

A QUALIDADE DO FIO MÁQUINA DA C.S.B.M. LAMINADO  
NO TREM SEMI-CONTÍNUO

ANTÔNIO OTÁVIO NEVES	(1)
LUIZ ANTÔNIO DE OLIVEIRA SANTOS	(2)
ELCIO BORGES SIMÕES	(3)
HÉLCIO SANTOS	(4)

São apresentados mudanças no sistema de controle e no Trem de laminação, com vistas à melhoria da qualidade do fio máquina. Considera-se que com os resultados atuais os objetivos foram alcançados.

---

- (1) Membro da ABM; Engenheiro Metalurgista; Chefe do Setor Trem Semi-Contínuo da C.S.B.M. - João Monlevade - MG.
- (2) Membro da ABM; Engenheiro Metalurgista; Assistente Técnico do Setor Controle de Produtos da C.S.B.M. - João Monlevade-MG.
- (3) Membro da ABM; Técnico em Metalurgia; Auxiliar Técnico do Setor Controle de Produtos da C.S.B.M. - João Monlevade-MG.
- (4) Técnico em Metalurgia; Chefe Contramestre do Setor Trem Semi-Contínuo da C.S.B.M. - João Monlevade - MG.

## 1 - INTRODUÇÃO:

A qualidade do fio máquina do Trem Semi-Contínuo da C.S.B.M. tem sido desenvolvida gradativamente de maneira a se obter um produto com características de qualidade dentro de normas definidas.

O presente trabalho mostra modificações feitas no sistema de controle e equipamentos do Trem, resultando em melhorias na qualidade do fio máquina.

## 2 - DESCRIÇÃO:

O Trem de laminação é semi-automático composto de 2 Trens Contínuos e 2 abertos, cuja produção se faz nas bitolas de 6,5 - 8,0 - 9,5 - 12,7 - 14,3 e 15,9 mm em fio máquina e barras nervuradas.

A figura 1 mostra o Lay-Out do Trem, cujas instalações têm as seguintes características:

### - Fornos de reaquecimento:

- Tipo: .....	Empurrador
- Dimensões úteis: .....	18,30 X 2,80 m
- Nº de fornos: .....	2
- Capacidade nominal: ...	15 t/h
- Combustível: .....	Gás de alto forno e/ ou óleo
- Zonas de aquecimento: .	2
- Enfornamento e desenfor namento: .....	Frontal
- Semi-Produto: .....	82 X 82 X 2.100 mm
	120 x 120 X 2.100 mm

### - Laminadores:

#### - 1º Contínuo:

Cadeiras:	Diâmetro do Cilindro:	Motor:
1 a 6	412 mm	890 KW

#### - 2º Contínuo:

Cadeiras:	Diâmetro do Cilindro:	Motor:
7 a 12	326 mm	1.780 KW

- Intermediário:

Cadeiras:	Diâmetro do Cilindro:	Motor:
Nº 13	260 mm	
Nº 14	270 mm	
Nº 15	275 mm	1.200 KW
Nº 16	285 mm	

- Acabador:

Cadeiras:	Diâmetro do Cilindro:	Motor:
Nº 17	250 mm	
Nº 18	255 mm	
Nº 19	265 mm	1.330 KW
Nº 20	280 mm	

- Bobinadeiras:

- Tipo: .....	Garret
- Capacidade: .....	150 Kg
- Quantidade: .....	8

### 3 - A QUALIDADE DO FIO MÁQUINA:

Em maio de 1968 foi introduzido o sistema de controle da qualidade de fio máquina na C.S.B.M. Até então, só se controlava o fio máquina destinado a produtos de aplicação mais exigente, através de ensaio de recalque.

O sistema então implantado consistia de uma inspeção na linha de laminação, rolo a rolo, e visava o aspecto superficial do fio máquina e características dimensionais.

Neste ano (1968), foram inspecionados 30.000 toneladas e os resultados de controle podem ser vistos na figura 2, onde se observa que 13,2 % de todo o material inspecionado apresentava defeitos desclassificatórios para o uso em aplicações mais exigentes, notadamente no que diz respeito a rebarba e fora de tolerância.

