

IMPORTÂNCIA DE UM LABORATÓRIO DE TESTES DE MATERIAIS REFRAATÓRIOS EM USINAS SIDERÚRGICAS

Aluysio dos Santos (2)

João Rodrigues Correa Filho (3)

Gilberto Tomaz Magalhães (4)

I - RESUMO

O referido trabalho ressalta a importância de um Laboratório de Testes para usuários de materiais refratários, expondo as vantagens e os benefícios a serem obtidos no que tange a controle de qualidade, desenvolvimento técnico do pessoal, Feed-Back aos fabricantes de refratários alicerçados em dados de laboratórios e operacionais.

-
- (1) Contribuição Técnica a ser apresentada no Simpósio COAÇO/COREF em novembro de 1979, Porto Alegre RS.
 - (2) Membro da ABM chefe da Divisão de Manutenção Civil e Refratário - da USIMINAS - Ipatinga MG.
 - (3) Membro da ABM Engenheiro Operacional, Assessor Técnico da Divisão de Manutenção Civil e Refratário da USIMINAS - Ipatinga MG
 - (4) Membro da ABM Técnico Químico, Supervisor de Laboratório de Teste de Materiais Refratários da Seção de Manutenção Refratária da - USIMINAS - Ipatinga MG

II - INTRODUÇÃO

O material refratário sofre quando na sua fabricação um controle de qualidade visando a sua aplicação de maneira bastante genérica, pois seria quase impossível por parte dos fabricantes paralisar uma linha de produção de materiais refratários para fabricar poucas unidades que teria sua aplicação limitada. De algum modo teria este material que ser submetido a um controle mais objetivo sem prejuízo de ambas as partes.

A implantação de um Laboratório de Testes em materiais refratários nas Usinas Siderúrgicas vem de encontro com estas expectativas, pois sendo o consumidor o principal interessado no melhor desempenho do material que aplica e quem vai acompanhar o comportamento deste cu daquele material aplicado, tem ele a obrigação de desenvolver-se tecnicamente a respeito, como também fornecer subsídios aos fabricantes, objetivando um desenvolvimento conjunto que certamente contribuirá em muito para a melhoria da qualidade na fabricação dos materiais refratários

Na Usiminas esta necessidade foi sentida há muito tempo, mas somente em 1976 foi implantado um Laboratório de Testes em materiais refratários e hoje com aproximadamente três anos de operação, o Laboratório vem executando ensaios específicos nos materiais refratários e pesquisando resultados para se obter as características de cada material de acordo com os esforços a que estarão sujeitos quando em operação.

Podemos afirmar que o Laboratório de Teste em ma
teriais refratários tem contribuído positivamente e vem proporcionando a
Usiminas resultados dos mais significativos.

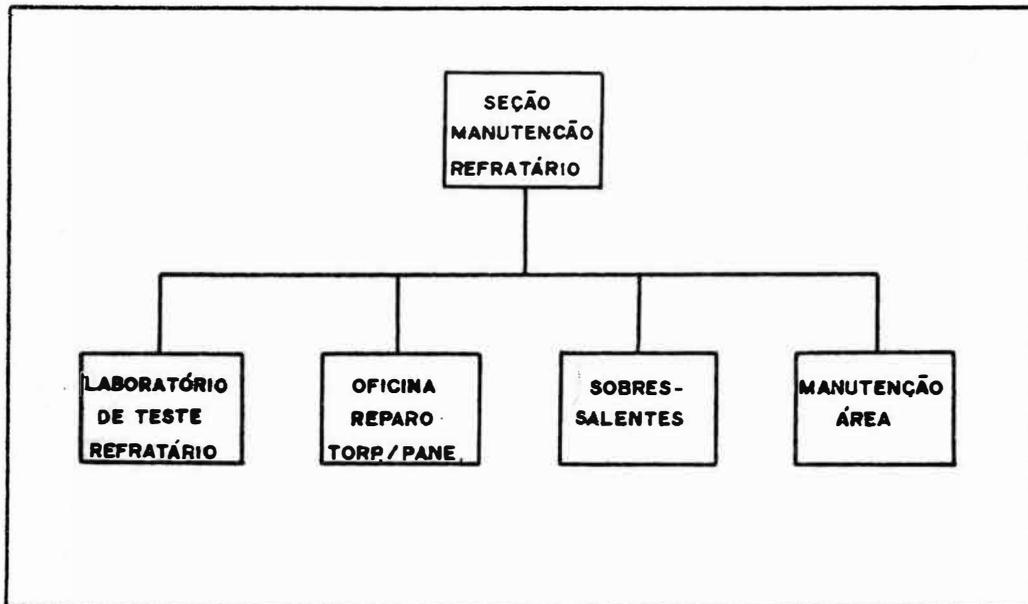
Neste trabalho procuramos mostrar a importância
de um Laboratório de Teste de materiais refratários em Usinas Siderúrgicas
bem como as vantagens obtidas no controle de qualidade, Feed-Back aos fa
bricantes e desenvolvimento técnico do pessoal.

III - DESENVOLVIMENTO

Composição do Efetivo

Na USIMINAS o Laboratório de Teste em materiais-refratários está ligado diretamente ao setor de aplicação, contando atualmente com:

- | | |
|-----------------|---------------------------|
| 1 Engenheiro | 1 Engenheiro de Pesquisas |
| 1 Técnico | 1 Técnico de Pesquisas |
| 1 Laboratorista | |



Equipamentos

A figura I em anexo apresenta o lay-out das instalações do Laboratório de Teste em materiais refratários da USIMINAS com a distribuição dos seus diversos equipamentos com suas respectivas características.

