

A METALOGRAFIA COMO FERRAMENTA DE QUALIDADE NA TREFILAÇÃO*

Giulliane Meireles Casali Gonçalves Torres¹
Hélio Fidêncio Linhares²
Gustavo Sena de Carvalho³

Resumo

Os arrebitamentos que ocorrem durante o processo de trefilação geram impacto na produtividade e rendimento operacional em função do retrabalho gerado na realização de solda cada vez que o material se rompe e conseqüentemente no tempo perdido para execução desta etapa. A metalografia é a ferramenta mais eficiente para caracterização das causas dos arrebitamentos durante a trefilação. Faz-se necessário a utilização de microscopia e aplicação dos reativos específicos destinados a revelar a origem da anomalia. O presente trabalho objetiva mostrar os principais tipos de fraturas na trefilação e suas respectivas origens, através do estudo de quatro casos distintos, são eles: fratura resultante de quebras internas (rupturas centrais), fratura dútil por tração, fraturas resultantes de quebras na solda e fraturas lascadas causadas por formação de “pé de corvo”. Os resultados das análises mostram de forma objetiva se a anomalia foi gerada a partir da matéria prima (defeitos superficiais no fio máquina) ou problemas de processo/operacionais durante a trefilação.

Palavras-chave: Trefilação; Fratura; Arame; Metalografia.

THE METALLOGRAPHY AS A TOOL OF QUALITY IN DRAWING

Abstract

The fractures that occur during the drawing process generate impact on productivity and operational efficiency due to the rework generated in performing welding time that the material breaks down and consequently the time spent for the implementation of this step. The metallography is the most efficient tool to characterize the causes of fractures during the drawing. We use microscopy and application of specific reagents designed to reveal the source of the anomaly. This paper aims to show the main types of fractures in the drawing and their origins by studying four separate cases, they are: resulting fracture / central bursts, ductile fracture traction, fractures resulting from breaks in the solder, chipped fractures caused by formation of "crow's feet ". The analysis results show objectively if the anomaly was generated from the raw material (surface defects on the wire machine) or process / operational problems during drawing.

Keywords: Drawing; Fracture; Wire; Metallography.

¹ *Cursando Engenheira de Produção UNESA, Metalógrafa, Votorantim Siderurgia, Resende, Rio de Janeiro, Brasil.*

² *Especialista em Metalografia, Consultor, Votorantim Siderurgia, Resende, Rio de Janeiro, Brasil.*

³ *Técnico em Mecânica ICT, Metalógrafo, Votorantim Siderurgia, Resende, Rio de Janeiro, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O processo de trefilação é caracterizado pela redução de área do fio máquina, através de esforços de tração e compressão, tendo como principal objetivo é obtenção de diâmetros menores com precisão dimensional, controle de propriedades mecânicas e acabamento superficial para diversas aplicações: arame recozido, pregos, parafusos, arames para amarração, entre outros.

Para identificação das anomalias originadas a partir da matéria prima que provocam arrebetamentos e/ou fraturas durante o processo de trefilação utiliza-se a análise metalográfica.

A metalografia consiste no estudo dos produtos metalúrgicos, com o auxílio do microscópio, onde pode-se observar as fases presentes e identificar a granulação do material (Tamanho de grão), o teor aproximado de carbono no aço, a natureza, a forma, a quantidade, e a distribuição dos diversos constituintes ou inclusões [...]". ROHDE, 2010.

Os arrebetamentos na trefilação provocam paradas na produção causando graves prejuízos, por isso as análises metalográficas devem ser realizadas em tempo hábil, pois evitam que os problemas reincidam em outras campanhas de produção.

Os tipos de fraturas resultantes de arrebetamentos durante a trefilação podem ser classificados em quatro grupos:

- Fratura resultante de quebras internas (rupturas centrais);
- Fratura dútil por tração;
- Fraturas resultantes de quebras na solda;
- Fraturas lascadas causadas por formação de “pé de corvo”;

Sabe-se que defeitos superficiais influenciam no desempenho final do trefilado, no entanto se foram de pequena profundidade, podem ser removidas durante a trefilação sequencial.

