

ESTUDO COMPARATIVO ATRAVÉS DO TESTE DE FLEXÃO PARA ESCOLHA DE BARRA DE PROTEÇÃO LATERAL VEICULAR¹

Marcos Antonio Batista Camilo Junior²

Leonardo Miron²

Alexandre Arthuzo³

Giorgio Giacaglia⁴

José Rubens de Camargo⁵

Resumo

A carroceria de um automóvel é composta por vários tipos de materiais e vários tipos de peças, sendo muitos deles itens de segurança. O teste de flexão tem grande importância na seleção destes materiais para a aplicação na indústria automobilística. Para a execução do mesmo, deve-se seguir procedimentos específicos de cada montadora, porém neste estudo que tem a finalidade de comparação, foi seguido o mesmo procedimento para os dois tipos de barras de proteção lateral (tubular e estampado), ou seja, dois pontos de apoios móveis e uma força aplicada no centro do comprimento das barras de proteção lateral, com uma velocidade de 4 à 12 mm/s. Foi comparado os resultados teóricos com os práticos, e então, à partir da especificação mínima exigida no projeto da carroceria se faz a escolha entre um dos materiais ou produtos.

Palavras-chave: Barra de proteção; Itens de segurança; Teste de flexão; Procedimentos.

COMPARATIVE STUDY THROUGH THE FLEXING TEST FOR CHOICE OF DOOR BEAM

Abstract

The truck of an automobile is composed by several types of materials and several types of pieces, being many of them items of safety. The flexing test has great importance in the selection of these materials for the application in the automobile industry. For the execution of the same, it should be followed specific procedures of each assembler, however in this study that has the comparison purpose, the same procedure was followed for the two types of bars of lateral protection (tubular and printing), in other words, two movable support points and a force being applied in the center of the length of the bars of lateral protection, with a speed of 4 to 12 mm/s. Para the study was observed the theoretical results with the practical ones and then the starting from the minimum specification demanded in the project of the truck is done the choice among one of the materials.

Key words: Protection Bar; Items of safety; Flexing test; Procedures.

¹ *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

² *Mestrando em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté*

³ *Mestre em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté*

⁴ *Pós-doutorado em Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté*

⁵ *Doutor Engenheiro, Universidade de Taubaté*

1 INTRODUÇÃO

A maioria dos componentes estruturais e de itens de segurança das carrocerias automotivas (Figura 1), são estampados e feitos de aços especiais podendo ser os de baixa liga e alta resistência.

Broge⁽¹⁾ afirma que o aço sempre constituiu a maior parte dos automóveis e é pouco provável que um dia ele seja completamente excluído deste mercado.

O processo de fabricação por estampagem dos aços para a fabricação de componentes automotivos é um dos mais empregados.

A estampagem apesar de ser um processo de fabricação antigo, requer a observação cuidadosa de parâmetros técnicos para a obtenção de peças de boa qualidade.⁽²⁾

Outra parte dos ensaios, foram utilizados com tubos com costura. Este processo garante a homogeneidade da matéria-prima com a solda, o que confere excelentes características aos produtos.⁽³⁾

Para alguns componentes de um veículo automotor, a homologação se dá através de ensaios de flexão.

Para Souza,⁽⁴⁾ o ensaio de flexão é geralmente feito de modo a reproduzir, no laboratório, as condições da prática.

Os ensaios de flexão em 3 pontos são os ensaios mais realizados em materiais frágeis com maior frequência.⁽⁵⁾

O ensaio de flexão é realizado em materiais frágeis e em materiais resistentes, como o ferro fundido, alguns aços, estruturas de concreto e outros materiais que em seu uso são submetidos a situações onde o principal esforço é o de flexão.⁽⁶⁾

Nos ensaios de flexão, a força é sempre aplicada na região média do corpo de prova e se distribui uniformemente pelo corpo.⁽⁶⁾

Em um processo de estampagem de alta produção considera-se comum, porém não aceitável pelos clientes, a presença de rebarbas na região de corte.