Testes

As figuras II e III em anexo mostram a relação dos testes executados e as normas utilizadas pelo Laboratório de Teste da USIMINAS.

Controle de Qualidade

a) Recebimento de Material

Fig. IV-A - Fluxograma de Recebimento de Material p/ Experiência

FABRICANTE	SETOR APLIC.	LABCRATÓRIO	DESCRIÇÃO
□			O fabricante fornece o material p/ experiência ao Setor de Aplicação
	□		Recebe o material e fornece ao Laboratório amostra do mesmo informando as condições operacionais a que estará sujeito o material quando aplicado.
		□	Efetua todos ensaios mais representativos das condições operacionais e analisa conjuntamente com o setor de Aplicação
	□		De posse dos resultados obtidos no Laboratório e no campo faz a comunicação ao fornecedor.
□			Recebe a comunicação e analisa os resultados

FIG. IVB- FLUXOGRAMA DE RECEBIMENTO DE MATERIAL DE ROTINA

FABRICANTE	APROVISIONAMENTO	LABORATÓRIO	SETOR APLIC.	DESCRIÇÃO
				O fabricante fornece o material ao Setor de Aprovisionamento
				Recebe o material inspeciona e comunica com o Laboratório de Teste.
				Recolhe as amostras de cada lote de acordo com as normas vigentes ou normas pré-estabelecidas entre a empresa e o fornecedor passando a efetuar todos os ensaios necessários, remetendo posteriormente os resultados com parecer técnico ao setor de Recebimento para liberação ou recusa dos referidos materiais.
				Recebe o parecer técnico do Laboratório em duas vias ficando com uma via e emitindo a segunda ao fabricante. De acordo com o parecer técnico do Laboratório libera o material para o Setor de aplicação ou processa a devolução do material para o fabricante.
				Requisita o material em estoque e aplica.
				Recebe a devida comunicação do Setor de Aprovisionamento.

b) Seleção do Material

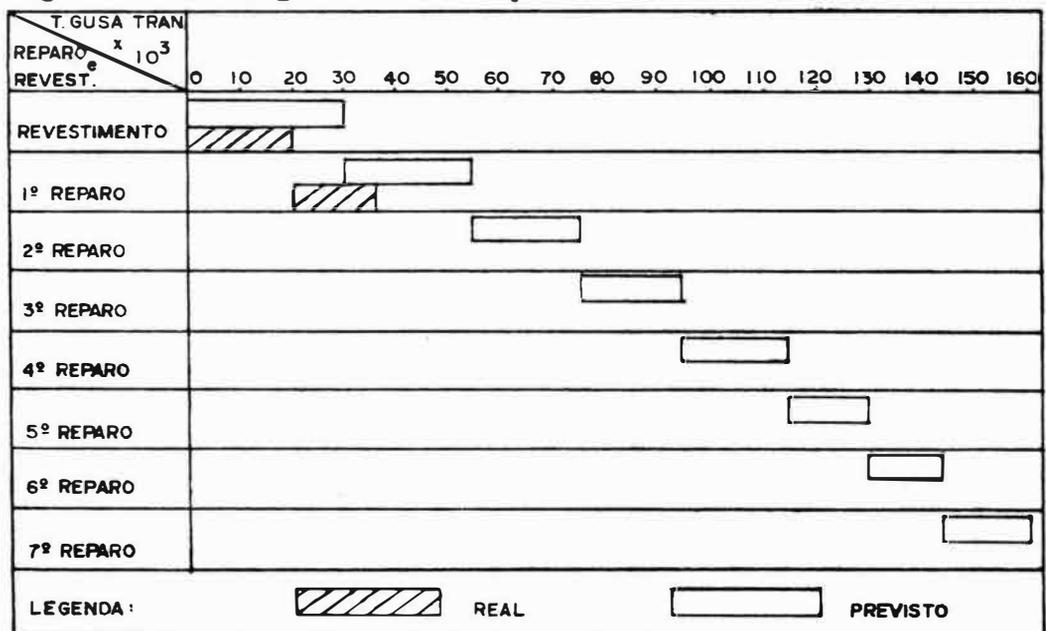
Os materiais quando fabricados tem suas características voltadas a atender a uma classificação a qual varia em decorrência do processo de fabricação, formulação e matérias primas empregadas por cada fabricante.

Em decorrência destes fatores cabe ao consumidor utilizar-se de técnicas e métodos para especificar as características do refratário a ser utilizado naquele determinado equipamento, levando-se em conta todas as suas condições operacionais, objetivando com esse estudo empregar um material que aumente a vida útil do revestimento, reduzindo os tempos de reparos e custo operacional. Antes da implantação do Laboratório de Teste em material refratário na USIMINAS, tivemos resultados dos mais variados.

Exemplificando mostramos um carro torpedo de 250 t. que apresentou resultado negativo na sua campanha.

O cronograma de operação e reparo deste carro estava previsto-conforme o quadro da figura V.