O presente trabalho objetiva mostrar a extrema importância da correta identificação do tipo de fratura e suas respectivas causas, visando agilidade na resolução de problemas e eliminação de anomalias durante o processo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para determinação da causa do arrebetamento no produto trefilado, faz-se necessário investigação metalográfica nas duas extremidades. Essa afirmativa baseia-se na segurança do resultado, visto que apenas uma parte da fratura pode não conter as evidências necessárias para determinação da causa da ocorrência.

Os arames utilizados nos testes possuem as seguintes composições químicas:

Tabela 1 – Composições químicas determinadas por espectrometria no laboratório Votorantim

| IDENTIFICAÇÃO | C | Mn | Cu | P | S | N |
|----------------|------|------|------|-------|-------|-----|
| Caso 01 | 0,07 | 0,34 | 0,25 | 0,013 | 0,021 | 102 |
| Caso 01 | 0,06 | 0,37 | 0,27 | 0,014 | 0,012 | 100 |
| Caso 02 | 0,08 | 0,40 | 0,22 | 0,014 | 0,014 | 97 |
| Caso 02 | 0,08 | 0,41 | 0,25 | 0,016 | 0,019 | 98 |
| Caso 03 | 0,07 | 0,41 | 0,25 | 0,015 | 0,006 | 100 |
| Caso 03 | 0,06 | 0,37 | 0,25 | 0,018 | 0,011 | 100 |
| Caso 04 | 0,50 | 0,40 | 0,28 | 0,013 | 0,013 | 90 |
| Caso 04 | 0,51 | 0,39 | 0,29 | 0,017 | 0,020 | 87 |

As análises metalográficas foram realizadas utilizando Estéreo microscópio Olympus LG-PS2 e microscópio ótico Olympus BX51M com ataque químico de Nital 3% (solução de ácido nítrico em álcool etílico) e as micrografias registradas com 500 X. Foi possível detectar a presença de partículas não metálicas no interior dos defeitos, sendo assim as amostras embutidas em baquelites foram analisadas por MEV-EDS na USP em Lorena.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estudo do primeiro caso: Fratura resultante de quebra interna (rupturas centrais)



Figura 1. Fratura do tipo “taça e cone” causada por rupturas centrais.

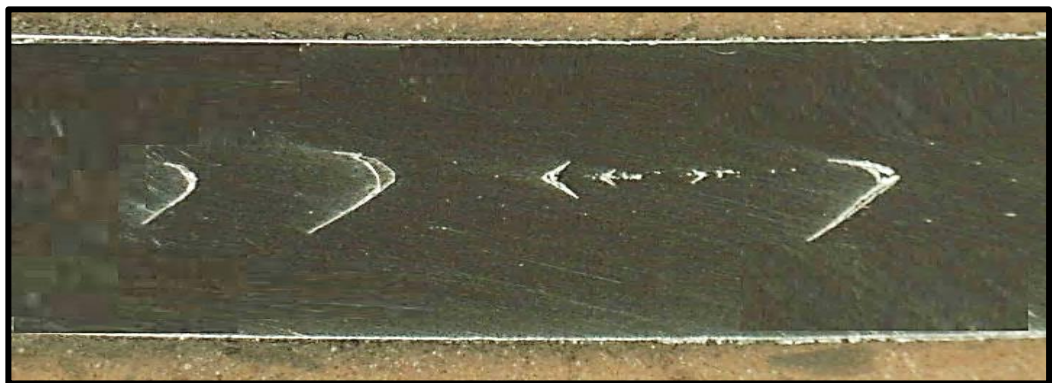


Figura 2. Seção transversal evidenciando sequência de rupturas centrais.