Um parâmetro notado que influenciou na funcionabilidade do produto durante o teste de flexão foram as rebarbas ocasionadas no processo de estampagem.

Este trabalho propõe mostrar através do teste de flexão duas opções técnicas para empregar na Barra de Proteção Lateral Veicular ter sua funcionabilidade desejada.



Figura 1 - Carroceria automotiva

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse trabalho foram utilizadas Barras de Proteção Lateral Veicular, sendo uma delas feita pelo processo de estampagem utilizando aço de baixa liga e alta resistência denominado *RAGAL 800* e a outra opção em tubo de aço de precisão⁽⁷⁾ com costura. Foram obedecidos os parâmetros para o ensaio de flexão com 4 mm/s à 12 mm/s de velocidade, e deformação de até 150 mm sem se romper. Para possibilitar os ensaios foram utilizados patins de apoio nas extremidades das barras, representado na Figura 2. Como referência utiliza-se o gráfico da Figura 3, extraído do desenho do produto.

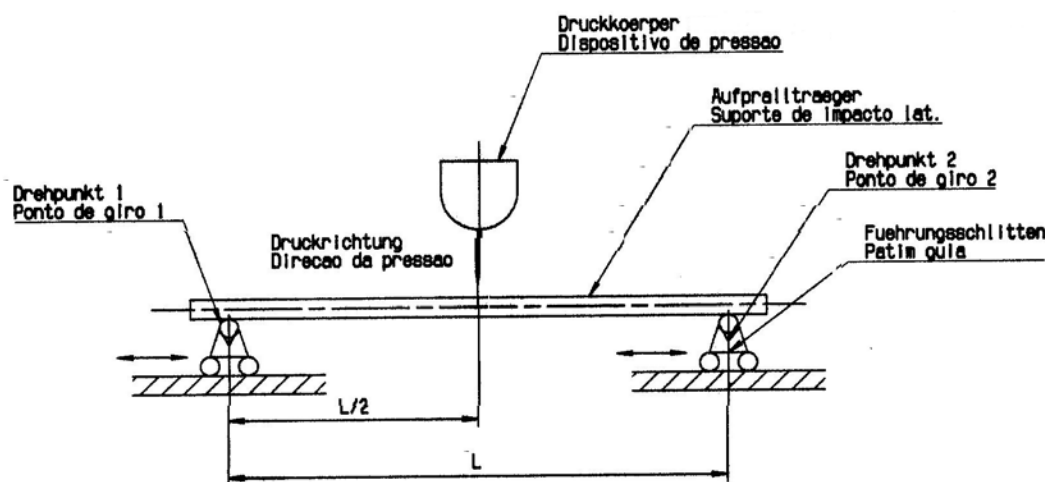


Figura 2 – Esquema de apoio da barra para teste de flexão (Volkswagen,2004).

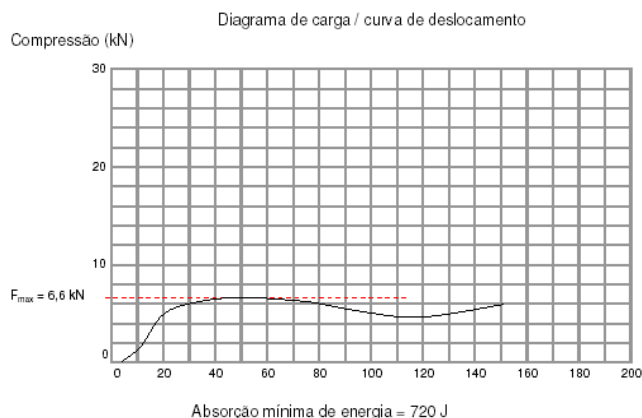


Figura 3 – Gráfico modelo da curva.

Foram ensaiadas 5 peças de barras estampadas e 5 peças de barras tubulares em uma máquina de tração denominada EMIC DL 10000 com um computador acoplado à máquina (Figura 4) para a plotagem eletrônica das curvas gráficas.

