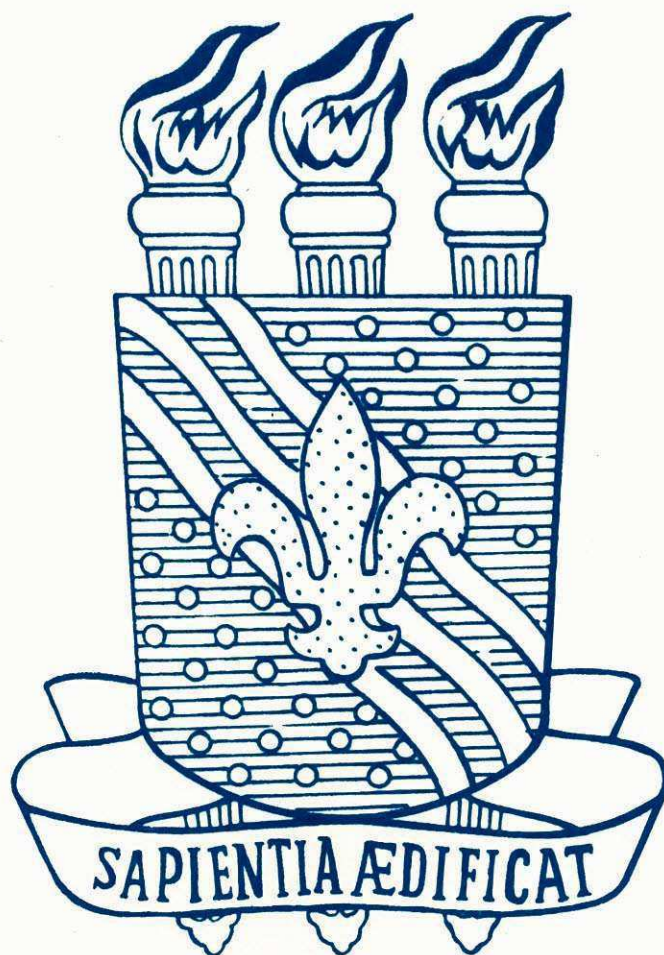


Universidade Federal da Paraíba

PRÓ-REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR

CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUIMICA



ESTÁGIO SUPERVISIONADO: Politeo Indústria e Comércio S.A

ALUNA: Waldimar Batista Rodrigues

MATRÍCULA: 831.1480-6

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

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

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

RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

TRABALHO APRESENTADO POR:

ALUNA: WALDIMAR BATISTA RODRIGUES

MATRÍCULA: 8311480-6

LOCAL DO ESTÁGIO: POLITENO INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A.

ORIENTADOR: SEVERINO EMERNEGILDO DE SOUZA

SUPERVISOR NA EMPRESA: WANDERLEY DA COSTA F. FILHO

NOME DO TRABALHO: AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES REOLÓGICAS

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB



DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que a Sr^a WALDIMAR BATISTA RODRIGUES, portadora da Carteira de Trabalho e Prev. Social de nº 85221 série 00006, fez estágio na área de Engenharia de Materiais, durante o período de 12 de fevereiro à 11 de agosto de 1989, com a carga horária de 720 horas.

Camaçari, 14 de setembro de 1989.

WILSON ROCHA

Gerente Divisão Administrativa

ESTÁGIO SUPERVISIONADO - JULGADO EM 20 / 11 / 89

NOTA: 9 - (nove)

EXAMINADORES:

Elisa B. Tamer
[Signature]
[Signature]

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

Í N D I C E

PÁGINA

SÍMBOLOS

| | |
|---|----|
| 1.0 - APRESENTAÇÃO DA EMPRESA..... | 01 |
| 1.1 - Histórico da Empresa..... | 01 |
| 1.2 - Teoria do Polietileno e EVA..... | 01 |
| 1.3 - Resinas Polietileno de PEBD, PEMD, EVA e suas A- plicações..... | 04 |
| 2.0 - REÔMETRO DE TORQUE CONTROLADO POR MICROPROCESSADOR (REÔMETRO HAAKE)..... | 05 |
| 2.1 - System 40..... | 05 |
| 2.2 - Vantagens..... | 05 |
| 2.3 - Capacidade de Teste..... | 06 |
| 2.4 - Softwares..... | 07 |
| 3.0 - OPERACIONALIZAÇÃO DA CÂMARA DE MISTURA INTERNA DO HAAKE..... | 08 |
| 3.1 - Objetivo..... | 08 |
| 3.2 - Introdução..... | 08 |
| 3.3 - Procedimento Experimental..... | 09 |
| 3.4 - Discussão dos Dados Obtidos..... | 10 |
| 3.5 - Conclusão..... | 10 |
| 4.0 - OPERACIONALIZAÇÃO DA EXTRUSORA COM MATRIZ CAPILAR DO HAAKE..... | 12 |
| 4.1 - Objetivo..... | 12 |

| | |
|--|----|
| 4.2 - Introdução..... | 12 |
| 4.3 - Procedimento Experimental..... | 15 |
| 4.4 - Discussão dos Dados Obtidos..... | 17 |
| 4.5 - Conclusão..... | 18 |
| 5.0 - AVALIAÇÃO DAS CURVAS REOLÓGICAS..... | 19 |
| 5.1 - Objetivo..... | 19 |
| 5.2 - Introdução..... | 19 |
| 5.3 - Procedimento Experimental..... | 32 |
| 5.4 - Determinação da Densidade de Polímeros Fundidos..... | 33 |
| 5.5 - Discussão dos Dados Obtidos..... | 36 |
| 5.6 - Conclusão..... | 37 |
| 6.0 - BIBLIOGRAFIA..... | 39 |

S I M B O L O S

MWD - Distribuição de Peso Molecular

t - Tempo

Cp - Calor específico

τ - Tensão de Cisalhamento

$\dot{\gamma}$ - Taxa de Cisalhamento

n - Índice da Potência

K - Índice de Consistência do fluido

rpm - Rotação

MI - Índice de Fluidiez

I - Início do Lote

F - Final do Lote

19A033 e 19A027 - Numeração do Lote

η - Viscosidade

η_a - Viscosidade Aparente

F - Força Tangencial

A - Área

τ_e - Tensão de Escoamento

η_o - Viscosidade Plástica

ΔP - Variação de Pressão

r - Raio

L - Comprimento

Qv - Vazão Volumétrica

α - Fator de Multiplicação de Bagley

D - Diâmetro

G - Módulo Elástico

R - Constante Universal

T - Temperatura em graus Kelvin ($^{\circ}\text{k}$)

E - Energia de Ativação

ϕ_v - Calor Friccional

ρ - Densidade do Fundido

1.0 - APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

1.1 - Histórico da Empresa

A POLITENO INDÚSTRIA E COMÉRCIO S/A, foi constituída em setembro de 1974, no Complexo Petroquímico de Camaçari, no Município do mesmo nome, Estado da Bahia. A sua implantação tem por finalidade instalar uma unidade de produção de Polietileno de baixa densidade e uma capacidade nominal de 100.000 (cem mil) toneladas/ano.

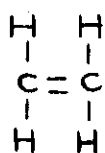
No mesmo mês de sua constituição, em setembro de 1974, foi assinado o contrato de "INFORMAÇÕES TÉCNICAS" e de "ENGENHARIA BÁSICA" para o projeto com a empresa Japonesa SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED, a qual detém cerca de 30% do capital da empresa, sendo a representante do capital estrangeiro associado. Como a maioria das empresas deste Pólo Petroquímico, o restante do capital, na sua parte nacional é dividido entre (Grupo Econômico, Cia. Suzano de Papel e Celulose) e o estatal (Petroquisa).

Em 1982 foi assinado outro contrato de transferência de tecnologia para a produção de EVA (COPOLÍMERO ETILENO-ACETATO DE VINILA) a uma capacidade nominal de 15.000 (quinze mil) toneladas/ano.

1.2 - Teoria do Polietileno e EVA

1.2.1 - O Polietileno é produzido a partir da polimerização do eteno.

MONÔMERO

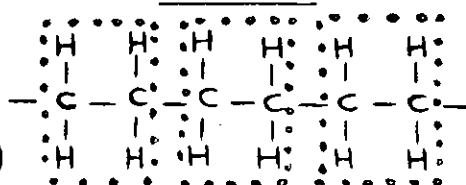


ETENO

PEBD

(HOMOPOLÍMERO)

POLÍMERO



Apesar de ter um monômero simples, o processo de síntese faz com que o polietileno adquira uma estrutura molecular complexa, produzindo uma grande variedade de resinas com diferentes propriedades físicas.

Dependendo do processo de polimerização, pode-se obter o polietileno numa faixa de 45 a 95% de cristalinidade e com densidade de 0,910 a 0,965 g/cm³, classificando-o em três grupos:

- . Polietileno de baixa densidade (PEBD) 0,910 a 0,925 g/cm³
- . Polietileno de média densidade (PEMD) 0,926 a 0,940 g/cm³
- . Polietileno de alta densidade (PEAD) 0,941 a 0,965 g/cm³.

/ 1.2.1.1 - Polietileno de Baixa Densidade (PEBD)

O PEBD é produzido por polimerização em massa e poliadição via radicais livres, em um processo contínuo que envolve pressões entre 1100 a 2500 kg/cm² e temperaturas que chegam a 250°C.

1.2.2 - Etileno Vinil Acetato (EVA)

Etileno-Vinil acetato (EVA) é um copolímero produzido por processo de alta pressão, podendo ser produzido na mesma planta da produção do PEBD.

Comparado com o PEBD, EVA tem as seguintes características nas propriedades físicas:

- 1 - Mais flexível, mesmo em baixas temperaturas.
- 2 - Maior elasticidade e transparência.
- 3 - Melhores propriedades de fendilhamento sob intemperies (stress Cracking).
- 4 - Melhor adesividade.
- 5 - Processamento mais fácil.

EVA tem basicamente as mesmas propriedades físicas do PEBD produzido pelo processo autoclave (alta pressão), exceto certos aspectos das propriedades físicas derivadas do grupo acetato.

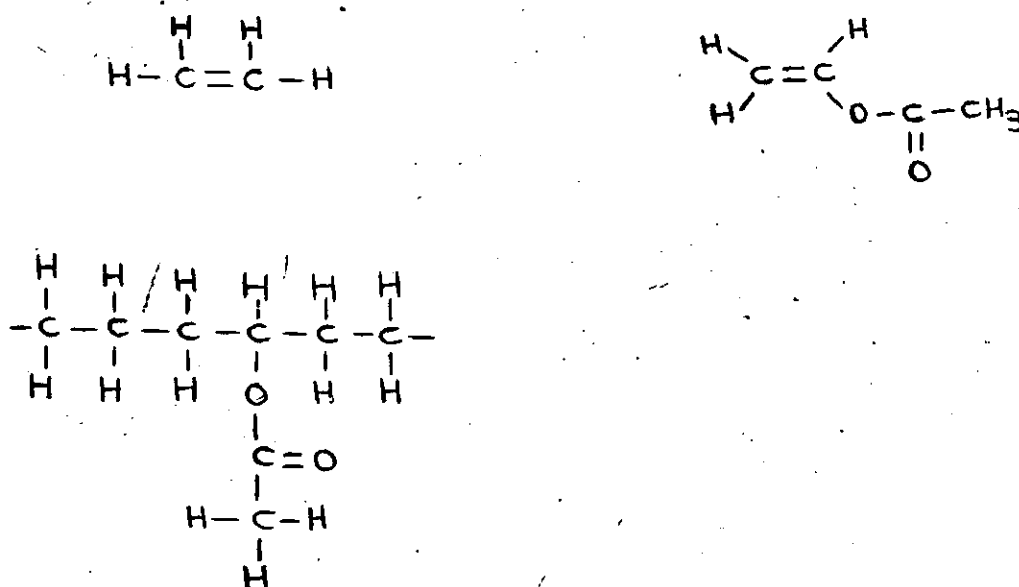


Fig. 1 - Representação Simplificada da Polimerização do EVA

O EVA apresenta uma considerável reticulação com o peróxido orgânico. Mostra boa adesão com vários materiais. Tem uma pequena inferioridade perante o PEBD na resistência química e a óleos. Aumenta a permeabilidade da quantidade do EVA.

1.3 - Resinas Políteno de PEBD, PEMD, EVA e suas Aplicações

- . Embalagens com alta resistência mecânica;
- . Embalagens com média resistência mecânica;
- . Embalagens convencionais - uso geral;
- . Embalagens convencionais - baixas espessuras;
- . Filmes para máquinas automáticas - envase sólido;
- . Filmes para máquinas automáticas - envase líquido;
- . Filmes para máquinas automáticas - produtos livres e vestuário;
- . Laminação;
- . Revestimento para extrusão;
- . Moldagem por injeção;
- . Moldagem combinada por injeção e sopro - injection blow;
- . Embalagem para estocagem de produtos à baixas temperaturas;
- . Placas expandidas;
- . Adesivos Hot-Melt.

2.0 - REÔMETRO DE TORQUE CONTROLADO POR MICROPROCESSADOR

2.1 - System 40

O "System 40" apresenta

- . Torque e temperatura num único gráfico retilíneo
- . Quatro zonas de controle de calor (três com refrigeração a ar)
- . Seleção manual e pré-estabelecida de rpm.

2.2 - Vantagens

2.2.1 - Dispositivos de Controle

- Melhor controle de temperaturas, eliminando "ultrapassagem no arranque"
- programação de duas rpm
- programação da temperatura
- fechamento automático da máquina a níveis de torque perigoso ou a níveis de torque pré-estabelecidos ou ainda ao torque totalizado
- ajuste automático dos parâmetros de teste para repetir um teste prévio.

2.2.2 - Dispositivos para coleta de dados

- três leituras (readouts) de pressão
- três temperaturas de fusão
- Torque totalizado (integrado)

- Duas rpm

2.2.3 - Dispositivos para processamento e manuseio de Dados

- Registro de tabelas de dados de testes numéricos a cada 6,12,30 ou 60 segundos.
- A data e a hora fazem parte automaticamente de cada registro e display
- Gráfico de variáveis/variáveis tais como temperatura x torque ou pressão, ou torque x rpm ("tensão de cisalhamento/taxa de cisalhamento")
- Qualquer uma ou duas variáveis x tempo
- Amplia uma porção do gráfico de dados para escala completa
- Repetir um gráfico, omitindo uma variável
- Repetir um gráfico, adicionando uma variável
- Memória de todos os dados de testes para posterior registro gráfico ou referência.

2.3 - Capacidade de Teste

2.3.1 - Usado com um pequeno misturador interno, o System 40 inclui testes de:

- Estabilidade ao cisalhamento e estabilidade à temperatura de qualquer polímero
- Viscosidade e fluxo

- Sensibilidade à temperatura, usando temperatura programada.

2.3.2 - Usado com um pequeno módulo de extrusão, o System 40 inclui:

- Testes de capacidade de extrusão, medindo a possibilidade de extrusão de um polímero ou de uma formulação de resina
- Determinação preliminar de perfis de temperatura para extrusão adequada de formulações de resinas experimentais
- Testes reológicos para determinar dados reológicos sobre fusão de polímeros, usando uma matriz capilar simples ou múltipla de sensor de pressão

2.4 Softwares

2.4.1 - Mixer - Programas

- Software para aplicação em termoplásticos
- Software para aplicação em termofixos
- Software para aplicação em borracha
- Software para a formulação de polímeros.

2.4.2 - Extrusora - Programas

- Software para análise da Extrusão
- Software para Reologia Capilar.

3.0 - OPERACIONALIZAÇÃO DA CÂMARA DE MISTURA INTERNA DO HAAKE

3.1 - Objetivo

Caracterização da curva de torque da resina 3019PE, trabalhando-se a diferentes rotações e temperaturas.

3.2 - Introdução

A Câmara de mistura interna do sistema HAAKE, consiste em dois rotores de geometria especial que giram em sentido contrário no interior de uma câmara sob condições controladas. Este sistema é semelhante ao de um bambury.

Durante a caracterização da resina são mantidos constantes a temperatura da massa e a rotação, enquanto registra-se o torque necessário para manter a rotação.

A partir do instante que se atinge a condição de equilíbrio do sistema, ou seja, em que toda a massa está fundida, a mesma temperatura e não estiver ocorrendo degradação, a velocidade de rotação dos rotores é proporcional a taxa de cisalhamento, o torque instantâneo e a velocidade da rotação, a viscosidade.

Os fluídos da potência são assim chamados por terem como equação constitutiva a lei da potência de Oswald-de-Wacle: $\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$ (I)

Sendo:

τ = tensão de cisalhamento

$\dot{\gamma}$ = taxa de cisalhamento

n = índice da potência que representa quanto o comportamento do fluído se afasta do newtoniano.

k = Índice de consistência do fluido (quanto maior for, mais viscoso será o fluido).

Como $\tau = K \dot{\gamma}^n$ é a relação empírica usada para descrever um fluido pseudoplástico, temos que a pseudoplasticidade ocorre quando o índice de consistência diminui com a taxa de cisalhamento.

3.3 - Procedimento Experimental

Foram eleitas para realização deste trabalho as resinas 3019PE (19A033) início, 3019PE (19A033) final e 3019PE (19A027). Levantou-se os dados de liberação e os índices de fluidez de cada amostra.

A seguir avaliou-se, trabalhando-se a 120 rpm e 210°C, o tempo necessário para a resina degradar.

Nas temperaturas de 130°, 150° e 170°C, para cada resina a curva de torque foi determinada após duas cargas de 43g cada, na câmara de mistura interna. Na primeira carga, o torque foi avaliado operando-se com velocidade do rotor de 20, 60 e 100 rpms e na segunda a 40, 80 e 120 rpms. Em todos os casos, as leituras foram efetuadas após 5 e 6 min. do momento que começou a trabalhar com a rotação desejada, no tempo total de teste 18 min.

Nas temperaturas de 190° e 210°C, para cada resina, a curva de torque foi determinada após três cargas de 43g cada. Na primeira carga o torque foi avaliado operando-se com 20 e 120 rpms, na segunda com 40 e 100 rpms, na terceira com 60 e 80 rpms. Como no caso anterior, as leituras foram efetuadas após 5 min. e 6 min. e o tempo total de 18 min.

3.4 - Discussão dos Dados Obtidos

| RESINA | MI (LIBERAÇÃO) | MI (OBTIDOS) | % Va |
|-----------------|----------------|--------------|------|
| 3019PE (19A033) | 2,0 | 2,0 | 17,7 |
| 3019PE (19A027) | 1,9 | 1,9 | 18,2 |

Com base nos dados e gráficos anexados, os resultados foram compatíveis com a teoria. A medida que a rotação (taxa de cisalhamento) foi sendo elevada, o torque (tensão de cisalhamento) também aumentou, de forma não linear, sendo que, as curvas obtidas são semelhantes a de um fluido pseudoplástico.

Incrementando a temperatura, o torque tendeu a crescer (em relação a uma temperatura menor) e assim o fluido ficou com uma viscosidade (resistência ao escoamento) menor, pois o mesmo precisou de uma menor força, ou seja, tensão de cisalhamento menor.

Para os fluidos pseudoplástico, que é o caso dos polímeros fundidos, a viscosidade diminui com o aumento da taxa de cisalhamento fato este que foi comprovado experimentalmente.

3.5 - Conclusão

O objetivo inicial de operar o reômetro com a câmara de mistura foi alcançado e no decorrer dos testes se tornou mais aprimorado.

No sentido de avaliar as propriedades físicas tais

como torque (tensão) e taxa de cisalhamento (rotação), bem como suas respectivas curvas foram bem caracterizadas de acordo com a teoria e os gráficos anexados para o tipo de fluido em questão.

4.0 - OPERACIONALIZAÇÃO DA EXTRUSORA COM MATRIZ CAPILAR DO HAAKE

4.1 - Objetivo

- Caracterização das curvas de fluxo da resina 3019 PE, trabalhando-se a diferentes rotações e temperaturas.

4.2 - Introdução

Reologia estuda o comportamento de fluxo dos materiais. Em outras palavras, Reologia é o estudo da deformação de materiais sólidos e escoamento de materiais líquidos.

As propriedades que geralmente são avaliadas são a taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$), tensão de cisalhamento (τ) e viscosidade (η).

A fim de definirmos as propriedades acima descritas, suponha o escoamento de um fluido entre duas placas planas, ocasionado pelo deslocamento de uma delas em relação a outra.

A tensão de cisalhamento é definida como o quociente entre a força tangencial e a área, a taxa de cisalhamento como a deformação angular e a viscosidade como a relação entre a tensão e a taxa de cisalhamento.

$$\tau = \frac{dF}{dA} \quad (II)$$

$$\dot{\gamma} = \frac{dv_x}{dy} \quad (III)$$

$$\eta_a = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (IV)$$

Para fluídos newtonianos, a tensão de cisalhamento é diretamente proporcional a taxa de cisalhamento, sendo que a constante de proporcionalidade é a viscosidade (η).

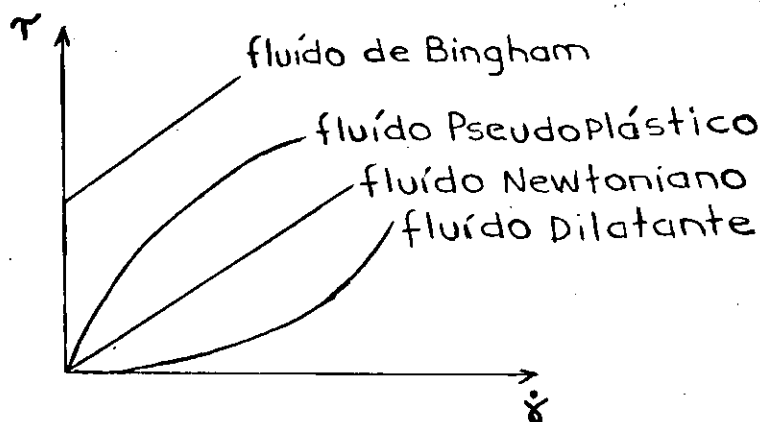
$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} \quad (V)$$

A viscosidade (η), de maneira geral é função do fluído, da temperatura, da pressão e da taxa de cisalhamento. Do ponto de vista molecular, ela pode ser vista como um processo de transferência de impulso entre camadas vizinhas de um fluído animadas de velocidades diferentes, causada pela agitação molecular.

Os fluídos, os quais a viscosidade é função da taxa de cisalhamento são chamados de newtonianos.

De maneira geral eles podem ser divididos em três grupos:

- a taxa de cisalhamento é função somente da tensão;
- a relação entre $\dot{\gamma}$ e τ depende somente da história prévia do escoamento;
- fluídos que apresentam características de fluído newtonianos e de sólidos.



Fluídos tais como pastas dentrífcias e outras pas-
tas em geral, tintas à óleo, lama de esgotos, lama de perfuração de
poços, etc., constutuem os chamados "Plásticos de Bingham", cuja ca-
racterística é apresentar uma relação $\tau = \tau(\dot{\gamma})$ linear, com uma "ten-
são de escoamento" que deve ser atingida para o início do escoamento.

Analiticamente ter-se-ia:

$$\tau - \tau_e = \eta_a \dot{\gamma} \quad (\tau > \tau_e) \quad (VI)$$

Sendo a constante η_a a "viscosidade plástica" do
fluído.

Outros fluídos, tais como pastas de derivados de
celulose, soluções de polímeros e suspensões de partículas assimétri-
cas, têm como característica valores decrescentes para a relação $\tau/\dot{\gamma}$
em função da variação de $\dot{\gamma}$.

Analiticamente a função $\tau = \tau(\dot{\gamma})$ pode ser ex-
pressa como

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n \quad (VII)$$

como $n < 1$ e K constantes que dependem da natureza do fluído.

Pode ser definida como "viscosidade aparente" des-
ses fluídos, que recebem denominação de "pseudoplásticos" o quoci-
ente

$$\eta_a = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = k \cdot \dot{\gamma}^{n-1} \quad (VIII)$$

A constante K é uma medida de consistência do fluí-
do, de tal modo que, quanto maior o seu valor, tanto mais viscoso é
o fluído. A constante n (fator de potência) é indicativa do grau de
afastamento do fluído pseudoplástico relativamente ao do fluído new-
toniano.

Analogamente aos fluídos pseudoplásticos, outros fluídos existem que não apresentam tensão de escoamento e tem como característica valores da relação $\tau / \dot{\gamma}$ em função de $\dot{\gamma}$, de tal modo que analiticamente a função $\tau = \tau(\dot{\gamma})$ é expressa pela relação

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n \quad (\text{IX})$$

com $n > 1$ e K constantes que dependem da natureza do fluído. Tais fluídos, menos comuns que os fluídos pseudoplásticos, são chamados de dilatantes, e valem para eles as mesmas observações anteriormente feitas quanto à sua viscosidade aparente.

Para se determinar a reologia dos materiais poliméricos existem diversos tipos de reômetros, porém os mais empregados são aqueles que forçam a passagem do polímero por uma matriz capilar de geometria conhecida e trabalhando em regime isotérmico.

Este tipo de reômetro pode ser dividido em duas famílias. Na primeira, a tensão de cisalhamento é mantida constante, determinando-se a taxa de cisalhamento (p.e. plastômetro). Na segunda a taxa de cisalhamento que é constante, avaliando-se a tensão de cisalhamento (p.e. reômetro capilar Instron e reômetro do Haake).

4.3 - Procedimento Experimental

Para a realização deste trabalho foram eleitas as mesmas resinas da fase experimental anterior, sendo elas: 3019 PE (19A033) Início, 3019 PE (19A033) Final e 3019 PE (19A027). Estes testes realizados com matriz capilar, rosca de 25:1, $\frac{L}{D} = \left(\frac{3}{4}\right)^{11}$, 15 filetes na zona de alimentação, 5 filetes de compressão e 5 filetes

na de dosagem, com razão de compressão = $\frac{H_1}{H_2} = 3$, o capilar com $L =$

3,81 cm e $R = 0,0635$ cm.

Os testes foram identificados pela temperatura da matriz, sendo: 130, 150, 170 e 190 ($^{\circ}C$).

Os dados de perfil da temperatura de aquecimento da extrusora dos testes citados estão na tabela a seguir:

| ZONAS DA | T E S T E S | | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 130 $^{\circ}$ | 150 $^{\circ}$ | 170 $^{\circ}$ | 190 $^{\circ}$ |
| EXTRUSORA | 130 $^{\circ}$ | 150 $^{\circ}$ | 170 $^{\circ}$ | 190 $^{\circ}$ |
| ALIMENTAÇÃO | 110 $^{\circ}$ | 130 $^{\circ}$ | 150 $^{\circ}$ | 150 $^{\circ}$ |
| COMPRESSÃO | 120 $^{\circ}$ | 140 $^{\circ}$ | 160 $^{\circ}$ | 160 $^{\circ}$ |
| DOSIFICAÇÃO | 130 $^{\circ}$ | 150 $^{\circ}$ | 170 $^{\circ}$ | 170 $^{\circ}$ |

Após serem estabelecidas as temperaturas desejadas, inicia-se o teste colocando-se a resina lentamente na zona de alimentação, até que o torque e a vazão fiquem constantes a uma pequena rotação. Neste momento introduz-se um valor inicial de 10 rpm e quando a vazão estiver constante a essa rotação coleta-se a amostra com o auxílio de uma palheta (espátula de madeira), cortando o parison extrudado e neste momento cronometra-se um (1) minuto. Quando decorreu um minuto cortou-se novamente o fio, Essa amostra depois foi pesada e logo em seguida aumentou-se a rotação para 20 rpm com o mesmo procedimento anterior. Foram coletadas 10 amostras, iniciando o teste com 10 rpm e terminando com 100 rpm para cada resina, e temperatura.

Foram realizados testes idênticos no CEPED (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento), no reômetro capilar Instron com as mesmas resinas já citadas, e para avaliação do perfil reológico foram utilizados três capilares com as seguintes características:

| - CAPILAR 1: | - CAPILAR 2: | - CAPILAR 3: |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| D = 0,076454 cm | D = 0,076454 cm | D = 0,076454 cm |
| L = 2,558034 cm | L = 5,083048 cm | L = 7,628582 cm |

onde D e L são respectivamente diâmetro e comprimento do capilar.

Os ensaios foram realizados em temperaturas de 150, 170 e 190°C, numa faixa de taxa de cisalhamento da ordem de 10^1 a 10^{-4} s^{-1} .

Foram realizadas, também, as correções de Bagley e de Rabinowitsch.

4.4 - Discussão dos Dados Obtidos

Os dados obtidos no reômetro Haake, demonstram que as três resinas se comportaram de maneira semelhante, a 19A033-F e 19A027 obtiveram de maneira geral maiores taxas de cisalhamento e menores viscosidades para uma mesma tensão de cisalhamento.

Nos dados obtidos com o reômetro capilar Instron, a semelhança entre as resinas foram bem maiores, evidenciando o fato que na temperatura de 150° a taxa de cisalhamento obteve um pequeno aumento e conseqüentemente a viscosidade uma pequena diminuição.

Em ambos, os resultados bem como os gráficos compro

varam que quando a taxa de cisalhamento é elevada ocorre que:

- a pressão também se eleva gradativamente;
- a vazão volumétrica aumenta permanecendo o fluxo constante quando a rotação está constante;
- a viscosidade diminui, o que representa um fluido pseudoplástico.

Os resultados com os dois equipamentos não podem ser confrontados diretamente, pois os diâmetros dos capilares utilizados foram diferentes em cada caso.

Contudo, para fins comparativo, pode-se dizer que, eles são coerentes, pois as viscosidades para mesma taxa de cisalhamento apresentaram a mesma ordem de grandeza.

4.5 - Conclusão

A finalidade da operacionalização da extrusora do reômetro Haake com matriz capilar, foi atingido, bem como a caracterização das curvas de fluxo da resina 3019 PE, evidenciando o fluido pseudoplástico que é o caso do polímero em estudo.

5.0 - AVALIAÇÃO DAS CURVAS REOLÓGICAS

5.1 - Objetivo

Avaliação das propriedades reológicas das resinas POLITENO versus concorrentes.

5.2 - Introdução

5.2.1 - Propriedades Reológicas

Existem quatro propriedades Reológicas principais estritamente relacionadas com processamento de polímeros, desenho, formulação, compostos, mistura ou liga. Elas são viscosidade, elasticidade, sensibilidade ao cisalhamento e sensibilidade a temperatura.

VISCOSIDADE

Viscosidade (η) é a resistência interna ao escoamento de um fluido definida como a relação entre a tensão de cisalhamento (τ) e a taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$). Um fluido puramente viscoso é chamado de Newtoniano ou um material idealmente viscoso, e governado pela lei de Newton.

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} \quad (X)$$

Podem ser utilizadas oito unidades da viscosidade no sistema CGS ou SI, como mostra abaixo:

UNIDADE CGS

$$\tau = \text{dyne/cm}^2$$

UNIDADE SI

$$\tau = \text{Newton/m}^2$$

$$\eta = \tau / \dot{\gamma}$$

$$= \text{dyne/cm}^2$$

$$= \text{dyne Sec/cm}^2$$

$$= \text{poise} = 100 \text{ cp}$$

$$= \text{Pa}$$

$$\eta = \tau / \dot{\gamma}$$

$$= \text{Pa} - \text{Sec}$$

$$= 1,000 \text{ m Pa} - \text{Sec}$$

$$= 1,000 \text{ cp}$$

$$= 10 \text{ poise}$$

ELASTICIDADE

Elasticidade é a propriedade de um material que tem a virtude de recuperar o seu tamanho e forma original depois da deformação. Se a deformação é proporcional a tensão aplicada, o material é dito Hookeano ou apresenta comportamento elástico ideal. Obedece a lei de Hooke:

$$\tau = G \cdot \dot{\gamma} \quad (\text{XI})$$

onde G = módulo elástico

VISCOELASTICIDADE

Esta é uma característica do comportamento mecânico dos materiais, no qual tem propriedades de viscoso e elástico, ou seja, não é totalmente sólido nem líquido. O termo viscoelástico em prega-se para sólidos que exibem essencialmente elasticidade, porém, com manifestações parciais típicas dos líquidos viscosos ou vice-versa.

SENSIBILIDADE AO CISALHAMENTO

Um bom conhecimento da sensibilidade do cisalhamen

to do material é particularmente importante no processamento de polímero, porque o excesso de tensão para o polímero em um sistema de força resulta em ruptura estrutural, no qual inúmeras vezes, afeta nas propriedades mecânicas do produto final.

O modelo da lei da Potência, é uma equação constitutiva extremamente usada para caracterizar a sensibilidade do cisalhamento de materiais poliméricos. A equação é expressada como segue:

$$\tau = m \cdot \dot{\gamma}^n \quad (\text{XII})$$

onde:

m = constante

n = Índice da lei da Potência

O índice da lei da Potência, "n", é o parâmetro que indica a sensibilidade do cisalhamento do polímero.

Um fluido que segue a equação da lei da Potência é chamado de fluido da lei da Potência, e o índice (n) é obtido pela inclinação de $\log \tau$ vs. $\log \dot{\gamma}$ ou $\log \eta$ vs. $\log \dot{\gamma}$.

A equação (XII) pode ser expressada em "log" levando o logaritmo em ambos os termos, isto é, $\log \tau = \log m + n \log \dot{\gamma}$. Entretanto:

$$n = \frac{d \log \tau}{d \log \dot{\gamma}} \quad (\text{XIII})$$

E também pode ser calculado usando em termos de viscosidade, como segue:

$$\eta = m \cdot \dot{\gamma}^{(n-1)} \quad (\text{XIV})$$

$$\log \eta = \log m + (n-1) \log \dot{\gamma} \quad (\text{XV})$$

Então:

$$n = 1 + \frac{d \log \eta}{d \log \dot{\gamma}} \quad (\text{XVI})$$

A relação constitutiva do escoamento pode ser substituída pelo fluxo de não - newtoniano como segue:

$n = 0$ material dúctil

$n = 1$ fluido newtoniano

$n < 1$ material pseudoplástico

$n > 1$ material dilatante

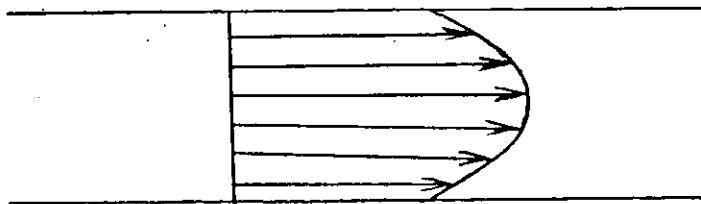
portanto, se o valor de "n" aproxima-se a "1", é menos sensível ao cisalhamento, e se "n" aproxima-se a "0" é mais sensível ao cisalhamento.

