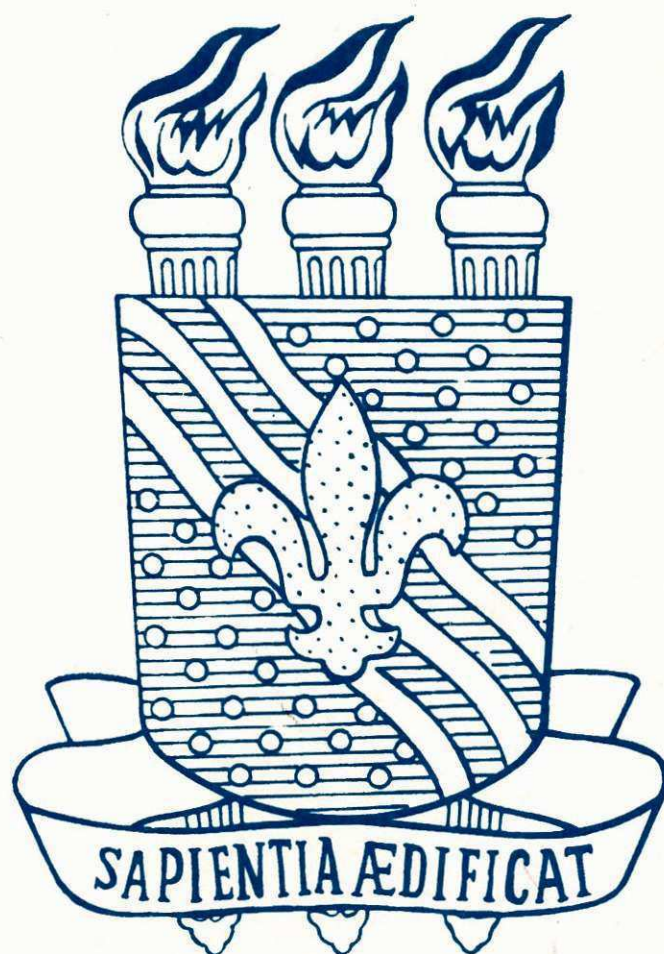


Universidade Federal da Paraíba

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA



ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNA: Kalina Lígia Almeida de Brito

MATRÍCULA: 8311457-1

EMPRESA: Companhia Petroquímica Camaçari - CPC

AV. APRIGIO VELOSO, 882 - BODOCONGO - 58.100 - CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

FONE (083)321-7222 - RAMAL 430 431 - CX - 10057

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

RELATÓRIO FINAL
ESTÁGIO SUPERVISIONADO

TRABALHO APRESENTADO POR:

KALINA LÍGIA ALMEIDA DE BRITO

LOCAL DO ESTÁGIO: COMPANHIA PETROQUÍMICA DE
CAMAÇARI - CPC

ORIENTADOR: PHD GUILLERMO NAHUI PALOMINO

SUPERVISOR DA EMPRESA: ENG. NATALICIO P. DE
ALMEIDA JÚNIOR

CAMPINA GRANDE - PB

ESTAGIO SUPERVISIONADO - JULGADO EM 30 / 11 / 89

NOTA: 7,5 (sete e cinco)

EXAMINADORES:

Edes & Tania

- Guillermo H. H. P.

- Laura Stecker de Cavalari

CAMPINA GRANDE - PB



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB



COMPANHIA PETROQUÍMICA CAMAÇARI

A T E S T A D O

Atestamos que a Srt^a KALINA LÍGIA A. DE BRITO estagiou nesta Empresa, na Divisão de Análise e Processamento, no período de 09/01 a 08/10/89, perfazendo um total de 1.416 horas.

Camaçari, 06 de outubro de 1989.


MARIA DA CONGEIÇÃO C.S. ROSSI
Coordenadora Divisão Recursos Humanos
CPC - Companhia Petroquímica Camaçari

S E D E : RUA HIDROGÊNIO, 9/nº - COPEC (COMPLEXO BÁSICO) - CEP 42.800 - CAMAÇARI - BAHIA
FONE (071) 832.1502 - TELEX (071) 1154 - CPCA BR
ESCRITÓRIO (SP) : AV. BRIGADEIRO FARIA LIMA, 1409, 9º andar - CEP 01451 - SÃO PAULO - SP
FONE (011) 814-8022 PABX - TELEX (011) 31810 - COPC BR
ESCRITÓRIO (RJ) : RUA SÃO JOSÉ, 70 - A/902 - CEP 20010 - RIO DE JANEIRO - RJ
FONES (021) 221-3145, 221-1490, 221-1588 - TELEX (021) 23612 - CPCA BR

A G R A D E C I M E N T O S

Ã DEUS, meu grande companheiro nas horas exatas e duvidosas.

Ã minha família, que sempre me alentou para mais um passo em busca deste degrau.

Aos colegas, mestres e funcionários, pelos conhecimentos e alegrias divididos.

Ã Lisiane, que em tantos momentos estendeu-me sua mão.

Ao Coordenador e Orientador de Estágio, por me acompanharem nesta etapa não final, mas de transição.

Aos colegas da CPC, que junto aos seus conhecimentos, deram um sorriso, uma palavra, um impulso para que esse trabalho se concretizasse.

S Í M B O L O S

- EDC - Dicloro Etano
- MVC - Monocloreto de Vinila
- PVC - Policloreto de Vinila
- E_t - Etano
- HCl - Ácido Clorídrico
- A-D - Água Desmineralizada
- A.G - Agente Dispersante
- B.D - Bulk Density ou Densidade Aparente
- C.P - Corpos de Prova
- T - Temperatura
- P - Pressão
- P_b - Chumbo
- U.V - Ultra Violeta
- PCR - Partes por 100g de Resina
- DOP - Di -2-etil exil ftalato
- g - Gramas
- cm³ - Centímetros Cúbicos
- DA - Densidade Aparente
- \bar{M} - Massa Média
- V - Volume
- M.I - Melt Index ou Índice de Fluidez
- F - Força

Í N D I C E

PÁGINAS

AGRADECIMENTOS

SÍMBOLOS

1.	INFORMAÇÕES SOBRE A INDÚSTRIA.....	01
1.1	- NOME.....	01
1.2	- PRODUTOS SINTETIZADOS.....	01
1.3	- PROCESSO UTILIZADO.....	01
1.4	- SETORES DE PRODUÇÃO.....	01
2.	A RESINA.....	02
2.1	- RESINAS PRODUZIDAS PELA CPC.....	04
3.	PRODUÇÃO DA RESINA.....	05
3.1	- DIAGRAMA DE BLOCO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PVC	07
4.	APLICAÇÕES E PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DO PVC.....	08
4.1	- PROCESSO DE EXTRUSÃO.....	08
4.2	- PROCESSO POR INJEÇÃO.....	08
4.3	- PROCESSO POR SOPRO.....	08
4.4	- PROCESSO POR MOLDAGEM ROTACIONAL.....	08
4.5	- PROCESSO POR CALANDRAGEM.....	08
4.6	- PROCESSO POR IMERSÃO.....	08
5.	ENSAIOS REALIZADOS.....	09
5.1	- ENSAIOS PARA CONTROLE DE QUALIDADE.....	09
5.2	- ENSAIOS ESPECIAIS.....	11

6.	TRABALHO EXPERIMENTAL.....	12
6.1	- TÍTULO.....	12
6.2	- OBJETIVO.....	12
6.3	- INTRODUÇÃO.....	13
6.4	- MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
6.5	- RESULTADOS.....	25
6.6	- DISCUSSÕES.....	27
7.	CONCLUSÃO.....	29
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
9.	A N E X O S	

1. INFORMAÇÕES SOBRE A INDÚSTRIA

1.1 - NOME

CPC - Companhia Petroquímica Camaçari.

1.2 - PRODUTOS SINTERIZADOS

1.2.1 - EDC - Produzido a partir do etileno, oxigênio e ácido clorídrico.

1.2.2 - MVC - Produzido da pirólise e destilação do EDC.

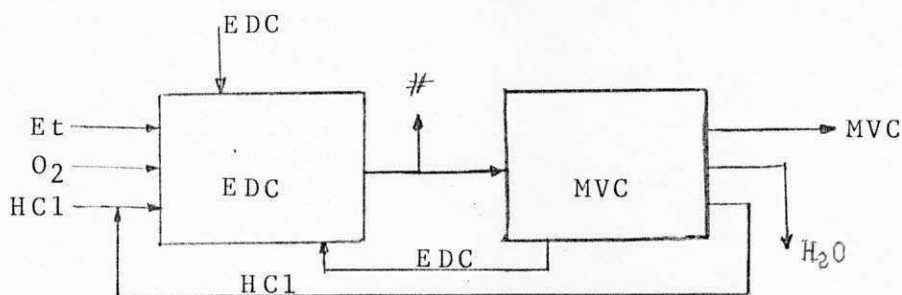
1.2.3 - PVC - Obtido da polimerização do MVC.

1.3 - PROCESSO UTILIZADO

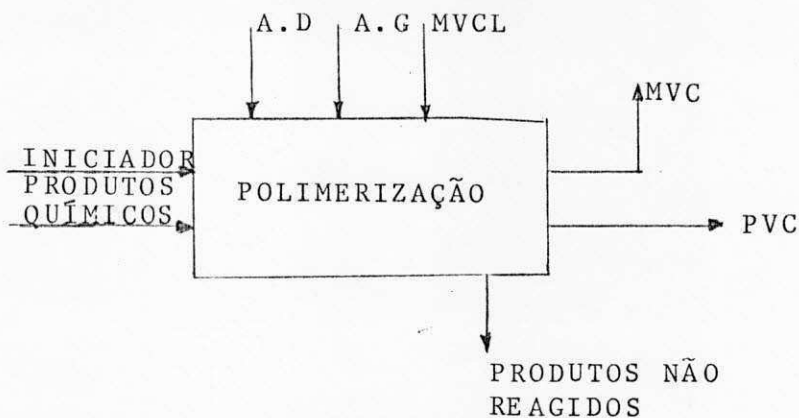
1.3.1 - Polimerização em suspensão.

1.4 - SETORES DE PRODUÇÃO

1.4.1 - UNIDADE DE MVC - UMVC



1.4.2 - UNIDADE DE PVC - UPVC



1.4.3 - DIVISÕES DE CONTROLE DE QUALIDADE, PESQUISA E DESE
SENVOLVIMENTO

1.4.3.1 - DIPEQ (divisão de pesquisa) - Compreen-
de a planta piloto, que é destinada a
pesquisas e desenvolvimento de novas
resinas.

1.4.3.2 - DIANP (divisão de análises e processa -
mento) - Responsável pelos estudos, pes-
quisas e desenvolvimento de novas apli-
cações para o PVC, como também destinada
a apoio e assistência técnica.

1.4.3.3 - DILAB (divisão de laboratórios) - Encar-
regada das análises de rotina para con-
trole de qualidade do PVC.

2. A RESINA

O PVC é uma resina homopolimérica (constituída de
uma única espécie de monômero) de cloreto de polivinila, e faz par-
te dos termoplásticos "vinílicos".

Apresenta-se sob a forma de um pó branco, finamen-
te dividido e inodoro. Não possui um ponto de fusão definido, mas
o ponto de fusão que progride com o aumento da temperatura. Para
PVC não plastificado, a temperatura para seu processamento é normal-
mente acima de 160°C e depende do peso molecular, da formação e do
processo de transformação.

Possui as seguintes características:

- ALTA ESTABILIDADE TÉRMICA - Devido ao sistema de leito fluidizado para secagem da resina à baixa temperatura, o PVC apresenta excepcional estabilidade térmica, oferecendo ao processador as seguintes vantagens:
 - Maior índice de produtividade;
 - Melhores propriedades físicas;
 - Reprocessamento sem alteração sensível da cor inicial;
 - Melhor transparência;
 - Máxima durabilidade do produto manufaturado.

- MAIOR VELOCIDADE DE ABSORÇÃO DE PASTIFICANTE - Devido a maximização da área superficial obtida, através de um crescimento macromolecular controlado, o PVC absorve os plastificantes com grande rapidez, tornando possível elevar o índice de produtividade.

- PERFEITA UNIFORMIDADE - Que é garantida pelo ótimo balanceamento das variáveis operacionais, dando ao PVC a uniformidade desejada.

- GRANULOMETRIA CONTROLADA - Devido a perfeito controle do processo, a granulometria é impecável caracterizando-se por:

- Baixo teor de partículas finas, evitando a formação de poeira e absorção de plastificantes de modo desigual, durante a mistura.
- Baixo teor de partículas grossas, evitando uma incompleta absorção de plastificante e formação de fish-eyes no produto final.

- EXCELENTE PROCESSABILIDADE - A gelificação total e uniformidade do PVC garantem a sua excelente processabilidade nos processos de produção por extrusão, injeção, calandragem ou sopro.

- ATOXIDADE - O PVC apresenta-se com teores residuais de cloreto de vinila ao mínimo, dentro dos padrões internacional da OSHA (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION).

2.1 - RESINAS PRODUZIDAS PELA CPC

2.1.1 - NORVIC SP 700

Resina com baixo peso molecular, fácil processamento, recomendada para manufatura de garrafas por moldagem ã sopro, quando brilho e transparência são requeridas. Também recomendada para injeção de produtos rígidos. Resistência ao impacto é normal ou alta.

2.1.2 - NORVIC SP 900

Resina com médio peso molecular, particularmente

usada para a extrusão de rígidos e semi-rígidos, devido a excelente performance de produção.

2.1.3 - NORVIC SP 1100

Resina com médio peso molecular, recomendada para a extrusão de rígidos e flexíveis, tais como: tubos rígidos, perfis, mangueiras, calandragens de filmes e chapas flexíveis. Possui excelente cor original e alta processabilidade sob a mais ampla variedade de condições.

2.1.4 - NORVIC SP 1300

Alto peso molecular, adequada para produtos plastificados para moldagem e extrusão, recomendado para produção de solados de sapatos, coberturas de fios e cabos elétricos. Excelente cor inicial e estabilidade térmica. Alta velocidade de absorção de plastificantes.

3. PRODUÇÃO DA RESINA

O PVC é produzido pelo processo de polimerização em suspensão. Nesta polimerização, gotas de monômero líquido são dispersas na água e polimerizadas na presença de um iniciador. Os procedimentos usados na polimerização envolvem a dispersão do monômero no meio agitado, geralmente aquoso e contendo pequenas quantidades de agentes de suspensão.

- As vantagens desta polimerização são numerosas, atribuídas em grande parte ao fato de que o meio de suspensão con

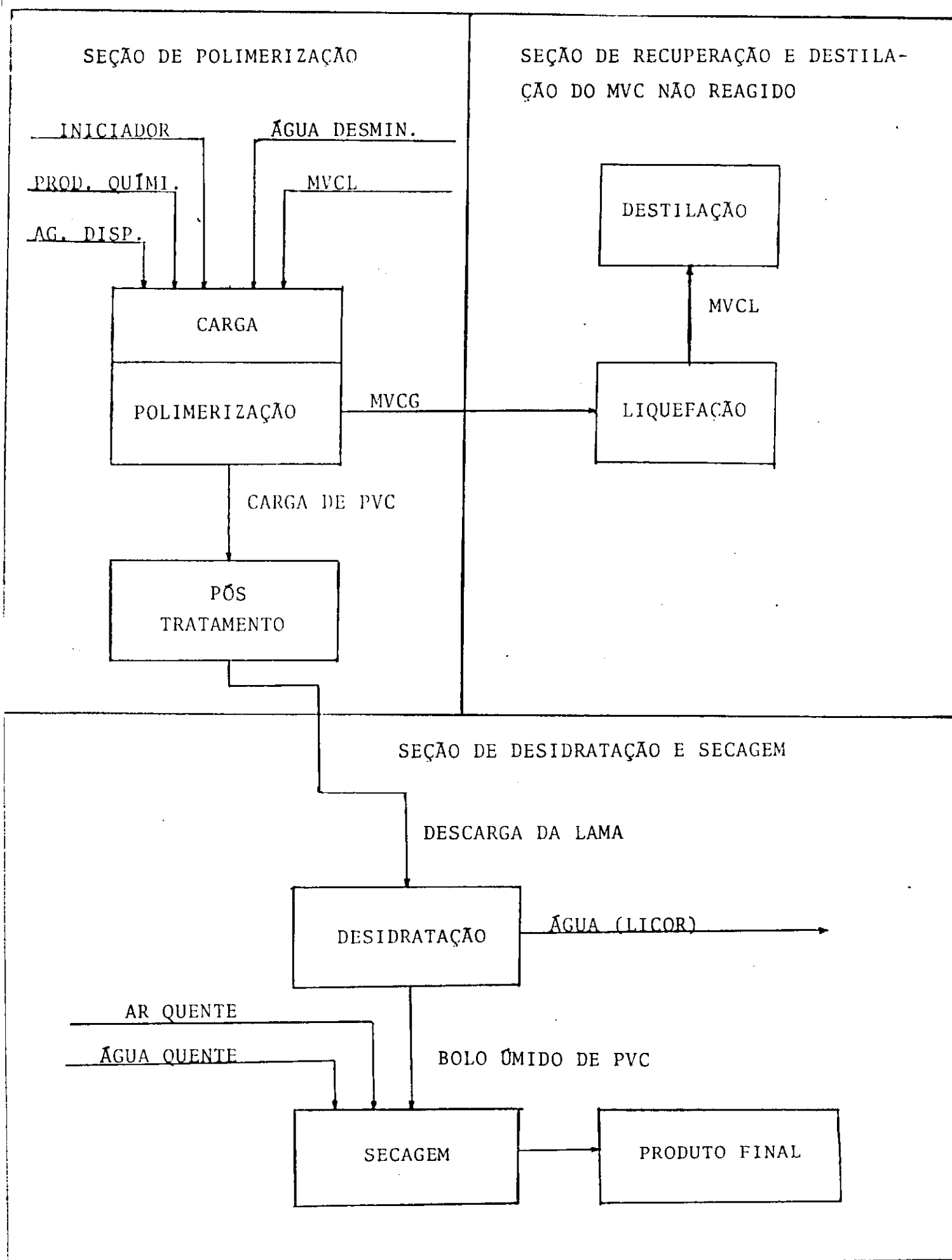
siste principalmente de água, tornando a polimerização em suspensão um dos mais econômicos métodos de polimerização.

