

Autor:

Roberto Teixeira Renó (2)

Colaboradores:

Lauro José Tramontino (3)

Lígia Marcondes (4)

Nicolau Samenho Júnior (5)

Rogêlio Souza Ruffo Filho (6)

R E S U M O

Este trabalho trata da limpeza de superfície como forma de aumentar a resistência à corrosão, obter-se melhor aderência da pintura, e letro-deposição e esmaltagem.

Esta limpeza pode ser feita eletroliticamente, porém observa-se que a mesma faz com que os sais se depositem sobre as tiras, o que ocasiona uma falsa limpeza seguida de corrosão; pois o método eletrolítico baseia-se na eliminação do Carbono de Superfície, e somente este não define totalmente uma limpeza.

Aqui a técnica utilizada foi a fixação dos parâmetros da emulsão e rugosidade do Laminador de Tiras a Frio, modificando-se os parâmetros do Recozimento: vazão e percentagem de Hidrogênio no gás HNX, e a reutilização do dispositivo que impede a livre penetração do gás pelo diâmetro interno do rolo (chapêu).

Com estas modificações obtêm-se os valores abaixo do exigido pelos clientes mais exigentes para o Carbono de Superfície ( $7,0 \text{ mg/m}^2$ ) e também a elevação da resistência à corrosão; sendo esta superior aos valores qualitativos designados para o teste acelerado de corrosão (névoa salina).

- 
- (1) Contribuição Técnica à COLAM para ser apresentada no Seminário Sobre Laminação, setembro de 1981 - Rio de Janeiro - RJ.
  - (2) Engenheiro de Desenvolvimento da Gerência de Metalurgia e Qualidade da COSIPA.
  - (3) Técnico de Recozimento da Gerência de Laminação da COSIPA.
  - (4) Química da Gerência de Laboratórios da COSIPA.
  - (5) Técnico de Desenvolvimento da Gerência de Laminação da COSIPA.
  - (6) Técnico de Desenvolvimento da Gerência de Metalurgia e Qualidade da COSIPA.

## 1 - INTRODUÇÃO

Em se falando de limpeza de superfície, pensa-se primeiramente na eletrolítica, pois ela surge como a solução ideal para este problema, mas ao analisar-mo-la mais profundamente chegamos a uma conotação quanto ao carbono de superfície; ele tem que ser reduzido, mas não de uma forma onde haja possibilidade de que o método utilizado acabe por ocasionar a deposição de sais sobre a tira antes do recozimento, pois, esta dará uma maior probabilidade a uma posterior corrosão. Além do que, somente o carbono de superfície não define totalmente a limpeza. Assim sendo, tornou-se necessário o desenvolvimento de um método próprio, onde trabalhando dentro das nossas condições, alcançássemos resultados que correspondessem ao nosso objetivo.

Objetivo este, de que a nossa limpeza satisfizessem os padrões qualitativos e quantitativos estabelecidos pelos clientes.

Para alcançarmos estes, foi necessário um acompanhamento de cada fator que influenciasse na limpeza de superfície.

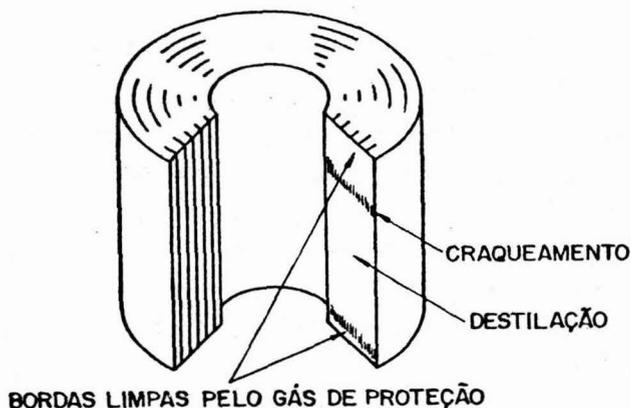
A influência da vazão foi um resultado significativo que nos orientou e serviu de base para este trabalho. Consideramos também a influência do dispositivo estanque (chapéu), e a percentagem de hidrogênio no gás HNX, e com esses valores em mãos, o resultado foi uma limpeza de valor acima do requisitado, e o método para a alcançarmos como iremos demonstrar abaixo é prático, correto e funcional.

## 2 - HIPÓTESES SOBRE A FORMAÇÃO DA GRAFITA

As curvas de destilação dos óleos de laminação utilizados, ilustram que as temperaturas de craqueamento situam-se a aproximadamente 360°C (vide anexo 1).

A destilação inicia-se à 260°C; sendo assim o ciclo de aquecimento ideal, consistiria em estabelecer um patamar à temperatura de carga de 350°C, para eliminação dos óleos por uma purga apropriada, evitando-se o craqueamento.

