

ANÁLISE DE DEFEITOS OCORRIDOS NO PROCESSO DE TREFILAÇÃO EM FIOS DA LIGA 6101

William James F. Oliveira - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: wjames@ufpa.br.

Ulysses Rodrigues - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: ulyssesrodrigues@hotmail.com.

Kleber Figueiredo Cunha - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: kfc@ufpa.br.

Raimunda Maia - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: raimaia@ufpa.br.

José Maria do Vale Quaresma - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: jmdovale@ufpa.br.

Resumo

Este trabalho surgiu oriundo de problemas detectados na unidade de trefilação de uma empresa, no processo produtivo de fios e cabos condutores de energia elétrica. O estudo tem como principal objetivo traçar um elo comparativo entre a literatura especializada e a resposta prática obtida, através da observação e análise das causas destes problemas via técnicas de macroscopia, aferição de composição química da superfície estudada através do microscópio eletrônico de varredura (MEV) e observação de algumas variáveis que influenciam diretamente no processo como a refrigeração e lubrificação, visando apresentar alternativas que possibilitem minimizar os efeitos danosos no mesmo.

Palavras-chave: trefilação, deformação a frio, análise metalográfica.

1. INTRODUÇÃO

A trefilação é um processo que consiste em tracionar um fio previamente laminado ou extrudado. É um processo que confere ao material precisão dimensional e melhores propriedades mecânicas [Dieter, 1981].

Para o caso de fios utilizados na produção de cabos de transporte de energia elétrica, o controle de parâmetros como velocidade de trefilação, geometria da fieira características do material e lubrificação, é de extrema importância para se ter uma boa qualidade do produto final.

De acordo com o curso de trefilação, ministrado pelo professor Martinez, a geometria da fieira tem grande influência sobre a força de trefilação, onde para qualquer passe de redução dado no material existe uma geometria de trabalho ideal que produz um menor esforço de tração em relação ao limite de escoamento do material.

Uma boa lubrificação na trefilação consiste em impedir o contato direto entre o fio e a fieira, evitando assim o cisalhamento de partes microscópicas dos materiais envolvidos. A escolha correta de um lubrificante baseia-se em parâmetros como material usado na ferramenta, material a ser trefilado, temperatura de trabalho e velocidade do processo [Martinez, 1998].

As velocidades de trefilação tendem a permanecer em níveis mais baixos do que os níveis que originalmente se procura atingir para uma maior produção por unidade de tempo. Com elevadas velocidades de trefilação, o fluido lubrificante pode se decompor, devido ao aumento da temperatura, e perder a sua eficiência lubrificante e refrigerante, o que vai influenciar nas propriedades mecânicas do fio trefilado [Bresciani et al, 1997].

A fratura de um corpo sólido consiste na separação desse corpo em duas ou mais partes sob ação de esforços mecânicos. Os dois tipos básicos de fraturas são: **fratura frágil**, caracterizada pela rápida propagação da trinca após alguma ou nenhuma deformação plástica, e **fratura dútil**, com lenta propagação de trinca precedida de intensa deformação plástica.

Os tipos de fraturas que ocorreram nos fios trefilados possuem característica de fraturas duteis, onde esta fratura é conduzida por tensões de cisalhamento que provocam deformações plásticas, apresenta uma aparência macroscópica fosca e fibrosa, e os mecanismos de nucleação e propagação de trincas estão intimamente ligadas à presença de vazios internos (poros), de inclusões e de barreiras (impurezas) que vem a ocasionar tal tipo de fratura.

Para tanto, foram coletadas amostras de fios, que romperam na trefilação, identificando os diâmetros dos mesmos e registrando-os em fotos digitais e microscópicas.

