

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DO TRILHO UIC - 60

Sebastião de Oliveira Simeão (1)

R E S U M O

Este trabalho é um resumo do desenvolvimento do projeto de calibração dos passes do Trilho UIC-60, no qual estão expostos os caminhos seguidos pela Equipe que o desenvolveu.

Do desenvolvimento deste projeto tomaram parte as Equipes dos órgãos de Operação e Cilindros, que trabalham em conjunto no sentido de oferecer aos consumidores um Trilho dentro dos padrões internacionais de qualidade.

(1) Engenheiro Metalúrgico - Projetista de Cilindros da SDC - CSN, Volta Redonda, RJ.

1. INTRODUÇÃO

A CSN vem produzindo trilhos desde 1947, e após esta data vem oferecendo ao mercado uma crescente variedade, tornando-se um tradicional fabricante de trilhos e sendo atualmente seu único fabricante no Brasil.

Em face do crescente número de consultas recebidas sobre a produção do Trilho UIC-60, a CSN não poderia se furtar a este desafio e decidiu então incluir mais este tipo de trilho na sua linha de produção.

A "calibração" ou projeto de canais é ainda uma técnica bastante empírica. O seu aprendizado, talvez devido a sua complexidade, aliada à falta de bibliografia, tanto em número quanto em qualidade, requer um tempo relativamente longo e uma boa dose de dedicação.

O autor e os Colaboradores deste trabalho esperam ter dado a sua parcela de contribuição a este ramo e também ter contribuído com a CSN para vencer este "desafio".

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Primeiramente, colheu-se todos os dados referentes ao trilho em questão. De acordo com a Norma UIC-860, devido à necessidade de produção do Trilho UIC-60, decidiu-se por este.

2.1. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

Ver figura número 1.

2.2. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS

Podemos observar na Tabela número I.

2.3. TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Está mostrada na Tabela número II.

2.4. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A Tabela número III nos mostra os tipos de composição.

De posse dos dados do nosso Laminador e das especificações do trilho UIC chegamos à conclusão, que apesar dos rigores dimensionais, conforme a Tabela II, este tipo de trilho seria perfeitamente possível de ser fabricado pela CSN.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Como sabemos, o objetivo de um Projetista de Canais é chegar à seção final do perfil desejado, com o menor número possível de passes, pois, com isto, irá se ganhar tempo, resultando, conseqüentemente, em maior produção e também em menor perda de temperatura durante a laminação, além de outras vantagens.

Entretanto, outros fatores devem ser analisados, pois nem sempre são favoráveis, tais como:

a. Tipo de laminador

Muitas vezes o Laminador disponível não possui recursos para se obter a seção desejada.

b. Capacidade dos motores de acionamento

c. Diâmetro e corpo (mesa) dos cilindros

d. Capacidade dos fornos de reaquecimento, etc.

No caso do Trilho UIC-60 todos estes parâmetros foram analisados.

Fez-se, também, um estudo nos projetos dos Trilhos já consagrados na CSN, tais como os TR's-68, 57 e 45. Pontos considerados importantes, foram cuidadosamente analisados e aplicados quando da elaboração deste projeto.

As diferenças básicas eram no patim, com dupla inclinação, e uma maior massa no boleto, porém, isto não viria a constituir impediço para que esta seção pudesse vir a ser produzida.

A figura número 2 nos dá uma ideia do nosso tipo de laminador, um pouco antigo, porém, ainda bastante eficiente.

4. PROJETO DOS CANAIS

Curiosamente, ao contrário do que se pensa, o projeto de passes ou "calibra-

ção", se dá de trás para a frente, isto é, iniciando-se no passe acabador e regredindo-se até se chegar ao bloco inicial.

Neste nosso projeto obedecemos aos seguintes itens:

a. Primeiramente, foi desenhado com grande precisão em escala natural e com todas as cotas exigidas, a seção transversal do trilho, o que chamamos de "Seção a Frio".

Desenho este feito em papel especial, para evitar dilatação ou contração, e que servirá como base para a confecção dos gabaritos de inspeção e também da matriz, que é feita de chapa, bem como o gabarito da seção a frio, que é uma réplica da seção final do trilho.

Aqui neste ponto, teve-se que definir:

1. O número de passes que teria o projeto.
2. O sistema de canais adotado.
3. O bloco ideal para esta seção, etc.

Por analogia com os outros projetos, o nosso teria 9 passes como os demais. Ficou decidido também que, em princípio, o formato dos canais de conformação seriam os mesmos por nós já conhecidos.

A figura número 3 nos mostra o formato dos canais, bem como as disposições e sequências dos mesmos. Seria então necessário dimensioná-los.

b. Temos na figura número 4 o esquema de um trilho, com as nomenclaturas das partes que serão enunciadas neste trabalho.

c. Munidos, então, de todas as informações anteriores, começou-se o desenvolvimento do projeto.

4.1. PROJETO DA SEÇÃO A QUENTE

Esta seção é semelhante à "seção a frio", apenas com todas as suas dimensões dilatadas nos diversos pontos.

A figura número 5 nos mostra o desenho desta seção, já com as suas novas dimensões, tal como sairá do laminador no passe acabador.

Obs.: Na confecção da seção a quente deve-se atentar para um ponto que é de grande importância: a espessura da alma.

Neste local, devido à contração de duas massas bem maiores, boleto e patim, acontece um fenômeno, o engrossamento da alma, à medida em que o trilho esfria.

Para se determinar então qual seria a espessura da alma da seção a quente, utilizou-se a relação existente nos demais projetos, ficando, desse modo, portanto concluída a seção a quente.

4.2. PASSE NÚMERO 9 (ACABADOR)

De posse da seção a quente, partiu-se então para o projeto do passe acabador, que tem a forma mostrada na figura número 6.