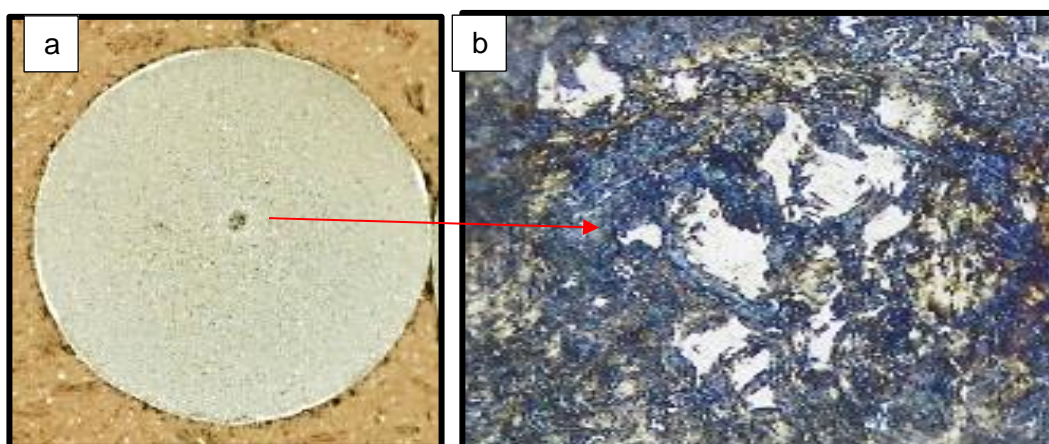


Figura 3. Seção transversal após embutimento metalográfico evidenciando segregação de carbono para o núcleo do material e a presença de microconstituintes frágeis do tipo martensita.

3.2 Estudo do segundo caso: Fratura dútil por tração



Figura 4. Região da ruptura evidenciando fratura dútil por tração.

3.3 Estudo do terceiro caso: Fraturas resultantes de quebras na solda



Figura 5. Avaliação da qualidade da solda na matéria prima (fio máquina) que propicia arrebatamento no produto trefilado. a) Rebarba que caracteriza boa qualidade de solda. b) Rebarba com simetria trincada, caracterizando solda ruim.

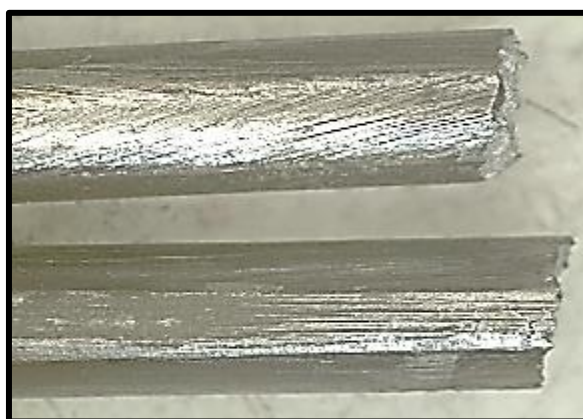


Figura 6. Região da ruptura onde observa-se esmerilhamento com resíduos de rebarbas.

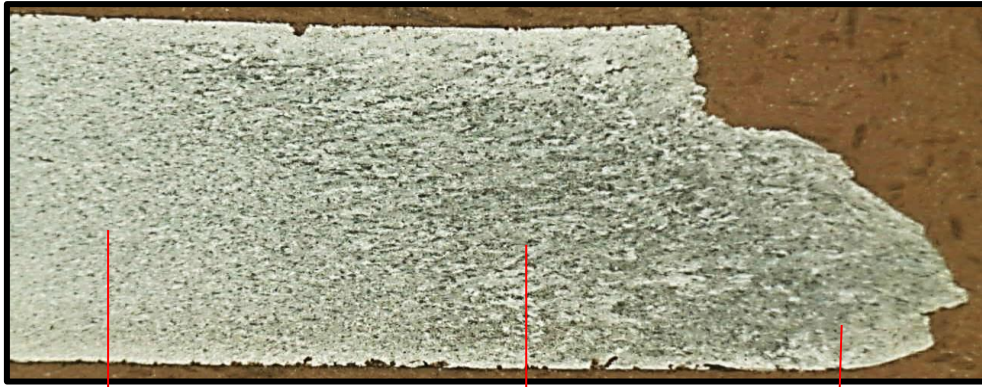


Figura 7. Macrografia da amostra após embutimento metalográfico onde observa-se região da ruptura

