

ANÁLISE DE FALHAS EM PERFIL U UTILIZADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL*

Sandro Griza¹
Deivid Alves Martins²
Abraão Santos Silva²
Rebeca Conceição da Silva Reis³

Resumo

Neste estudo, foi analisado um segmento de perfil em “U” que rompeu em serviço. O perfil compunha uma estrutura metálica em treliça que sustentava uma bandeja de construção civil. Foram realizadas análises de fratura, análises de caracterização do material e estudo de rigidez do perfil. O perfil rompeu por sobrecarga estática porque foi instalado do lado inverso. Isto desfavoreceu a rigidez da estrutura.

Palavras-chave: Rigidez; Análise de falha; Perfil U.

FAILURE ANALYSIS OF "U" PROFILE USED IN CIVIL BUILDING

Abstract

In this study, a segment of "U" profile fractured in service was analyzed. The profile composed a metal truss structure that supported a construction tray. Fracture analyzes, characterization of the material and study the profile stiffness were performed. The profile fractured by static overload since it was installed on the reverse side. It disfavors the stiffness of the structure.

Keywords: Stiffness; Failure analysis; “U” profile.

¹ *Graduação em Engenharia Mecânica, Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais e) Doutorado, Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Professor adjunto, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe-Brasil.*

² *Graduado, Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe-Brasil.*

³ *Graduanda, Engenharia de Materiais, Bolsista de Iniciação Científica, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe-Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Perfis metálicos são elementos muito utilizados em estruturas e podem estar sujeitos a falhas devido a subdimensionamento estático ou mesmo quanto a fadiga. Os problemas mais comuns associados a falhas em perfis são decorrentes de defeitos de união, assim como na soldagem [1-5].

No presente estudo foi analisado um segmento de perfil em “U” que rompeu em serviço. O perfil compunha uma estrutura metálica em treliça que sustentava uma bandeja de construção civil. A figura 1 mostra um esquema representando a estrutura bem como a posição das trincas junto ao nó. Definiu-se neste estudo o termo “aba” para designar as laterais do perfil em “U” e “alma” para designar a base do perfil “U”. A figura 2 mostra o segmento recebido. Observa-se o aspecto de corrosão superficial do segmento. A posição das trincas das abas está indicada na figura 2.

As trincas ocorreram ao longo do comprimento das duas abas do perfil até atingir a alma. Isto permitiu a deflexão do perfil. A alma foi separada do resto manualmente em laboratório para facilitar a análise. O objetivo do estudo foi identificar os motivos das trincas.

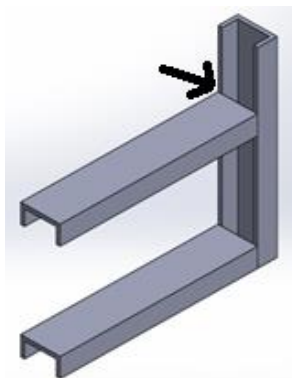


Figura 1. Esquema da estrutura. A seta preta indica a posição das trincas ocorridas pela flexão do perfil. O perfil trincado é fixado conforme indicam os triângulos grandes da figura.



Figura 2. Segmento recebido para análise

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas as superfícies das trincas em baixo aumento (câmera Canon Power Shot A400) e em microscópio eletrônico de varredura (MEV modelo JEOL Carry Scope JCM 5700).

Uma amostra foi preparada para procedimentos de metalografia e microdureza. A amostra foi extraída de uma seção longitudinal de uma das abas junto à trinca. A

amostra foi preparada de acordo com procedimento padrão de metalografia (lixamento e polimento com pasta de diamante de 1 μ m). Foi obtida imagem em microscópio estereoscópico (ZEISS Stemi 2000C) e em microscópio ótico (Leica DM 2500M). A microdureza foi realizada na escala Vickers com carga de 500 g (HV_{0,5}). Foram realizadas cinco endentações que permitiram obter a média e desvio padrão dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As trincas iniciaram nas extremidades das abas e propagaram por sobrecarga até serem barradas no encontro com a alma. As imagens em baixo aumento mostram o aspecto de estricção localizada ocorrido ao longo das abas. Este aspecto evidencia que o material sofreu carregamento estático e deformou plasticamente até o trincamento (figura 3). A figura 4 mostra em detalhe a estricção de uma das abas. A aba foi tracionada nas extremidades, o que indica que o perfil foi montado ao inverso. A análise em MEV sobre a região do início da trinca de uma das abas mostra a ocorrência de coalescimento de microcavidades (figura 5).

