

ANÁLISE METALOGRAFICA PARA ENCONTRAR O MOTIVO DA FALHA DE UM MATERIAL: ESTUDO DE CASO

GOMEZ, Francisco José^{1*}; FRITZ, Giovani Ozéias²; LOURENÇO, Leonardo³; WACHHOLZ, Luís Carlos⁴;

^{1, 2, 3, 4} FAHOR, Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina, Campus Arnaldo Schneider, Avenida dos Ipês 565, Horizontina, RS, Brasil

*Autor correspondente: fg002286@fahor.com.br

RESUMO

Neste artigo propusemos a realização de um estudo detalhado em uma ponta de eixo de uma semeadeira da marca Semeato, 19 linhas, ano 1997, a qual sofreu rompimento devido a um suposto impacto durante manobra de serviço. Com o objetivo de descobrir as causas da falha e esclarecer o tipo de material da peça, foi elaborado um teste metalográfico com todo o processo realizado em laboratório. A partir do embasamento teórico e dos resultados obtidos no teste foi possível identificar que o rompimento não foi ocasionado somente pelo impacto sofrido, este foi apenas o fator final da quebra, inicialmente gerada por outros causadores.

Palavras-chave: Rompimento, Material, Teste Metalográfico.

METALLOGRAPHIC ANALYSIS TO FIND THE REASON FOR THE FAILURE OF A MATERIAL: CASE STUDY

ABSTRACT

In this article, the main purpose is to carry out a detailed study on a shaft tip of a seeder of the brand Semeato, 19 lines, year 1997, which suffered a rupture due a supposed impact during a service maneuver. Objectifying to discover the failure causes, to explain the component's material type, a metallographic test was done in laboratory. From the theoretical basis and the obtained test results, it was possible to identify that the rupture was not caused only by the impact itself, this was just the fracture's final factor, initially generated by other reasons.

Keywords: Rupture, Material, Metallographic Test.

1 INTRODUÇÃO

O controle de qualidade de um produto metalúrgico pode ser estrutural e dimensional. O segundo preocupa-se em controlar as dimensões físicas de um determinado produto, denominado Metrologia. O primeiro preocupa-se com o material que forma a peça, sua composição, propriedade, estrutura, aplicação, etc. Pode ser: físico, químico, metalográfico e especial (ROHDE, 2010).

Seguindo essa ideia, buscou-se o desenvolvimento de um estudo metalográfico sobre um elemento de máquina, uma ponta de eixo de uma semeadeira da marca Semeato, 19 linhas, ano 1997 que sofreu rompimento devido a um suposto impacto durante manobra de serviço, objetivando descobrir o material do qual é feita a mesma e as causas desta ruptura. De modo que pusemos em prática os conhecimentos adquiridos durante a disciplina de Mecânica dos Sólidos II.

A Metodologia empregada nesta investigação será pesquisa bibliográfica, baseando-se em autores contemporâneos, assim como também será efetuado o teste metalográfico.

2. DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Metalografia

De acordo com Fernandes Jr. (2011) a metalografia é o estudo das características estruturais, para relacioná-los com suas propriedades físicas, químicas e mecânicas.

A metalografia é realizada através de um ensaio feito em laboratório que através das várias etapas do processo, se obtém um corpo de prova para se realizar a análise (LIMA, 2005).

2.1.2 Impacto

Materiais sujeitos a esforços geralmente dinâmicos que causam modificações na estrutura podendo levar o material a um colapso (EMYGDIO, 2012).

Materiais sujeitos a esforços por impacto, são dimensionados para absorver energia, oriunda da colisão do material com o meio externo.

A ruptura do material pode ocorrer de forma frágil ou dúctil, materiais que se rompem de forma frágil apresentam um aspecto mais cristalino, enquanto na dúctil o aspecto é mais fibroso (EMYGDIO, 2012)

2.1.3 Fadiga

Fadiga é um processo de alteração permanente, progressivo e localizado que ocorre num material sujeito a condições que produzem tensões e deformações em um ou mais pontos que podem culminar em trincas ou em fratura completa após um número suficiente de ciclos de solicitações (MARQUES; AREVALOS, 2011).

Quando o material é submetido tensões repetitivas, o mesmo pode romper em uma tensão muito inferior àquela determinada nos ensaios estáticos (ROSA, 2002).

