

# A TREFILAÇÃO COM O USO DE CASSETES LAMINADORES E SUAS VANTAGENS EM RELAÇÃO AO PROCESSO TRADICIONAL UTILIZANDO FIEIRAS<sup>1</sup>

*Renê Spagnol Beraldi<sup>2</sup>  
Paulo Masiero<sup>3</sup>*

## **Resumo**

A trefilação é um dos processos de conformação mais antigo utilizados para a obtenção de produtos metálicos contínuos, consiste basicamente em forçar a passagem de uma barra contra uma ferramenta fixa denominada matriz ou fieira, dando geometria, propriedades mecânicas, estabilidade dimensional, elevada tenacidade e bom acabamento superficial. No entanto atualmente, podemos utilizar cassetes laminadores como ferramental de conformação. Estes cassetes laminadores são dispositivos mecânicos que apresentam de quatro a oito rolos de carbonetos de tungstênio montados em mancais de rolamento, que usinados com alta precisão e com o perfil desejado, substituem as fieiras. O trabalho irá realizar uma comparação técnica entre a utilização de cassetes laminadores e fieiras no processo de trefilação. Serão demonstrados os princípios do funcionamento e calibração dos cassetes e evidenciados os procedimentos de trabalho assim como adaptações necessárias para trabalhar com esse tipo de equipamento.

**Palavras-chave:** Trefilação; Cassetes de laminação; Fieiras.

## **THE DRAWING USING CASSETTE MILLS AND THEIR ADVANTAGES OVER TRADITIONAL PROCESS USING DIES**

### **Abstract**

Drawing is a process of forming oldest used to obtain solid metal product consists essentially of forcing the passage of a rod fixed against a tool or die called matrix, giving geometry, mechanical properties, dimensional stability, high toughness and good surface finish. However today, we can use tools like tape rolling forming. These cassettes mills are mechanical devices that feature four to eight rolls of tungsten carbides mounted on ball bearings, machined to high precision and with the desired profile, replace the strings. The work will perform a comparison between the technical use of cassettes rolling dies and the drawing process. Will be demonstrated the principles of operation and calibration of cassettes and highlighted the work procedures as necessary adaptations to work with this type of equipment.

**Key words:** Wire drawing; Cassettes lamination; Dies.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 3º Seminário de Trefilação: Arames, Barras e Tubos de Metais Ferrosos e Não-ferrosos, 28 a 30 de novembro de 2012, São Paulo, SP.*

<sup>2</sup> *Engenheiro Mecânico Industrial, Engenheiro Mecânico, Atomat Services, Piracicaba, São Paulo.*

<sup>3</sup> *Técnico Metalúrgico. Gerente Geral, Atomat Services, Piracicaba, São Paulo.*

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Processo de Trefilação

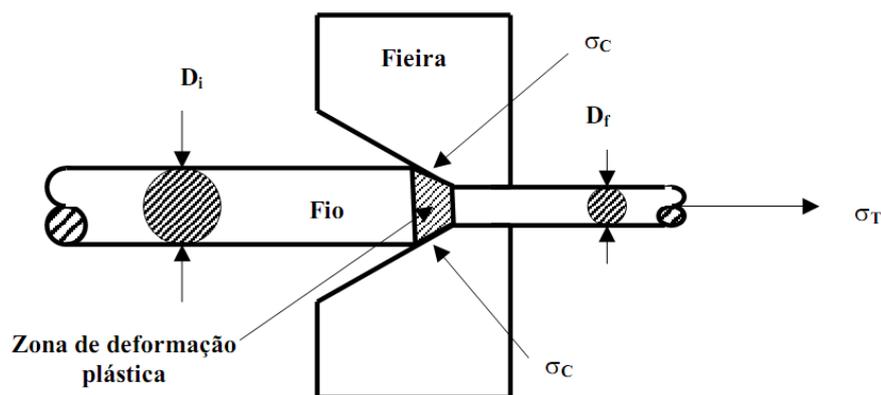
Trefilação é um processo industrial que acarreta na redução da seção transversal e aumento no comprimento do material. Consiste basicamente em forçar a passagem do material através de uma matriz denominada feira. O contato entre o material e a matriz causa uma deformação plástica no material e lhe confere algumas características mecânicas desejadas.