O perfil de velocidade de um polímero muda esta relação, como ilustra a figura abaixo:

$n = 0$: plug flow



$n = 1$: Parabola



$0 < n < 1$: "blunt" flow

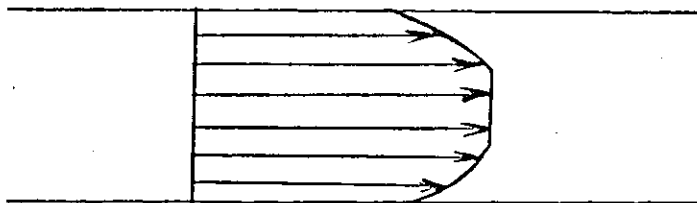


Figura 2 - Perfis de velocidade do escoamento de polímero fundido.

SENSIBILIDADE A TEMPERATURA

Em geral, a viscosidade de um líquido decresce e a viscosidade de um gás cresce com aumento da temperatura, indicando que existe uma diferença essencial no mecanismo de escoamento de líquidos e gases.

Conhecendo a sensibilidade a temperatura do material, este fator é útil para melhorar no processamento do polímero.

Quando o material é exposto ao calor prolongado no sistema, resulta em degradação térmica do material. Portanto, é importante para o processamento de materiais sensíveis ao calor escolher um ótimo perfil de temperatura no equipamento de processo e controlar a temperatura de fusão.

A sensibilidade a temperatura é expressada em termos de Energia de ativação aparente do escoamento. A expressão comumente usada para relacionar a viscosidade e temperatura é a equação de Arrhenius:

$$\eta = A e^{\Delta E/RT} \quad (\text{XVII})$$

onde:

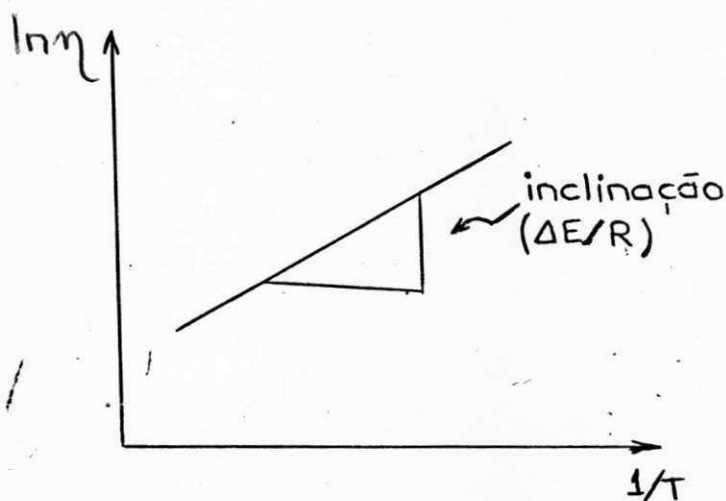
η = viscosidade

E = energia de ativação

R = constante universal

T = temperatura em graus Kelvin ($^{\circ}\text{K}$)

A Figura 3, ilustra o efeito da temperatura na viscosidade. A energia de ativação pode ser calculada pela inclinação da curva. O maior valor da energia de ativação em uma certa faixa de temperatura, é a mais sensível temperatura do polímero.



O calor friccional acumulado por polímeros fundidos depende da taxa de cisalhamento usada no sistema.

Este calor friccional pode ser calculado como segue:

$$\phi_v = \eta^H \text{ para não-newtoniano}$$

$$\phi_v = \tau \cdot \dot{\gamma}^2 = \text{para newtoniano}$$

portanto, a unidade da taxa de temperatura adiabática em um material polimérico é sujeito a tensão de cisalhamento e a taxa de cisalhamen

to que são obtidas como $^{\circ}\text{C}/\text{Sec.}$

$$\frac{dT}{dt} = \phi_v \times \frac{\rho}{c_p} \quad (\text{XVIII})$$

onde:

ρ = densidade do fundido

c_p = calor específico

Daí, a seleção de velocidade apropriada no equipamento do processo é também importante para materiais sensíveis ao calor.

5.2.2 - Reologia Capilar

Supondo um capilar de seção circular de raio "R" e comprimento "L", as equações que descrevem o fluxo de fluido através dele são derivadas a partir da equação de Poiseville, sendo elas:

$$\tau = \frac{\Delta P R}{2L}, \text{ onde } \Delta P \text{ é a variação de pressão} \quad (\text{XIX})$$

$$\dot{\gamma} = \frac{4 Q_v}{\pi R^3}, \text{ onde } Q_v \text{ é a vazão volumétrica} \quad (\text{XX})$$

Para se determinar as propriedades reológicas por reologia capilar é necessário que uma série de condições sejam obedecidas, sendo elas:

- Trabalhar em regime isotérmico;
- as forças friccionais sejam desprezíveis;
- não ocorra fluxos laterais;

- não haja escorregamento do fluxo nas paredes;
- o fluxo seja laminar;
- o fluido seja incompressível.

Quando se utiliza a derivação da Equação de Poiseville para interpretar os dados de reologia capilar, se obtém uma medida aparente da viscosidade na temperatura de trabalho. Visando a determinação da viscosidade real se faz necessário realizar uma série de correções, que serão vistas posteriormente.

As principais fontes de erros quando se trabalha com reologia capilar são:

- Perdas de fricção;
- correções de entrada e saída (correção de Bagley);
- perfil de velocidade não parabólico (Correção de Rabinowitsch);
- escorregamento na parede do capilar;
- influência da pressão sobre a viscosidade;
- influência da pressão sobre o volume;
- geração de calor;
- decomposição do material.

Normalmente sã se faz as correções de Bagley e de Rabinowitsch.

5.2.2.1 - O Perfil de Velocidade na Matriz (Correção de Rabinowitsch).

Uma correção é frequentemente feita para levar em

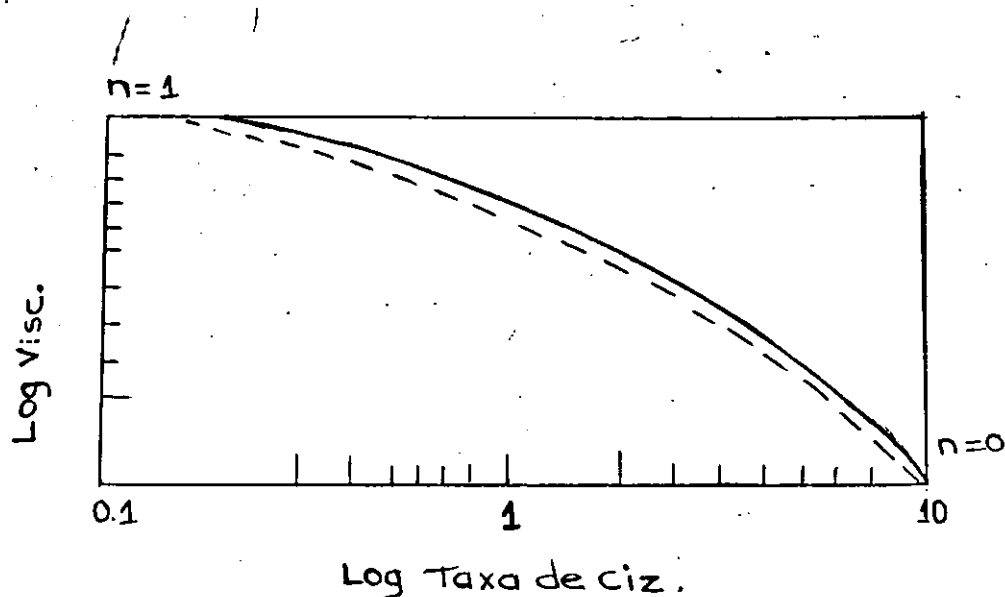
conta o fato que a natureza pseudoplástica do fundido, o que ocasiona um perfil de velocidade não parabólico e sim do "plug". Esta correção é usualmente atribuída a Rabinowitsch, e expressado na seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{taxa de cisalhamento real na parede, } \dot{\gamma}_{\text{real}} = \\ & = \frac{(3n + 1)}{4n} \frac{4Q}{\pi R^3} \end{aligned} \quad \text{(XXI)}$$

onde "n" é o fator de potência.

A magnitude do termo de correção $(3n + 1)/4n$ varia entre 1 para infinito quando "n" varia de 1 a 0, mas na prática o erro que ocorre na viscosidade, em uma determinada taxa de cisalhamento, resulta do desprezo desta correção, que tem um valor máximo de 15% quando $n = 0,23$.

Figura 4.



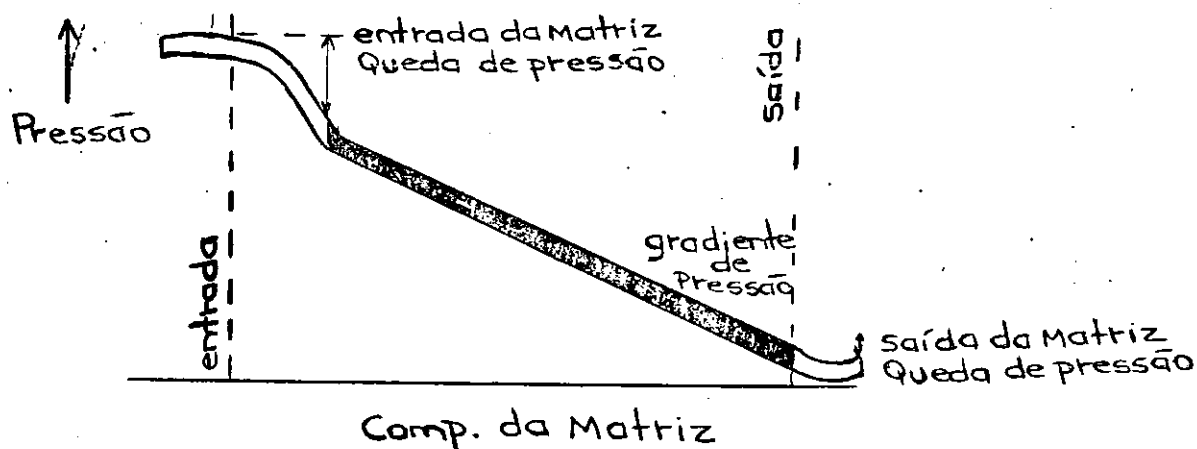
5.2.2.2 - Correção Devido ao Efeito de Entrada e Saída do Capilar

Na prática é necessário considerar a geração e consumo de energia na entrada, interior e saída do capilar.

Em reologia capilar, o material avança do reservatório para o capilar e durante este percurso (para um fluido newtoniano), ocorre uma série de fenômenos, sendo eles:

- a) A pressão é independente da posição no reservatório, elevando na entrada do capilar.
- b) Existe uma mudança linear na pressão com relação a posição axial ao longo de todo tamanho do capilar.
- c) A pressão é zero na saída do capilar.

Figura 5.



O estudo de polímeros fundidos, demonstrou que estes materiais possuem um comportamento um pouco diferente do acima durante a transição reservatório, matriz e saída. (Figura 5).

Ocorre:

- a) Uma queda de pressão substancial na região de entrada da matriz e magnitude desta depende da taxa de cisalhamento;
- b) Um valor extrapolado não zero para a pressão na saída do capilar, a qual é também dependente da taxa de cisalhamento;
- c) Há uma não linearidade no perfil de pressões no capilar na zona de entrada da matriz.

A queda de pressão na entrada do capilar (o efeito de entrada), tem sido atribuído para uma combinação de três fenômenos:

- i - Uma dissipação de energia viscosa devido ao anterior escoamento convergente para entrar dentro do capilar.
- ii - Uma dissipação de energia viscosa devido ao desenvolvimento de um perfil de velocidade perto da entrada da matriz.
- iii - Emaranhamento das cadeias, o que causa uma acumulação de energia elástica e que pode ser recuperável.

Os dois primeiros ocorrem em líquidos viscosos, bem como nos polímeros fundidos, mas o terceiro efeito é restringido para polímeros fundidos.

Análise de estudos experimentais tem sugerido que o efeito de entrada, em polímeros fundidos, é devido principalmente

ao emaranhamento.

5.2.2.3 - Método de Bagley

Segundo Bagley, o arraste por viscosidade que ocorre na região da entrada da matriz é independente do comprimento do capilar e pode ser considerada como um acréscimo no comprimento efetivo da matriz, Esse acréscimo no comprimento efetivo pode ser expresso em múltiplos do raio.

No entanto, se nós tomamos o comprimento efetivo do capilar igual a $L + \alpha R$, onde "L" é o comprimento atual, "R" o raio da matriz e " α " um fator de multiplicação, então pode-se determinar a tensão de cisalhamento real, independente dos efeitos de entrada e saída.

Tensão de Cisalhamento real =

$$= \frac{\Delta P R}{2 (L + \alpha R)} = \frac{P}{2 \left[(L/R) + \alpha \right]} \quad (\text{XXII})$$

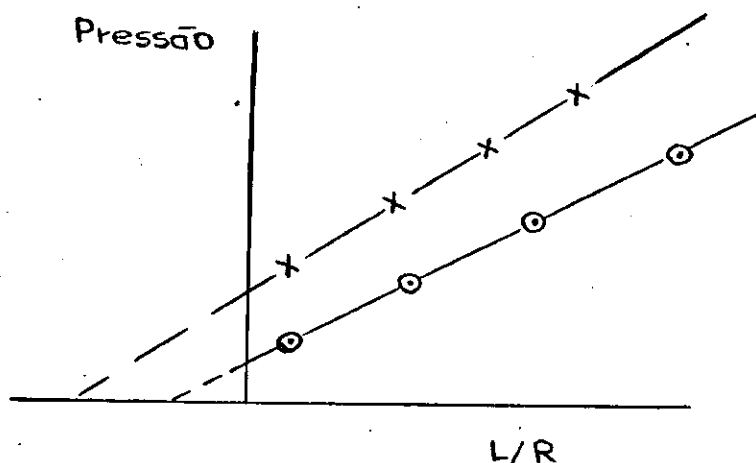
A constante α pode ser determinada da seguinte forma:

- No teste de reologia capilar deve-se manter os valores de "R" constantes variando-se "L" (L/R varia).

- Mede-se os valores de queda de pressão nos diferentes L/R, mantendo a taxa de cisalhamento constante.

- Para determinar α , plota-se a pressão versus L/R, fixando a taxa de cisalhamento e α é dado pela intercepção das retas obtidas com eixo "X".

Figura 6 - Correção de Bagley.



5.2.3 - Reômetro Haake

O sistema Haake é um reômetro de torque que pode medir propriedades reológicas ou mesmo reologia capilar, onde na caracterização da resina, o polímero é extrudado continuamente a uma velocidade e temperatura constante através de uma matriz capilar, determinando-se a pressão e a vazão volumétrica.

A partir destes dados é possível avaliar as propriedades reológicas a partir das equações de fluxo para reologia capilar (Eq. XVIII e Eq. XIX).

O "soft", com o qual os dados são processados realiza diretamente a correção de Rabinowitsch, sendo que os dados fornecidos são tensão de cisalhamento, taxa de cisalhamento, taxa de cisalhamento real na parede e viscosidade.

Objetivando efetuar as correções de entrada e saída no capilar deve-se realizar a correção de Bagley e para fazê-la deve-se proceder de acordo com o item 5.2.2.3.

5.3 - Procedimento Experimental

Nesta fase foram realizadas a determinação da densidade das resinas politeno.

Para realização deste trabalho foram avaliadas as propriedades reológicas, com auxílio do sistema de Reologia Capilar do Haake, de 10 (dez) resinas (Politeno, Poliolefinas e Triunfo), sendo elas:

POLITENO : F - 1522 (MI = 1,5)
 F - 0321 (MI = 0,3)
 G - 803 (MI = 30)
 3019 PE (MI = 2)

POLIOLEFINAS: PB 507 (MI = 0,3)
 PB 608 (MI = 30)
 PB 679/50 (MI = 2)

TRIUNFO : TN 3003 (MI = 0,3)
 TN 5300 (MI = 30)
 TN 3020 (MI = 2)

Os testes foram realizados a temperatura de 160°, identificados pela temperatura da resina na matriz, sendo assim, o perfil de temperatura de aquecimento da extrusora foi o seguinte: 150° na zona de compressão, 160° na zona de dosificação e 160° na matriz.

Para avaliação do perfil reológico foram utilizadas quatro capilares com as seguintes características:

- CAPILAR 1:

R = 0,0635 cm

L = 1,905 cm

- CAPILAR 2:

R = 0,635 cm

L = 2,54 cm

- CAPILAR 3:

R = 0,0635 cm

L = 3,81 cm

- CAPILAR 4:

R = 0,0635 cm

L = 5,08 cm

onde "R" e "L" são respectivamente raio e comprimento do capilar.

Após serem estabelecidas as temperaturas desejadas, iniciou-se o teste colocando-se a resina lentamente na zona de alimentação, até que o torque e a vazão fiquem constantes a uma pequena rotação. Neste momento introduziu-se um valor inicial de 10 rpm quando a vazão esteve constante a essa rotação solicitou-se a amostra com o auxílio de uma palheta (estátula de madeira), cortando o parison estrudado e naquele momento cronometrou-se 1 (um) minuto. Quando decorreu 1 (um) minuto, cortou-se novamente o fio. Essa amostra depois foi pesada e logo em seguida aumentou-se a rotação para 20 rpm com o mesmo procedimento anterior. Foram coletadas 10 (dez) amostras, iniciando o teste com 10 rpm e terminando com 100 rpm para cada resina, e cada capilar.

5.4 - Determinação da Densidade de Polímeros Fundidos

5.4.1 - Objetivo

Determinar a densidade de materiais poliméricos no estado fundido.

5.4.2 - Sumário do Método

A densidade do material em estudo é determinada, com o auxílio do medidor do índice de fluidez com matriz fechada, visando a determinação de um volume ocupado pelo material na temperatura de teste.

5.4.3 - Significado do Método

A densidade é relacionada com o peso por volume do material, sabido que ela é função da temperatura, sendo que para polímeros fundidos o volume ocupado aumenta com a temperatura.

5.4.4 - Definições

A densidade é determinada pela relação entre a massa e o volume do material no estado fundido.

5.4.5 - Equipamentos e Materiais de Consumo

- Medidor de Índice de Fluidez
- Balança Analítica
- Paquímetro
- Cronometro
- Parafina Líquida

5.4.6 - Procedimento para Teste

- Aquecer o cilindro na temperatura desejada e

deixar por 5 minutos antes de começar o teste.

- Pesar aproximadamente 3g da amostra e anotar M_1 .
 - Colocar a matriz fechada e o pistão sem a massa e mede-se a altura do pistão entre a superfície do cilindro e o topo do pistão (h_1), deixando o pistão no cilindro até estabilizar na temperatura de teste.
 - Retira-se o pistão e coloca-se a amostra dentro do cilindro com o auxílio de um funil. Recoloca-se o pistão e o carrega com o peso até que o pistão permaneça parado, daí mede-se a nova altura entre a superfície do cilindro e o topo do pistão (h_2). Nesta operação deve-se tomar o cuidado de retirar todo o ar do interior da massa.
 - Esvaziar o cilindro e limpá-lo por dentro.
- Para obter a altura da massa dentro do cilindro (h_3) diminui-se $h_2 - h_1 = h_3$.

OBS: Para garantir que a massa fundida está livre de ar é interessante retirar as 3g de amostra de uma placa prensada.

5.4.7 - Cálculos

A densidade é determinada através da seguinte equação:

$$d = \frac{M_1}{V}$$

onde:

Ml = massa no estado fundido (g)

V = volume da massa (cm³)

A equação para o volume de um cilindro é:

$$V = \pi r^2 h_3 \quad \text{onde: } r = \text{raio do cilindro (cm)}$$

ou $h_3 = \text{altura do cilindro (cm)}$

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times h_3 \quad \text{sendo que: } D = 9,56\text{mm} = 0,956\text{cm}$$

5.4.8 - Dados a Serem Informados

Na folha com os resultados devem constar:

- a. Tipo da amostra
- b. Peso utilizado
- c. Temperatura para cada teste
- d. Os resultados devem ser comparados com outro método de densidade.

5.5 - Discussão dos Dados Obtidos

Os dados obtidos são apresentados nas tabelas e gráficos em anexo.

Analisando a tabela resinas politeno, determina-se que a resina mais viscosa é a 3019 PE, possivelmente devido a presen-

ça dos grupamentos acetatos como era esperado, depois a F-1522 seguida da G-803. Os dados obtidos para F-0321 não foram consistentes e por isso devem ser repetidos.

A tabela das resinas politeno versus concorrentes de MI = 0,3, demonstra que nesta faixa a resina menos viscosa é a F-0321 e a PB-507 e TN-3003 possuem mesmo comportamento. Estes dados não eram esperados, pois todas as resinas possuem mesmo MI e as concorrentes são produzidas em reatores tubulares, o que deveria fornecer MWD mais larga.

Nas resinas com MI = 30 foi verificado que a menos viscosa é a G-803 e vindo logo em seguida a TN-5300 e PB-608.

Já as resinas com MI = 2,0, os dados mostra que a resina menos viscosa é a TN-3020, em seguida a F-1522 e apresentando comportamento mais viscoso a PB-679/50.

Comparando os dados das resinas com MI = 0,3 com os das de MI = 2,0, determina-se que em ambos os casos, para dada taxa de cisalhamento, os materiais estudados possuem a tensão de cisalhamento na mesma ordem de grandeza. Este comportamento não era o esperado, ele deve ter ocorrido devido algum erro experimental. Recomenda-se repetir o procedimento experimental para as duas famílias das resinas acima citadas.

5.6 - Conclusão

A avaliação das propriedades reológicas é muito importante para se processar polímeros de forma geral, por exemplo: o polietileno de baixa densidade - PEBD e o copolímero de etileno e ace

tato de vinila - EVA passam pelo estado fundido pelos menos duas vezes, e o conhecimento de suas propriedades reológicas fornece informações a respeito de como estas materias se comportam.

Em ordem crescente temos que pela mesma taxa de cisalhamento e tensão de cisalhamento varia da seguinte forma:

MI = 0,3 F-0321 < PB-507 = TN-3003
MI = 30 G-803 < TN-5300 < PB-608
MI = 2,0 TN-3020 < F-1522 < PB-679/50

Comparando-se as resinas com MI = 0,3 com as de MI = 2,0, em ambos os casos, para uma dada taxa de cisalhamento, as resinas estudadas possuem a tensão de cisalhamento na mesma ordem de grandeza.

Este comportamento não era esperado, fato este deve ter ocorrido devido algum erro experimental.

6.0 - BIBLIOGRAFIA

- Cogswell, F. N., Polymer Melt Rheology, A Guide for Industrial Practice.
- Brydson, J. A., Flow Properties of Polymer Melts, Second Edition.
- Chung, J. F., Fundamentals of Polymer Materials, Haake Buchler Instruments, Inc. Saddle Brook. New Jersey, USA.
- Apostilas da Polimaté - Imp. e Exp. de Medidores Rhecord System 40, Laboratory Batch Mixing Technology.
- Manual de Operação I da Politeño - Teoria do Polietileno e do EVA.
- Camargo, Rui Carlos - Atlas de Mecânica dos Flúidos - Fluidodinâmica.

AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
TEMPERATURA 130

| ROTACAO | 19A033 I | 19A027 | 19A033 F |
|---------|----------|--------|----------|
| 20 | 860 | 894 | 871 |
| 40 | 1015 | 1022 | 942 |
| 60 | 1083 | 1049 | 1051 |
| 80 | 1073 | 1099 | 1054 |
| 100 | 1098 | 1083 | 1065 |
| 120 | 1107 | 1138 | 1054 |

AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
TEMPERATURA 150

| ROTACAO | 19A033 I | 19A027 | 19A033 F |
|---------|----------|--------|----------|
| 20 | 728 | 727 | 753 |
| 40 | 799 | 833 | 840 |
| 60 | 908 | 940 | 952 |
| 80 | 862 | 915 | 869 |
| 100 | 976 | 1038 | 1000 |
| 120 | 901 | 953 | 981 |

AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
TEMPERATURA 170

| ROTACAO | 19A033 I | 19A027 | 19A033 F |
|---------|----------|--------|----------|
| 20 | 481 | 542 | 470 |
| 40 | 596 | 644 | 620 |
| 60 | 679 | 707 | 683 |
| 80 | 716 | 750 | 721 |
| 100 | 744 | 770 | 750 |
| 120 | 765 | 789 | 765 |

AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
TEMPERATURA 190

| | ROTACAO 19A033 I | 19A027 | 19A033 F |
|-----|------------------|--------|----------|
| 20 | 451 | 461 | 417 |
| 40 | 601 | 606 | 630 |
| 60 | 669 | 689 | 630 |
| 80 | 665 | 679 | 620 |
| 100 | 747 | 728 | 684 |
| 120 | 737 | 771 | 713 |

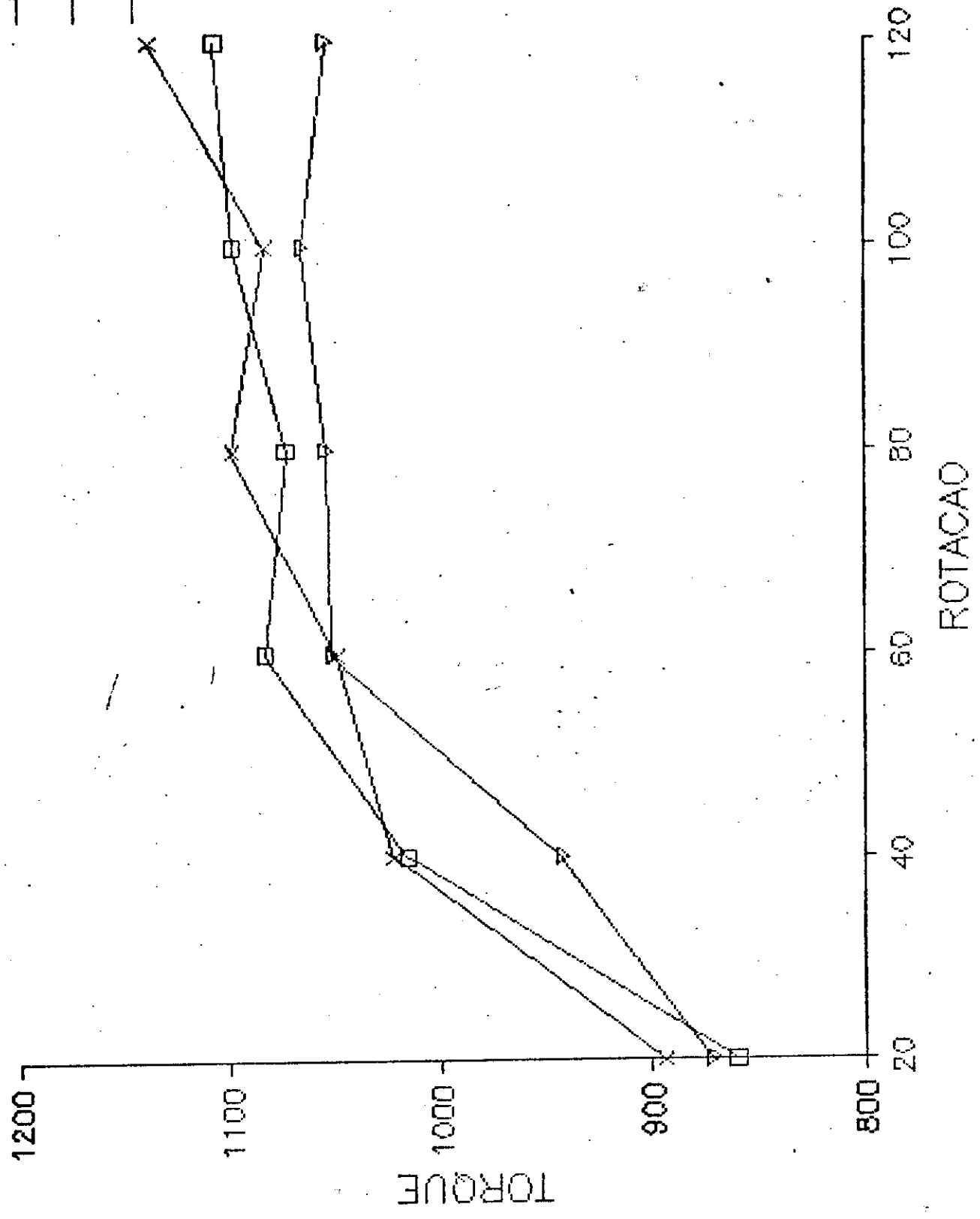
AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
TEMPERATURA 210

| | ROTACAO 19A033 I | 19A027 | 19A033 F |
|-----|------------------|--------|----------|
| 20 | 315 | 339 | 329 |
| 40 | 451 | 440 | 484 |
| 60 | 528 | 557 | 524 |
| 80 | 490 | 572 | 548 |
| 100 | 557 | 546 | 606 |
| 120 | 577 | 629 | 606 |