No dimensionamento de materiais sujeitos a fadiga são vários os fatores que devem ser considerados, como a qualidade superficial, temperatura de trabalho e carga à qual é submetido o material (ROSA, 2002).

O processo de fadiga é avaliado segundo duas abordagens clássicas: uma em termos da vida total e outra em termos da tolerância ao dano. Estas filosofias de projeto divergem quanto à quantificação da iniciação e propagação de trincas. Sendo que a nucleação e a taxa de avanço das mesmas dependem de fatores micro estruturais, mecânicos e ambientais (MARQUES; AREVALOS, 2011).

2.1.4 Mecanismos da fratura

Segundo Juvinal e Marshek (2016), a fratura pode ser definida pela separação ou fragmentação de um componente em duas ou mais partes. Normalmente, ela é caracterizada por um "puxão" associado a uma tensão de tração.

No processo de fratura, um sólido sofre uma divisão em duas ou mais partes, com a formação de superfícies livres decorrentes do rompimento de ligações atômicas. A nível atômico, o rompimento das ligações se dá num mesmo plano cristalográfico (ROSA, 2002).

2.1.4.1 Tipos de fratura

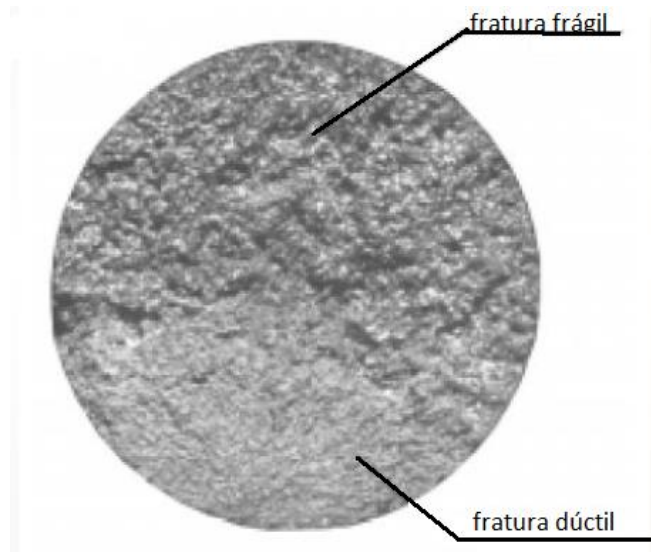
Podemos separar os modelos de fratura em dois grandes grupos como sendo a fratura dúctil e frágil (MARQUES; AREVALOS, 2011).

A fratura dúctil é aquela em que há intensa deformação plástica precedendo a fratura. Ocorre após substancial consumo de energia, estando associada a um comportamento tenaz (ROSA, 2002).

A fratura frágil, materiais que apresentam um limite de escoamento muito próximo ao limite de resistência, o material não absorve uma quantidade de energia suficiente, resultando em um colapso na estrutura do material (JUVINAL; MARSHEK, 2016).

A figura 1, mostra a superfície de um material nos dois tipos de fratura.

Figura 1- Amostra com dois tipos de fratura.



Fonte: Rosa, 2002.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho trata de uma pesquisa quantitativa, que através de um experimento prático objetiva esclarecer qual o material que se trata e o motivo da falha do mesmo.

2.2.1 Metal base

A peça da qual será feita a análise metalográfica é um componente de aço com um diâmetro de 1 ½”, utilizado em uma plantadeira, conforme mostrado na figura 2.

Figura 2: Material a ser estudado



Fonte: Autores.

2.2.2 Procedimentos para elaboração do corpo de prova

Primeiramente há o preparo da amostra metálica, que se baseia na escolha do material que no nosso caso trata-se de um aço e o corte do mesmo sendo realizado com o auxílio de uma serra fita.