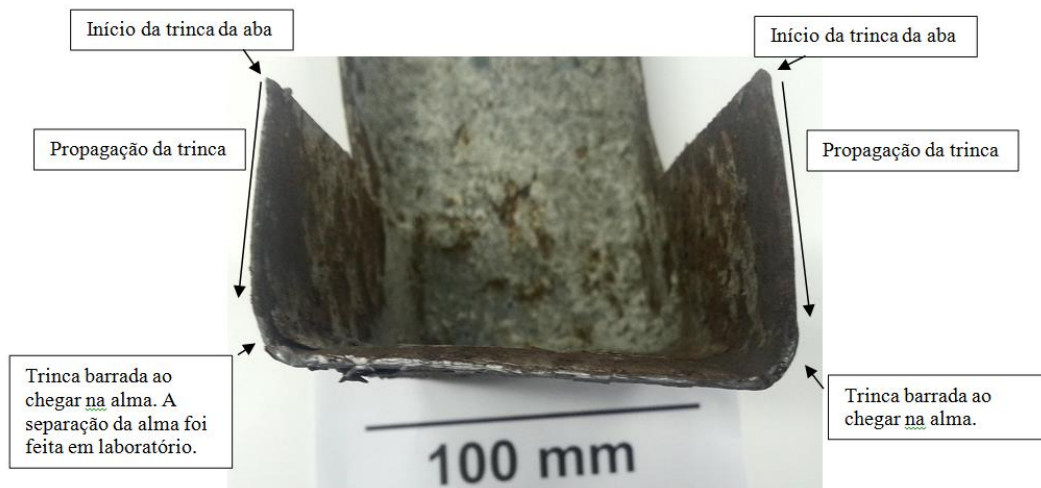


Figura 3. A imagem mostra a estricção localizada ocorrida nas abas. As setas indicam o início das trincas e o caminho delas até serem barradas na alma.

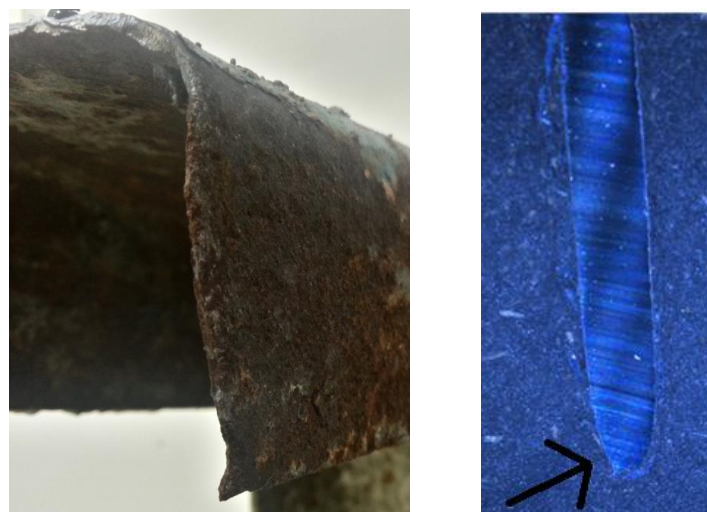


Figura 4. Detalhe da estricção localizada ocorrida em uma das abas. A figura a direita é da amostra metalográfica mostrando o plano longitudinal do perfil e ortogonal a uma das trincas. A seta indica a estricção localizada junto à superfície da trinca.