2. OBJETIVOS

Averiguar as causas dos defeitos que se tornaram nítidos na etapa de trefilação de um processo produtivo de cabos elétricos, fazendo uma reavaliação de sua gênese, comparando com as propostas existentes na literatura.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O processo de trefilação foi acompanhado por um longo período no qual foram coletadas amostras de defeitos que ocorreram em fios. Foram então selecionados os defeitos que ocorrem com maior frequência no processo que são: fratura com trinca aberta em duas partes e marcas em forma de V (patas de corvo). Com a necessidade de se analisar melhor o material coletado foram feitas às análises dos defeitos utilizando-se o MEV (Microscópio de varredura eletrônica) para analisar a superfície do material e sua composição química, além de uma

pesquisa na literatura especializada acerca de problemas ocorridos na trefilação, que encontram-se relacionados a seguir.

3.1 Defeitos Típicos no Processo de Trefilação

Os defeitos podem ser oriundos da matéria-prima ou do processo de trefilação, que podem resultar em: chevrons, estrangulamento, fissuras, inclusões, lascas, marcas em forma de V (patas de corvo), trincas, etc.

Alguns defeitos relacionados ao processo de trefilação que podem vir a provocar marcas nos fios trefilados são:

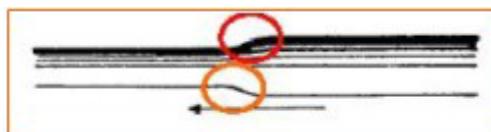
- Anéis de desgaste na região do cone de trabalho;
- Lubrificação deficiente durante o processo;
- Marcas e riscos de trefilação;
- Sulcos;
- Rugosidades decorrentes de erros na operação de polimento;
- Riscos de polimento.

Segundo a literatura os defeitos que surgem do processo de fabricação da matéria-prima são:

- Achatamento e ovalização da secção do fio-máquina;
- Defeitos nas extremidades pelo corte não suficiente das extremidades da barra inicial;
- Dobras longitudinais, causadas pela saída lateral do fio do canal do cilindro de laminação provocando uma ou duas rebarbas que podem ser reduzidas nas passagens pelos canais seguintes;
- Inclusões no fio-máquina;
- Lascas ou escamas;
- Sulcos no fio-máquina;
- Vazios (dimples)

Segundo Bresciani Ettore, esses defeitos são transmitidos ao fio trefilado de forma mais ou menos intensa, conforme a sua natureza e as condições de trefilação como: velocidade, lubrificação, etc. Abaixo, têm-se exemplos de alguns defeitos típicos em fios:

- a) Diâmetro escalonado (causa: partículas duras retidas na fieira que depois se desprendem).



- b) Fratura Irregular com estrangulamento (causas: esforço excessivo devido à lubrificação deficiente, excesso de espiras no capstan rugoso e com diâmetro incorreto, redução excessiva).



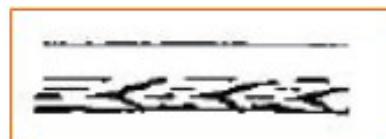
- c) Fratura com risco lateral ao redor da marca de inclusão ou Vazios(dimples) (causa: partícula dura inclusa no fio inicial ou vazios dentro do fio-máquina ambos proveniente do processo de laminação).



- d) Fratura com trinca aberta em duas partes (causas: trincas provenientes do processo de laminação).



- e) Marcas em forma de V ou fratura em ângulo ou “patas de corvo” (causas: redução grande (deformação excessiva) e parte cilíndrica pequena no fio de saída, ruptura de parte da fieira com inclusão de partícula no contato fio-fieira, inclusão de partículas duras estranhas (impurezas)).