As forças de compressão e tração utilizadas nesse processo causam uma reorganização das microestruturas do material denominado de encruamento e como resultado têm-se as seguintes características mecânicas:

- aumento da resistência mecânica;
- diminuição da ductilidade;
- aumento da dureza;
- controle dimensional e superficial.

### 1.2 Feiras

As feiras são compostas normalmente de uma carcaça de aço e um núcleo feito de material bastante duro. O núcleo é geralmente feito de Carbetto de tungstênio (metal duro), cerâmicas ou diamante industrial, dependendo das características do material e do processo a ser utilizado.



$D_i$  – Diâmetro Inicial do fio;  $D_f$  – Diâmetro Final do fio;  $\sigma_C$  – Tensão de Compressão;  $\sigma_T$  – Tensão de Tração.

**Figura 1:** Esquema da feira na trefilação.<sup>(1)</sup>

As principais funções das feiras são:

- permitir a trefilação de grande quantidade de fios sem que ocorra um desgaste acentuado da feira;
- permitir a adoção de reduções de seção;
- conferir calibração constante do diâmetro do fio;
- conferir longa vida à ferramenta, sem necessidade de paradas da máquina de trefilar para controle de dimensões e substituição da ferramenta; e
- permitir a obtenção de superfície lisa e brilhante no fio durante longo período de uso.

**Figura 2 – Modelo Fieira.**<sup>(2)</sup>

Porém, tem-se um problema relevante no processo de trefilação, que é o desgaste dessa ferramenta por causa do atrito de trabalho, ocasionando ineficiência das principais funções da fieira.

O desgaste da fieira causa perda de tolerância dimensional e não se pode conferir uma calibração constante do produto, e também podem ocorrer problemas com o acabamento superficial.

Visto isso é necessário realizar uma parada da máquina de trefilar para cortar o arame, substituir por outra fieira de mesma medida, soldar novamente o arame e dar continuidade ao processo. A fieira usada deve ser recalibrada para uma medida superior, não se pode calibrar para a mesma medida devido ao desgaste conforme demonstrado na Figura 3.

**Figura 3 - Desgaste da fieira.**

Há processos de conformação, onde uma fieira tem duração de 8 horas a 12 horas de trabalho, e com isso é necessária a sua substituição devido a esse desgaste. Há um custo para se realizar essa troca de ferramental e também se deve levar em conta o tempo de hora máquina parada para se realizar esse procedimento.

Os cassetes de laminação são equipamentos desenvolvidos para que se possa ter maior dinamismo na trefilação. O cassete pode trabalhar continuamente por aproximadamente um mês, sem que haja paralisação da máquina para substituição do ferramental.

### 1.3 Cassetes

O cassete laminador é uma montagem mecânica de componentes como anéis de metal duro, rolamentos precisos e robustos com sistemas de lubrificação e refrigeração integrados em um só equipamento que garante a conformação do material e precisão na saída do arame.

**Figura 4** - Modelo cassete laminador.<sup>(3)</sup>

Há uma grande variedade de modelos de cassetes laminadores que podem ser instalados nas máquinas de trefilar, de acordo com o processo de trabalho, procedimentos operacionais, bitolas finais desejadas, velocidade de trefilação, altura do arame em relação à base da máquina, entre outros.

**Figura 5** - Vários tipos de cassetes laminadores.<sup>(3)</sup>

Esses cassetes podem ser adaptados a máquina de trefilação com uma simples substituição da caixa de fieira pelo conjunto montado. Em muitas vezes é necessário fazer pequenas adaptações na base da máquina para que o cassete possa se alinhar com perfeição e para que fique exatamente na mesma altura onde se trabalha com a fieira.

A adaptação consiste na confecção de uma base nova para o cassete para que se alinhe exatamente ao padrão de trabalho da máquina, ou seja, poucas alterações nos projetos iniciais das máquinas para que se possa substituir o ferramental.

Os fios acabados podem ter diversos formatos, sendo mais utilizados os arames lisos e nervurados (construção civil). Os perfis dos rolos dos cassetes são diversificados e se adaptam ao formato do arame desejado. O range de trabalho dos cassetes é de 1,24 mm até 12 mm de diâmetro para arames acabados redondos.

#### **1.4 Rolos de Metal Duro**

Para realizar essa conformação do fio máquina os anéis de trabalho são fabricados em metal duro com classe adequada para o tipo de trabalho. O metal duro utilizado tem elevado grau de dureza e baixo elemento de liga.

