMENTO E FILTRAGEM

4.1 Processamento dos ensaios de espessamento

Na elaboração destes ensaios, seguimos o processo "DENVER".

Como não foi possível pesquisar um floculante promissor para este caulim, dentro do prazo contratual do trabalho, o presente ensaio foi executado sem adição de floculante.

4.2 Apresentação dos resultados

$$M_p = 2.300 \text{ g} \quad 19,5\% \text{ sólidos} \quad M_s = 448,5 \text{ g}$$

$$V_p = 2.020 \text{ cc}$$

Polpa 4:1

$$M_s = 448,5 \text{ g} \quad - \quad \underline{M_p = 2240 \text{ g}}$$

$$\text{Volume de água a sifonar} - 60 \text{ cc} \quad V_p = 1960 \text{ cc}$$

Polpa 3:1

$$M_s = 448,5 \text{ g} \quad = \quad M_p = 1795 \text{ g} = V_p = 1515 \text{ cc}$$

Polpa 2:1

$$M_s = 448,5 \text{ g} \quad = \quad M_p = 1345 \text{ g} = V_p = 1065 \text{ cc}$$

Polpa 4:1

$$\text{Velocidade de sedimentação} = 9 \text{ mm}/22 \text{ min} = 24,5 \text{ mm/h}$$

$$= \underline{\underline{0,08 \text{ ft/h}}}$$

Polpa 3:1

$$\text{Velocidade de sedimentação} = 31 \text{ mm}/25 \text{ min} = 74 \text{ mm/h}$$

$$= \underline{\underline{0,24 \text{ ft/h}}}$$

Polpa 2:1

Velocidade de sedimentação = 3 mm/35 min = 5 mm/h =
 = 0,02 ft/h

Após 19 horas - h = 41,5 mm
 20 horas - h = 43,0 mm
 23 horas - h = 47,5 mm
 25 horas - h = 49,5 mm

Após 25 horas, praticamente cessou a sedimentação

Cálculo da % sólidos final:

massa total (polpa + água limpa) = 1.350 g

∴ massa de polpa = 1.350 - 260 = 1.090 g

Volume de polpa = 905 cc

∴ $d_p = 1,204$

$d_s = 2,64$

% sólidos = $\frac{d_s}{d_s - 1} \times \frac{d_p - 1}{d_p} = 1,61 \times \frac{0,204}{1,204} = 27,3\%$

Resultado do ensaio de espessamento:

Polpa 4:1 razão espess.: 39,9 ft²/ton x 24 h

Polpa 3:1 - razão espess.: $7,6 \text{ ft}^2/\text{t} \times 24\text{h}$

Polpa 2:1 - razão espess.: $26,6 \text{ ft}^2/\text{t} \times 24\text{h}$

Adota-se o maior valor = polpa 4:1

Coeficiente de segurança 25% (recomendação
DENVER).

ÁREA ESPESSADOR = $39,9 \times 1,25 \cong 50 \text{ ft}^2/\text{t} \times 24\text{h}$

% SÓLIDOS FINAL = 38,5%

4.3 Processamento dos ensaios de filtração

Para a realização destes testes usamos o processo "EIMCO", muito aplicado para granulometrias finas, especialmente para caulim.

4.4 Apresentação dos resultados

Programamos 5 ensaios de filtração do caulim cujas condições e resultados expomos a seguir:

ENSAIO DE FILTRAGEM Nº 1

Vácuo - 20 pol Hg

$M_{\text{torta}} = 46,5 \text{ g}$ $M_{\text{seca}} = 30,5 \text{ g}$

Umidade torta = 34,4 %

$V_{\text{filtrado}} = 28 \text{ cc}$

tempo imersão - 20 seg.

tempo ciclo - 1 min. 10 seg.

meio filtrante - Ny - 317F (Air flow - 0-6-1,0 cfm/sq.ft.)

razão filtragem = $\frac{30,5 \times 51}{1/10} = 15,55 \text{ kg/h} \times \text{pé}^2$

ENSAIO DE FILTRAGEM Nº 2

Vácuo - 21 pol Hg

$M_{\text{torta}} = 68 \text{ g}$ $M_{\text{seca}} = 44 \text{ g}$

Umidade da torta = 35,3%

$V_{\text{filtrado}} = 29 \text{ cc}$

tempo imersão - 30 seg.

tempo ciclo - 1 min. 30 seg.

meio filtrante - Hy - 317 F

razão de filtragem = $\frac{44 \times 40}{1/10} = 17,6 \text{ kg/h} \times \text{pé}^2$

ENSAIO DE FILTRAGEM Nº 3

Vácuo - 20 pol. Hg

 $M_{\text{torta}} = 54,5 \text{ g}$ $M_{\text{seca}} = 35,5 \text{ g}$

Umidade torta = 34,9%

 $V_{\text{filtrado}} = 24 \text{ cc}$

tempo de imersão = 20"

tempo de ciclo = 1'15"

meio filtrante - Ny - 317F

razão de filtragem = $\frac{35,5 \times 48}{1/10} = 17,04 \text{ kg/h} \times \text{pé}^2$ ENSAIO DE FILTRAGEM Nº 4

Vácuo = 22 pol Hg

 $M_{\text{torta}} = 78,0 \text{ g}$ $M_{\text{seca}} = 50,5 \text{ g}$

Umidade torta = 35,3 %

 $V_{\text{filtrante}} = 34 \text{ cc}$

tempo de imersão = 35"

tempo de ciclo = 1'45"

meio filtrante - Ny-317F

razão de filtragem = $\frac{50,5 \times 34,3}{1/10} = 17,32 \text{ kg/h} \times \text{pé}^2$

FILTRAGEM Nº 2A

Vácuo - 21,5 pol. Hg

 $M_{\text{torta}} = 69,5 \text{ g}$ $M_{\text{seca}} = 45,5 \text{ g}$

Umidade da torta = 34,5 %

 $V_{\text{filtrante}} = 33 \text{ cc}$

tempo imersão = 30 seg.

tempo ciclo = 1 min 30 seg.

meio filtrante - Ny-317F

razão de filtragem = $\frac{45,5 \times 40}{1/10} = 18,20 \text{ kg/pé}^2 \times \text{h}$ FILTRAGEM Nº 4A

Vácuo - 21 pol Hg

 $M_{\text{torta}} = 85,5 \text{ g}$ $M_{\text{seca}} = 55,5 \text{ g}$

Umidade da torta = 35,1%

 $V_{\text{filtrante}} = 34 \text{ cc}$

tempo imersão = 35 seg.

tempo ciclo = 1 min. 45 seg.

razão de filtragem = $\frac{55,5 \times 34,3}{1/10} = 19,03 \text{ kg/h} \times \text{pé}^2$

ENSAIO DE FILTRAGEM, Nº 5

Vácuo - 21 pol. Hg

$M_{\text{torta}} = 87,2 \text{ g}$ $M_{\text{seca}} = 56,9 \text{ g}$

Umidade torta = 34,8%

tempo imersão = 40 seg.

tempo ciclo = 2 min

$V_{\text{filtrado}} = 37 \text{ cc}$

meio filtrante - Ny-317 F

razão de filtração = $\frac{56,9 \times 30}{1/10} = 17,07 \text{ kg/pê}^2 \times \text{h}$

RESULTADO DOS ENSAIOS DE FILTRAGEM DE CAULIM

ENSAIO	t _{imersão}	t _{ciclo}	ciclos/h	umidade torta %	Razão ₂ filtragem (kg/pē ² xh)	(kg/pē ² xh)
1 vãcuo- 20pol Hg	20 seg	1min10seg.	51	34,4	15,55	34,25
2 vãcuo- 21pol Hg	30 seg	1min.30seg.	40	35,3	17,60	38,76
2A vãcuo- 21,5pol Hg	30 seg	1min.30seg.	40	34,5	18,20	40,10
3 vãcuo- 20 pol Hg	20 seg.	1min.15seg.	48	34,9	17,04	37,53
4 vãcuo-22 pol Hg	35 seg	1min.45seg.	34,3	35,3	17,60	38,76
4A vãcuo-21 pol Hg	35 seg.	1min.45seg.	34,3	35,1	19,03	31,91
5 vãcuo-21 pol HG	40 seg.	2 min.	30	34,8	17,07	37,60

MELHORES RESULTADOS

2 - 2A $t_{\text{imersão}} = 30 \text{ seg.}$ 40 ciclos/hora
 $t_{\text{ciclo}} = 1 \text{ min. } 30 \text{ seg.}$

umidade média - 34,9 %

razão de filtração média - $17,9 \text{ kg/pé}^2\text{xh} =$
 $= 39,42 \text{ lb/pé}^2\text{xh}$

4 - 4A $t_{\text{imersão}} = 35 \text{ seg.}$ 34,3 ciclos/h
 $t_{\text{ciclo}} = 1 \text{ min. } 45 \text{ seg.}$

umidade média = 35,2%

razão de filtração média - $18,3 \text{ kg/pé}^2\text{xh} =$
 $= 40,33 \text{ lb/pé}^2\text{xh}$

5. TESTES DE CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA

5.1. Processamento dos Ensaios

Com a amostra recebida pudemos realizar testes de classificação granulométrica, usando dois circuitos de disposições diferentes.

O primeiro circuito constou de um hidrociclone de $\varnothing = 2"$, cujo "overflow" constituiu a alimentação do hidrociclone de $1/2"$.

O "overflow" deste último é o produto de caulim teoricamente destinado para cobertura de papel.

O segundo circuito de classificação constou da bateria de hidrociclones normais do ciclo peneirador (cydosizer) em série com o ciclone de $\varnothing = 1/2"$.

