

PRÁTICAS DE GASAGEM NO PROCESSO CO₂ - AREIA - SILICATO

JOSÉ DAVID DE LEMOS SCOFIELD (1)

JOSÉ GONZALO VILLAVARDE COUTO (2)

R E S U M O

UMA GASAGEM ADEQUADA É DECISIVA PARA A EFICIENTE APLICAÇÃO DO PROCESSO CO₂ - AREIA - SILICATO.

NA UTILIZAÇÃO IMEDIATA DE MACHOS E MOLDES, O EXCESSO DE GASAGEM FAVORECE O AUMENTO INICIAL DA RESISTÊNCIA MECÂNICA, PORÉM, QUANDO A ESTOCAGEM SE FAZ NECESSÁRIA, APENAS CURTOS TEMPOS DE GASAGEM SÃO SUFICIENTES.

UM FATOR DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO É O AUMENTO DE TEMPERATURA DO CO₂, QUE APRESENTA OS MELHORES RESULTADOS ENTRE 30 e 60 GRAUS CENTESIMAIS.

(1) Membro ABM, Engenheiro Químico e Mestre em Engenharia Química .Da Liquid Carbonic Indústrias S.A.

(2) Membro ABM, Engenheiro Operacional Mecânico e aluno do Curso de Engenharia Metalurgica da Escola de Engenharia da U. F.R.J.. Da Liquid Carbonic Indústrias S.A.

1. INTRODUÇÃO

Em nosso trabalho promocional do processo CO₂ junto às fundições em todo o país, notamos que os problemas encontrados decorrem de um conhecimento apenas parcial e algumas vezes deformado do processo. Assim, com a organização do "Simpósio sobre Processo e Materiais de Moldagem", vimos a oportunidade ideal para transmitir a nossa experiência que, embora não seja completa, é bastante ampla e internacional. Tratando-se de um trabalho prático, fixamos certos padrões, que são os mais recomendados para o uso do processo. Evidentemente, casos especiais que escapam ao âmbito do presente trabalho, requerem condições especiais.

Padrão de Mistura Usada:

100 Kg de areia

3 Kg de Silicato de Sódio C-112

1 Kg de Colapsibilizante.

A areia módulo 80-90 AFS utilizada, foi obtida diretamente de um dos usuários do processo, a fim de trabalharmos dentro da realidade. Embora muitos usuários trabalhem com um módulo de areia entre 50 a 100 AFS, dependendo das condições de localização e de traba -

lho próprio requerido.

As considerações teóricas apresentadas são fundamentais ao perfeito entendimento do mecanismo da "cura" do processo CO₂.

2. RELATO DO TRABALHO

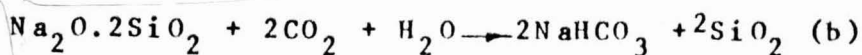
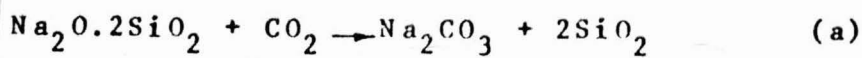
2.1 Considerações Teóricas

2.1.1 Mecanismo do Endurecimento da Mistura *na gaseagem*

O endurecimento final de um macho ou molde pelo processo CO₂ envolve três etapas:

- 1ª - Uma reação química entre o CO₂ e o Silicato de Sódio
- 2ª - Um fenômeno físico de secagem da mistura, devido a vazão do CO₂ que atravessa a mesma.
- 3ª - Um fenômeno físico de secagem por difusão da umidade da mistura para a atmosfera. As duas primeiras etapas ocorrem durante a gaseagem e a última ocorre no período de estocagem.

1a. Etapa - Reação Química



Sabe-se que o Silicato de Sódio ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$) tipo C-112, tem as seguintes propriedades principais:

- Relação de $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ = 2,20 por peso (em média)
- Teor de água = 52,1%
- Viscosidade média à 20°C = 900 centipoises

Vamos nos deter inicialmente na equação (a):

Silica ↓
Observamos que o CO_2 reagiu com o Silicato de Sódio, dando-nos Carbonato de Sódio e Sílica Gelatinosa, porém, esta Sílica Gelatinosa terá uma viscosidade mais elevada do que a Sílica inicial, pois, como o CO_2 reagiu com o Óxido de Sódio, reduziu a quantidade em peso inicial do mesmo, em consequência, aumentou a relação $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$, o que acarreta um aumento na sua viscosidade. Isto quer dizer que se os grãos de areia estavam unidos por uma película gelatinosa da Sílica, ao ocorrer esse aumento de viscosidade, houve o primeiro endurecimento da mistura entre os grãos de areia. Esse endurecimento é proporcional a quantidade de Sílica Gelatinosa produzida. Continuando a gasagem por mais alguns segundos, veja a equação (b), os grãos de areia já envolvidos na película externa, por um novo tipo de Silicato de Sódio com uma relação de $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ mais elevada, o CO_2 irá reagir com este Silicato Hidratado o

btendo-se Bicarbonato e mais uma pequena quantidade de Sílica Gelationosa, o que acarretará maior força de coesão entre os grãos envolvidos. ^{até 5 min} Veja as curvas nºs (1) e (5) da (fig.2), em que as Resistências à Tração e Compressão, aumentam com o tempo de gasagem. ^{NAO}

2a. Etapa:

Fenômeno físico de secagem da mistura, devido ao fluxo de CO₂ que atravessa a mesma.