É uma cópia fiel da "Seção a Quente", apenas com as aberturas de luz entre os cilindros e as inclinações para facilitar a saída do Trilho dos cilindros.

4.3. PASSE NÚMERO 8

Prosseguindo o trabalho, projetou-se o passe número 8, também chamado de passe "Lider".

Ele tem o formato indicado na figura número 7.

Para este canal levou-se em consideração que:

- a. É um passe cuja redução percentual de seção transversal para o passe acabador, deve ser pequena.
- b. Um outro cuidado que se teve quando da confecção deste passe, foi no que se refere à dupla inclinação no patim, mostrada na figura número 8.

Esta região é um dos pontos críticos neste projeto, pois uma redução percentual elevada neste ponto iria provocar o desgaste prematuro do cilindro acabador, nesta região, (Flange Inferior e Superior), ficou praticamente nula, apenas modelando-se a inclinação.

O procedimento adotado para se compor o passe, como mostrado na figura número 9 foi o seguinte:

1. Cotou-se o passe, denominando-se as cotas com letras.

2. Cada cota foi cuidadosamente calculada e analisada, até compor-se totalmente o passe.

Após concluir-se este passe, o mesmo foi superposto várias vezes sobre o passe número 9 e então pequenas correções foram feitas a fim de se conformar melhor as diversas regiões do passe. Nesta fase, faz-se necessário uma boa experiência, pois devido às formas complexas dos canais, nem sempre as fórmulas matemáticas são aplicáveis.

Concluído totalmente este passe, tirou-se a área total do mesmo, por meio de um planímetro e comparou-se com a área do passe número 9.

Tendo-se em vista que esta redução percentual deveria ser pequena e que a encontrada atendia aos requisitos, considerou-se correto o passe em termos de redução.

Este mesmo tipo de operação é repetido em regiões localizadas nos passes, de boleto para boleto, de alma para alma, na tentativa de verificar-se algum desequilíbrio de massa.

Nota:

O processo anteriormente explanado foi usado para se projetar todos os passes seguintes:

4.4. PASSE NÚMERO 7

Este passe tem a forma indicada na figura nº 10.

Convém notar aqui que adotou-se sempre para todos os passes uma regra básica de laminação, que é a alternância de aberturas.

Quando o flange é aberto de um lado, no passe seguinte este flange é fechado. No tocante a este caso, aplicou-se uma regra já conhecida, a qual nos mostra que quando o flange aberto entra em um flange fechado, as dimensões laterais deste flange devem ser iguais às dimensões laterais do flange fechado: só poderá haver trabalho no sentido da altura, ao passo que quando um flange fechado entra em um aberto, este poderá ser bem mais largo, pois no flange aberto haverá o trabalho de dois cilindros, o que facilitará a mordida do material, havendo trabalho late

ral e conseqüentemente um aumento de flange.

4.5. PASSE NÚMERO 6

Tem o formato indicado na figura nº 12.

É o passe mais sacrificado em um projeto de trilho, pois é o que realmente começa a dar ao esboço a forma de trilho.

Este passe foi o escolhido para se iniciar a dupla inclinação do patim (Pontos A e B).

4.6. PASSE NÚMERO 4

A figura número 13 nos mostra o formato deste passe.

Como podemos notar, foi feito primeiro do que o passe número 5, tendo em vista a facilidade de projeto, pois tem os pontos correspondentes no passe número 6.

Este é o último passe da cadeira de desbaste.

Na confecção deste passe, tomou-se o cuidado com a redução do esboço, isto porque o mesmo poderia vazar pelos pontos "C" ou "D", causando dobras no meio do patim ou no meio do boleto do trilho acabado, o que pode provocar posteriormente a fratura do trilho.

Os flanges deste passe foram cuidadosamente dimensionados e podemos notar que os mesmos são assimétricos; o flange inferior é menor do que o superior, isto para atender uma melhor condição de trabalho quando entrar no passe número 6.

Se houver uma simetria nestes flanges, haverá uma falta de material no flange inferior do trilho.

Obs.: Este formato de passe é inédito no que diz respeito à laminação de trilhos tipo UIC, pois os esquemas de projetos europeus não usam esta conformação.

4.7. PASSE NÚMERO 5

O formato deste passe está indicado na figura número 14.

É o primeiro passe da cadeira intermediária e tem como objetivo trabalhar o esboço no sentido da altura e também no patim.

Para o seu projeto usou-se o passe número 4, já projetado, tomando-se como referências tão somente a superposição de passes.

4.8. PASSES NÚMEROS 3, 2 e 1

São passes cujos formatos estão nas figuras 15, 16 e 17.

Estes passes foram projetados tomando-se sempre o cuidado de um perfeito enchimento do passe seguinte. Um dos artifícios usados foi a superposição dos passes.

As regiões côncavas nestes canais, são para melhorar o forjamento do bloco, amenizando assim o problema de "trincas de bloco".

4.9. DIMENSIONAMENTO DO BLOCO

De posse do passe número 1, decidiu-se qual o bloco que seria usado.

Deveria ser um bloco que tivesse área transversal compatível para encher o passe número 1 e também que tivesse uma pega fácil, isto é: as condições do ângulo de mordida que foram calculados, teriam que ser obedecidas.

5. DISTRIBUIÇÃO DOS PASSES NOS CILINDROS

Após a conclusão do projeto dos canais, passou-se então a fazer a distribuição dos passes nos cilindros.

(Desenho de Usinagem).

Adotou-se para a distribuição dos passes o esquema 4 -4 -1, que já era por nós conhecido.

Isto é: 4 passes na cadeira de desbaste

4 passes na cadeira intermediária

1 passe na cadeira de acabamento.

As figuras números 18, 19 e 20 nos mostram como foi feita esta distribuição dos passes nos cilindros.