AVALIACAO DE TORQUE / 3019 PE

TEMPERATURA 130

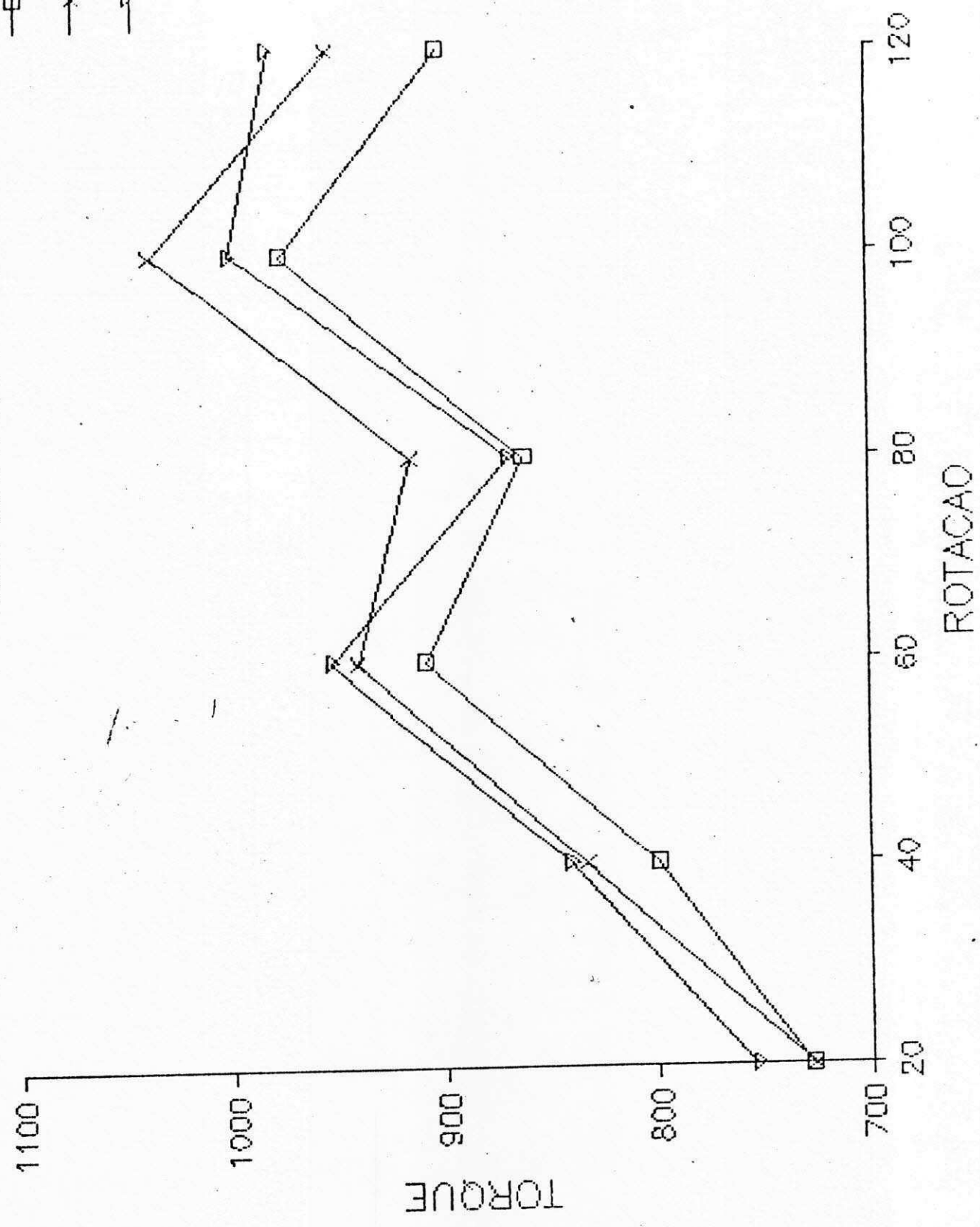
- 19A033 I
- x— 19A027
- ▽— 19A033 F



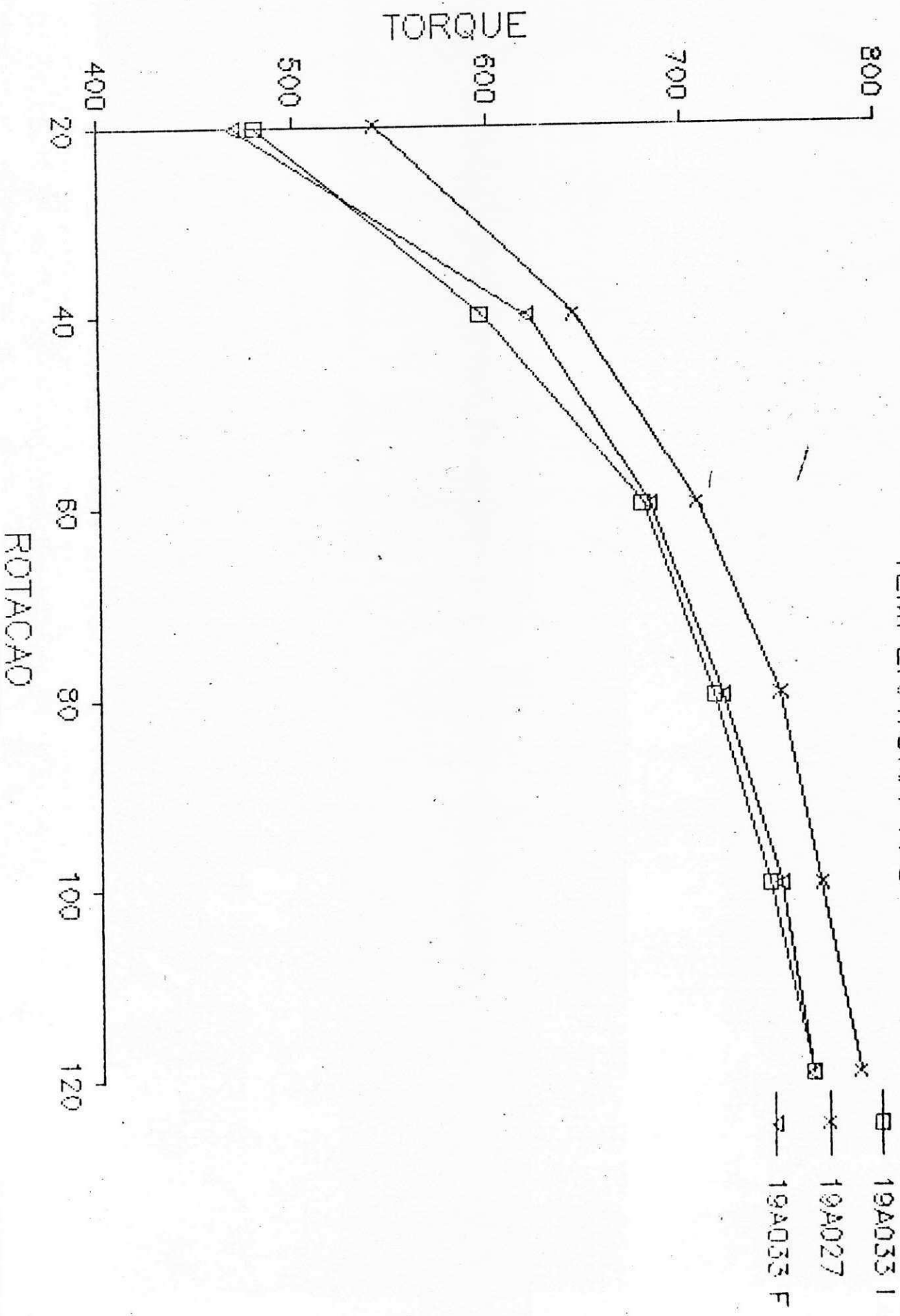
AVALIACAO DE TORQUE/ 3019 PE

TEMPERATURA 150

- 19A033 I
- x— 19A027
- △— 19A033 F

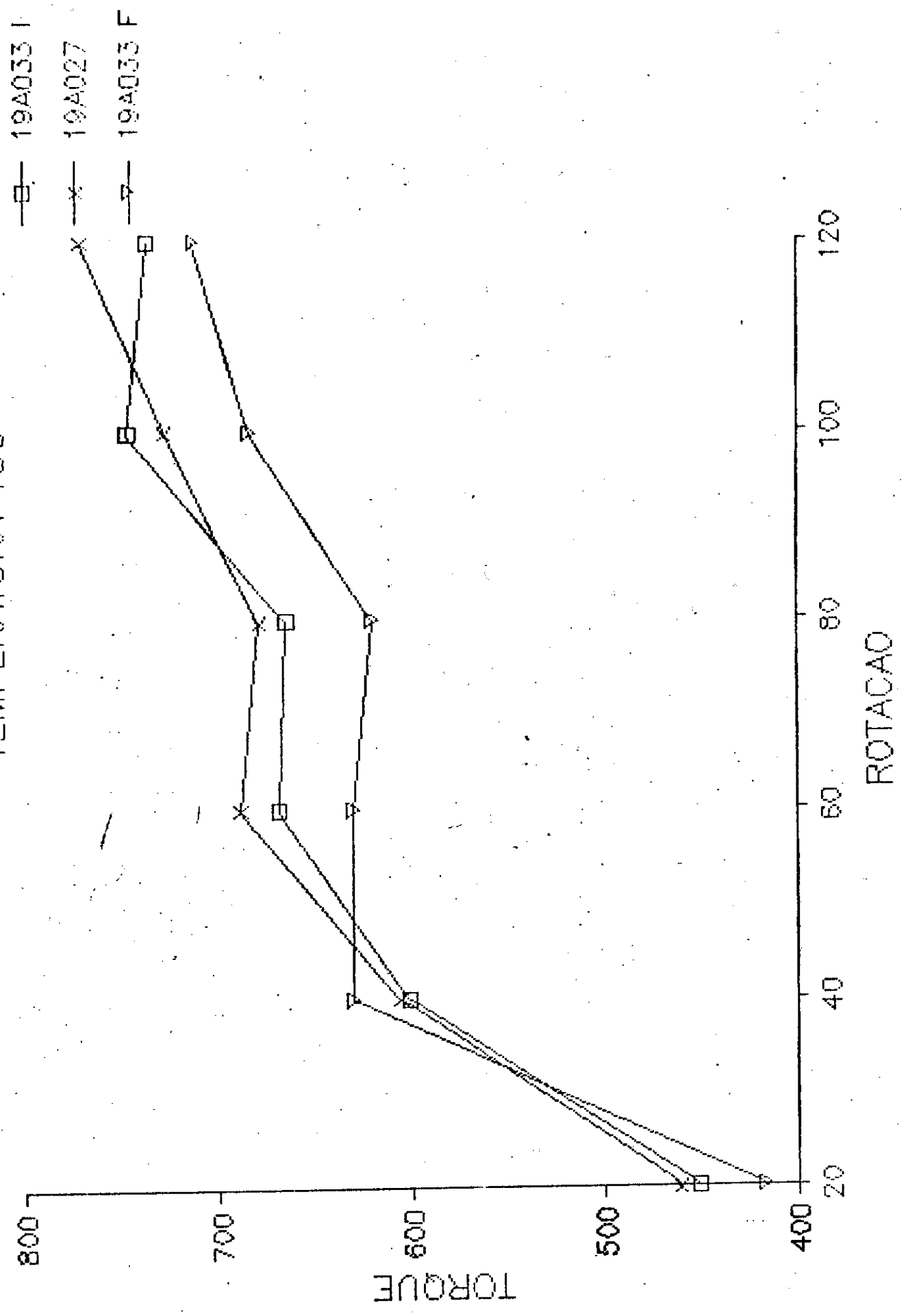


AVALLIACAO DE TORQUE / 3019 PE TEMPERATURA 170



AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE

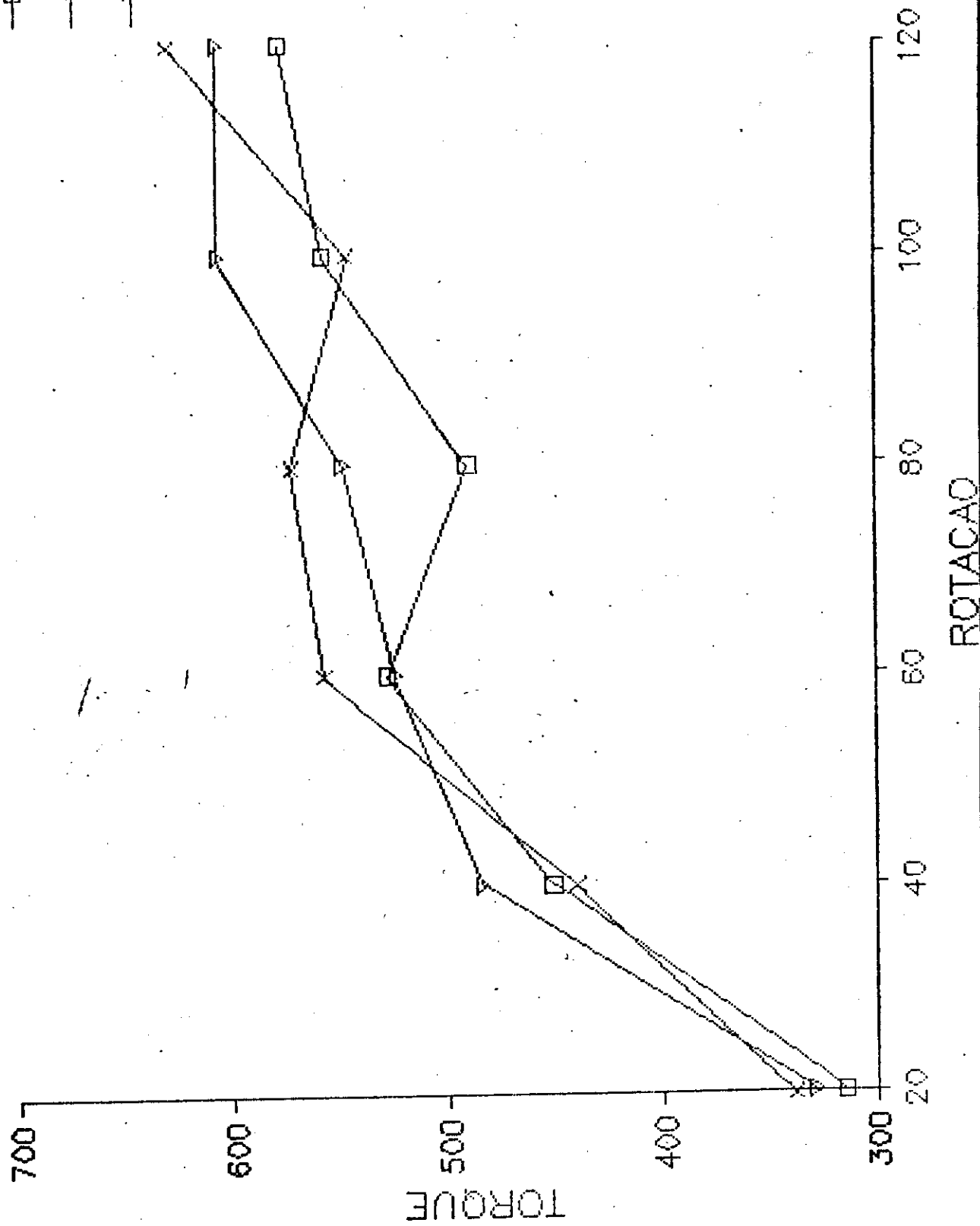
TEMPERATURA 190



AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE

TEMPERATURA 210

- 19A033 I
- *— 19A027
- △— 19A033 F



AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
ROTACAO 20 RPM

| TEMPERATURA | 19A033 I | 19A027 | 19A033 F |
|-------------|----------|--------|----------|
| 130 | 860 | 894 | 871 |
| 150 | 728 | 727 | 753 |
| 170 | 481 | 542 | 470 |
| 190 | 451 | 461 | 417 |
| 210 | 315 | 339 | 329 |

AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
ROTACAO 40 RPM

| TEMPERATURA | 19A033 I | 19A027 | 19A033 F |
|-------------|----------|--------|----------|
| 130 | 1015 | 1022 | 942 |
| 150 | 799 | 833 | 840 |
| 170 | 596 | 644 | 620 |
| 190 | 601 | 606 | 563 |
| 210 | 451 | 440 | 484 |

AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
ROTACAO 60 RPM

| TEMPERATURA | 19A033 I | 19A027 | 19A033 F |
|-------------|----------|--------|----------|
| 130 | 1083 | 1049 | 1051 |
| 150 | 908 | 940 | 952 |
| 170 | 679 | 607 | 683 |
| 190 | 669 | 689 | 630 |
| 210 | 528 | 557 | 524 |

AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
ROTACAO 80 RPM

TEMPERATURA 19A033 I 19A027 19A033 F

| | | | |
|-----|------|------|------|
| 130 | 1073 | 1099 | 1054 |
| 150 | 862 | 915 | 869 |
| 170 | 716 | 750 | 721 |
| 190 | 665 | 679 | 620 |
| 210 | 490 | 572 | 548 |

AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
ROTACAO 100 RPM

TEMPERATURA 19A033 I 19A027 19A033 F

| | | | |
|-----|------|------|------|
| 130 | 1098 | 1083 | 1065 |
| 150 | 976 | 1038 | 1000 |
| 170 | 744 | 770 | 750 |
| 190 | 747 | 728 | 684 |
| 210 | 557 | 546 | 606 |

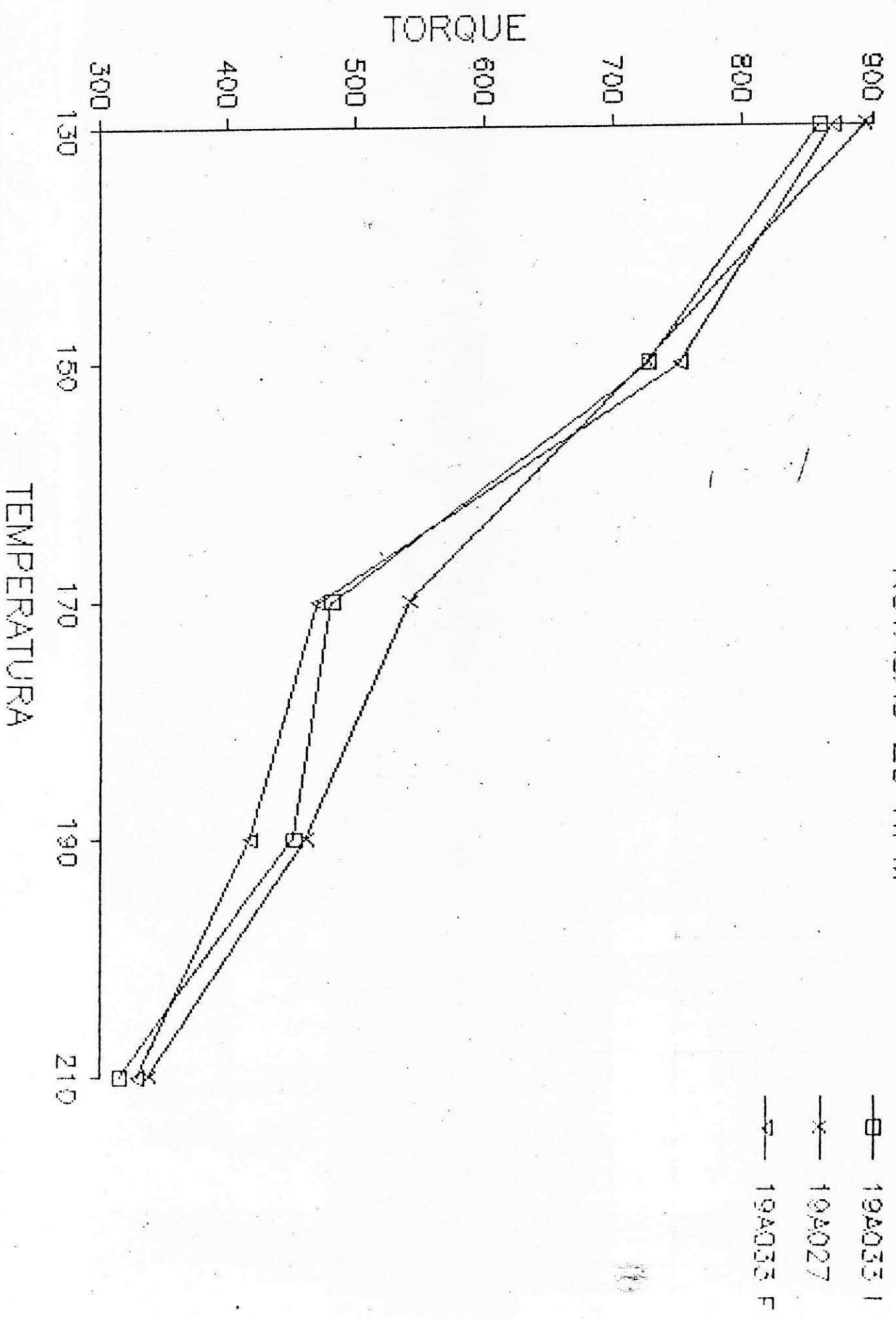
AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE
ROTACAO 120 RPM

TEMPERATURA 19A033 I 19A027 19A033 F

| | | | |
|-----|------|------|------|
| 130 | 1107 | 1138 | 1054 |
| 150 | 901 | 953 | 981 |
| 170 | 765 | 789 | 765 |
| 190 | 737 | 771 | 713 |
| 210 | 577 | 629 | 606 |

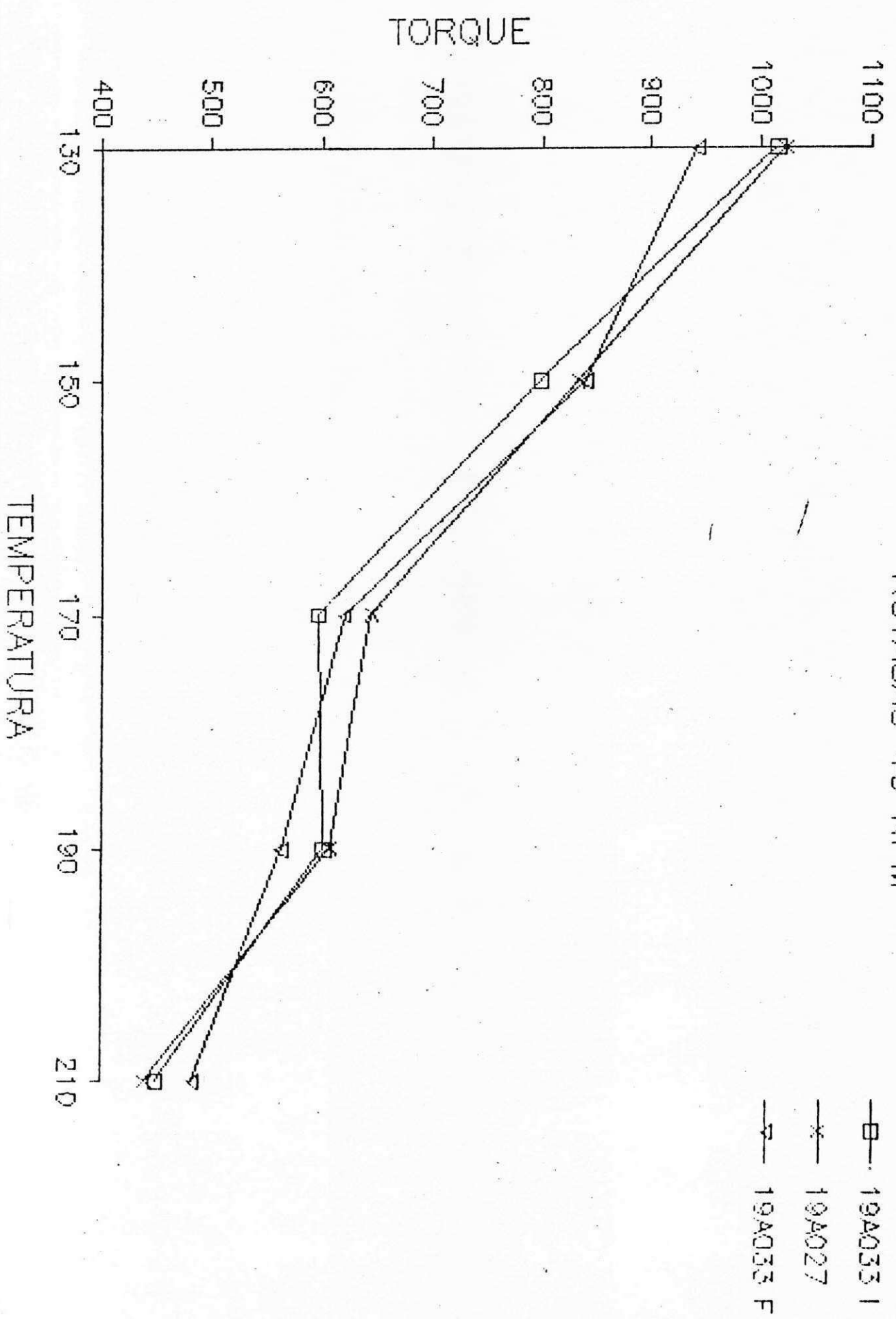
AVALIACAO DE TORQUE/ 3019 PE

ROTAÇAO 20 RPM



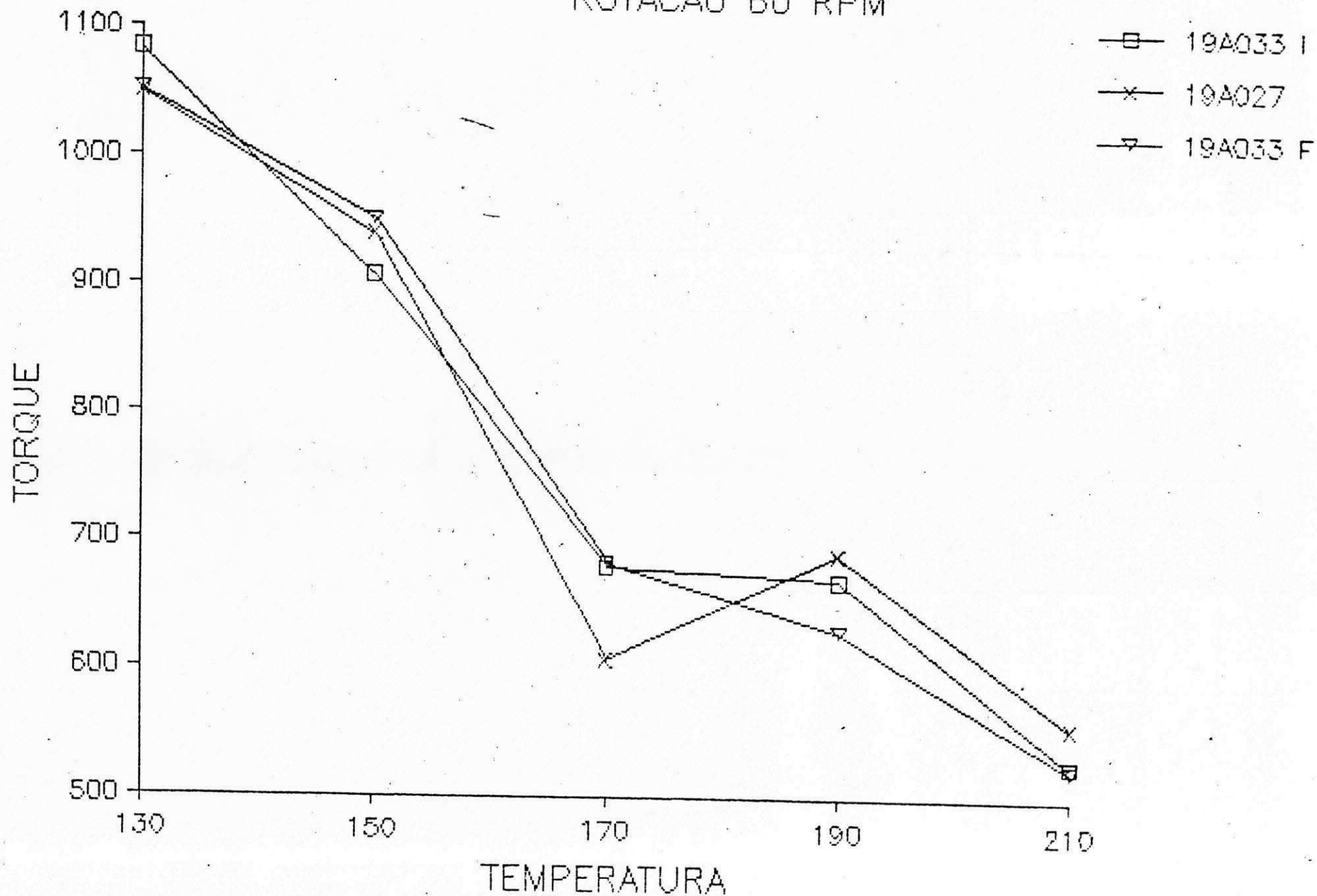
AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE

ROTACAO 40 RPM



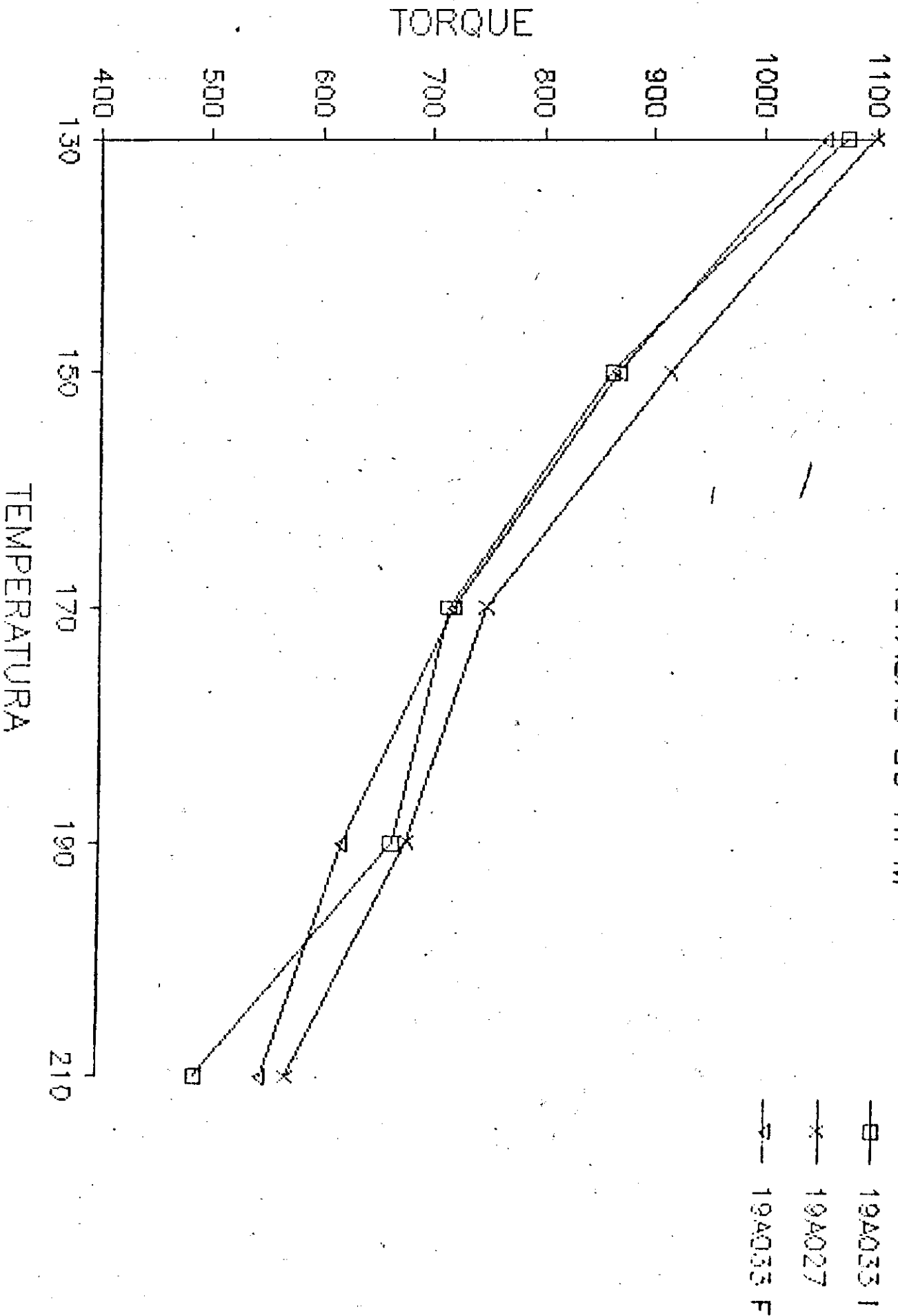
AVALIACAO DE TORQUE / 3019 PE

ROTACAO 60 RPM



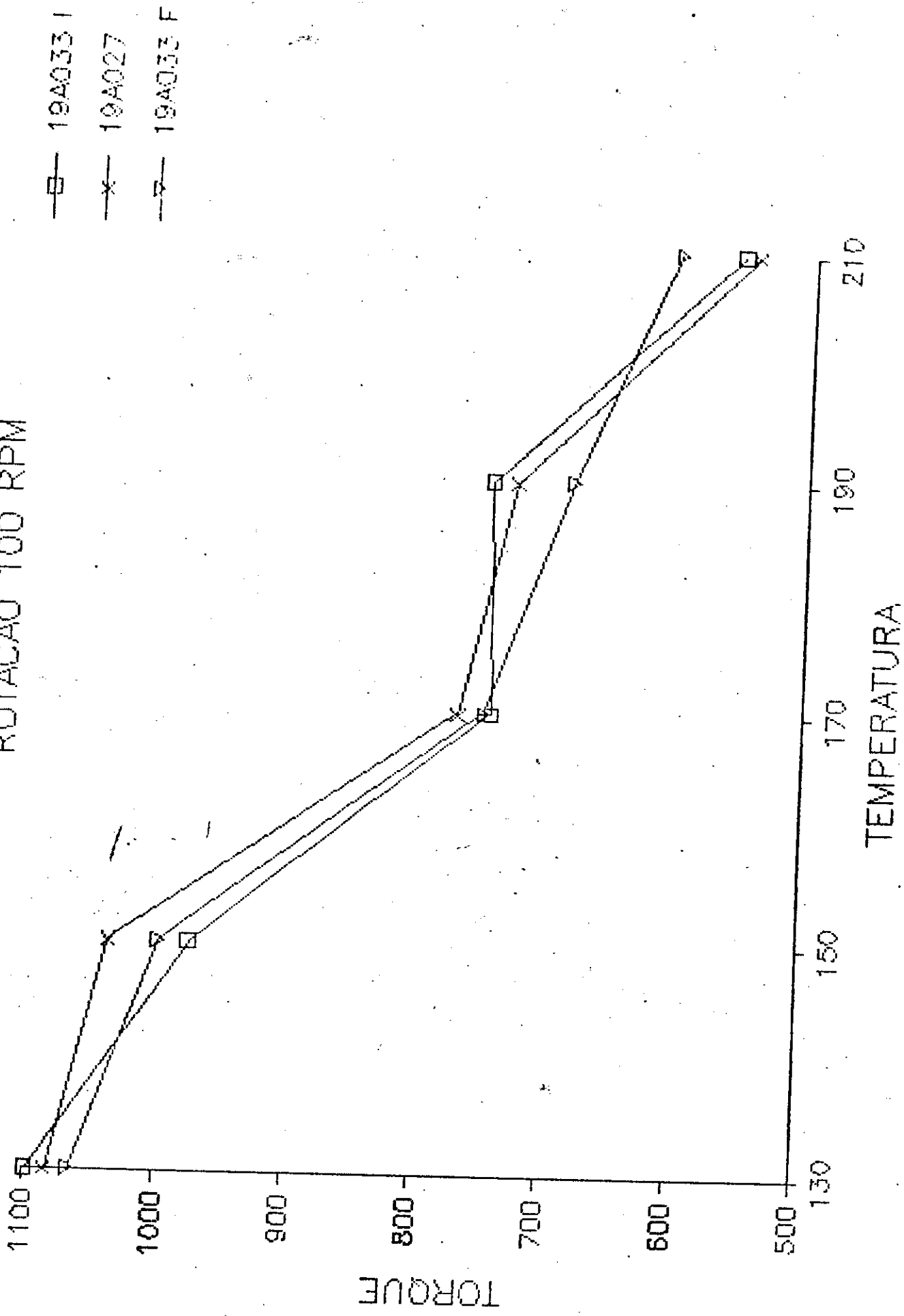
AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE

ROTACAO 80 RPM



AVALIACAO DE TORQUE/3019 PE

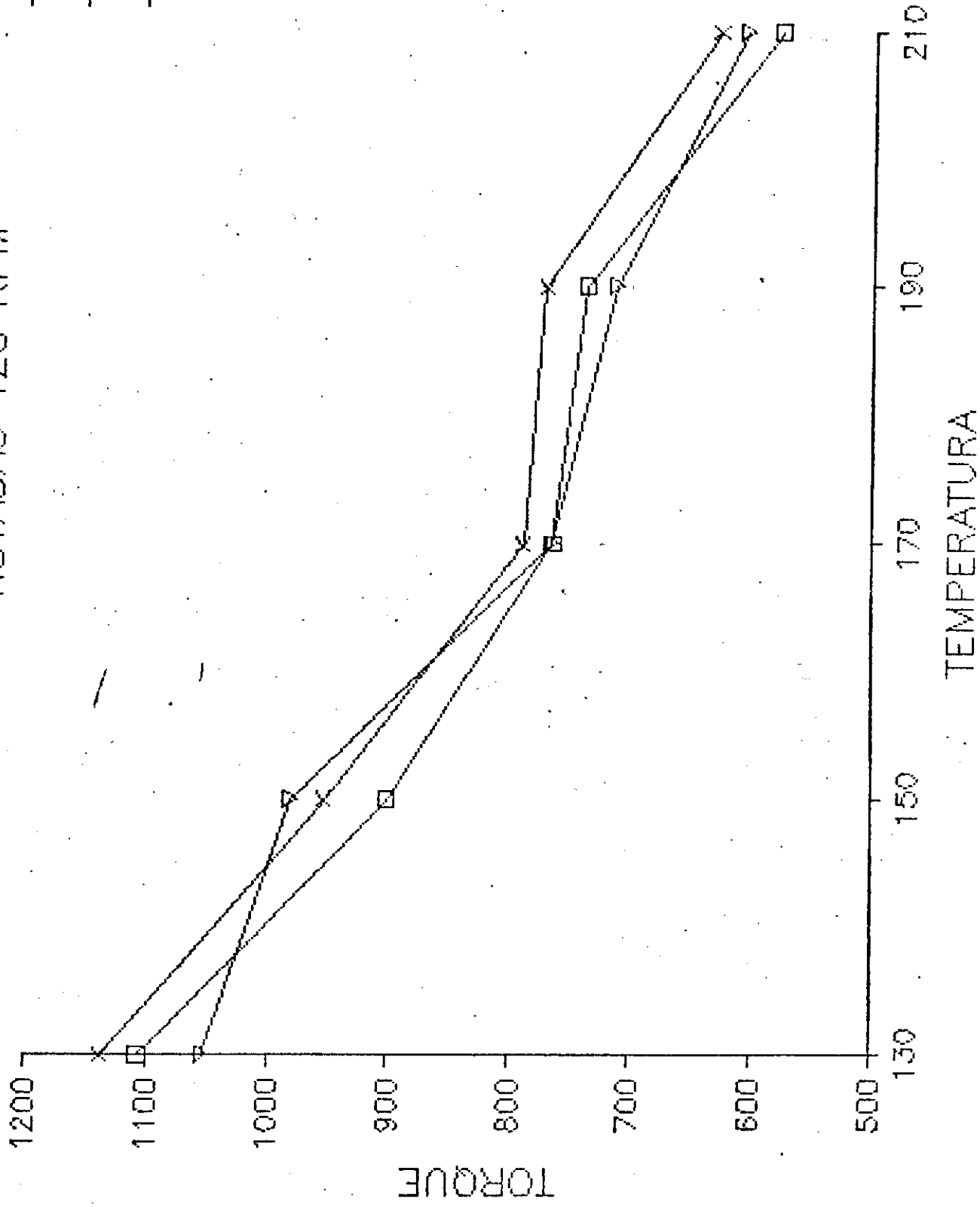
ROTACAO 100 RPM



AVALIACAO DE TORQUE 3019 PE

ROTACAO 120 RPM

- 19A033 I
- x— 19A027
- △— 19A033 F



3 0 1 9 - P E

TEMP = 130

| 19A033-I | | | 19A033-F | | | 19A027 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 1.5130e6 | 530.58 | 2.8515e3 | 1.9405e6 | 695.72 | 2.7891e3 | 1.9502e6 | 717.64 | 2.7175e3 |
| 2.8494e6 | 1137.58 | 2.5048e3 | 2.4139e6 | 1399.26 | 1.7251e3 | 2.9781e6 | 1374.23 | 2.1671e3 |
| 3.1447e6 | 1705.23 | 1.8442e3 | 2.7833e6 | 2086.01 | 1.3343e3 | 3.2137e6 | 2135.04 | 1.5052e3 |
| 3.3395e6 | 2300.47 | 1.4517e3 | 2.9494e6 | 2606.29 | 1.1316e3 | 3.3987e6 | 2722.89 | 1.2482e3 |
| 3.4889e6 | 3020.57 | 1.1550e3 | 3.3326e6 | 3246.27 | 1.0266e3 | 3.5716e6 | 3458.55 | 1.0327e3 |
| 3.6492e6 | 3672.29 | 9.937e2 | 3.6825e6 | 3918.24 | 9.3983e2 | 3.7141e6 | 4041.70 | 9.1894e2 |
| 3.7618e6 | 4282.21 | 8.7847e2 | 3.7509e6 | 4711.87 | 7.9605e2 | 3.8411e6 | 4750.47 | 8.0857e2 |
| 3.8601e6 | 5065.93 | 7.6196e2 | 3.8141e6 | 5654.11 | 6.7456e2 | 3.9399e6 | 5611.38 | 7.0212e2 |
| 3.9566e6 | 5762.05 | 6.8666e2 | 3.9296e6 | 6054.96 | 6.4890e2 | 4.0267e6 | 6430.97 | 6.2613e2 |
| 3.9957e6 | 6692.83 | 5.97e2 | 4.0399e6 | 6860.60 | 5.8885e2 | 4.0502e6 | 7009.24 | 5.7784e2 |

3 0 1 9 - P E

TEMP = 150

| 19A033-I | | | 19A033-F | | | 19A027 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 1.6043e6 | 682.16 | 2.3518e3 | 1.6348e6 | 728.62 | 2.2437e3 | 1.7210e6 | 729.31 | 2.3597e3 |
| 2.1720e6 | 1308.89 | 1.6594e3 | 2.1100e6 | 1418.26 | 1.4877e3 | 2.1444e6 | 1447.26 | 1.4817e3 |
| 2.5483e6 | 1881.00 | 1.3548e3 | 2.4013e6 | 2137.55 | 1.1234e3 | 2.4208e6 | 2128.53 | 1.1373e3 |
| 2.8396e6 | 2449.12 | 1.1595e3 | 2.6081e6 | 2764.86 | 9.4329e2 | 2.6368e6 | 2841.02 | 9.2812e2 |
| 3.0901e6 | 3008.86 | 1.0270e3 | 2.7948e6 | 3441.32 | 8.1213e2 | 2.8090e6 | 3579.63 | 7.8492e2 |
| 3.2499e6 | 3700.79 | 8.7815e2 | 2.9413e6 | 4120.44 | 7.1383e2 | 2.9710e6 | 4327.92 | 6.8665e2 |
| 3.2522e6 | 4487.55 | 7.247e2 | 3.0867e6 | 5042.37 | 6.1215e2 | 3.1022e6 | 5299.18 | 5.8541e2 |
| 3.2855e6 | 5248.76 | 6.2595e2 | 3.2177e6 | 5572.00 | 5.7747e2 | 3.2154e6 | 5972.52 | 5.3836e2 |
| 3.3521e6 | 6025.99 | 5.5628e2 | 3.3269e6 | 6434.84 | 5.17e2 | 3.3154e6 | 6547.61 | 5.0634e2 |
| 3.4320e6 | 6783.81 | 5.0591e2 | 3.1206e6 | 7064.60 | 4.4172e2 | 3.4073e6 | 7744.07 | 4.3998e2 |

3 0 1 9 - P E

TEMP = 170

| 19A033-I | | | 19A033-F | | | 19A027 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 1.4446e6 | 640.66 | 2.2549e3 | 1.4659e6 | 636.56 | 2.302e3 | 1.9035e5 | 338.09 | 5.63e2 |
| 1.8531e6 | 1250.78 | 1.4816e3 | 1.8899e6 | 1272.63 | 1.4850e3 | 6.4253e5 | 872.09 | 7.3676e2 |
| 2.1065e6 | 1958.12 | 1.0758e3 | 2.1479e6 | 1941.83 | 1.1061e3 | 9.0510e5 | 1380.62 | 6.5557e2 |
| 2.2961e6 | 2567.19 | 8.944e2 | 2.3541e6 | 2607.68 | 9.0276e2 | 1.1154e6 | 1943.28 | 5.7397e2 |
| 2.4541e6 | 3247.05 | 7.5579e2 | 2.5162e6 | 3261.51 | 7.7147e2 | 1.2814e6 | 2491.59 | 5.143e2 |
| 2.6236e6 | 3906.12 | 6.7166e2 | 2.6621e6 | 4179.31 | 6.3697e2 | 1.4216e6 | 3060.87 | 4.6445e2 |
| 2.7615e6 | 4596.83 | 6.0073e2 | 2.7851e6 | 4669.46 | 5.9644e2 | 1.5452e6 | 3602.39 | 4.2892e2 |
| 2.8712e6 | 5163.88 | 5.5602e2 | 2.8936e6 | 5136.47 | 5.6335e2 | 1.6509e6 | 4207.18 | 3.9239e2 |
| 2.9643e6 | 5988.01 | 4.9504e2 | 2.9953e6 | 6052.90 | 4.9486e2 | 1.7600e6 | 4879.41 | 3.607e2 |
| 3.0568e6 | 6743.11 | 4.5332e2 | 3.1143e6 | 6835.37 | 4.5561e2 | 1.8606e6 | 5471.21 | 3.4006e2 |

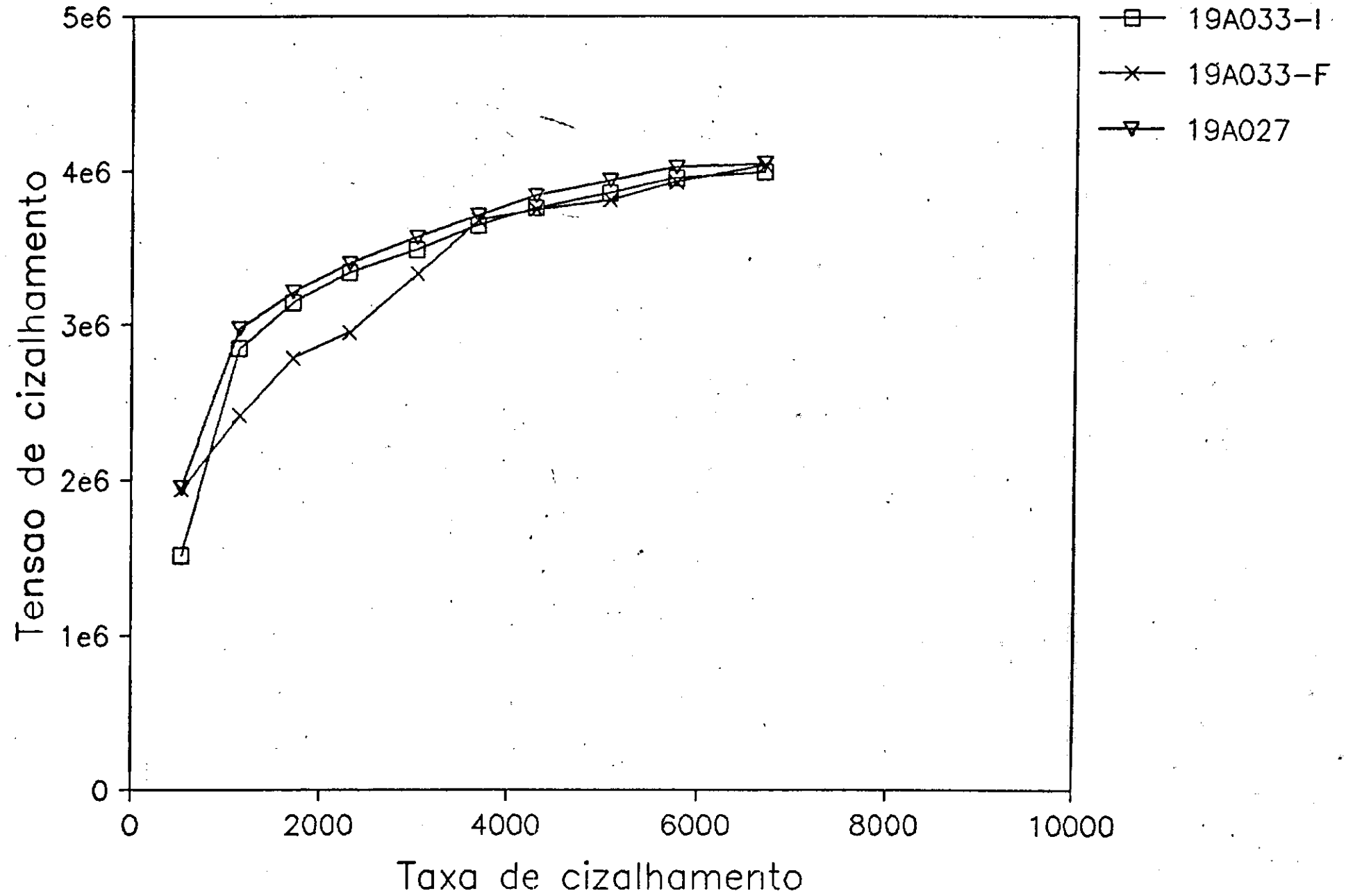
3 0 1 9 - P E

TEMP = 190

| 19A033-I | | | 19A033-F | | | 19A027 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 1.0068e6 | 578.69 | 1.7398e3 | 7.3791e5 | 642.70 | 1.1481e3 | 1.3780e6 | 1244.56 | 1.1072e3 |
| 1.4297e6 | 1312.12 | 1.0896e3 | 1.1912e6 | 1194.26 | 9.9745e2 | 1.6652e6 | 1844.67 | 9.0272e2 |
| 1.7072e6 | 2097.23 | 8.1401e2 | 1.4527e6 | 1732.60 | 8.3842e2 | 1.8715e6 | 2464.44 | 7.594e2 |
| 1.9261e6 | 2882.08 | 6.6829e2 | 1.6670e6 | 2388.88 | 6.978e2 | 2.0496e6 | 3064.91 | 6.6873e2 |
| 2.1088e6 | 3772.80 | 5.5894e2 | 1.8755e6 | 2718.67 | 6.8986e2 | 2.2260e6 | 3777.70 | 5.8924e2 |
| 2.2737e6 | 4586.16 | 4.9577e2 | 2.0519e6 | 3216.17 | 6.38e2 | 2.3553e6 | 4281.73 | 5.5007e2 |
| 2.4064e6 | 5461.20 | 4.4063e2 | 2.1904e6 | 3761.56 | 5.823e2 | 2.4926e6 | 4861.09 | 5.1276e2 |
| 2.5277e6 | 6279.62 | 4.0251e2 | 2.3197e6 | 4205.10 | 5.5163e2 | 2.6805e6 | 5547.91 | 4.8315e2 |
| 2.6431e6 | 7229.44 | 3.656e2 | 2.4352e6 | 4747.22 | 5.1296e2 | 2.8046e6 | 6229.56 | 4.502e2 |
| 2.7741e6 | 8228.55 | 3.3713e2 | 2.3754e6 | 5304.04 | 4.4784e2 | 3.1260e6 | 7865.24 | 4.1356e2 |