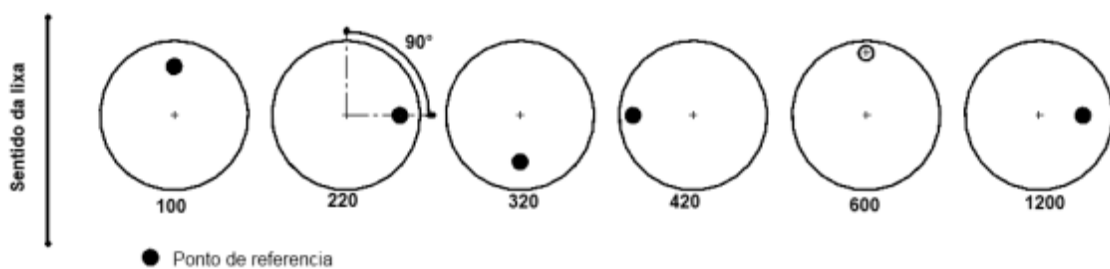
Devido ao material em questão possuir um diâmetro consideravelmente grande, decidiu-se que não haveria necessidade de realizar a formação de baquelite, resultando em uma economia de tempo, visto que esse processo, por ocorrer a temperaturas mais elevadas e a alta pressão, necessita de um tempo consideravelmente grande para o processo.

2.2.3 Procedimento de lixamento e polimento

Com o corpo de prova já formado, realizou-se o processo de lixamento, sendo que o mesmo ocorreu de forma manual, com o auxílio de um calço para fixar a lixa e sempre na presença de um fluido.

A técnica de lixamento manual consiste em se lixar a amostra sucessivamente com lixas de granulometria cada vez menor, mudando-se de direção (90°) em cada lixa subsequente até desaparecerem os traços da lixa anterior (ROHDE, 2010). (Figura 3)

Figura 3: Técnica de lixamento



Fonte: ROHDE, 2010.

Após o término do processo de lixamento, iniciou-se o processo de polimento, também acompanhado de fluído, a água. Nesta etapa contou-se com o auxílio de uma politriz de estrutura fixa. Com este processo concluído é necessário observar a superfície do material a olho nu ou lupa, afim de avaliar se não a riscos superficiais resultantes do processo em questão, pois os mesmos podem influenciar no resultado.

2.2.4 Procedimento de ataque químico

Afim de avaliar a superfície do material em um microscópio marca BIOPTIKA B100I, é necessário realizar, previamente, um ataque químico sobre a superfície do corpo de prova que causará uma corrosão superficial para permitir a visualização dos contornos de grão e as diferentes fases na microestrutura.

Usou-se a mistura de ácido nítrico e álcool etílico, na ordem de 1:10, respectivamente.

2.2.5 Caracterização das amostras

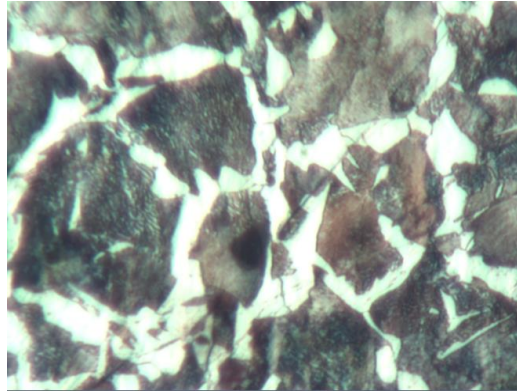
O ensaio metalográfico é caracterizado pela análise do corpo de prova com o auxílio de um microscópio de aumento na proporção de 100x. Após o ataque químico, a amostra é colocada no microscópio que conta com o auxílio de um computador receptor de imagens oriundas de uma câmera acoplada ao microscópio, sendo possível capturar a imagem e analisar sua microestrutura.

2.3 RESULTADOS E DISCUSÕES

O processo de metalografia, possui grande importância, quando se deseja avaliar a estrutura de um corpo de prova afim de investigar de qual material se trata.

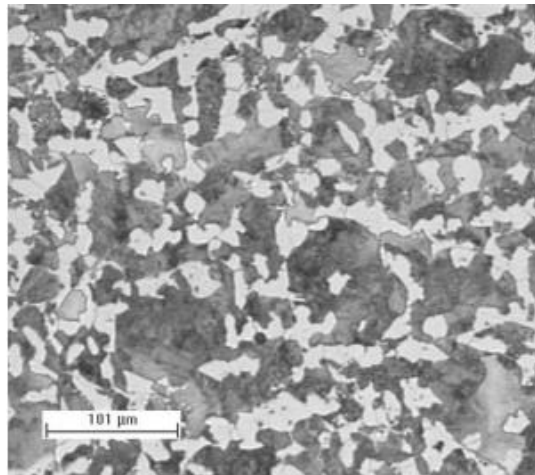
A figura 4 mostra a estrutura do aço analisado com uma aproximação de 500 μ m e, contando com o auxílio de apostilas que apresentam a estrutura de vários materiais, na figura 4 podemos ver a estrutura do aço 1045, recozido e através de uma análise chegou-se à conclusão que o material, no qual foi realizado a metalografia, trata-se de um aço SAE 1045 recozido. O tratamento de recozimento no material, vem em concordância da necessidade de um material que obtenha melhores propriedades mecânicas.