Obs.: A cadeira utilizada foi a de 736 mm (29"), devido às dimensões do tri

lho.

6. PROJETO DAS FERRAMENTAS

Uma outra fase foi a de se projetar o ferramental necessário para a usinagem dos cilindros.

Foram projetados um total de 26 ferramentas, cada uma com o perfil que se fez necessário.

7. PROJETO DOS GABARITOS DE CHAPA

Concluído o desenho dos passes, em escala natural, com grande precisão, os mesmos foram levados à Oficina de Gabaritos, para sua confecção, em chapa, visando a usinagem dos cilindros e também os gabaritos para inspeção da seção acabada.

Obs.: Foram confeccionados um total de 34 gabaritos.

8. PROJETO DAS GUARDAS E GUIAS

O projeto das guardas e guias foi também uma etapa de grande importância dentro deste conjunto.

Temos na figura número 21, um passe número 4, com as devidas guardas e guias.

A finalidade das guardas e guias é a de posicionar o material no canal, corretamente, tanto na entrada quanto na saída do passe.

O conjunto de guardas e guias projetados foi de 45 peças.

9. COMPARAÇÕES FINAIS

Finalmente o conjunto de passes do Trilho UIC-60, foi colocado em comparação com o dos Trilhos mais significativos existentes na CSN.

Comparamos a redução percentual de cada passe completo (figura número 22), depois comparamos boleto com boleto, figura número 23, patim para patim, figura número 24 e depois alma com alma, figura número 25 e foi fácil visualizar e concluir-se que o projeto está dentro das normas exigidas com relação aos já consagrados.

10. CONCLUSÃO

Pelo exposto, pode-se observar as diversas etapas pela qual passou o projeto até chegar ao trilho acabado.

Com este método desenvolvido pela Equipe da CSN, obteve-se assim o primeiro trilho projetado inteiramente no Brasil, por brasileiros e sem ajuda da tecnologia externa.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO TRILHO U.I.C.-60

Peso teórico por metro linear :	G = 60,34 Kg/m
Área da seção transversal.	F = 76,86 cm ²
Momento de inércia em relação ao eixo neutro XX :	J _x = 3055 cm ⁴
Momento de inércia em relação ao eixo vertical. YY :	J _y = 512,9 cm ⁴
Módulo de resistência em relação ao Bolêto.	W _{xx} = 335 cm ³
Módulo de resistência em relação ao Patim.	W _{xf} = 337,4 cm ³
Módulo de resistência em relação ao eixo vertical, XX	W _y = 68,4 cm ³

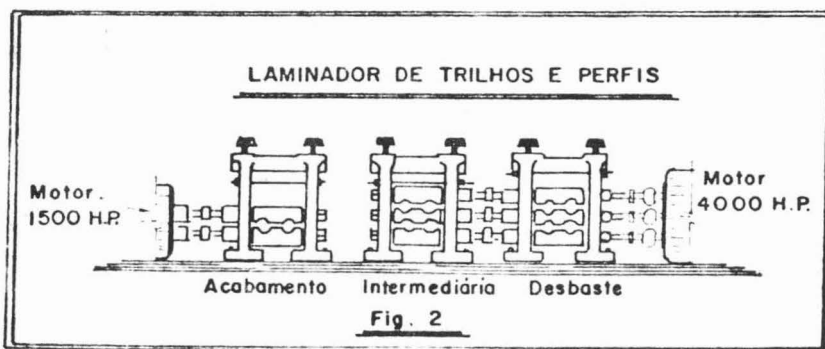
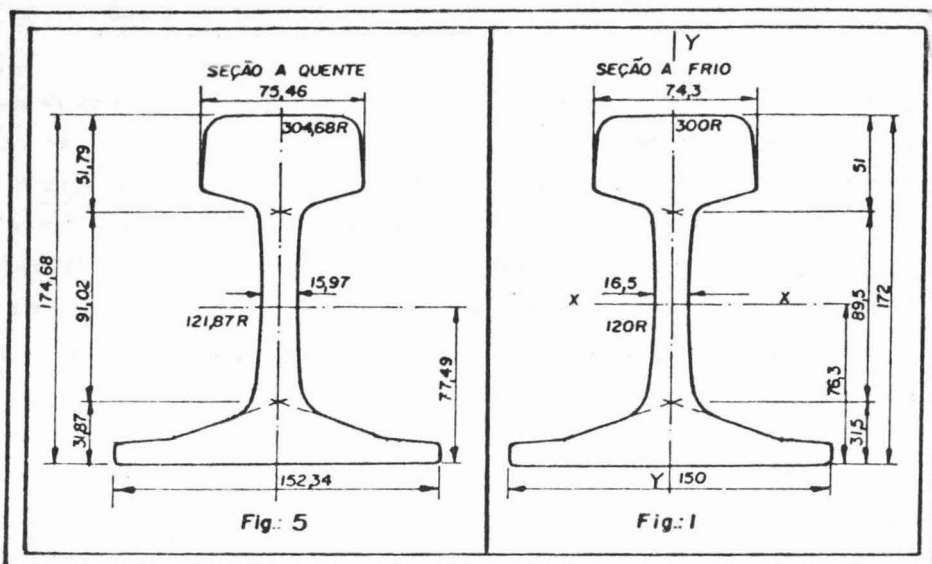
TABELA Nº I