Nas condições industriais é difícil de evitar o craqueamento, devido a heterogeneidade de temperatura entre o centro e as bordas da tira, e o início e final do rolo.



Portanto é necessário uma eliminação rápida dos produtos da destilação, sendo que nesta fase o gás de proteção desempenha um papel fundamental.

Se a purga não for suficiente e o metal atingir nas bordas temperaturas elevadas, ao iniciar-se a destilação no centro da tira, o craqueamento efetuar-se-á ao contato das bordas, provocando às vezes o depósito carbonoso.

### 3 - AVALIAÇÃO DA LIMPEZA

O estado de limpeza ou de sujeira de uma tira é facilmente avaliado através do tato; entretanto não existe um teste de limpeza que nos satisfaça plenamente, ou seja; forneça a natureza do elemento recolhido, com precisão, fidelidade e principalmente simplicidade operacional.

Neste trabalho utilizou-se dois métodos de avaliação, um qualitativo e o outro quantitativo do carbono de superfície.

#### 3.1 - Teste da Fita "DUREX"

É um teste qualitativo prático e rápido, em que cola-se na tira uma fita Durex de 20 mm X 60 mm, e recola-se sobre uma folha de papel branco (vide anexo 2).

A reprodutibilidade do valor deste teste depende muito do Durex utilizado e da operação de colamento e descolamento; o anexo 3 ilustra o valor médio e a dispersão da quantidade de carbono por tipo de limpeza.

### 3.2 - Método Ford - FLTM BZ 2 - 3, Method "A"

Para obter-se a quantidade de carbono na tira, seguiu-se em síntese o método descrito abaixo:

- Cortar uma amostra da tira de aço no tamanho 300 mm x 300 mm.
- Submeter a amostra a um desengraxe por spray, utilizando solução alcalina.
- Lavar a amostra com água por spray.
- Retirar o resíduo de carbono da superfície da tira, utilizando papel de filtro de fibra de vidro, umedecido com ácido clorídrico a 50%.
- Determinar por combustão a quantidade de carbono retirado da superfície da amostra.

## 4 - DESENVOLVIMENTO

Baseando-se na hipótese acima formulada, iniciou-se este estudo; dividindo-o em 4 fases distintas, onde os valores obtidos em cada uma ilustram o desenvolvimento e o resultado final.

### FASE I

Fixação dos parâmetros em todas as fases do processo (vide anexo 4 e 5), e a elaboração de um padrão qualitativo da limpeza de superfície.

Este foi classificado de forma prática e simples, que ilustra o grau de limpeza a ser obtido (vide anexo 2).

Para caracterizar o problema foi necessário saber onde, como e o que o ocasionava.

Analisamos inicialmente o grau de limpeza em função dos seguintes fatores:

- Posição na largura da tira laminada
- Posição da bobina no rolo
- Da espessura da tira laminada
- Da largura da tira laminada
- Do tipo de aço.

Os seguintes resultados foram obtidos:

- Observou-se que a 10 cm das bordas das tiras, lado da operação nas linhas de tesouras (base do rolo) apresentaram um maior grau de sujeira (vide anexo 6, figura 1).

- Quanto à posição da bobina no rolo, verificou-se que as bobinas finais apresentaram um maior grau de sujeira (vide anexo 6, figura 2).

- O 3º fator analisado foi o grau de limpeza em função da espessura da tira laminada.

Aqui dividiu-se em 2 classes de espessura da tira laminada, sendo a 1ª classe constituída das espessuras menores ou iguais a 1,00 mm, as quais apresentaram um grau de limpeza superior à 2ª classe, constituída das espessuras superiores a 1,00 mm (vide anexo 7, figura 3).

- O 4º fator analisado foi o grau de limpeza em função da largura da tira laminada.

Dividido também em duas classes, onde na primeira de larguras menores ou iguais a 1000 mm, verificou-se um maior grau de limpeza em relação à segunda de larguras maiores que 1000 mm (vide anexo 7, figura 4).

- Quanto aos tipos de aço das tiras laminadas a frio na COSIPA, o que apresentou um maior grau de sujeira, foi o aço efervescente, devido principalmente ao ciclo de recozimento a que ele é submetido (vide anexo 7, figura 5).

Após a caracterização dos fatores que interferem de maneira direta na limpeza, conseguiu-se obter os valores da fase I; sendo que estes posicionaram e orientaram o sentido crítico de cada fator objetivado.