Este fenômeno foi constatado ao se fazer testes de umidade, da seguinte maneira:

1º) Pesou-se o corpo de provas padrão ou macho (dimensões de acordo com as normas AFS) antes da gasagem.

2º) Pesou-se novamente após a gasagem.

Registrrou-se:

Para uma gasagem de 5 segundos, a redução de peso devido a secagem da mistura pelo fluxo de CO₂, foi de 0,1%.

Gasando-se com 40 segundos, nas mesmas condições, a redução de peso foi de 0,3%.

Isto quer dizer que:

Maior tempo de gasagem acarreta maior umidade retirada da mistura, por secagem.

3a. Etapa - Fenômeno Físico da Difusão da Umidade para a Atmosfera após a gasagem

Também foi constatado, experimentalmente, nas mesmas condições de gasagem, da seguinte maneira:

- 1º - Pesou-se o macho após a gasagem
- 2º - Pesou-se novamente 24 horas após.

Registrou-se:

Para uma gasagem de 5 segundos houve uma perda de 0,4%.

Para uma gasagem de 40 segundos houve uma perda de peso de 0,2%.

Isto quer dizer que:

NÃO

Para temperatura (de 21,5 a 22,5°C) e pressão dinâmica de 12 PSIG, quanto maior o tempo de gasagem, menor a intensidade desta 3a. etapa, por que mais extensa será a reação química, gerando uma película de Silicato mais impermeável, que dificultará a difusão da umidade residual para a atmosfera.

Sendo assim, as duas primeiras etapas são favorecidas por maiores tempos de gasagem, enquanto que a terceira é favorecida por curtos tempos de gasagem.

^{FIM} Veja as curvas (1) e (5) da (fig.2)e,(fig.3) referente a estocagem.

2.1.2 - Tempo de Mistura

Na maioria das fundições usa-se um tempo de 3 a 5 minutos.

Para o nosso trabalho foi considerado o seguinte tempo:

1a. Parte:

Areia + Colapsibilisante = 40 segundos

2a. parte:

Areia, Colapsibilisante + Silicato de Sódio C-112
= 3,5 minutos.

Tempo Total:

4 minutos e 10 segundos, para as nossas condições de quantidade de Silicato, granulometria da areia e quantidade em peso a ser misturada, o que facilitou a homogeneidade final da mesma.

2.1.3 - Gasagem

Este é o fator mais importante. Na prática, poucas são as fundições que fazem a gasagem adequada. Sendo assim, é objetivo da Liquid Carbonic, mostrar através dos resultados experimentais, aqui apresentados, qual a melhor técnica de gasagem para uma pressão de referência escolhida adequadamente, a qual está diretamente ligada à granulometria da

areia e a quantidade de Silicato usada na mistura. A (fig. 1) mostra que, para uma granulometria de 80-90 AFS e para uma quantidade de Silicato em torno de 3%, a pressão de referência de gasagem, situa-se na vizinhança de 15 lbs/pol.² (estática) (Boletim Técnico da Liquid Carbonic nº 1.03.47.)

Assim sendo, preparou-se um gabarito para a gasagem dos corpos de provas, garantindo a passagem do fluxo do CO₂, através dos mesmos, sem haver perda de gás entre as superfícies do gabarito e dos machos, dando-nos uma pressão dinâmica de gasagem em torno de 12 lbs/pol.².

2.2 - RESULTADOS

2.2.1 - Para temperatura de Gasagem entre 21,5 a 22,5°C

Permeabilidade:

Para um macho padrão de 2" de diâmetro x 2" de altura, com uma compactação de 3 golpes de martetele, como estipulado pelas normas AFS, e para uma granulometria da areia com módulo 80-90 AFS, obtivemos os seguintes resultados, que podem ser expressos como a quantidade de ar em cm³ que passa por minuto através do mesmo.

1 - Medidas tomadas logo após gasagem:

120 (permaneceu constante para as gasagens de 5 a 40 segundos).

- 2 - Medidas tomadas 24 horas após a gasagem:
120 (idem)
- 3 - Medidas tomadas após a gasagem dos machos pintados e queimados
130 (idem)
- 4 - Medidas tomadas 24 horas após gasagem dos machos pintados e queimados:
130 (idem).

Os resultados são bem satisfatórios, considerando que a nossa areia aqui utilizada de módulo 80-90 AFS não é a mais favorável para uma permeabilidade perfeita. Para o ferro fundido e o aço, necessita-se de uma permeabilidade em torno de 100 e 120 cm^3/min . para peças grandes.

Fluidez

Definida como a maior ou menor facilidade que os grãos de areia da mistura tem em se distribuir, por exemplo, dentro de um molde, quando submetidos a uma compactação mecânica.