Ressalta-se que esse controle era sempre o mesmo, qual quer que fosse a aplicação final do material. Dessa forma o fio máquina destinado a uma aplicação mais exigente era controlado semelhantemente a um outro menos exigente, com reflexos negativos para o sistema de controle de qualidade

do ponto de vista prático e conceitual.

Aliado à conscientização do pessoal no sentido de que a qualidade é, antes de tudo, fabricada e, por isso, todos são responsáveis, foram feitas modificações em 3 campos, si multâneamente.

- Modificação do sistema de controle.
- Modificações no Trem de laminação.
- Treinamento de pessoal.

### 3.1 - MODIFICAÇÃO DO SISTEMA DE CONTROLE:

No que diz respeito ao sistema de controle, fez-se um estudo junto aos clientes e, de posse de suas reais necessidades, introduziu-se, a partir de 1971, o conceito de nível de qualidade do fio máquina em função de sua aplicação. Pretendia-se um aprimoramento do sistema de controle, de modo a compatibilizar o produto com sua aplicação final, mediante uma garantia mínima dos requisitos exigidos para cada nível de qualidade do fio máquina (segundo Normas Técnicas e dos clientes).

Paralelamente à introdução dessa nova sistemática de controle, procurou-se aumentar a capacidade de inspeção em Semi-Produto, mediante a aquisição de novos aparelhos de ultra som. O resultado disso é que, hoje, 30 % do material sofre controle em Semi-Produto, contra apenas 10 % no início dos anos 70.

Os resultados de controle na inspeção em linha, no ano de 1971, são vistos na figura 3.

### 3.2 - MODIFICAÇÕES NO TREM DE LAMINAÇÃO:

Quanto ao Trem de laminação este passou e tem passado por modificações, com resultados bastante positivos para a qualidade.

Das principais modificações realizadas, destacam-se:

- Colocação de placas de desgastes nas cadeiras de laminação que deram melhor ajustagem ao equipamento

- evitando cedagem excessiva, conforme figura 4.
- Modificação no antigo sistema de guiagem (figura 5), para um novo sistema de guiagem (figura 6), evitando com isso que as guias se deslocassem das posições provocando defeitos de laminação.
  - Substituição do antigo sistema de regulagem axial (figura 7) pelo novo sistema de regulagem mostrado na (figura 8), trazendo como benefício uma melhor ajustagem dos cilindros.
  - Introdução de caixa de rolos na cadeira acabadora (figura 9) facilitando a introdução do material na mesma e reduzindo sensivelmente o rejeito causado por rebarba.
  - Preparação e troca programada da guiagem por oficina especializada do setor.
  - Substituição dos acoplamentos rígidos das alongas (metal/metal) por chavetas de náilon diminuindo sensivelmente a vibração do trem.
  - Nivelamento dos cilindros das cadeiras acabadoras e intermediárias com a introdução de calços corretivos normalizando a linha de laminação. Essa providência evitou as quebras constantes de luvas, acoplamentos e trevos dos cilindros, regularizando a marcha de laminação.

### 3.3 - TREINAMENTO DE PESSOAL:

As modificações introduzidas nos sistema de controle e no Trem de laminação alteraram toda uma filosofia de trabalho. Ademais, com uma formação profissional deficiente do pessoal disponível nessa ocasião, era natural que surgissem dificuldades na implantação de tais modificações.

Tornava-se imperativo um trabalho de treinamento junto ao pessoal. Este consistiu, de cursos, palestras, testes teóricos e práticos, o que permitiu uma melhor alocação do pessoal, de acordo com suas aptidões.

#### 4 - A QUALIDADE ATUAL DO FIO MÁQUINA:

A política de enobrecimento do produto, formulada a partir de 1968 e executada nos anos seguintes, veio mostrar que estávamos na direção certa. Com efeito, os resultados obtidos a partir de então, permitiram-nos alcançar rendimentos cada vez melhores, conforme se observa na figura 10.