Os perfis dos rolos são especialmente desenvolvidos para cada tipo de processo de trabalho e perfil final desejado, podendo ser quadrado, redondo, oval, redondo nervurado, entre outros e visando sempre obter maior durabilidade dos rolos e melhorar a qualidade do produto final.



**Figura 6** - Exemplo de rolos do cassete laminador.

Uma das grandes vantagens do cassete em relação às feiras é a regulagem após o desgaste do ferramental.

**Fieira** - Quando há um desgaste na fieira, ela deve ser substituída por outra com o mesmo diâmetro inicial para se dar continuidade ao processo. A fieira já utilizada será reaproveitada, porém para uma medida de maior diâmetro.

**Cassete** - Quando a medida do arame começa a ficar maior devido ao desgaste com trabalho, há uma regulagem no equipamento que promove a aproximação dos rolos, com isso pode-se ter maior utilização as peças, sem que haja substituição do ferramental ou paralisação a máquina de trefilar para esse ajuste.



**Figura 7** - Vista dos rolos montados.

Conforme mostrado na figura 7 os rolos podem se aproximar e distanciar para que se possa chegar na bitola desejada com precisão. Quando essa aproximação não é mais possível, deve-se paralisar a máquina e retirar os rolos de metal duro do equipamento e retificá-los.

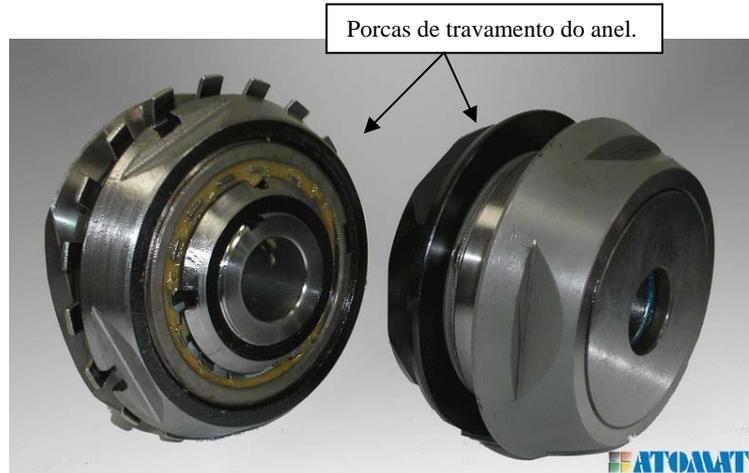
Outra grande melhoria é que se pode fazer o mesmo perfil inicial nos rolos (aconselhável), ou seja, pode-se trabalhar com a mesma bitola inicial. Esses rolos de laminação podem ser retificados em média 6 vezes.

### **1.5 Mancais Rotativos**

Os rolos são montados em mancais rotativos que podem ser classificados como fixos e intercambiáveis. Os mancais fixos são mancais lacrados onde não se pode ter acesso ao rolamento interno, ficando livre de sujeiras e poeiras que possam

afetar seu desempenho. Os mancais intercambiáveis são mancais onde se tem acesso aos rolamentos e retentores internos somente com uma simples desmontagem do conjunto. Esses rolamentos e retentores podem ser substituídos por novos e caso não haja nenhum tipo de avaria no corpo do mancal ele pode ser utilizado novamente.

Os mancais intercambiáveis normalmente apresentam um desempenho inferior quando comparado aos mancais fixos, cerca de 2/3 do rendimento.



**Figura 8** - Mancais rotativos: Intercambiável (à esquerda) e fixo (à direita).

Os rolos de metal duro são fixados aos mancais por uma porca de travamento conforme indicado na figura acima.

### 1.6 Pinos de refrigeração

A montagem dos mancais com os rolos em metal duro (carboneto de tungstênio) são unidas ao cassete por pinos, denominados pinos de refrigeração. Esses pinos são peças de precisão e responsáveis pelo direcionamento da refrigeração e da lubrificação do conjunto.



**Figura 9** - Pino de refrigeração.

Periodicamente é necessário que se faça a lubrificação desse conjunto, para que não ocorra falta de graxa nos rolamentos e por consequência travamento do mancal. A graxa indicada por alguns fabricantes para esse tipo de trabalho é DIN 51502 KP2K-20, e a lubrificação recomendada é de oito em oito horas de trabalho, dependendo do tipo de mancal e tipo de cassete utilizado.