## FASE II

Tendo como referência os valores encontrados na fase I, pode-se visualizar o rumo a seguir e assim houve primeiramente uma mudança da vazão para um mínimo de  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ ; onde obteve-se um decréscimo significativo do carbono de superfície, passando de  $16,81 \text{ mg C/m}^2$  para  $2,85 \text{ mg C/m}^2$  e a dispersão de 3,78 para 2,85 (vide anexo 5).

Esta fase foi importante pelos resultados obtidos, que indicaram a precisão do rumo tomado, ou seja, o aumento da vazão do gás HNX sem ser necessário alterações na velocidade de aquecimento.

## FASE III

Os valores obtidos na fase II, mostraram que era necessário obter uma menor dispersão do carbono de superfície; para tanto reutilizou-se o dispositivo estanque (chapéu), de forma a forçar o fluxo do gás

inter-espira, dando uma maior homogeneidade na limpeza dos rolos formadores da carga (vide anexo 8).

Homogeneidade esta de importância fundamental na garantia de qualidade da limpeza de superfície.

Com a introdução do dispositivo estanque, mesmo ocorrendo um decréscimo na vazão obteve uma média de carbono de superfície de 2,41 mg C/m<sup>2</sup> e uma dispersão de 1,14, o que mostrou uma acentuada melhoria (vide anexo 5).

#### FASE IV

Esta fase foi um aperfeiçoamento da anterior, onde manteve-se a vazão no máximo, como na fase II, também utilizou-se o dispositivo estanque e aumentou-se apenas a percentagem de hidrogênio; passando de 4% para 6%, por este além de proteger a carga contra a oxidação, auxilia na remoção do carbono.

Por estes meios obteve-se 1,91 mg C/m<sup>2</sup> e uma dispersão de 1,12 (vide anexo 5).

Assim, observa-se que por estes meios chega-se a valores que provam a obtenção da limpeza ideal, com um menor dispêndio de energia.

#### RESISTÊNCIA À CORROSÃO

Paralelamente foram realizados em laboratório, testes com amostra de cada fase deste desenvolvimento; sendo elas comparadas qualitativamente às amostras-padrão das linhas críticas dos clientes, e o resultado destes foi que:

- Fazendo-se uma comparação entre a resistência à corrosão no teste de névoa salina e a quantidade de resíduo carbonoso obtido pelo processo descrito, observa-se a tendência do material em apresentar maior resistência à corrosão, quanto menor o teor de resíduo carbonoso.

As fotos do anexo 9 ilustram os resultados dos testes de névoa salina de alguns dos materiais em experiência, onde pode-se observar perfeitamente a influência do resíduo carbonoso na resistência à corrosão do material após o processo de pintura.

Com isso confirma-se os bons resultados acima obtidos.

## 5 - CONCLUSÃO

A finalidade deste estudo era a de obter-se um grau de limpeza de superfície que estivesse dentro dos padrões exigidos pelos nossos consumidores, porém pelo método utilizado os resultados obtidos demonstram que não só atingimos esta finalidade como ainda obtivemos um grau de limpeza que a ultrapassou, e o processo utilizado foi uma inovação em se falando de limpeza, e mostra ainda que além de prático e eficaz, é o menos oneroso para a empresa.

Para obtê-lo e mantê-lo, os seguintes requisitos são necessários:

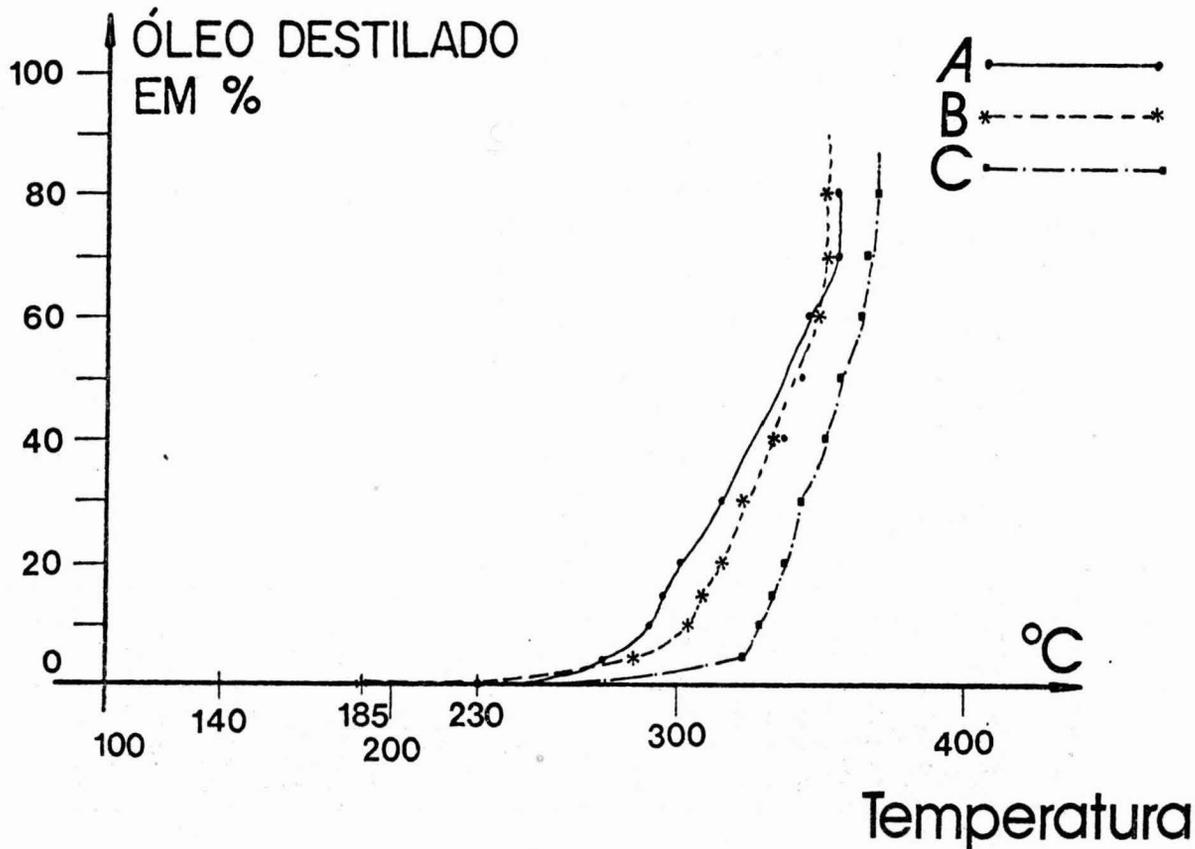
- 1 - Observar rigidamente a vazão padronizada e a finalidade do rotâmetro.
- 2 - A utilização do dispositivo estanque (chapêu) no topo da carga, e sua fiscalização no tocante ao fator segurança.
- 3 - A percentagem de hidrogênio no valor fixado, e o controle sobre a fidelidade do analisador contínuo.
- 4 - O controle sistemático do óleo, emulsão e da rugosidade do Laminador de Tiras a Frio.
- 5 - As condições primordiais de limpeza e manutenção das bases, a bafadores, tubulações e convectores do Recozimento.
- 6 - O controle rígido que abranja todo o processo, garantindo a manutenção do resultado obtido, para que não haja falhas em nenhuma de suas fases.
- 7 - Seguir o ciclo de recozimento especificado, observando-se o tempo de encharque dentro do horário previsto, para cada ciclo; pois o seu prolongamento ocasiona a diminuição do tempo de aquecimento para um mesmo tempo total, o que é prejudicial à limpeza e, a sua diminuição ocasiona a queda das propriedades mecânicas do material.

Um agradecimento especial aos Controladores Metalúrgicos e Operadores do Recozimento que colaboraram diretamente para o êxito deste trabalho.

## B I B L I O G R A F I A

- 1 - Deroche, R. - "La propete de surface des Toles laminees a froid"  
SOLLAC-  
-CESSID - referênciã 74-107 - outubro de 1977.
- 2 - Young, J.W. - "Evaluation of sheet steel cold rolling lubricants  
Iron and steel Engineer - agosto de 1980.
- 3 - "Mill Clean Sheets Production Method - Nippon Steel Corporation  
outubro de 1978.
- 4 - CENAC, J. - La Lubrication de l'interface Tole-cylindre en lamin  
ge a foid - USINOR - CESSID - referênciã 77-113 - outubro de 197

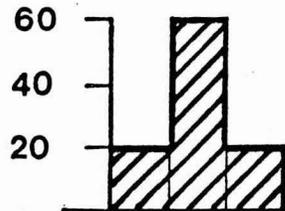
# DESTILAÇÃO DO ÓLEO DE LAMINAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA



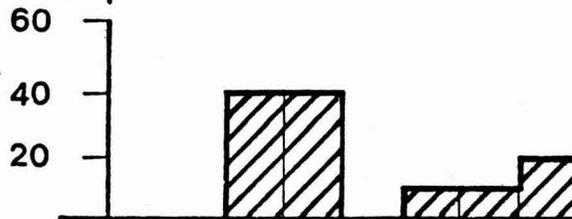
**PADRÃO - LIMPEZA**

TESTE - DUREX	TIPO	CARBONO mg/m <sup>2</sup>	QUALIDADE
	<b>A</b>	1,56	LIMPA
	<b>B</b>	4,52	SEMI· LIMPA
	<b>C</b>	11,88	SEMI·SUJA
	<b>D</b>	18,81	SUJA