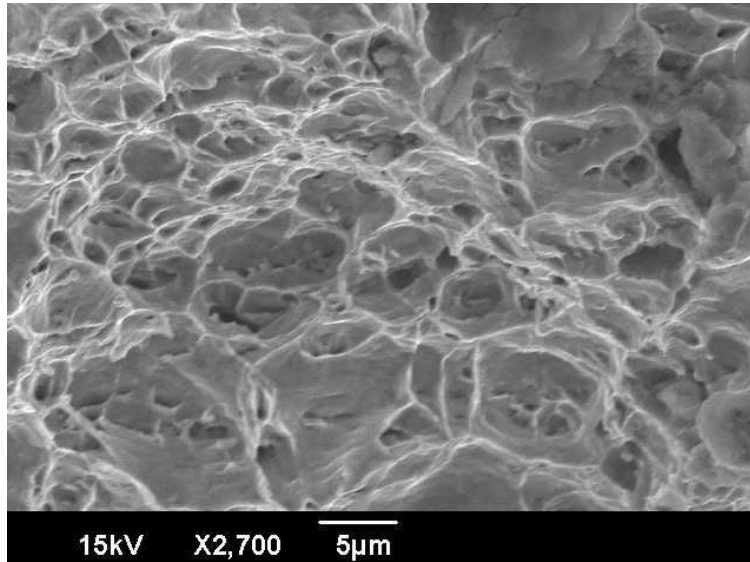


Figura 5. Coalescimento de microcavidade encontrado como micromecanismo de falha junto ao início da trinca de uma das abas.

A especificação do aço é ASTM A36. A microestrutura do material é constituída de ferrita e pequena quantidade de perlita (figura 6). Observou-se também a presença de camada protetora (galvanização) danificada (figura 7). A microdureza do material foi de 145 HV (com 4,2 HV de desvio padrão).

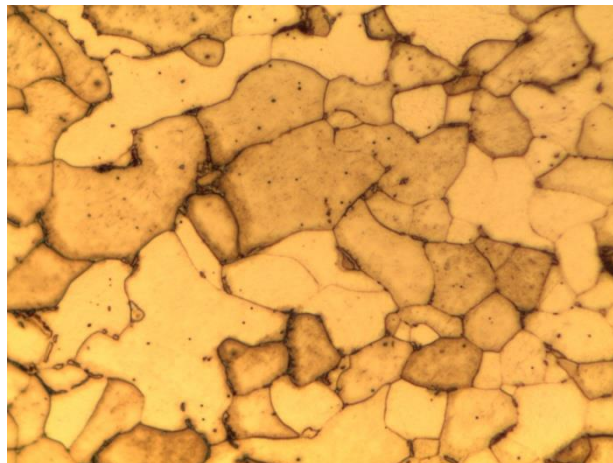


Figura 6. Microestrutura formada por grão de ferrita e perlita. Ataque de Nital 2%, aumento 1000X.

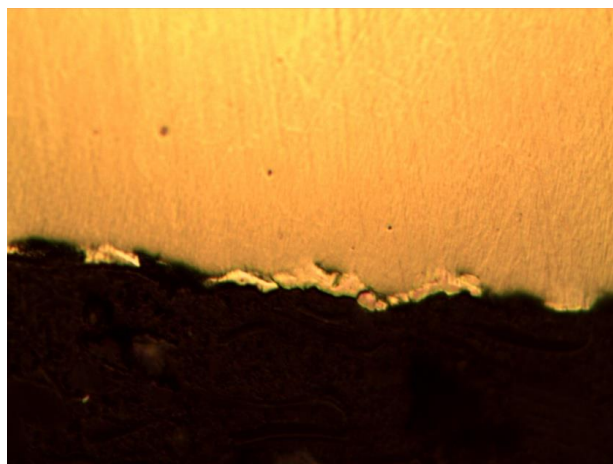


Figura 7. Metalografia sem ataque mostrando a camada superficial danificada. Aumento de 1000x.

O material do perfil é um aço baixo carbono de dureza média 145 HV. Este material é utilizado para fabricação de perfis para estruturas metálicas. Não foi identificado nenhum problema metalúrgico no material que pudesse ser associado à falha.

O perfil sofreu corrosão superficial, inclusive com danos à camada protetora. Esta corrosão é comum de ocorrer em estruturas metálicas usadas em construções devido às condições habituais de manuseio. Porém esta corrosão não provocou redução de parede significativa ou algum mecanismo que propiciasse o trincamento. As trincas iniciaram nas extremidades das abas, junto ao nó adjacente da estrutura (local de encontro soldado de dois perfis). As trincas ocorreram devido ao esforço de flexão a que o perfil estava sujeito.

O aspecto macroscópico das trincas, com a formação de estrição localizada bem como os micromecanismos de coalescimento de microcavidades confirmam que ocorreu sobrecarga estática na estrutura e esta sobrecarga foi a responsável pela falha. A análise da amostra metalográfica em microscópio estereoscópico também deixa evidente a estrição localizada.

