

ANÁLISE DE CAUSA RAIZ DE UMA FALHA DE UM CILINDRO HIDRÁULICO DE UMA RETROESCAVADEIRA

GEUSEMIN, Jeferson Luís ^{1*}; JAGNOW, Diogo Derli ²; MÜNCHEN, Alexandre Gustavo ³;
WACHHOLZ, Luis Carlos⁴

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

*Autor Correspondente: jg001879@fahor.com.br

RESUMO

Com a evolução da tecnologia o ser humano criou máquinas para facilitar o trabalho no seu dia-a-dia, mas, a alta demanda de serviço e o uso inadequado pode afetar propriedades fundamentais de seus componentes. O presente trabalho tem em seu propósito realizar uma análise de causa raiz de uma falha de uma haste de um cilindro hidráulico utilizado em uma máquina retroescavadeira. O propósito acima descrito deve sua atividade desenvolvido em laboratório de metalografia no qual preparamos a amostra para ser analisada corretamente. Para preparação da amostra foi realizado um corte de seção e um corte transversal na amostra, de modo a facilitar a visualização da superfície afetada pelo impacto que resultou em módulo de falha do componente. Este estudo trouxe a melhor compreensão tanto do processo de metalografia do material como da análise da superfície afetada.

Palavras chave: Haste, impacto, análise, metalografia.

ANALYSIS OF THE ROOT CAUSE OF A FAILURE IN A HYDRAULIC CYLINDER OF A RETRO BULLDOZER

With the evolution of technology, human being has created machines to facilitate the work in their daily life, but, the high demand of service and the inadequate use can affect fundamental properties of its components. The present work has as the main purpose to carry out a root cause analysis of a failure of a rod of a hydraulic cylinder used in a backhoe machine. The purpose described above had its activity developed in a metallography laboratory in which we prepare the sample to be analyzed correctly. To prepare the sample, a section cut and a cross section were made in the sample to facilitate the visualization of the impacted surface that

resulted in the failure module of the component. This study provided the best understanding of both the metallographic process of the material and the analysis of the affected surface.

Keywords: Rod, impact, analysis, metallography.

1 INTRODUÇÃO

O artigo tem por objetivo realizar a análise de causa raiz da falha que ocorreu em um pistão hidráulico, que era usado em uma máquina retroescavadeira.

A análise de falha é um processo extremamente criterioso, que tem por objetivo determinar as possíveis falhas de um material, sistema ou processos, através de métodos de questionamentos. Com o grande avanço da tecnologia, diversos estudos possibilitaram um maior conhecimento do comportamento dos materiais, contudo ainda é muito difícil de garantir a prevenção de uma falha, já que cada caso tem suas particularidades, e são muitos os fatores que podem ser extremamente decisivos para o desenvolvimento de uma falha. Por definição, falha é um evento indesejado que afeta diretamente a eficiência e a segurança no funcionamento de um projeto, processos ou sistema, podendo apresentar fratura ou não. Na maioria das vezes a falha acontece de forma silenciosa e inesperada, podendo colocar em risco vidas humanas, danos econômicos, ambientais e até mesmo comprometer diretamente o rendimento e a qualidade do produto.

2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Em toda a história da humanidade acidentes catastróficos ocorreram por falhas estruturais, associadas com o emprego de novos materiais e/ou novas tecnologias ou até mesmo por falta de conhecimento delas. Com isto, imensos valores podem estar em jogo, e entre esses valores podemos citar vidas humanas, danos ambientais, perdas econômicas, etc. Por isso cada vez mais se busca entender as causas das falhas e assim definir soluções seguras para a prevenção, pois os valores em jogo são imensamente incalculáveis e uma vez perdidos são irreparáveis (CALLISTER, 2012).

Para qualquer tipo de falha apresentada por um material há uma causa, a qual se busca entender quando no estudo de uma falha. Para entender as causas são adotados vários

recursos, tais como, o desenvolvimento do projeto, as propriedades do material aplicado, os esforços a que o material se submeteu o envolvimento humano, entre outros. Com todas essas informações, outra técnica é empregada ao se estudar uma falha, a análise da fratura.