Os resultados atuais da qualidade do fio máquina são os seguintes:

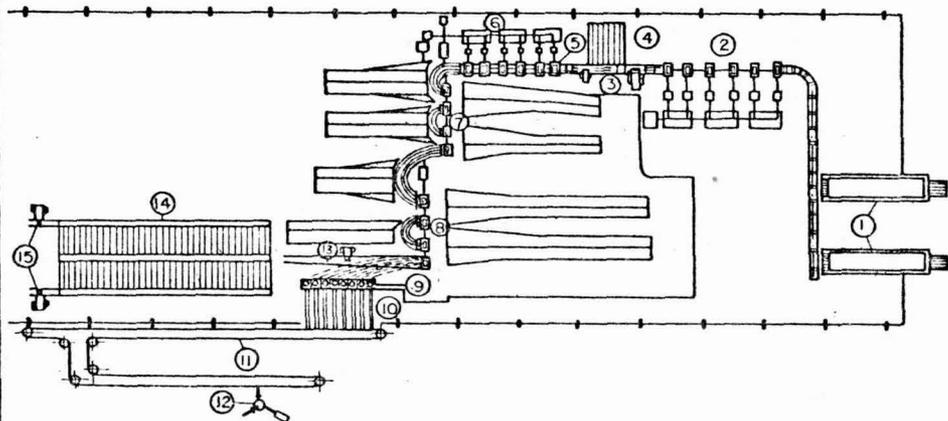
- A ocorrência de defeitos na inspeção em linha se distribui como na figura 11.
- Para o fio máquina de 15,90 mm, o histograma de frequência do bitolamento mostra-nos que com  $\pm 2\sigma$  todo o material inspecionado se encontra de acordo com as normas (figura 12).
- 100 % do material inspecionado apresenta um valor para ovalização dentro dos limites exigidos pelas normas (figura 13).

#### 5 - CONCLUSÃO:

A melhoria da qualidade do fio máquina da C.S.B.M. , laminado no Trem Semi-Contínuo foi alcançada com as modificações introduzidas no equipamento, o adequado treinamento de pessoal, e uma nova sistemática de controle de qualidade.

#### ABSTRACT

This paper shows some improvements made in control system and in the rolling mill in order to improve the wire rod quality. The obtained results show that the objectives were achieved.



- |                                     |                                  |  |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| 1) Fornos de Reaquecimento.         | 6) 2º Trem Contínuo.             | 11) Corrente aérea (resfriamento).     |
| 2) 1º Trem Contínuo.                | 7) Trem Intermediário.           | 12) Prensa de rolos.                   |
| 3) Tesoura para descarte de cabeça. | 8) Trem Acabador.                | 13) Tesoura rotativa para barras.      |
| 4) Leito Transversal.               | 9) Embobinadeiras tipo "Garret". | 14) Leito de resfriamento para barras. |
| 5) Tesouras de emergência.          | 10) Leito Transferidor de rolos. | 15) Tesoura para corte de barras.      |