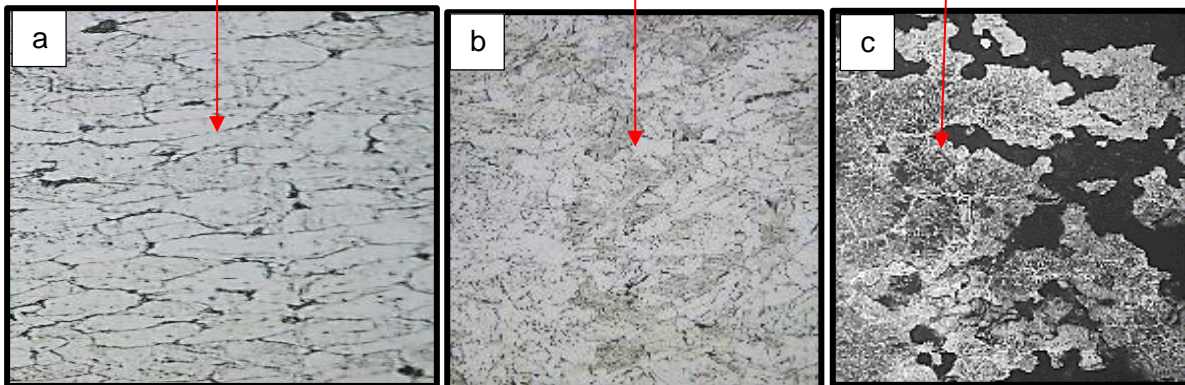


Figura 8. Micrografias evidenciando diferenças microestruturais das três regiões: A) Estrutura encruada pertinente ao arame. B) Estrutura bruta de fusão (ZTA). C) Presença de porosidade na região do rompimento. 500 X