3.2 Análise Corporativa dos Defeitos

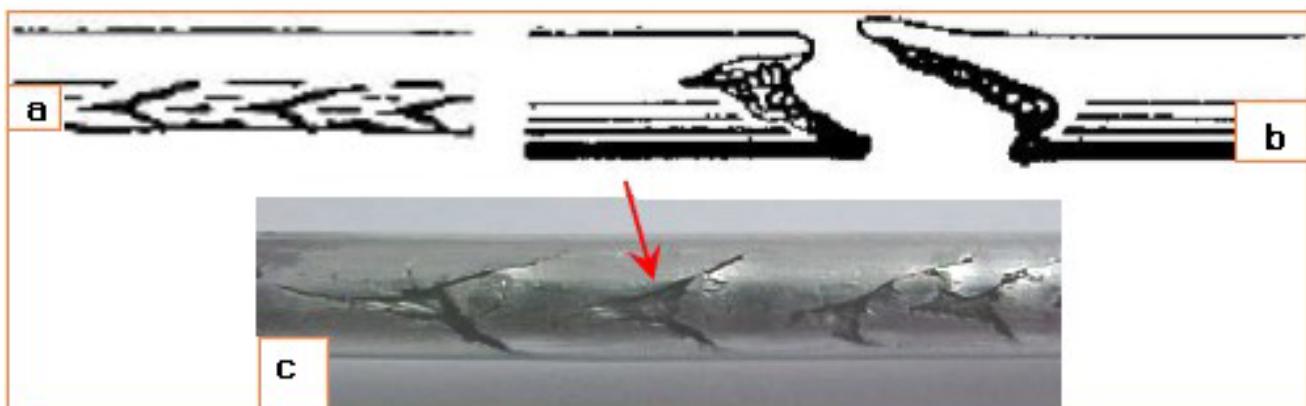


Figura 1- Ilustração da ocorrência de defeitos evidenciados na etapa de trefila: Em (a) “patas de corvo” esquemática; em (b): Figura ilustrando o aspecto da fratura de um fio com esse defeito; em (c): Defeito “pata de corvo” coletado no processo produtivo.

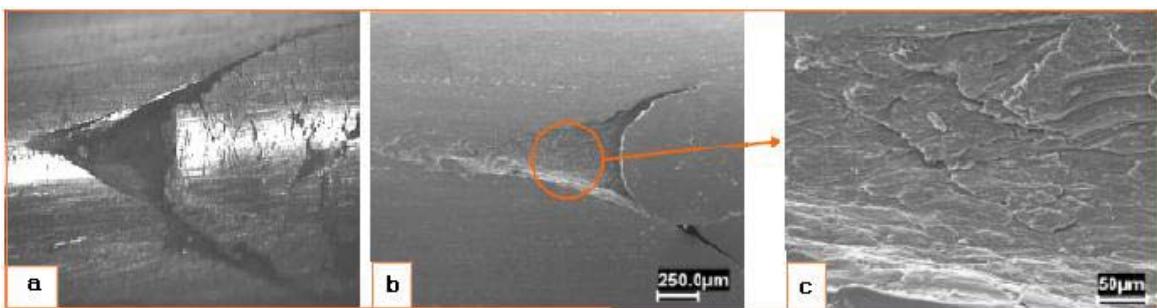


Figura 2- Ilustração de defeitos reais coletados no processo: Em (a): Imagem de uma “pata de corvo” do mesmo fio da Figura 1(b). Em (b) região de investigação via MEV com ampliação de 25x. Em (c) Imagem do defeito da Figura 2(b) via MEV mostrando uma ampliação de 300x .