Análise Granulométrica da Amostra Recebida

Malhas USBS	% das Frações	% ret. ac.
+ 50	1,7	1,7
+ 70	1,3	3,0
+100	1,7	4,7
+150	11,4	16,1
+200	4,7	20,8
+325	5,1	25,9
-325	74,1	100,0

Granulometria Comparativa do -325#(44 u)

% PASSANTE

Ø Microns	1ª Anál.	2ª Anál.	3ª Anál.		4ª Anál.	Composi- ção Média
			A	B		
35	98,0	96,0	94,0	96,0	98,0	96,4
22	97,0	96,0	92,0	93,0	95,0	94,6
10	88,0	96,0	80,0	82,0	81,0	85,4
5	75,0	85,0	66,0	65,0	58,0	69,8
2	52,0	65,0	45,0	41,0	34,0	47,4

Em relação ao minério original, teremos:

<u>Ø Microns</u>	<u>% Passante</u>
44	74,1
35	71,4
22	70,1
10	63,3
5	51,7
2	35,1

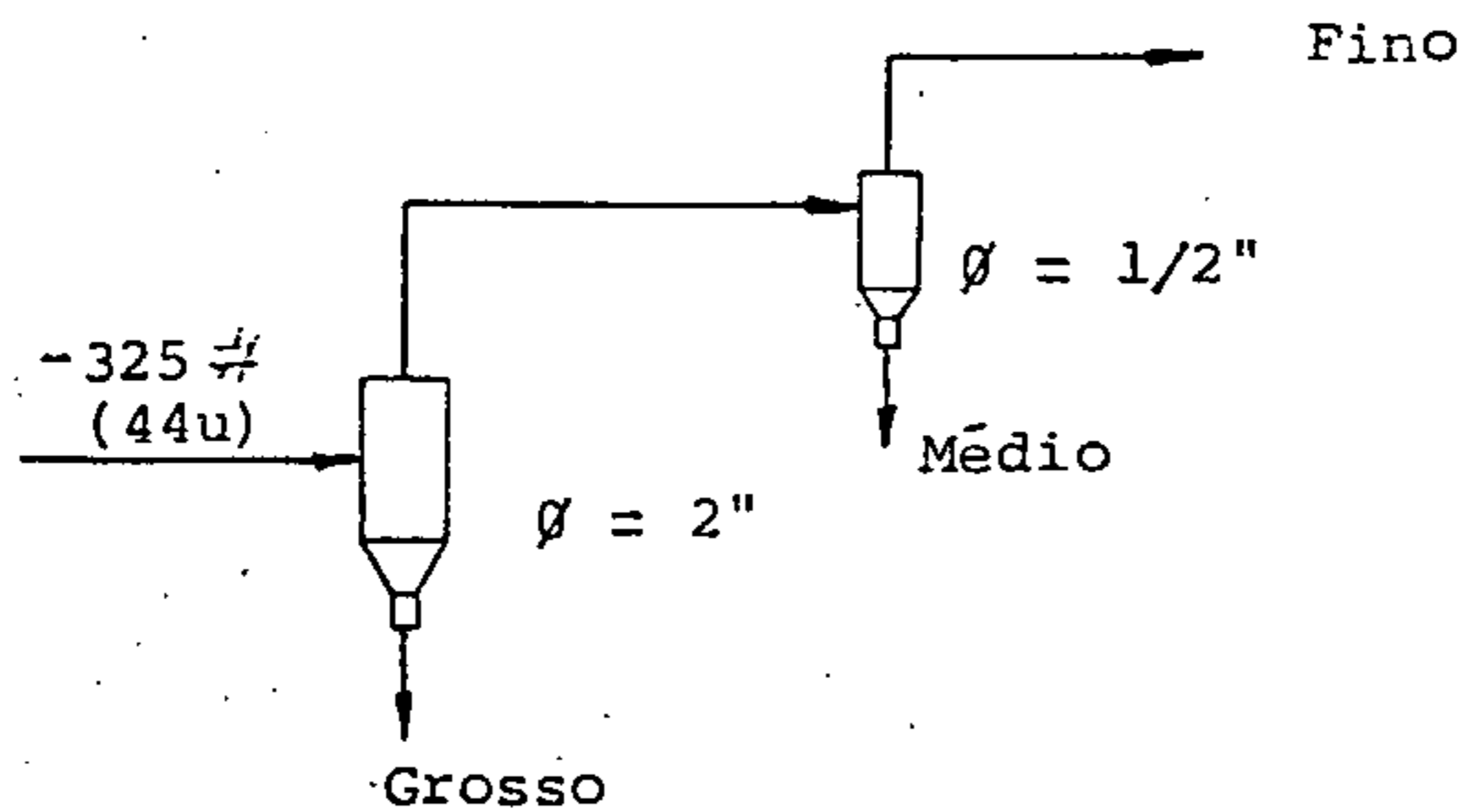
5.2. Apresentação dos Resultados

5.2.1. 1º Circuito de Classificação

O circuito de classificação encontra-se esquematizado com as seguintes condições operacionais: cerca de 0,8% de sólidos na alimentação contínua, pressão de 50psi na entrada do ciclone de Ø = 2", consumo de água à razão de 900 l/h.

As frações obtidas são secadas, pesadas e verificadas suas distribuições granulométricas.

O produto "FINO" é considerado teoricamente caulim beneficiado para cobertura de papel.



Ø Microns	Amostras (% passante)		
	GROSSO	MÉDIO	FINO
44	98,0	85,0	100,0
35	96,0	85,0	99,0
22	96,0	81,0	98,0
10	88,0	74,0	90,0
5	68,0	50,0	76,0
2	44,0	30,0	54,0

Rendimento em massa (%)		
	- 325 μ	Caulim original
Grosso	58,0	43,0
Médio	29,4	21,8
Fino	12,6	9,3
Total	100,0	74,1

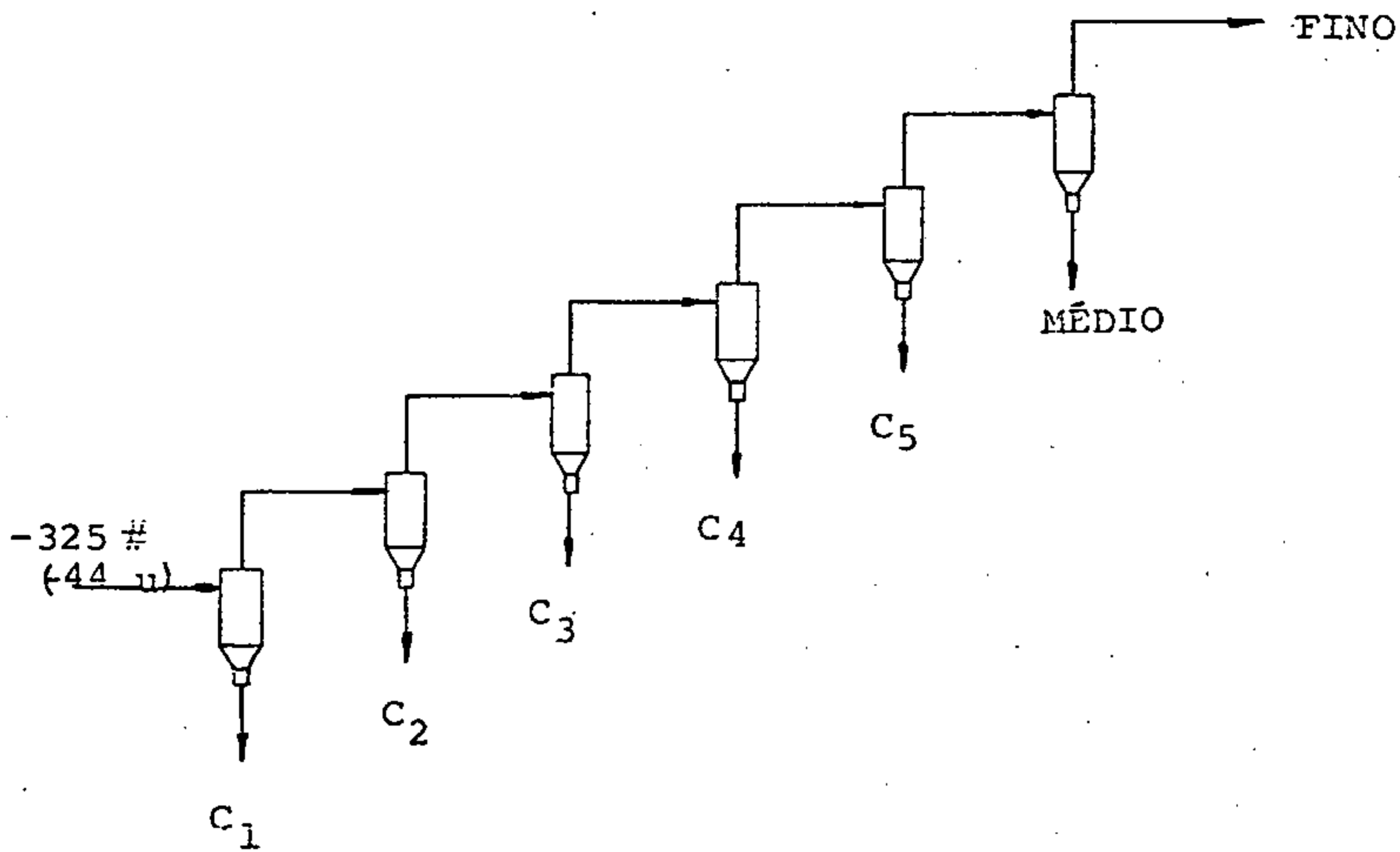
5.2.2 2º Circuito de Classificação

Para este circuito de classificação usamos a bateria composta de cinco ciclones normais de ciclo pe neirador (cyclosizer), seguida de um ciclone de 1/2" com forme descrito anteriormente.

As condições operacionais oscilaram em torno de 50 psi. na alimentação intermitente, consumo de água à razão de 300 l/h.

As frações obtidas também foram secadas, pe sadas e calculado o rendimento em massa e processada a granulometria. O produto "FINO" é considerado concentra do nobre para cobertura de papel.

ESQUEMA DO 2º CIRCUITO



Rendimento em massa (%)

% retida das frações % retida acumulada

ORIGINAL	+325 #	-	25,9	25,9
		C ₁	1,3	27,2
		C ₂	3,5	30,7
		C ₃	3,9	34,6
		C ₄	1,6	36,2
CAULIM	-325 #	C ₅	1,9	38,1
		Médio	44,9	83,0
		Fino	17,0	100,0

Ø Microns	% Passante	
	Médio	Fino
44	100,0	100,0
35	99,0	100,0
22	95,0	100,0
10	78,0	100,0
5	56,0	84,0
2	30,0	58,0

"FINO" (% passante)							
Ø microns	caulim original %passan- te	1º CIRCUITO			2º CIRCUITO		
		% pas sante	massa (%)	Efíci ênciã (%)	% pas sante	massa (%)	Efíci ênciã (%)
2	35,1	54,0	9,3	13,8	58,0	17,0	28,1

6. CONCLUSÕES

6.1. Caracterização da Amostra

A amostra recebida apresentou cerca de 25,0% da massa retida em 325#(44 μ), constituindo uma fração relativamente grande como rejeito do beneficiamento de caulim, relação de concentrado 3:1 e, dependendo de um estudo, possivelmente encontrará outras aplicações, constituindo um sub-produto da instalação.

O resultado encontrado para alvura atinge o limite especificado na fração-44 μ , porém acreditamos que possa ser melhorado, embora ainda não tenhamos em mãos os resultados dos testes de alveamento.