A análise da fratura, conhecida como “fractografia”, é a análise da seção fraturada de um material, e visa entender a partir das características apresentada pela fratura do material a possível causa da falha, uma vez que uma das mais importantes fontes de informação relacionada com a causa da falha é própria superfície de fratura. A superfície de fratura é um registro detalhado da história falha da peça. Ele contém provas de história de carregamento, efeitos ambientais e qualidade do material. A principal técnica utilizada para analisar esta evidência é elétron fractografia (ASM HANDBOOK,1987).

A fratura consiste na separação de um corpo por duas ou mais partes, em resposta à imposição de uma tensão estática, e em temperaturas que são abaixo das temperaturas de fusão do material. Uma fratura também pode ocorrer por fadiga quando são impostas tensões cíclicas, ou por fluência onde a deformação varia com o tempo (CALLISTER, 2012). As ocorrências mais conhecidas para falhas são a fadiga, a fluência, o cisalhamento, o impacto entre outros mais.

A ruptura por fadiga pode ocorrer através de irregularidades ou rugosidades na superfície do componente, mudanças bruscas de seções e trincas internas e/ou externas no material (nucleação). Tratamentos como a cromação e o polimento reduzem as chances de ruptura por fadiga (JUVINAL, pg162, 2013).

As falhas por impacto podem ocorrer a partir de cargas que podem ser de compressão, de tração, de flexão, torcionais ou, ainda, uma combinação dessas (JUVINAL, pg149, 2013).

De acordo com Juvinal (2013), as cargas de impacto podem ser divididas em três categorias, ordenadas pelo aumento da severidade:

- 1) cargas de intensidade essencialmente constante movendo-se rapidamente, como as produzidas por um veículo passando por uma ponte,
- 2) cargas aplicadas subitamente, como aquelas ocorrentes em uma explosão, ou o resultado da combustão na câmara do cilindro de um motor, e
- 3) cargas de impacto direto, como as geradas por uma estaca, por um martelo mecânico de forjamento ou pela colisão de um veículo.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado como parte da avaliação da disciplina de Mecânica dos

Sólidos II, do curso de Engenharia Mecânica.

Para a realização do trabalho, o grupo recebeu a peça com a falha de uma mecânica de máquinas agrícolas situada no município de Horizontina, RS. O componente que apresentou a falha, foi a haste de um pistão hidráulico, que era usado em uma máquina retroescavadeira. A Figura 1 apresenta a localização da peça usada.

Figura 1: Posição da peça em uma Retroescavadeira.



Fonte: Adaptado de Evolutec (2018).

O operador relatou para o mecânico que ao realizar um trabalho de escavação em uma propriedade rural, uma pedra veio a se chocar na haste do pistão, quando o cilindro estava todo estendido, ocasionando a falha da Figura 2.

Figura 2: Falha do componente.



Fonte: Autores (2018).

A haste fraturada possui diâmetro externo de 46 mm, comprimento total de 610 mm, uma das pontas possui rosca externa de 1 1/2" (38,10 mm) e passo de rosca 8 fios por polegada e na outra extremidade da haste contém um olhal para eixos de 80 mm de diâmetro.

De acordo com o fornecedor do cilindro hidráulico, a haste é composta de Aço SAE 1045 normalizado como material base e revestida de cromo duro a uma espessura de cerca de 0,02 a 0,05 mm. A tolerância dimensional em seu diâmetro externo é ISO f7 a h7, e a variação de linearidade pode variar até 0,20 mm a cada metro de haste. A dureza superficial pode chegar até 1150 Vickers e sua rugosidade superficial até 0,20 μm Ra (BARRAS CROMADAS, 2017).

Com isso, a haste do pistão teve que ser substituída e, a peça com a falha ficou à disposição do grupo realizar a análise.