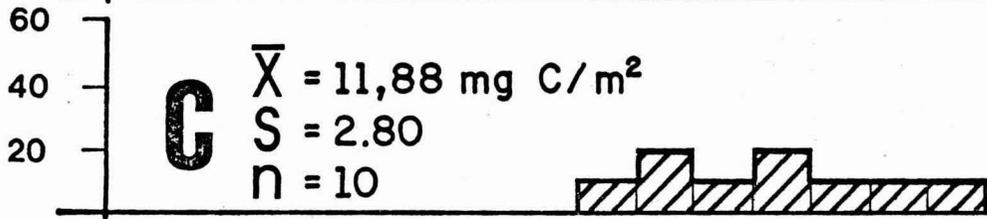
**DISTRIBUIÇÃO DO CARBONO DE SUPERFÍCIE EM FUNÇÃO DO  
PADRÃO DE LIMPEZA**



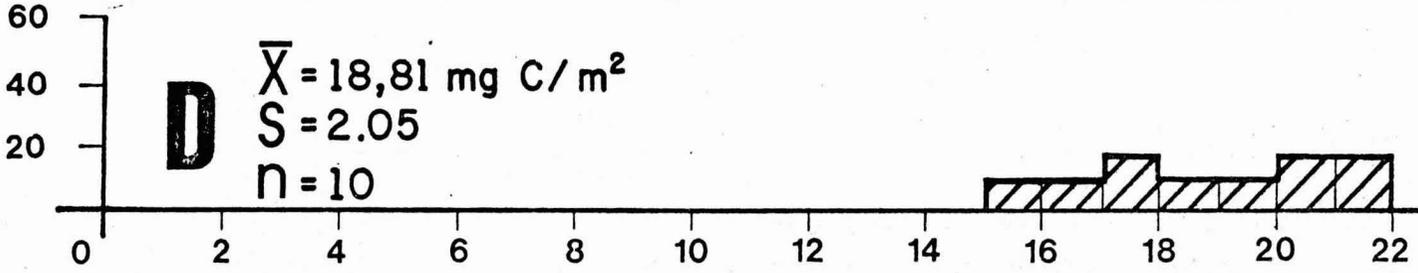
**A**  $\bar{X} = 1,56 \text{ mg C/m}^2$   
 $S = 0.77$   
 $n = 10$



**B**  $\bar{X} = 4,52 \text{ mg C/m}^2$   
 $S = 2.11$   
 $n = 10$



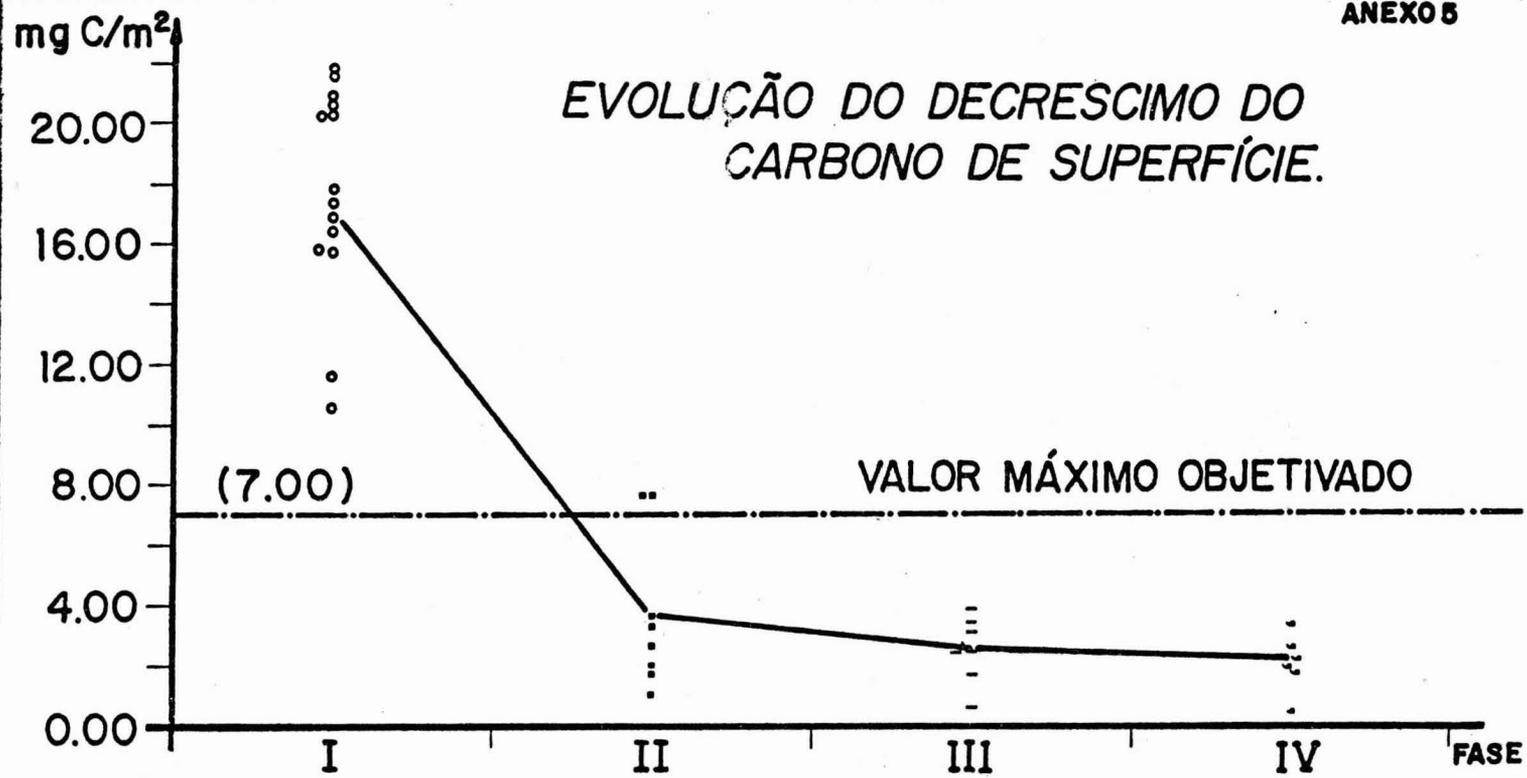
**C**  $\bar{X} = 11,88 \text{ mg C/m}^2$   
 $S = 2.80$   
 $n = 10$