A análise da estrutura, assim como mostrada no esquema da figura 1 indica que o perfil foi posicionado invertido na montagem, ou seja, desfavorecendo a sua rigidez [6]. De acordo com a equação 1, a tensão principal máxima de um perfil depende do momento de inércia I , e depende da distância do centro de gravidade até a fibra externa “c”.

$$\sigma_{flexão} = \frac{M \cdot c}{I} \quad (1)$$

Onde:

M = momento fletor;

c = distância do centro de gravidade até a fibra externa;

I = momento de inércia

Portanto, se o perfil tivesse sido soldado na estrutura na posição adequada, assim como mostra a figura 8C, a estrutura estaria mais rígida e menos susceptível a falha. Levando em consideração que a tensão de flexão máxima ocorre no ponto mais afastado do eixo neutro da figura 8, a melhor estrutura para essa aplicação seria a estrutura mostrada na Figura 8-C. As figuras 8-B e 8-C mostram, respectivamente, a posição de montagem que propiciou a falha por sobrecarga e a recomendada para aumentar a rigidez.

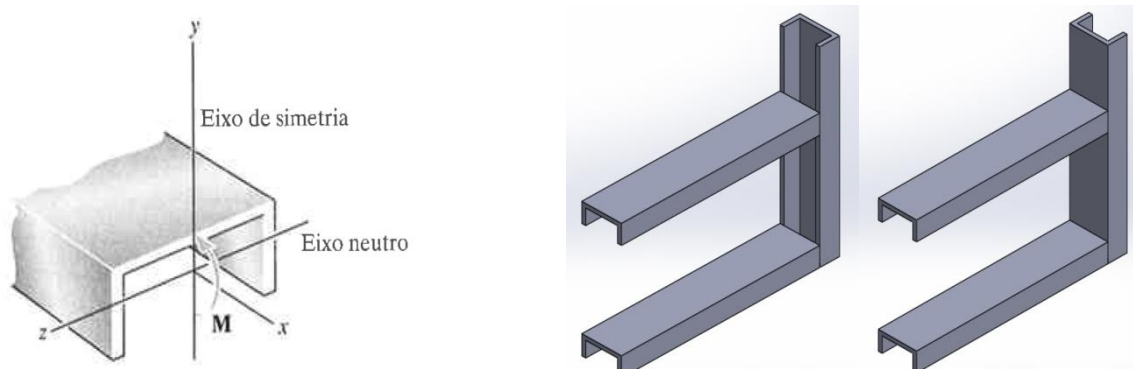


Figura 8- (A) esforço sobre o qual a viga está sujeita, (B) estrutura que foi montada, (C) estrutura proposta.

4 CONCLUSÃO

O material do perfil é um aço baixo carbono de baixa dureza. Este material é utilizado para fabricação de perfis para estrutura metálica em geral. O perfil sofreu corrosão generalizada, inclusive com danos à camada protetora. Porém esta corrosão não provocou redução de parede significativa ou algum mecanismo que propiciasse o trincamento. A falha ocorreu por sobrecarga estática na estrutura devido a posição invertida do perfil na soldagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem as agências de fomento CNPq, Capes e Finep.

REFERÊNCIAS

- 1 Fernanda Pilla Coutinho, Yonathan Reboh, Sandro Griza, Telmo Roberto Strohaecker, Análise de Falha de um Regenerador Utilizado Nos Processos De Refinamento De Petróleo, 61º Congresso Anual da ABM, 2006, pp.4129-4138.
- 2 Yonathan Reboh, Sandro Griza, Bill Paiva, Telmo Roberto Strohaecker, ESTUDO DE Falha de um Sistema de Acoplamento entre Veículo e Semi-Reboque do Tipo Quinta-Roda, 61º Congresso Anual da ABM, 2006, PP. 2339-2348.
- 3 Y. Reboh *, S. Griza, A. Reguly, T.R. Strohaecker, Failure analysis of fifth wheel coupling system, Engineering Failure Analysis 15 (2008) 332–338.
- 4 Thiago Figueiredo Azevedo, Cristiane Ramos dos Santos, Ricardo Estefany Aquino de Souza, Eduardo Kirinus Tentardini, Sandro Griza, Failure analysis of the repair procedure of an ore compactor roll, Engineering Failure Analysis 31 (2013) 195–202
- 5 S. Griza, A. Reguly, T.R. Strohaecker, Total hip stem failure due to weld procedure and material selection misuse, Engineering Failure Analysis 17 (2010) 555–561
- 6 Beer Johnston, Resistência dos materiais, 8th ed. McGraw-Hill Companies.