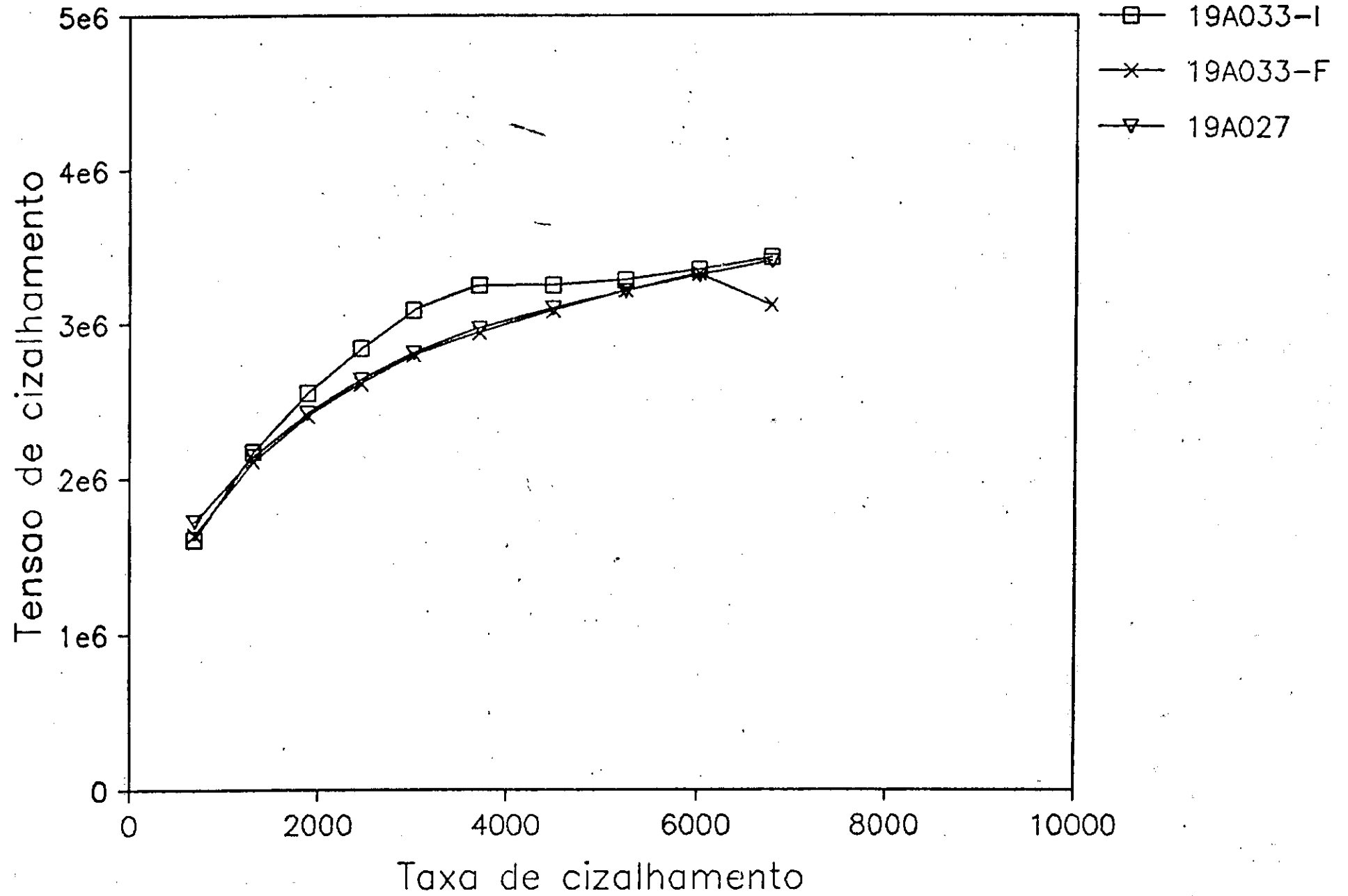
3019 - PE

TEMP = 130



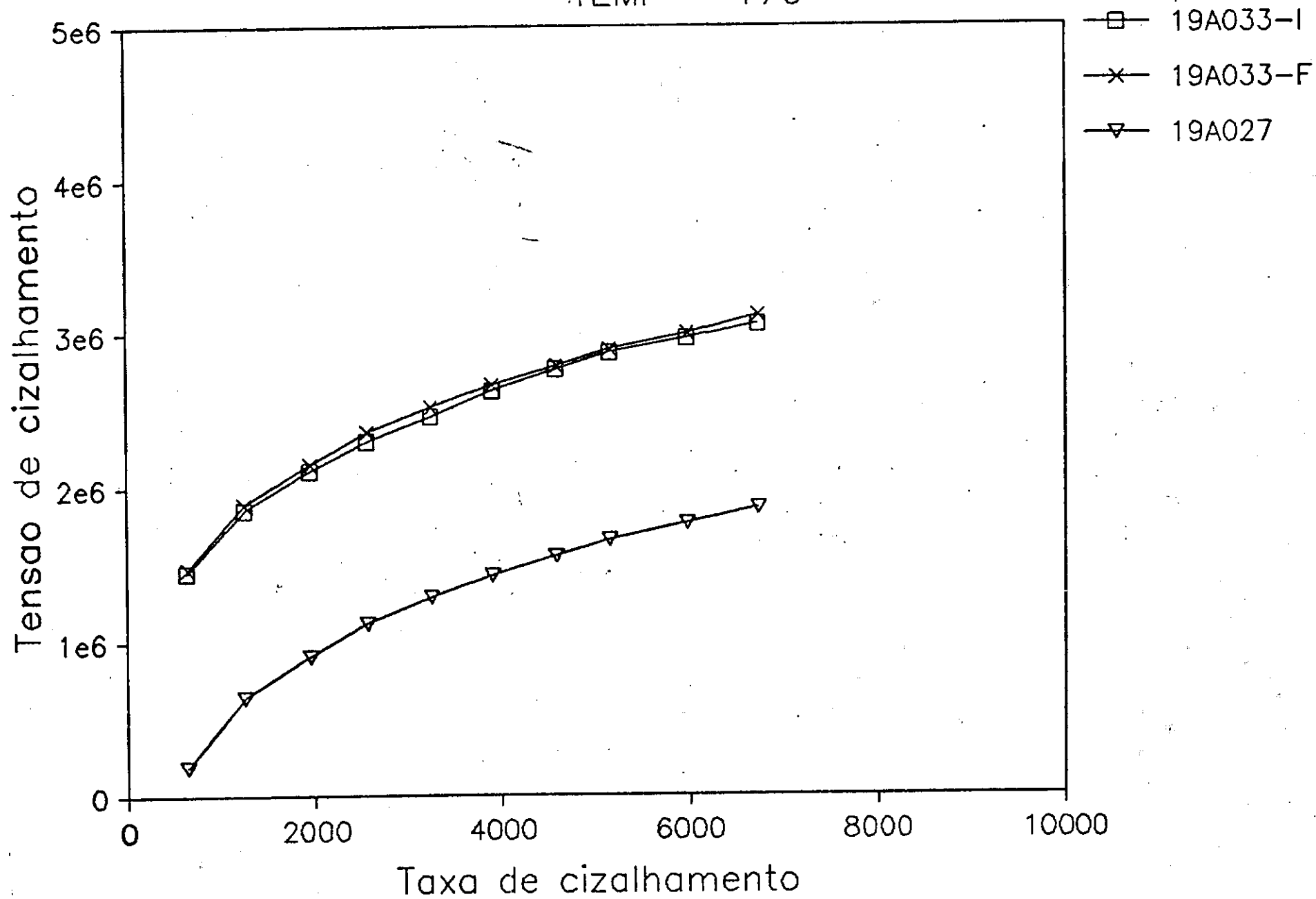
3019 - P E

TEMP = 150



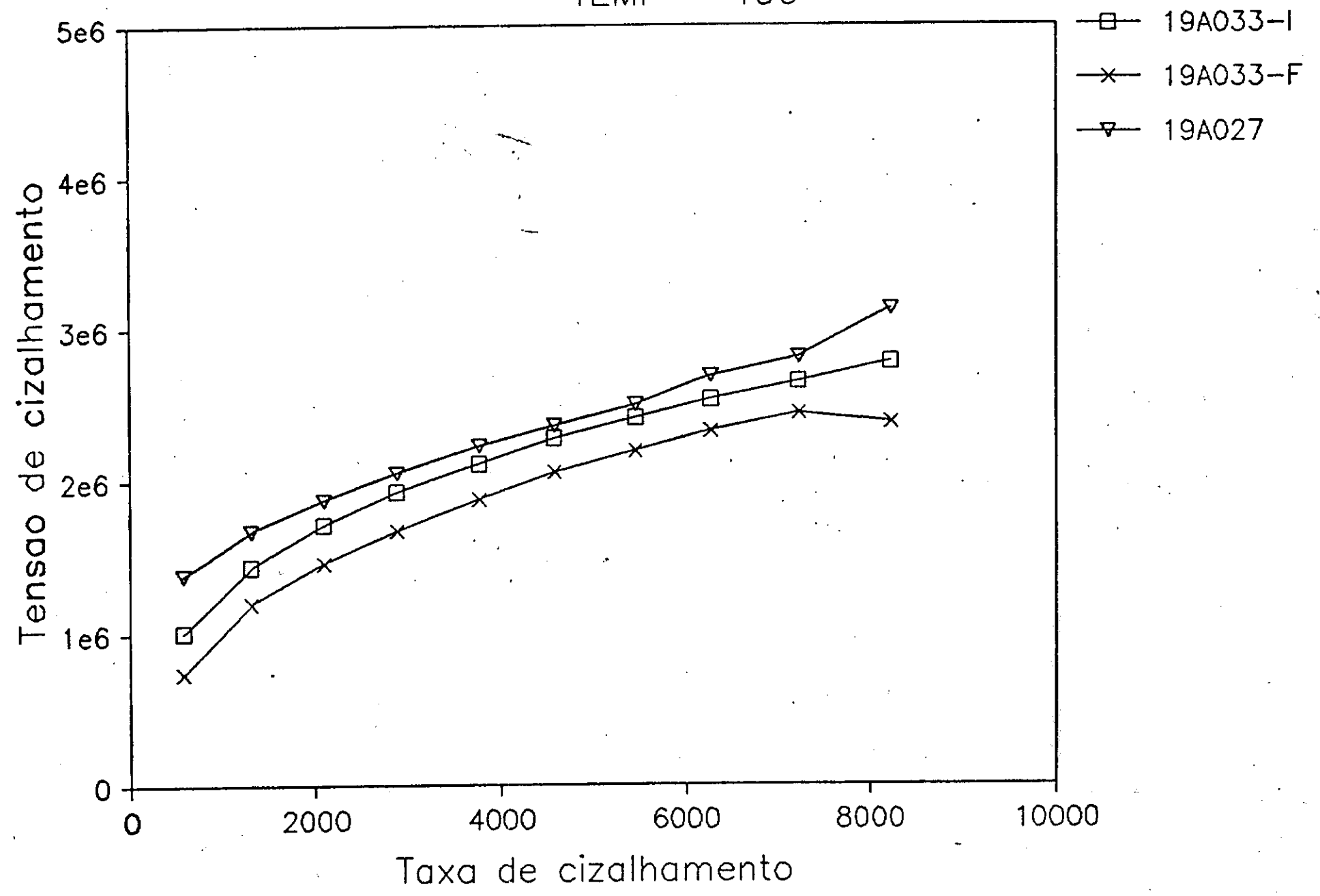
3019 - P E

TEMP = 170



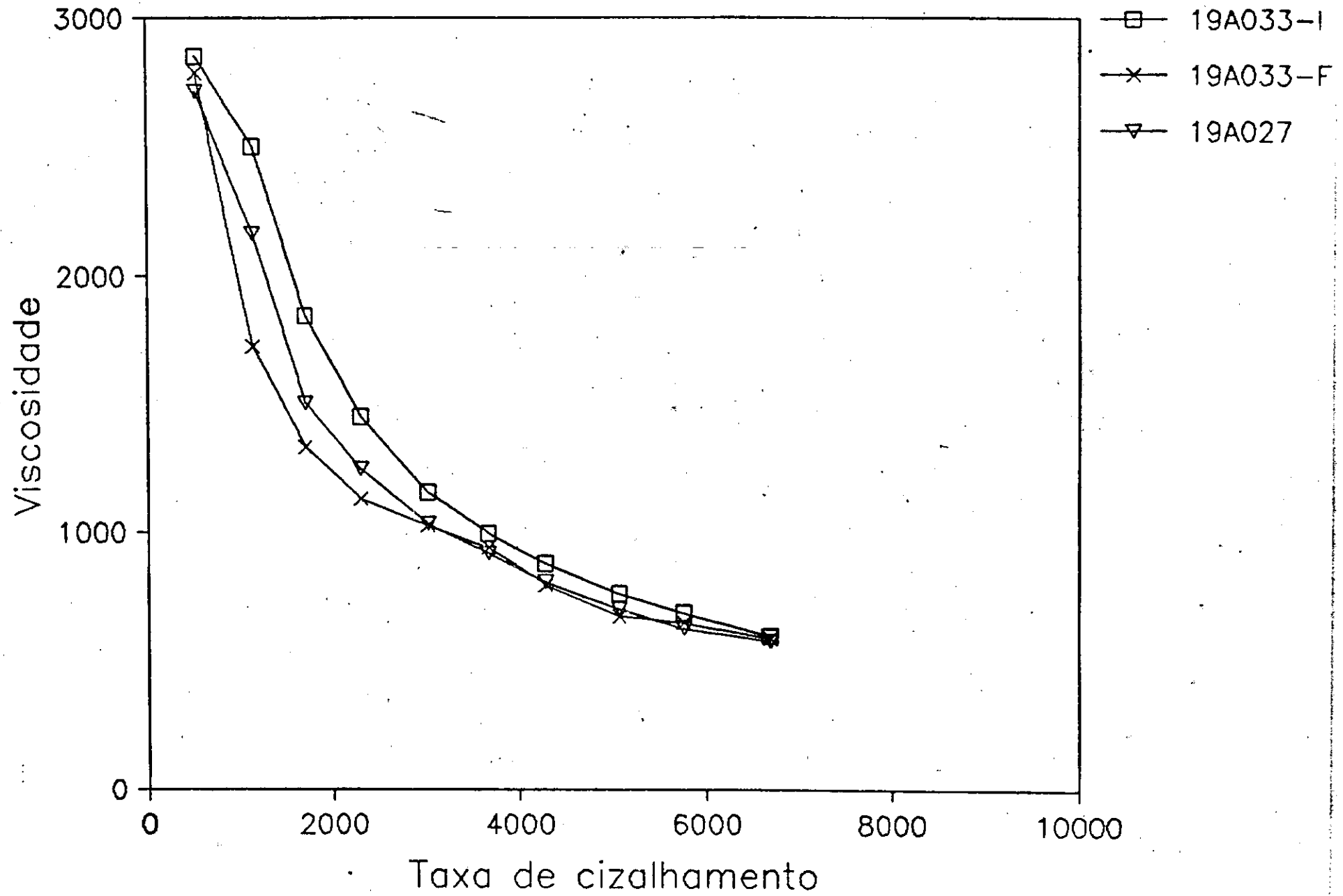
3019 - PE

TEMP = 190



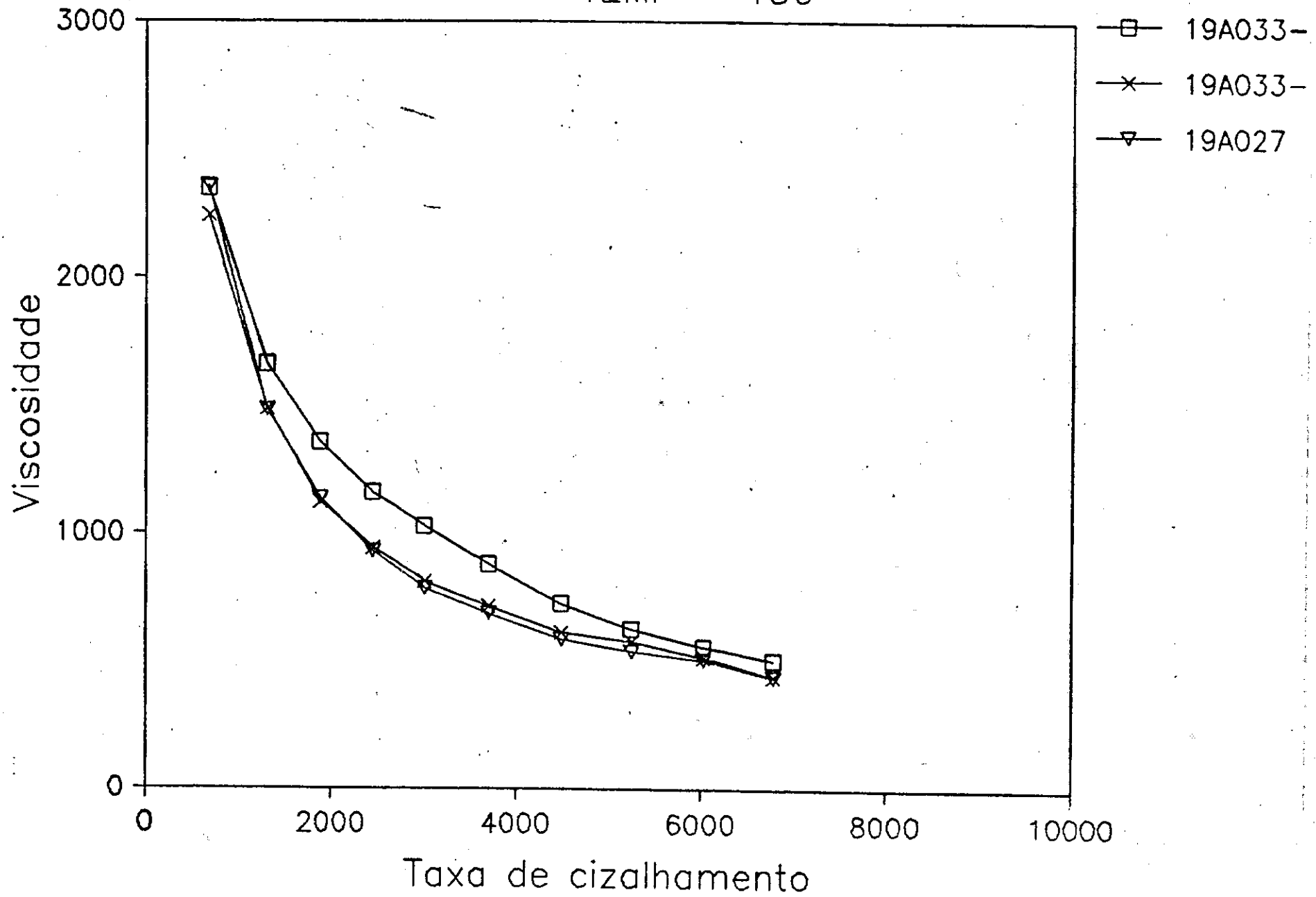
3019 - P/E

TEMP = 130



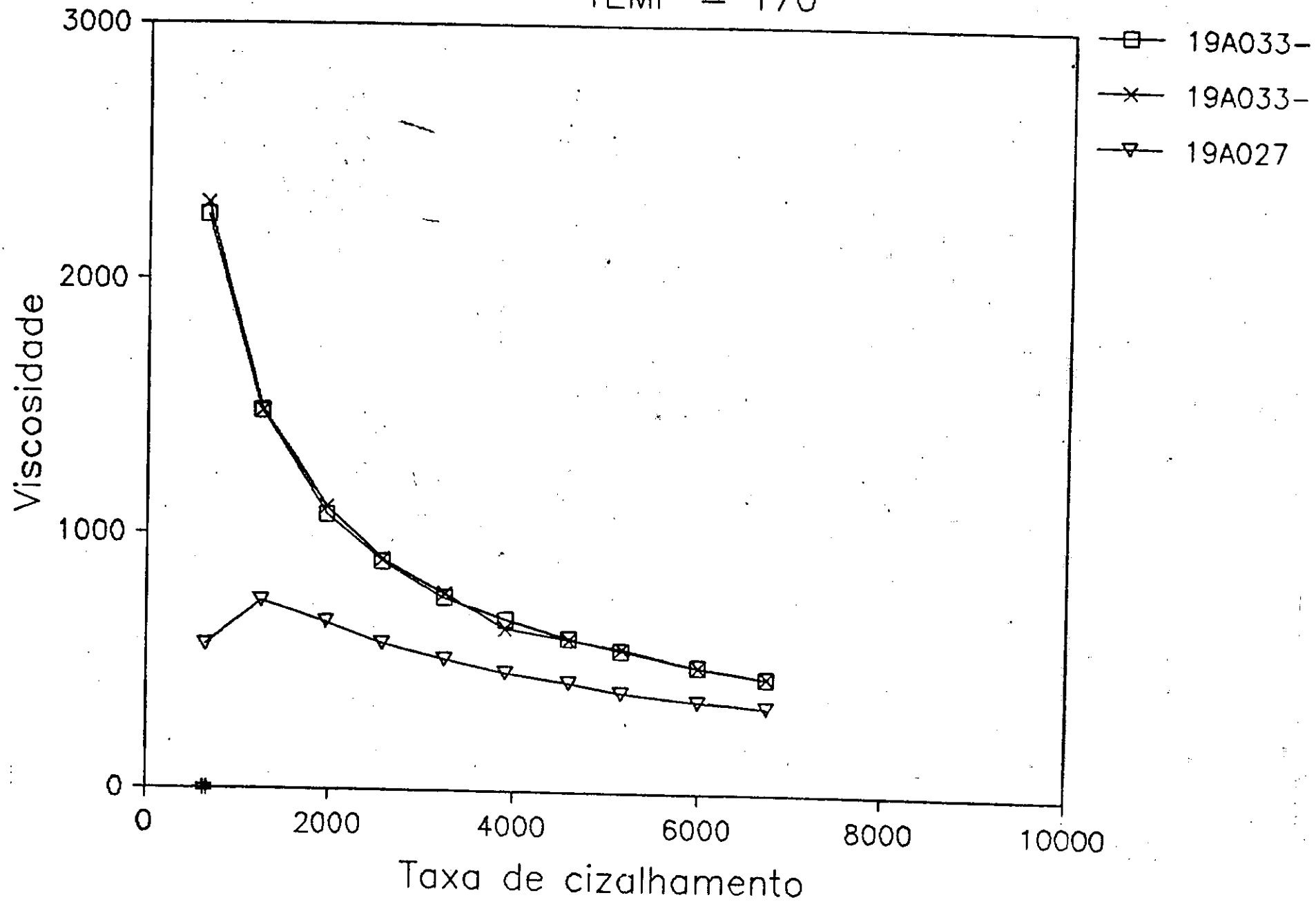
3 0 1 9 - P/E

TEMP = 150



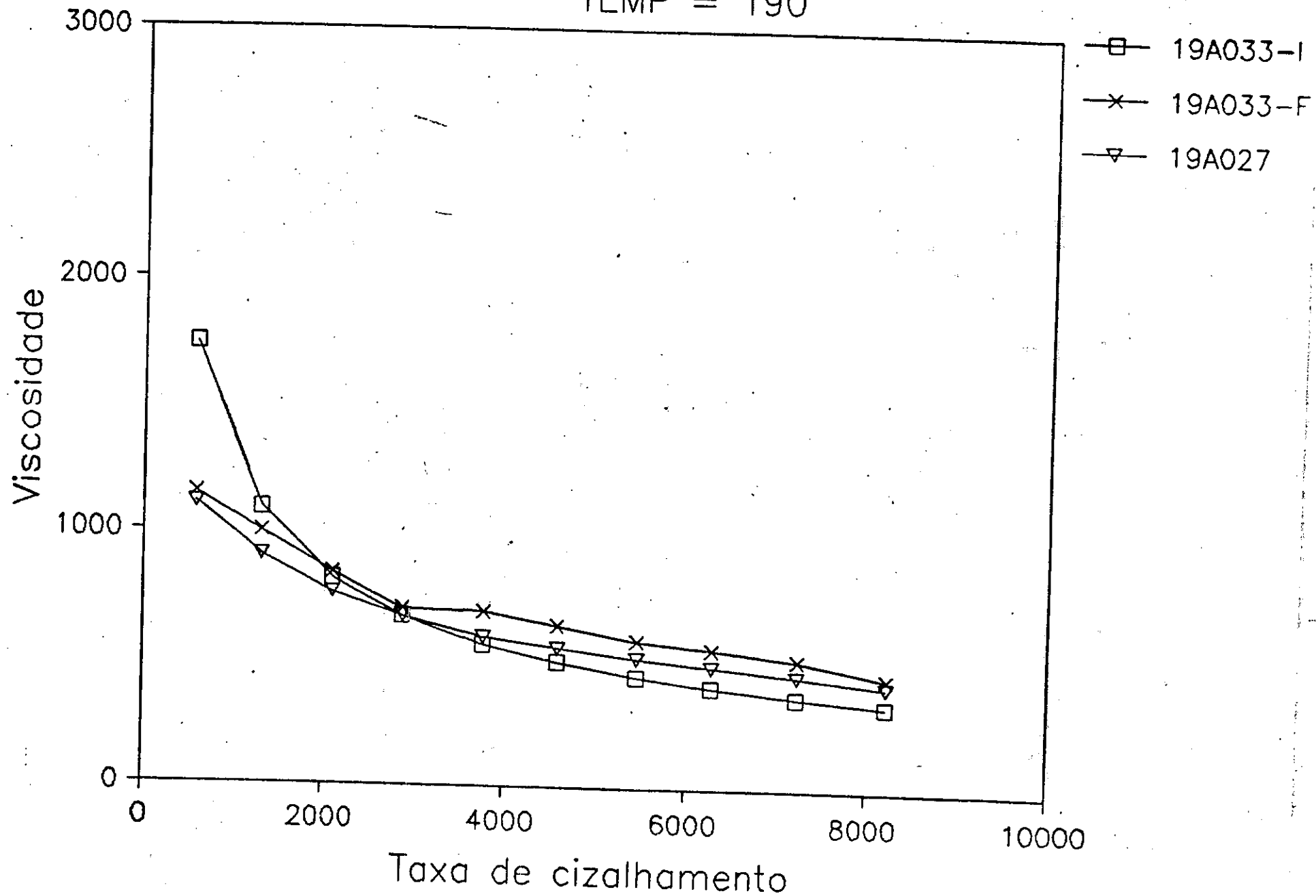
3 0 1 9 - P / E

TEMP = 170



3019 - P/E

TEMP = 190



2. RESULTADOS

Temperatura : 190°C

| POLÍMERO "A" | | POLÍMERO "B" | | POLÍMERO "C" | |
|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) | $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) | $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) |
| 65,00 | $8,35 \times 10^3$ | 67,60 | $7,81 \times 10^3$ | 65,00 | $8,23 \times 10^3$ |
| 208,80 | $4,61 \times 10^3$ | 211,70 | $4,16 \times 10^3$ | 209,30 | $4,52 \times 10^3$ |
| 744,40 | $2,15 \times 10^3$ | 736,30 | $2,13 \times 10^3$ | 751,20 | $2,10 \times 10^3$ |
| 2300,90 | $1,07 \times 10^3$ | 2325,40 | $1,06 \times 10^3$ | 2300,90 | $1,07 \times 10^3$ |
| 7826,60 | $4,94 \times 10^2$ | 7927,30 | $4,88 \times 10^2$ | 7767,60 | $4,93 \times 10^2$ |

Temperatura : 170°C

| POLÍMERO "A" | | POLÍMERO "B" | | POLÍMERO "C" | |
|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) | $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) | $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) |
| 69,18 | $9,63 \times 10^3$ | 69,56 | $9,26 \times 10^3$ | 69,88 | $9,22 \times 10^3$ |
| 215,03 | $5,07 \times 10^3$ | 214,37 | $4,99 \times 10^3$ | 215,60 | $4,87 \times 10^3$ |
| 739,23 | $2,62 \times 10^3$ | 747,13 | $2,64 \times 10^3$ | 734,73 | $2,64 \times 10^3$ |
| 2342,44 | $1,26 \times 10^3$ | 2371,19 | $1,26 \times 10^3$ | 2325,39 | $1,27 \times 10^3$ |
| 7904,00 | $5,72 \times 10^2$ | 7940,82 | $5,69 \times 10^2$ | 8635,93 | $5,32 \times 10^2$ |

Temperatura : 150°C

| POLÍMERO "A" | | POLÍMERO "B" | | POLÍMERO "C" | |
|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) | $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) | $\gamma(S^{-1})$ | n(poise) |
| 73,61 | $1,20 \times 10^4$ | 72,00 | $1,22 \times 10^4$ | 71,45 | $1,21 \times 10^4$ |
| 224,12 | $6,42 \times 10^3$ | 225,75 | $6,38 \times 10^3$ | 217,63 | $6,40 \times 10^3$ |
| 757,92 | $3,07 \times 10^3$ | 768,74 | $3,07 \times 10^3$ | 763,33 | $3,08 \times 10^3$ |
| 2403,70 | $1,50 \times 10^3$ | 2517,40 | $1,44 \times 10^3$ | 2436,18 | $1,47 \times 10^3$ |
| 9095,10 | $5,70 \times 10^2$ | 9040,96 | $5,80 \times 10^2$ | 8553,72 | $6,06 \times 10^2$ |

OBS.: Estes resultados encontram-se plotados em anexo, para uma melhor visualização das variações ocorridas.

Revolução

Revolução

VISCOSIDADE
X
TAXA DE CISALHAMENTO

POLÍMERO A •
POLÍMERO B ○
POLÍMERO C X

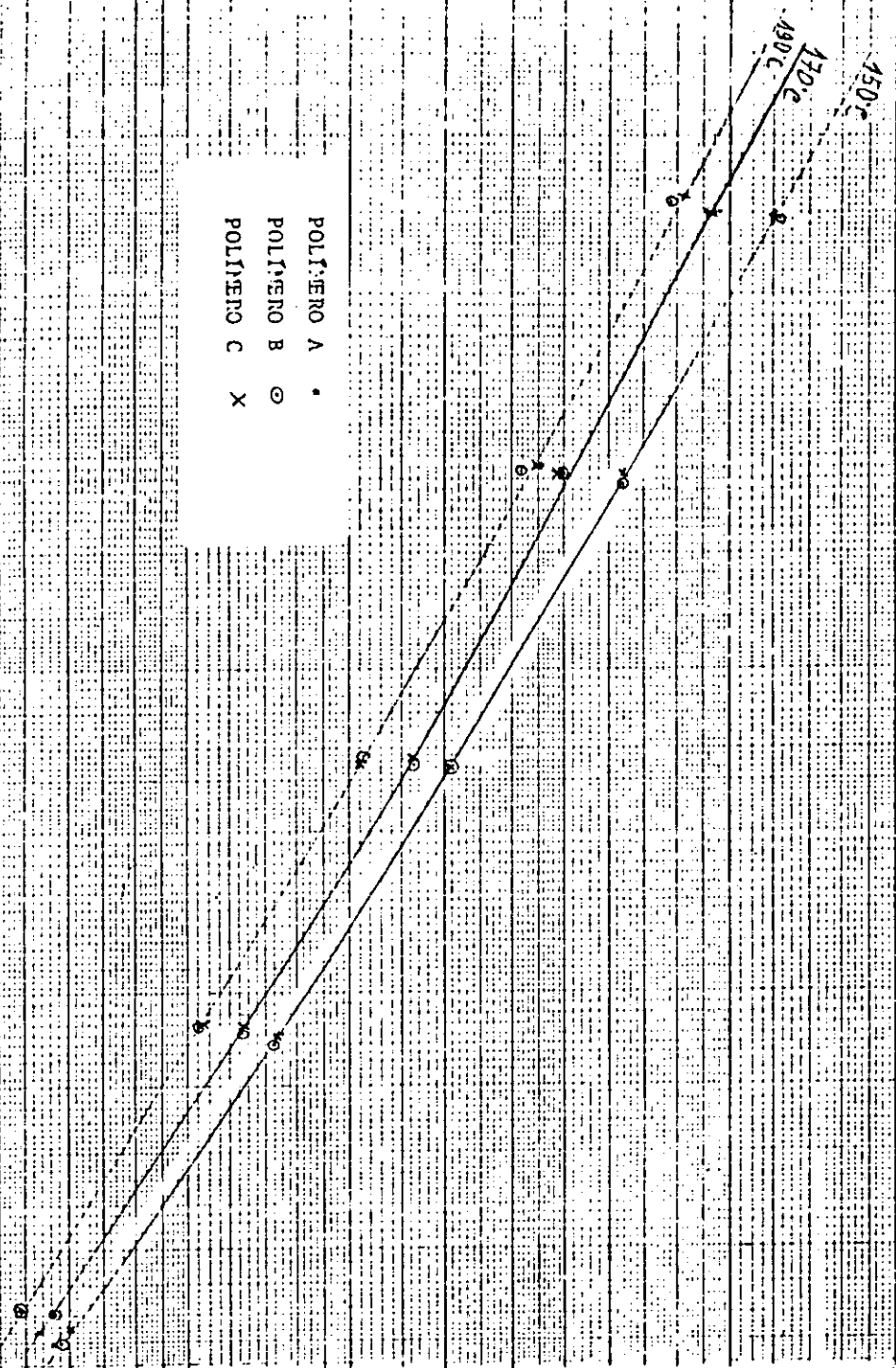
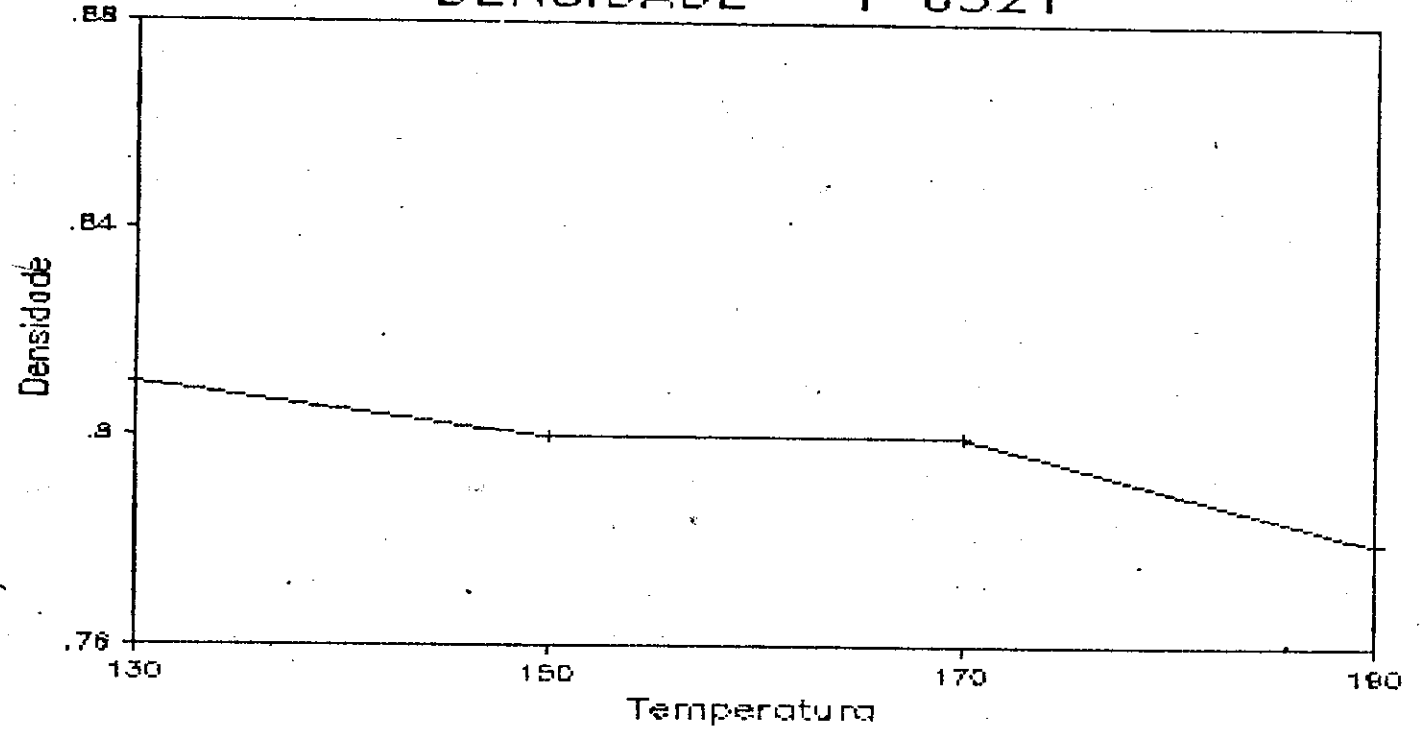


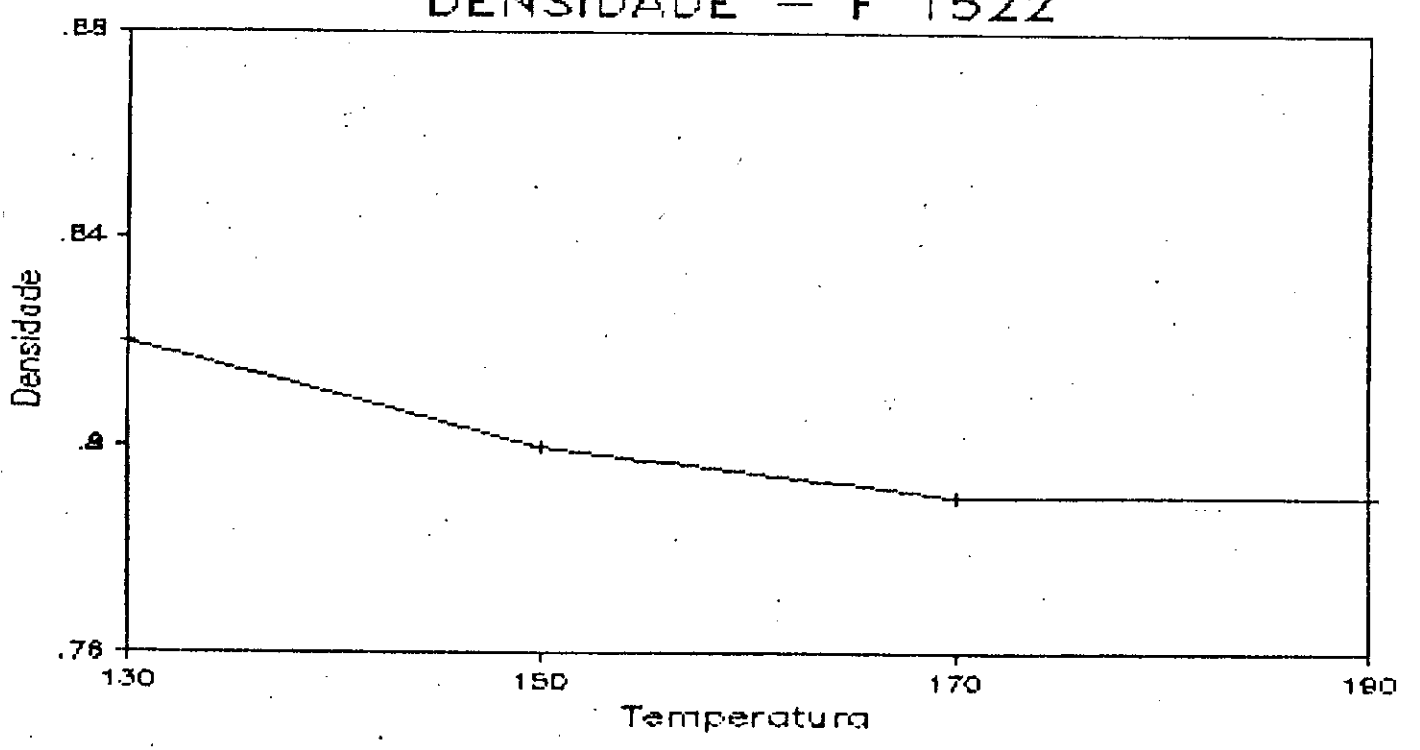
TABELA DE DENSIDADE

| Temperatura | F 0321 | F 1522 | G 803 | 3019 PE |
|-------------|--------|--------|-------|---------|
| 130 | 0.81 | 0.82 | 0.82 | 0.87 |
| 150 | 0.8 | 0.8 | 0.85 | 0.85 |
| 170 | 0.8 | 0.79 | 0.83 | 0.84 |
| 190 | 0.78 | 0.79 | 0.78 | 0.84 |

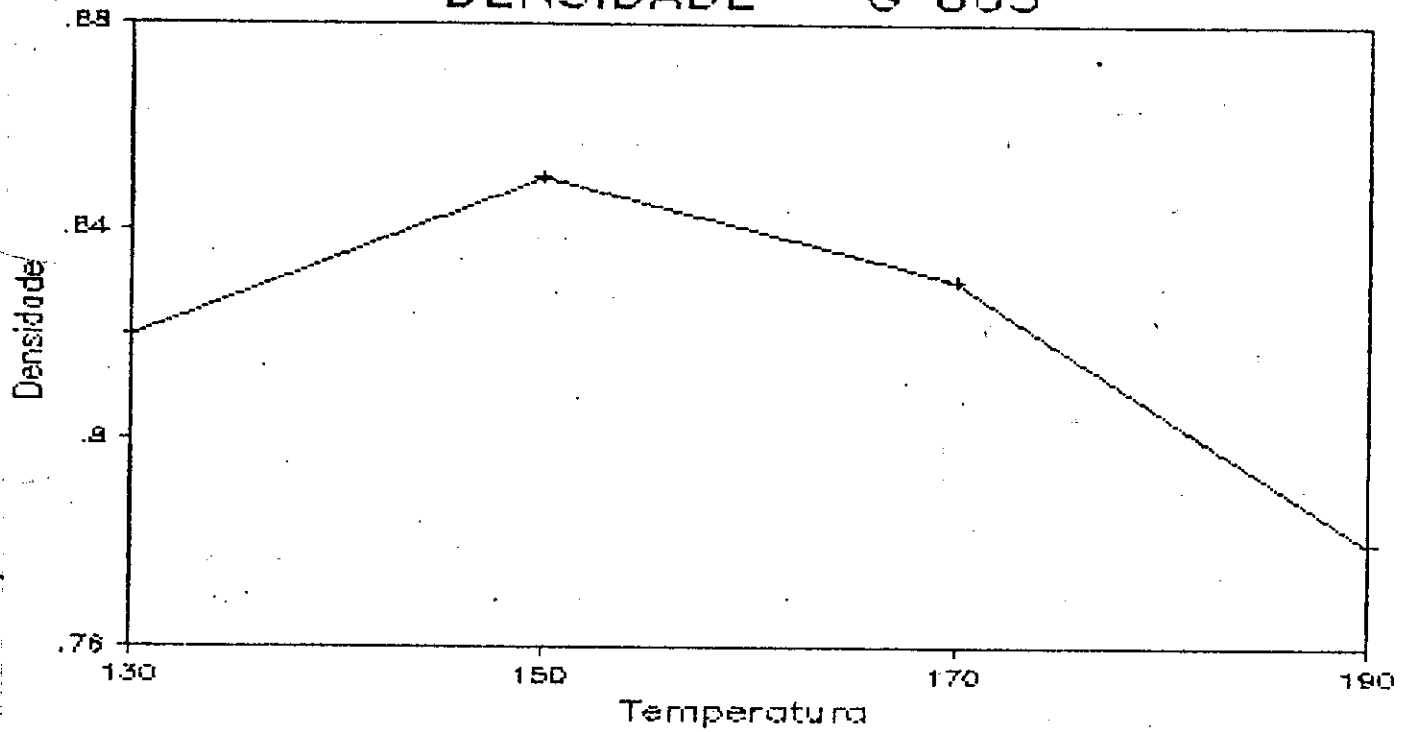
DENSIDADE — F 0321



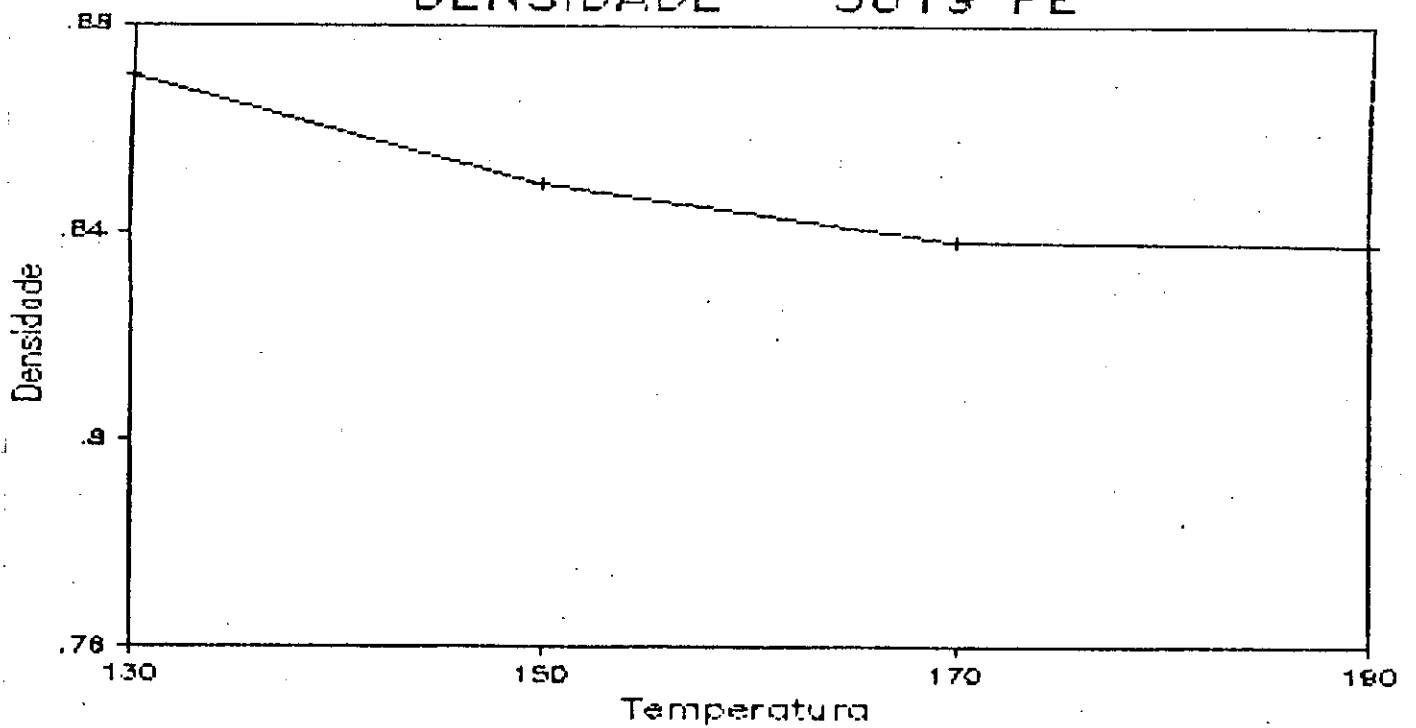
DENSIDADE — F 1522



DENSIDADE - G 803



DENSIDADE - 3019 PE



CAPILAR 1

TEMP = 160 (Politeno)

| F-1522 | | | F-0321 | | | G-803 | | | 3019 PE | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensão cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensão cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensão cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensão cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 3.0716e5 | 400.10 | 7.6769e2 | 3.9909e5 | 486.25 | 8.2074e2 | 3.9542e4 | 335.66 | 1.178e2 | 1.8562e6 | 747.8 | 2.4821e3 |
| 4.7378e5 | 910.55 | 5.1578e2 | 8.0702e5 | 995.06 | 8.1102e2 | 2.3247e5 | 545.48 | 4.2616e2 | 2.1676e6 | 1538.67 | 1.4037e3 |
| 7.1969e5 | 1409.86 | 5.1374e2 | 1.2942e6 | 1527.78 | 8.4714e2 | 3.6691e5 | 1029.44 | 3.5641e2 | 2.5146e6 | 2339.67 | 1.0746e3 |
| 9.1045e5 | 1907.81 | 4.7721e2 | 1.5999e6 | 2097.94 | 7.6261e2 | 5.2204e5 | 1617.48 | 3.2274e2 | 2.8570e6 | 2702.42 | 1.0572e3 |
| 1.1150e6 | 2423.99 | 4.5997e2 | 1.8539e6 | 2681.19 | 6.9143e2 | 6.6224e5 | 2197.28 | 3.0138e2 | 3.1351e6 | 4024.31 | 7.7904e2 |
| 1.3046e6 | 2945.32 | 4.4293e2 | 2.1032e6 | 3262.68 | 6.4463e2 | 7.8174e5 | 3382.65 | 2.311e2 | 3.3316e6 | 4924.79 | 6.795e2 |
| 1.4827e6 | 3458.63 | 4.2869e2 | 2.2733e6 | 3906.09 | 5.8198e2 | 8.9206e5 | 3947.67 | 2.2597e2 | 3.4753e6 | 5747.95 | 6.0461e2 |
| 1.6137e6 | 3965.09 | 4.0697e2 | 2.4100e6 | 4528.71 | 5.3216e2 | 9.9433e5 | 4536.17 | 2.192e2 | 3.6120e6 | 7351.24 | 4.9134e2 |
| 1.7355e6 | 4589.42 | 3.7815e2 | 2.5433e6 | 5178.27 | 4.9115e2 | 1.0840e6 | 5336.66 | 2.0311e2 | 3.7269e6 | 8458.72 | 4.406e2 |
| 1.8389e6 | 5227.49 | 3.5178e2 | 2.6376e6 | 6051.39 | 4.3586e2 | 1.1529e6 | 5587.81 | 2.0632e2 | 3.8579e6 | 9174.47 | 4.205e2 |

CAPILAR 1

TEMP = 160 (Poliolefinas)

| PB 679/50 | | | PB 507 | | | PB 608 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensão cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensão cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensão cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 1.0541e6 | 570.28 | 1.8483e3 | 1.8792e6 | 741.80 | 2.5332e3 | 7.8864e5 | 536.59 | 1.4697e3 |
| 1.6367e6 | 1065.11 | 1.5366e3 | 2.2025e6 | 1475.03 | 1.5474e3 | 8.9091e5 | 1018.08 | 8.7508e2 |
| 2.3101e6 | 1616.75 | 1.4288e3 | 2.6433e6 | 2179.92 | 1.2126e3 | 1.1276e6 | 1774.17 | 6.3557e2 |
| 2.7433e6 | 2194.15 | 1.2503e3 | 2.9467e6 | 2906.92 | 9.8652e2 | 1.2724e6 | 2362.75 | 5.3853e2 |
| 2.9903e6 | 3005.12 | 9.9508e2 | 3.1903e6 | 3738.55 | 8.5334e2 | 1.3988e6 | 2859.52 | 4.8917e2 |
| 3.1822e6 | 3386.07 | 9.398e2 | 3.3868e6 | 4525.60 | 7.4836e2 | 1.4976e6 | 3768.93 | 3.9736e2 |
| 3.3397e6 | 4019.64 | 8.3004e2 | 3.5672e6 | 5383.38 | 6.6263e2 | 1.6022e6 | 4483.02 | 3.5739e2 |
| 3.4948e6 | 4625.67 | 7.5552e2 | 3.7269e6 | 6191.86 | 6.019e2 | 1.6976e6 | 5171.02 | 3.2028e2 |
| 3.6235e6 | 5364.51 | 6.7545e2 | 3.8752e6 | 7150.29 | 5.4195e2 | 1.7861e6 | 6065.20 | 2.9447e2 |
| 3.7212e6 | 6016.84 | 6.1846e2 | 3.9947e6 | 8066.01 | 4.9524e2 | 1.8734e6 | 6905.79 | 2.7128e2 |

CAPILAR 1

TEMP = 160 (Triunfo)

| TN 5300 | | | : | TN 3003 | | | : | TN 3020 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 5.0596e5 | 517.24 | 9.7817e2 | : | 1.9627e6 | 749.95 | 2.6170e3 | : | 6.2397e4 | 334.23 | 1.8668e2 |
| 6.5304e5 | 1037.55 | 6.294e2 | : | 2.2798e6 | 1493.72 | 1.5263e3 | : | 1.4398e5 | 743.74 | 1.9359e2 |
| 8.8402e5 | 1542.41 | 5.7313e2 | : | 2.6202e6 | 2243.62 | 1.1679e3 | : | 3.6347e5 | 1208.07 | 3.0086e2 |
| 1.0713e6 | 2113.45 | 5.069e2 | : | 2.8633e6 | 2906.94 | 9.8498e2 | : | 5.9674e5 | 1711.41 | 3.4868e2 |
| 1.1862e6 | 2637.85 | 4.4969e2 | : | 3.0477e6 | 3629.56 | 8.3969e2 | : | 7.8749e5 | 2185.56 | 3.6031e2 |
| 1.2920e6 | 3226.43 | 4.0042e2 | : | 3.2278e6 | 4424.52 | 7.2953e2 | : | 9.1504e5 | 2934.39 | 3.1183e2 |
| 1.4092e6 | 3803.21 | 3.7051e2 | : | 3.4002e6 | 5177.06 | 6.5678e2 | : | 9.8744e5 | 3177.27 | 3.1078e2 |
| 1.5022e6 | 4420.99 | 3.3979e2 | : | 3.5191e6 | 5979.39 | 5.8854e2 | : | 1.0771e6 | 3704.30 | 2.9076e2 |
| 1.5850e6 | 5119.97 | 3.0956e2 | : | 3.6139e6 | 6844.01 | 5.2004e2 | : | 1.2081e6 | 4295.29 | 2.8125e2 |
| 1.6872e6 | 5444.79 | 3.0988e2 | : | 3.7208e6 | 7719.01 | 4.8203e2 | : | 1.3391e6 | 4855.05 | 2.758e2 |