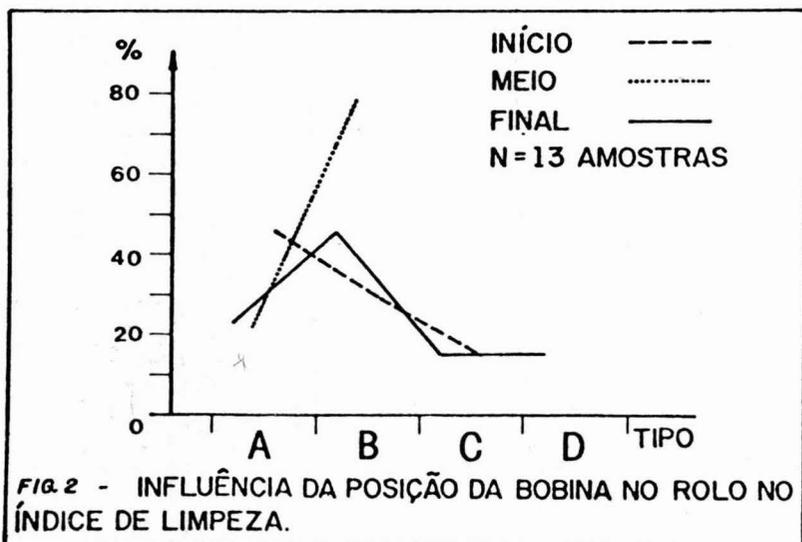
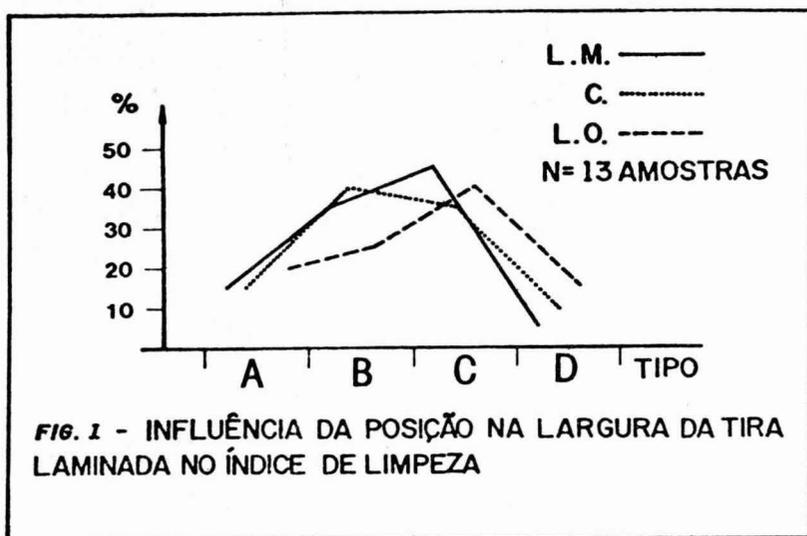
**D**  $\bar{X} = 18,81 \text{ mg C/m}^2$   
 $S = 2.05$   
 $n = 10$