3.4 Estudo do quarto caso: Fraturas lascadas causadas por formação de “pé de corvo”

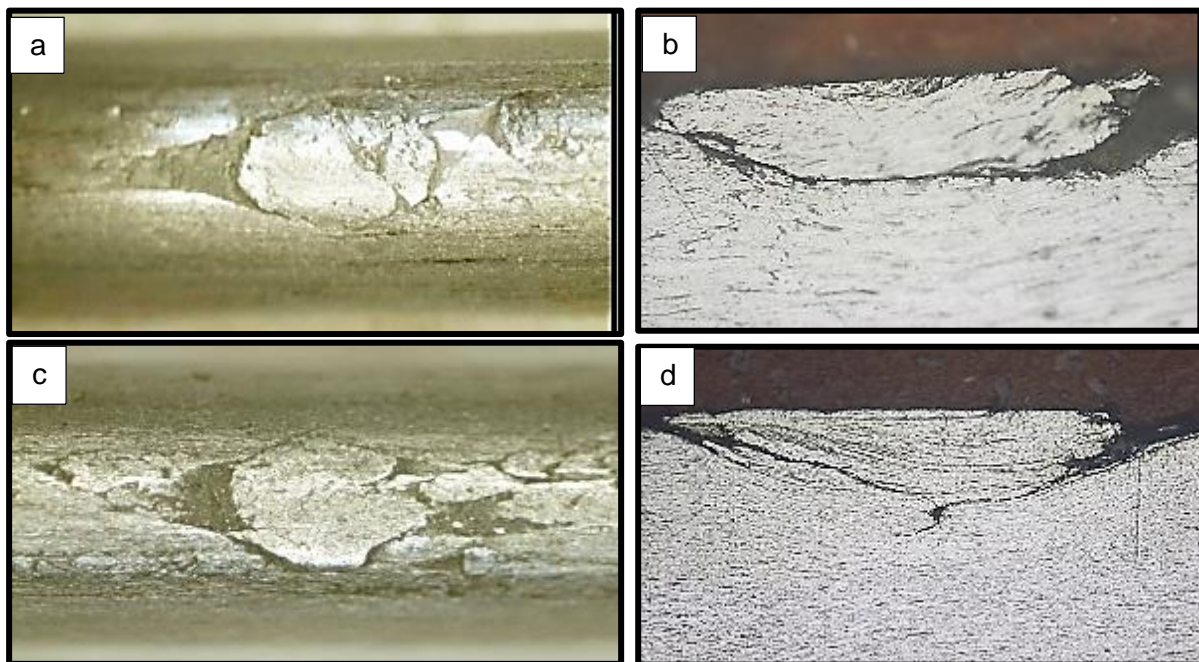


Figura 9. Macrografias e micrografias evidenciando a formação de pé de corvo devido à presença de defeitos superficiais do tipo palhas.

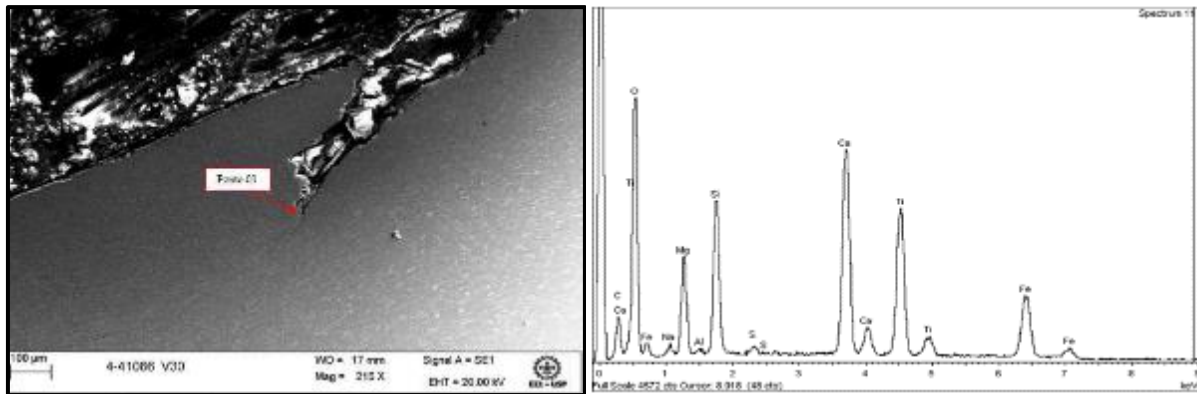


Figura 10. Análise por MEV-EDS realizada na USP em Lorena onde observa-se a presença de partícula não metálica na região do defeito.

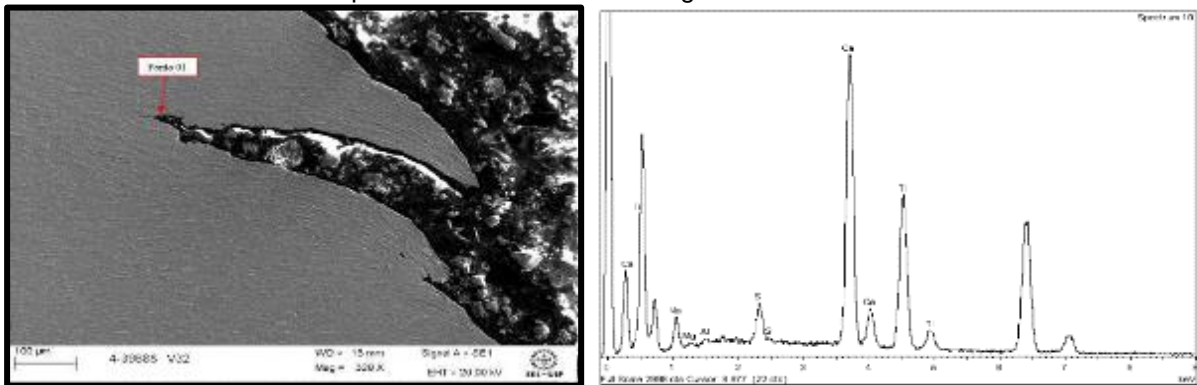


Figura 11. Análise por MEV-EDS realizada na USP em Lorena onde observa-se a presença de partícula não metálica na região do defeito.