Fig.1 - Lay out da área do Trem semi-contínuo

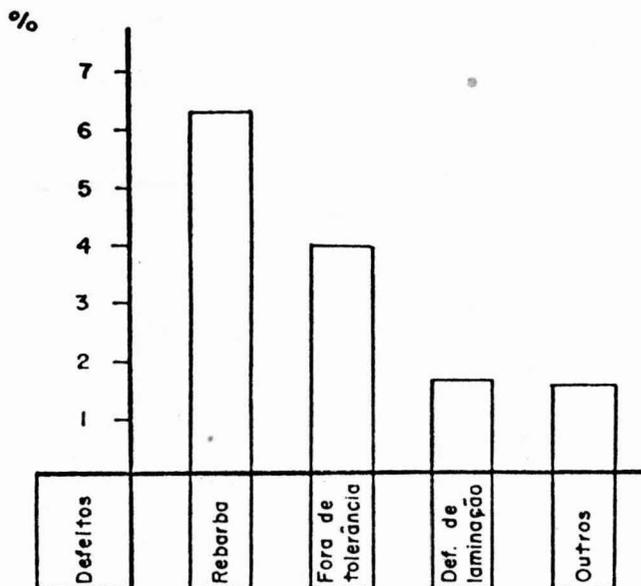


Fig. 2 - Ocorrência de defeitos no fio-máquina do trem semi-contínuo  
Ano: 1968

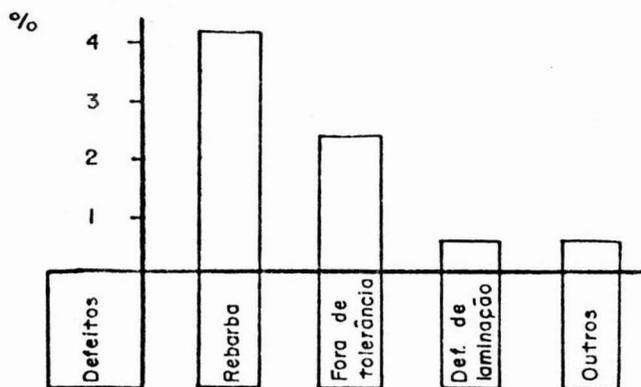


Fig. 3 - Ocorrência de defeitos no fio-máquina do trem semi-contínuo  
Ano: 1971

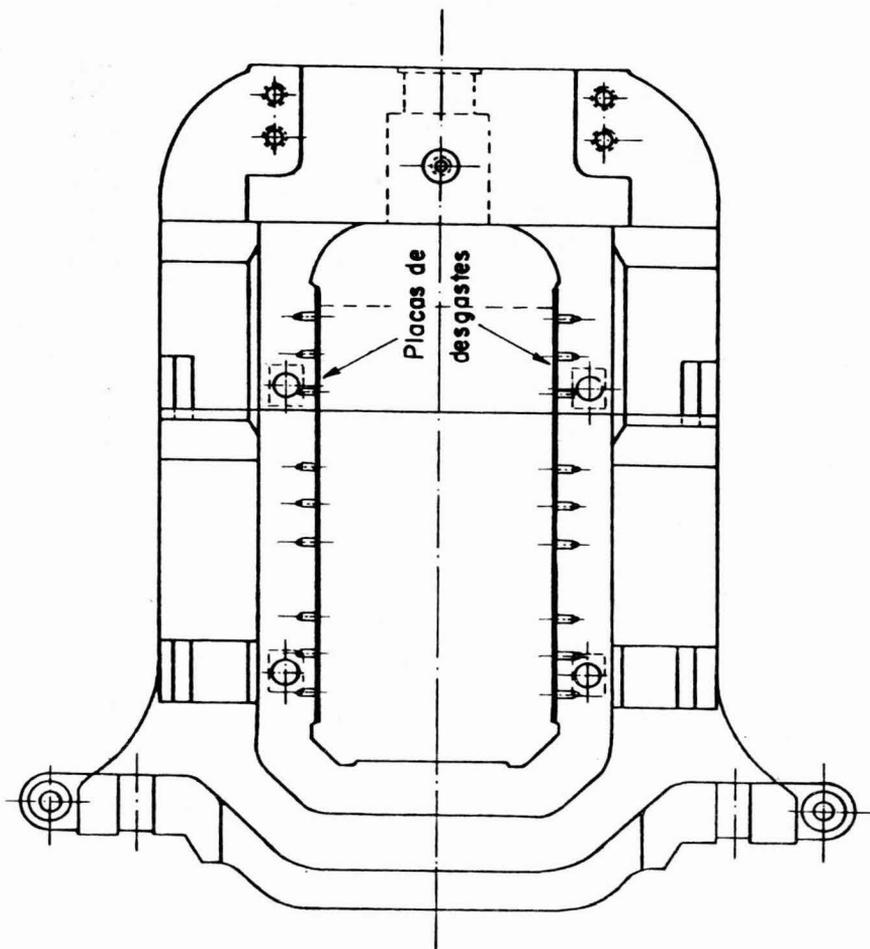


Fig.4 - Placas de desgastes .