CAPILAR 2

TEMP = 160 (Politeno)

| F-1522 | | | F-0321 | | | G-803 | | | 3019 PE | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 2.4332e6 | 788.51 | 3.0958e3 | 2.6047e6 | 877.11 | 2.9697e3 | 3.9542e4 | 335.66 | 1.178e2 | 1.0414e6 | 582.73 | 1.7870e3 |
| 2.5522e6 | 1693.35 | 1.5072e3 | 2.8753e6 | 1674.49 | 1.7171e3 | 1.6981e5 | 716.85 | 2.3687e2 | 1.8739e6 | 1130.38 | 1.6577e3 |
| 2.7323e6 | 2655.82 | 1.0288e3 | 3.1977e6 | 2503.70 | 1.2772e3 | 3.7021e5 | 1126.52 | 3.2863e2 | 2.2014e6 | 1734.63 | 1.2691e3 |
| 2.8693e6 | 3558.93 | 8.0622e2 | 3.4286e6 | 3299.12 | 1.0393e3 | 5.2052e5 | 1513.32 | 3.4395e2 | 2.5496e6 | 2390.38 | 1.0666e3 |
| 3.0589e6 | 4526.83 | 6.7573e2 | 3.5967e6 | 4156.90 | 8.6523e2 | 6.4770e5 | 1891.31 | 3.4246e2 | 2.7952e6 | 3042.22 | 9.1879e2 |
| 3.2063e6 | 5488.73 | 5.8415e2 | 3.7829e6 | 5042.05 | 7.5026e2 | 7.5947e5 | 2304.02 | 3.2962e2 | 2.9727e6 | 3699.64 | 8.0351e2 |
| 3.3226e6 | 6457.61 | 5.1453e2 | 3.9268e6 | 5894.98 | 6.6612e2 | 8.8357e5 | 2810.00 | 3.1443e2 | 3.1236e6 | 4392.77 | 7.1106e2 |
| 3.4390e6 | 7393.30 | 4.6514e2 | 4.0793e6 | 6856.74 | 5.9493e2 | 9.6681e5 | 3532.65 | 2.7367e2 | 3.2640e6 | 5097.39 | 6.4033e2 |
| 3.5631e6 | 8430.29 | 4.2016e2 | 4.2172e6 | 7800.61 | 5.4062e2 | 1.0516e6 | 3888.15 | 2.7046e2 | 3.4304e6 | 5912.9 | 5.8015e2 |
| 3.6751e6 | 9482.63 | 3.8756e2 | 4.3284e6 | 8833.50 | 4.8999e2 | 1.1472e6 | 4485.96 | 2.5572e2 | 3.8579e6 | 9174.47 | 4.205e2 |

CAPILAR 2

TEMP = 160 (Poliolefinas)

| PB 679/50 | | | PB 507 | | | PB 608 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 2.4375e6 | 930.87 | 2.6185e3 | 1.7832e6 | 689.30 | 2.5869e3 | 1.6998e6 | 265.72 | 6.3969e3 |
| 2.6599e6 | 1996.40 | 1.3323e3 | 2.2022e6 | 1384.69 | 1.5904e3 | 1.5111e6 | 911.07 | 1.6585e3 |
| 2.7564e6 | 3259.99 | 8.4552e2 | 2.5662e6 | 2004.06 | 1.2314e3 | 1.4232e6 | 1484.57 | 9.5862e2 |
| 2.8193e6 | 4417.43 | 6.3822e2 | 2.8054e6 | 2811.87 | 9.977e2 | 1.4206e6 | 2076.47 | 6.8412e2 |
| 2.9193e6 | 5623.50 | 5.1912e2 | 3.0068e6 | 3630.02 | 8.2831e2 | 1.4438e6 | 2759.19 | 5.2328e2 |
| 3.0348e6 | 6890.34 | 4.4044e2 | 3.1832e6 | 4374.92 | 7.2759e2 | 1.5059e6 | 3446.30 | 4.3695e2 |
| 3.1529e6 | 7986.25 | 3.9478e2 | 3.3398e6 | 5160.46 | 6.4718e2 | 1.6438e6 | 4292.23 | 3.8296e2 |
| 3.2571e6 | 9388.71 | 3.4692e2 | 3.4912e6 | 5977.93 | 5.8402e2 | 1.7196e6 | 5031.11 | 3.4179e2 |
| 3.3356e6 | 10368.70 | 3.2169e2 | 3.6212e6 | 6961.15 | 5.2019e2 | 1.7756e6 | 5752.85 | 3.0865e2 |
| 3.4183e6 | 11575.94 | 2.9529e2 | 3.7313e6 | 7988.62 | 4.6707e2 | 1.8429e6 | 6653.11 | 2.7699e2 |

CAPILAR 2

TEMP = 160 (Triunfo)

| TN 5300 | | | TN 3003 | | | TN 3020 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 3.8378e5 | 471.24 | 8.1439e2 | 1.9627e6 | 749.95 | 2.6170e3 | 3.0104e5 | 395.52 | 7.6111e2 |
| 4.1222e5 | 969.36 | 4.2524e2 | 2.2798e6 | 1493.72 | 1.5263e3 | 6.1216e5 | 810.10 | 7.5565e2 |
| 5.3460e5 | 1562.00 | 3.4225e2 | 2.6202e6 | 2243.62 | 1.1679e3 | 9.8706e5 | 1294.60 | 7.6244e2 |
| 5.8114e5 | 2072.33 | 2.8042e2 | 2.8633e6 | 2906.94 | 9.8498e2 | 1.2387e6 | 1802.69 | 6.8714e2 |
| 6.1044e5 | 2657.32 | 2.2971e2 | 3.0477e6 | 3629.56 | 8.3969e2 | 1.4249e6 | 2302.47 | 6.1884e2 |
| 6.6560e5 | 3218.64 | 2.0679e2 | 3.2278e6 | 4424.52 | 7.2953e2 | 1.5835e6 | 2831.60 | 5.592e2 |
| 7.1817e5 | 3850.71 | 1.865e2 | 3.4002e6 | 5177.06 | 6.5678e2 | 1.7067e6 | 3396.63 | 5.0246e2 |
| 7.8625e5 | 4488.56 | 1.7516e2 | 3.5191e6 | 5979.39 | 5.8854e2 | 1.8377e6 | 3895.45 | 4.7175e2 |
| 8.6640e5 | 5265.15 | 1.6455e2 | 3.6139e6 | 6844.01 | 5.2804e2 | 1.9489e6 | 4535.23 | 4.2971e2 |
| 9.2932e5 | 5893.68 | 1.5768e2 | 3.7208e6 | 7719.01 | 4.8203e2 | 2.0523e6 | 5168.21 | 3.9709e2 |

TEMP=160 (Politeno)

| F-1522 | | | F-0321 | | | G-003 | | | 3019 PE | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento i / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento i / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento i / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento i / s | Viscosidade poise |
| 1.2590e6 | 346.50 | 3.6336e3 | 1.7175e6 | 670.63 | 2.5611e3 | 8.8672e5 | 461.44 | 1.9216e3 | 1.6986e6 | 576.91 | 2.9442e3 |
| 1.2613e6 | 788.90 | 1.5988e3 | 2.1732e6 | 1270.53 | 1.7104e3 | 9.6428e5 | 915.12 | 1.0537e3 | 2.0054e6 | 1253.22 | 1.6002e3 |
| 1.3544e6 | 1260.88 | 1.0742e3 | 2.6931e6 | 1784.27 | 1.5094e3 | 1.1102e6 | 1373.10 | 8.0854e2 | 2.2697e6 | 1959.13 | 1.1585e3 |
| 2.0875e6 | 1808.75 | 1.1541e3 | 2.9500e6 | 2380.31 | 1.2393e3 | 1.2119e6 | 1995.47 | 6.0733e2 | 2.5012e6 | 2608.14 | 9.59e2 |
| 2.5811e6 | 2310.63 | 1.1170e3 | 3.1281e6 | 3004.69 | 1.0411e3 | 1.2901e6 | 2403.95 | 5.3663e2 | 2.6897e6 | 3366.12 | 7.9904e2 |
| 2.7954e6 | 2792.68 | 1.0010e3 | 3.2700e6 | 3556.10 | 9.1954e2 | 1.3521e6 | 2822.91 | 4.7897e2 | 2.8431e6 | 4148.32 | 6.8535e2 |
| 2.9419e6 | 3290.89 | 8.9395e2 | 3.3952e6 | 4229.93 | 8.0266e2 | 1.4314e6 | 3447.97 | 4.1514e2 | 2.9827e6 | 4875.93 | 6.1171e2 |
| 3.0677e6 | 3768.59 | 8.1402e2 | 3.5107e6 | 4885.33 | 7.1862e2 | 1.5245e6 | 3956.43 | 3.8531e2 | 3.1028e6 | 5597.63 | 5.543e2 |
| 3.1666e6 | 4298.84 | 7.366e2 | 3.6118e6 | 5452.12 | 6.6246e2 | 1.6032e6 | 4897.74 | 3.2733e2 | 3.2033e6 | 6435.71 | 4.9774e2 |
| 3.2367e6 | 4838.26 | 6.6897e2 | 3.6802e6 | 6165.00 | 5.9695e2 | 1.6710e6 | 5598.90 | 2.9844e2 | 3.3050e6 | 7296.59 | 4.5295e2 |

CAPILAR 3

TEMP = 160 (Poliolefinas)

| PB 679/50 | | | PB 507 | | | PB 608 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento i / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento i / s | Viscosidade poise | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento i / s | Viscosidade poise |
| 2.1031e6 | 1104.01 | 1.9049e3 | 1.3383e6 | 539.67 | 2.4799e3 | 9.8841e5 | 284.64 | 3.4725e3 |
| 2.2766e6 | 1193.09 | 1.9081e3 | 1.5503e6 | 1166.29 | 1.3293e3 | 9.4934e5 | 790.43 | 1.2010e3 |
| 2.4553e6 | 1778.41 | 1.3806e3 | 1.6922e6 | 1777.35 | 9.5211e2 | 1.0677e6 | 1257.86 | 8.4081e2 |
| 2.5949e6 | 2625.49 | 9.8833e2 | 1.8342e6 | 2446.05 | 7.4984e2 | 1.1987e6 | 2051.65 | 5.8426e2 |
| 2.7333e6 | 3352.09 | 8.1541e2 | 1.9778e6 | 3099.85 | 6.3802e2 | 1.2990e6 | 2586.30 | 5.0257e2 |
| 2.8632e6 | 4101.13 | 6.9814e2 | 2.1283e6 | 3786.58 | 5.6207e2 | 1.3889e6 | 3096.69 | 4.485e2 |
| 2.9775e6 | 4833.89 | 6.1597e2 | 2.2708e6 | 4497.66 | 5.0488e2 | 1.4820e6 | 3704.94 | 3.9999e2 |
| 3.0758e6 | 5553.77 | 5.5381e2 | 2.3944e6 | 5248.71 | 4.5618e2 | 1.5670e6 | 4248.02 | 3.6887e2 |
| 3.1648e6 | 6445.56 | 4.9101e2 | 2.5098e6 | 6059.15 | 4.1422e2 | 1.6377e6 | 5007.91 | 3.2701e2 |
| 3.2493e6 | 7268.58 | 4.4703e2 | 2.6150e6 | 6982.18 | 3.7452e2 | 1.7020e6 | 5712.09 | 2.9796e2 |

CAPILAR 3

TEMP = 160 (Triunfo)

| TN 5300 | | | : | TN 3003 | | | : | TN 3020 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 5.4543e5 | 482.86 | 1.1296e3 | : | 1.5756e6 | 595.12 | 2.6475e3 | : | 1.7566e6 | 583.96 | 3.0081e3 |
| 6.9309e5 | 885.20 | 7.8296e2 | : | 1.9692e6 | 1180.84 | 1.6676e3 | : | 1.8796e6 | 1279.32 | 1.4692e3 |
| 8.7063e5 | 1276.29 | 6.8215e2 | : | 2.3685e6 | 1673.26 | 1.4155e3 | : | 2.0077e6 | 2022.58 | 9.9262e2 |
| 9.8439e5 | 1654.10 | 5.9511e2 | : | 2.6311e6 | 2212.15 | 1.1894e3 | : | 2.1071e6 | 2835.29 | 7.4315e2 |
| 1.0711e6 | 2042.58 | 5.244e2 | : | 2.8304e6 | 2739.92 | 1.0330e3 | : | 2.1938e6 | 3705.26 | 5.9208e2 |
| 1.1625e6 | 2496.18 | 4.6571e2 | : | 2.9994e6 | 3275.81 | 9.1561e2 | : | 2.2892e6 | 4587.03 | 4.9906e2 |
| 1.2521e6 | 2925.52 | 4.28e2 | : | 3.1401e6 | 3865.12 | 8.1242e2 | : | 2.3944e6 | 5485.73 | 4.3646e2 |
| 1.3331e6 | 3484.50 | 3.8259e2 | : | 3.2596e6 | 4470.15 | 7.292e2 | : | 2.4857e6 | 6274.69 | 3.9614e2 |
| 1.4124e6 | 3920.34 | 3.6028e2 | : | 3.3814e6 | 5098.15 | 6.6326e2 | : | 2.5736e6 | 7186.09 | 3.5813e2 |
| 1.4802e6 | 4463.93 | 3.3159e2 | : | 3.4797e6 | 5823.15 | 5.9756e2 | : | 2.6564e6 | 8171.46 | 3.2507e2 |

TEMP = 160 (Politeno)

| F-1522 | | | : | F-0321 | | | : | G-803 | | | : | 3019 PE | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 7.9991e5 | 404.82 | 1.9760e3 | : | 9.6970e5 | 481.62 | 2.0134e3 | : | 9.5892e5 | 622.58 | 1.5402e3 | : | 8.1370e5 | 448.06 | 1.8160e3 |
| 1.1546e6 | 828.18 | 1.3941e3 | : | 1.3967e6 | 979.72 | 1.4256e3 | : | 1.0451e6 | 1222.01 | 8.5523e2 | : | 1.1270e6 | 853.2 | 1.3209e3 |
| 1.4230e6 | 1235.57 | 1.1517e3 | : | 1.8578e6 | 1399.46 | 1.3275e3 | : | 1.1571e6 | 1787.72 | 6.4727e2 | : | 1.4971e6 | 1319.95 | 1.1342e3 |
| 1.6618e6 | 1660.33 | 1.0009e3 | : | 2.1995e6 | 1800.30 | 1.2218e3 | : | 1.2183e6 | 2339.14 | 5.2084e2 | : | 1.7380e6 | 1748.53 | 9.9398e2 |
| 1.8574e6 | 2077.95 | 8.9385e2 | : | 2.3771e6 | 2300.20 | 1.0334e3 | : | 1.2399e6 | 2948.24 | 4.2054e2 | : | 1.9350e6 | 2097.28 | 9.226e2 |
| 2.0190e6 | 2480.53 | 8.1393e2 | : | 2.5301e6 | 2874.80 | 8.8007e2 | : | 1.2563e6 | 3862.12 | 3.2527e2 | : | 2.0884e6 | 2643.92 | 7.8987e2 |
| 2.1521e6 | 2911.77 | 7.3911e2 | : | 2.6606e6 | 3249.46 | 8.1078e2 | : | 1.2860e6 | 5396.33 | 2.739e2 | : | 2.2168e6 | 3073.18 | 7.2132e2 |
| 2.3232e6 | 3385.08 | 6.863e2 | : | 2.7684e6 | 3713.49 | 7.4548e2 | : | 1.3205e6 | 5795.97 | 2.2782e2 | : | 2.3310e6 | 3571.66 | 6.5262e2 |
| 2.4512e6 | 3883.05 | 6.3125e2 | : | 2.8593e6 | 4300.80 | 6.6482e2 | : | 1.3679e6 | 6489.70 | 2.1077e2 | : | 2.4228e6 | 4103.23 | 5.9044e2 |
| 2.5344e6 | 4430.34 | 5.7204e2 | : | 2.9343e6 | 4855.31 | 6.0433e2 | : | 1.4131e6 | 7516.45 | 1.88e2 | : | 2.4947e6 | 4664.29 | 5.3485e2 |

CAPILAR 4

TEMP = 160 (Poliolefinas)

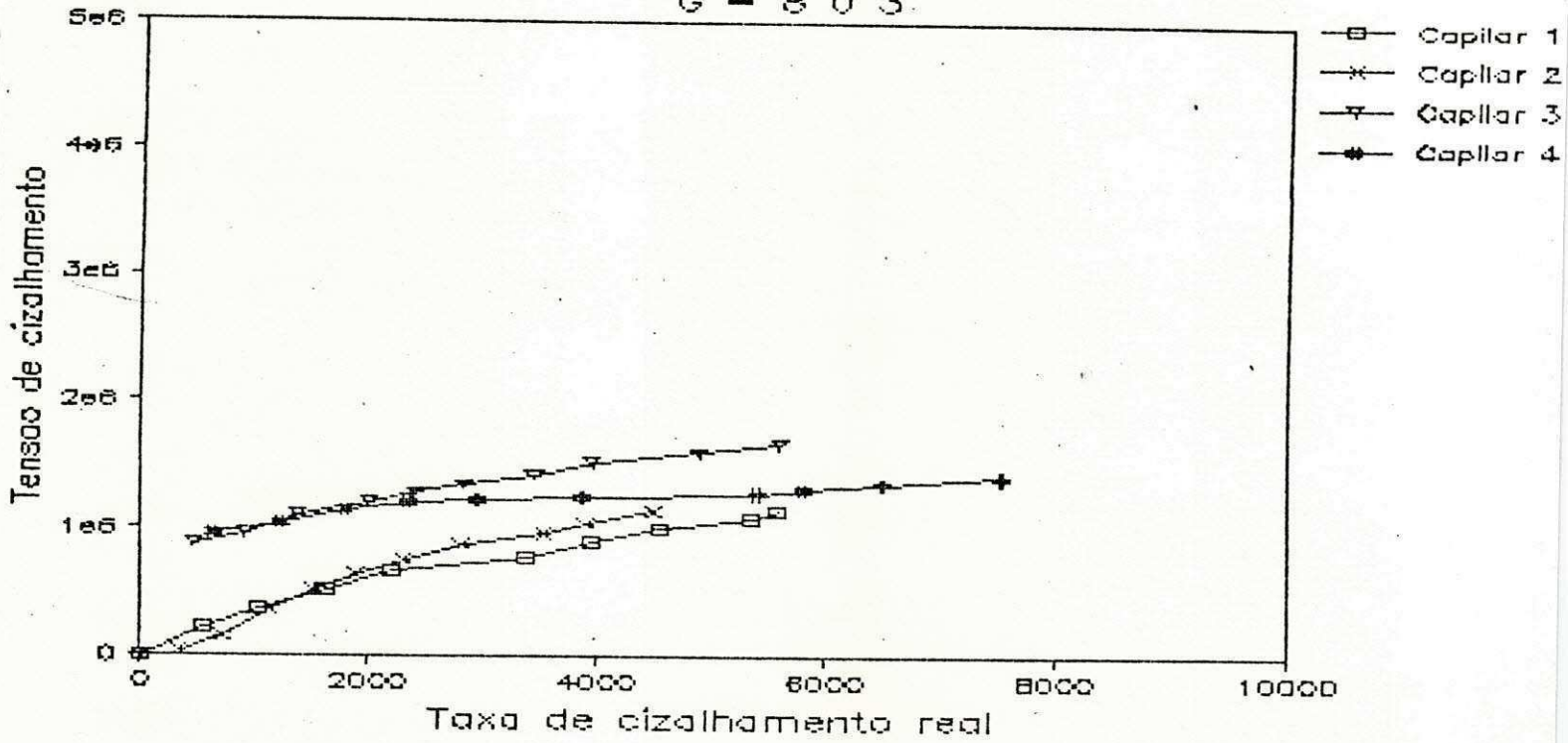
| PB 679/50 | | | : | PB 507 | | | : | PB 608 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 1.1955e6 | 429.61 | 2.7827e3 | : | 1.5695e6 | 565.21 | 2.7769e3 | : | 8.7920e5 | 347.25 | 2.5319e3 |
| 1.4273e6 | 869.26 | 1.6420e3 | : | 1.7807e6 | 1104.54 | 1.6121e3 | : | 1.0076e6 | 808.04 | 1.2470e3 |
| 1.7893e6 | 1309.04 | 1.3669e3 | : | 2.0479e6 | 1644.38 | 1.2454e3 | : | 1.0985e6 | 1394.98 | 7.8748e2 |
| 2.0634e6 | 1792.63 | 1.1510e3 | : | 2.2379e6 | 2203.29 | 1.0157e3 | : | 1.1416e6 | 2149.83 | 5.3103e2 |
| 2.2194e6 | 2586.09 | 8.5819e2 | : | 2.4305e6 | 2753.48 | 8.827e2 | : | 1.1826e6 | 2923.66 | 4.0448e2 |
| 2.3387e6 | 2738.80 | 8.5392e2 | : | 2.5477e6 | 3308.65 | 7.7001e2 | : | 1.2235e6 | 3672.84 | 3.3312e2 |
| 2.4365e6 | 3243.14 | 7.5128e2 | : | 2.6542e6 | 3962.99 | 6.6973e2 | : | 1.2683e6 | 4362.60 | 2.9072e2 |
| 2.5094e6 | 3969.50 | 6.3216e2 | : | 2.7554e6 | 4560.08 | 6.0424e2 | : | 1.3183e6 | 5129.15 | 2.5702e2 |
| 2.5736e6 | 4282.35 | 6.0097e2 | : | 2.8481e6 | 5433.58 | 5.2416e2 | : | 1.3795e6 | 5960.50 | 2.3143e2 |
| 2.6210e6 | 4906.62 | 5.3417e2 | : | 2.9519e6 | 5946.40 | 4.9642e2 | : | 1.4407e6 | 6763.09 | 2.1302e2 |

CAPILAR 4

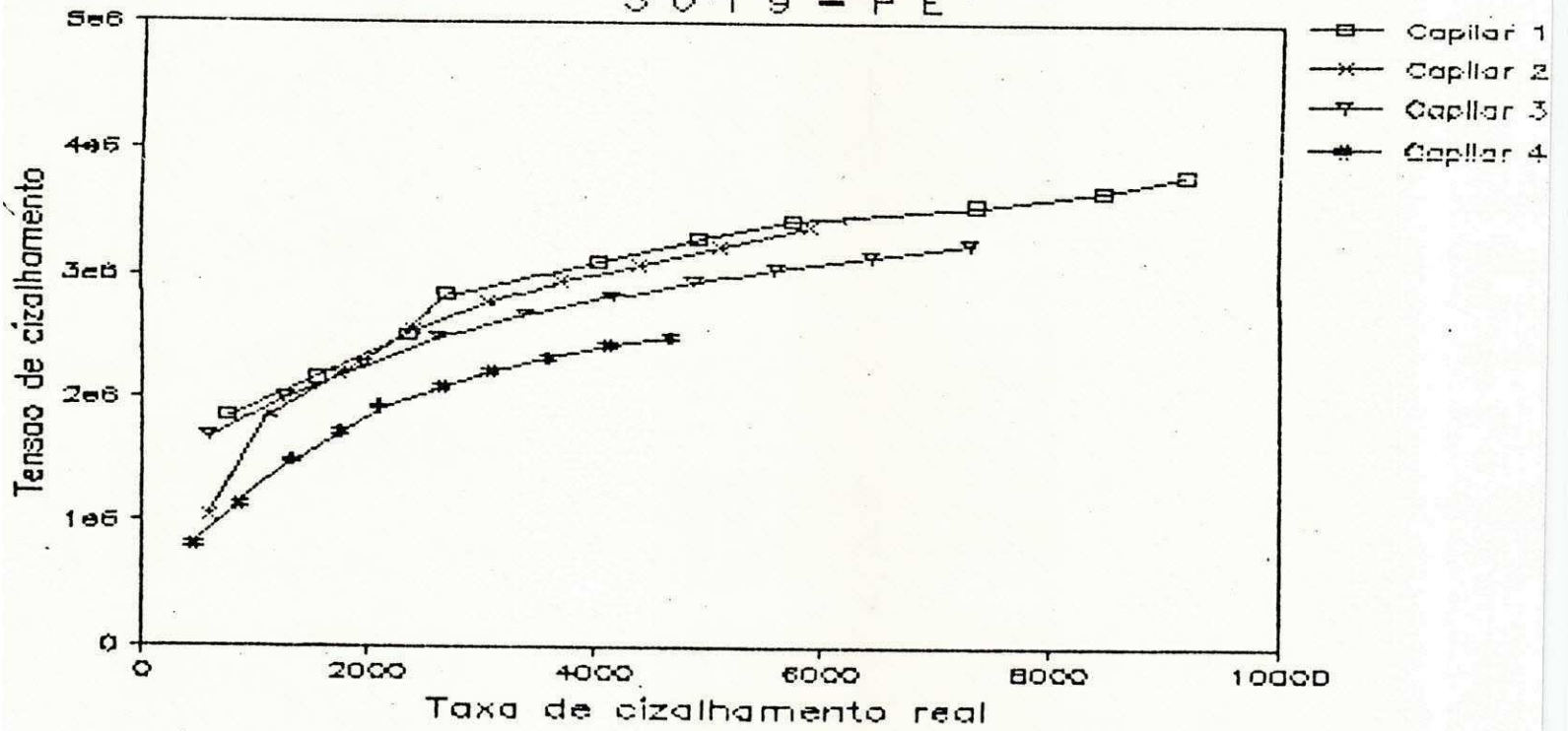
TEMP = 160 (Triunfo)

| TN 5300 | | | : | TN 3003 | | | : | TN 3020 | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise | : | Tensao cizalhamento d / cm2 | Taxa cizalhamento 1 / s | Viscosidade poise |
| 5.0603e5 | 442.82 | 1.1427e3 | : | 1.6014e6 | 622.77 | 2.5714e3 | : | 1.6049e6 | 554.89 | 2.8922e3 |
| 6.2841e5 | 884.50 | 7.1046e2 | : | 1.8626e6 | 1196.40 | 1.5568e3 | : | 1.7380e6 | 1640.28 | 1.0596e3 |
| 7.6716e5 | 1174.73 | 6.5305e2 | : | 2.1108e6 | 1753.81 | 1.2035e3 | : | 1.9044e6 | 2029.11 | 9.3851e2 |
| 8.8006e5 | 1496.16 | 5.8821e2 | : | 2.3034e6 | 2408.48 | 9.5636e2 | : | 1.9375e6 | 3011.16 | 6.4345e2 |
| 9.6797e5 | 1755.13 | 5.515e2 | : | 2.4671e6 | 2851.91 | 8.6500e2 | : | 1.9712e6 | 3872.01 | 5.0907e2 |
| 1.0477e6 | 2204.06 | 4.7534e2 | : | 2.6072e6 | 3402.24 | 7.6631e2 | : | 2.0099e6 | 4743.30 | 4.2374e2 |
| 1.1304e6 | 2507.80 | 4.5076e2 | : | 2.7403e6 | 3961.41 | 6.9175e2 | : | 2.0681e6 | 5721.99 | 3.6143e2 |
| 1.1955e6 | 2886.73 | 4.1413e2 | : | 2.8403e6 | 4539.62 | 6.2567e2 | : | 2.1414e6 | 6807.43 | 3.1456e2 |
| 1.2541e6 | 3297.32 | 3.8033e2 | : | 2.9243e6 | 5123.86 | 5.7073e2 | : | 2.2129e6 | 7678.49 | 2.8819e2 |
| 1.3080e6 | 3820.76 | 3.4233e2 | : | 3.0502e6 | 6006.20 | 5.0783e2 | : | 2.2724e6 | 8715.63 | 2.6072e2 |