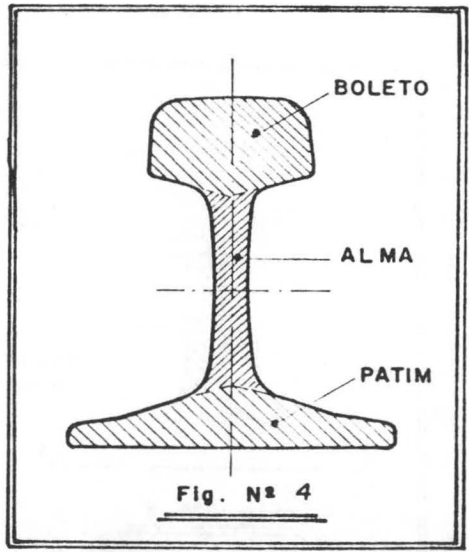
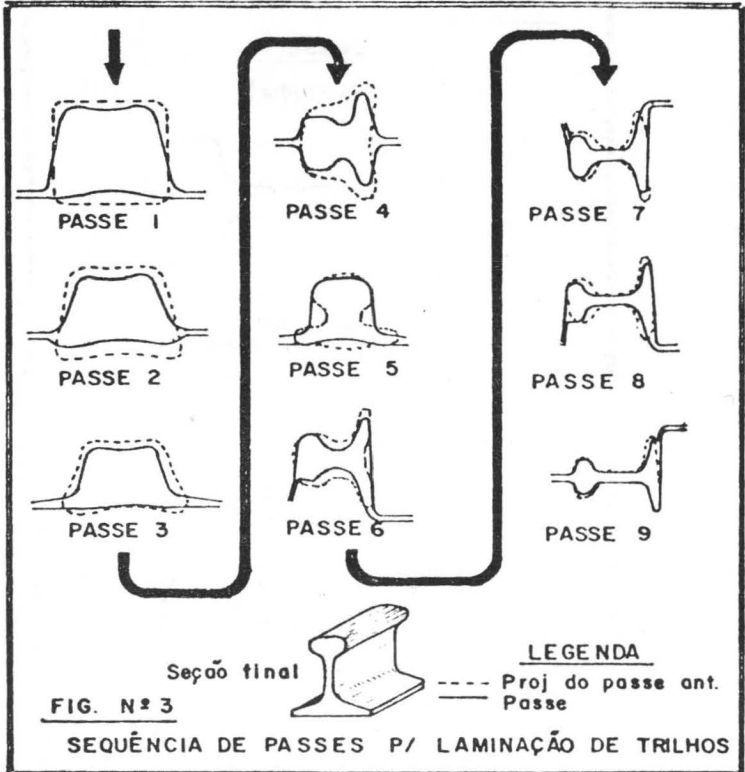
	Dimensões	Tolerâncias
Altura total	172,0	± 0,6
Comprimento do patim	150,0	+ 1,0 - 1,1
Largura do bolêto	74,3	± 0,5
Assimetria da seção	150	± 1,5
Espessura da alma	16,5	+ 1,0 - 0,5
Comprimento até 18 metros		± 2,0

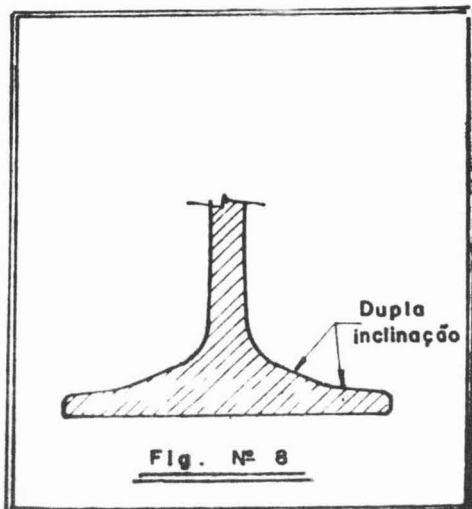
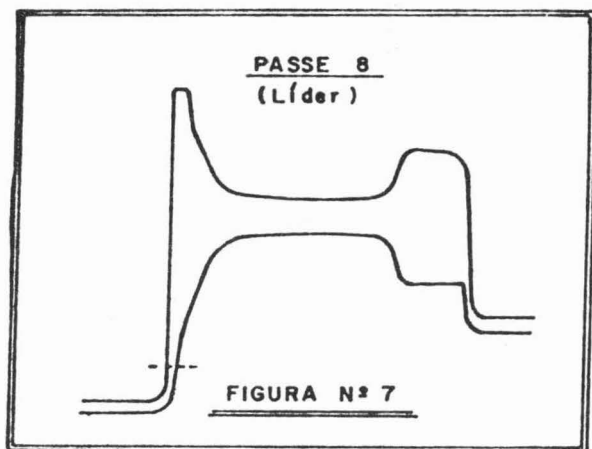
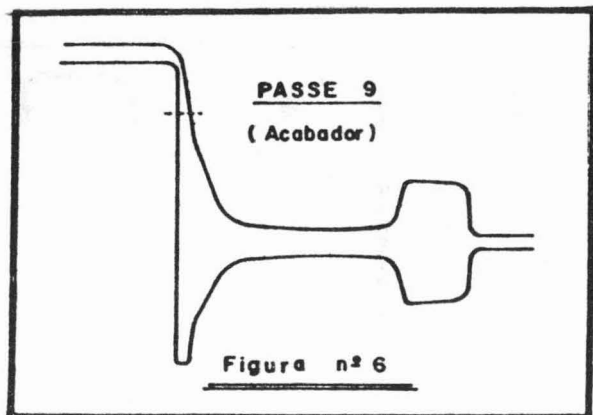
Tabela Nº II