- A remoção do excesso de calor presente na polimerização é um problema de fácil solução, visto ser a água um excelente meio de transferência de calor. Pela mesma razão o controle de temperatura é relativamente simples.

- Uma outra vantagem é alta qualidade e pureza do produto obtido, desde que somente quantidades mínimas dos vários agentes tais como: iniciadores, agentes de suspensão e estabilizantes são normalmente empregados no processo e a maioria desses são removidos nas etapas de purificação subsequentes.

Variando as condições de polimerização, pode-se obter resinas com características determinadas para aplicações diversas. Os pesos moleculares da resina de PVC, dependem principalmente da temperatura de polimerização, estando as outras condições estabelecidas e fixas. O peso molecular diminui com o aumento da temperatura de polimerização. Com o aumento do peso molecular, melhoram as propriedades mecânicas, aumentando também a viscosidade no estado fundido, dificultando a transformação.

3.1 - DIAGRAMA DE BLOCO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO PVC



4. APLICAÇÕES E PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO DO PVC.

4.1 - PROCESSO DE EXTRUSÃO

Tubos rígidos e flexíveis, fios e cabos, perfis rígidos e flexíveis para esquadrias, forros, rodapés, mangueiras, cabinhos, frisos, painés, carpetes e estofamentos para automóveis, laminados rígidos e flexíveis, filmes para embalagens, etc.

4.2 - PROCESSO POR INJEÇÃO

Conexões, caixas para interruptores, ralos, caixas sifonadas, peças de automóvel, aspersores, caixas e potes para embalagens, calçados em geral, etc.

4.3 - PROCESSO POR SOPRO

Frascos em geral para embalagens.

4.4 - PROCESSO POR MOLDAGEM ROTACIONAL

Bonecas, bolas, cones de sinalização, etc.

4.5 - PROCESSO POR CALANDRAGEM

Mantas e lonas para impermeabilização, revestimentos de paredes, laminados em geral, etc.

4.6 - PROCESSO POR IMERSÃO

Revestimentos de frascos de vidro e cabos de ferramenta, luvas cirúrgicas e de segurança, discos fonográficos, vedantes para tampas metálicas, vernizes para revestimentos metálicos, etc.

Esta variada área de aplicação é possível graças a formulações específicas denominadas compostos, obtidas através da mistura de estabilizantes, lubrificantes, plastificantes e outros aditivos às resinas de PVC.

5. ENSAIOS REALIZADOS

5.1 - ENSAIOS PARA CONTROLE DE QUALIDADE

São ensaios realizados diariamente para garantir a qualidade das bateladas que são produzidas diariamente. Os resultados são enviados tanto a área de produção da resina quanto ao consumidor.

5.1.1 - VALOR K

Determina-se o valor K através da viscosidade de uma solução a 250°C de uma resina em ciclohexanona usando-se um viscosímetro de UBBELOHDE. O valor K dá uma indicação do peso molecular da resina.

5.1.2 - DENSIDADE APARENTE ou B.D

Consiste em se determinar a densidade aparente do

PVC, através de uma massa e volume de determinada quantidade de amos
tra.

5.1.3 - GRAU DE CONTAMINAÇÃO

Determina o grau de contaminação através da quantid
dade de substância estranhas contidas numa determinada amostra de
PVC.

5.1.4 - GRANULOMETRIA

É determinada pela porcentagem retida de uma certa
amostra, nas peneiras postas em ordem decrescente de Mesh, que são
superpostas desta maneira: 60, 100, 120, 140, 200 e 230 meshs e o col
etor.

5.1.5 - FISH-EYES

Determina a quantidade de pontos duros e brilhantes
tes que não absorveram plastificantes.

5.1.6 - MATERIAL VOLÁTIL

Determina a % de material volátil de uma determinada
da amostra.

5.1.7 - ESTABILIDADE TÉRMICA

Determina o tempo necessário para que um composto

padrão de PVC apresente sua degradação térmica.

- INÍCIO - Momento no qual a cor original do C.P. começa a se modificar.
- FINAL - Momento em que o C.P. apresenta-se totalmente preto.

5.1.8 - PREPARAÇÃO DE COMPOSTOS

Consiste em se preparar misturas de resinas mais aditivos, através de agitação e temperaturas previamente determinadas, para posteriores testes de extrusão, injeção, etc.

5.2 - ENSAIOS ESPECIAIS

São ensaios não rotineiros, requeridos para determinadas informações de características mais específicas no desenvolvimento de novas resinas ou novos produtos.

5.2.1 - POROSIDADE INTERNA DE RESINAS DE PVC

Tem como objetivo medir o volume interior e distribuição aparente do diâmetro de poros das partículas de PVC.

5.2.2 - ABSORÇÃO DE PLASTIFICANTES

Determina a capacidade de absorção de plastificantes. A velocidade de absorção de plastificantes depende: do aquecimento da mistura, da porosidade das partículas, do peso molecular e

das propriedades físicas dos plastificantes.

5.2.3 - GELIFICAÇÃO

Determina o tempo que é necessário para se fazer uma mistura em função do trabalho. Regula-se as condições constantes de velocidade, temperatura, peso e formulação da mistura, sendo variável o trabalho em função do tempo que será necessário para se fazer uma mistura.

5.2.4 - ÍNDICE DE FLUIDEZ ou M.I

Visa a determinação de velocidade de extrusão de resinas fundidas, através de uma matriz com comprimento e diâmetro do orifício especificado, sob condições previstas de temperatura e pressão.

6. TRABALHO EXPERIMENTAL

6.1 - TÍTULO

Estudo de efeitos de estabilizantes à base de chumbo no processamento de compostos de PVC para tubos e perfis.

6.2 - OBJETIVO

Desenvolver compostos à base de estabilizante de Pb, estudando a concentração ideal do estabilizante para processamento da resina SP 1100 em aplicações em tubos e perfis.

- não afetar as propriedades mecânicas;
- conferir ao composto boa estabilidade à luz, e a intempérie;
- compatibilidade com o composto e com o produto final;
- não corroer ou manchar o equipamento;
- não causar plate-out no equipamento;
- ser atóxico;
- estável durante a estocagem.

Existe grande variedades de compostos químicos, que podem ser usados como estabilizantes para PVC. Nesta pesquisa usamos um estabilizante à base de chumbo. Estes se apresentam na forma de sais de chumbo.

VANTAGENS DOS ESTABILIZANTES À BASE DE Pb:

- Baixo custo;
- boas propriedades dielétricas;
- baixo odor;
- alto poder de estabilização;
- pode ser usado em altos níveis;
- baixa absorção de água;
- características de pigmento.

DESVANTAGENS:

- Tóxico, principalmente quando usados em pó;

- mancham, em presença de gás sulfídrico encontrado nas atmosferas industriais;
- não obtenção de produtos transparentes, devido à baixa solubilidade no PVC;
- alta densidade aumenta o custo por volume do produto final.

A influência de variações do composto na processabilidade podem ser demonstradas através de plastogramas que são viáveis para se criar condições de teste similares para o processamento de misturadores, calandras, extrusoras e injetoras. Sempre que a influência de condições de testes no material é conhecida, as condições de processabilidade nas máquinas de produção podem ser ajustadas rapidamente. Processabilidade é definido como "suscetível ao processamento", daí que, a influência de variações do composto e as diferenças nas características de processamento entre os materiais pode ser claramente demonstrada se as condições do equipamento (Reômetro de Torque) são mantidas. Com o plastógrafo e vários medidores de calor, diferentes testes podem ser ocorridos, os quais são em combinação, fornecem muitos dados, tais como: Torque, temperatura da massa, tempo de gelificação, viscosidade do material e estabilidade no cisalhamento, isto é, variação na viscosidade de um polímero sob combinadas influências de temperatura e cisalhamento como um resultado de variações químicas e/ou físicas no material testado. Com estes diferentes medidores de calor, e fluxo de fundido através de aberturas é observado e o produto analisado pela fratura do fundido, inchamento, superfície, brilho, fish-eyes, pigmentos, etc.

Outras características e propriedades podem ser obtidas através do estudo reológico usando-se o plastômetro em tes

tes de Índice de fluidez que é de grande importância na caracterização, especificação e controle de qualidade de termoplásticos que exibem viscosidades relativamente baixas no estado fundido.

Algumas vantagens implícitas no estudo de fluxo de polímero são:

- Entendimento das falhas de processamento e defeitos nos produtos de origem reológica. Consequentemente, permitem soluções lógicas a serem adotadas para corrigir as condições de processamento.
- Informações para estabelecer as relações qualitativas e, às vezes quantitativas, entre fatores tais como características da máquina com propriedades do material polimérico e as variáveis operações tais como: temperatura e pressão de processamento.
- Informações sobre propriedades reológicas do polímero que permitam estimar os cálculos para projetos de roscas, dimensionamento de matrizes e moldes, etc...
- Seleção prévia do polímero mais adequado, dadas as condições de trabalho.
- Informações (limitadas) sobre a estrutura molecular do polímero.

6.4 - MATERIAIS E MÉTODOS

6.4.1 - FORMULAÇÃO

Resina	100	per	
Plastabil BL-3	Variável	-	Estabilizante primário
Plastabil BL-1	0.8	per	- Estabilizante secundário
Estearina	0.4	per	- Lubrificante externo
Estearato de Cálcio	0.4	per	- Lubrificante interno
Loxiol. 6.60	1.2	per	- Lubrificante interno
Barraflex II	10.0	per	- Carga
TiO ₂	0.7	per	- Pigmento
D.O.P	10.0	per	- Plastificante.

OBS: Usamos nos testes 12 amostras, variando a concentração do PLASTABIL BL - 3 de 0,8 a 3,0 per mantendo-se constante a concentração dos demais aditivos.

6.4.2 - MÉTODOS DE ENSAIO

6.4.2.1 - DENSIDADE APARENTE

Materiais e Equipamentos - Frasco receptor de aço inox de 100cm³, funil de aço acoplado e um suporte com base para o frasco; balança com precisão de 0,001g; nivelador; bastão de vidro; vidro de relógio; recipiente para alimentação; pincéis para limpeza do frasco e funil.

PROCEDIMENTO:

1 - Nivelar-se o sistema;

- 2 - pesa-se o frasco receptor a 0,001g;
- 3 - veda-se a parte inferior do funil com o vidro de relógio e alimenta o funil com auxílio do recipiente até que seja preenchido totalmente;
- 4 - nivela-se o volume da resina com auxílio do bastão de vidro;
- 5 - retira-se o vidro de relógio e deixa escoar toda a resina;
- 6 - bate-se levemente o funil para escoar o restante;
- 7 - nivela-se o volume da resina do frasco e, em seguida bate-se também levemente para compactação da resina;
- 8 - limpar, com auxílio do pincel, as paredes externas do frasco;
- 9 - pesar o frasco que contém a resina a 0,001g;
- 10 - repetir 2 vezes este procedimento com mais duas porções da amostra.

A densidade aparente é determinada por:

$$D_A = \frac{\bar{M}}{V} \quad \text{g/cm}^3$$

onde: \bar{M} - Média da massa das 3 pesagens.

V - Volume do frasco.

e $M = (\text{Peso do frasco} + \text{amostra}) - \text{Peso do frasco vazio}.$

OBS: Volume do frasco é cte e estabelecido e igual a 99,55g.

6.4.2.2 - FLUXO

Materiais e Equipamentos - Funil de aço acoplado a um suporte com base para o frasco; nivelador, vidro de relógio, cronômetro.

PROCEDIMENTO:

- 1 - Nivelá-se o sistema;
- 2 - Veda-se a parte inferior do funil com o vidro de relógio e alimenta-se o funil com auxílio do recipiente até que seja preenchido totalmente.
- 3 - Nivelá-se o nível da resina com bastão de vidro;
- 4 - Retira-se o vidro de relógio da parte inferior e aciona-se o cronômetro simultaneamente, e deixa toda resina escoar;
- 5 - Terminado o fluxo, desliga-se o cronômetro e faz-se a leitura do tempo de fluxo.

Fluxo Seco = tempo de escoamento da resina em seg.

6.4.2.3 - ESTABILIDADE TÉRMICA

Materiais e Equipamentos - Balança analítica, moinho de rolos (rotação fixa 1:1,2 e \varnothing 300 x 700 mm), prensa normal, ferramenta para corte de C.P., banho termostático, tubos de ensaio, recipientes, espátula, termômetro de imersão parcial, placas de res -

friamento, óleo de silicone a $T = 220^{\circ}\text{C}$, óleo para imersão do corpo de prova (mineral).

Condições: Temperatura do Moinho = $150 \pm 5^{\circ}\text{C}$
Temperatura do Banho = $180 \pm 1^{\circ}\text{C}$
Tempo = 05 min
Espessura do Crepe = $1,0 \pm 0,2$ mm

PROCEDIMENTO:

- 1 - Preparar o crepe no moinho, com abertura entre os rolos de 0,3 mm inicial e 1,0 mm final;
- 2 - retira-se o crepe e prensa na parte central retirando 12 C.P;
- 3 - levá-los ao banho de óleo a $T = 180^{\circ}\text{C}$ e o nível de óleo na marca e com agitação constante;
- 4 - colocar óleo mineral nos tubos para cobrir a amostra;
- 5 - colocar os C.P. e iniciar a marcação;
- 6 - no 10º minuto retirar a 1ª amostra e em seguida retirar as outras a cada 5 min.;
- 7 - fixar as amostras nas folhas de análises após resfriamento na placa.

6.4.2.4 - ÍNDICE DE FLUIDEZ ou M.I.

Materiais e Equipamentos - Plastômetro de extrusão, funil, cronômetro, estátula, placa receptora dos C.P.

PROCEDIMENTO:

- 1 - Selecionar as condições de temperatura e carga de acordo com especificações do material;
- 2 - introduzir no orifício do cilindro com auxílio de um funil, uma quantidade de 3 a 8g do com - posto;
- 3 - compactar o material com a ferramenta apropriada e em seguida introduzir o pistão com ou sem carga conforme o índice de fluidez do material;
- 4 - seis a oito minutos depois de introduzido o material no cilindro, a carga selecionada é aplicada ao pistão, descendo sob ação da gravidade ou sendo forçado mais rapidamente, com pressão manual, até que um filamento livre de bolhas seja extrudado e a marca inferior do pistão esteja 5 a 10 mm acima da borda superior.

OBS: A massa em gramas que flui através de uma matriz especificada, sob condições pré-determinadas de pressão e temperatura em 10 minutos, constitui o índice de fluidez da amostra. Este valor está relacionado com a viscosidade do material. Quanto mais viscoso for, menos material fluirá, isto é, o índice de fluidez será baixo. Daí que o M.I. é inversamente proporcional à viscosidade que por sua vez é diretamente proporcional ao peso molecular médio. Logo, quanto < o MI > o peso molecular e vice-versa.

Condições: T = 195°C
 F = 20 Kg.
 Tempo de Corte = 10 seg.
 Peso amostra = 5g.

6.4.2.5 - GELIFICAÇÃO

Este ensaio baseia-se na utilização do Reômetro de Torque Brabender, regulado as condições constantes de velocidade, temperatura, peso e formulação da mistura, sendo variável o trabalho em função do tempo que será necessário para fazer esta mistura.

Materiais e Equipamentos - Reômetro de Torque Brabender, aquecedor por transparência de óleo pressurizado equipado com bomba carregadora e aquecedores controlados individualmente, aquecedores e termorreguladores, misturador R.E. 60., balança semi-analítica, beakers, espátula, cronômetro.

Condições: Escala = 5000mg.
 Velocidade da carta = 1cm/min
 Rotação = 60 rpm
 Temperatura da camisa = 195°C
 Amortecimento = 1 seg.
 Peso da amostra = 60g.

PROCEDIMENTO:

- 1 - Depois de equilibrada a temperatura e calibrado o equipamento de acordo com as condições desejadas, inicia-se o teste;
- 2 - coloca-se no funil do cabeçote 60g. do compos-

- to, e comprime-se com auxílio do amassador;
- 3 - a amostra, ao ser colocada no funil, encontra o cabeçote ligado a 45 rpm. Após a compressão da amostra, desliga-se a rotação e aciona-se o cronômetro simultaneamente;
 - 4 - com a pena do registrador baixo, após três minutos depois de desligado e acionado o cronômetro, liga-se a rotação e aciona-se o botão de registro ao mesmo tempo;
 - 5 - deixa-se o reômetro em funcionamento até que o Torque fique constante e torne a subir, o que demonstra o início de degradação do composto;
 - 6 - após isso desligar rapidamente para evitar corrosão no equipamento, causado pela liberação de HCl durante a degradação;
 - 7 - fazer a leitura.