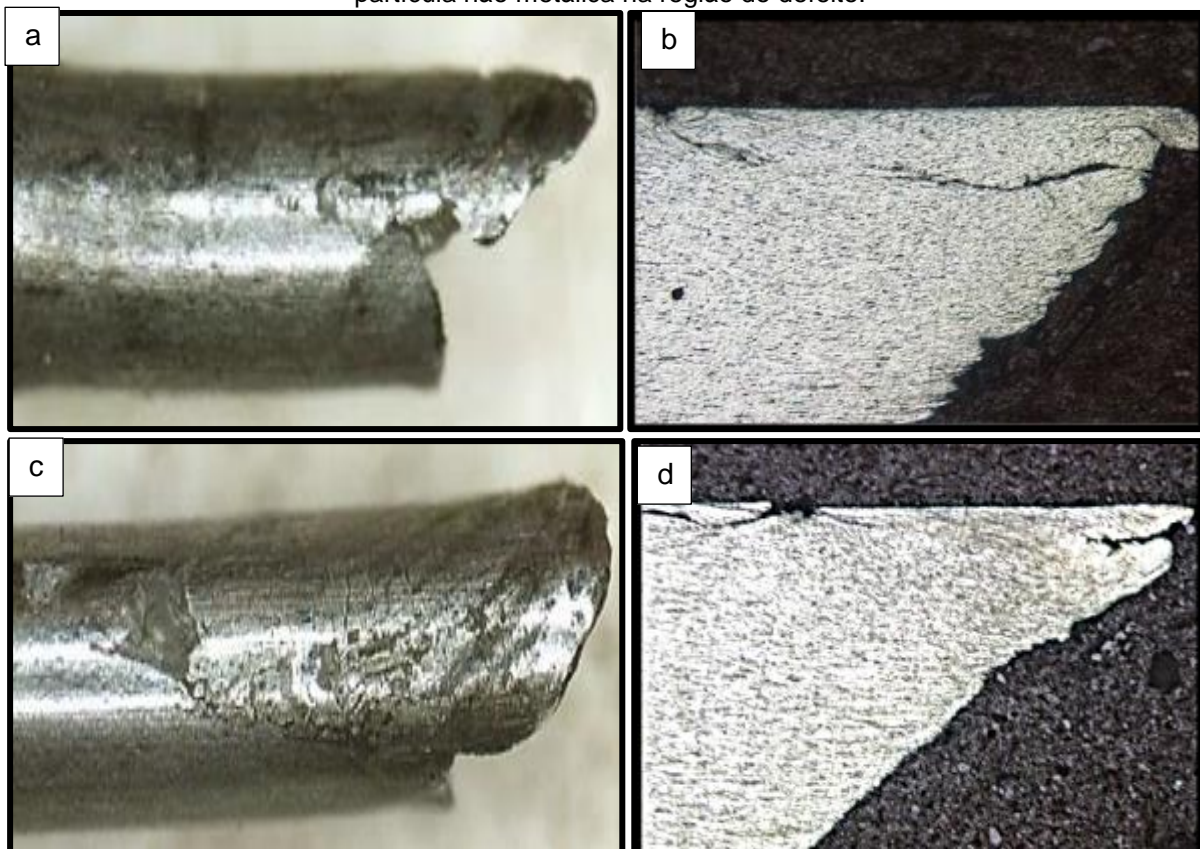


Figura 12 - Macrografias e micrografias evidenciando fratura lascada, consequência da formação de pé de corvo devido à presença de defeitos superficiais do tipo escamas.