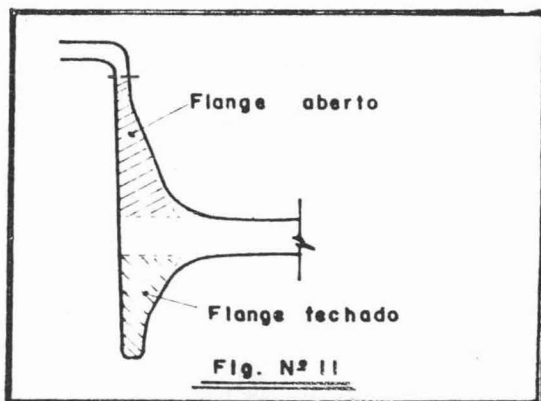
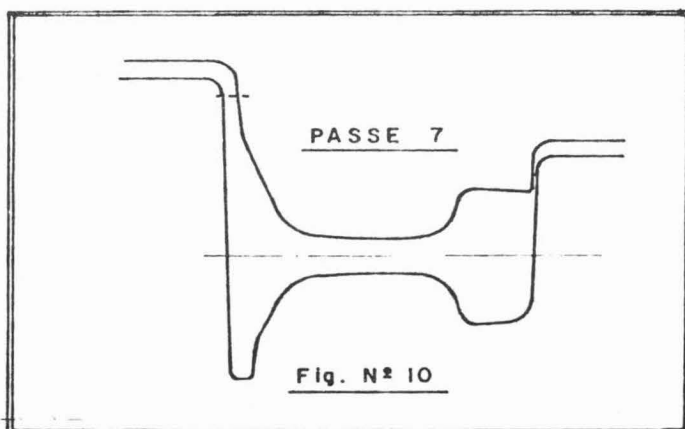
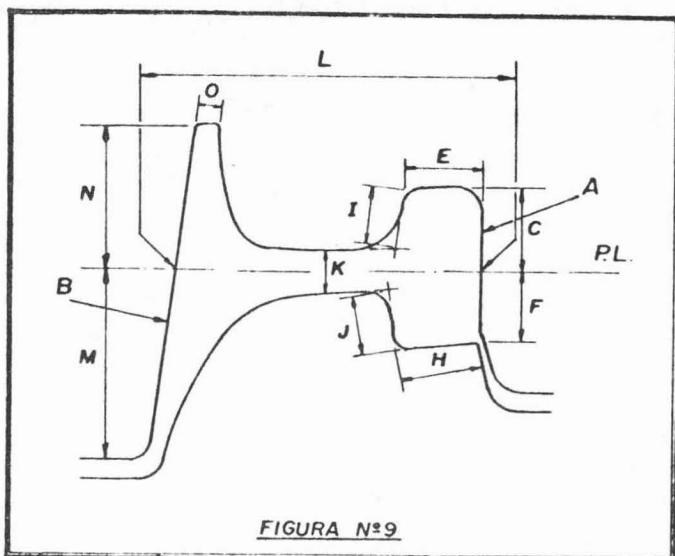
Qualidade	Composição Química					Carga de ruptura N/mm ²	Along. após a ruptura %
	C %	Mn %	Si %	P máx. %	S máx. %		
Grau 70	0,40 - 0,60	0,80 - 1,25	0,05 - 0,35	0,055	0,05	680 - 830	14 para 5d.
Grau 90A	0,60 - 0,80	0,80 - 1,30	0,10 - 0,50	0,05	0,05	880 min.	10 para 5d.
Grau 90B	0,55 - 0,75	1,30 - 1,70	0,10 - 0,50	0,05	0,05		

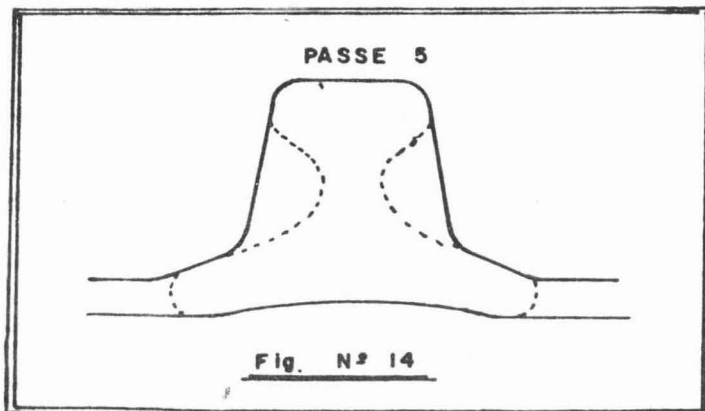
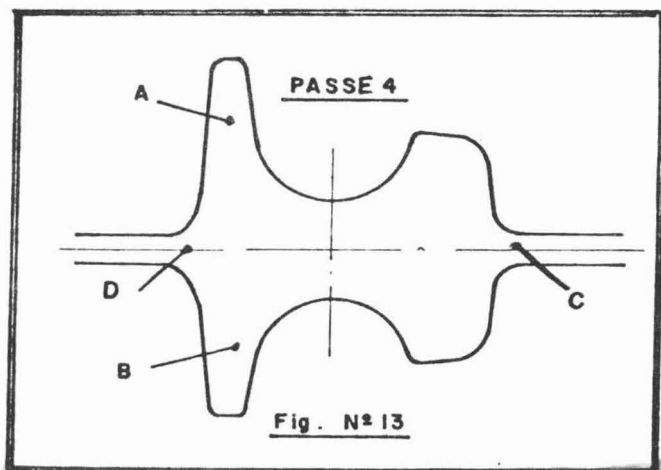
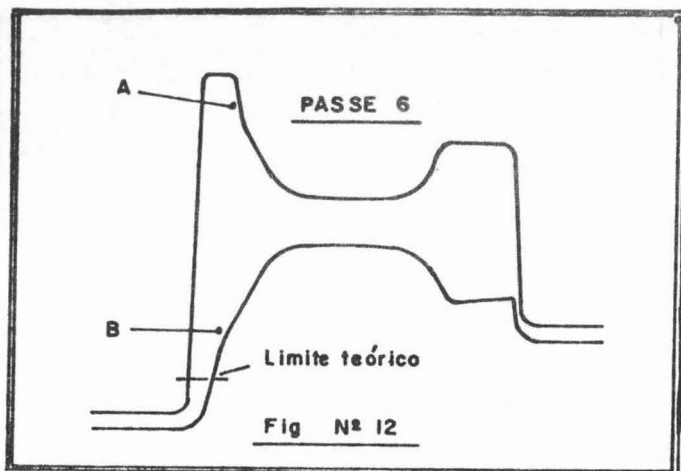
TABELA Nº III