Sendo uma propriedade importante para mecanização, registramo-la da seguinte maneira:

Mediu-se a dureza nas paredes vertical e horizontal e dividiu-se esses valores:

Foi registrado que:

As relações variam desde 0,9 para uma gasagem de 5 segundos até 1,1 para 40 segundos. Isto quer dizer que para uma moldação mecânica, a dureza na parede horizontal (onde recebe o impacto mecânico), é quase ou igual a da parede vertical. Sendo assim, para peças de formatos complicados isto oferece uma grande vantagem.

Resistência à Tração e Compressão

Veja as curvas de (1) a (8) da (fig.2) e verifique o comportamento dos mesmos, tendo o tempo de gasagem como variável:

- Rompendo os machos logo após a gasagem.
- Rompendo os machos 24 horas após a gasagem.
- Pintados logo após a gasagem com grafite + álcool + ligador, queimando-os e rompendo-os a seguir.
- Pintados logo após a gasagem com grafite + álcool + ligador, queimando-os e rompendo-os 24 horas após.

Umidade

Veja as (figs. 3 e 4) referente a estocagem dos machos. A (fig.3) mostra que para gasagens curtas, a dureza cresce acentuadamente com a estocagem, quando

- 10 -

comparadas com tempos de gasagem maiores.

Verifica-se que:

↙ Para uma gasagem longa de 40 segundos houve um decrés
cimo na dureza após um dia de estocagem. Este fenôme-
no ocorreu devido aos seguintes fatores:

1. Após a gasagem longa, o macho ou molde é esfriado a uma temperatura abaixo da temperatura ambiente local e, devido a diferença de pressão parcial de vapor d'água entre o macho e o ar, este inicialmente absorverá um pouco mais de umidade
2. Gasagem longa, como excesso de gasagem, acarreta formações de Bicarbonato de Sódio, agravando o problema descrito no idem acima.

A (fig.4) mostra que para os mesmos machos pintados com grafite + álcool + ligador e queimados, a dureza decresce relativamente com a estocagem, em comparação com os machos não pintados, isto porque, o álcool sempre contém água dissolvida que não se queima.

Obs.:

Não obtivemos uma boa precisão nestes resultados em relação ao aumento do tempo de gasagem, devido aos diferentes tempos de queima dos machos, porém, ficou registrado o decrescimento acentuado na sua dureza com a esto-

cagem até 7 dias (o que poderá se agravar mais daí por diante).

2.2.2 - Para temperaturas de Gasagem de 30 e 60°C.

Preparou-se inicialmente um aquecedor de imersão de 1200W provido de um estabilizador de temperatura controlado por termômetros de resposta rápida.

Resistência à Tração

1. Na (fig.5) mostramos o resultado dos testes de tração logo após a gasagem, com as respectivas temperaturas de 30 e 60°C.
2. Verifica-se que o valor médio da dureza inicial 75 AFS (fig.6), está compreendido entre os valores dos machos gasados a frio (normal) com 62 AFS inicial (fig. 3) e os pintados e queimados respectivamente, cuja dureza é 88 AFS inicial (fig.4).
É importante ressaltar que este resultado não sofre alteração com a estocagem.
3. Constatou-se também que a resistência não sofre uma variação acentuada com o aumento do tempo de gasagem e a mesma não decresce 24 horas após, permanecendo as mesmas curvas da (fig.5).
4. A temperatura de 30°C é a mais adequada, pois os resultados são semelhantes aos de 60°C e acarretam menor gas

- 12 -

to de energia e maior facilidade de controle de gasagem.

Obs.:

Sendo os testes de tração os que nos oferecem a maior precisão nos resultados e os que nos indicam maior ou menor força de coesão entre os grãos envolvidos pela película de Silicato reagida quando solicitados a esforços trativos, omitimos os testes de compressão que já sabemos, a priori, que são ainda mais favoráveis.

Umidade

Foram constatados os seguintes fenômenos a uma temperatura do fluxo do CO_2 de 30°C .

A redução de peso registrada após a gasagem foi de:

0,3% para uma gasagem de 5 segundos.

0,5% para uma gasagem de 40 segundos.

O fenômeno físico da secagem da mistura quando da passagem do CO_2 aquecido, é aumentado quando comparado com a temperatura de gasagem normal (a frio) estando de acordo com a (fig.5).

A redução de peso 24 horas após então foi de:

0,1% para uma gasagem de 5 segundos

0,1% para uma gasagem de 40 segundos

O uso de temperaturas entre 30 e 60°C, acelera a reação química da cura do processo CO₂, além disso estando o gás aquecido, tem maior capacidade de secagem, pois sua umidade relativa é menor. Isto é, as duas primeiras etapas do processo, reação química e secagem, ocorrem simultaneamente. A diminuição do peso 24 horas após gasagem, que foi apenas de 0,1%, mostra não haver portanto a secagem final (por difusão de umidade para a atmosfera), que viria a se completar com a estocagem, como é o caso (fig.3) dos machos gasados normalmente a frio.

Quanto ao tempo de gasagem, fica perfeitamente demonstrado que 5 segundos são suficientes para a obtenção de bons resultados.

Agradecimentos:

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Ensaios de Areiais da Escola Técnica Federal Celso Suckow da Fonseca. Queremos aqui agradecer ao Diretor e aos Professores de fundição pela colaboração prestada para a realização do mesmo.