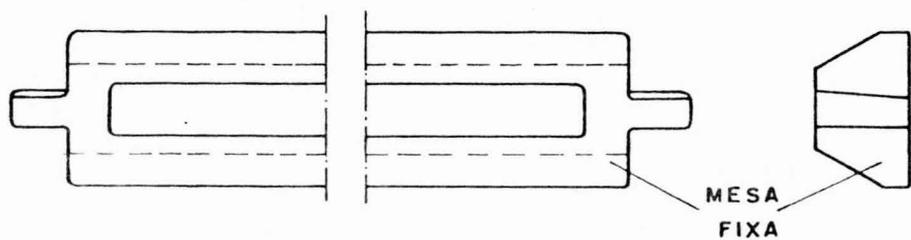
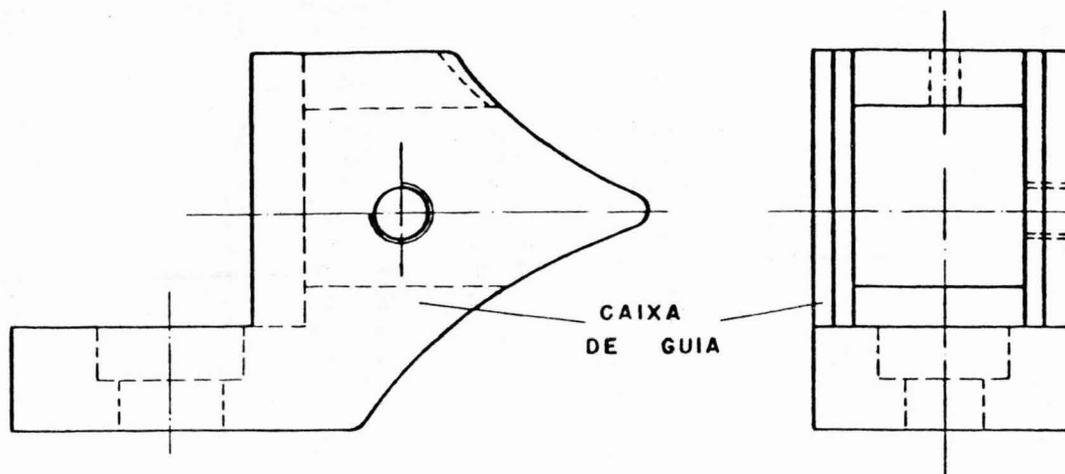


Fig.5 - Antiga caixa de guia e mesa fixa .