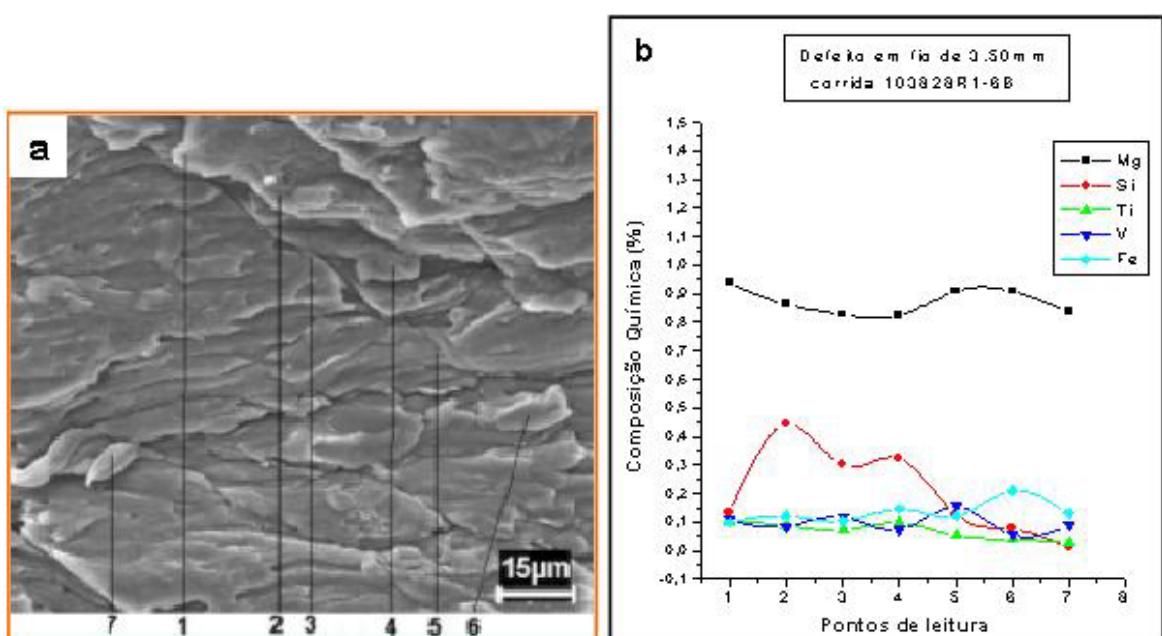


Figura 3- Em (a) imagem do defeito, em detalhe, mostrando os pontos onde foram feitas análises químicas, com aumento de 2000x. Em (b) gráfico da composição química presente no defeito.

Nas Figuras (1, 2 e 3) pode-se visualizar a estrutura como um todo do defeito em forma de V (“patas de corvo”), desde sua forma esquemática, organização microestrutural e composição química. Este defeito, segundo a literatura, pode ser ocasionado por: deformação excessiva, ruptura de parte da fieira com inclusão no contato fio-fieira e inclusão de partículas duras estranhas. Analisando o gráfico, podemos notar que as composições relevantes a liga estudada, apresentam alguma heterogeneidade, em que o silício flutua em uma faixa inferior a média indicada para sua composição. No entanto, como não foi observado nenhuma das problemáticas citadas anteriormente, somos levados a crer que a gênese do defeito esta relacionada a outras causas, como o vazamento do metal, que por sua vez esta ligado a parâmetros do processo de solidificação, tais como: Temperaturas de vazamento mal condicionadas, ineficiência na refrigeração da roda properz, problemas na desgasificação do banho líquido, que podem gerar bolhas e ou vazios no interior do metal solidificado.

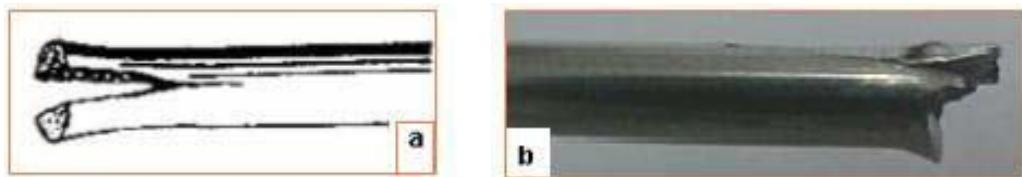


Figura 4- Em (a): Ilustração da ocorrência de “defeitos”, segundo a teoria, relacionados a laminação do metal. Em (b): Defeito ocorrido durante o processo de trefilação.