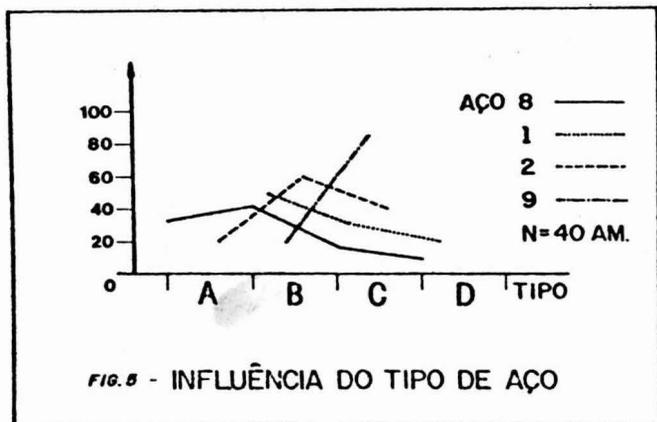
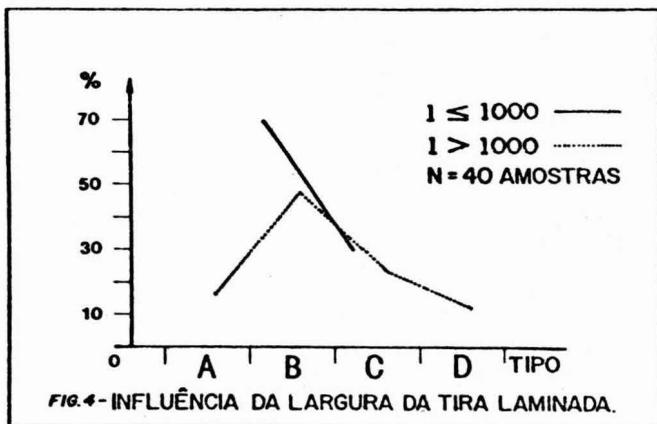
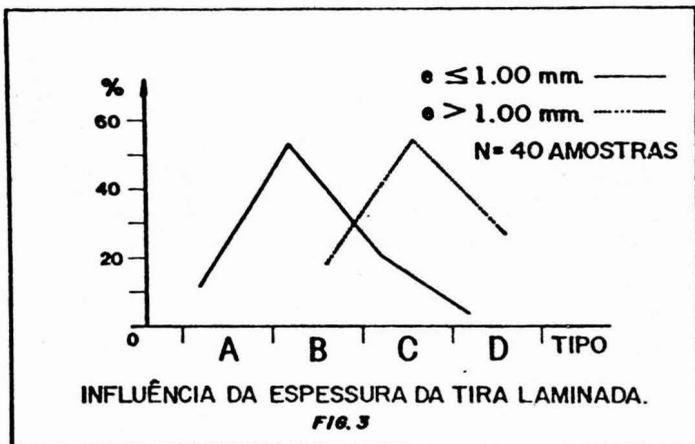
ANEXO 4 - VARIACÖES DOS PARÂMETROS DO LAMINADOR DE TIRAS A FRIO.

ÓLEO		SISTEMA B				SISTEMA C				RUG.
		CONC. 9/1	Fe Mg/1	Ph	Borra. g/1	CONC. g/1	Fe Mg/1	P.H.	Borra. g/1	M RA.
A	$\bar{X}$	1,56	74	6,2	0,1	0,06	19	6,4	-	1,7
	S	0,11	39	0,2	-	0,05	19	0,2	-	0,2
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	14
B	$\bar{X}$	1,60	117	6,4	1,7	0,41	27	6,4	0,16	1,7
	S	0,16	40	0,2	0,6	0,16	13	0,1	0,05	0,2
	N	25	22	25	25	25	22	25	7	30