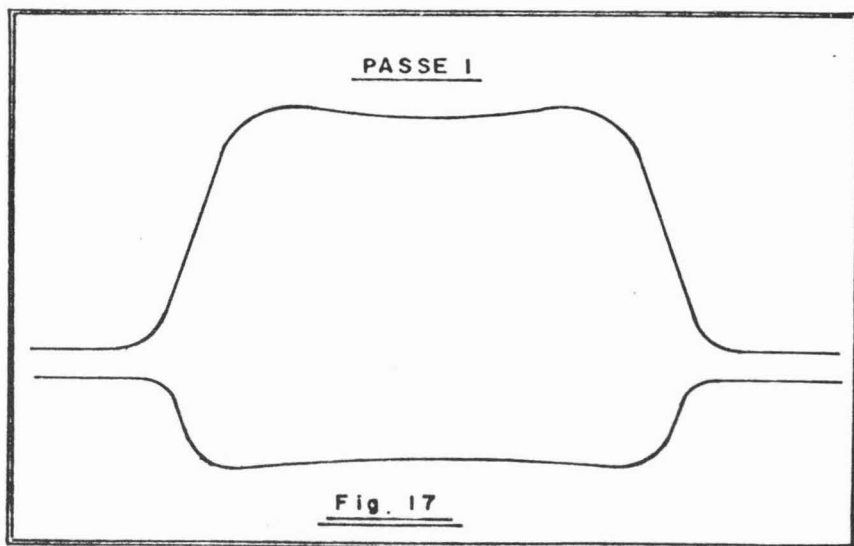
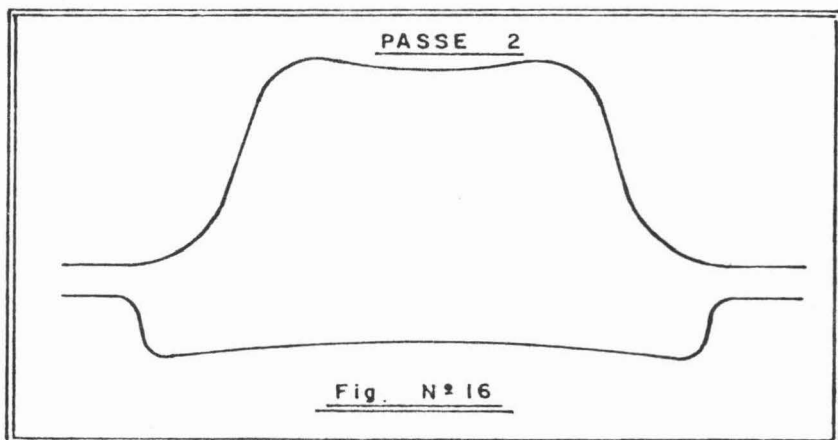
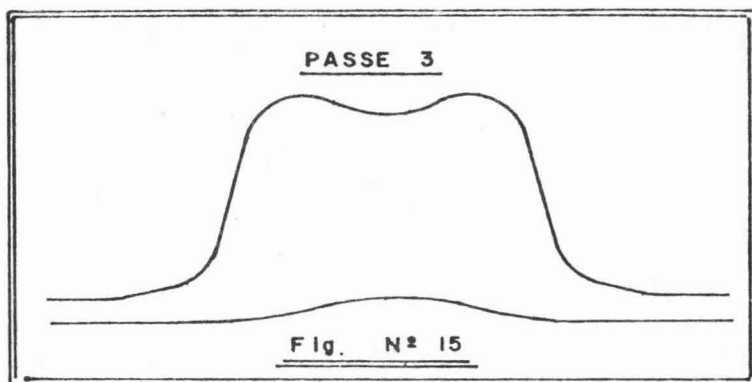


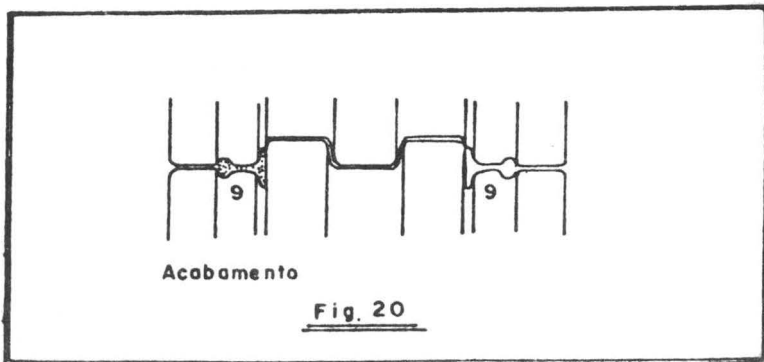
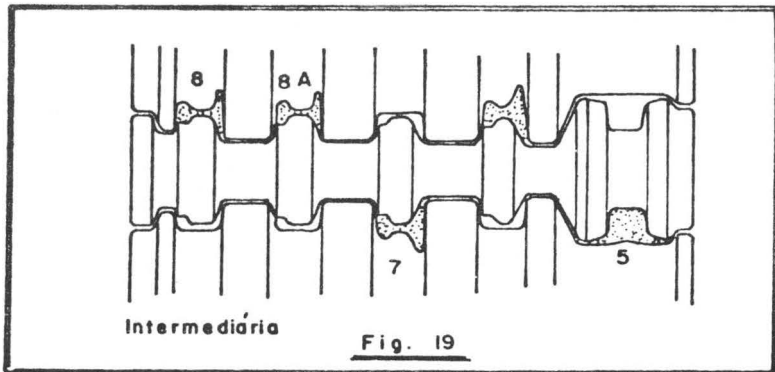
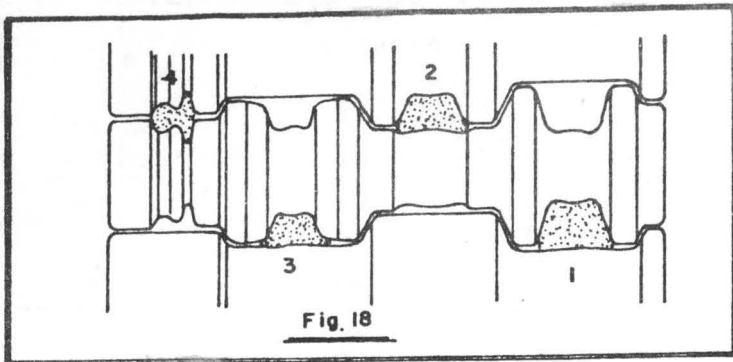