6.2. Testes de Dispersão e Floculação

Dentre os reagentes usados, face as quantidades e condições operacionais, o metafosfato de sódio apresentou melhor condição dispersante, à razão de 1200 g/t e pH = 6,7.

Os testes de floculação não apresentaram resultados promissores com as quantidades, condições e reagentes usados. Contudo o sulfato de alumínio com insumo, cerca de 1300 g/t e pH = 6,7, foi o teste de melhor comportamento entre os demais. Sugerimos que novos testes sejam realizados, variando a condição, quantidade e qualidade dos reagentes.

6.3. Testes de Espessamento e Filtragem

6.3.1. Espessamento

O resultado encontrado acusou um índice de $50 \text{ ft}^2/\text{t} \times 24\text{h}$, constituindo um valor elevado, embora seja de se esperarem valores altos para granulometrias finas, como o caulim. Entretanto, com o auxílio de flocculantes adequados, é possível que reduzamos esse valor, para efeito de dimensionamento no projeto.

6.3.2. Filtragem

Os melhores resultados foram obtidos com tempos de ciclo da ordem de 1 min. 30 seg. a 1 min. 45 seg. (48 e 34,3 ciclos/hora, respectivamente). Os tempos de submersão foram, em ambos os casos, iguais a $1/3$ do ciclo total, o que significa que o tambor do filtro deverá trabalhar com cerca de $1/3$ de sua área submersa na polpa.

Obtiveram-se, desta maneira, razões de filtragem na ordem de $18 \text{ kg}/\text{pé}^2 \times \text{h}$ ($40 \text{ lb}/\text{pé}^2 \times \text{h}$), e torta com umidade da ordem de 35%.

O vácuo que se obteve durante os ensaios foi da ordem de 21 pol Hg. Na fase operacional são recomendáveis vácuos de 26 a 28 pol Hg, podendo-se então esperar um pequeno decréscimo na umidade da torta e ligeiro acréscimo na razão de filtragem.

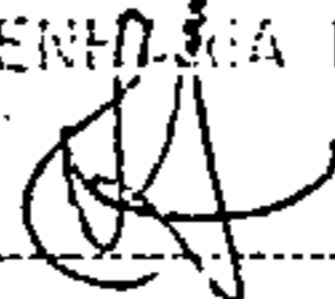
Utilizou-se, como meio filtrante, nylon fornecido pela EIMCO, modelo NY-317F, com air-flow de 0.6 -1.0 cfm/sq.ft. Esse material era o de malha mais fina de que se dispunha, e mesmo assim, observou-se que o líquido filtrado ainda contém um pouco de caulim coloidal.

Da análise das características dos diversos materiais, concluímos que o algodão poderá ser utilizado, por ser o mais barato e por não serem as polpas nem muito ácidas, nem muito básicas. Quanto ao tipo de algodão, julgamos recomendável uma consulta aos fabricantes ou às fábricas em operação, para saber qual a malha que dá melhores resultados.

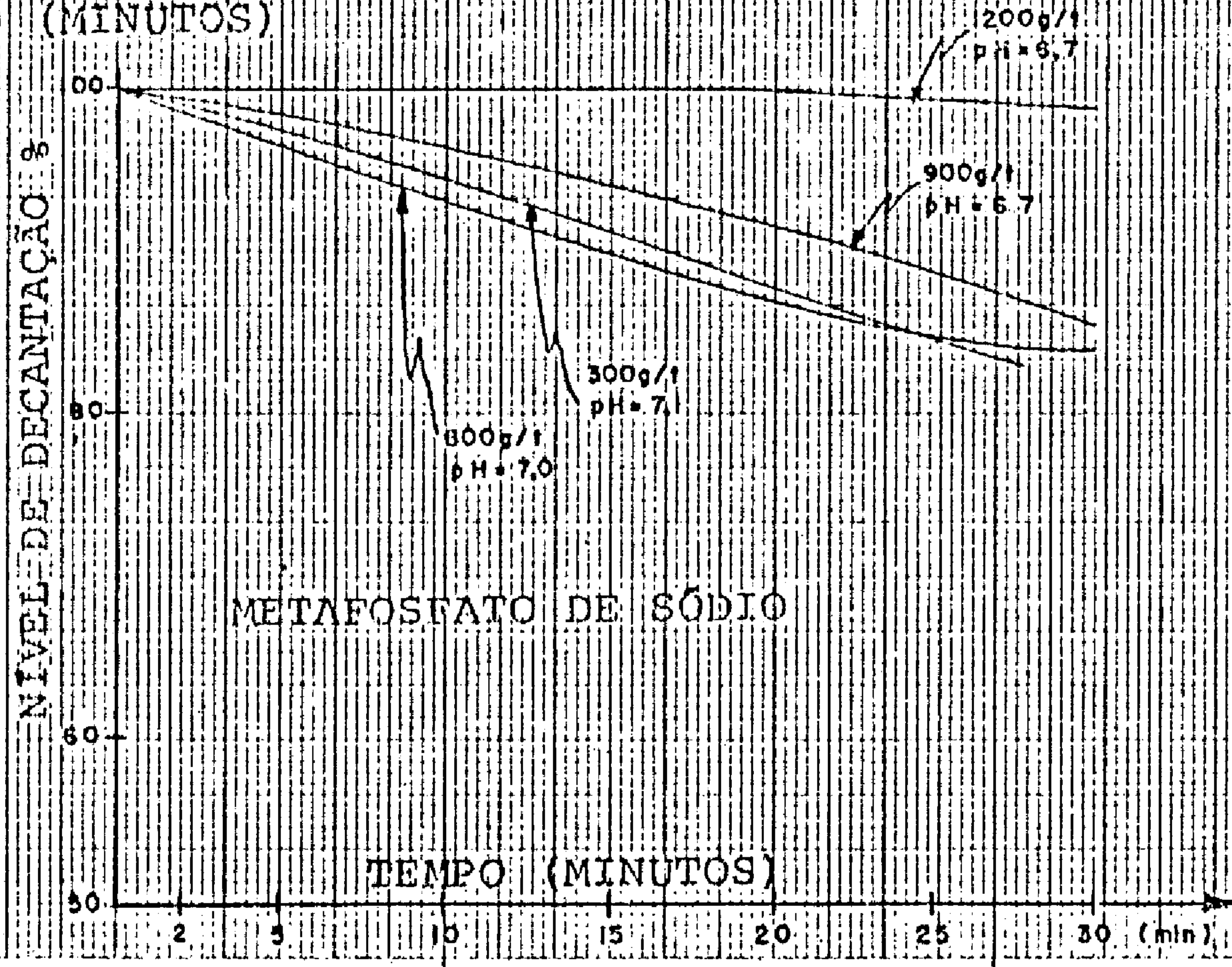
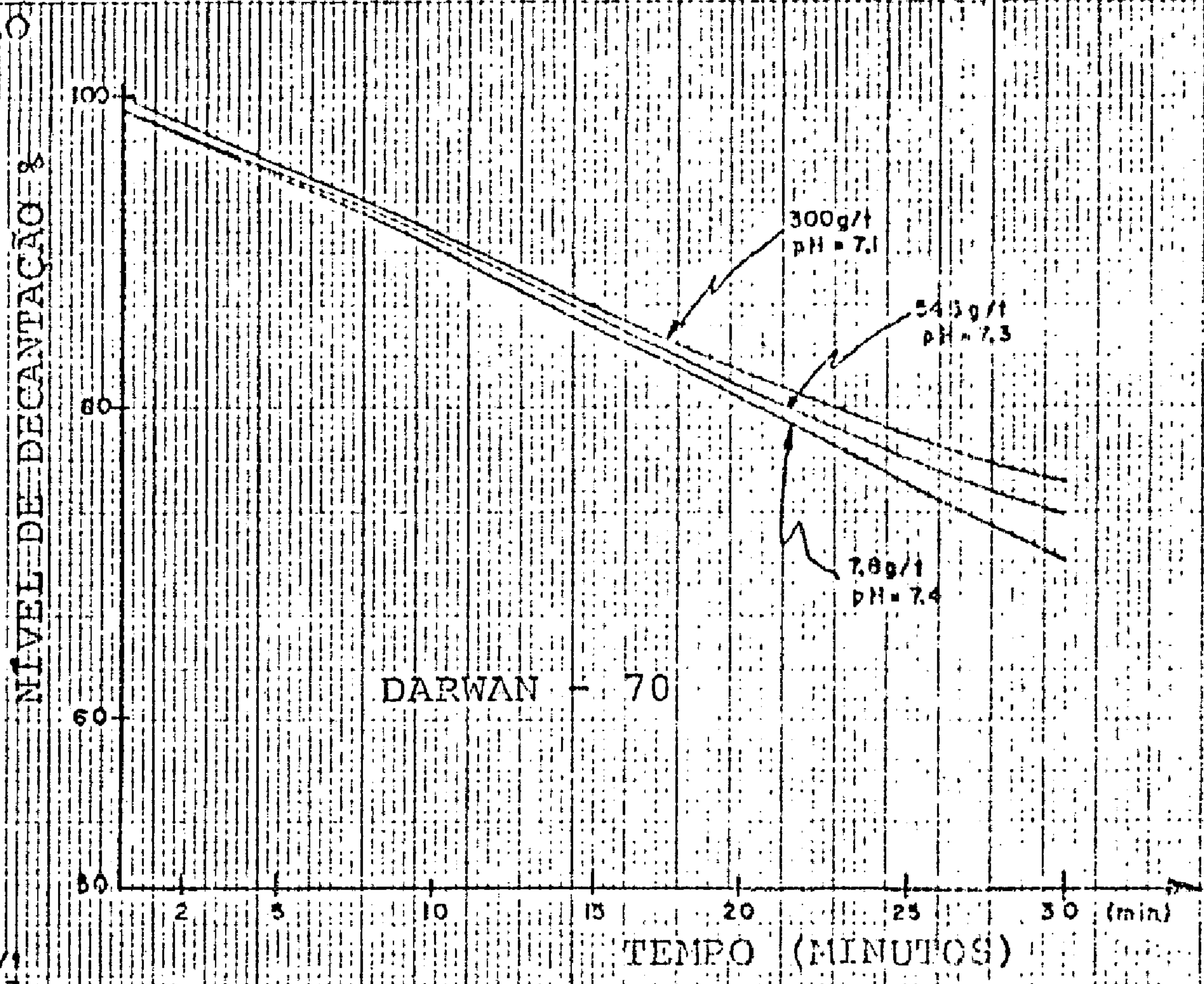
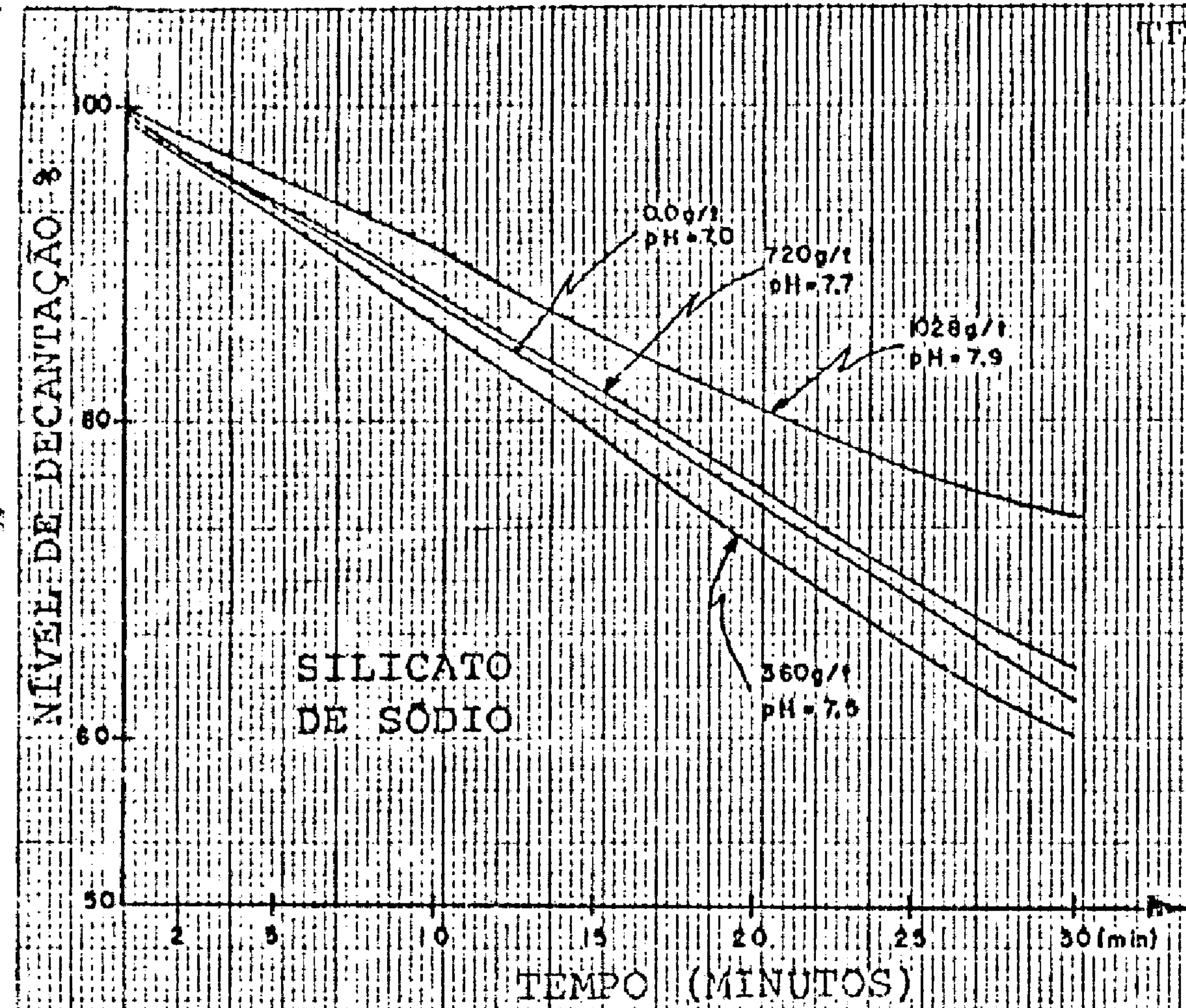
6.4. Classificação Granulométrica