6.4.2.6 - PROCESSAMENTO

Este método visa, através de extrusão, verificar a produção do composto, como também outras propriedades e características, como Torque, cor, brilho, inchamento, aspecto superficial, temperatura requerida na processabilidade, etc. usando-se o Reômetro de Torque com a extrusora acoplada estabelecendo-se a rotação e temperaturas das zonas da extrusora.

Materiais e Métodos - Reômetro de Torque, matriz para tubos, espátula, becker, cronômetro, espátula.

PROCEDIMENTO:

- 1 - Calibrar e estabilizar o equipamento;
- 2 - colocar constante e homogeneamente a amostra no funil da extrusora, e deixar fluir bastante até que o fluxo esteja constante;
- 3 - Após isso, inicia-se a impressão gráfica, pelo abaixamento das penas (T, P e Torque) e acionamento de rotação do papel;
- 4 - durante 10 minutos de impressão, retira-se 3 amostras do produto, durante o tempo de 1 minuto para cada amostra;
- 5 - pára-se a impressão mas continua-se introduzindo amostra que já pode ser a do teste seguinte;
- 6 - enquanto isso, pesa-se as amostras que são dadas em gramas por minuto (g/min);
- 7 - prossegue-se desta forma para todas as outras amostras.

OBS: O resultado da produção é dado pela média das 3 pesagens, e através dessas amostras faz-se a inspeção visual.

Condições:	Escala	= 2500mg.
	Temperatura zona 1	= 160°C
	Temperatura zona 2	= 175°C
	Temperatura zona 3	= 170°C
	Temperatura zona 4	= 195°C

Velocidade de rosca = 30 rpm

Velocidade da carta = 60 cm/h

6.5 - RESULTADOS

TESTES AMOSTRAS	B.D. (g/ml)	FLUXO (seg)	M.I. (g/10min)	TEMPO DE DEGRADA- ÇÃO (min)	ESTABILI- DADE TÉRMICA
A _{0.8.}	0.604	9.5	11.04	20.3	Boa
A _{1.0}	0.600	10.0	11.52	24.0	Boa
A _{1.2}	0.604	10.0	12.78	25.9	Boa
A _{1.4}	0.603	9.5	14.16	28.4	Boa
A _{1.6}	0.602	9.5	15.18	30.8	Excelente
A _{1.8}	0.602	9.5	15.84	31.5	Excelente
A _{2.0}	0.604	9.0	15.48	33.3	Excelente
A _{2.2}	0.607	9.0	15.84	33.5	Excelente
A _{2.4}	0.614	9.0	15.66	35.4	Excelente
A _{2.6}	0.613	9.0	15.36	40.6	Excelente
A _{2.8}	0.614	9.0	15.96	42.7	Excelente
A _{3.0}	0.613	9.0	16.50	45.2	Excelente

RESULTADOS DE PROCESSAMENTO

CONCENTRAÇÃO DO ESTABILIZANTE (pcr)	TORQUE (m.g)	PRESSÃO (psi)	TEMPERATURA DA MASSA (°C)	PRODUÇÃO (g/10min)
0,8	2200	680	167°C	37,75
1,0	2020	600	167°C	37,80
1,2	2080	620	167°C	38,09
1,4	2090	650	167°C	37,80
1.6	1960	560	167°C	58,27
1.8	1850	540	167°C	38,13
2.0	1900	560	167°C	37,87
2.2	1720	510	167°C	38,66
2.4	2080	670	166°C	38,70
2.6	1880	600	166°C	38,75
2.8	1910	600	166°C	39,27
3.0	1850	580	166°C	39,01

6.6 - DISCUSSÕES

- Com o aumento da concentração de estabilizante, há uma tendência de crescimento na densidade aparente dos compostos.
- Houve uma pequena variação no fluxo para os compostos de menores concentração de estabilizante, porém, à partir da amostra com 2,0 pcr de estabilizante o fluxo tornou-se constante.
- Aumentando a concentração de estabilizante, observa-se um ligeiro aumento no índice de fluidez. Observa-se também que, as amostras de 1,6 à 2,8 pcr's de estabilizante deram resultados muito próximos entre si, variando numa faixa de 1g/10 min.
- As amostras testadas apresentaram ótima estabilidade térmica. As com 0,8 e 1,0 pcr de estabilizante sofreram pequena degradação à 65 min, enquanto que às demais não sofreram nenhuma degradação visível ou significativa. À partir da amostra com 2,0 pcr de estabilizante retiramos os corpos de prova no intervalo de 10 min, e o teste atingiu os 130 min. sem contudo observarmos degradação apreciável.
- O tempo de gelificação das amostras foram muito pequenos, variando de 0.1 a 0.5 min. Isto pode

ser atribuído ao fato de que a fusão tenha iniciado no período de pré-aquecimento que é de 3 min.

. Neste teste determinamos também o tempo de degradação e constatamos que à medida que aumenta a concentração do estabilizante, aumenta o tempo de degradação.

. Observamos variações mínimas de degradação entre as amostras de 1,6 à 2,5 pcr em comparação com as demais.

. A medida que aumenta a temperatura, há um decréscimo no Torque, porém, ao se alcançar $\pm 200^{\circ}\text{C}$, tanto a temperatura, quanto o Torque permanecem constantes em todas as amostras, até o ponto de degradação quando o Torque tende a crescer bruscamente.

— No processamento, o Torque variou consideravelmente de uma amostra para outra. A causa mais provável para este fato é o processo de alimentação da extrusora, o qual deva ter sofrido variações entre as amostras.

. O fato acima porém, não afetou os resultados na produção, os quais apresentaram-se satisfatórios, exibindo-se um aumento na produção à medida que cresce a concentração de est. na formulação.

. Quanto ao fluxo do composto na matriz, este apresenta-se normal.

. Com o aumento da concentração de est. as amostras dos tubos processados vão perdendo o brilho, tornando-se mais opacas à partir da amostra com 1.8 pcr, e as superfícies vão se tornando mais ásperas.

7. CONCLUSÃO

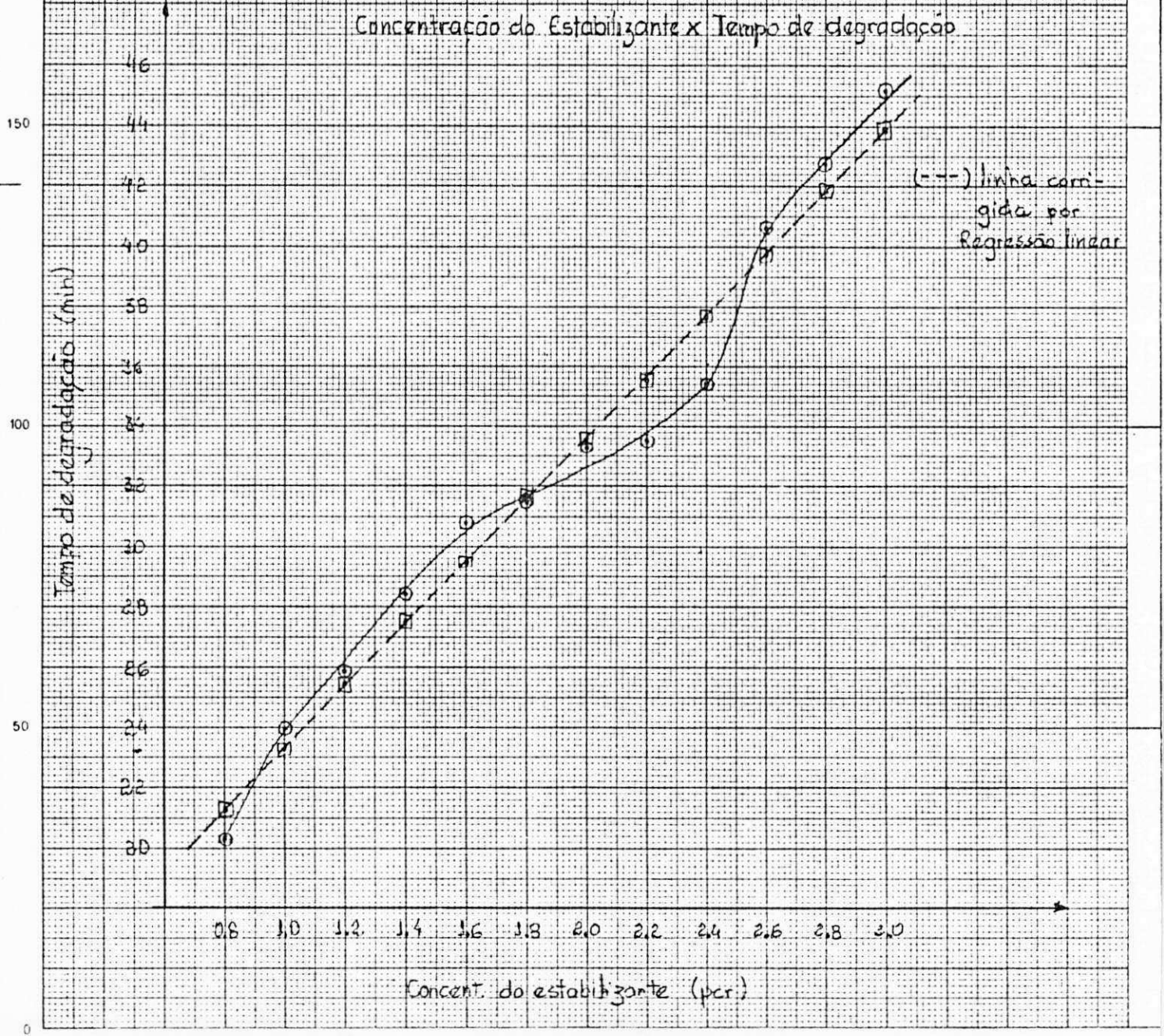
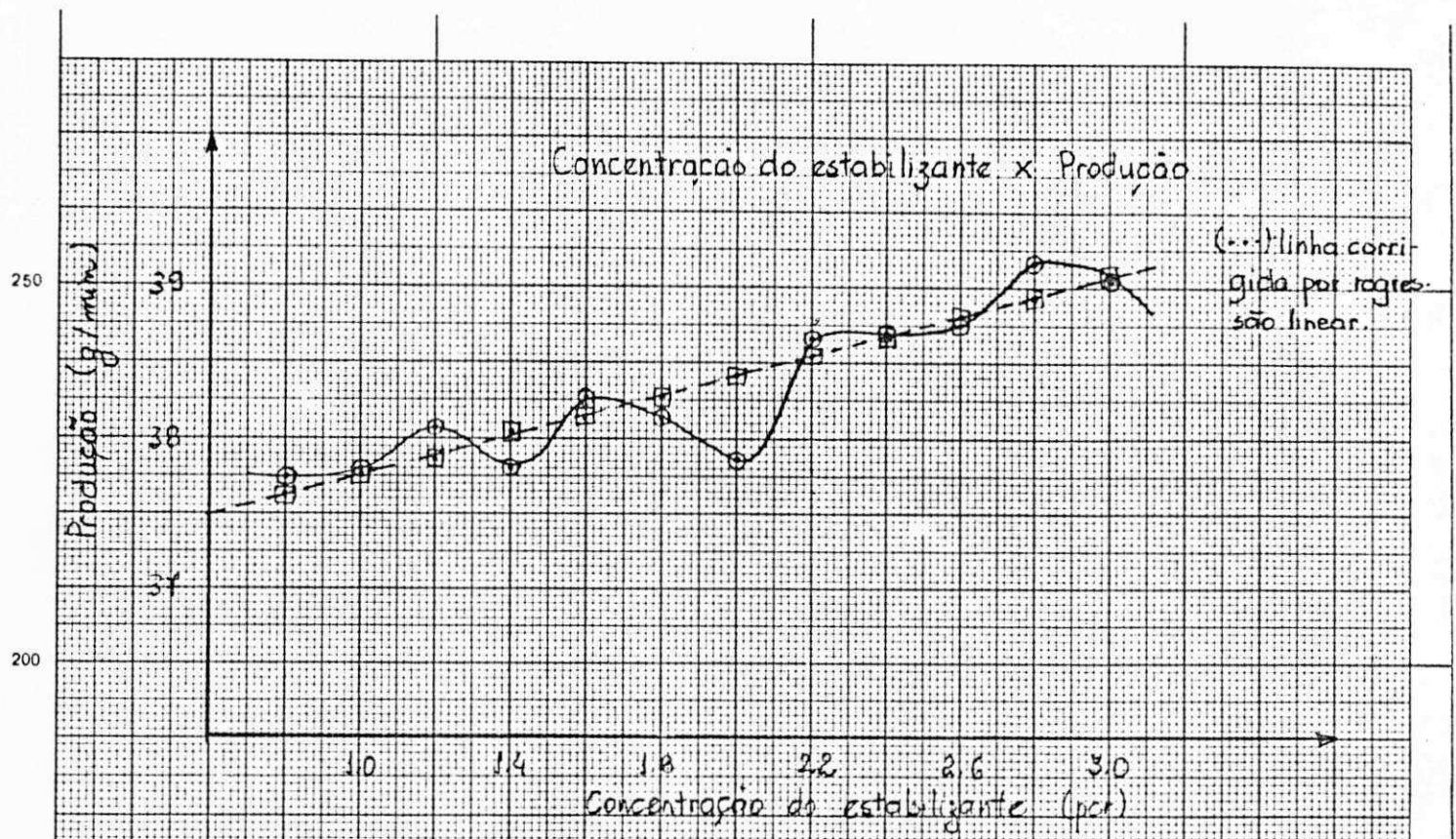
Diante dos resultados obtidos, concluimos que os compostos desenvolvidos utilizando-se o estabilizante Plastabil BL-3, são processáveis e possuem boas características, sendo que os mais viáveis, ou seja, os que apresentaram melhores resultados para o processamento da resina em tubos e perfis, são os compostos com 1,6 à 2,2 pcr's do estabilizante à base de chumbo. No entanto, faz-se necessário nestes compostos com teores ótimos de estabilizante a realização de testes tais como: dureza, resistência ao impacto, resistência à intempéries, resistência à tração, etc., para se provar a eficácia tanto do estabilizante em estudo quanto dos outros aditivos empregados.