3 - CONCLUSÕES

3.1 - Gasagem normal à frio

- Menores tempos diminuem a quantidade de CO₂ usada e permitem o aumento da resistência com a es-

tocagem.

- Maiores tempos aumentam as resistências iniciais, assim como a dureza, facilitando o uso imediato dos machos ou moldes, contudo, tempos de gasagem acima de 40 segundos desfavorecem a estocagem.
- Os machos quando pintados e queimados tem propriedades iniciais sensivelmente melhoradas, porém estas propriedades decrescem com a estocagem.

3.2 - Gasagem a quente entre 30 e 60°C

- Favorece significativamente o processo, conduzindo a obtenção de machos e moldes de qualidade e vida elevadas.
- Permite a obtenção de machos e moldes de resistência elevada com menores tempos de gasagem e, conseqüentemente, reduções do consumo de CO_2 .
- Reduz a necessidade de controle de tempos de gasagem.

3.3 - Conclusões Secundárias

Embora não tenham sido detalhados, especificamente, os itens que se seguem, apresentamos por serem de

grande importância ao uso do processo.

3.3.1 - Práticas recomendáveis do processo CO₂

Para obtenção de resultados consistentes, os seguintes detalhes devem ser observados:

- Granulometria utilizada adequada (entre 60 e 90 AFS).

A experiência mostra que os problemas de gasagem aumentam com a elevação do módulo da areia utilizada.

- Pressão e tempo de gasagem corretos.

De acordo com a (fig.1) e tamanho do macho ou molde respectivamente.

- Tempo de mistura ideal para boa homogeneização (é função do volume)

- Utilizar areia com níveis de argila compatível (no máximo 1%).

- Evitar escapamento de CO₂ no processo de gasagem.

4. BIBLIOGRAFIA

- Boletins Técnicos pertencentes ao Arquivo Técnico da Liquid Carbonic Indústrias S/A.