Quanto à classificação, segundo a análise granulométrica média, para o caulim "in natura", encontramos cerca de 35,0% menor que 2μ . Admitindo-se uma eficiência de ciclonagem de 60% e supondo 85,0% menor que 2μ , deveríamos encontrar um rendimento em massa - cerca de 28%. Entretanto os valores encontrados nos ensaios estão aquém do esperado e, para isso, aconselhamos que sucessivas experiências sejam realizadas.

Podemos observar que, ao mudar o esquema do circuito, o rendimento em massa praticamente duplicou (9,3% para 17,0%) embora não houvesse acréscimo da % menor que 2μ (54,0% para 58,0%).

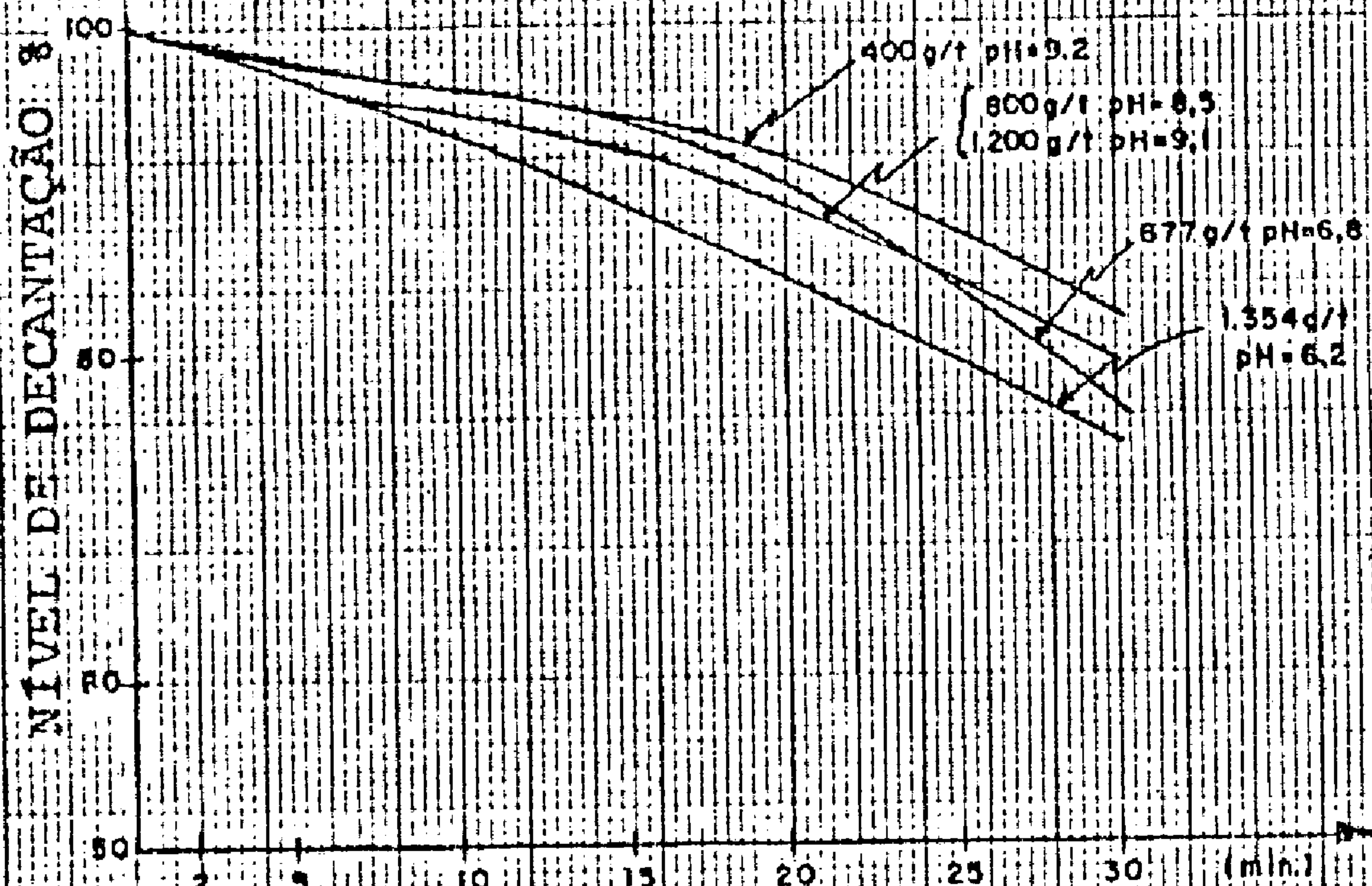


TESTES DE DISPERSÃO

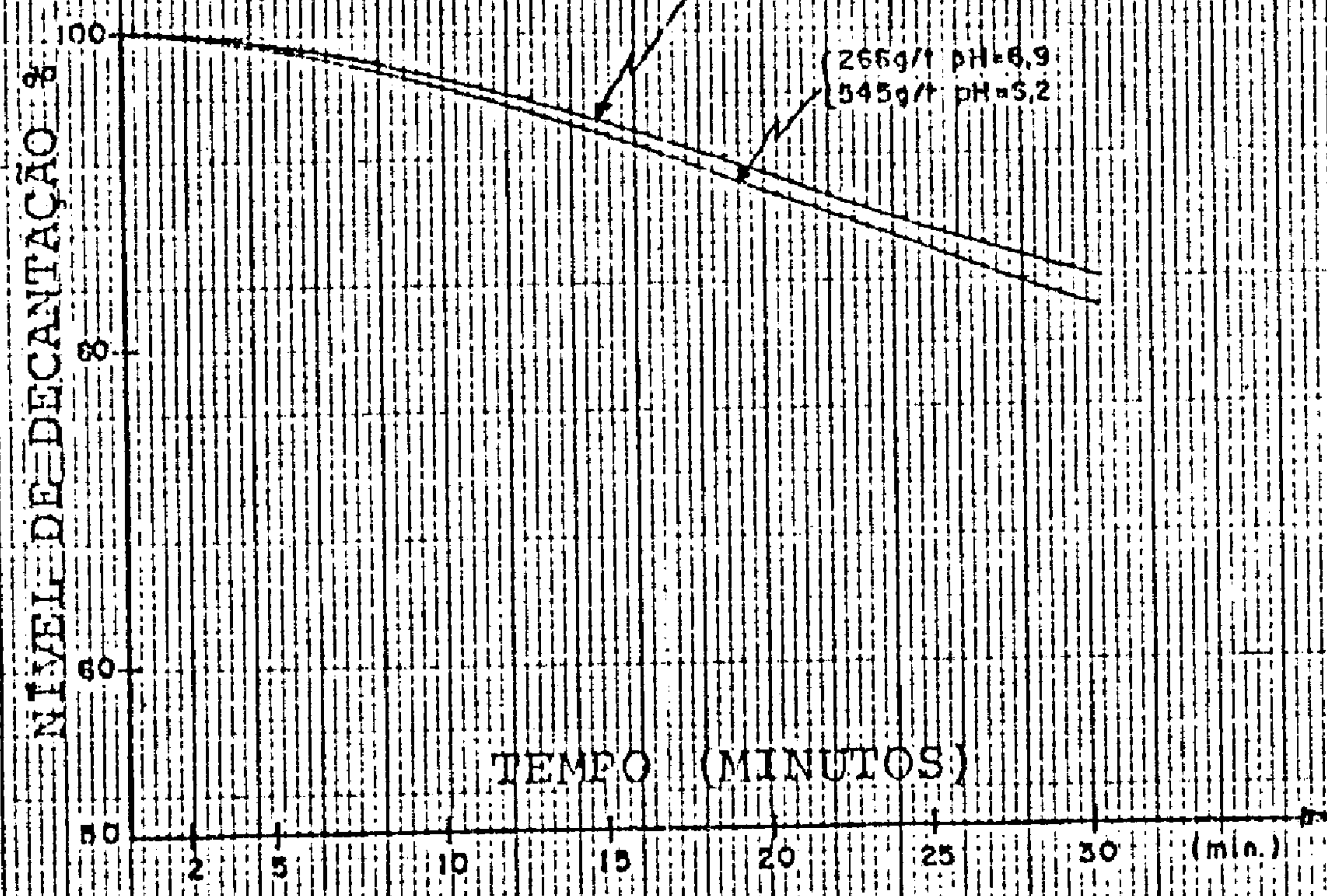


TESTES DE FLOCULAÇÃO

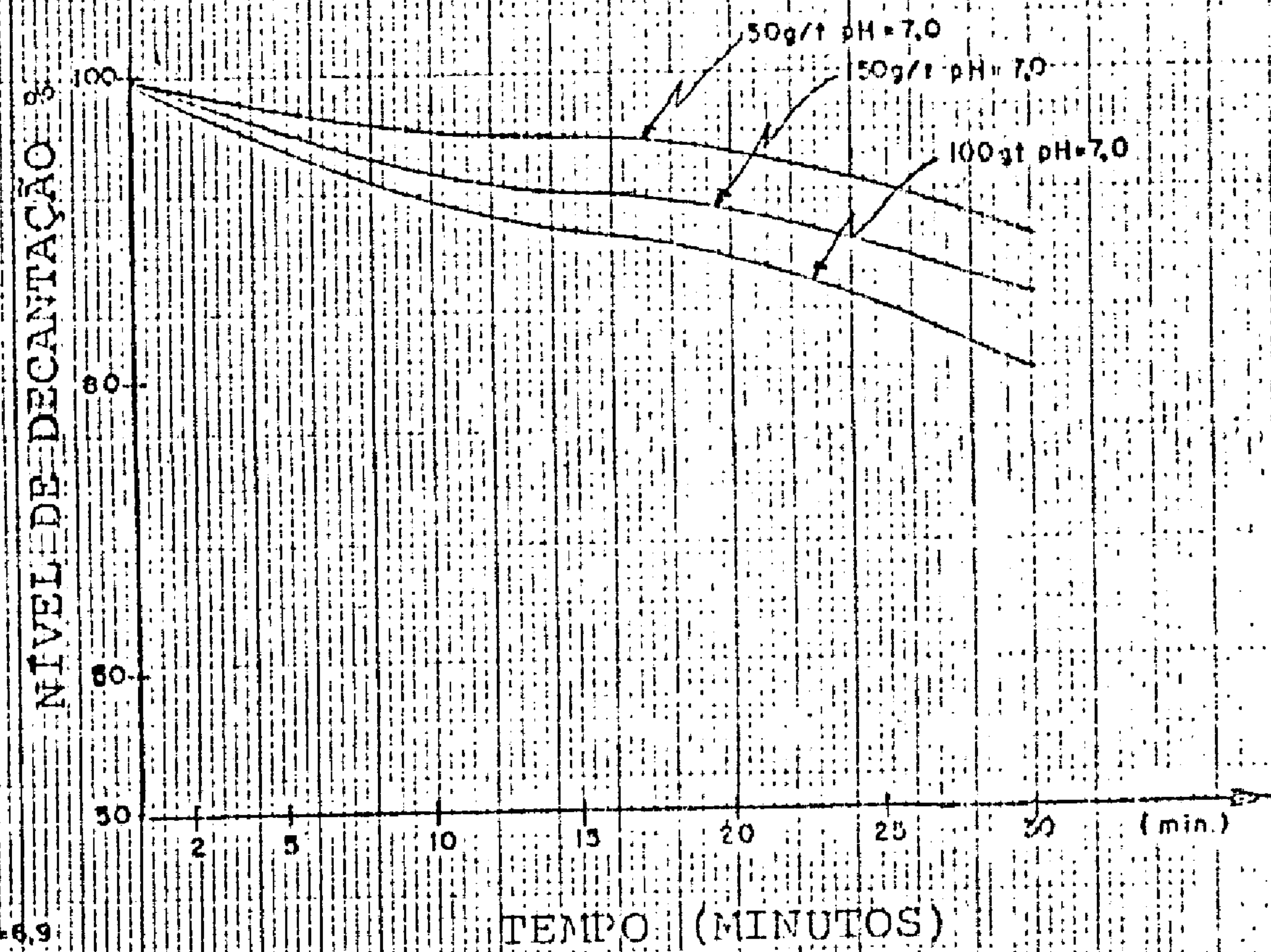
SULFATO DE ALUMÍNIO



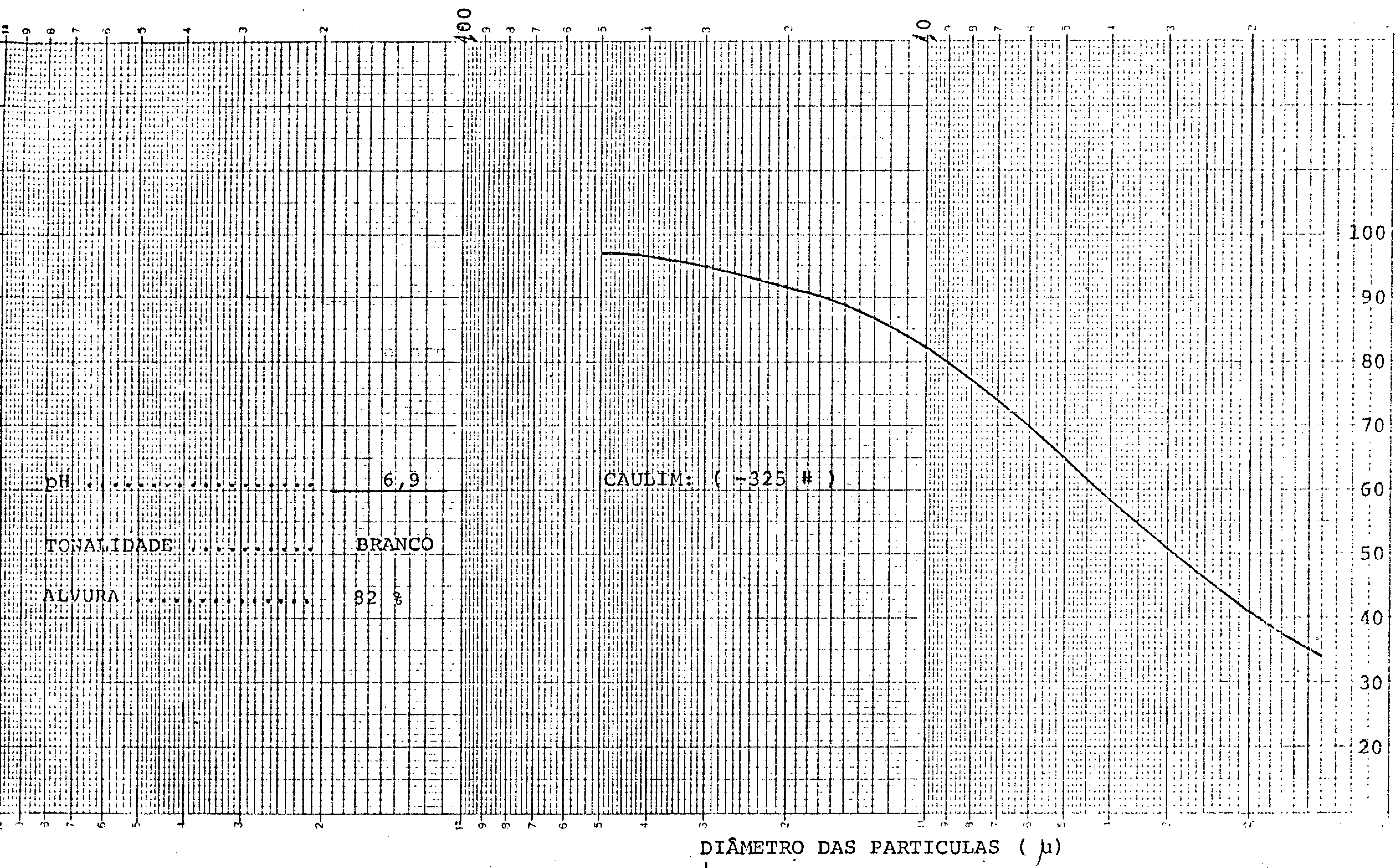
ÁCIDO SULFÚRICO



SEPARAN-M G L

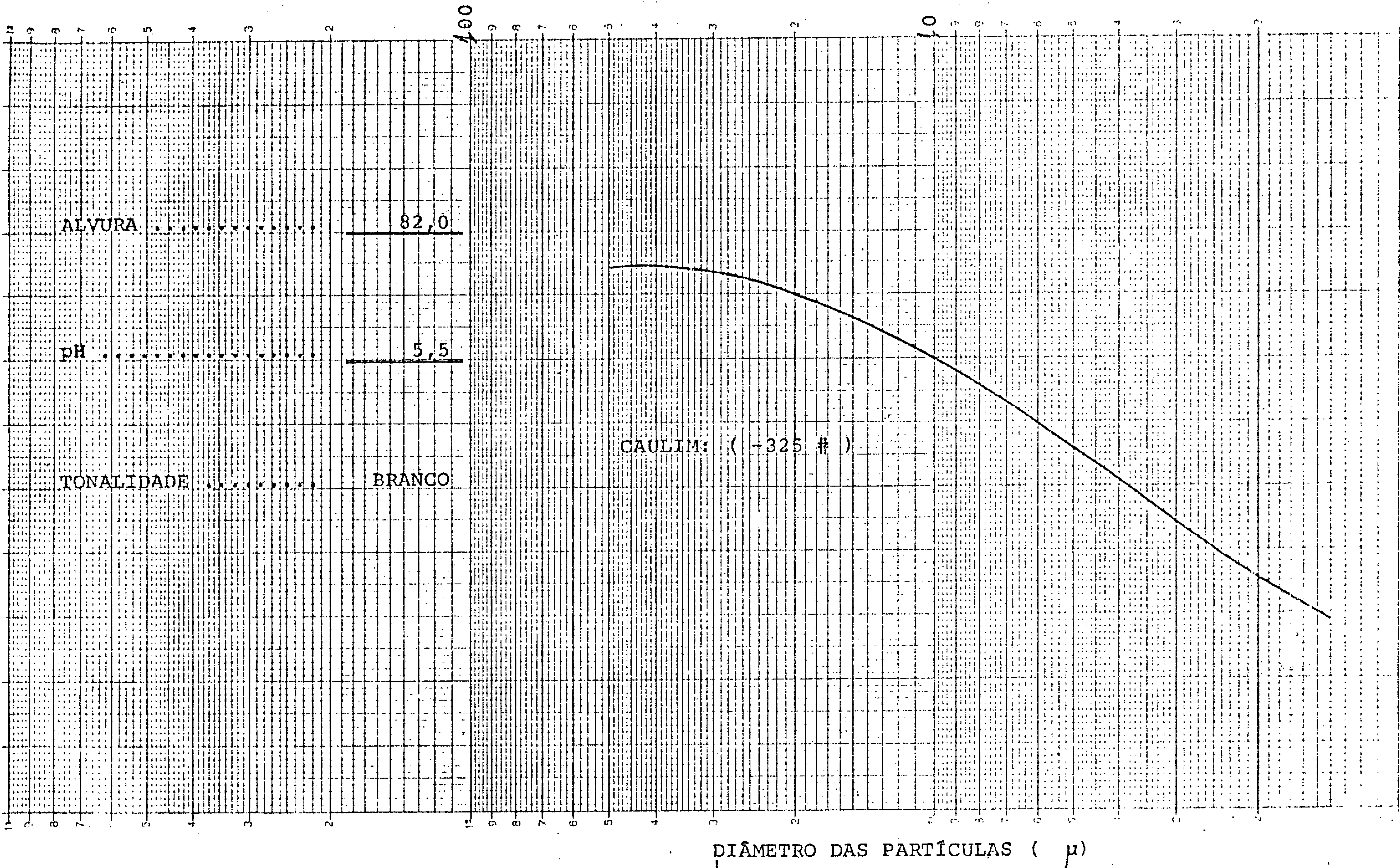


BB42-1-Formulário Ad-210x297 mm - Divisão 180x280 mm - Indústria Brasileira



