

ANÁLISE DE FALHA EM BARRA DE DIREÇÃO ¹

Rafael Walter Müller²
Vinícius Milani Santos³
Telmo Roberto Strohaecker⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho consiste na análise da fratura e análise metalográfica de uma barra de direção, componente automotivo, que veio a fraturar, e então adquirir o conhecimento necessário, a fim de evitar futuras falhas. Para tal, utilizou-se a metodologia padrão para análise de falha. Primeiramente foi feita uma documentação fotográfica da região da falha, onde foi possível observar o local de início da mesma. Destacou-se também a grande deformação plástica sofrida antes da fratura, e o início da falha onde o componente sofreu maior esforço trativo. Na região oposta ao início, onde sofreu maior esforço negativo, ocorreu o esmagamento e o rompimento longitudinal dos filetes. A amostra foi então levada ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) para caracterização dos mecanismos de fratura. Foi constatado, na superfície da fratura, a presença de coalescimento de microcavidades (dimples), caracterizando mecanismo de fratura dúctil. Uma amostra no sentido longitudinal foi seccionada e preparada conforme metodologia padrão de metalografia, como procedimentos de lixamento, polimento e ataque químico. O componente apresentou microestrutura martensítica, e ainda, uma trinca superficial. Conclui-se então o que as fractografias mostraram, mecanismos de fratura dúctil, típicas de sobrecarga no componente.

Palavras-chave: Análise de falha; Barra de direção; Mecanismos de fratura.

ANALYSIS OF IMPERFECTION IN A DIRECTION BAR

Abstract

The aim of this work consists in the fractographic analysis and metallographic analysis of a direction bar, automobile component that came to fracture, and then get the necessary knowledge, to avoid future fails. For that, it was used the standard methodology to fractographic analysis. Firstly were made a photography documentation of the failure region, where was possible to observe the initiation locality of itself. Also was highlighted the big plastic deformation suffered before the fracture, and the initiation's failure where the component has been subjected an enormous stress tensile. In the opposite region of the initiation, where it suffered the greatest negative effort, occurred in the fillets longitudinal smashing and breaking. The sample was taken to the microscope electronic scanner for characterization of fracture mechanisms. It has been detected, at the surface of fracture, the presence of coalescing micro cavities (dimples), characterizing mechanisms of ductile fracture. A sample in the longitudinal way was sectioned and prepared according standard methodology, like procedures of sanding, polishing and etching. The component showed martensite microstructure, and still, a superficial crack. Therefore fractographic showed, ductile fracture mechanisms, usual of overweight in the component.

Key words: Failure analysis; Direction bar; Fracture mechanisms.

¹ *Contribuição técnica ao 63º Congresso Anual da ABM, 28 de julho a 1º de agosto de 2008, Santos, SP, Brasil*

² *Estudante de Engenharia Mecânica – LAMEF / UFRGS*

³ *Engenheiro Metalúrgico – LAMEF / UFRGS*

⁴ *Professor Doutor – LAMEF / UFRGS*

1 INTRODUÇÃO

A metodologia de análise de falha consistiu em uma busca detalhada, utilizando-se de vários aparelhos, tais quais: lupas, microscópio ótico, microscópio eletrônico de varredura (MEV) etc..., de falhas que possam, futuramente, prejudicar o desempenho da peça em questão. Esta se tornou uma importante ferramenta a fim de evitar problemas na peça ou produto a ser construído. Com a utilização da análise de falhas as chances de um componente vir a falhar no futuro se reduz, aumentando assim a garantia de segurança e confiabilidade.

O objetivo do presente trabalho é descobrir os motivos que levaram ao rompimento da barra de direção (Figura 1), componente automotivo que faz parte do sistema de direção, e tem por finalidade transmitir o movimento da caixa de direção para a ponta de eixo.



Figura 1 – Imagem mostrando um sistema de freio traseiro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi recebido para análise de falha uma barra de direção, conforme Figura 2. O estudo constituiu em análise da fratura (fractografia) e análise metalográfica.



Figura 2 – Imagem em câmera digital mostrando a barra de direção conforme recebida para análise.

As análises e ensaios foram realizados seguindo as normas: NBR 13284 (preparação de corpos-de-prova para análise metalográfica), NBR NM188-1 (medição de dureza Vickers) e ASTM E 1009 - 95 : “Standard Practice for Evaluating an Optical Emission Vacuum Spectrometer to Analyze Carbon and Low-Alloy Steel” (análise química).