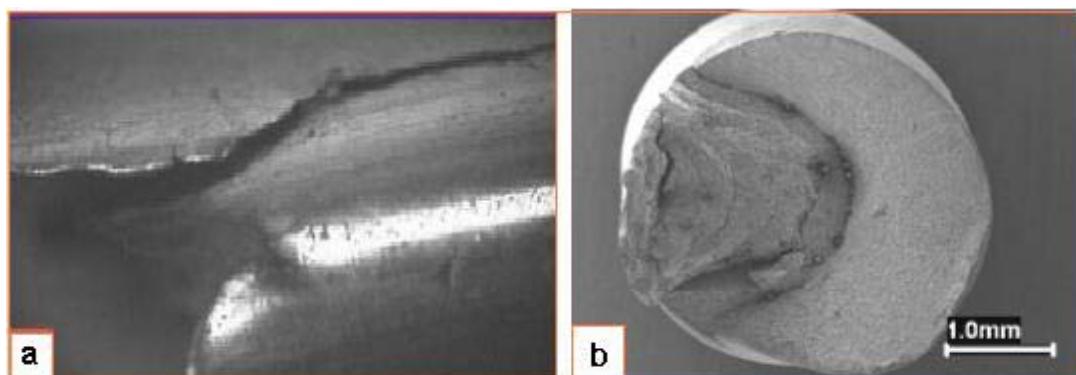


Figura 5- Em (a): Detalhe da Figura (4b) com uma melhor visão do defeito. Em (b) fratura ocorrida durante o processo de trefilação, detalhe do defeito (5a) com ampliação de 300x.



Figura 6- Em (a): detalhe de um defeito ocorrido que se tornou nítido durante o processo de trefilação, que segundo avaliação esta ligado a problemas relacionados a solidificação do metal, bolhas de ar formadas no interior do metal solidificado.

As Figuras (4 e 5), são exemplos de fratura com trinca aberta, permitem uma análise melhor do defeito. Este tipo de defeito, teoricamente, é ocasionado durante o processo de laminação uma vez que se torna nítido durante a trefilação. Esta afirmativa pode ser descartada, pois a Figura (5a e 5b) mostra a intimidade de duas superfícies que não se uniram durante a etapa de laminação do processo properz, seja porque: apresenta duas superfícies com diferentes estruturas; no mesmo as energias de deformação e térmica envolvidas não são capazes de soldar as superfícies por caldeamento, uma vez que o processo se dá a morne, essas duas possibilidades podem estar ligadas a existência de bolhas de ar e ou vazios no material estudado.

4. CONCLUSÃO

Pode-se notar que os estudos feitos acerca dos problemas divergem da literatura, pois as possibilidades citadas pelas mesmas foram avaliadas e descartadas, visto que os defeitos “patas de corvo e fratura com trinca aberta” parecem estar associados a defeitos de solidificação, presenças de bolhas de ar ou vazios, que se tornam mais evidentes na etapa de laminação e trefila, na qual as dimensões são muito menores. Desta forma, se faz necessário efetuar-se um estudo mais aprimorado no controle da temperatura de vazamento, extração de calor da roda properz (lingotamento contínuo), desgaseificação e homogeneização do banho, o que poderá levar ao entendimento do processo, elucidando questões ainda não reveladas, todavia pertinentes a esse estudo.

3. BIBLIOGRAFIA

- HILLERY, M.T. & MACCABE, V. J., Wire drawing at elevated temperatures using different die materials and lubricants, Limerick, Ireland, 2003.
- VOGEL, H. R., Some tribological and environmental aspects in metal drawing, Dresden, Germany, 2001.
- Bresciani, E.; Zavaglia, C.; Gomes, E.; Nery, F.; Conformações plásticas dos metais, São Paulo, Brasil, 1997
- ABM. Análise de fratura, Cletin, P.R e Silva.

ANALYSES OF DEFECTS OCURRED IN THE PROCESS OF WIRE DRAWING OF ALLOY 6101

William James F. Oliveira - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: wjames@ufpa.br.

Ulysses Rodrigues - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: ulyssesrodrigues@hotmail.com.

Kleber Figueiredo Cunha - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: kfc@ufpa.br.

Raimunda Maia - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: raimaia@ufpa.br.

José Maria do Vale Quaresma - Universidade Federal do Pará, Belém – Pará – Brazil. E-mail: jmdovale@ufpa.br.

Abstract

This article born from of problems detected at the unit of drawing in one company, at drawing process of threads and conductive cables of electricity. This study has as main objective to do a comparison among specialized literature and obtained practical answers, through observations and analyzing causes of these problems by electronical microscope to see chemicals composition and observations of some varied that influence directly in the process as cooling and lubrication, trying to show alternatives to make possible minimize problems in this process.

Key-words: Drawing, cold deformation, analysis metallography.