- K.E.L. Nicholas

The CO₂ - Silicate Process in Foundries

DETERMINAÇÃO DA PRESSÃO DE REFERÊNCIA PARA GASAGEM

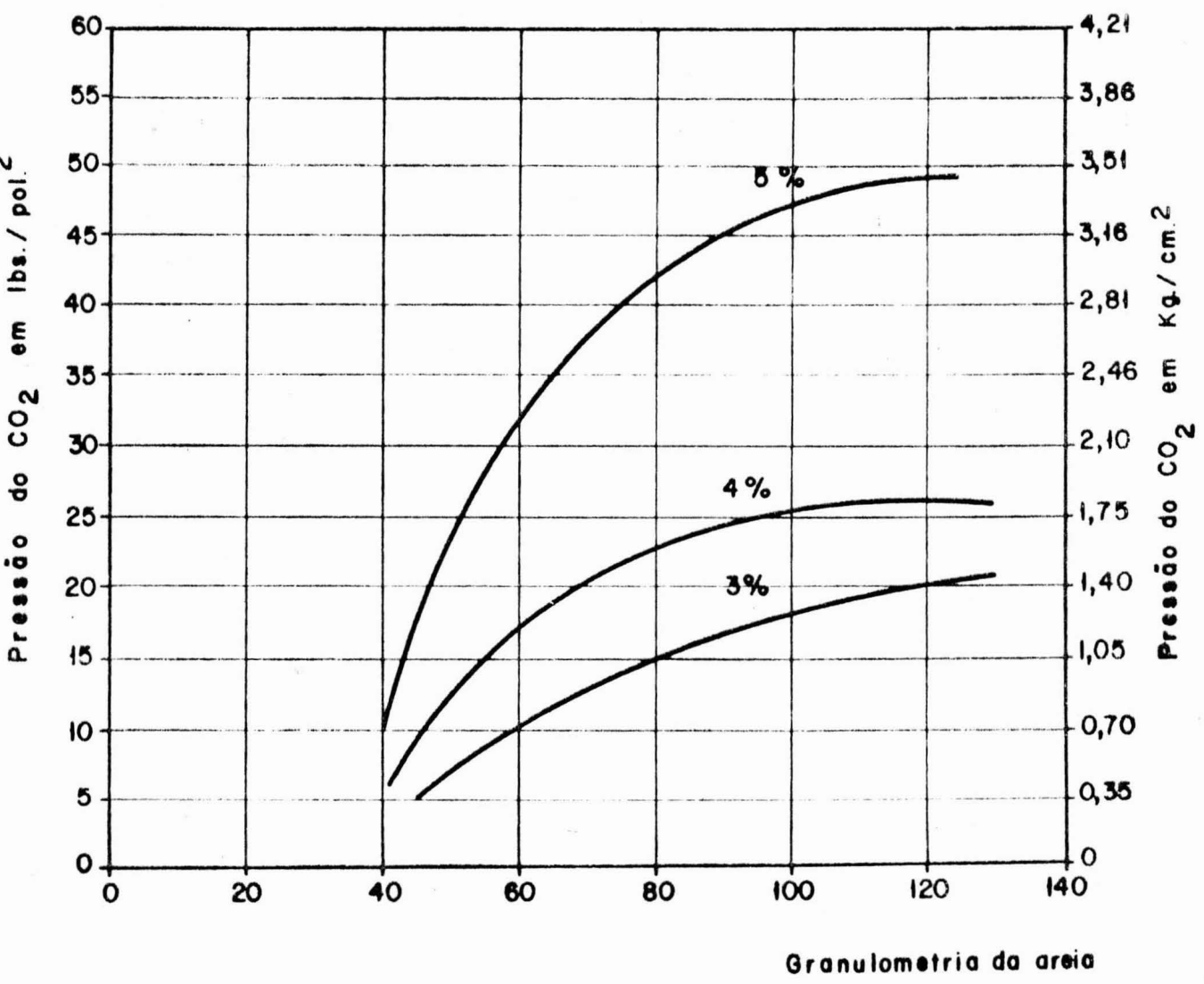


FIGURA Nº 1

VARIAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS À TRAÇÃO E COMPRESSÃO