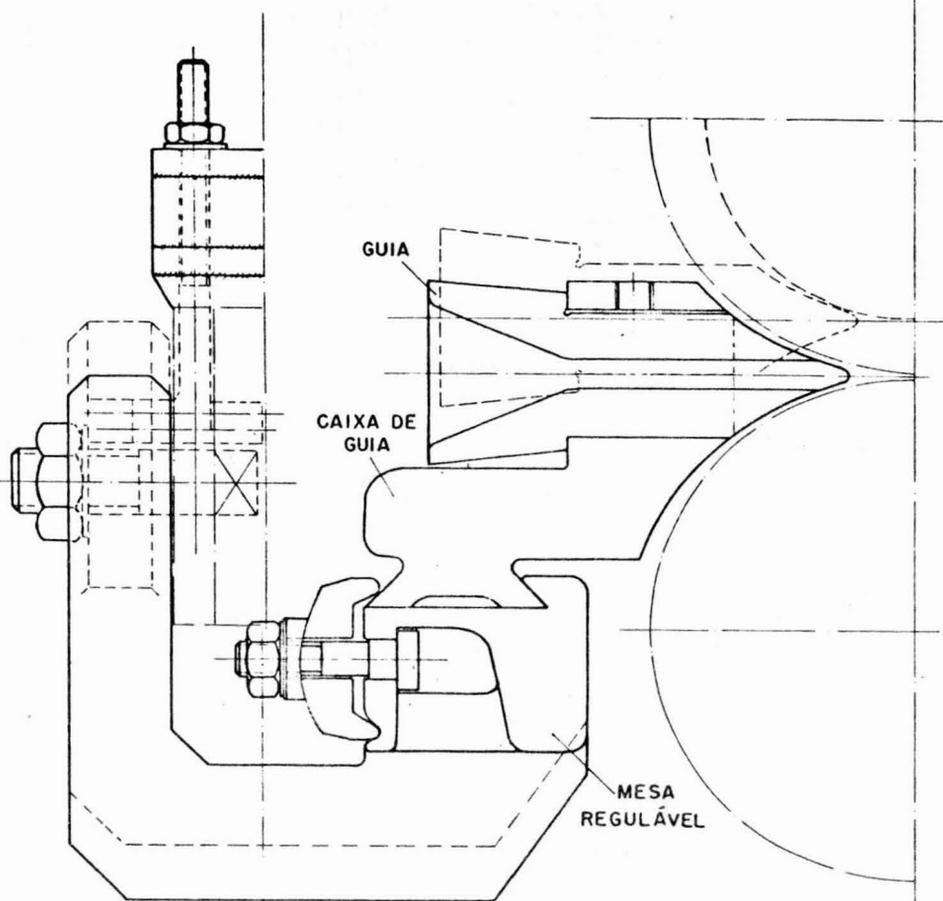


Fig. 6 - Novo sistema de guiagem .

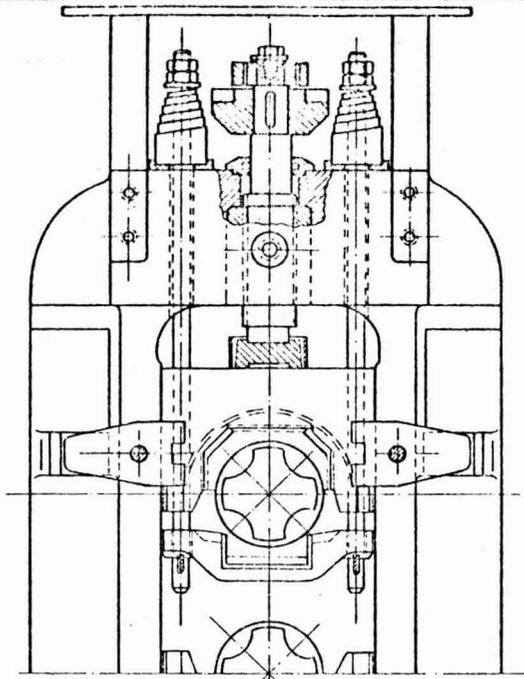


Fig. 7 - Antigo sistema de regulagem axial dos cilindros.

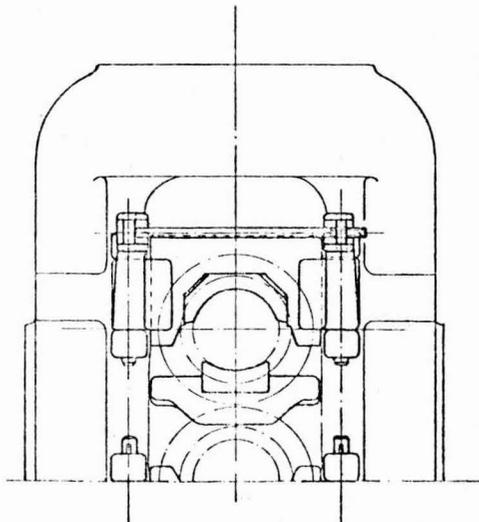


Fig. 8 - Novo sistema de regulagem axial .