Os pinos, mancais e peças de metal duro são montadas na flange, para formar a metade do cassete. Esta flange tem a função de posicionar as peças em 120° entre elas (no caso do trio) e dar sustentação (rigidez) ao conjunto.

### 1.7 Flange

Em alguns casos a flange também tem mais uma função que é afastar e aproximar os rolos. Nestes tipos de cassete há uma porca traseira onde se pode girar para que ocorra essa movimentação.



Figura 10 - Foto da flange - cassete trio.

A montagem de duas dessas flanges em uma carcaça com a inclusão dos pinos, mancais de rolamentos, peças de metal duro, sistema de lubrificação e sistema de refrigeração caracterizam o cassete laminador utilizado na trefilação.



Figura 11 - Cassete laminador montado.<sup>(3)</sup>

## 2 CONCLUSÃO

A produtividade do cassete é de aproximadamente 2.500 toneladas, dependendo de alguns pontos como, por exemplo, do tipo de material trefilado, velocidade de trabalho, reduções por passe, dureza do material, diâmetro do arame, entre outros. Após essa produtividade pode-se retirar o conjunto de rolos e retificá-los para voltar à máquina e dar continuidade ao processo.

Uma conta rápida: Uma empresa faz arame nervurado para construção civil de diâmetro 4,20 mm. Foram trefilados 1.800 toneladas numa empresa que trabalha

24 horas por dia, 5 dias por semana e a uma velocidade de trabalho de 8 m/s. Calculando teremos um ferramental para 24 dias de trabalho sem que haja interferência no processo ou paralisação para substituição de alguma peça.

Os cassetes laminadores usados na trefilação apresentam uma grande melhoria no processo quando verificamos a durabilidade do ferramental, cerca de 100 vezes maior produtividade do que uma simples fieira, e não necessita de intervenções para substituição do ferramental.

O cassete é um conjunto mecânico com várias partes e peças mecânicas e isso demanda tempo de montagem, e isso é uma desvantagem quando comparado as fieiras que são ferramentas mais simples, porém podemos pensar que a montagem desse conjunto pode ser feita fora da máquina de trefilar, com isso não ocupa tempo de máquina e nem afeta a produtividade.

As reduções nesse tipo de equipamento podem ser de 10% até 35% em cada passe. Essas reduções devem ser maiores nos passes iniciais e menores nos passes finais para se tiver maior estabilidade do material e controle dimensional do mesmo.

A seguir as vantagens e desvantagens em relação ao trabalho com fieiras.

- Vantagens do cassete em relação à fieira:
  - não há necessidade de trocas de constantes de ferramental;
  - menor número de pessoas trabalhando no processo;
  - menos peças em estoque, e menor custo com estocagem de material;
  - maior produtividade;
  - não há necessidade de emendas com soldas constantes no processo;
  - quando retrabalhar o ferramental, pode-se usinar para o mesmo diâmetro inicial;
  - pode-se recalibrar um conjunto, em média oito vezes;
  - flexibilidade para ajustar e modificar as bitolas nos passes intermediários;
  - regulagem fina no acabamento do arame para se atingir a medida objetiva;
  - regulagem de desgaste em até 0,30 mm nos diâmetros intermediários, desde que não comprometam a qualidade do produto;
  - altos níveis de redução;
  - máquinas relativamente simples; e
  - possibilidade de trabalhar perfis diversos, como nervurados, quadrados, anéis com logomarcas etc.
- Desvantagem do cassete em relação à fieira:
  - custo inicial para aquisição do equipamento;
  - adaptação da máquina; e
  - custo do ferramental.

## REFERÊNCIAS

- 1 ROCHA, F. L. Otavio; Conformação Plástica dos metais – Fundamentos e Projetos; CEFEP/PA, 1999, p. 29 – 35.
- 2 RETIMICRON. Fieira perfil quadrado. Disponível em: <<http://www.retimicron.com.br>>. Acesso em: 03/09/2012.
- 3 MCL MASIERO. Mcl Masiero. Disponível em: <[www.mclmasiero.com.br](http://www.mclmasiero.com.br)>. Acesso em: 03/09/2012