75

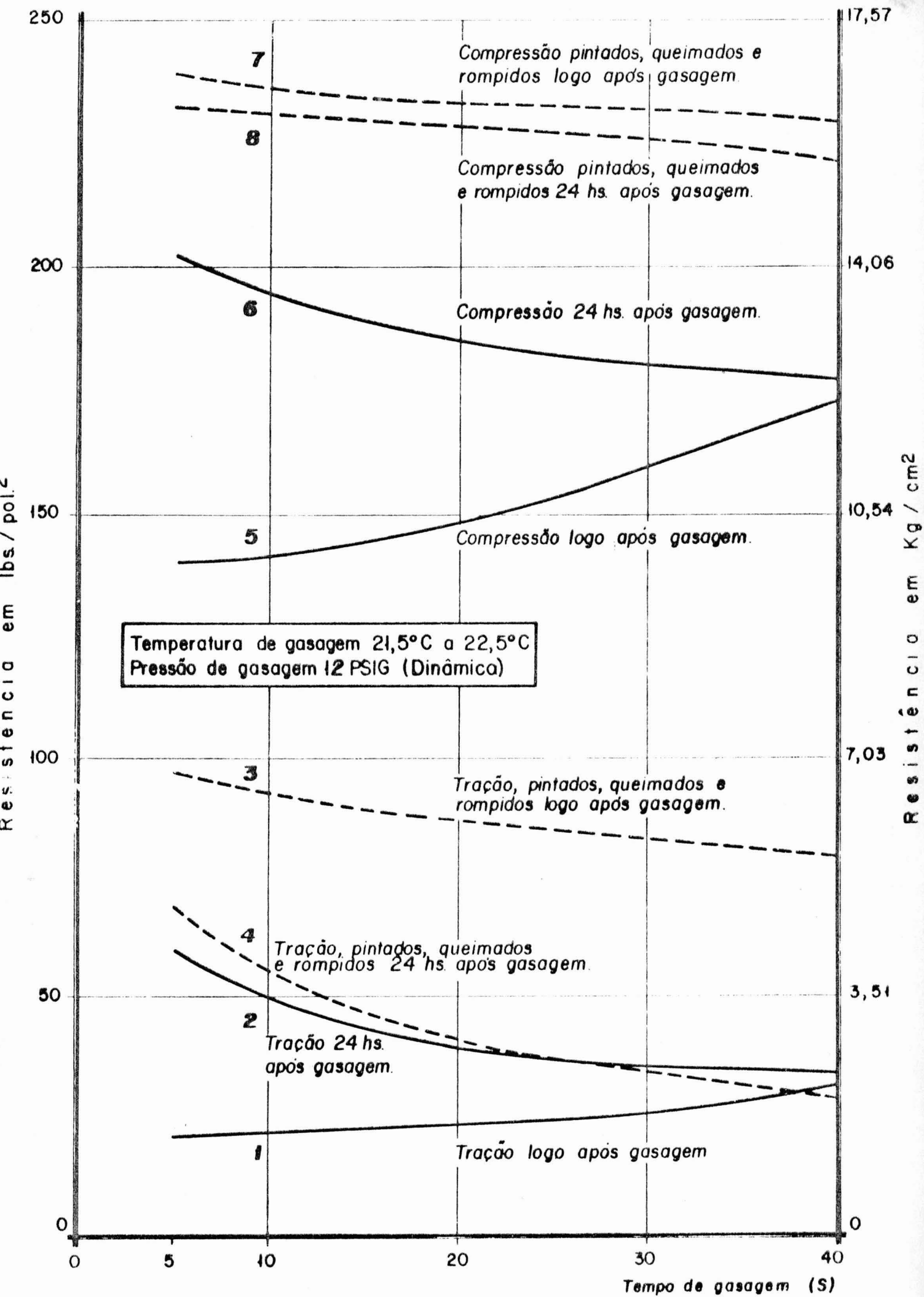


FIGURA Nº 2

ESTOCAGEM DOS MACHOS SEM PINTAR

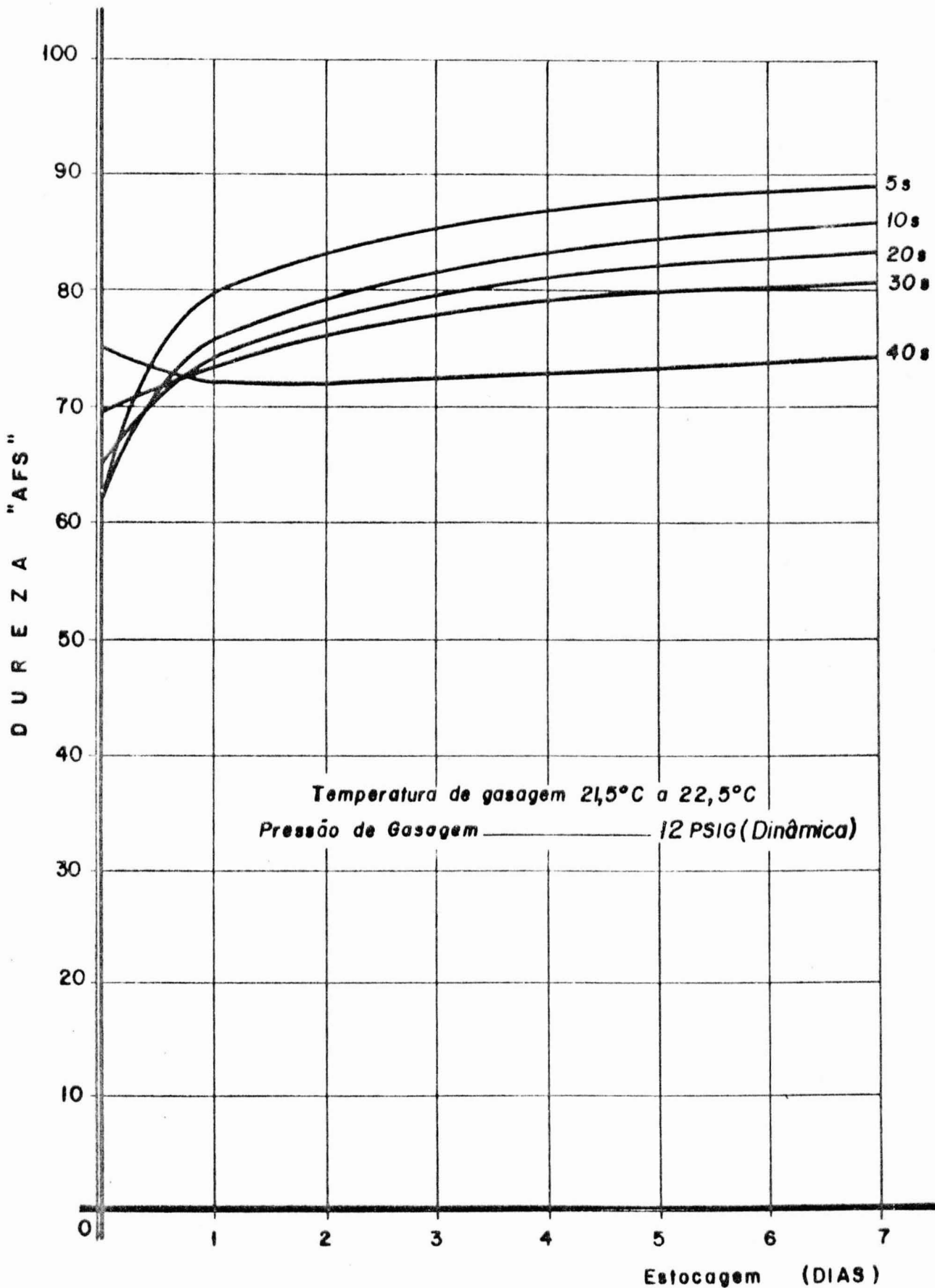


FIGURA Nº 3