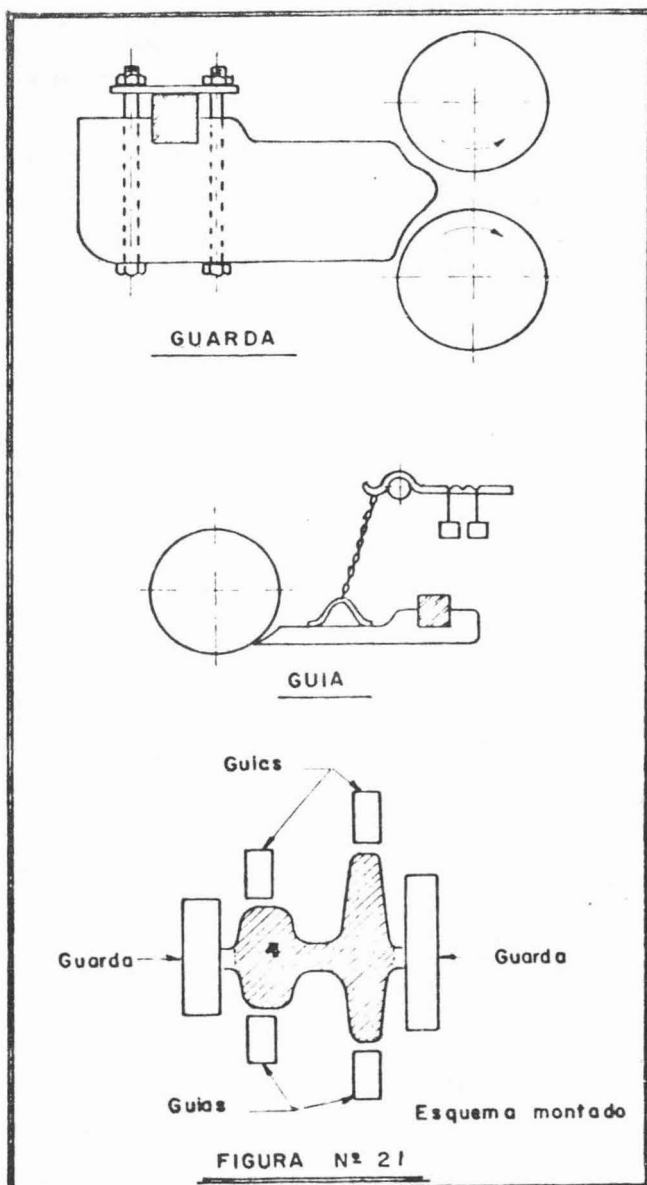












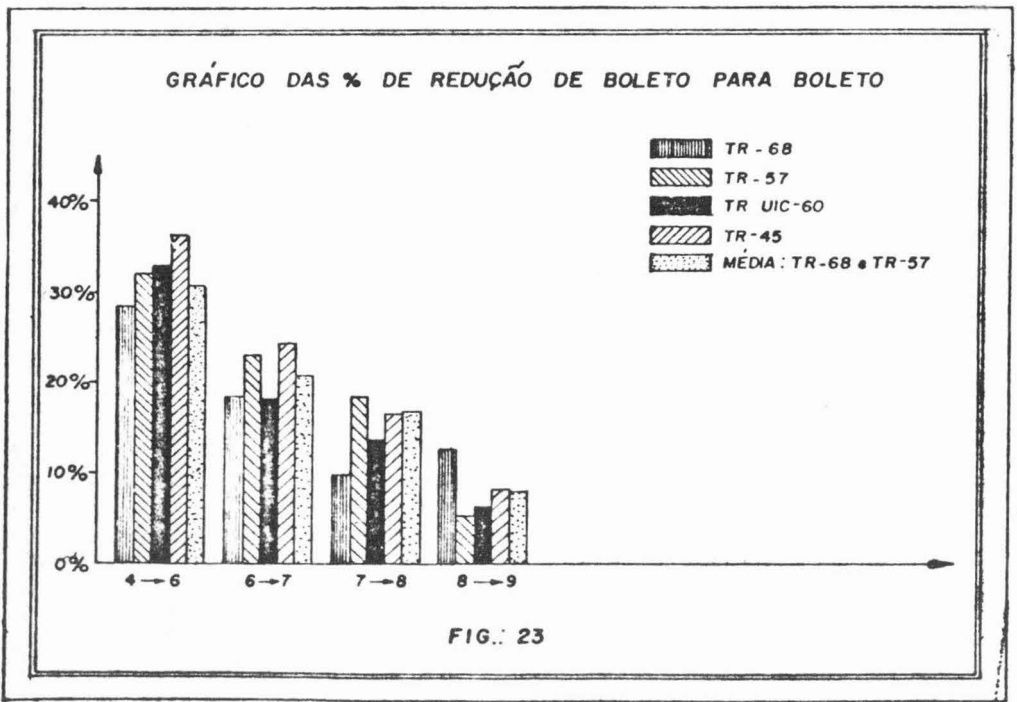
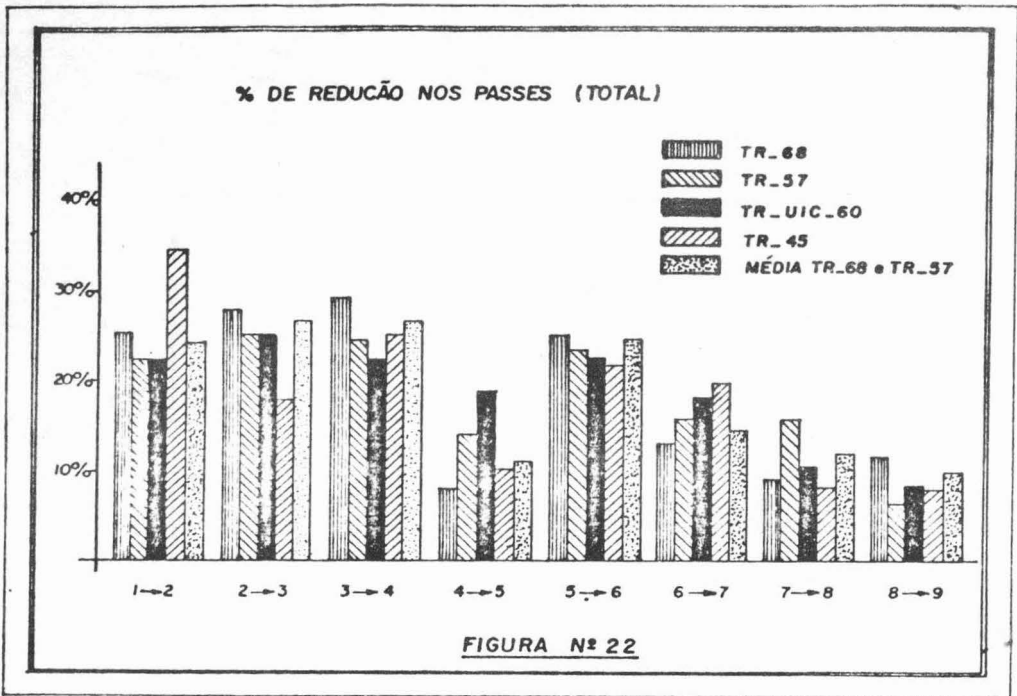


GRÁFICO MOSTRANDO AS % DE REDUÇÃO DE PATIM PARA PATIM (TOTAL).