Foi realizada documentação fotográfica em lupa de baixo aumento da superfície de fratura da amostra, que depois foi então levada ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), para caracterização dos micromecanismos de fratura.

Uma amostra foi retirada na região mostrada pela Figura 3, e então preparada, no seu sentido longitudinal, segundo procedimento padrão de metalografia que consiste em etapas de lixamento e polimento. A microestrutura foi

revelada utilizando reagente químico de nital 2% e a seguir foi observada em microscópico ótico (MO) para análise microestrutural.



Figura 3 – Imagem em lupa de baixo aumento apresentando o local onde a amostra foi retirada para análise metalográfica.

Os ensaios de microdureza foram realizados em um microdurômetro marca Struers na escala Vickers (HV), com carga de 200 gf, ao longo da amostra no sentido longitudinal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise da Fratura

Em lupa de baixo aumento, foi feito um registro fotográfico da superfície de falha, onde se constatou, conforme Figura 4, o ponto de início da falha. Foi observada, também, extensa deformação plástica por flexão antes da fratura e o início da falha no local onde o componente sofreu maior esforço positivo, conforme Figura 5. Na região oposta ao início, a que sofreu o maior esforço negativo devido à flexão, ocorreu o esmagamento e o rompimento longitudinal dos filetes (Figura 6). As Figuras 7 mostram as fractografias da amostra apresentando coalescimento de microcavidades (dimples) na superfície da falha.



Figura 4 – Imagem em lupa de baixo aumento mostrando a região da falha. A seta indica o início da fratura.



Figura 5 – Imagem em câmera digital mostrando extensa deformação plástica do componente. A seta vermelha indica o local de início da falha

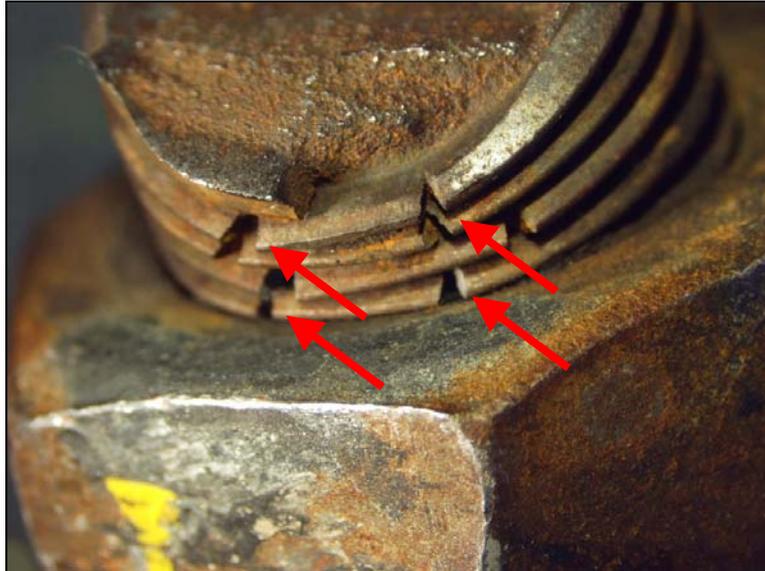
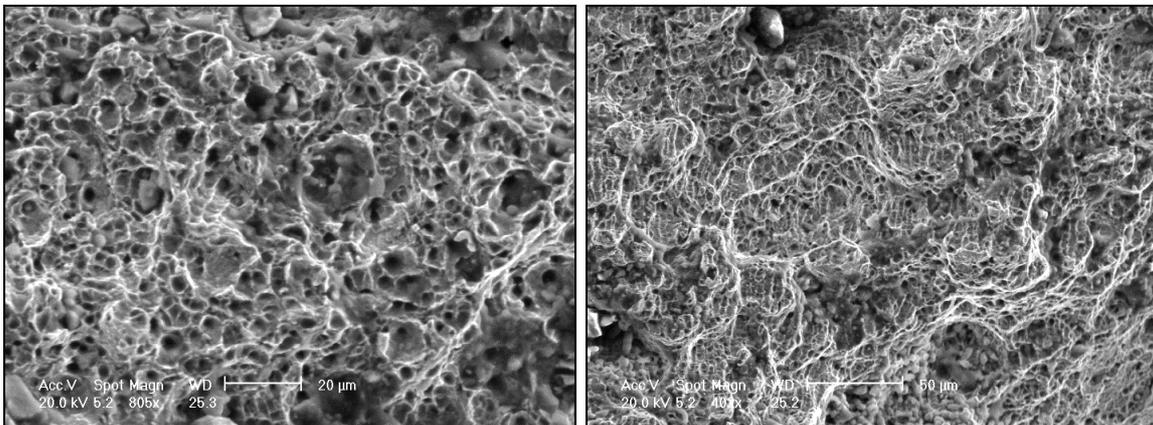


Figura 6 – Imagem em lupa de baixo aumento apresentando amassamento e rompimento dos filetes no lado oposto ao início da fratura, devido à compressão.