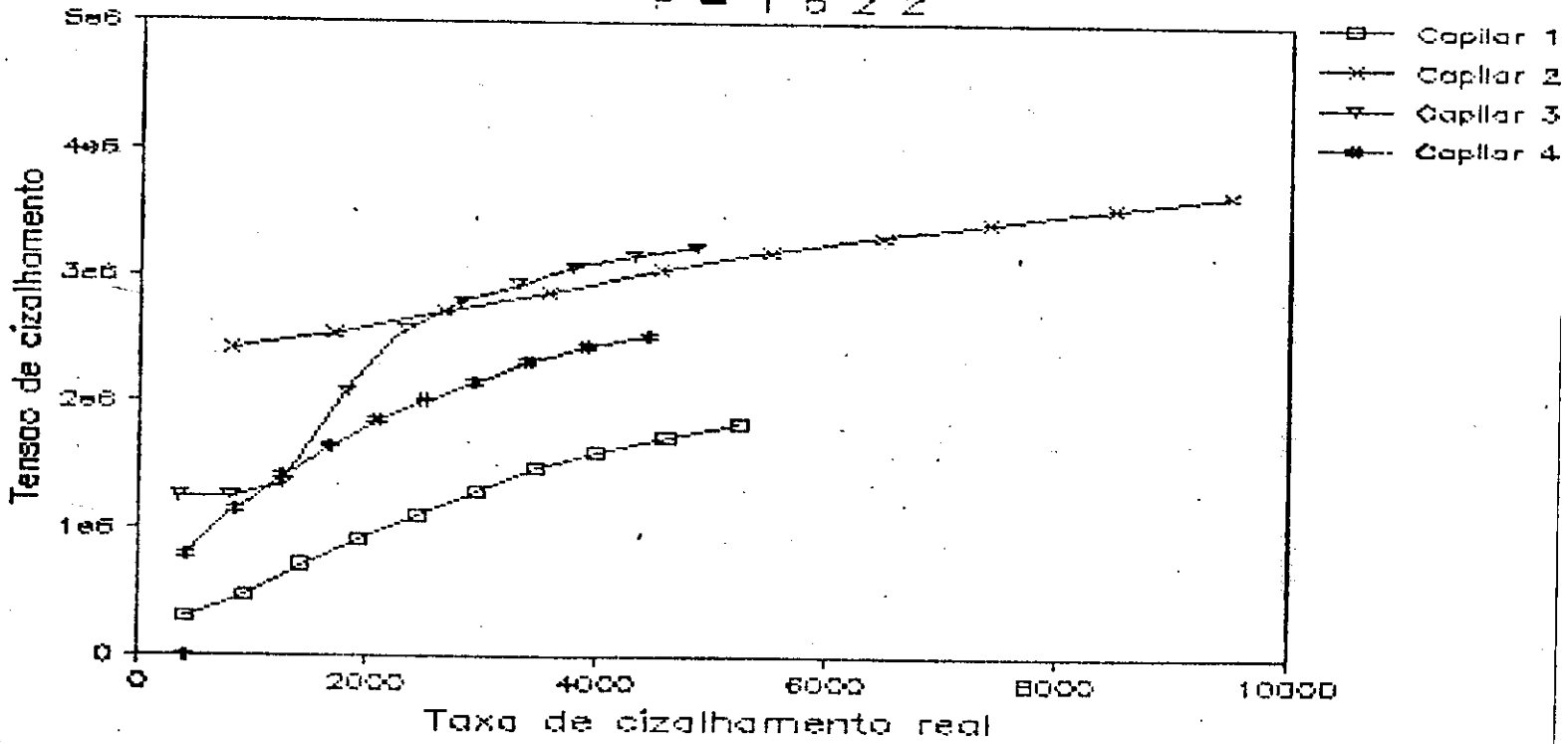
G - 8 0 3



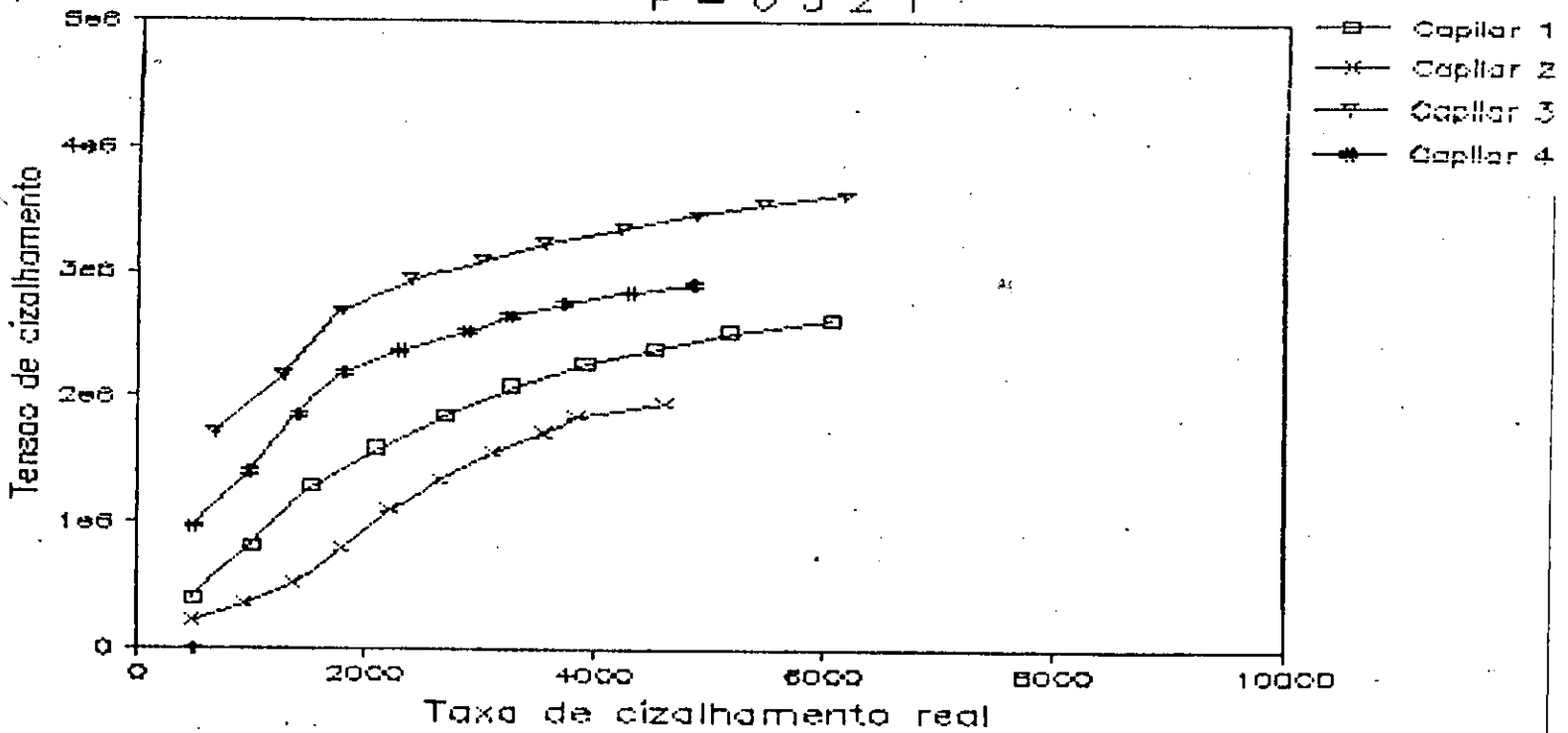
3 0 1 9 - P E



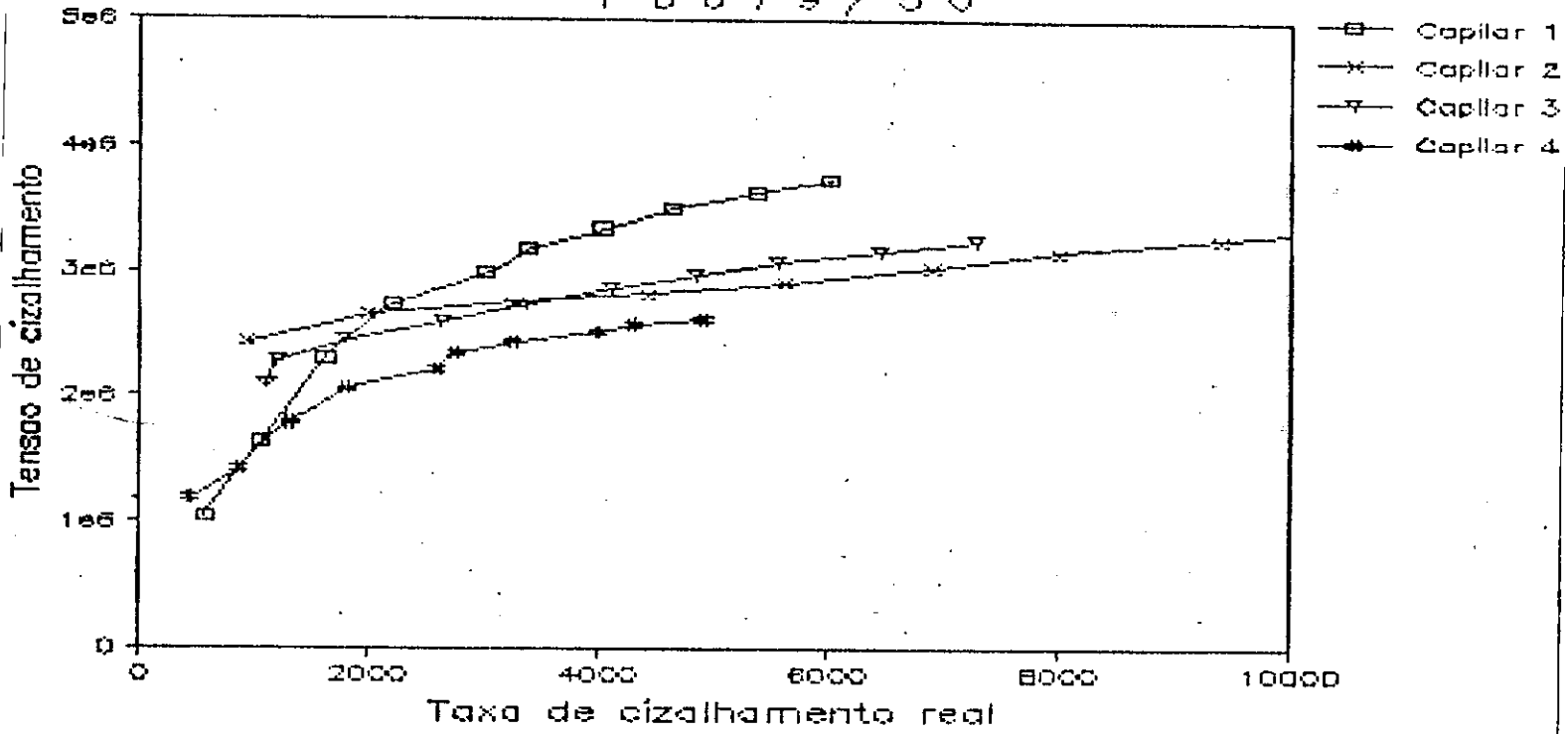
F - 1 5 2 2



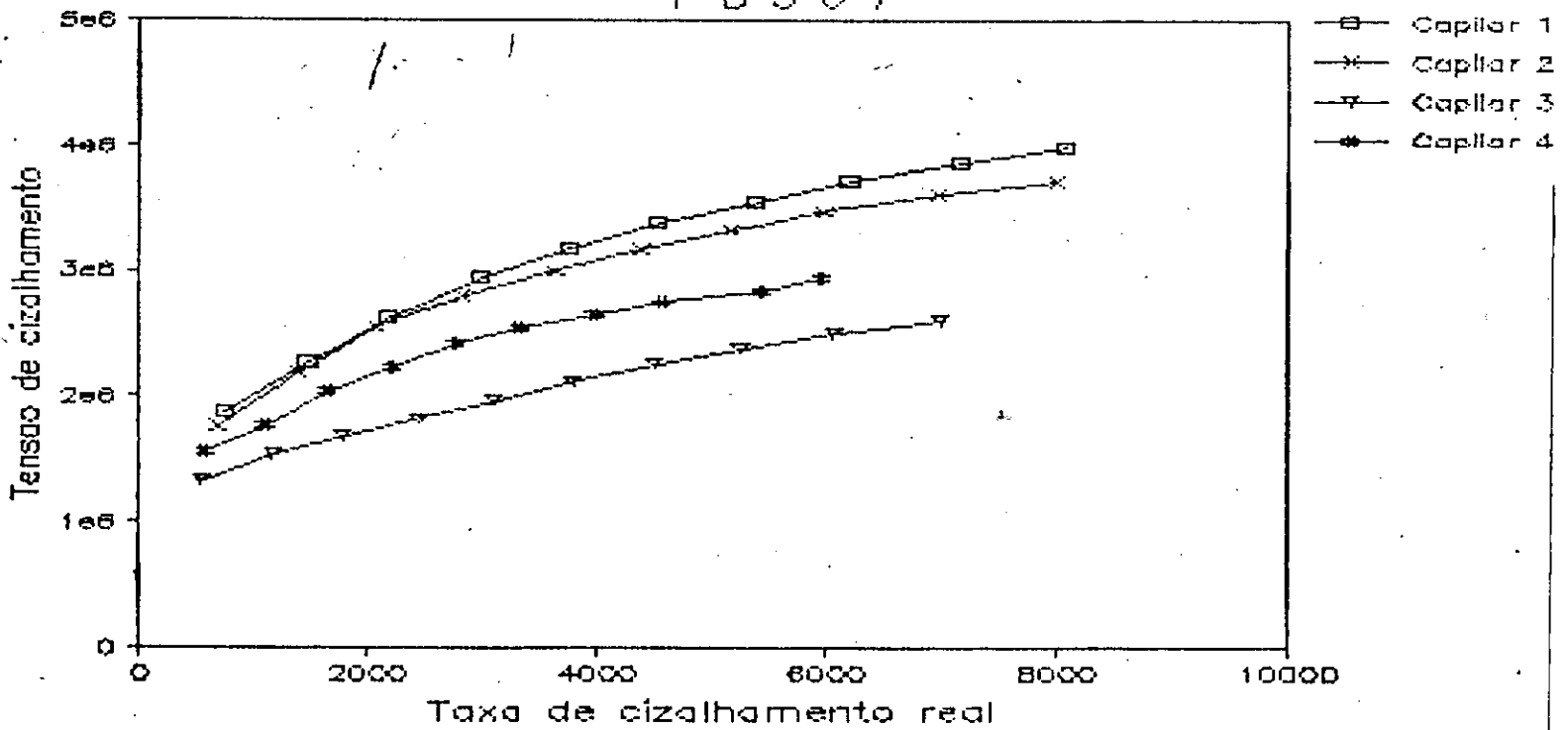
F - 0 3 2 1

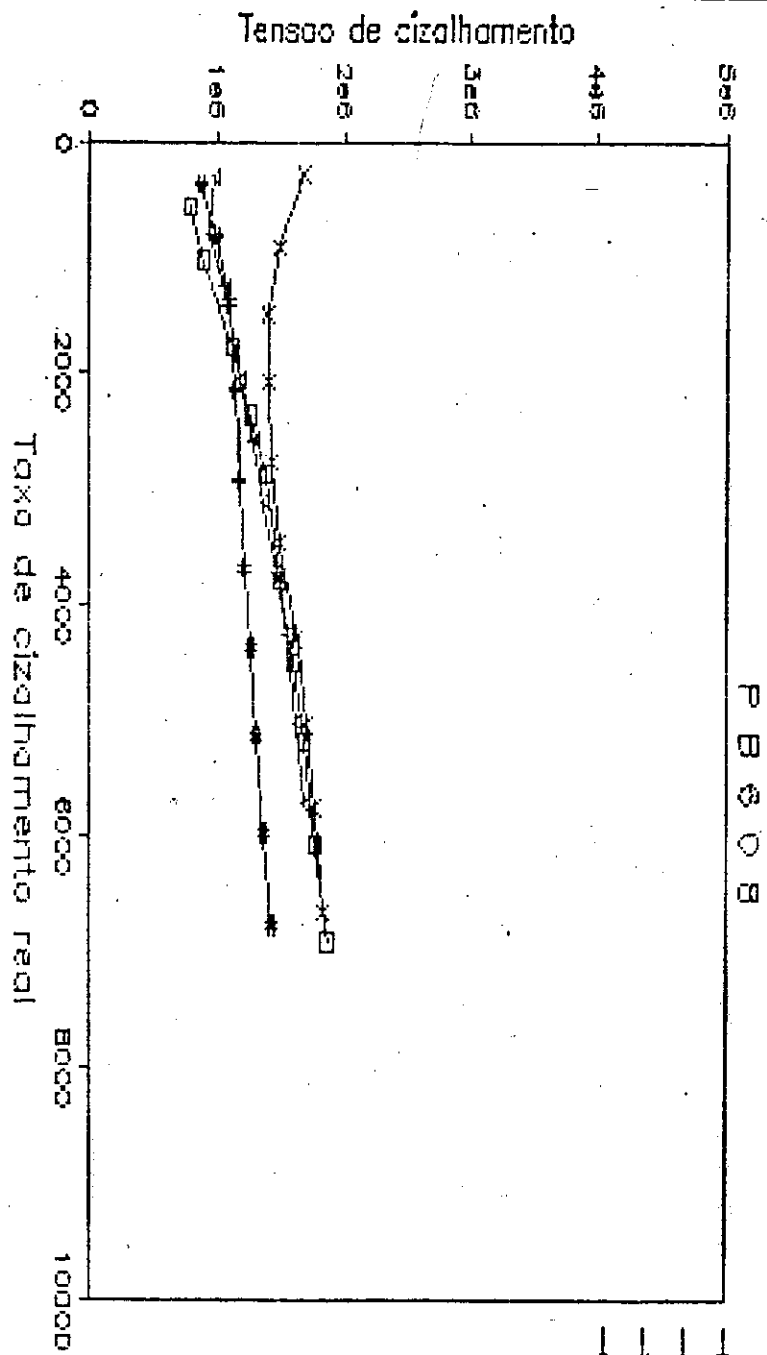


P B 6 7 9 / 5 0

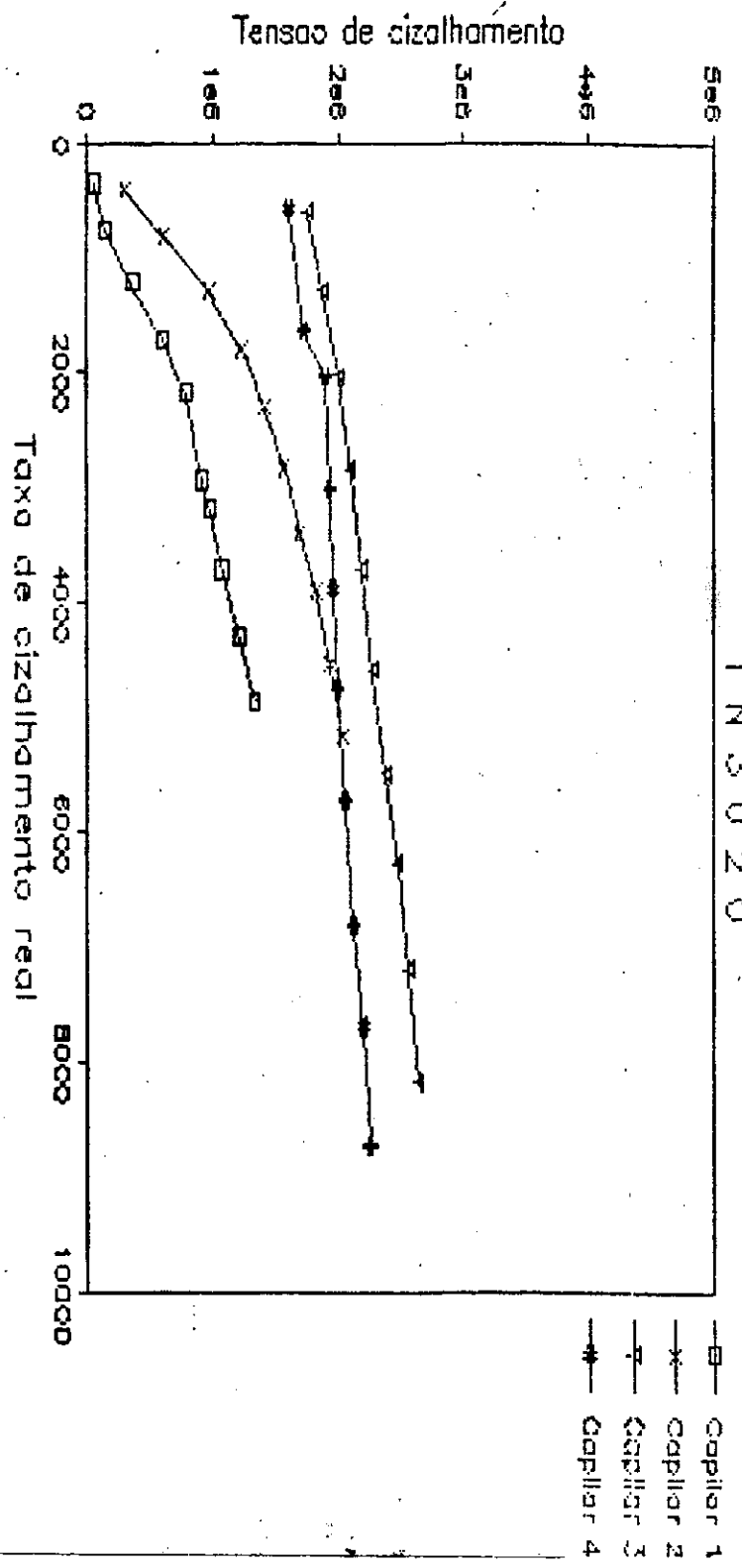


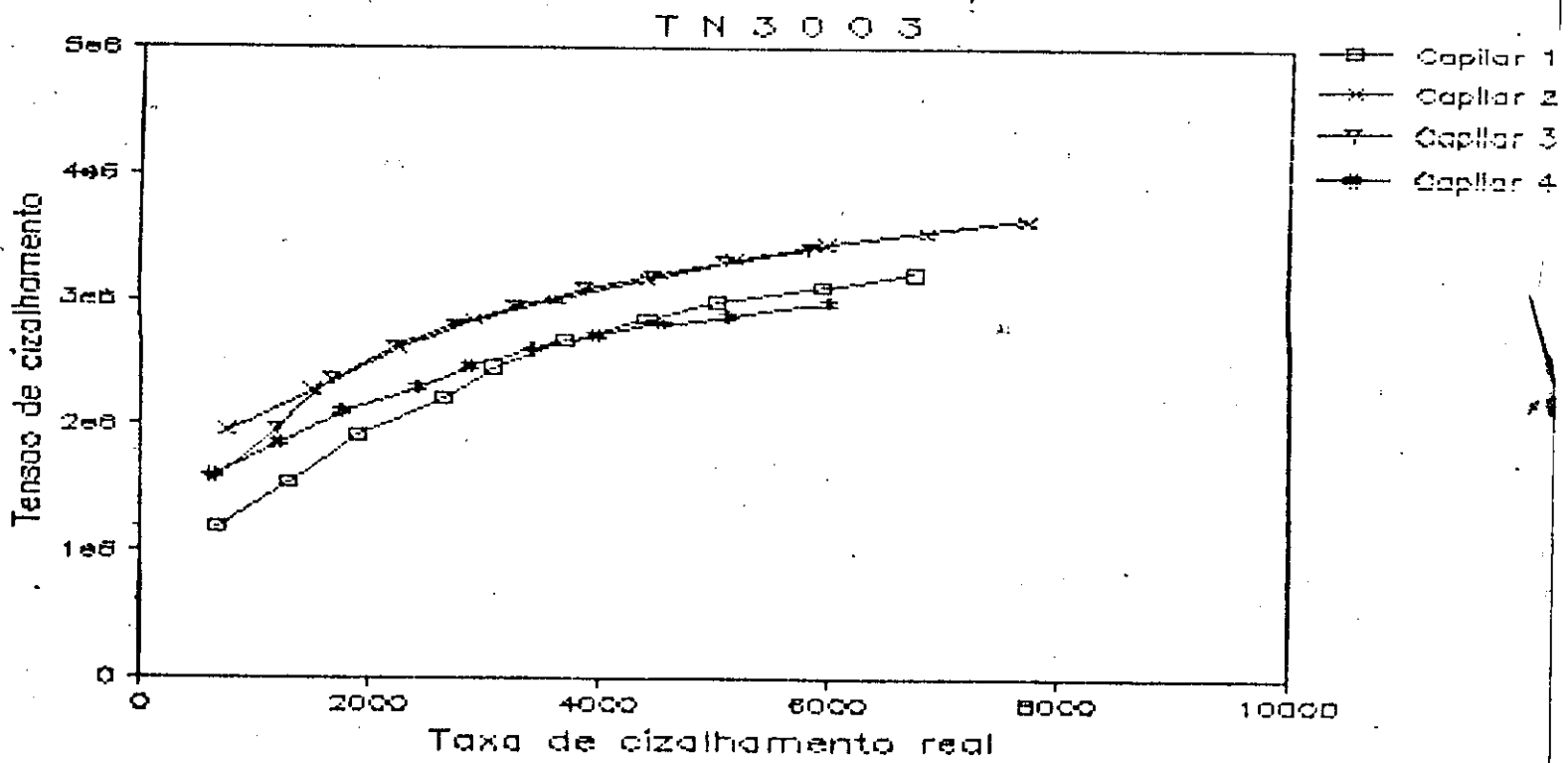
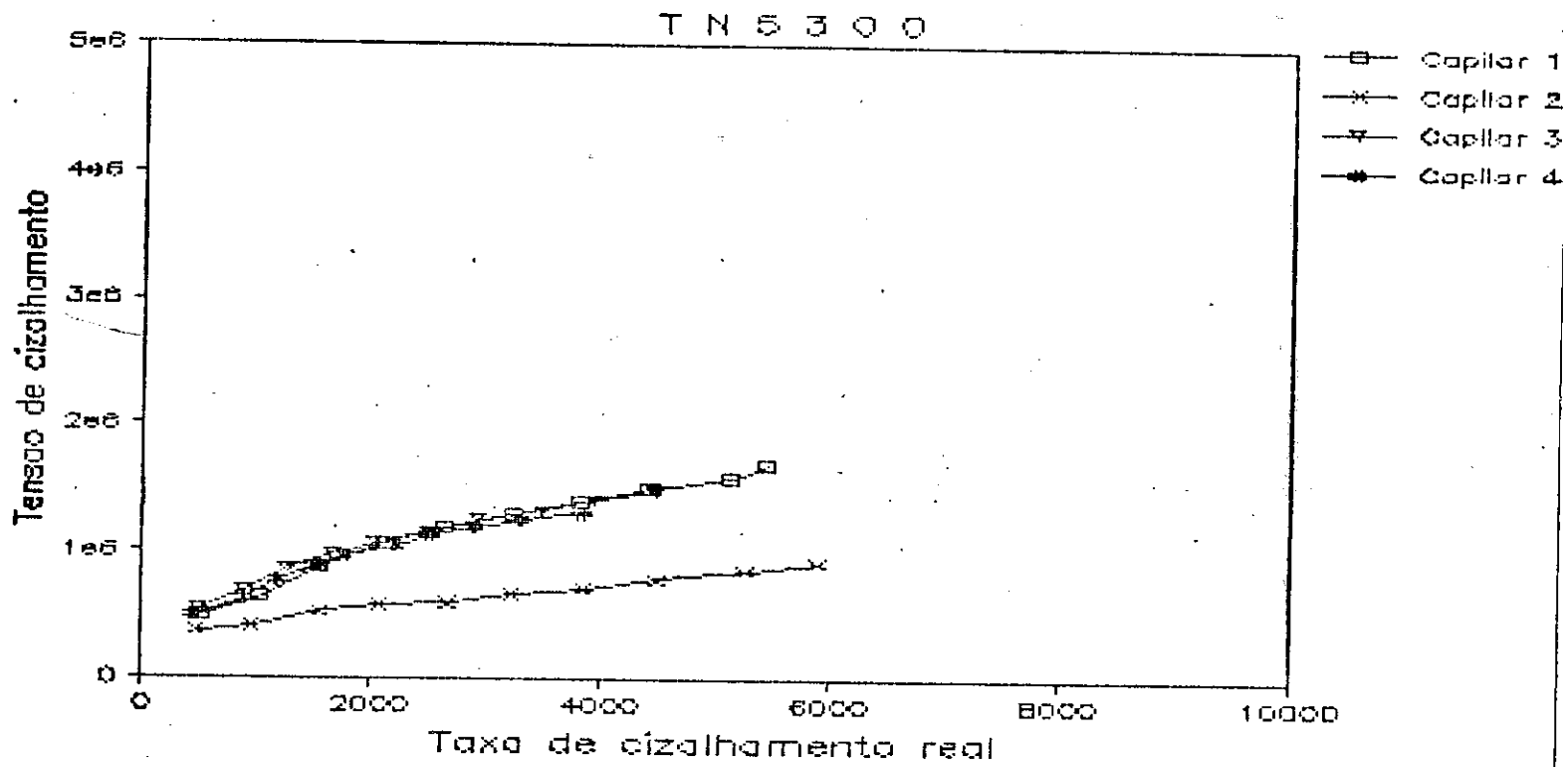
P B 5 0 7





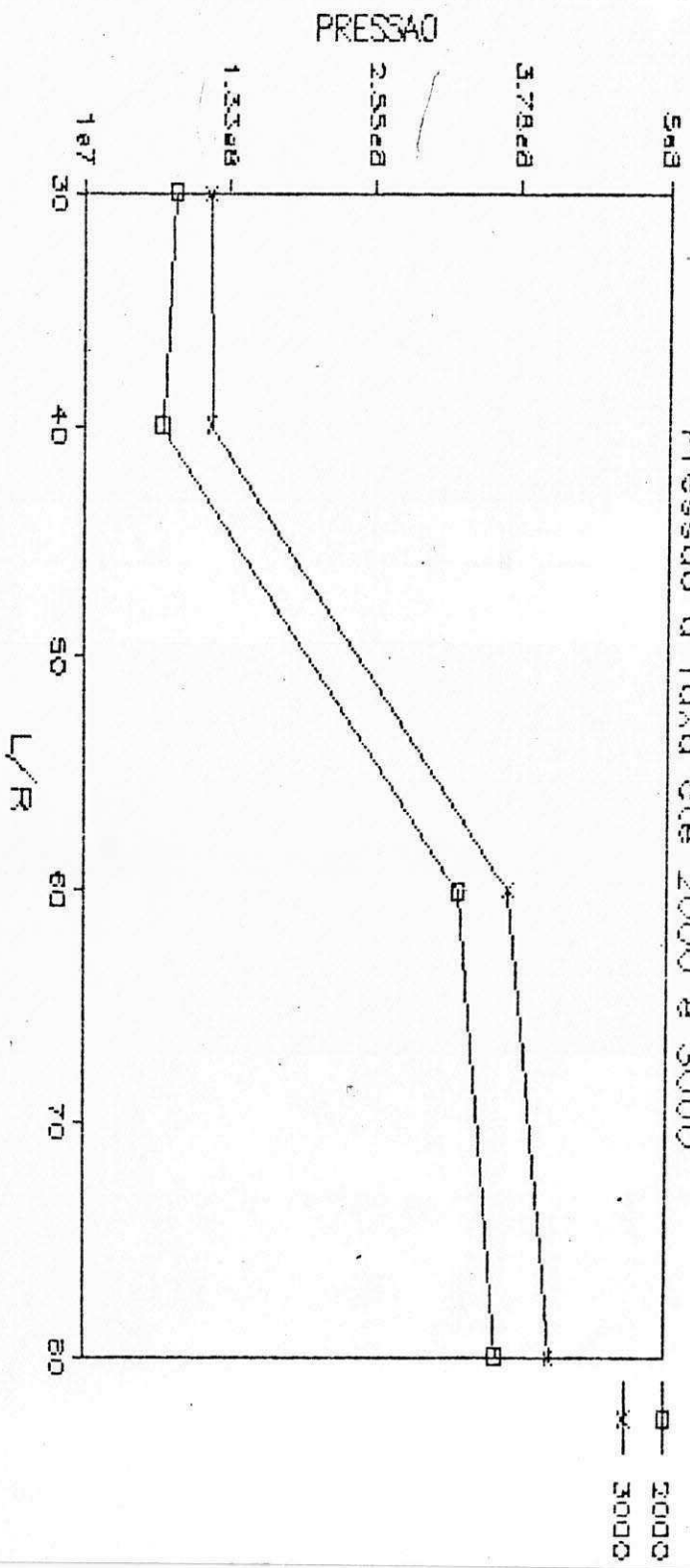
T N 3 0 2 0





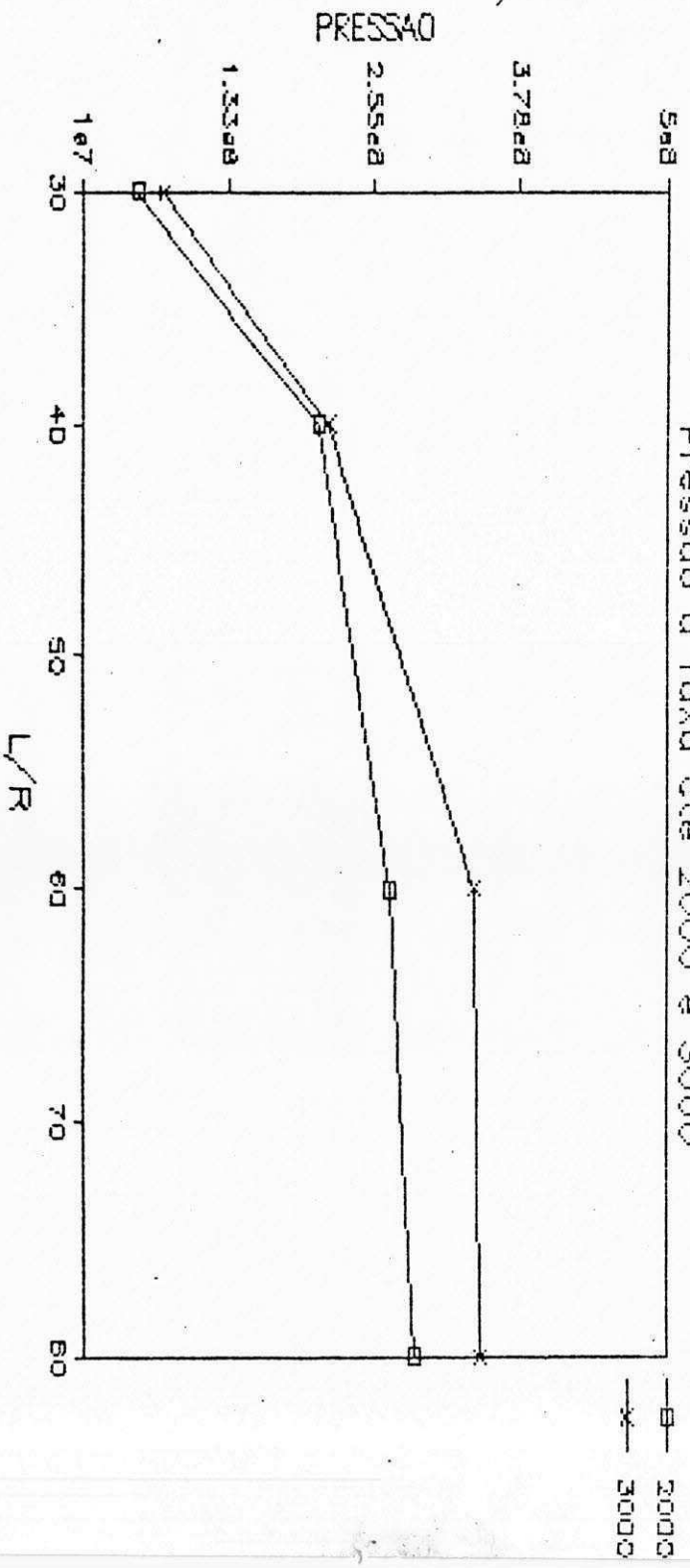
F-0321

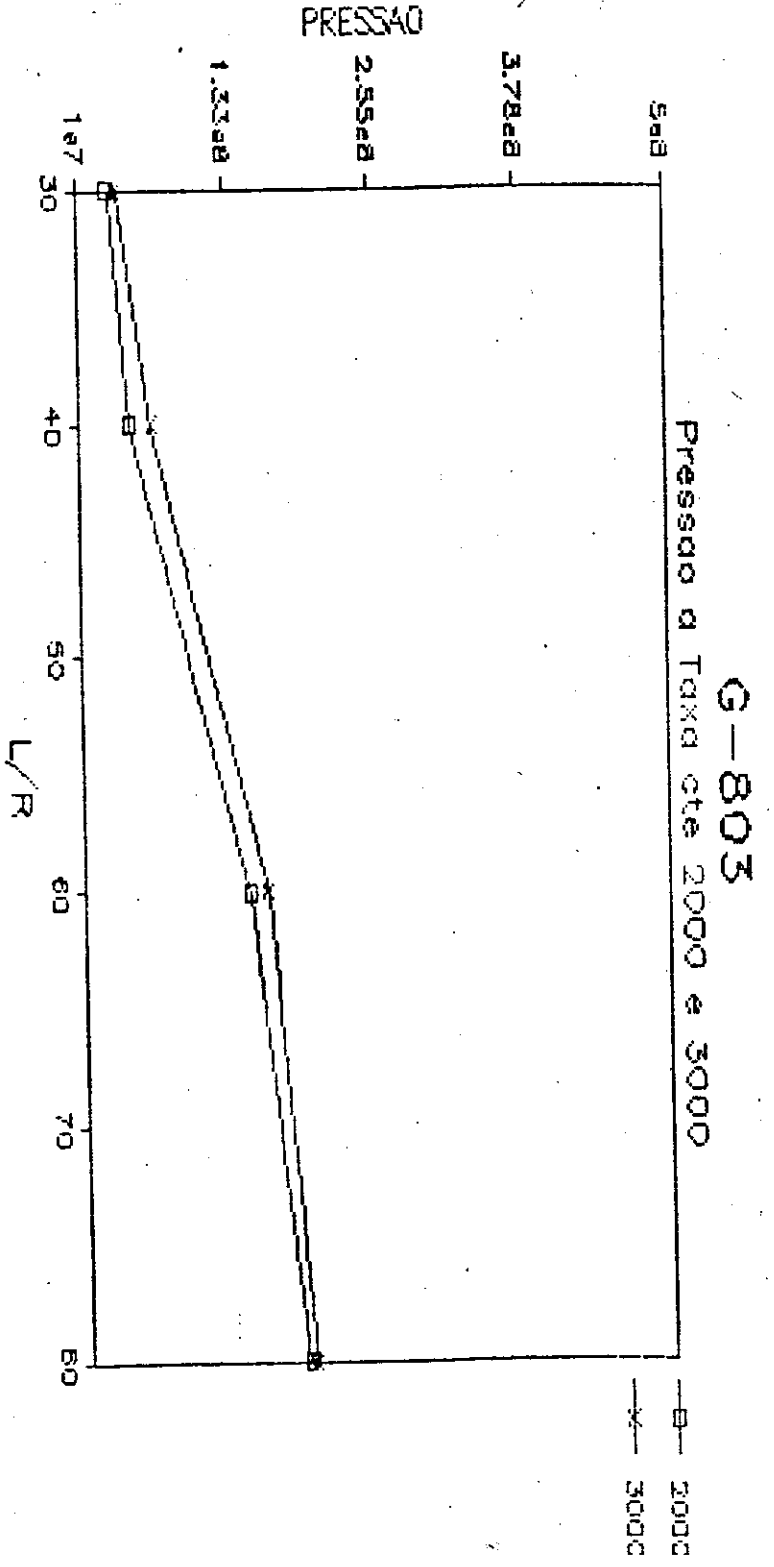
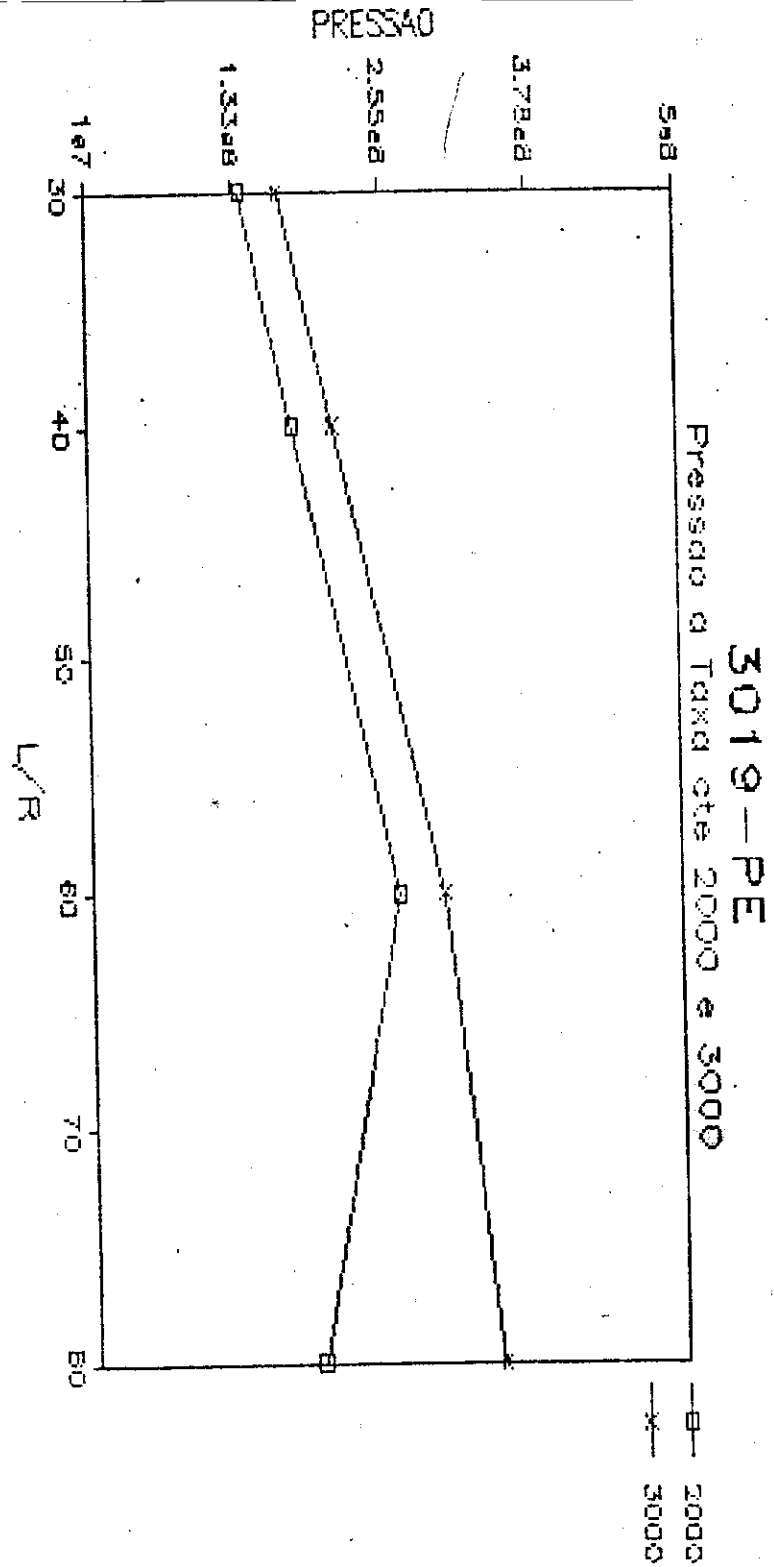
Pressão a Taxa de 2000 e 3000