ESTOCAGEM DE MACHOS PINTADOS E QUEIMADOS

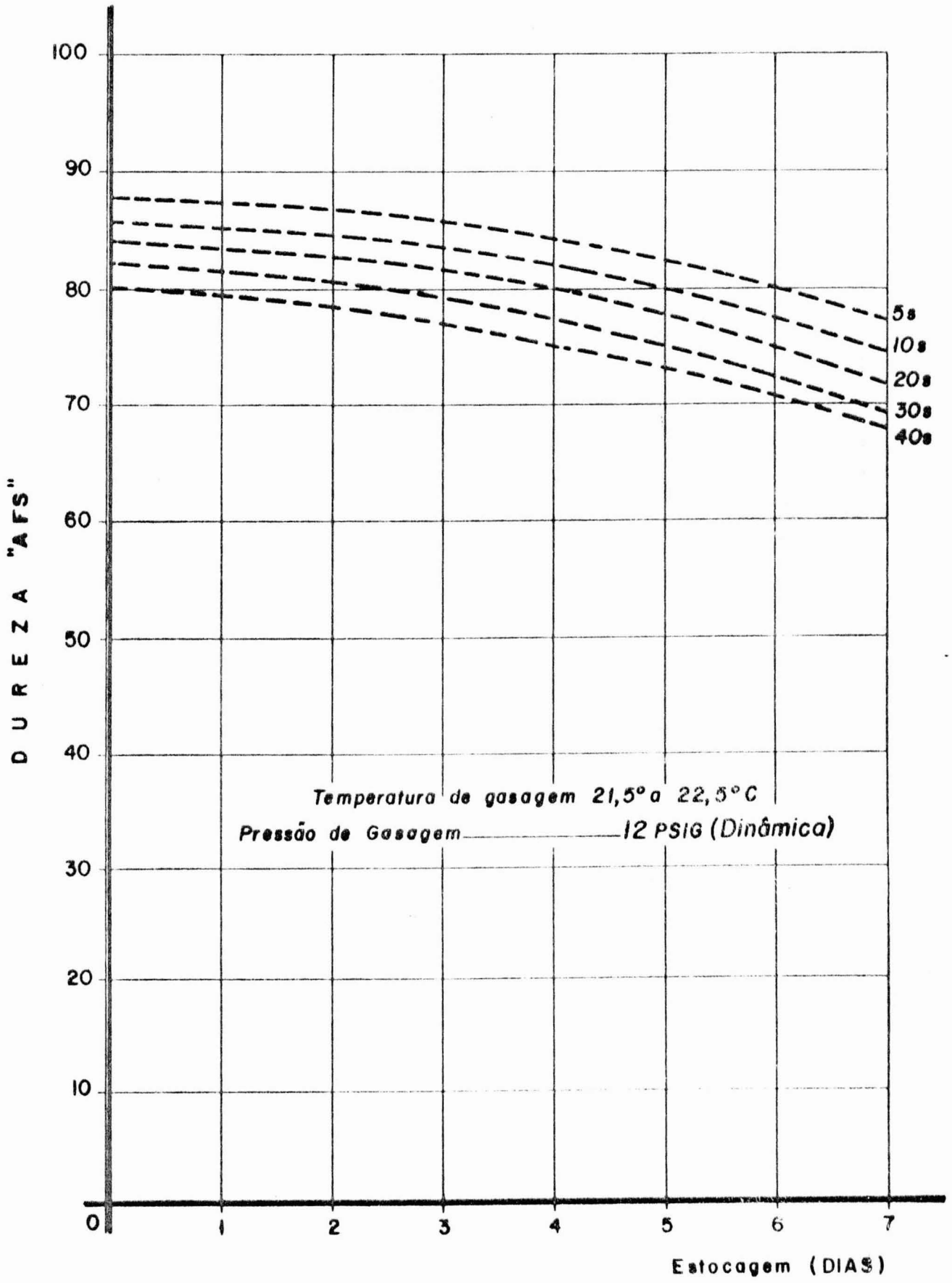


FIGURA Nº 4

VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