Figuras 7 – Fractografias mostrando coalescimento de microcavidades (dimples) na superfície da fratura.

3.2 Análise Metalográfica

A Figura 8 mostra a região do núcleo da amostra apresentando microestrutura martensítica. A amostra apresentou ainda a presença de uma trinca superficial, conforme Figura 9.

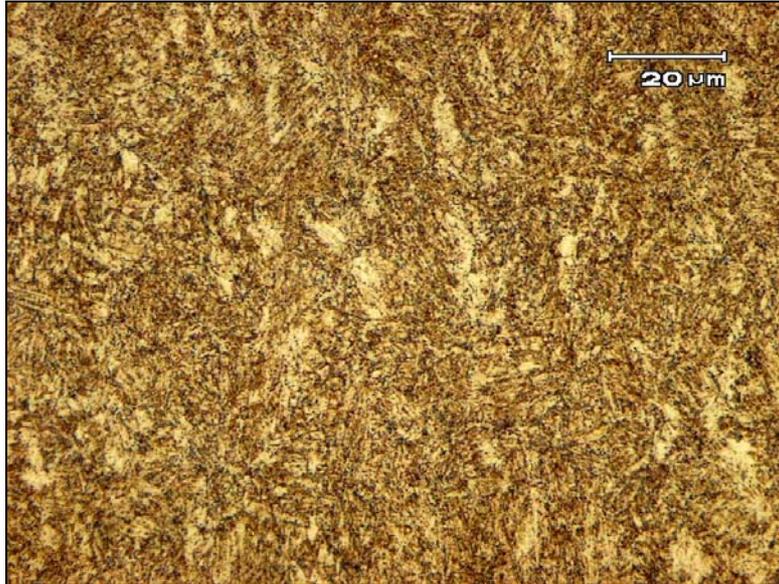


Figura 8 – Micrografia no núcleo da amostra, no sentido longitudinal, mostrando microestrutura martensítica. Ataque: Nital 2%.

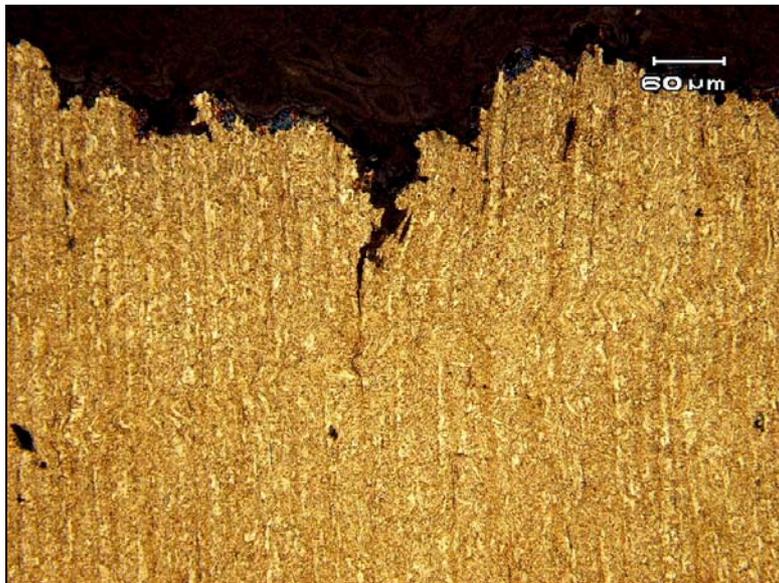


Figura 9 – Micrografia do núcleo da amostra, no sentido longitudinal, mostrando trinca superficial e estrutura martensítica. Ataque: Nital 2%.

3.3 Análise Química

As análises químicas foram realizadas via espectrômetro de emissão ótica da marca Spectro. A Tabela 1 mostra a média de três análises.