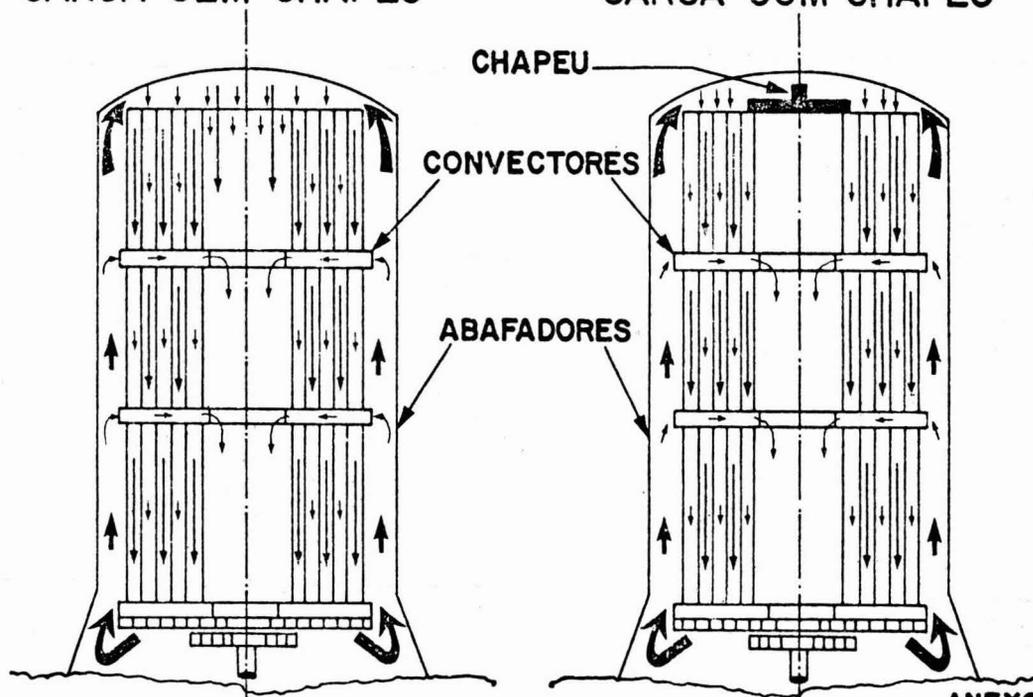


FASE	CHAPEU	VAZÃO	%H2	$\bar{X}$ mg c/m <sup>2</sup>	S	N
I	não	$17 \leq V \leq 20$	4	16.81	3.78	9
II	não	$V \geq 25$	4	2.85	2.85	7
III	sim	$20 \leq V \leq 26$	4	2.41	1.14	6
IV	sim	$V \geq 25$	6	1.91	1.12	5

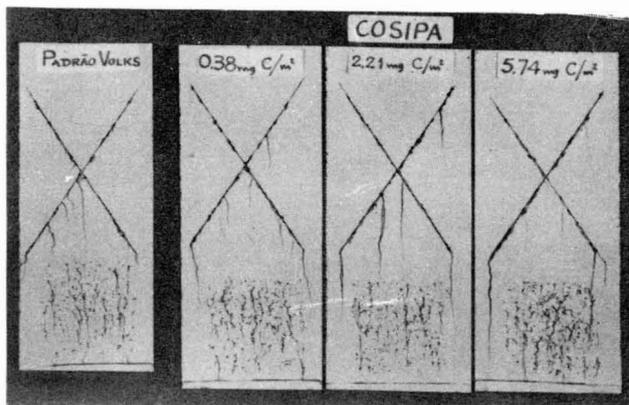




FLUXO DO GÁS HNX DURANTE A PURGA  
INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO CHAPEU  
CARGA SEM CHAPEU                      CARGA COM CHAPEU

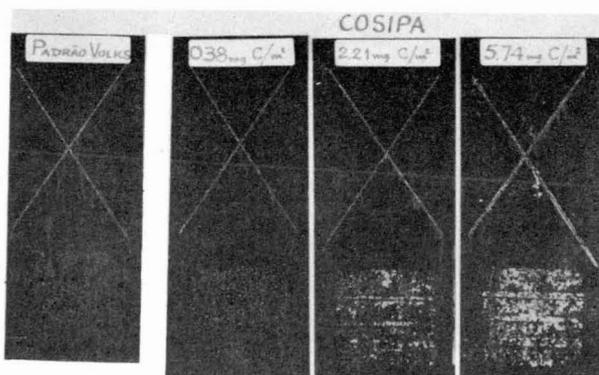


ANEXO 8



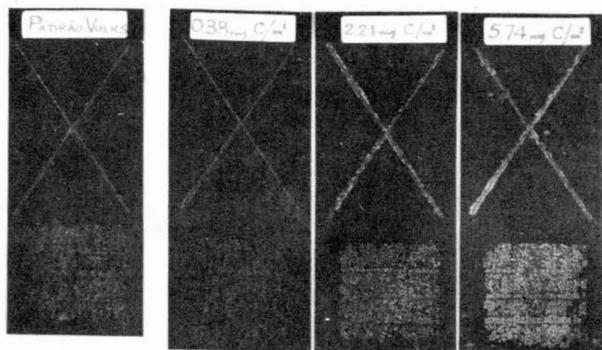
M - 8601

LINHA DE CARROCERIA



M - 4945

LINHA DE CHASSIS



M - 5085

LINHA DE PEÇAS PARA  
MOTOR