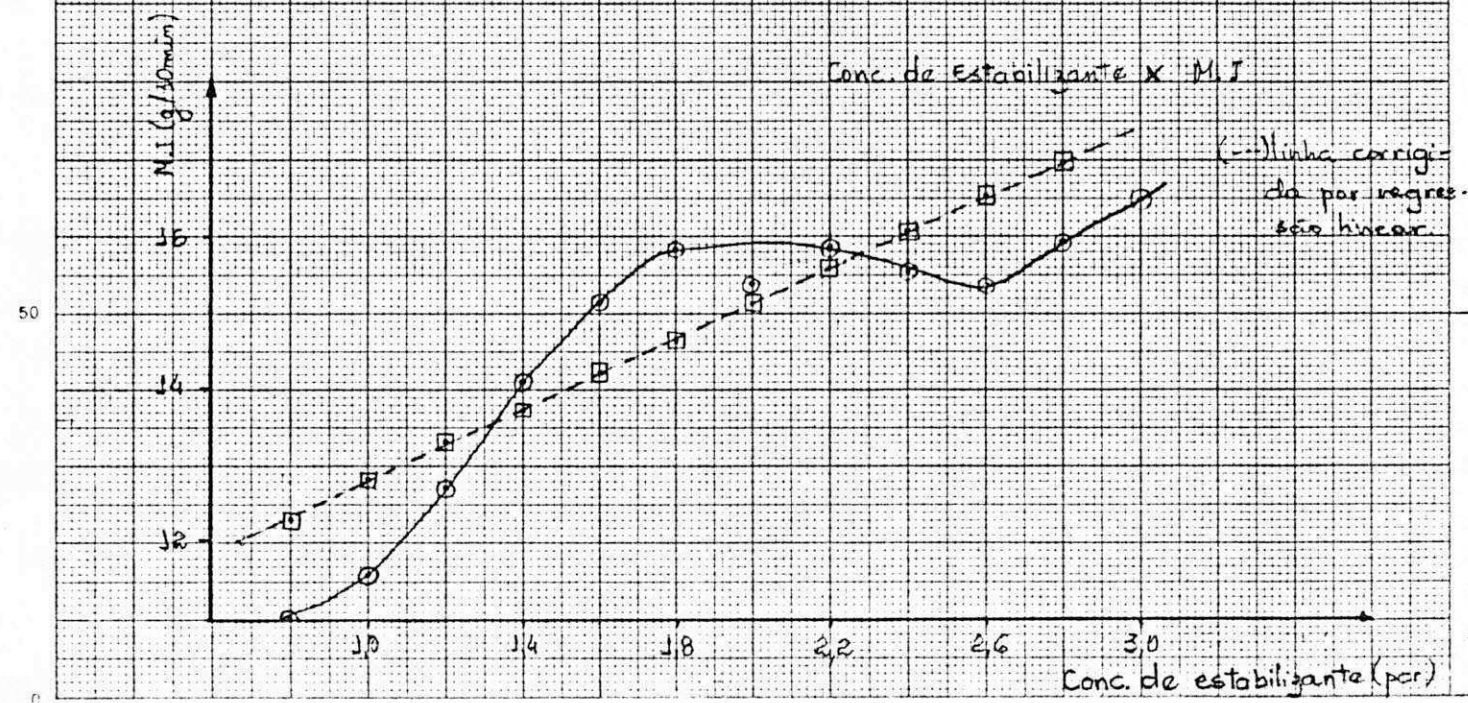
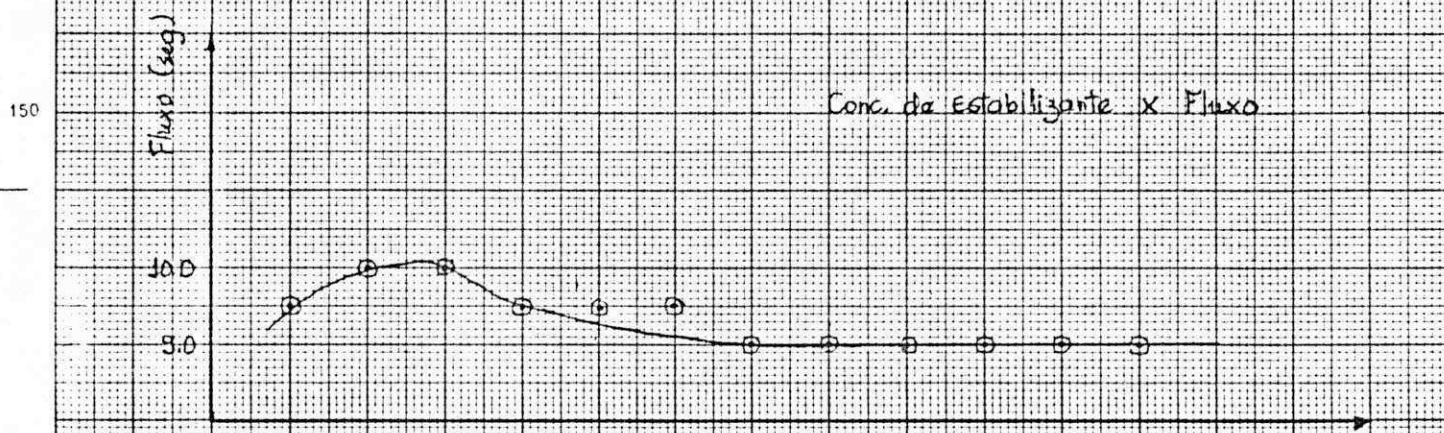
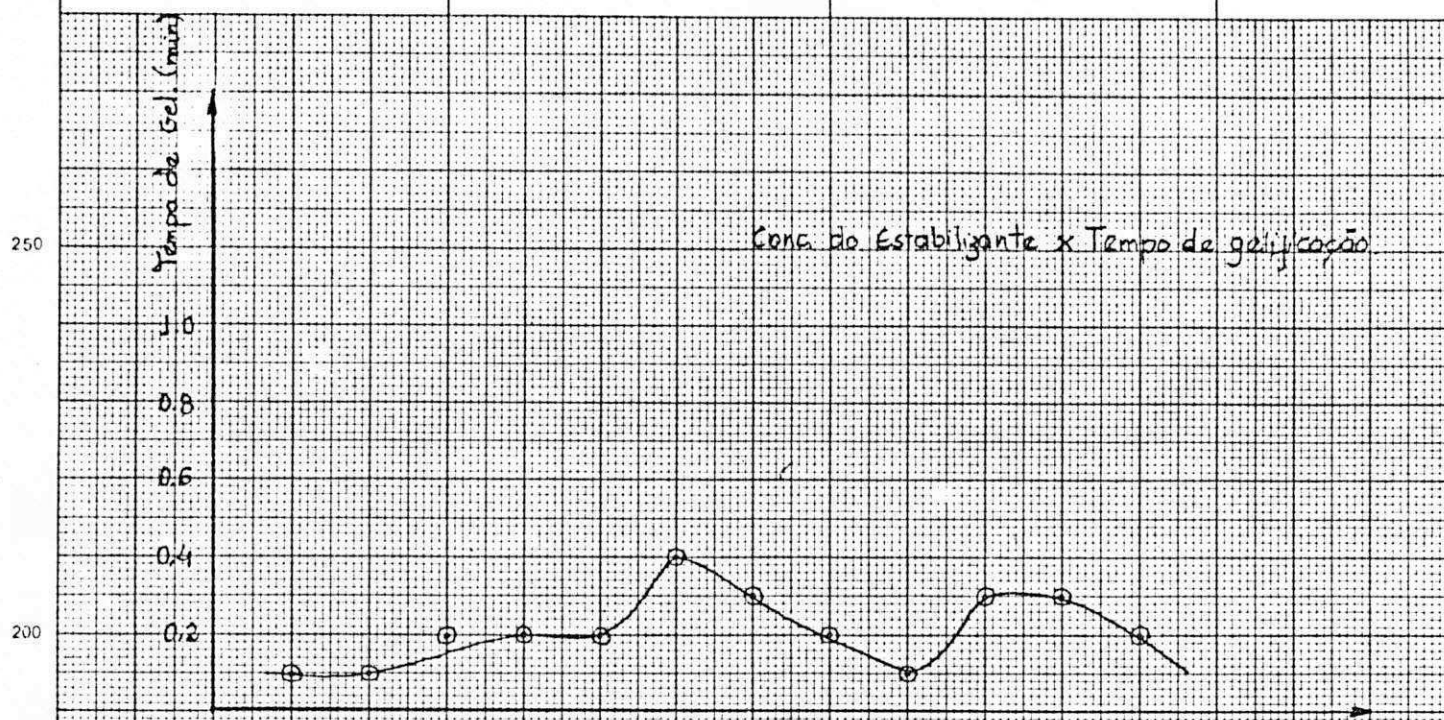
O estágio em sua totalidade, foi bastante proveitoso tanto na área de rotina quanto na área de pesquisa, aprimorando mais nossos conhecimentos com a prática, visto que antes, estes só se baseavam em teorias.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

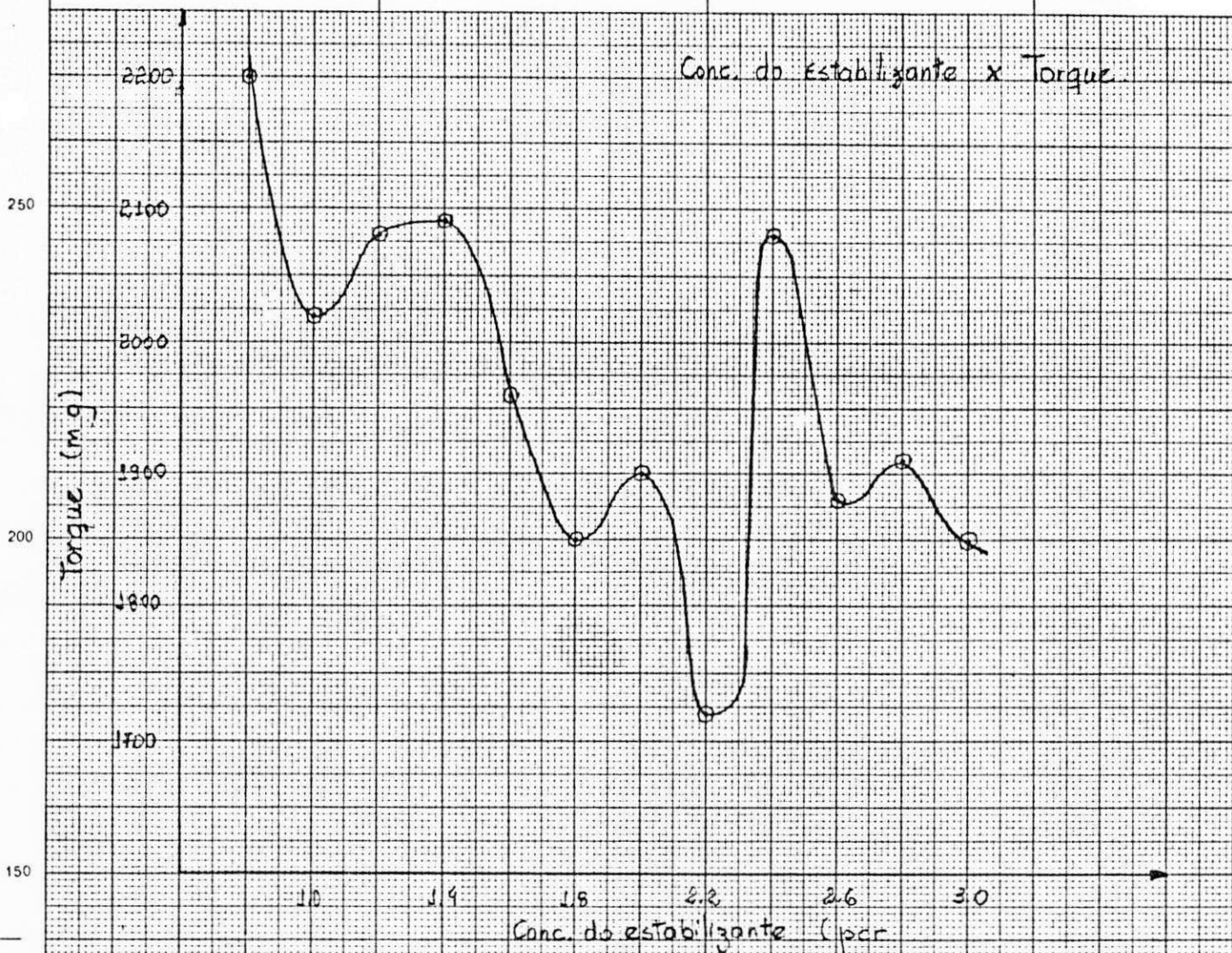
- 1 - Norvic - The PVC By CPC, Catálogo Informativo da CPC.
- 2 - Processo de Polimerização, Apostila Elaborada pela CPC.
- 3 - Materiais Plásticos - Ensaio para Controle de Qualidade, Apostila Elaborada pela CPC.
- 4 - Plastograph Prasti - Corder - Universal Modular Systems for Rheological Tests, Manual de Instruções.
- 5 - Kromer, H.M. - Introduction To Torque Rheometry - Part II, Apostila.
- 6 - Anais sobre o 1º Seminário Técnico de Polímeros Camaçari, Bahia, Abril de 1980. 46-47 p.
- 7 - Escolha de Estabilizante para o Processamento, Apostila Elaborada pelo GT.