INSTITUTO DE PESQUISA E PASSANTE
 Av. ... 1314270 m m

MONO-LOG



... 8720-1-... # PASSANTE

600

60

100

DIÂMETRO DAS PARTÍCULAS (μ)

CAULIM: (-325 #)

pH 5,5

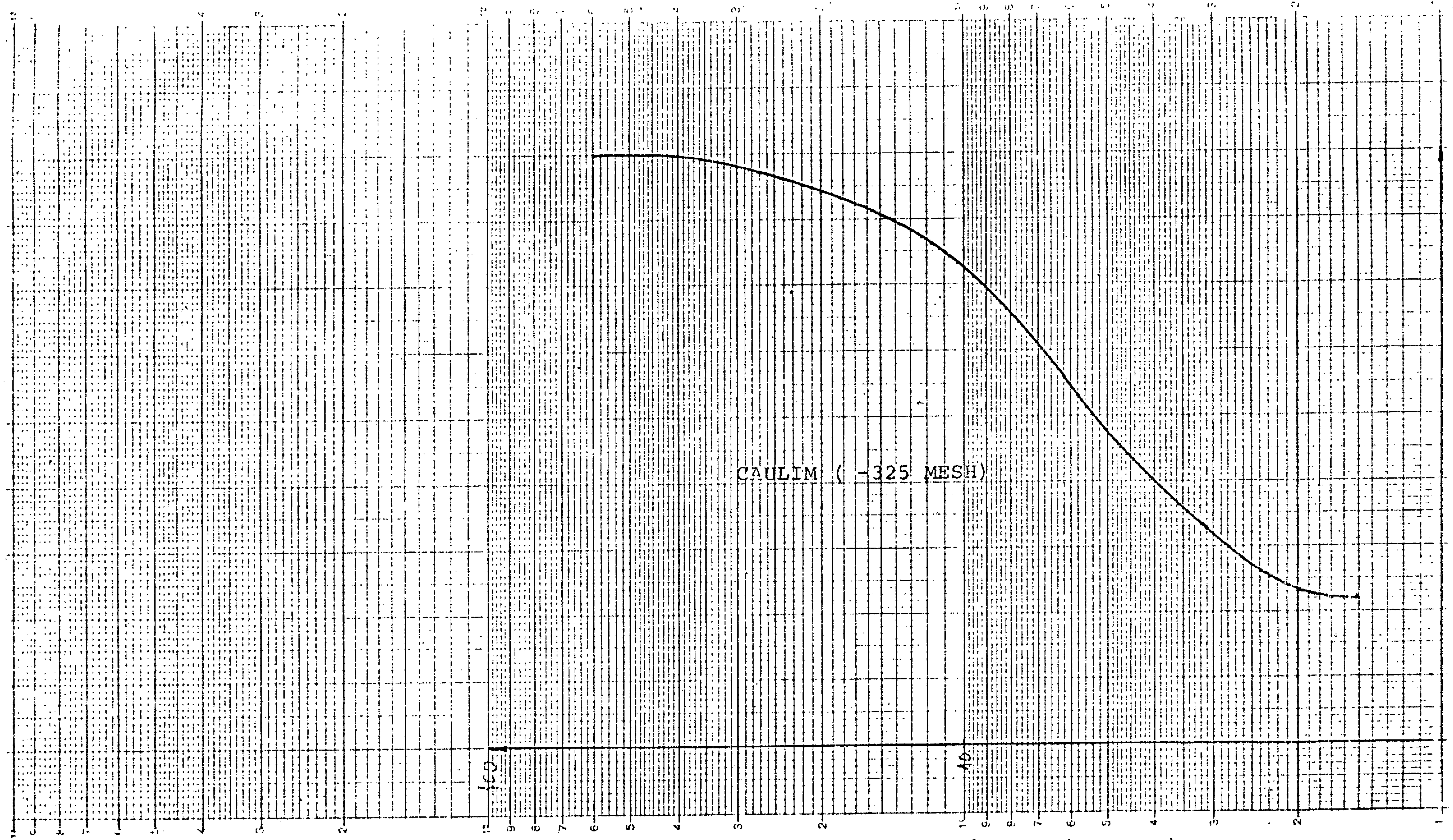
TONALIDADE BRANCA

ALVURA 83 %

100
90
80
70
60
50
40
30
20

Diagrama B700

MONC-LOS



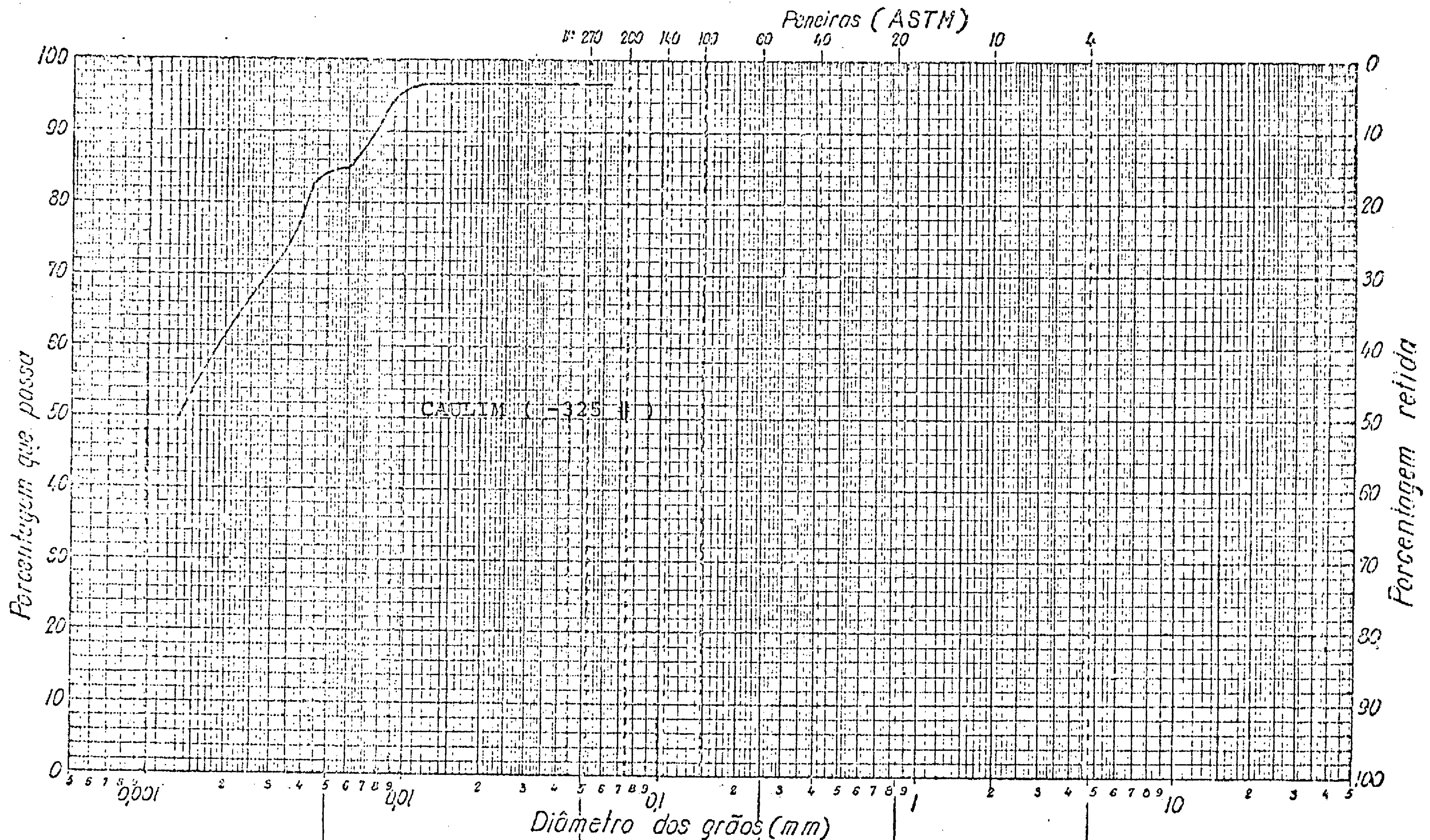
CAULIM (-325 MESH)

DIÂMETRO DAS PARTÍCULAS (microns)

Preprensa 0720-1 - Formosa A4 - 210x297 mm - Divisão 153x270 mm

rus TADIA, 404

GRANULOMETRIA



CLASSIFICAÇÃO
A. B. N. T.