Figura V - Cronograma de execução e reparo



O quadro da figura V mostra que o carro torpedo foi retirado de operação com apenas 36.000 t. de gusa transportado, o que representa 22,5% da t. de gusa que o mesmo deveria transportar, elevando o consumo de refratário em 212 %.

A retirada antecipada deste carro torpedo de operação para demolição acarretou uma mudança total no controle de carros torpedo a disposição da operação influenciando negativamente na produção da Usina.

Os danos materiais que podem causar a uma empresa quando se aplica materiais que foram especificados pelo fabricante como correto e na realidade não atendem ao proposto, podem causar como vimos no caso da USIMINAS transtornos dos mais sérios, comprometendo - sobremaneira o fabricante. Lembramos que os testes realizados anteriormente em amostras retiradas ao acaso conforme norma não acusaram irregularidades.

O quadro da figura VI em anexo mostra os critérios adotados pela USIMINAS para teste nos refratários recebidos.

Inicialmente é considerado somente os testes mais representativos para liberação do material pelo setor de Aprovisionamento e consequentemente ficando a disposição do setor de aplicação para o uso do mesmo. Posteriormente é feita a complementação dos testes.

FIG. IV - FREQUENCIA DOS TESTES REALIZADOS NA USIMINAS

TIPOS DE REFRAATÁRIOS	FREQ. DOS TESTES POR FORNEC.	TIPOS DE TESTES
TIJOLOS DO CARRO TORPEDO	DIÁRIA	Densidade aparente Porosidade aparente Refratariedade simples Resistência a compressão Resistencia a flexão
TIJOLOS DAS PANEAS DE AÇO	QUINZENAL	Idem, Idem.
TIJOLOS DAS PANEAS DE GUSA	QUINZENAL	Idem, Idem.
TIJOLOS PADRONIZADOS	SEMANAL	Idem, Idem.
TIJOLOS PARA OS <u>CONVERTE.</u> DORES DAS ACIARIAS I e II E MISTURADORES DA AC-I	DIÁRIA	Idem, Idem.
ARGAMASSA E CONCRETOS	SEMANAL	Refratariedade simples Granulometria

Controle Estatístico Qualitativo

Quando no recebimento é feito a amostragem do material e efetuado os testes mais representativos a que se destina o material.

Os valores encontrados nos testes efetuados durante o mês são reunidos em um histograma separado por classe e teste efetuado.

Este quadro nos permite avaliar as disparidades de valores entre materiais de fabricantes diferentes e a variação das características dos materiais de um mesmo fabricante em um determinado período.

Podemos observar estas variações nas figuras VII, VIII, IX, X e XI em anexo.

Desenvolvimento Técnico

O Laboratório de Teste proporcionou ao pessoal de aplicação uma ampla visão, passando a observar o comportamento do refratário não só pelo seu rendimento após a aplicação, mas também através de análise do material antes de sua aplicação, visando utilizar o material com características que contribuirão para uma melhor performance do equipamento.

O pessoal de aplicação teve os seus conhecimentos aprimorados elevando com isso seu nível técnico possibilitando avaliar com mais objetividade as causas dos desgastes prematuros de materiais refratários deixando desta forma de ser simples aplicador dos mesmos.

As Informações dadas pelo pessoal de aplicação para o fabricante, passou a ter maior confiabilidade e serem mais objetivas.

As informações que eram simplesmente dados sobre o rendimento do material passaram a conter dados das propriedades que possivelmente estariam influenciando sua performance.

Apesar dos esforços da ABNT para normalizar os testes em materiais refratários no país, tornou-se necessário a adoção de normas de outros países e até mesmo pequenas revisões nas existentes. No desenvolvimento das atividades do Laboratório foi possível apresentar su gestões para revisões de normas existentes e elaboração de novas normas.

Novos produtos refratários estão em fase de desenvolvimento por diversos fabricantes para atender à aplicações específicas, baseado em informações e dados técnicos fornecidos pelo setor de aplicação através do Laboratório de Teste em materiais refratários, ocorrendo com isso um relacionamento fabricante/consumidor resultando em inúmeros benefícios para ambos.