Tabela 1 – Resultado da análise química da amostra.

| COMPOSIÇÃO QUÍMICA (% em peso) | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|--------|-------|-------|---------|
| | C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Ni | Al | |
| Média | 0,35 | 0,16 | 0,74 | 0,03 | 0,03 | 1,04 | 0,007 | 0,11 | 0,01 | |
| COMPOSIÇÃO QUÍMICA (% em peso) | | | | | | | | | | |
| | Co | Cu | Nb | Ti | V | W | Pb | Sn | B | Fe |
| Média | <0,01 | 0,08 | 0,003 | 0,03 | 0,004 | <0,01 | <0,002 | 0,007 | 0,001 | Balanço |

3.4 Ensaio de Microdureza

Foram realizadas 10 medições de microdureza ao longo da amostra. A média das medições foi de aproximadamente 410 HV, conforme Figura 10.

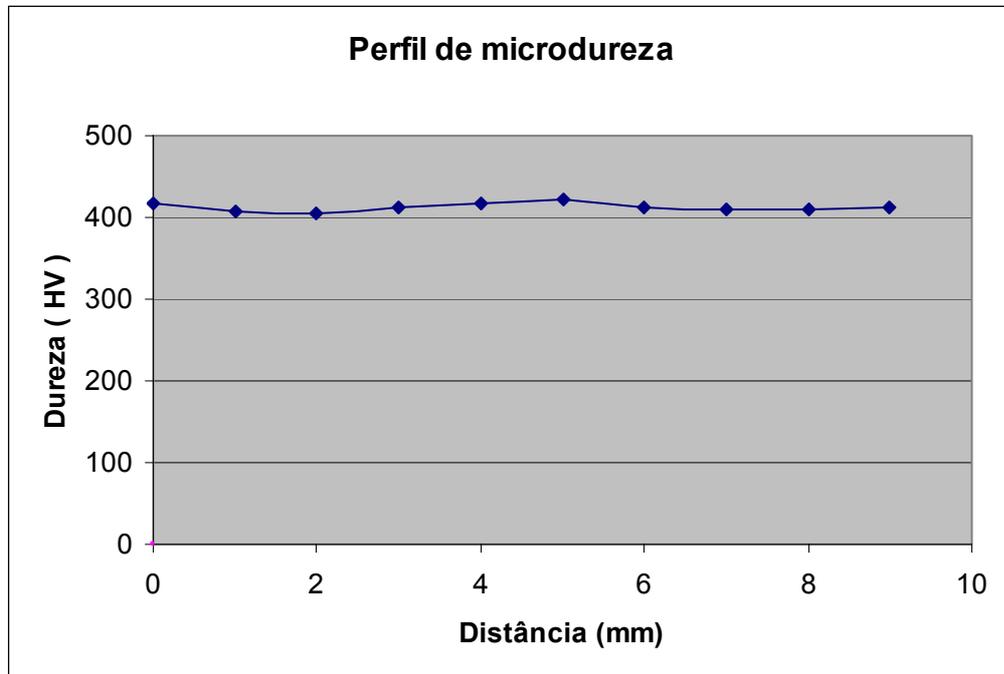


Figura 10 – Resultado das microdurezas realizadas na amostra.

4 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

O material do componente trata-se de um aço baixa-liga, com microestrutura martensítica. Foi também constatado um trinca superficial ao sentido longitudinal da amostra.

Nas fractografias obtidas no MEV observou-se coalescimento de microcavidades (dimples) caracterizando mecanismo de fratura dúctil, típica de sobrecarga de um componente.

5 CONCLUSÃO

As fotografias obtidas em lupa de baixo aumento não revelaram a presença de falha por fadiga e sim de fratura dúctil. As fractografias mostraram coalescimento de microcavidades (dimples) caracterizando mecanismo de fratura dúctil, típica de sobrecarga de um componente.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Metalurgia Física (LAMEF) por ter cedido o espaço e equipamentos necessários para realização desse trabalho. Agradecemos também a Universidade Federal do Rio Grande do Sul que, além de dar excelente formação aos seus alunos, incentiva a participação em eventos como o Congresso da ABM.

REFERÊNCIAS

- 1 REGULY, I. LIMBERGER, S. GRIZA, M. KRAMER E T. STRAHAECKER – Fadiga e Análise de Falha – Escola de Engenharia – UFRGS – sem 2004/02.
- 2 Andrés Ganzelevitch – Termos Automotivos – <http://www.labboshop.com.br/index.php?eid=54&acao=secao&id=12>
- 3 Sistema de Direção – Universidade São Judas Tadeu - <http://br.geocities.com/prcoliveira2000/sistemadedirecao.html>
- 4 Metals Handbook – Fractography and Atlas of Fractographs – ASM American Society for Metals - volume 9 - 8ª edição 1974