O primeiro passo para poder realizar a análise de metalografia, foi cortar a peça em um tamanho que permitisse o uso do microscópio. A Figura 3 mostra o processo de corte realizado no laboratório de usinagem da Faculdade.

Figura 3: Processo de corte do corpo de prova.



Fonte: Autores (2018).

O segundo passo foi realizar a preparação da superfície do corpo de prova para ser analisado. Para isso, foi seguido o procedimento padrão disponibilizado em aula, que consiste em:

- 1) Lixar os corpos de prova seguindo a seguinte sequência de lixas: 100, 220, 360, 400, 600 e 1200;

- 2) polir os corpos de prova com alumina;
- 3) Confeccionar os reagentes químicos para ataque (Nital 3% e Marble - para aço inoxidável);
- 4) Realizar ataque químico das peças com nital para aços carbono e marble para aços inoxidáveis;
- 5) Analisar os corpos de prova com microscópio e tirar as fotos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a realização dos passos descritos na metodologia do trabalho, foi possível criar um corpo de prova com a preparação da superfície para realizar a metalografia. O corpo de prova é mostrado na Figura 4.

Figura 4: Corpo de prova.

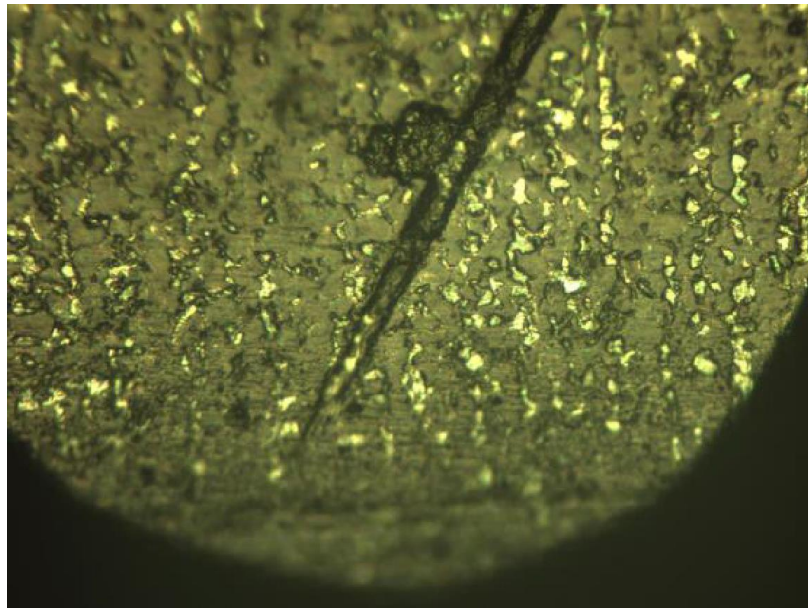


Fonte: Autores (2018).

Pode-se ainda se observar na Figura 4 a zona de rompimento conhecida como região de ruptura catastrófica, a qual acontece no instante que a trinca passa a se demonstrar críticos para os níveis de tensões considerados em seu meio de trabalho.

O próximo passo foi analisar o corpo de prova no microscópio do laboratório de metalografia da FAHOR. Observa-se na Figura 5, o aparecimento de um fenômeno denominado nucleação, que consiste em uma trinca, que com o passar de seus ciclos de uso se propaga até atingir zonas de tensões críticas para ruptura do componente.