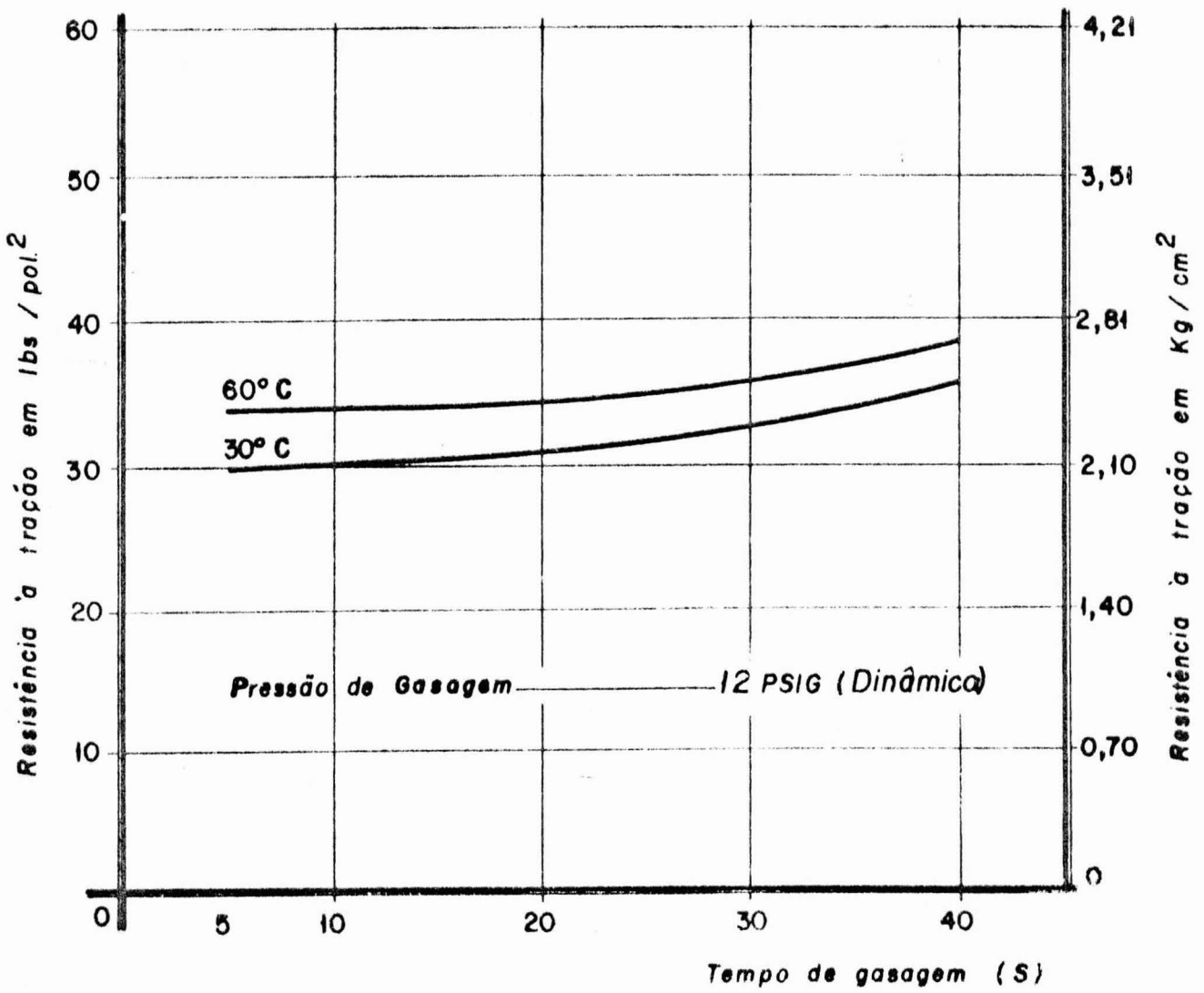


FIGURA Nº 5

ESTOCAGEM DE MACHOS GASADOS A QUENTE

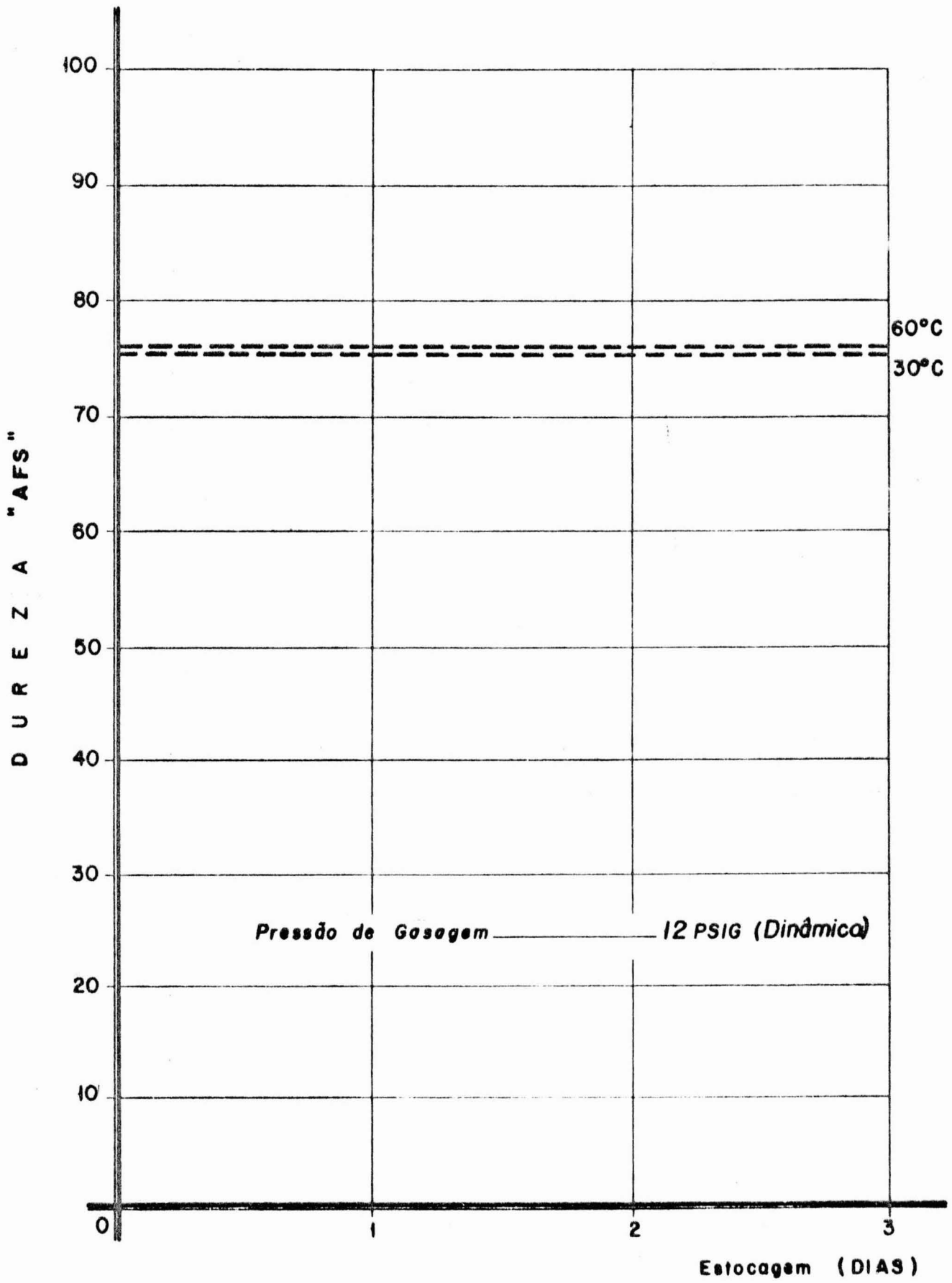


FIGURA Nº 6