A N E X O S

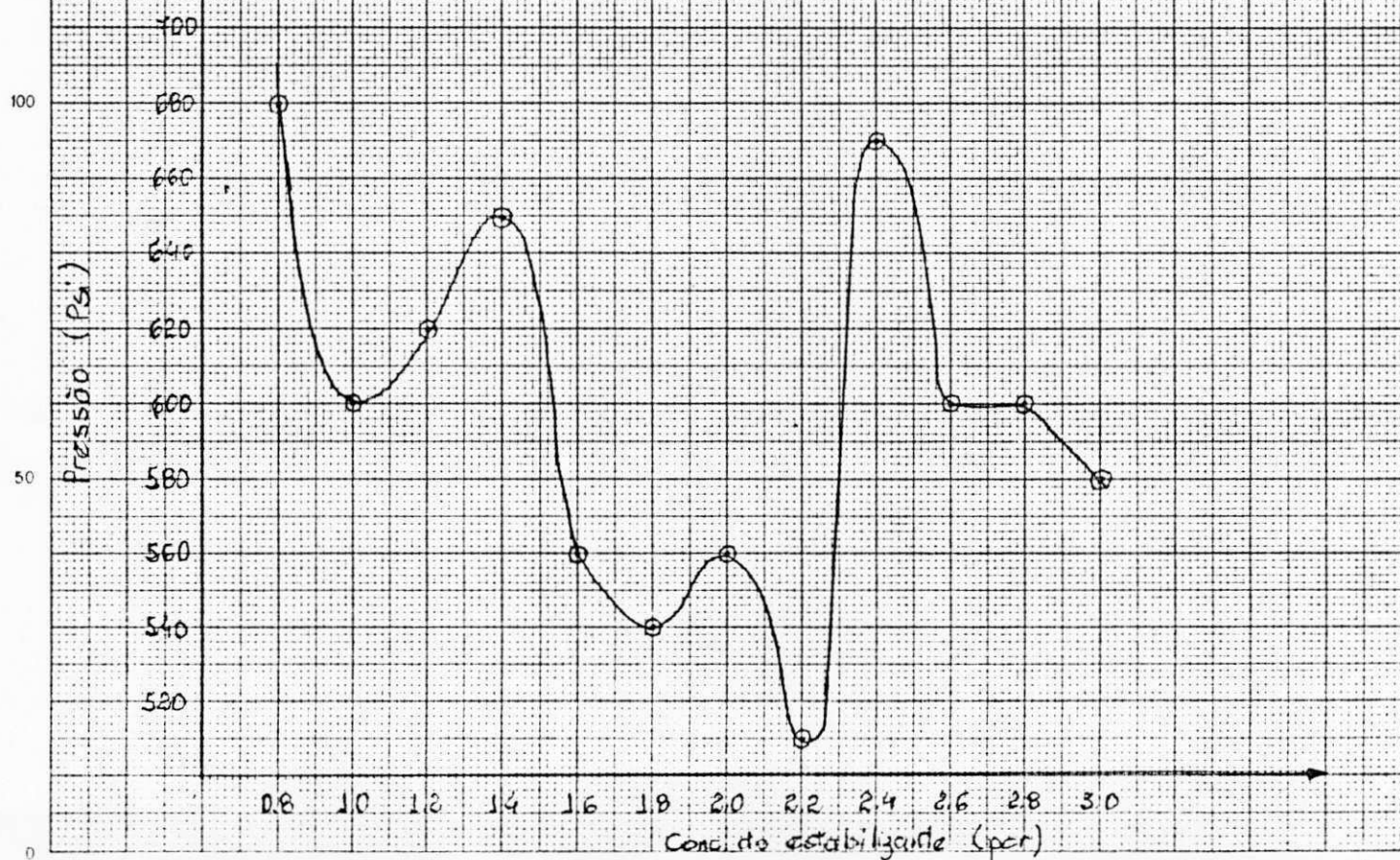


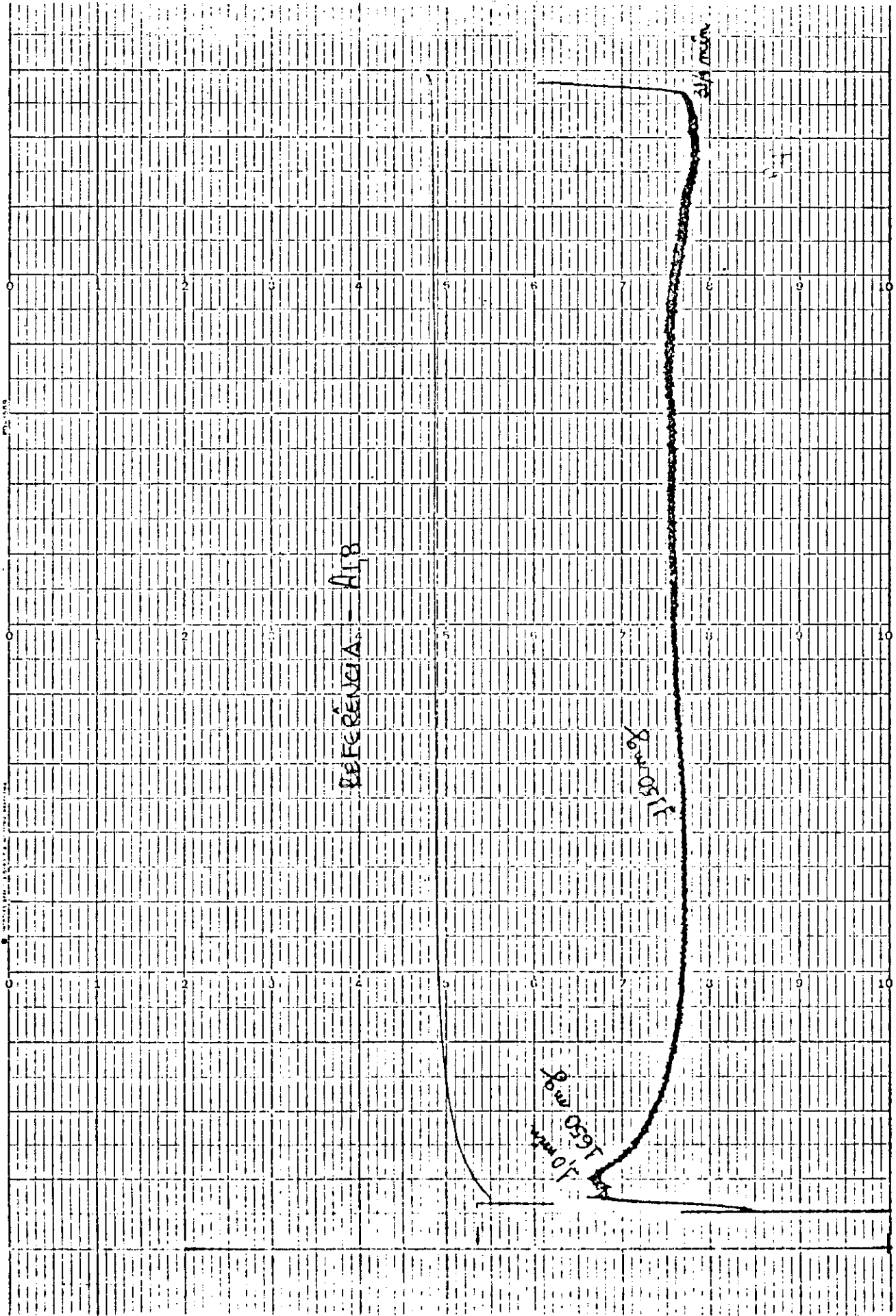


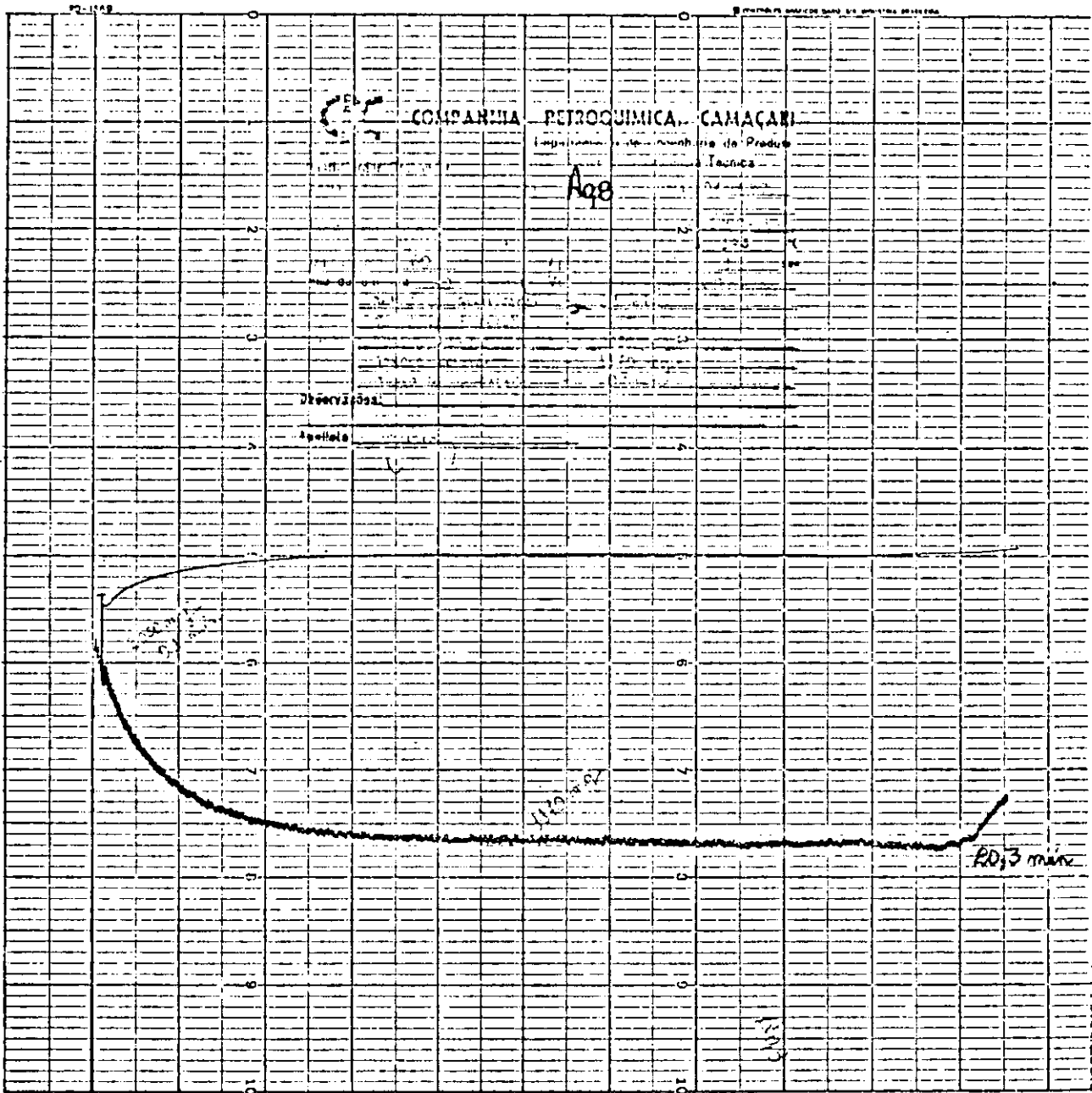
Conc. do estabilizante x Torque

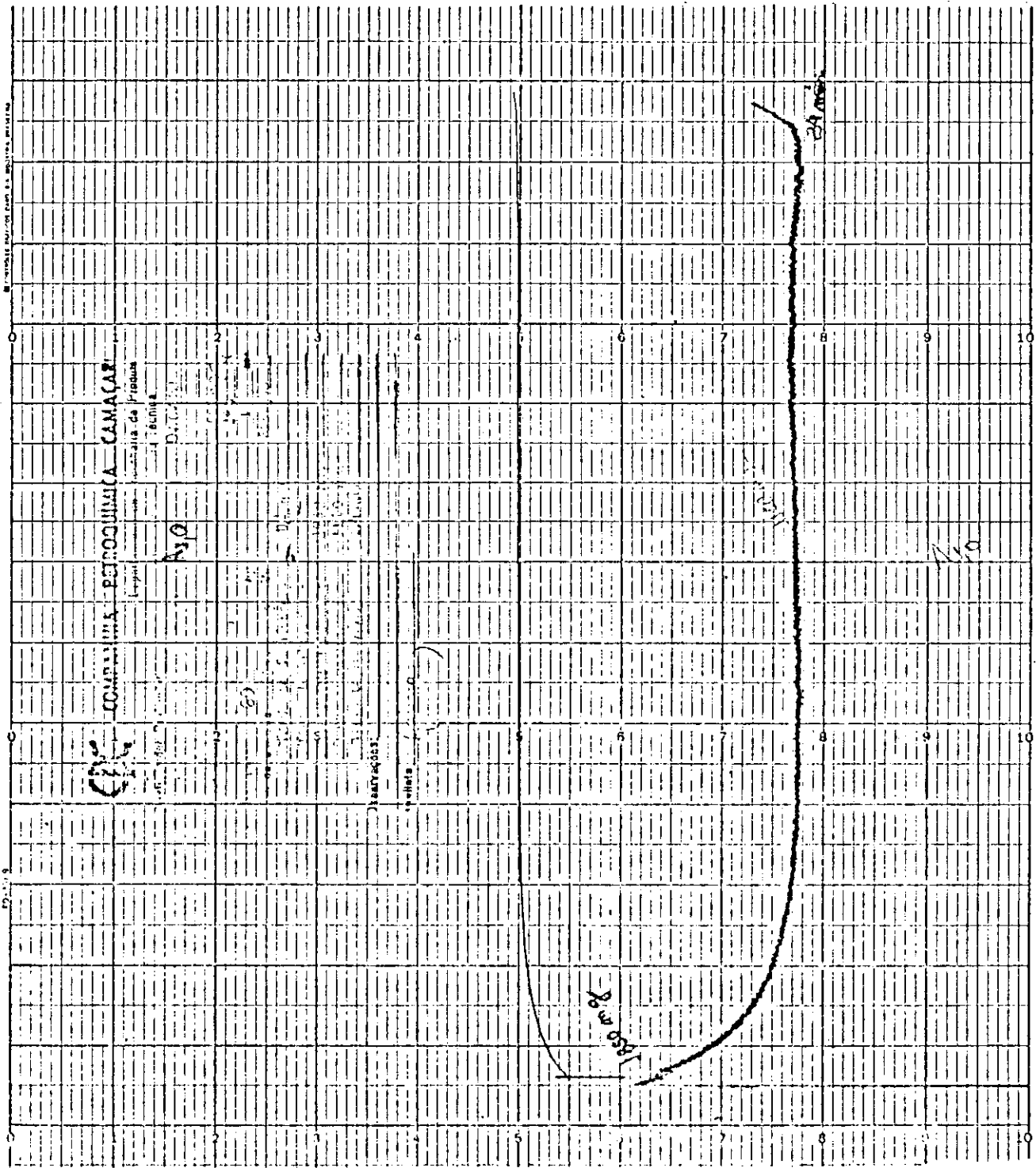


Conc. do estabilizante x Pressão









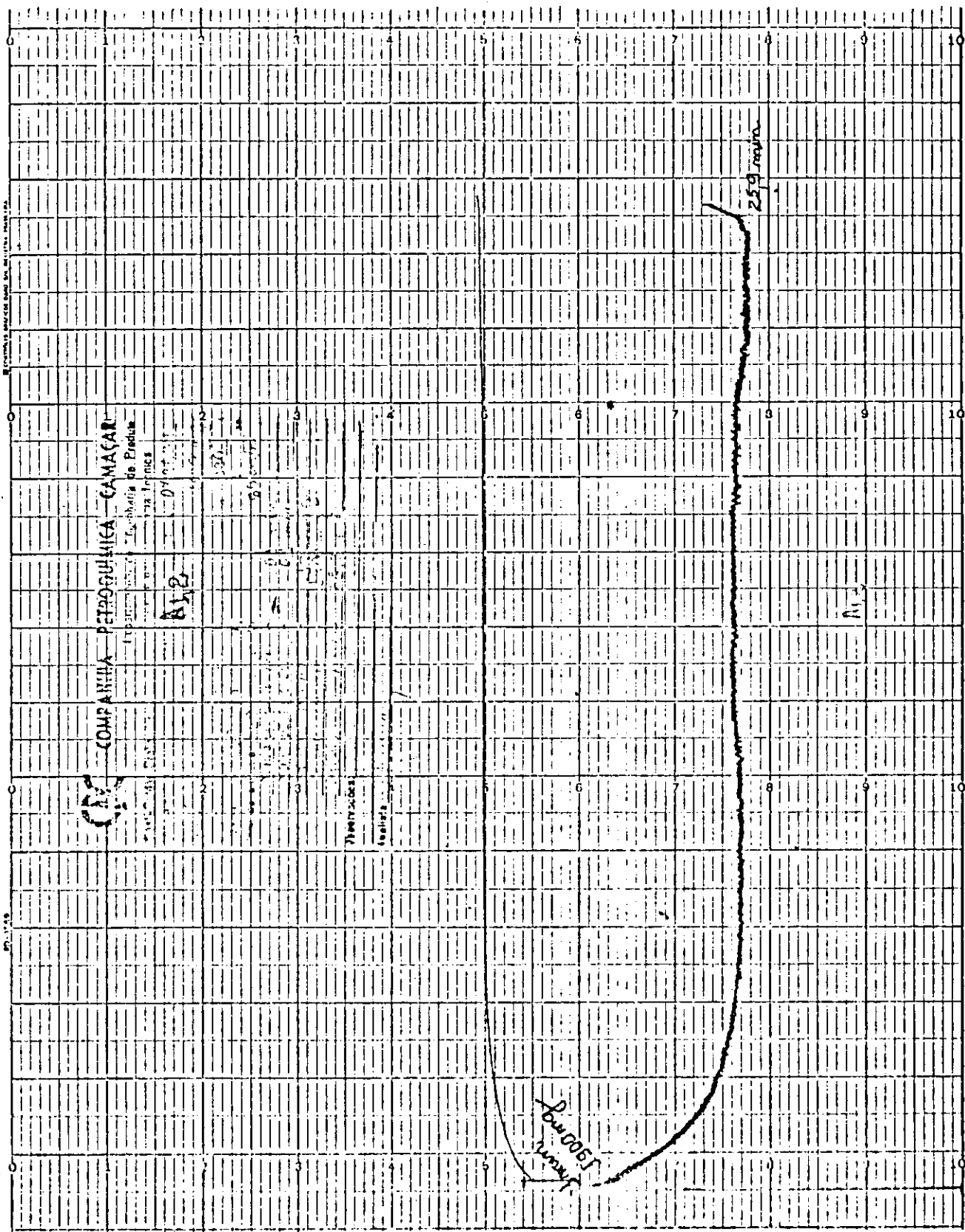
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