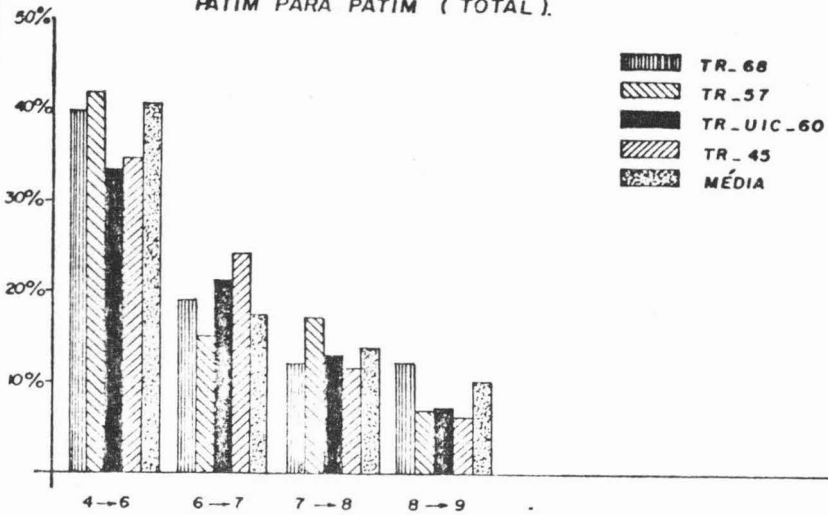


FIGURA N° 24

GRÁFICO MOSTRANDO A % DE REDUÇÃO DE ALMA PARA ALMA DOS TRs 68,57, UIC 60,45 e MÉDIA ENTRE OS TRs 68 e 57

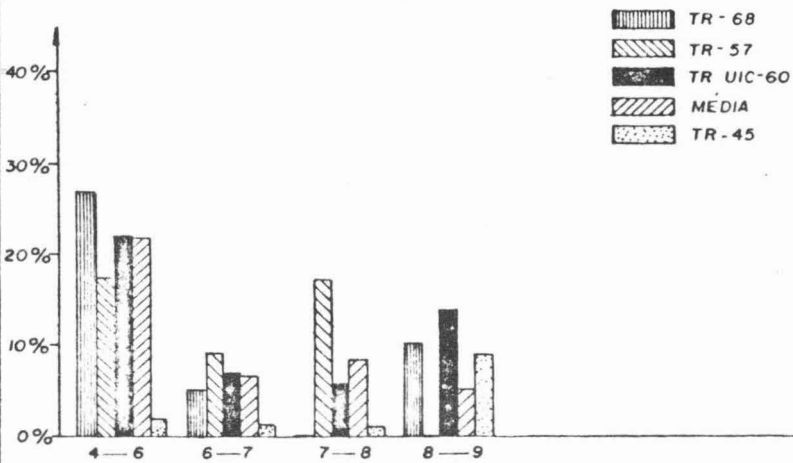


FIG.: 25