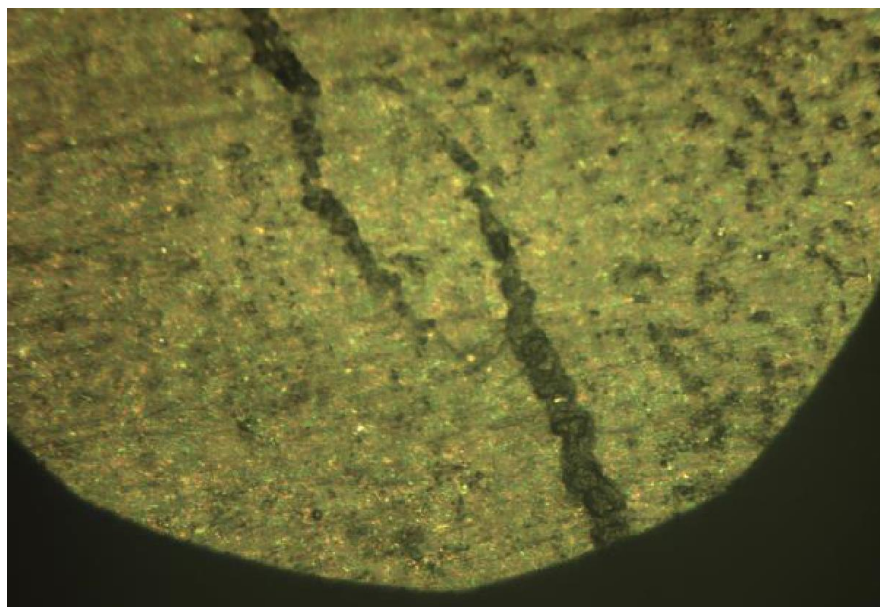
Figura 5: Falha interna na seção do material.



Fonte: Autores (2018).

Além disso, com a Figura 6 mostra-se a representação da superfície de fratura que possivelmente ocorreu por impacto. Nota-se o ponto de iniciação da trinca, onde no caso apresentado se encontra na zona de transição do material que em sua manufatura foi submetido ao processo de tratamento superficial para o restante do corpo que ainda se encontra em seu estado de material nodular.

Figura 6: Falha na zona limite de tratamento térmico.



Fonte: Autores (2018).

Com as análises realizadas, foi possível encontrar possíveis causas para a falha. Comparando os resultados das Figuras 5 e 6, com a peça que é mostrada na Figura 7, pode-se definir que a peça sofreu um impacto que veio a gerar uma flexão no ítem e como consequência se ocorreu a falha. Além disso, foi possível comparar as Figuras 5 e 6 com fotos do laboratório de metalografia e, com isso, comprovar que o ítem é fabricado com Aço SAE 1045 normalizado como material base e revestido de cromo duro com tratamento térmico.

Figura 7: Evidencias da falha.



Fonte: Autores (2018).

CONCLUSÃO

Concluiu-se no presente estudo de caso apresentado que a causa raiz da ruptura do componente ocorreu devido à falha na região interna, propagando-se posteriormente para região limite do tratamento térmico. Esse fenômeno elevou o material à uma zona crítica de tensão acarretando no posterior rompimento do componente.

Além disso, podemos concluir que a peça não falhou por fadiga, porque o operador relatou o impacto ocorrido durante a operação da máquina, porém a área da falha não apresentou marcas de praia que são características de falhas que ocorrem por fadiga. Portanto, a causa raiz da falha foi o impacto que a haste do pistão hidráulico foi submetida.

REFERÊNCIAS

Juvinall, Robert C. **Fundamentos do projeto de componentes de máquinas**/ Robert C. Juvinall, Kurt M. Marshek; tradução e revisão técnica Fernando Ribeiro da Silva. - (Reimpr.). - Rio de Janeiro: LTC, 2013.

BARRAS CROMADAS. Disponível em: <<http://www.sulcromo.com.br/servicos/cromoduro/barras-cromadas/>>. Acesso em 06 maio 2018.

ANÁLISE DE FALHA DE PEÇAS ROMPIDAS EM SERVIÇO. Disponível em:<http://www.fatecsorocaba.edu.br/iniciacao/relatorio_Dirceu-Alves-de-Lima-Analise-Falha-Pecas-Rompidas.pdf>. Acesso em 06 maio 2018.

AÇO 1045. Disponível em: <<http://www.acoespecial.com.br/aco-1045.php>>. Acesso em 06 maio 2018.

Evolutec. **Retroscavadeiras Case.** Disponível em: <<http://www.evolutec.com.br/retroscavadeiras-case/>>. Acesso em 06 maio 2018.