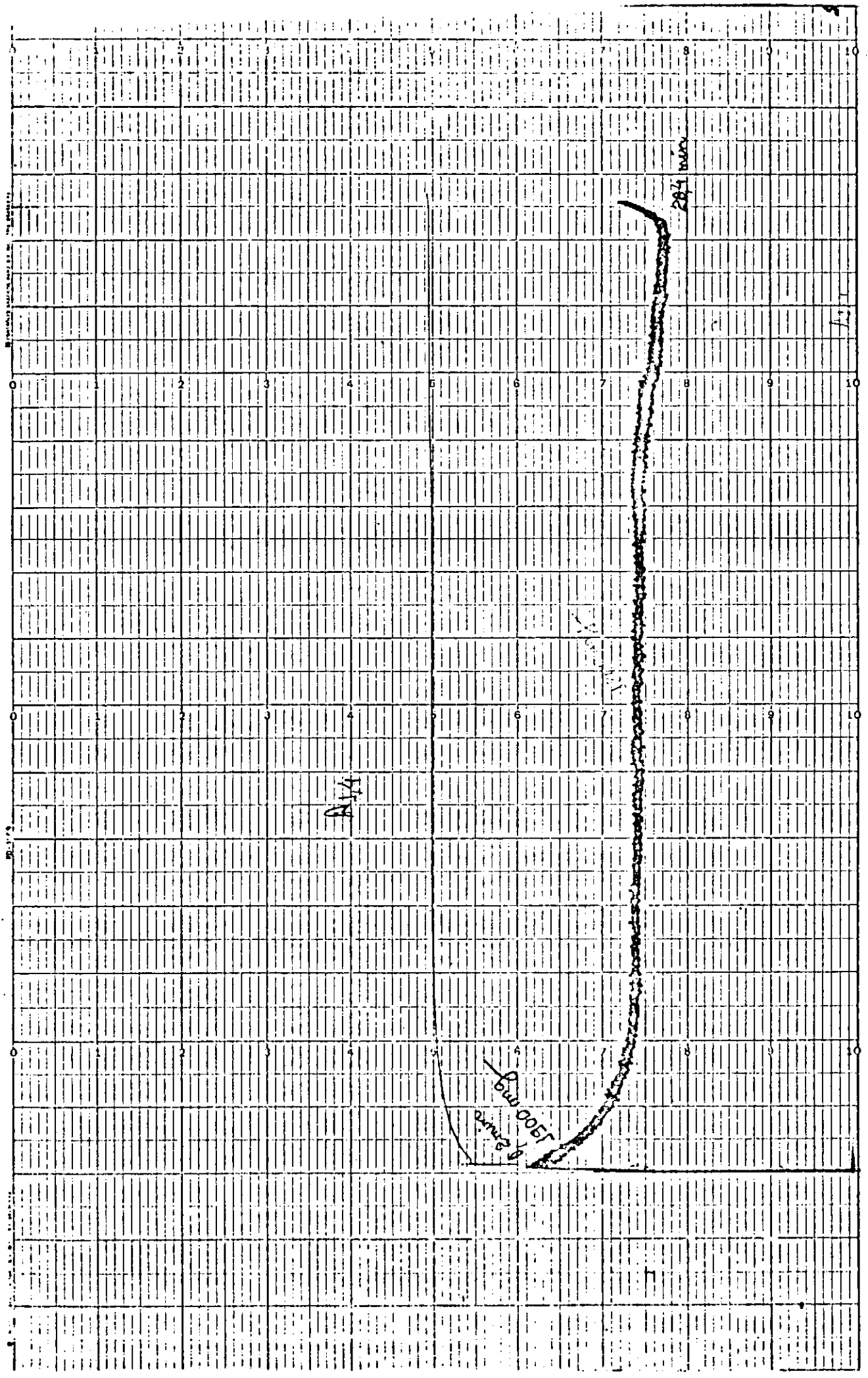
COMUNICAREA PETROLIUNIA CAMA CAR
 D. 1.55
 D. 2.0
 D. 1.55

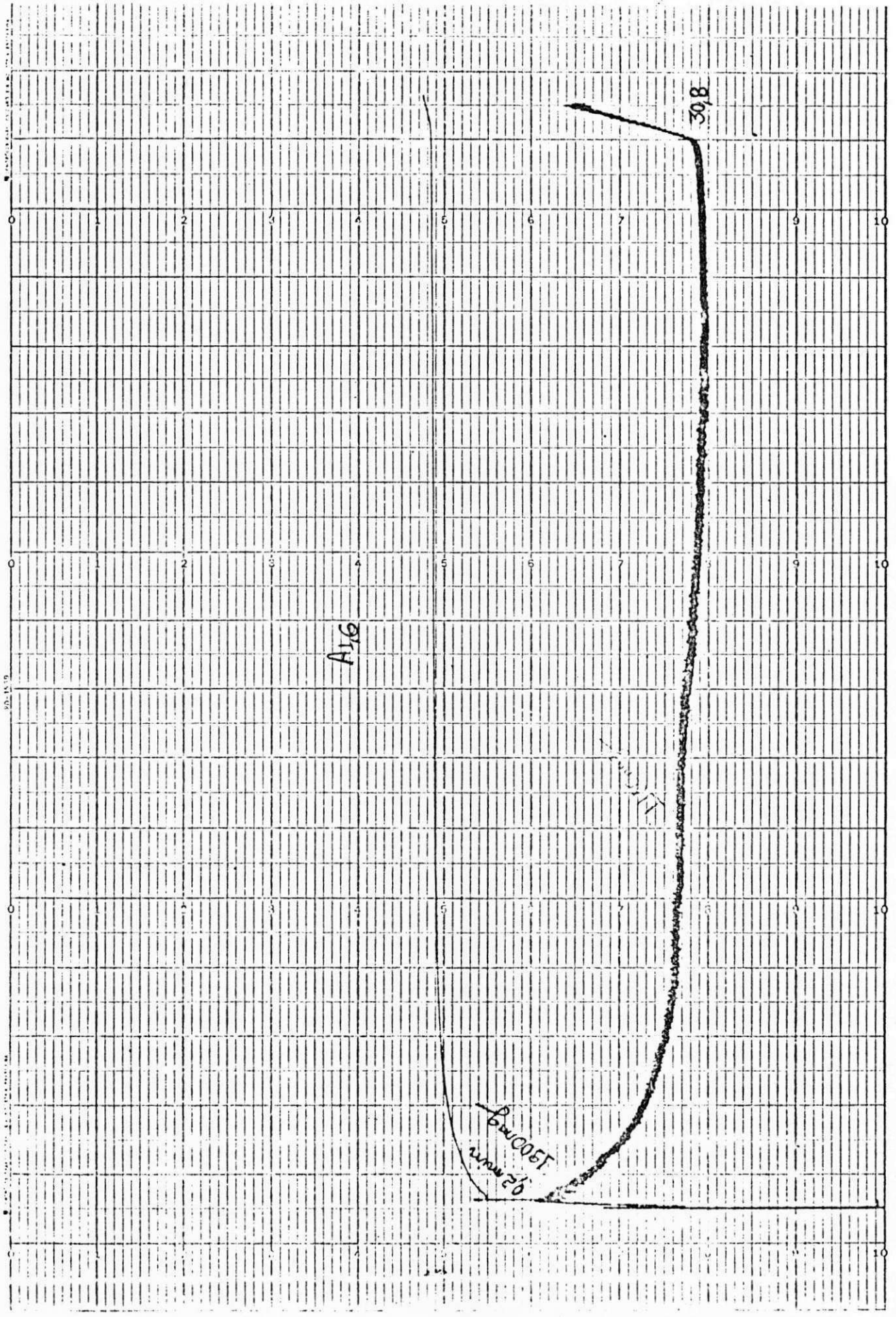
1.55

2.0

02







A16

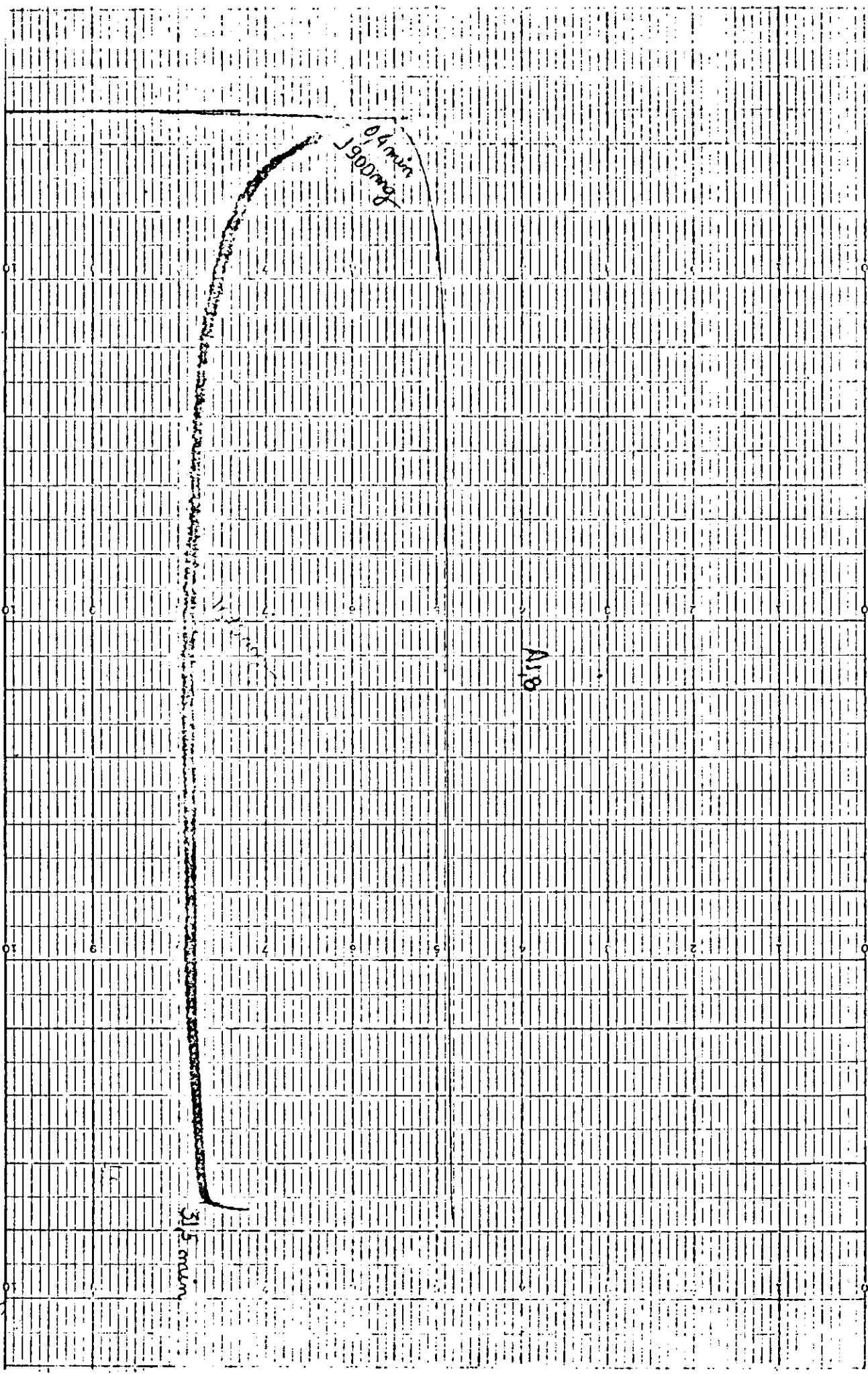
30 B

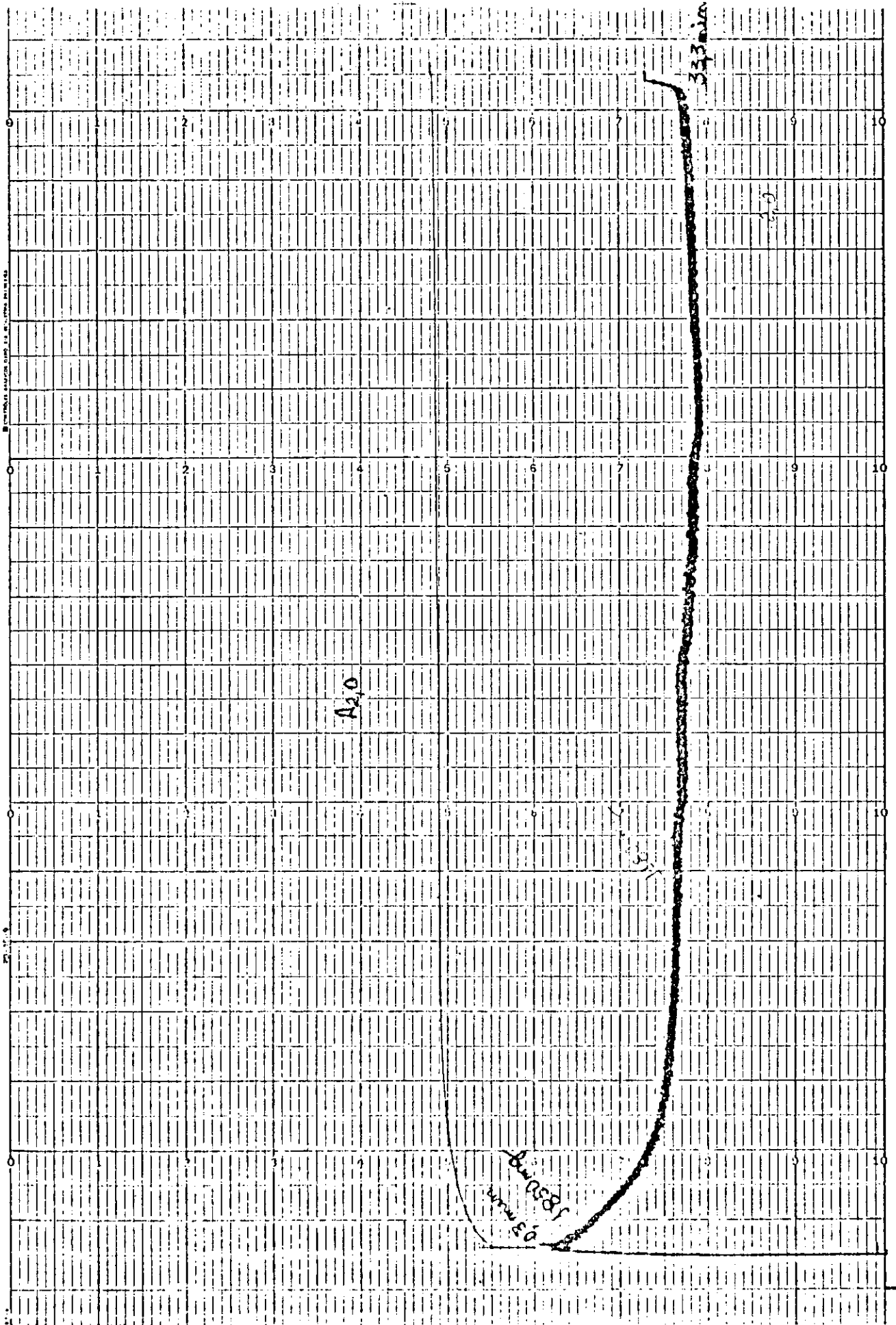
02 mms
190051

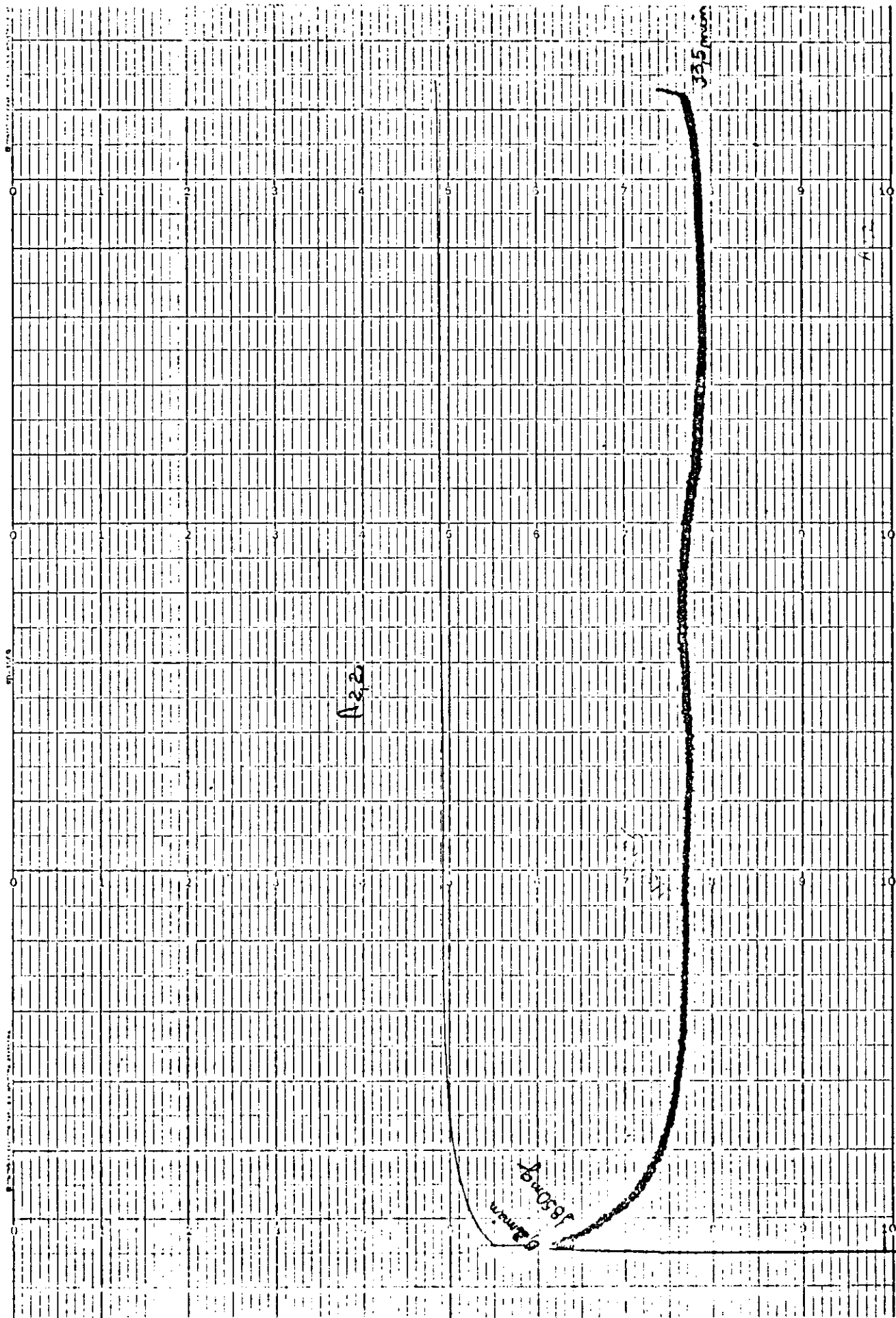
0.4 min
1900mg

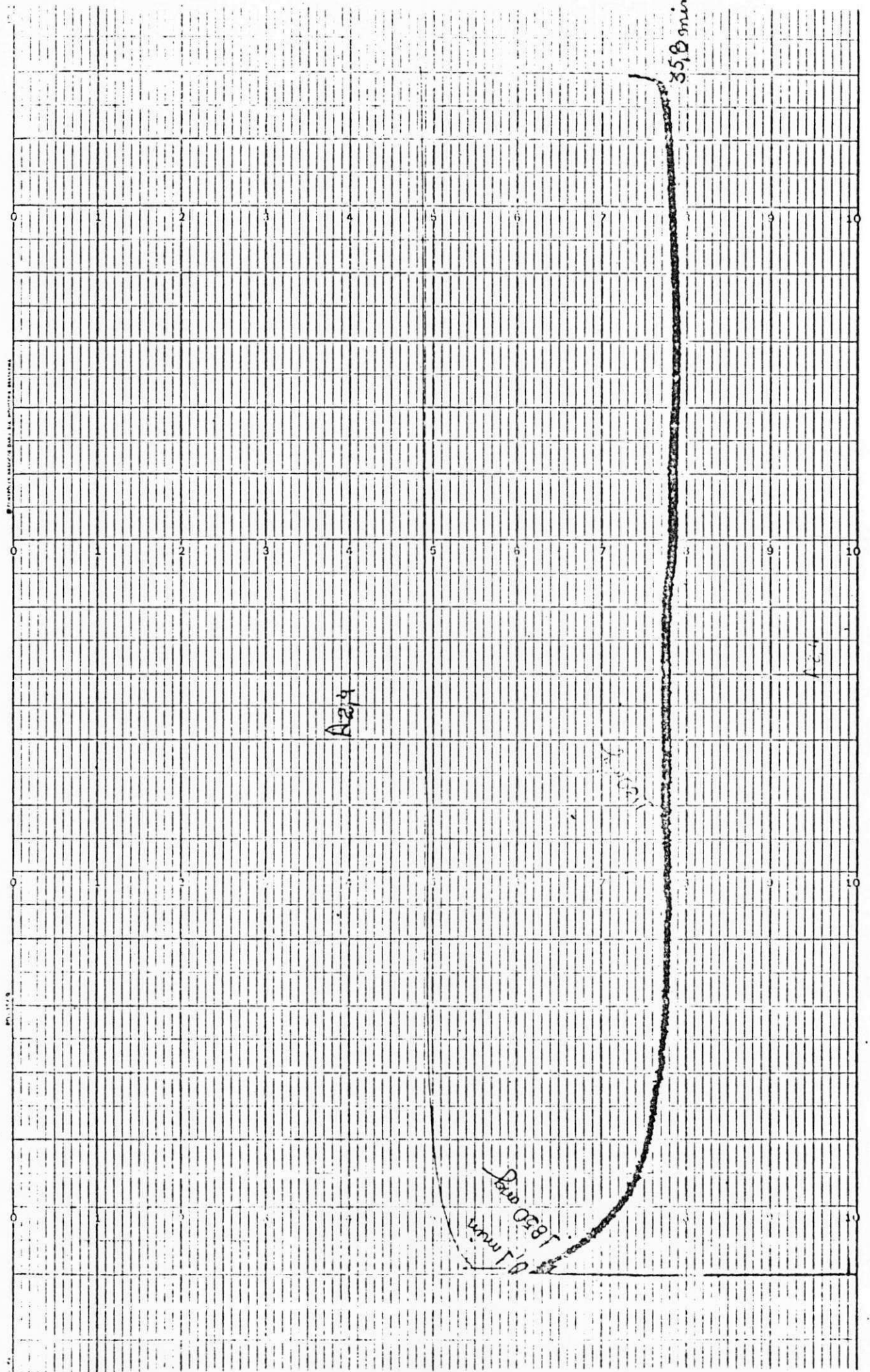