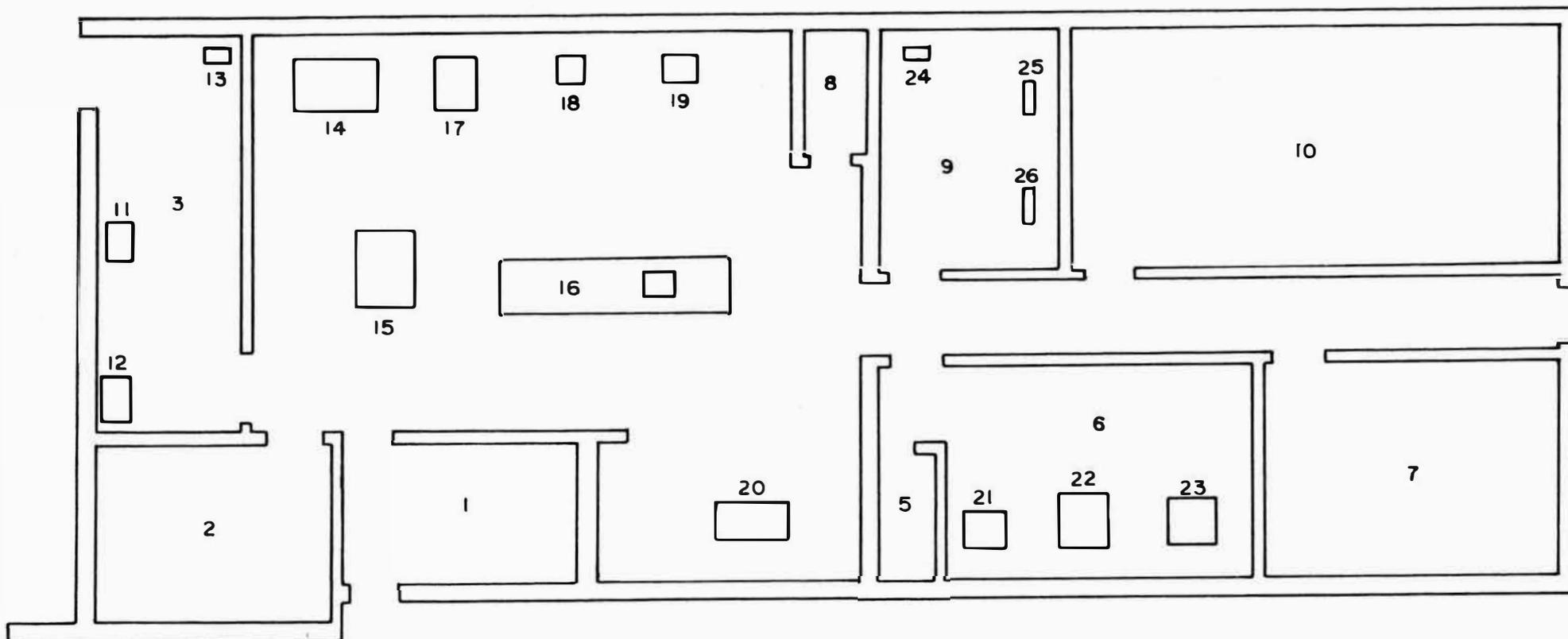
Hoje temos uma perfeita visão da conscientização dos nossos fabricantes de refratários na certeza de que estão no caminho certo, procurando a cada dia aprimorar a qualidade dos materiais refratários contribuindo com isto no aumento da vida útil do equipamento das Usinas.

IV - CONCLUSÃO

O exposto no presente trabalho nos permite avaliar as vantagens obtidas com a implantação do Laboratório de Teste em materiais refratários nas empresas consumidoras.

- Controle de qualidade do material a ser aplicado
- Maior vida útil do equipamento
- Contribuir com os fabricantes no que tange a informações da performance do material visando uma melhoria na qualidade do mesmo
- Redução de custo
- Desenvolvimento técnico do pessoal
- Fornecer subsídios ao pessoal de aplicação objetivando escolher entre os materiais disponíveis em estoque, aquele que apresente maiores possibilidades de um maior desempenho em um determinado equipamento.

LAY - OUT



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 01 - Escritório | 14 - Painel do Forno |
| 02 - Sala de Preparação de Amostras | 15 - Forno para teste de Módulo de Ruptura a quente
Variação Linear |
| 03 - Idem, Idem | 16 - Bancada |
| 04 - Ensaios a quente | 17 - Forno para teste de Escorificação |
| 05 - Estocagem de oxigênio e Gás | 18 - Estufa de 300°C |
| 06 - Ensaios físicos | 19 - Mufla de 1400°C |
| 07 - Estocagem de amostras | 20 - Forno para teste de refratariedade simples |
| 08 - WC | 21 - Prensa de 10 toneladas |
| 09 - Sala de balança | 22 - Painel de controle das prensas |
| 10 - Análise química | 23 - Prensa de 100 toneladas |
| 11 - Balança de 100 kg | 24 - 25 - 26 Balanças analíticas |
| 12 - Misturador de amostras | |
| 13 - Agitador de Peneiras | |

TESTE DE MATERIAL REFRAATÁRIO MOLDADO

ENSAIOS	NORMAS
ANÁLISE QUÍMICA (%)	JIS-R-2212
DENSIDADE APARENTE (g/cm ³)	ABNT-MB-67
DENSIDADE REAL (g/cm ³)	ABNT-MB-67
POROSIDADE APARENTE (%)	ABNT-MB-67
POROSIDADE TOTAL (%)	ABNT-MB-67
ABSORÇÃO (%)	ABNT-MB-67
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (kg/cm ²)	ABNT-PMB-71
RESISTÊNCIA À FLEXÃO (kg/cm ²)	ABNT-MB-72
MÓDULO DE RUPTURA À QUENTE (kg/cm ²)	ASTM-C-583
REFRATARIEDADE SIMPLES (°C)	JIS-M-8512
REFRATARIEDADE SOB CARGA (kg/cm ² °C)	ABNT-MB-70
CREEP (%)	ASTM-C-546
VARIAÇÃO LINEAR (%)	ABNT-MB-73
CHOQUE TERMICO - 1000 °C (ciclos)	BS-1902
ESCORIFICAÇÃO ESTÁTICO (%)	Especial