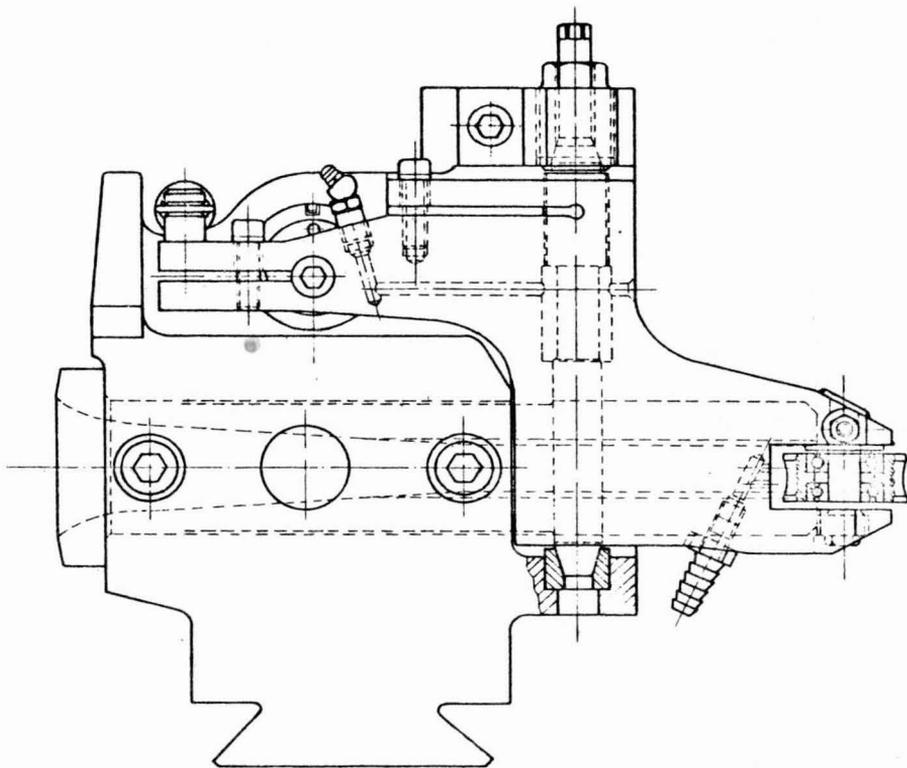


Fig.9 - Caixa de rolo da cadeira acabadora .