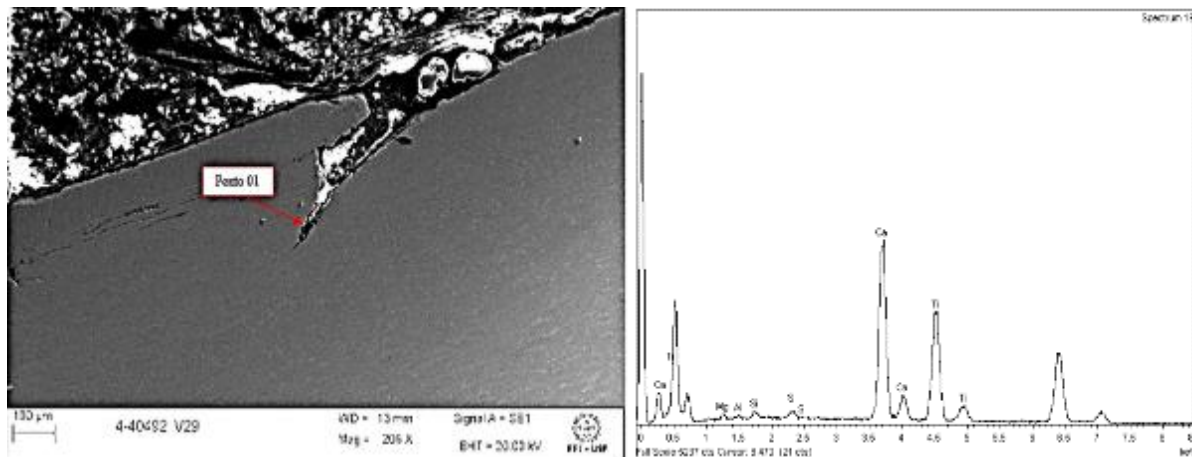


Figura 13. Análise por MEV-EDS realizada na USP em Lorena onde observa-se a presença de partícula não metálica na região do defeito.

4 CONCLUSÃO

As análises realizadas mostram a importância da metalografia para caracterização de fraturas e suas respectivas causas/origens durante o processo de trefilação.

No estudo do primeiro caso, as fraturas resultantes de quebras internas (rupturas centrais) foram originadas em função de problemas metalúrgicos do tipo segregação de carbono.

Esse tipo de segregação ocorre durante o processo de lingotamento, quando o carbono migra para o interior do tarugo em função da falta de agitação magnética no molde, formando-se dois materiais distintos, ou seja, metal base MTC com 0,50 % carbono e o núcleo segregado de aços eutetóide.

A intensidade dessa segregação tornou o produto passível rompimento.

No estudo do segundo caso, as fraturas dúteis foram caracterizadas pela redução da seção transversal do arame, ou seja, o material sofreu estrição e posteriormente arrebentamento. Observou-se ausência de quaisquer defeitos superficiais que poderiam contribuir para a ocorrência.

As principais causas que propiciam esse tipo de arrebentamento estão ligadas a problemas operacionais durante a trefilação, tais como: arame fora da roldana e/ou roletes, embolamento das espiras, entre outros.

No estudo do terceiro caso: as fraturas resultantes de quebras na solda apresentam evidências que definem claramente sua origem: presença de porosidade, região da ruptura esmerilhada com possíveis resíduos de rebarbas e microestrutura modificada. Suas principais causas estão ligadas aos problemas operacionais: região da solda sem sabão residual e estrutura bruta de fusão (região não normalizada), fazendo com que o material não resista as tensões de trefilação.

No estudo do quarto caso: As fraturas lascadas causadas por formação de “pé de corvo” possuem característica morfológica de fácil interpretação.

Suas principais causas estão ligadas a defeitos preexistentes (palhas e escamas) originados na matéria prima (fio máquina) e problemas de trefilação: desalinhamento de fieira ou lubrificação ineficiente.

REFERÊNCIAS

- 1 CETLIN, P.R Módulos de Treinamento em Trefilação _ Sapucaia do Sul,
- 2 CALLISTER, William. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. LTC
- 3 BAER, Werner. Siderurgia e Desenvolvimento Brasileiro. *Rio de Janeiro, Zahar, 1970*
- 4 KIMINAMI, Claudio S.; CASTRO, Walman B. e OLIVEIRA, Marcelo F. Introdução aos processos de fabricação de produtos metálicos, Blucher, São Paulo, 2013.