F-1522

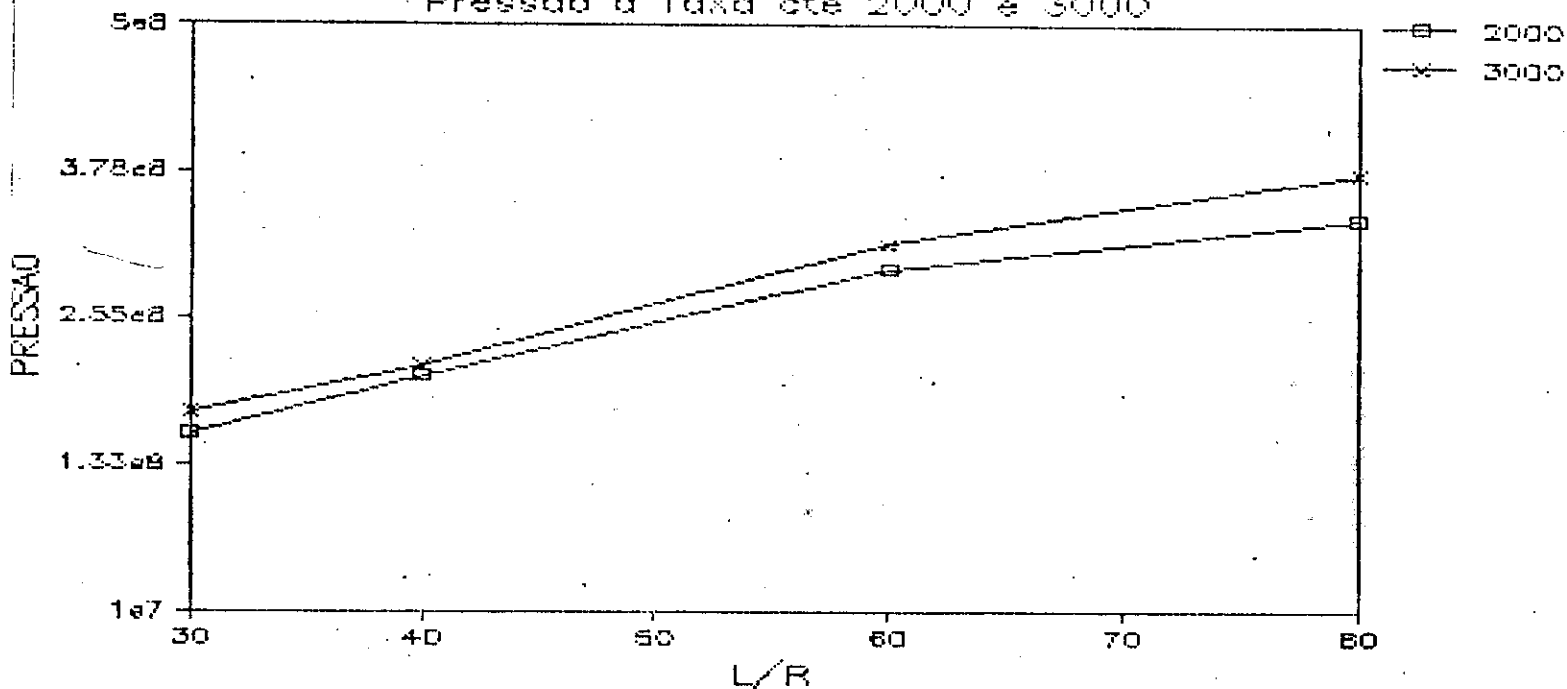
Pressão a Taxa de 2000 e 3000





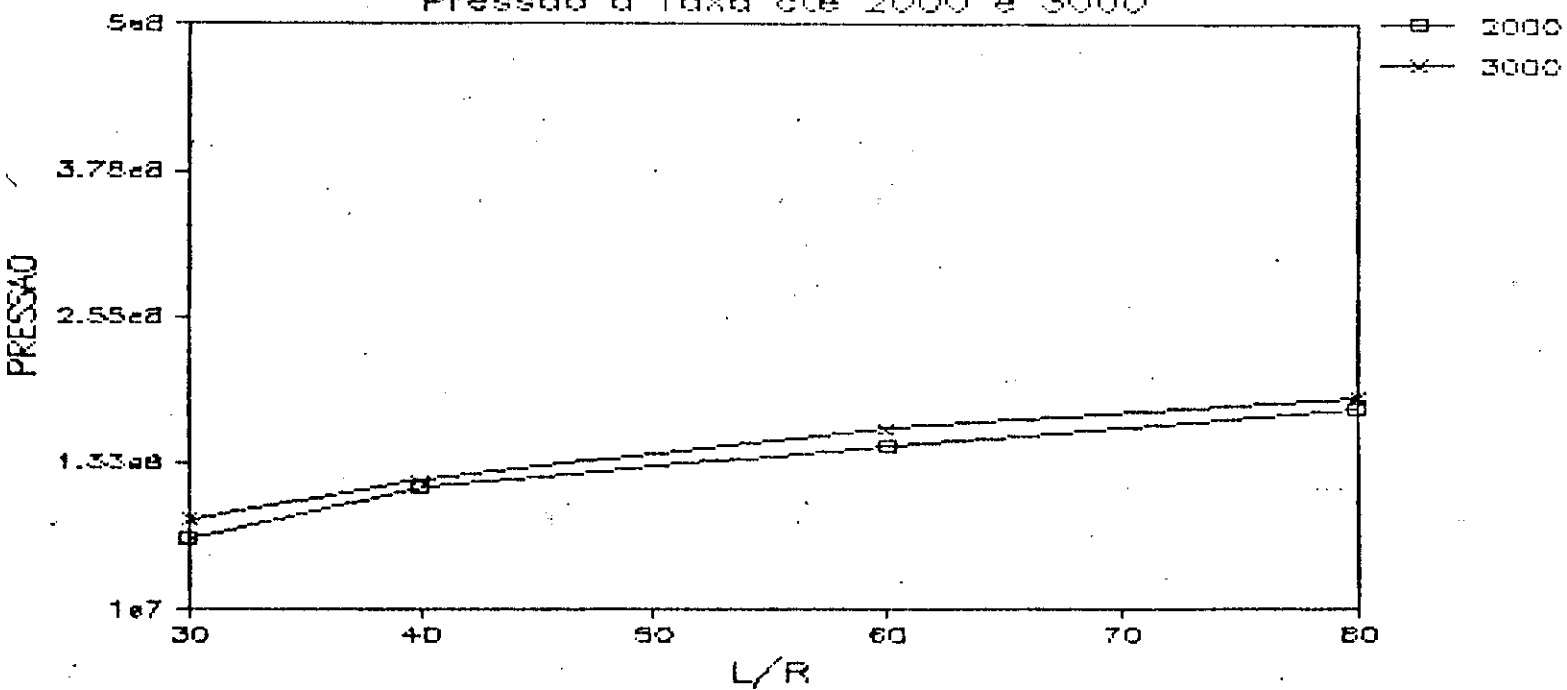
PB679/50

Pressão a Taxa cte 2000 e 3000



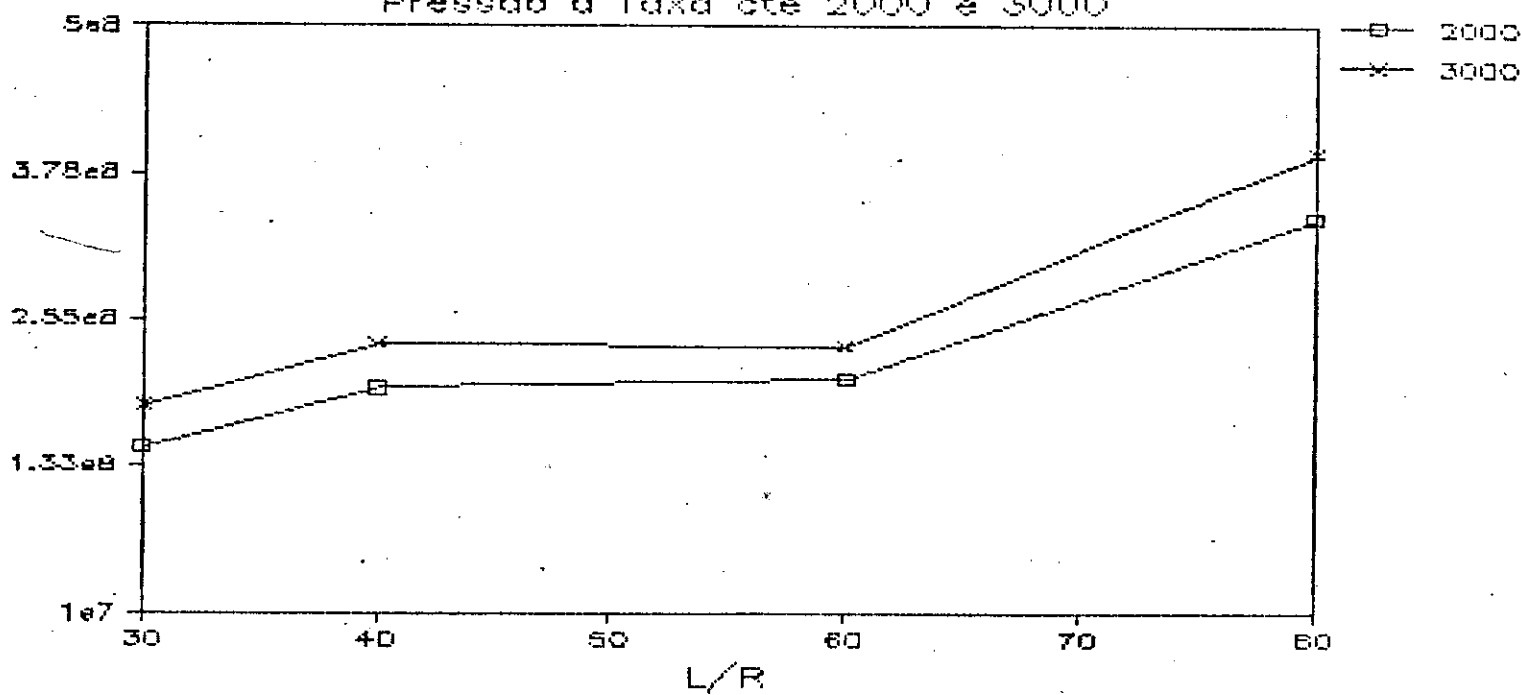
PB-608

Pressão a Taxa cte 2000 e 3000



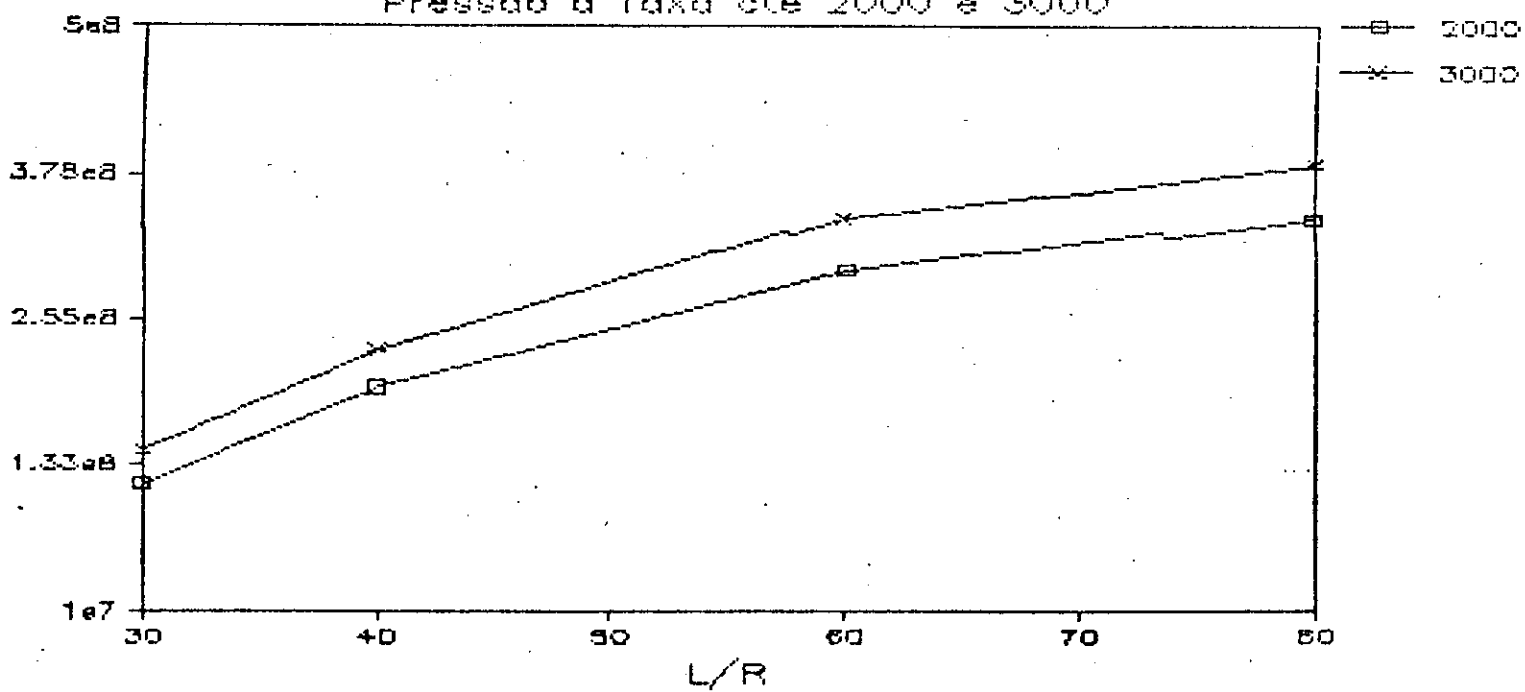
PB-507

Pressão a Taxa cte 2000 e 3000



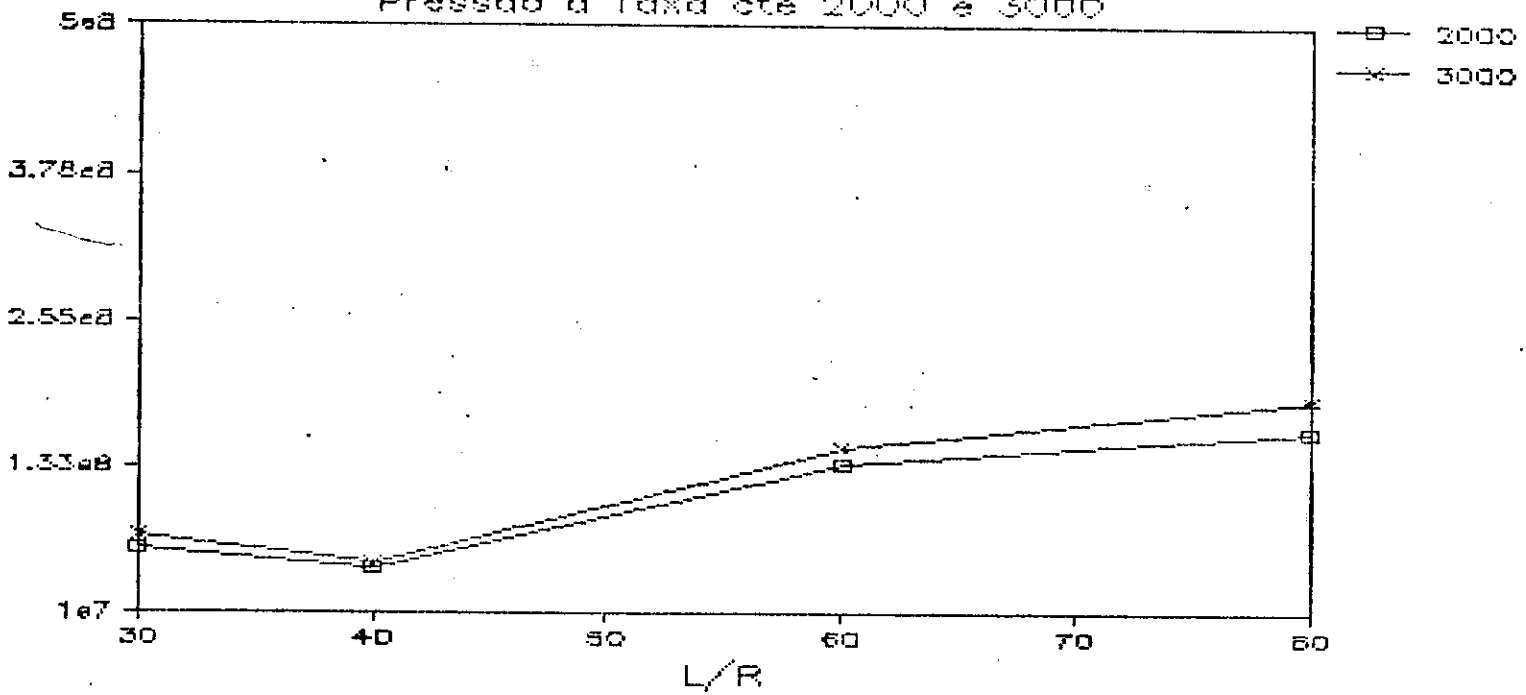
TN-3003

Pressão a Taxa cte 2000 e 3000



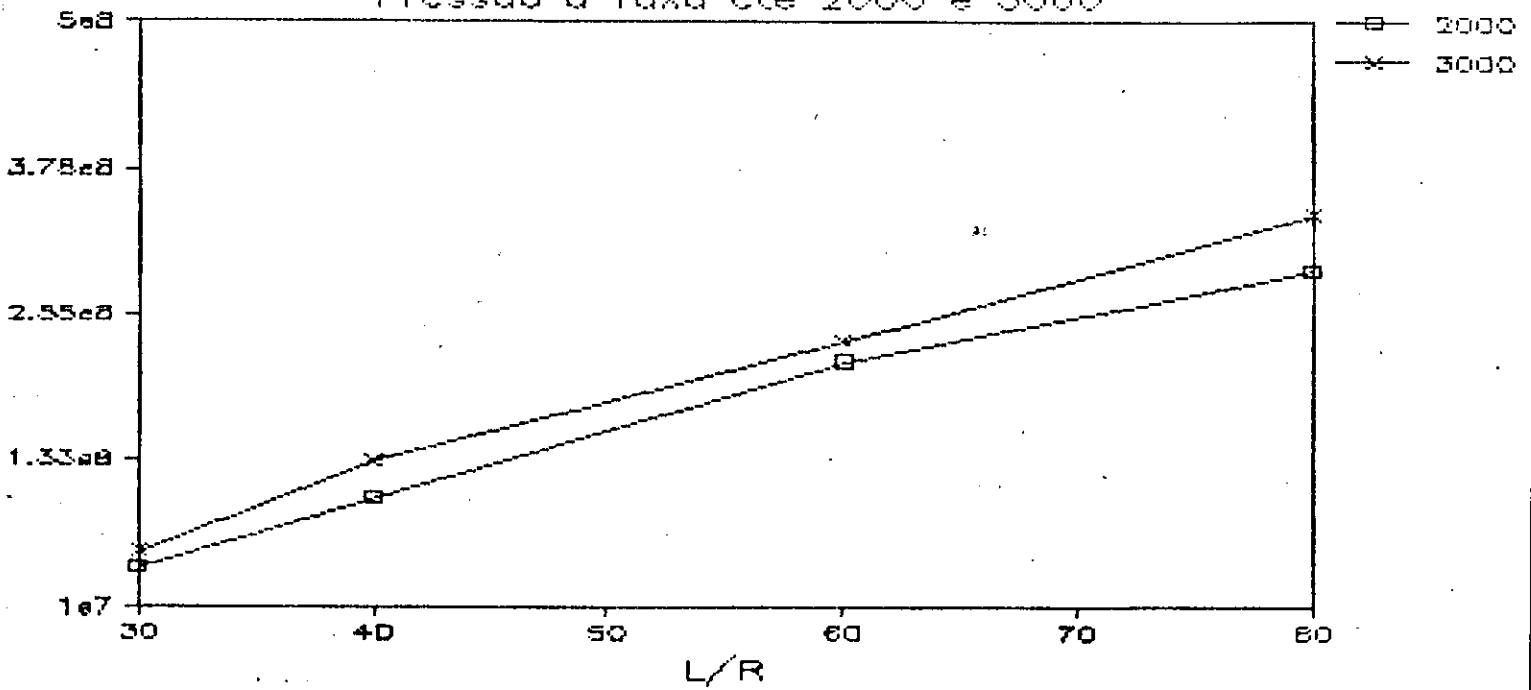
TN-5300

Pressão a Taxa cte 2000 e 3000

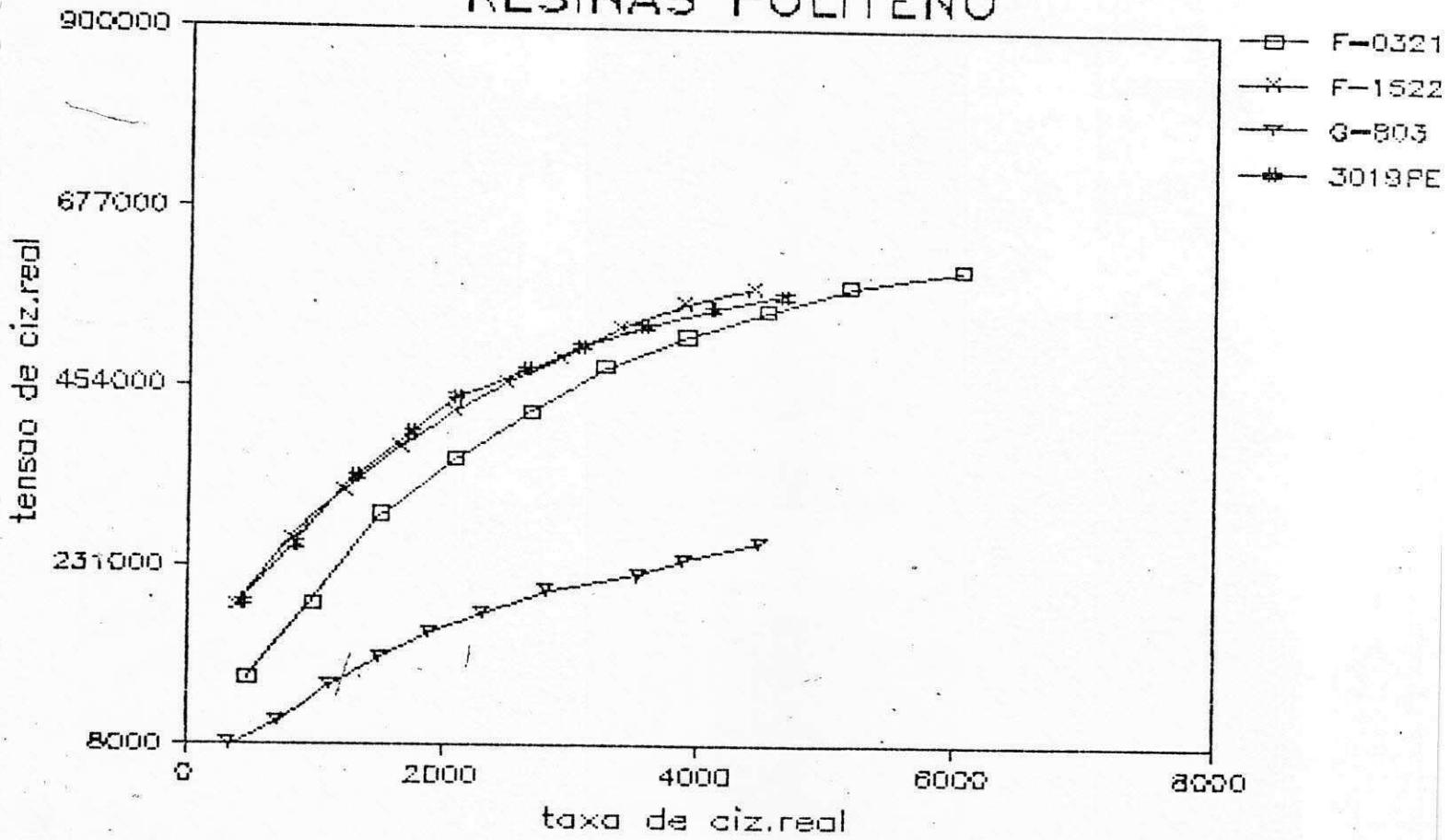


TN-3020

Pressão a Taxa cte 2000 e 3000

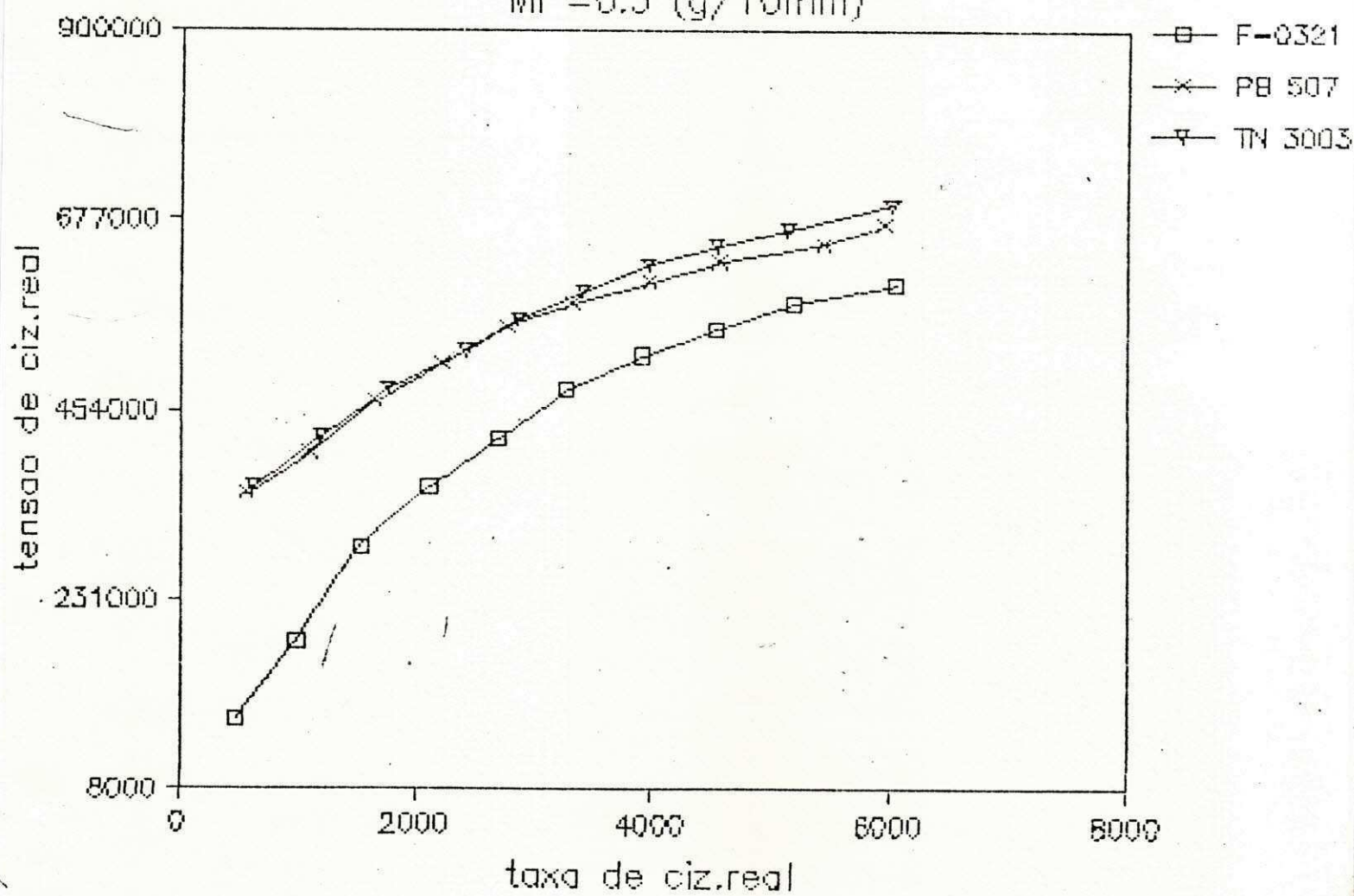


RESINAS POLITENO



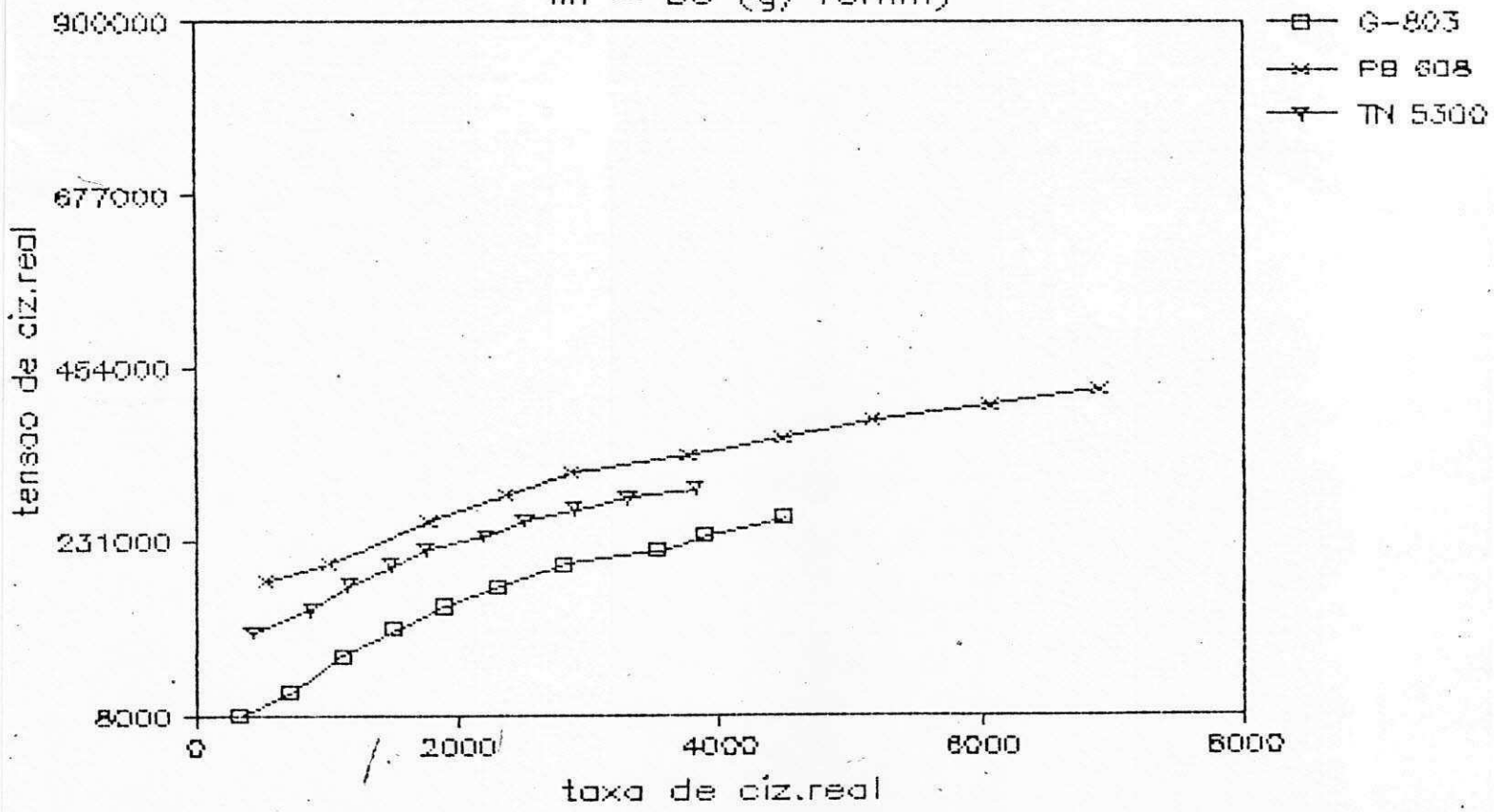
POLITENO vs CONCORRENTES

MI = 0.3 (g/10min)



POLITENO vs CONCORRENTES

MI = 30 (g/10min)



POLITENO vs CONCORRENTES

MI = 2,0 (g/10min)