Figura 4: Microestrutura do corpo de prova visto do microscópio.



Fonte: Autores

Figura 5: Estrutura do AÇO SAE 1045 recozido.



Fonte: Lima, 2005

Analisando a figura 2, podemos observar que no canto superior da peça há uma área superficial menos rugosa. Isto se deve possivelmente a uma trinca ou outro defeito interno que o material possuía, onde teve um crescimento lento, e após um determinado número de ciclos, o restante da área da peça acabou fraturando de forma frágil, possivelmente devido a um impacto que a peça tenha sofrido durante seu uso.

Figura 6: Mostra o ponto de início da trinca (foco na parte superior da figura 2)



Fonte: Autores.

CONCLUSÃO

Através dos resultados apresentados nesse trabalho pode-se concluir que o corpo de prova estudado é um eixo de aço SAE 1045. Assim como as seguintes conclusões:

Para se realizar um ensaio metalográfico, deve-se tomar muito cuidado em todas as etapas, pois elas influenciarão diretamente no resultado final, que neste caso se trata de descobrir qual o material do corpo de prova. Como por exemplo nas etapas de lixamento, supondo que estas foram efetuadas de forma equivocada, faz com que a superfície da amostra esteja inadequada para análise, trazendo a possibilidade de uma leitura errada e, conseqüentemente, comprometendo todo estudo realizado.

Materiais que estão sujeitos a esforços cíclicos e, possivelmente também, a impactos, durante o uso, devem ser projetados para suportar altas tensões e, de forma alternada. Isto pode ser feito utilizando um coeficiente de segurança adequado para cada caso.

Como apontado na pesquisa, o eixo já apresentava um início de trinca que deu origem a quebra do eixo, possivelmente foi causada por um defeito superficial da peça, o qual provavelmente surgiu devido ao seu processo de fabricação inadequado, ou decorrente do tempo de uso (fadiga), também podendo ter início por meio de outros impactos que o componente pode ter sofrido. Com a ocorrência de alguma destas hipóteses, a capacidade da peça foi comprometida fazendo com que não resistisse ao que foi projetada. Dessa maneira, ao sofrer o impacto não suportou a carga e rompeu.

REFERÊNCIAS

Autor desconhecido. **Transição Dúctil-Frágil Fratura Dúctil E Fratura Frágil**. Disponível em: < http://www.cefet-rj.br/attachments/article/2928/Introducao_Mecanica_da_Fratura.pdf>. Acesso em: 01 maio 2018.

EMYGDIO, Guilherme Z. P. **Relação Microestrutura x Tenacidade ao Impacto de Flanges Forjados de Aço para Trabalho em Baixas Temperaturas e Efeitos de Tratamentos Térmicos**. Rio de Janeiro, 2012.

FERNANDES JR. Paulo. **Ensaio Metalográficos**, 2011.

JUVINAL, Roberto C; MARSHEK, Kurt M. **Fundamentos do Projeto de Componentes de Máquinas**, 5ª ed. 2016.

LIMA, Carmo R. P. de. **Introdução à Metalografia dos Aços Carbono**. Campinas, 2005.

MARQUES, Fabricio C. S; AREVALOS. **Modernização Da Máquina De Fadiga Por Flexão Rotativa Do Laboratório De Ensaio De Materiais**. Brasília, 2011.

ROHDE, Regis Almir. **Metalografia Uma Preparação de Amostras**. Santo Ângelo 2010.

ROSA, Edison da. **Análise de Resistência Mecânica de Peças e Componentes Estruturais (Mecânica da Fratura e Fadiga)**. UFSC, 2002.