Argila

Silte

Areia fina

Areia média

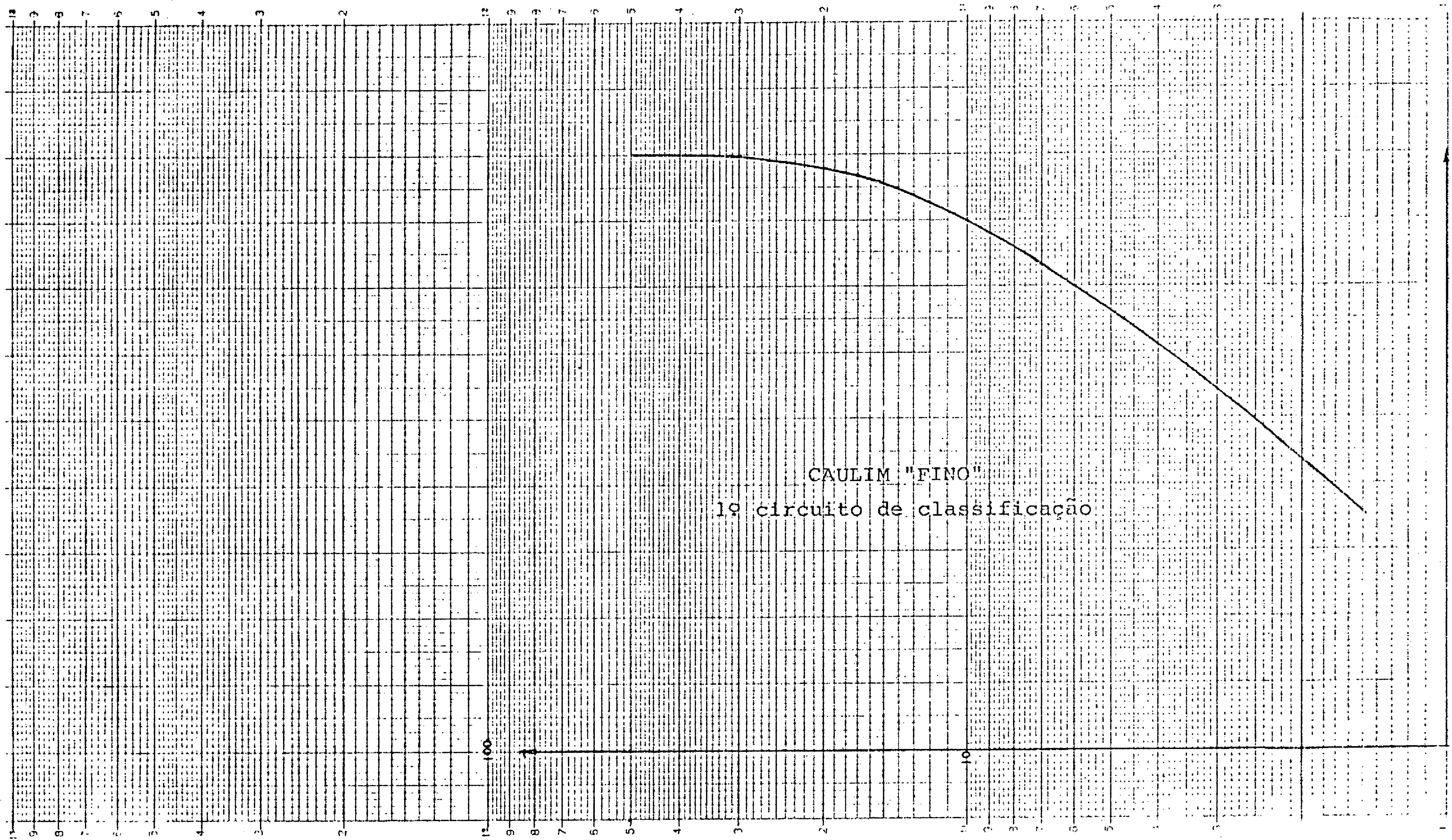
Areia grossa

Pedregulho

DATA 13/19/1973
 Descrição ACARAPÁ - 5731 - Classe 4-5
 P. ANDRÉ A. S. DA

LAB 1
 I.P.T.
 AVIMENTOS
 95422

SIEMENS-LUG



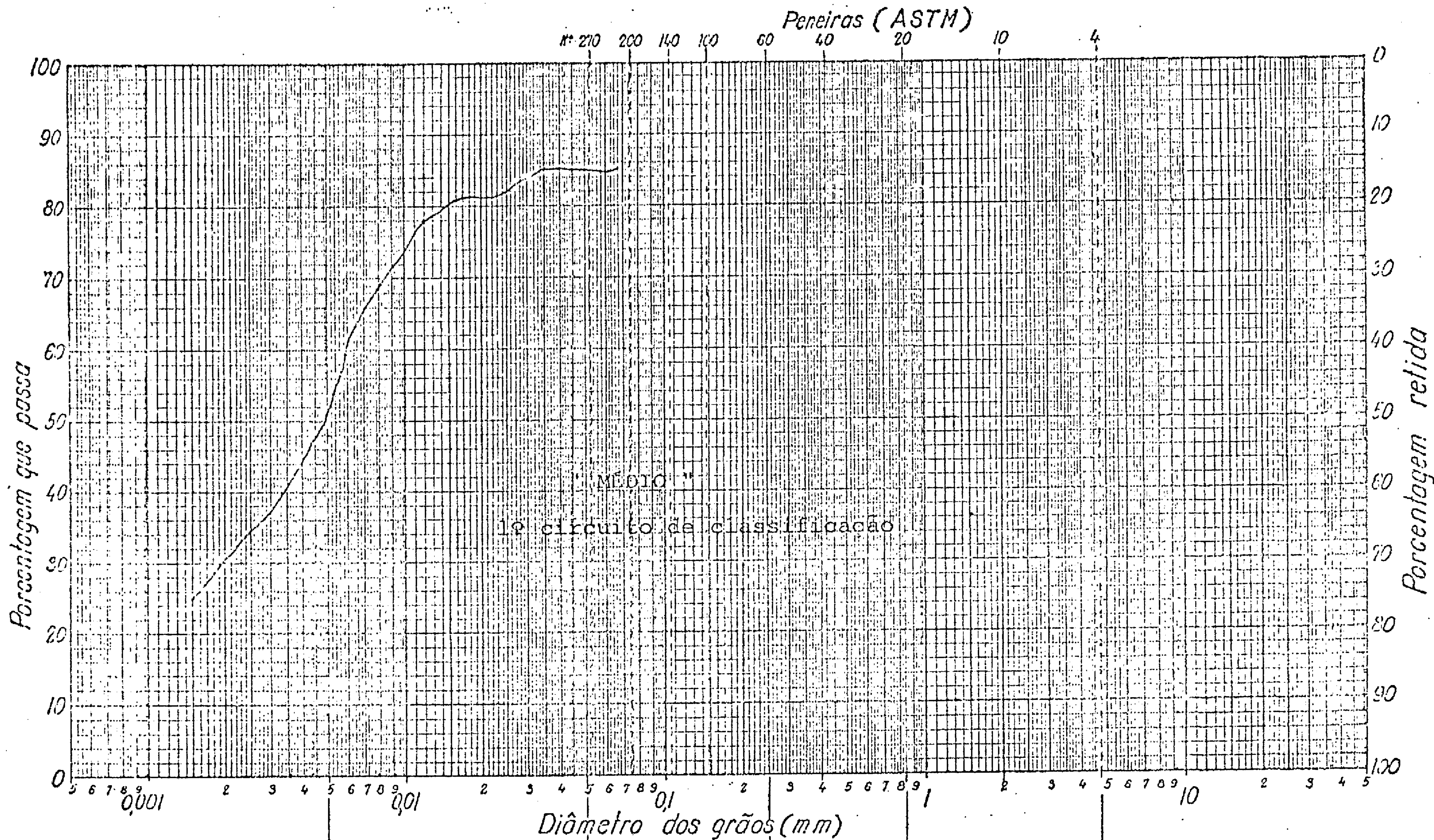
CAULIM "FINO"
19 circuito de classificação

DIÂMETRO DE PARTÍCULAS (microns)

2720 1 - 200 - 3 - FADG... 2000 - 150.000 mm

104 75018, 404
130 28005

GRANULOMETRIA



CLASSIFICAÇÃO A.B.N.T.

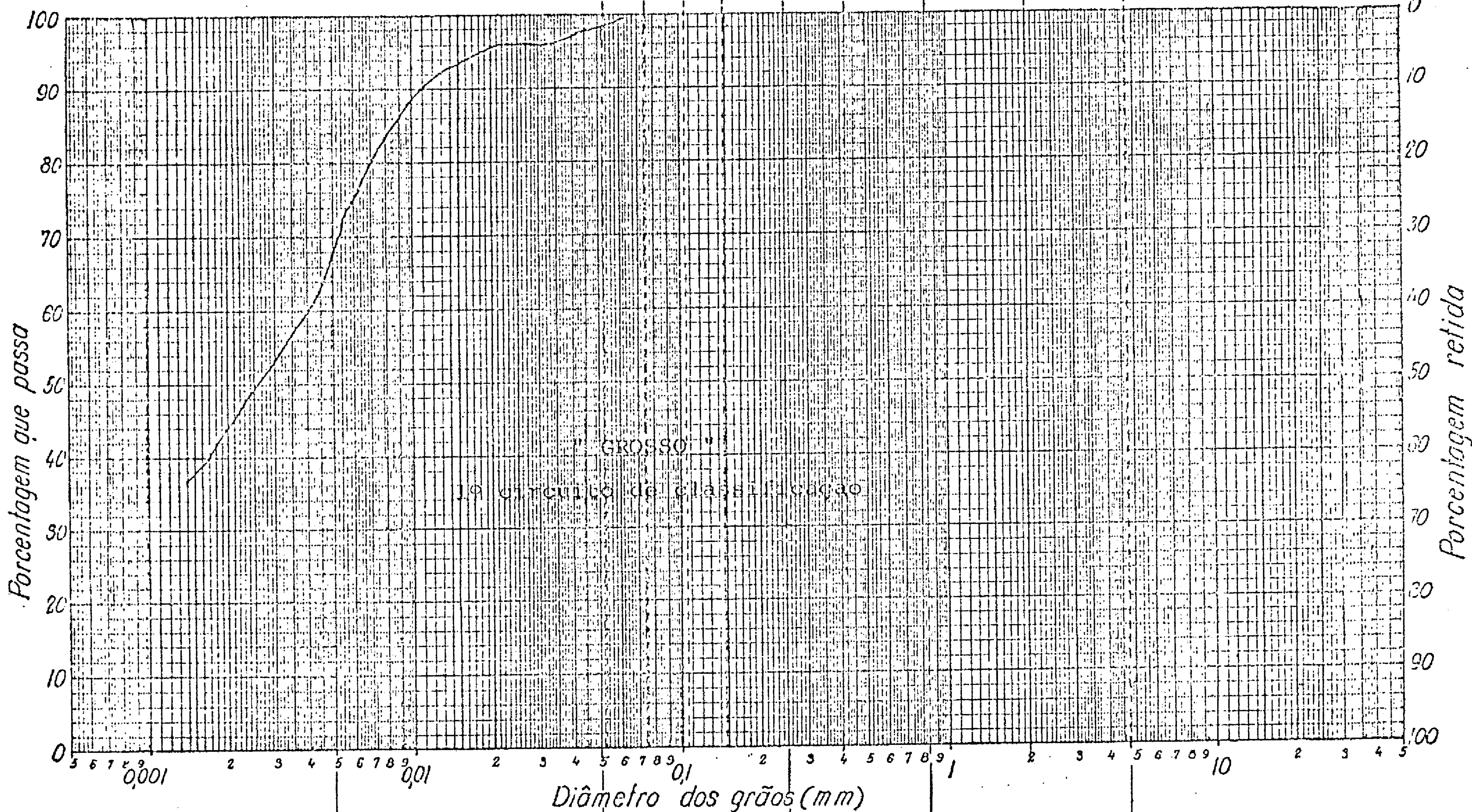
Argila Silte Areia fina Areia média Areia grossa Pedregulho