Alp

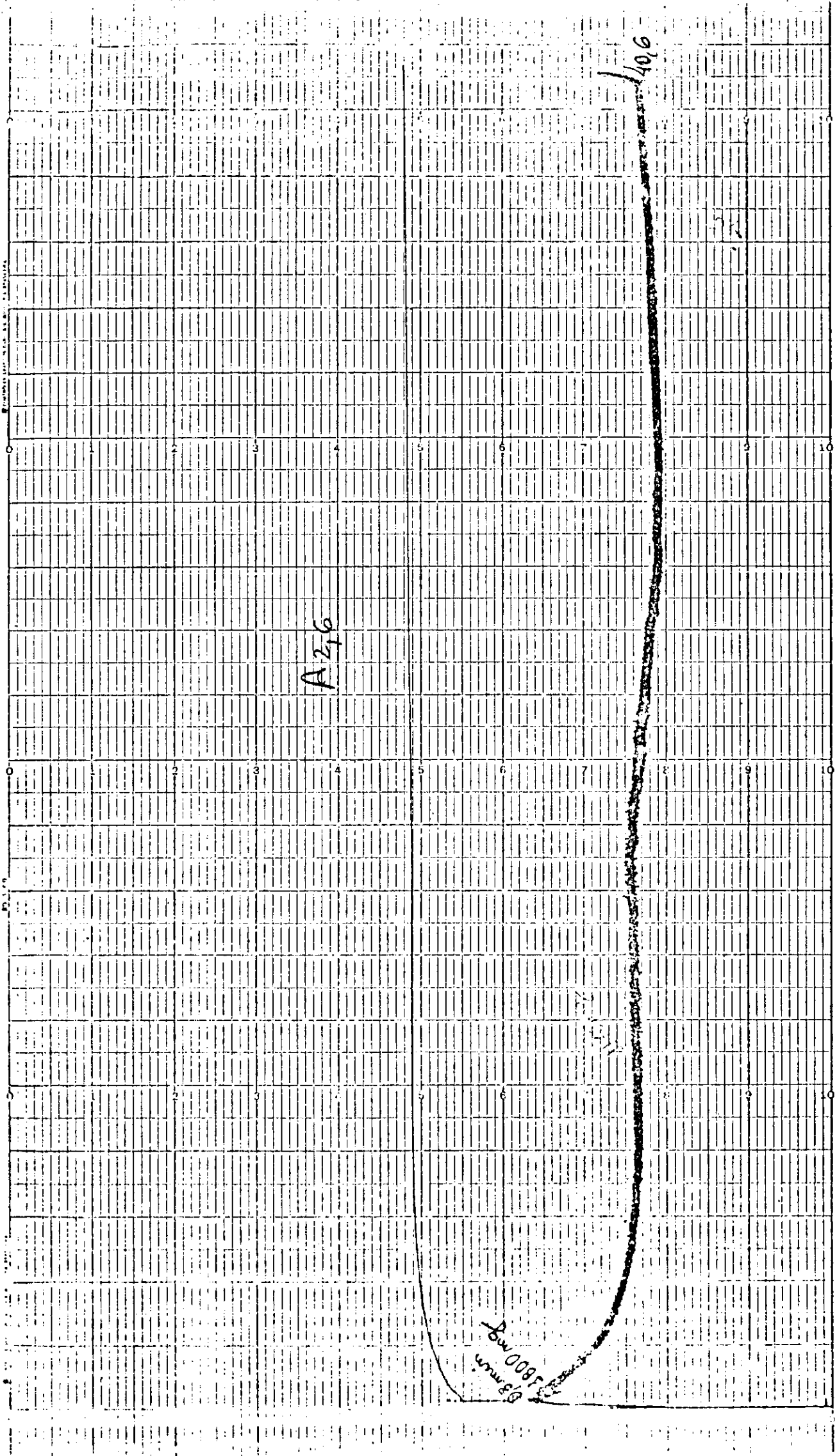
31.5 min







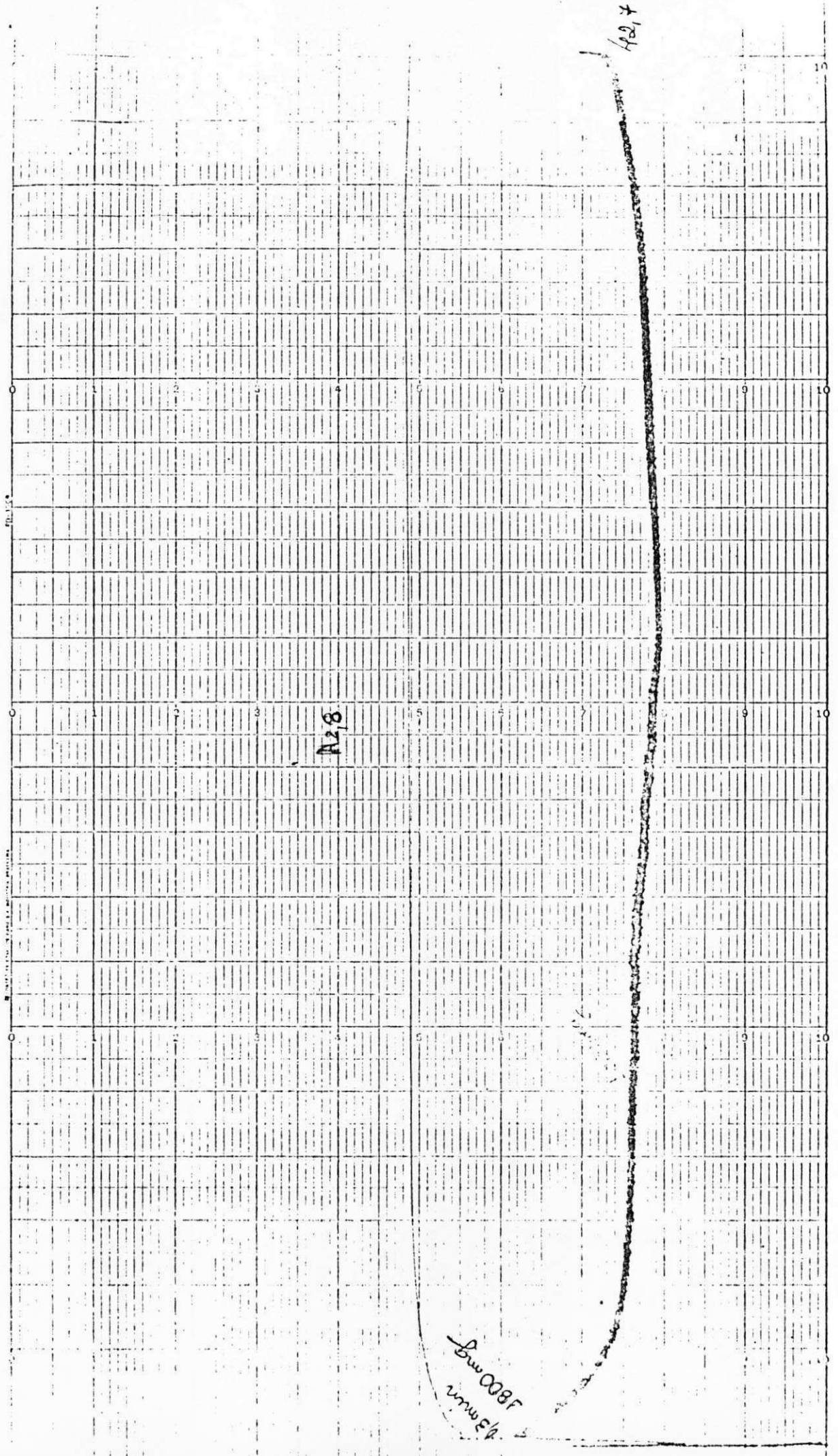




A216

406

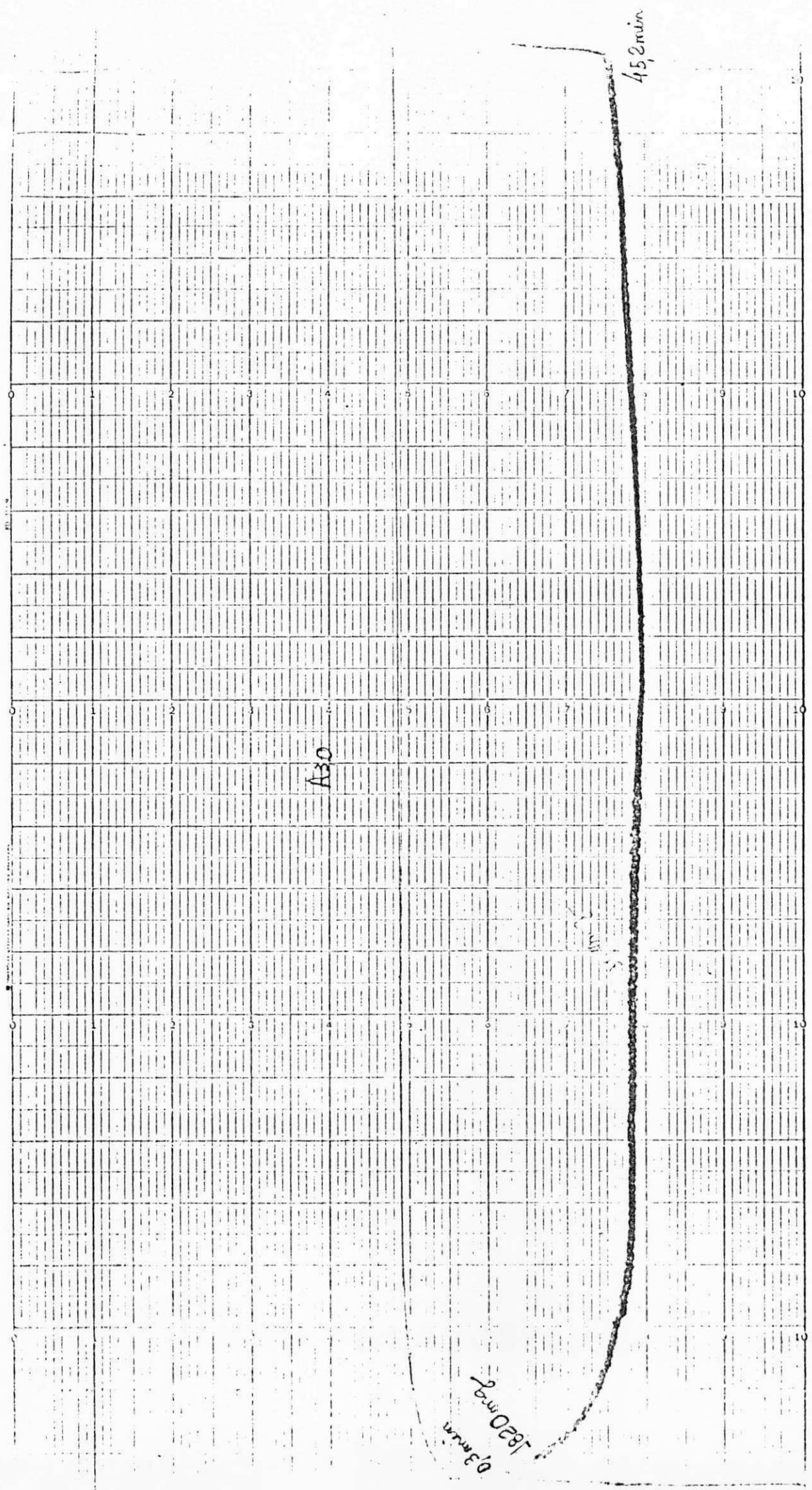
Bow 0087



A28

A27

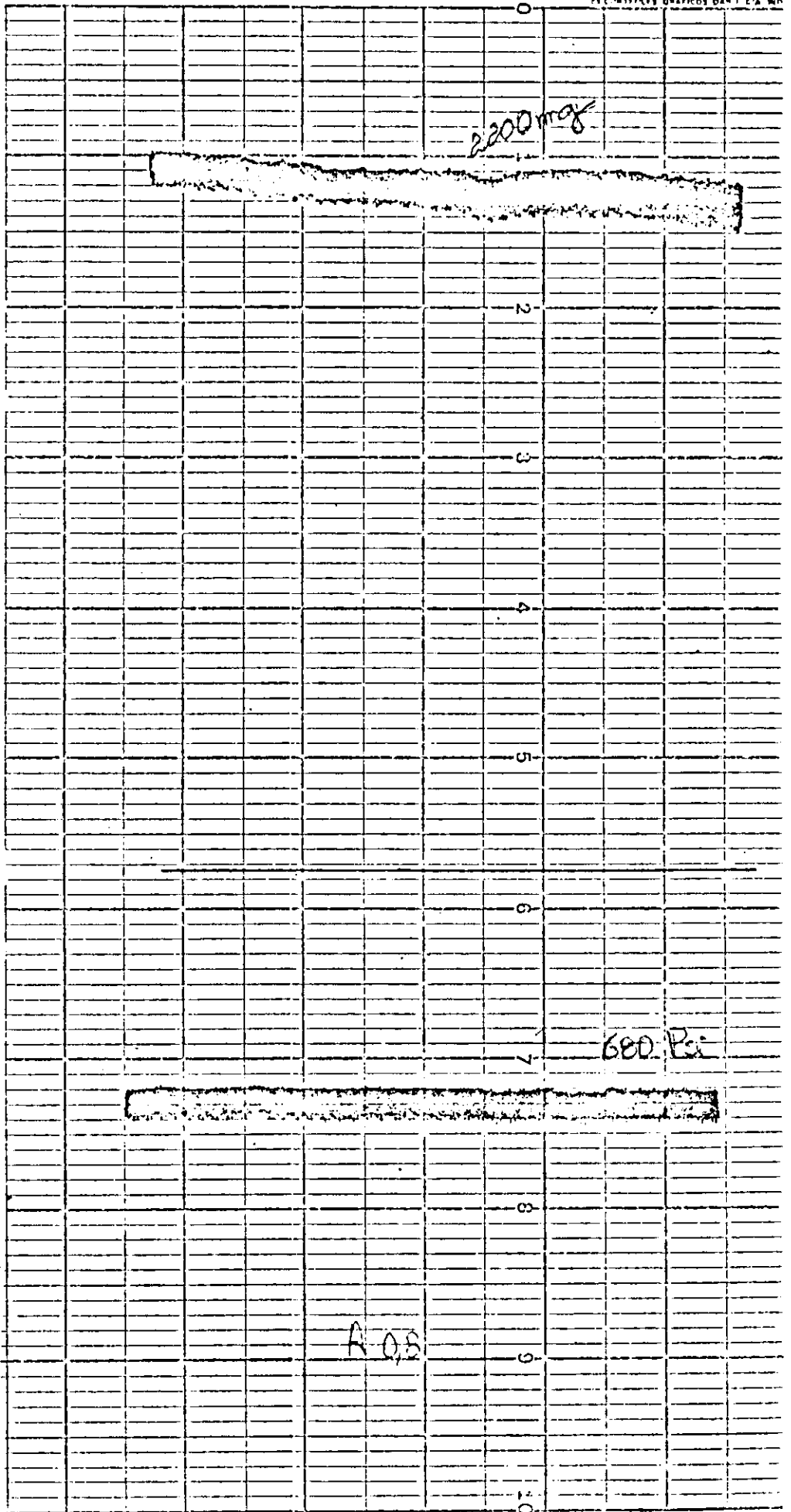
Low 008F



A30

45.2min

1820 m²

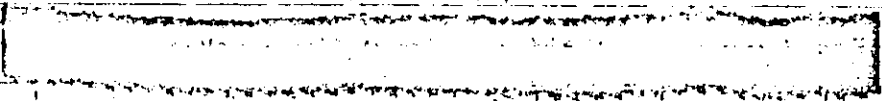


2200 mg

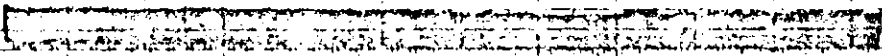