TESTE DE MATERIAL REFRAATÁRIO NÃO-MOLDADO

ENSAIOS	NORMAS
ANÁLISE QUÍMICA (%)	JIS - R - 2212
DENSIDADE APARENTE (g/cm ³)	ABNT - MB-67
DENSIDADE REAL (g/cm ³)	ABNT - MB-67
POROSIDADE APARENTE (%)	ABNT - MB-67
POROSIDADE TOTAL (%)	ABNT - MB-67
ABSORÇÃO (%)	ABNT - MB-67
RESISTÊNCIA  COMPRESSÃO (kg/cm ²)	ABNT - PMB-71
RESISTÊNCIA  FLEXÃO (kg/cm ²)	ABNT - MB-72
MÓDULO DE RUPTURA A QUENTE (kg/cm ²)	ASTM-C-583
REFRATARIEDADE SIMPLES (°c)	JIS- M- 8512
REFRATARIEDADE SOB CARGA (kg/cm ² °c)	ABNT - MB-70
CREEP (%)	ASTM- C - 546
VARIAÇÃO LINEAR (%)	ABNT - MB-73
CHOQUE TÉRMICO 1000°c (ciclos)	BS- 1902
ESCORIFICAÇÃO ESTTICO (%)	ESPECIAL
TEMPO DE PEGA (segundos)	BS- 1902
QUANTIDADE DE ÁGUA (%)	ESPECIAL
UMIDADE (%)	ABNT-PMB-231
GRANULOMETRIA (%)	ABNT-PMB-278
ADERÊNCIA (segundo)	JIS
AGLUTINAÇÃO (kg/cm ²)	JIS
TRABALHABILIDADE	ABNT - PMB- 309
RACHADURA - QUEIMA 1200°c	ESPECIAL

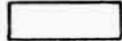
- Fig. VII -

POROSIDADE APARENTE

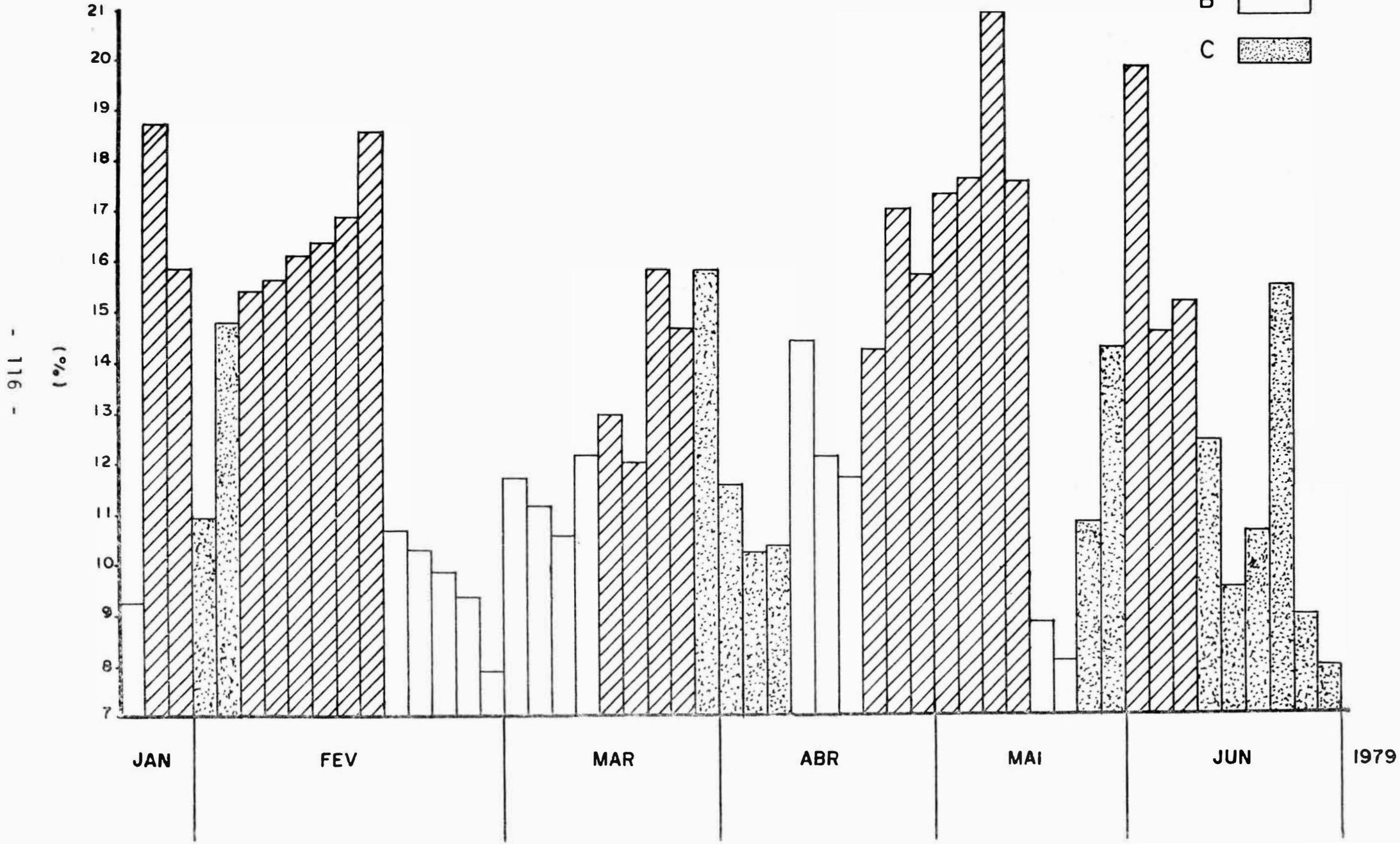
TIJOLOS SA 1ª

FABRICANTE:

A 

B 

C 



- Fig.VIII -

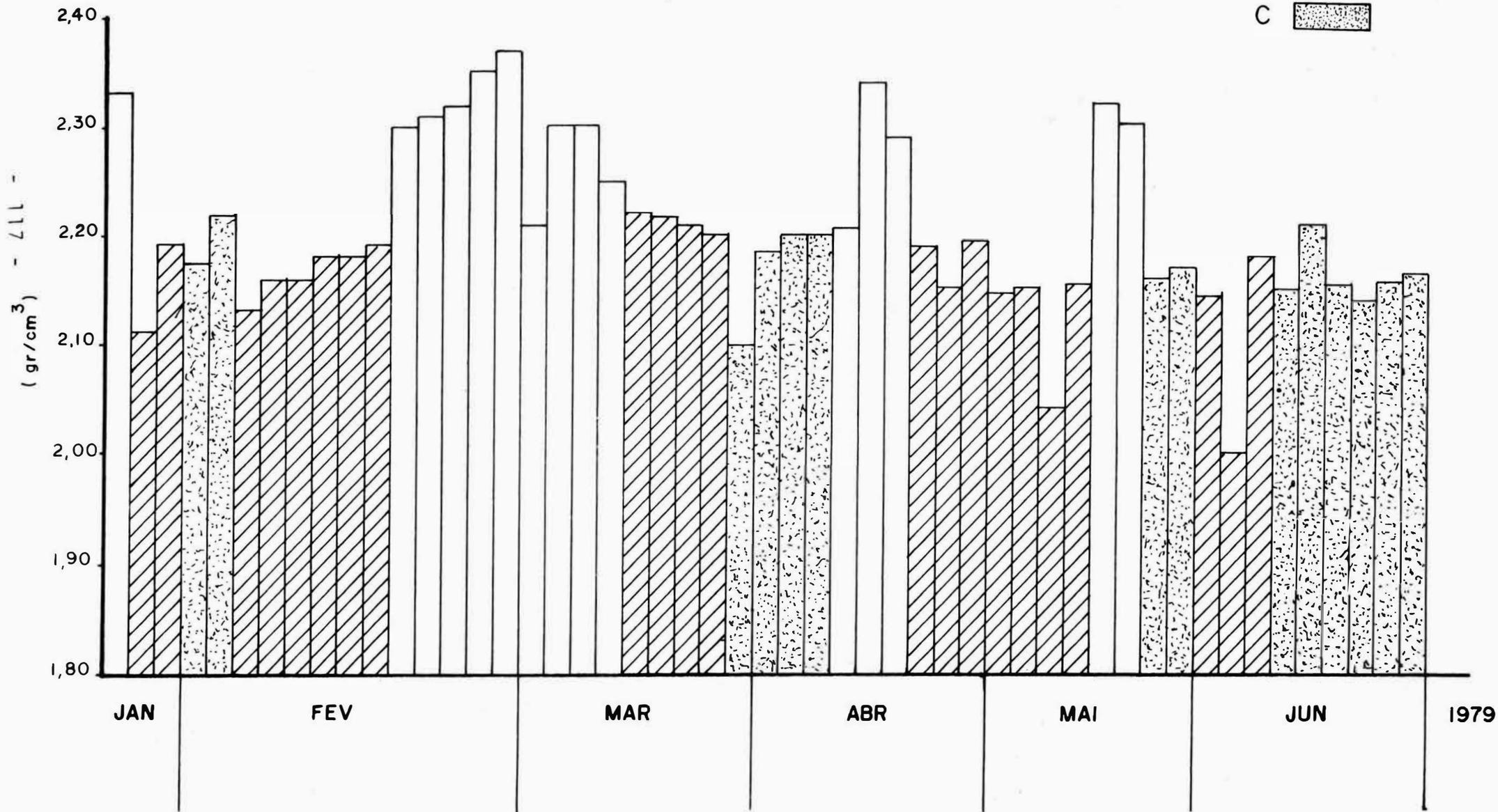
TIJOLOS SA 1^o

FABRICANTE:

A 

B 

C 



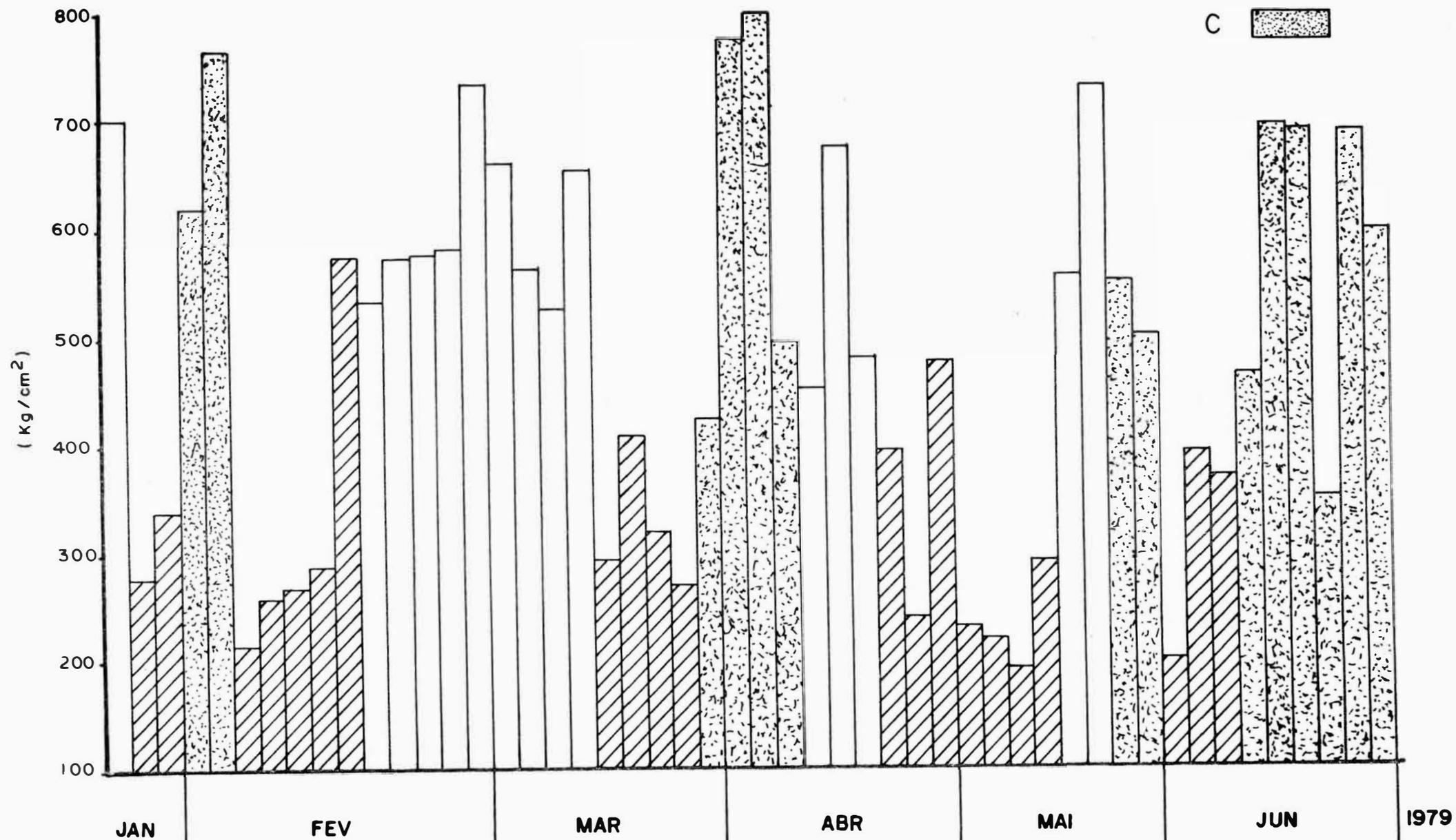
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

FABRICANTE:

- Fig. IX -

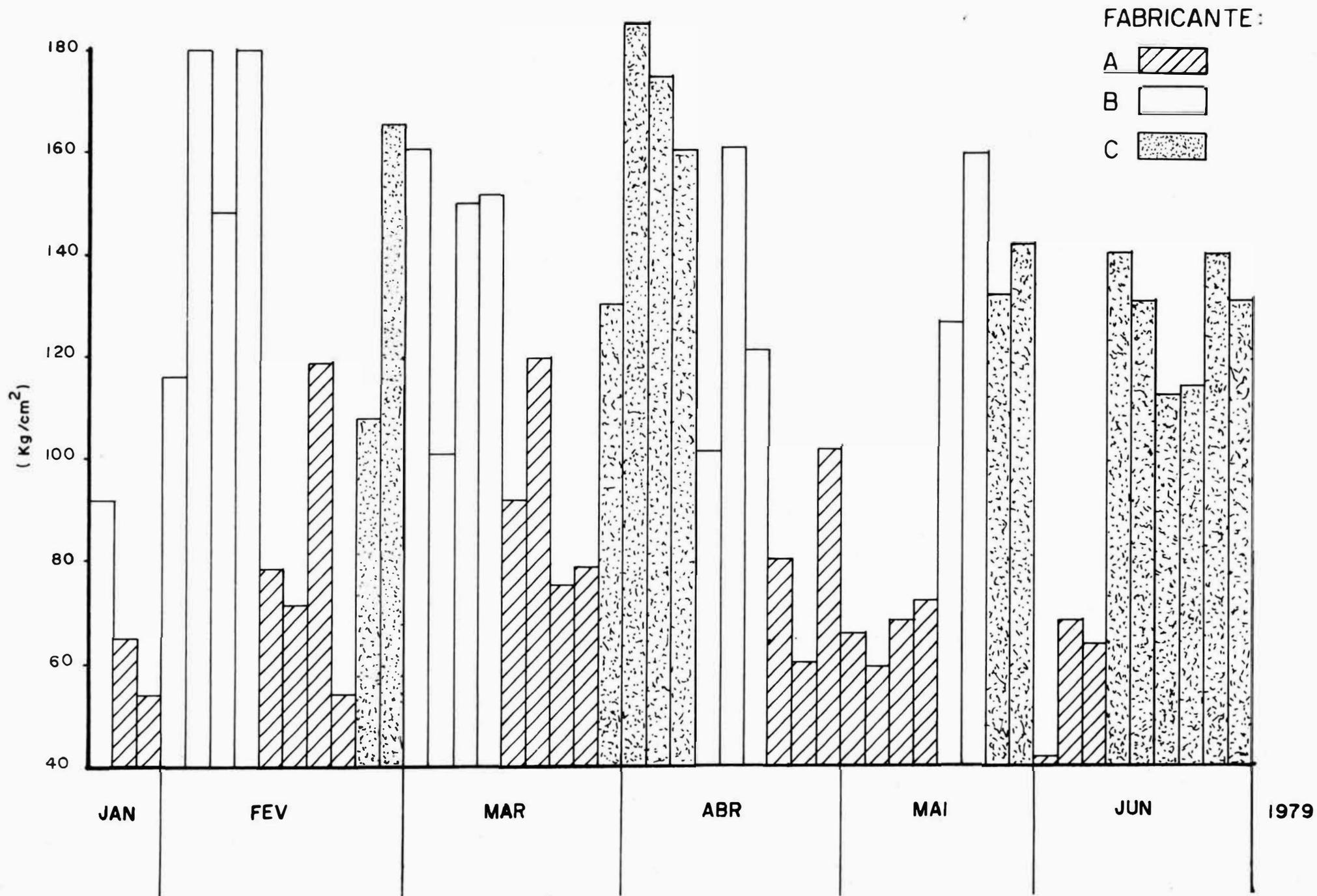
TIJOLOS SA 1^o

- A 
- B 
- C 



- Fig. X -

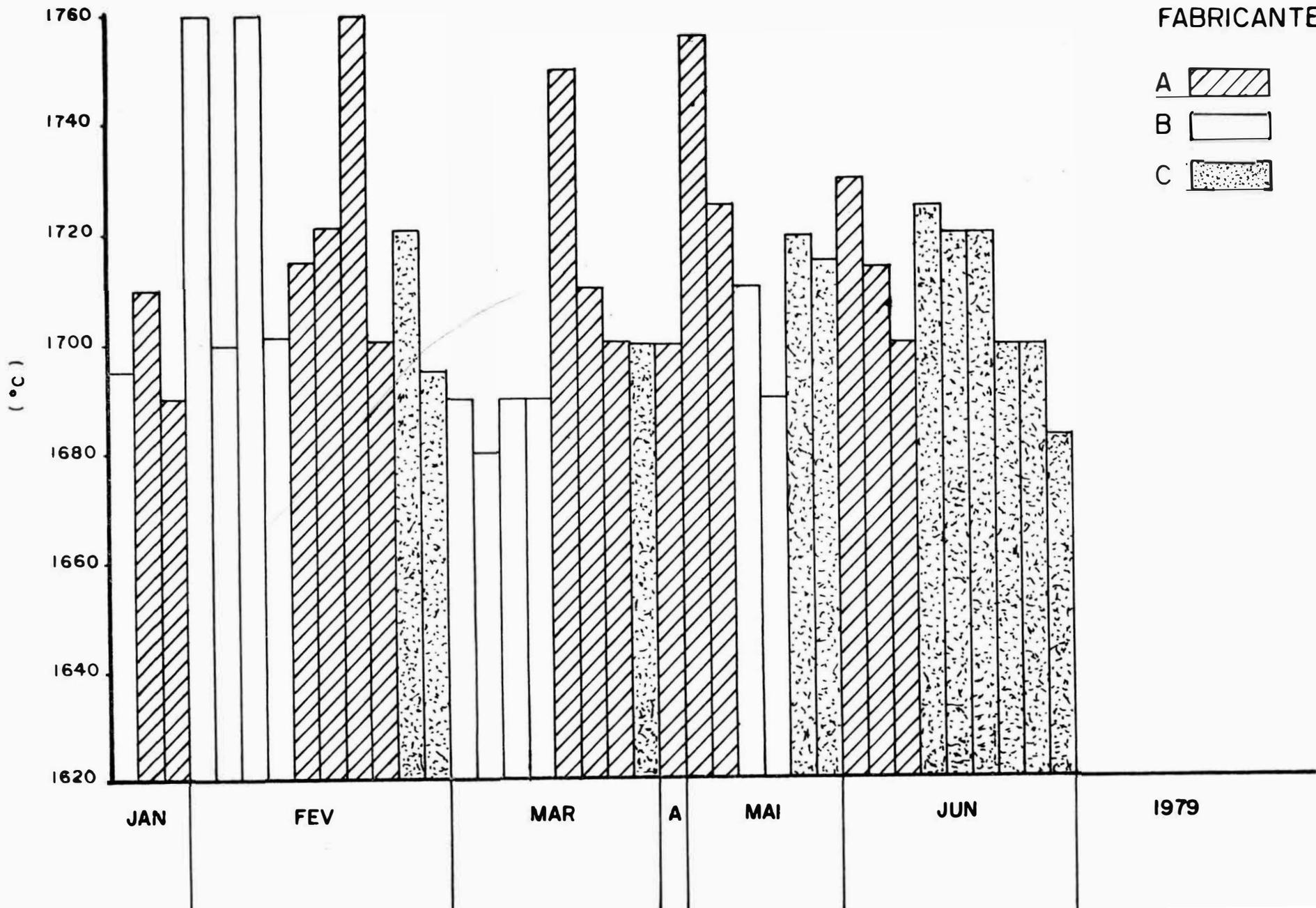
TIJOLOS SA I^a



REFRATARIEDADE SIMPLES

- Fig. XI -

TIJOLOS SA-1º



- 120 -