Data: 3/10/72	Engº:	I.R.T. LAB. PAVIMENTOS
Desenho:	Engº: <i>Chafes</i>	
PAULO ARIB ANDERY E ASSOCIADOS S/C LTDA.		3-C. 100 B:4

GRANULOMETRIA

Peneiras (ASTM)

Nº 270 200 110 100 60 40 20 10 4



CLASSIFICAÇÃO A.B.N.T.

Argila

Silte

Areia fina

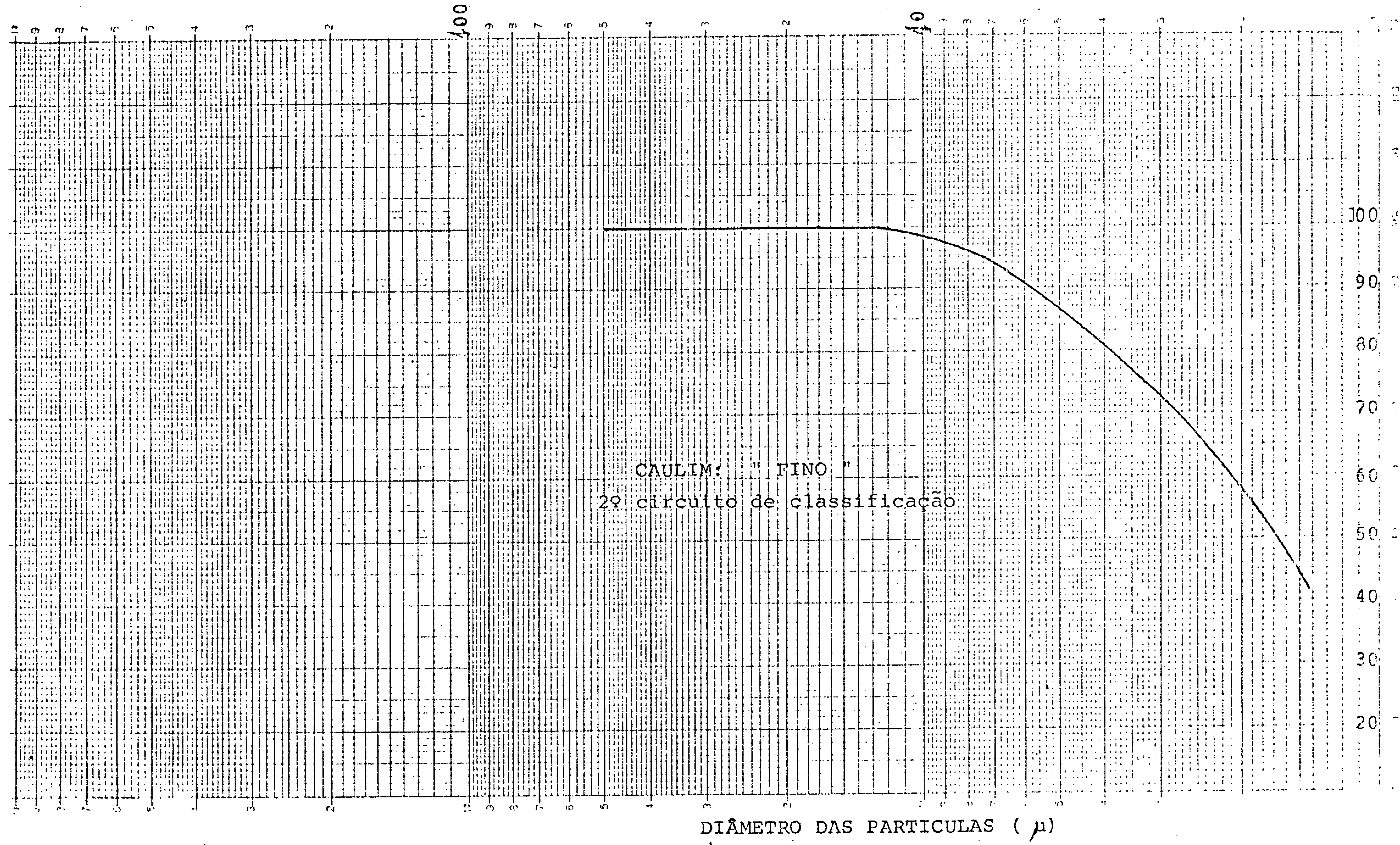
Areia média

Areia grossa

Pedregulho

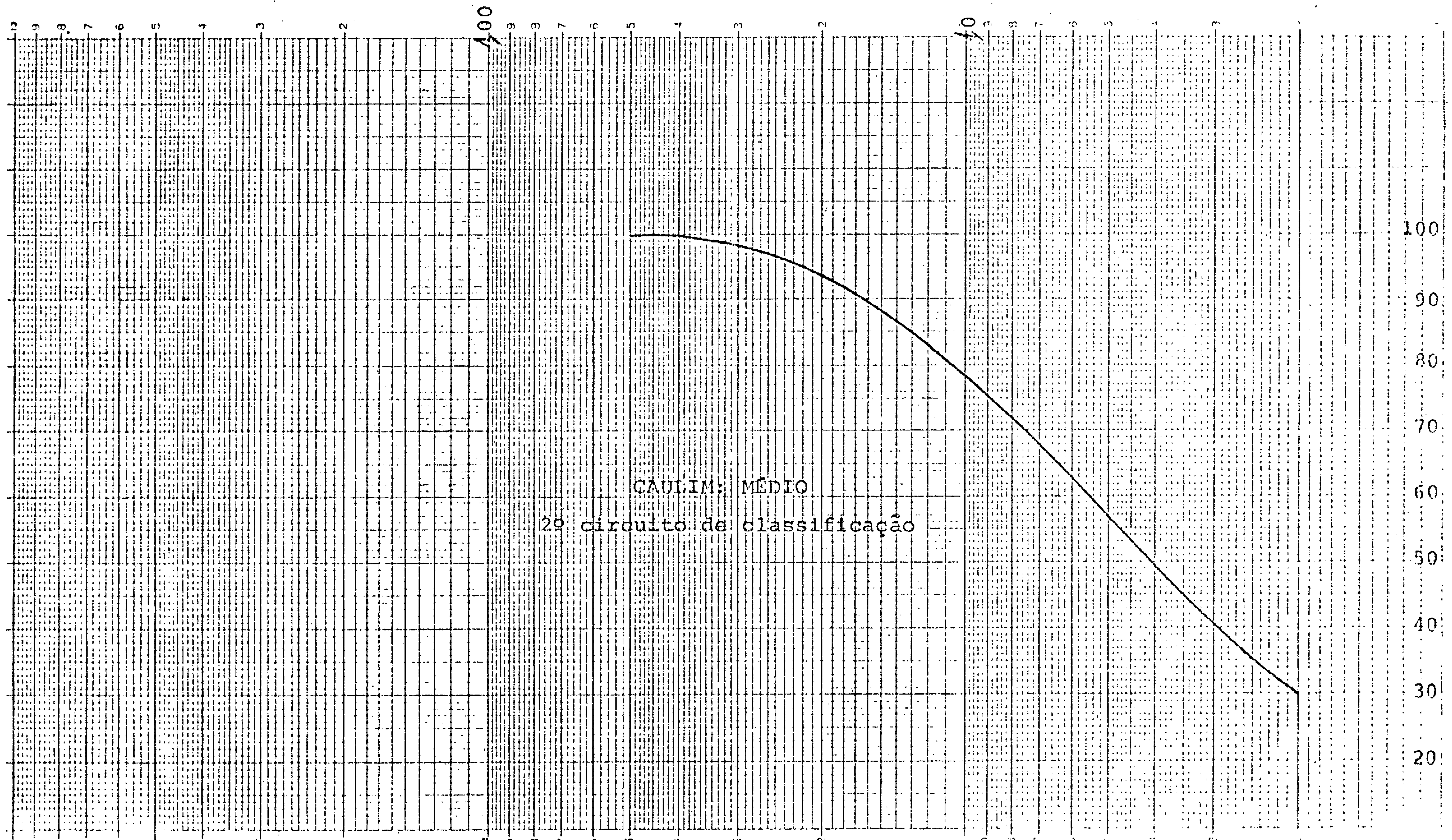
Data: 3/10/73	Emp: Chate	L.P.T. LAB. PAVIMENTOS
Desenho: PAULO ABIB ANDERY	ASSOCIADOS S/C LTDA.	
		1 - 400.814

9000-LOG



100
90
80
70
60
50
40
30
20

DIÂMETRO DAS PARTICULAS (µ)



CAULIM: MÉDIO
 2º circuito de classificação

DIÂMETRO DAS PARTÍCULAS (μ)

LABORATÓRIO DE PESQUISA PASSEIUNGA
 SÃO PAULO