600 Psc

A 0.5

2020 mg

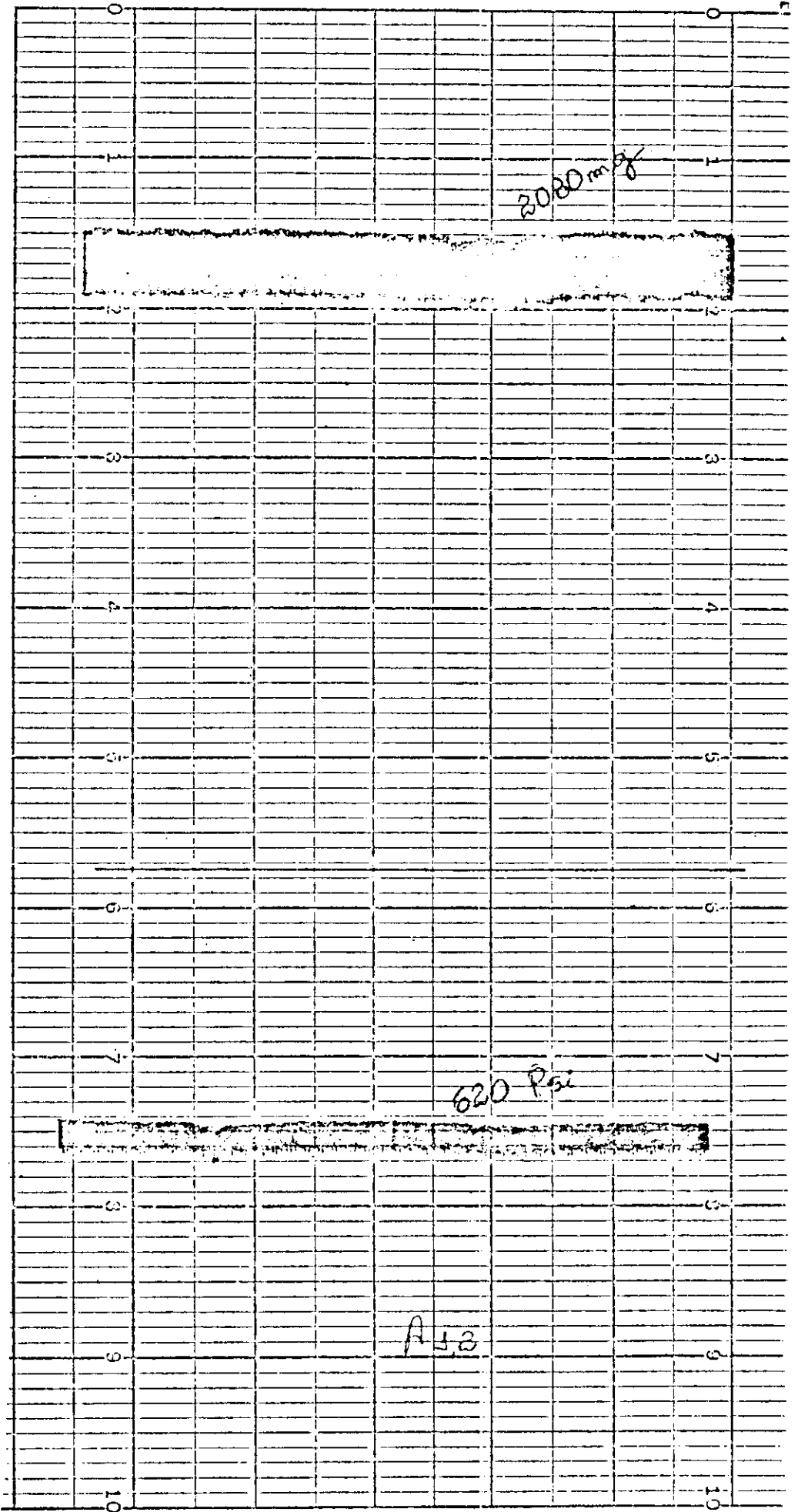


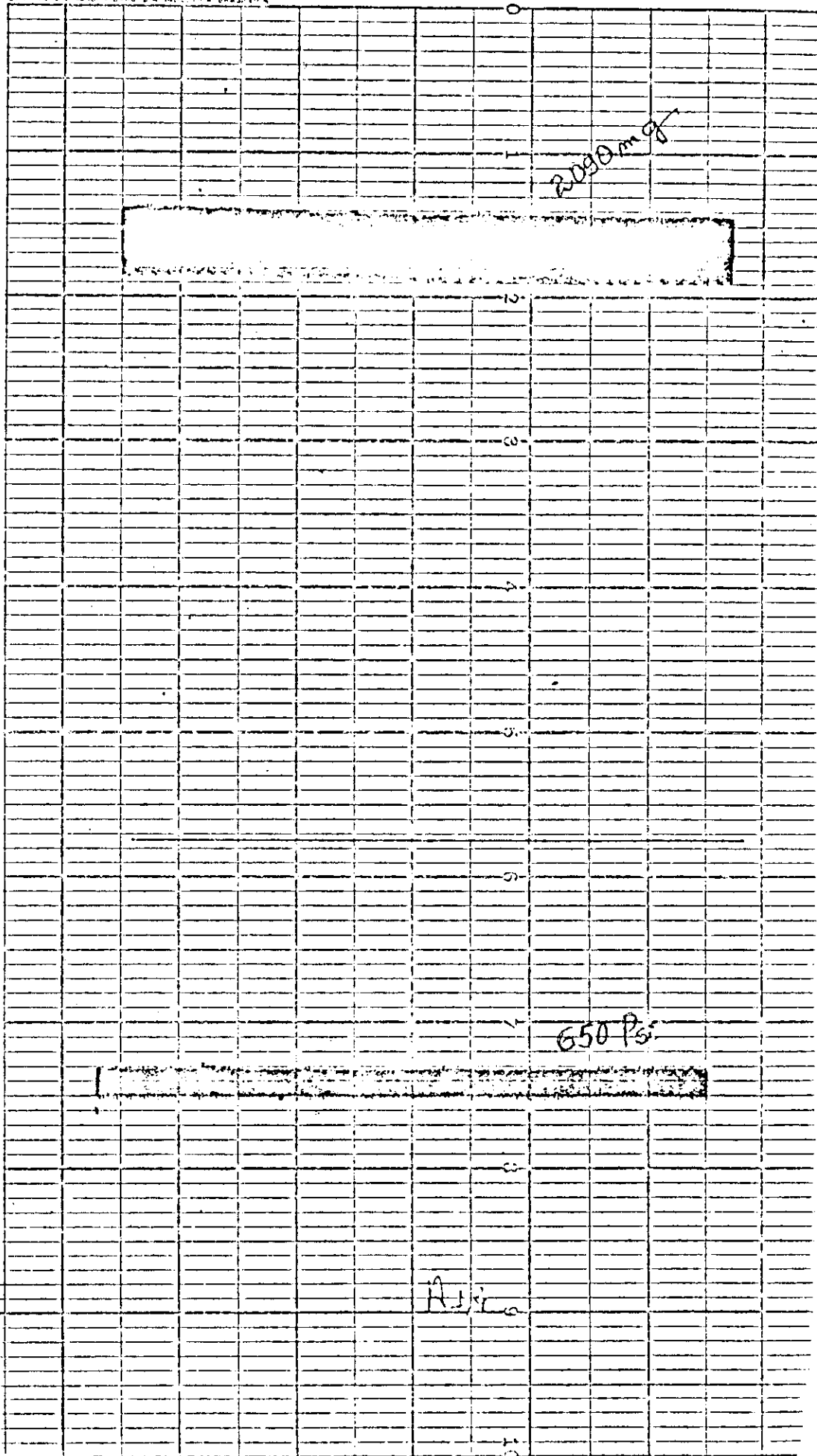
600 PSI



A 10

10



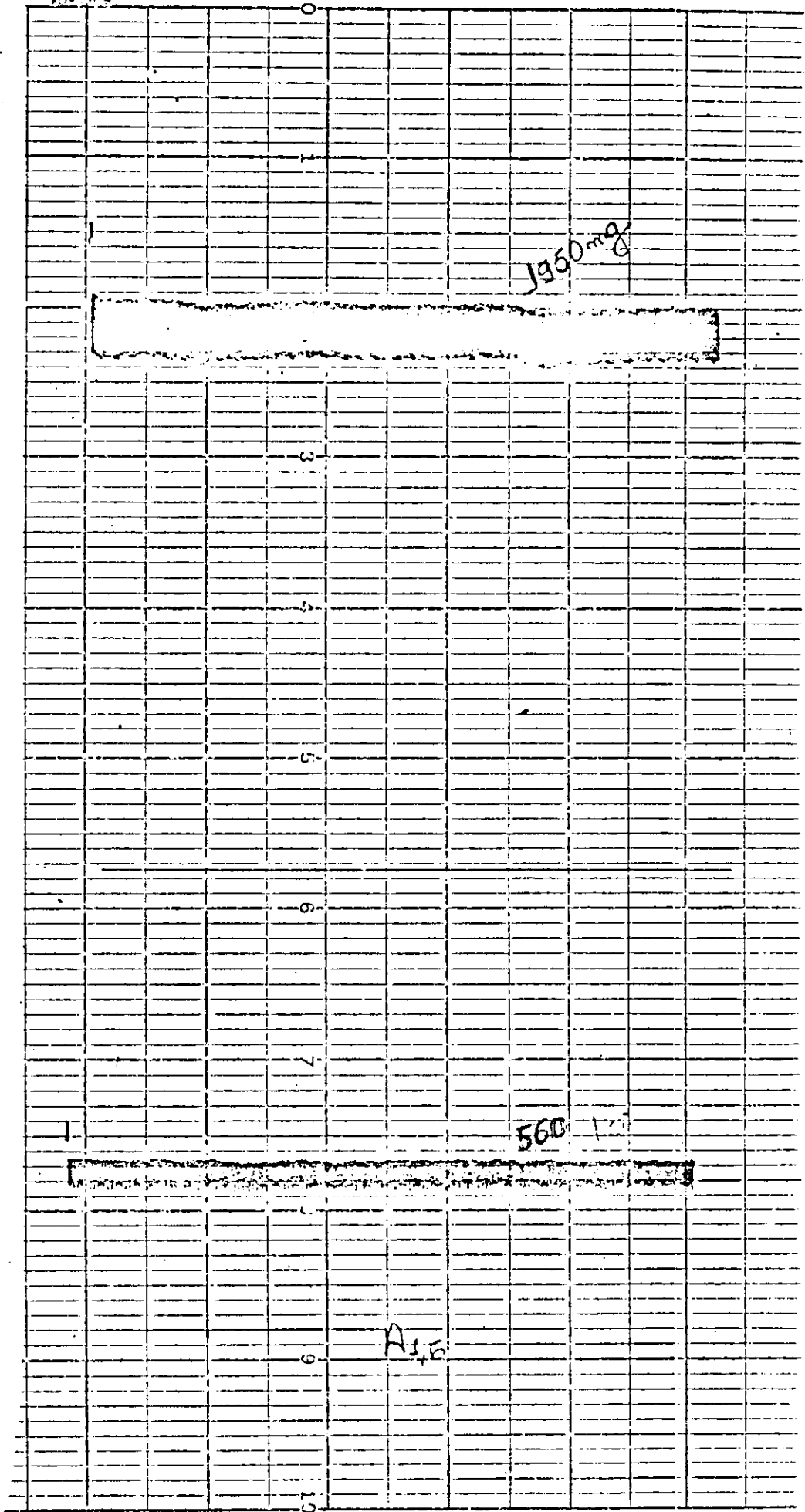


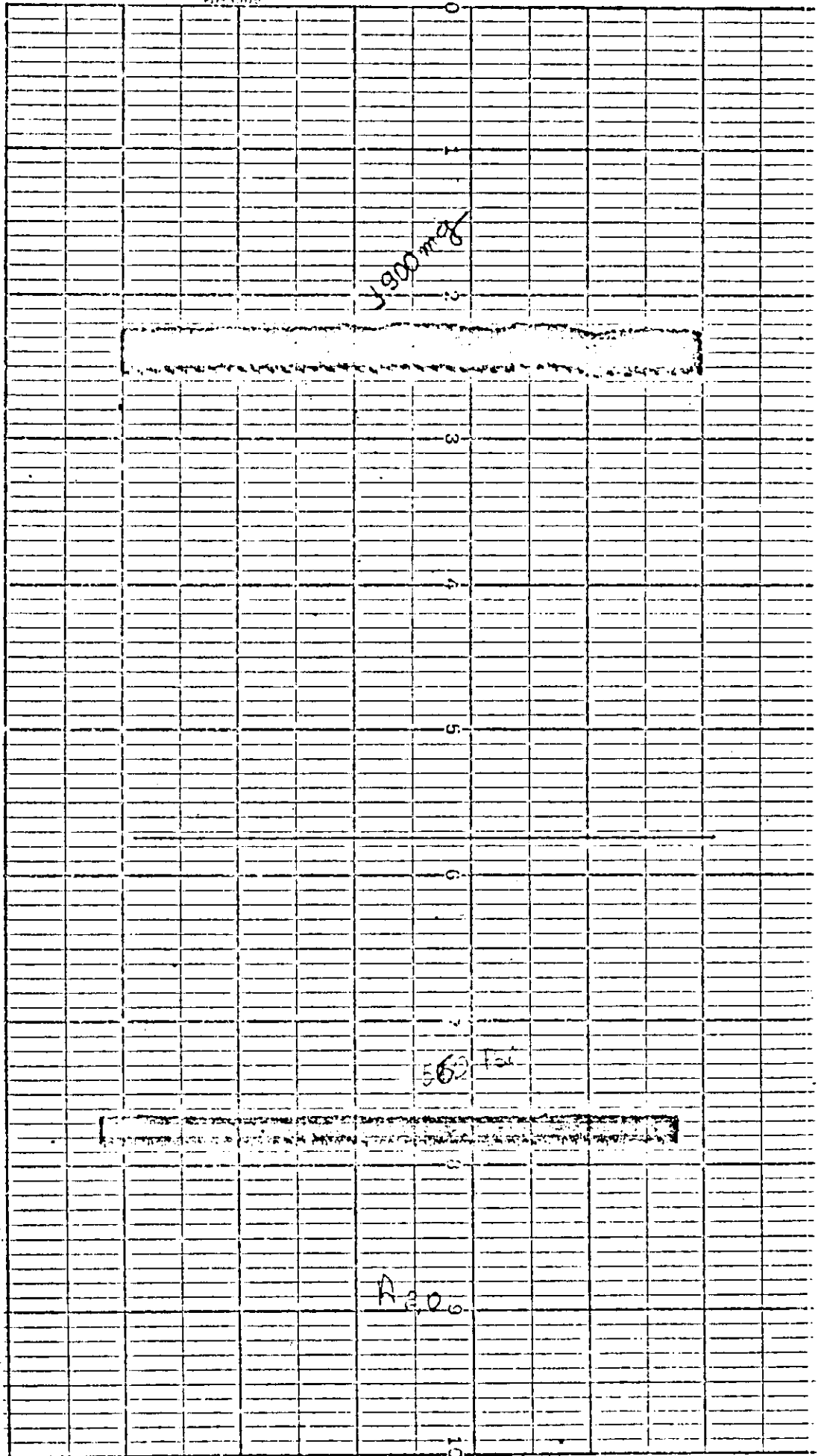
2090 mg

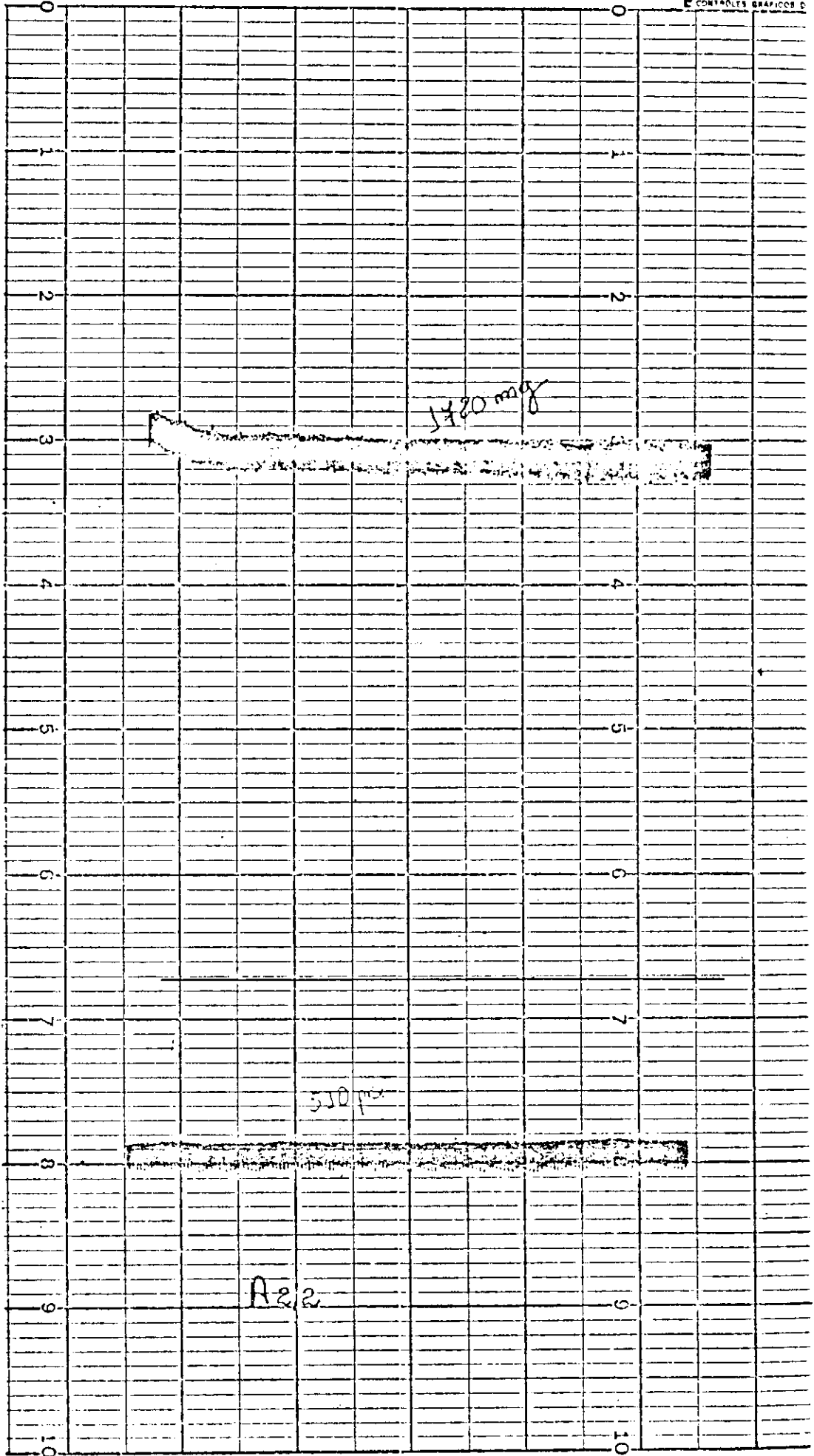
650 Ps

A. J. a

RD-1509







2080 mg

[REDACTED]

[REDACTED]

A 24

01