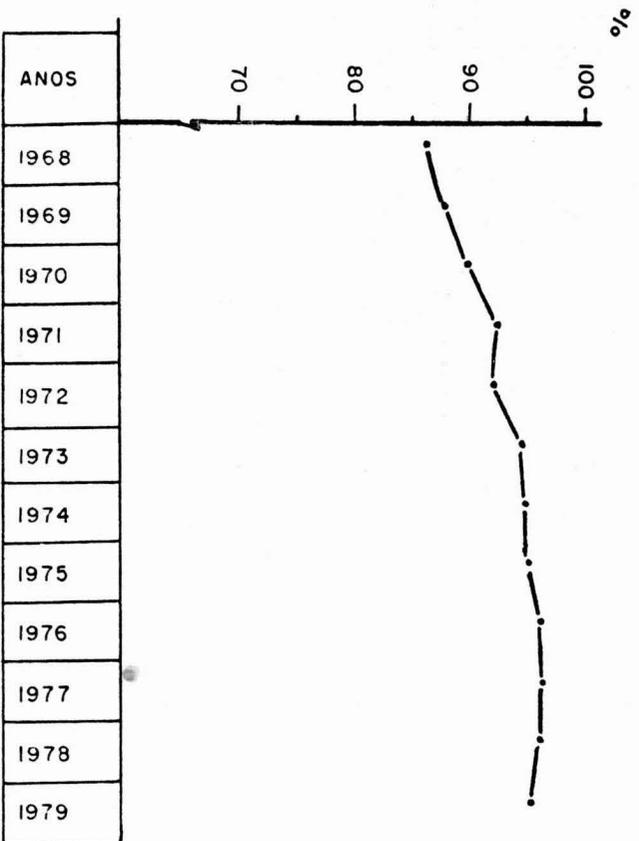


Fig. 10 - Evolução dos rendimentos do fio-máquina laminado em trem semi-contínuo

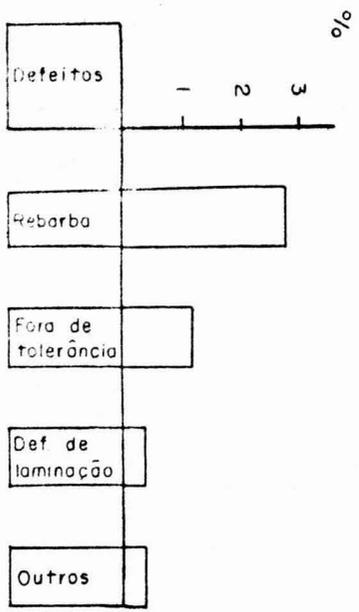


Fig. 11 - Ocorrência de defeitos no fio-máquina do trem semi-contínuo. Ano: 1979

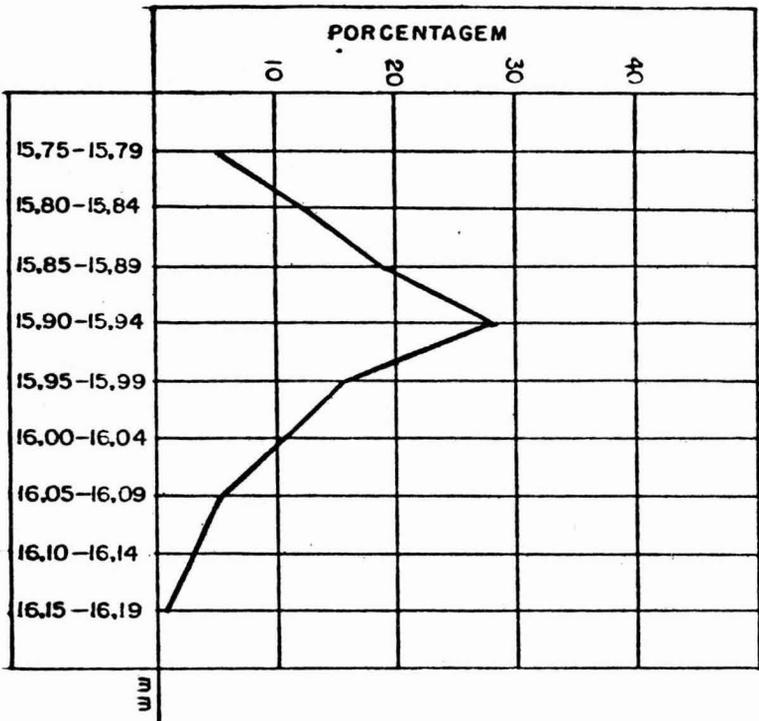


Fig. 12 - Distribuição de frequências do bitolamento do fio-máquina de 15,90mm  
 Ano: 1979  
 $n = 320$  ;  $\bar{x} = 15,92$  mm ;  $\sigma = 0,241$  mm

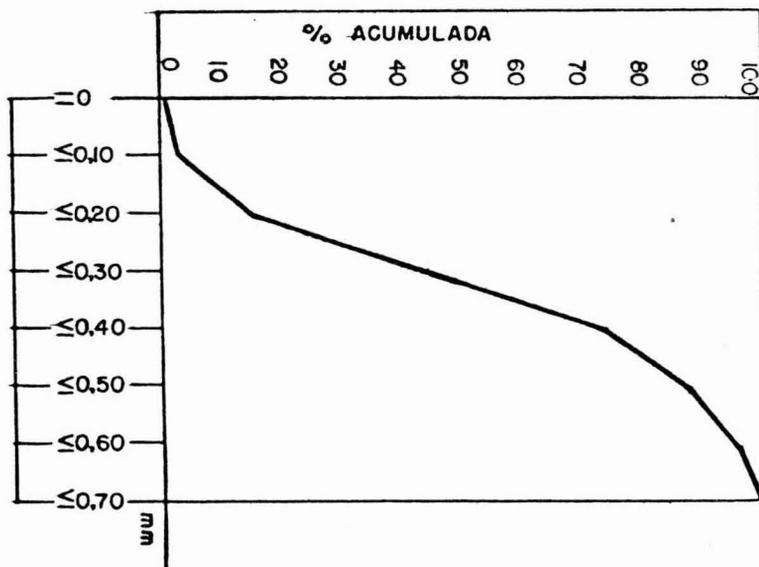


Fig. 13 - Distribuição de frequência da ovalização do fio máquina de 15,90mm  
 Ano: 1979  
 $n = 320$  ;  $\bar{x} = 0,36$  mm ;  $\sigma = 0,138$  mm