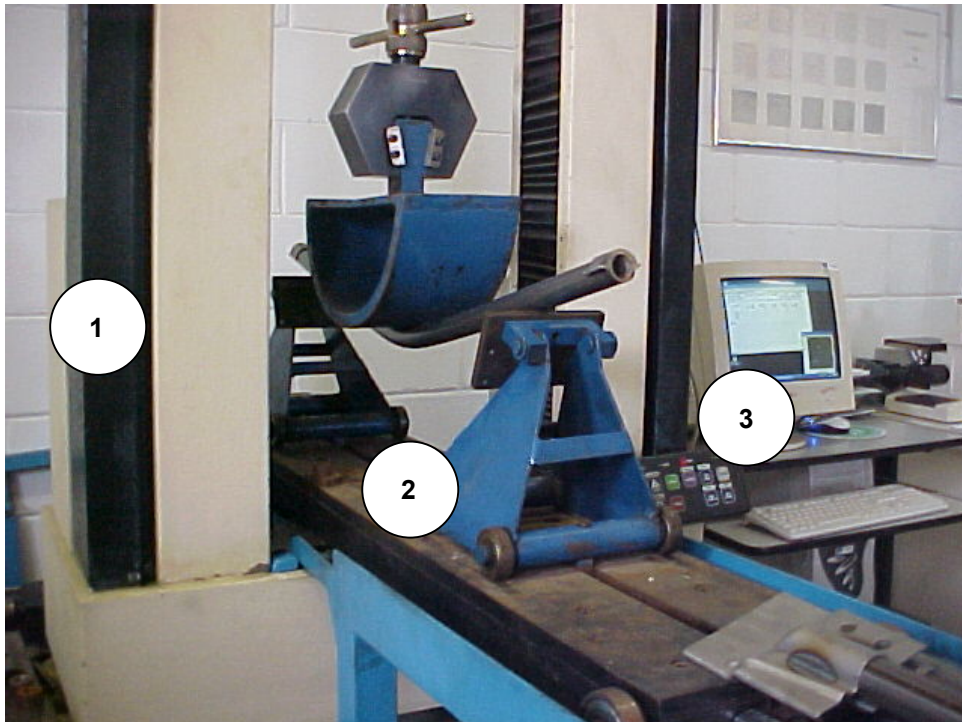


Figura 4 – (1) Máquina de Tração com (2) dispositivo de flexão e (3) computador acoplado.

Os testes com os dois tipos de Barras de Proteção Lateral Veicular (Figura 5), foram realizados com os mesmos parâmetros para possibilitar a comparação técnica das peças automotivas em questão.

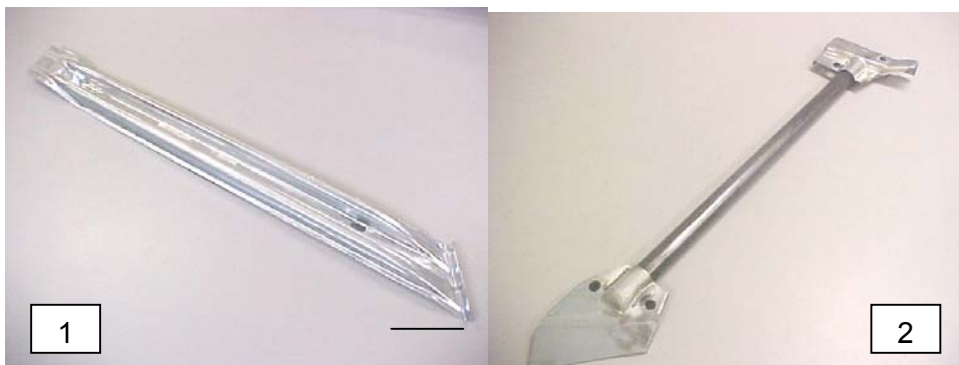


Figura 5 – Barra de Proteção Lateral Veicular, (1) estampada, (2) tubular.

A barra estampada utilizada no produto em questão possui dimensões de 73 mm de largura, 23 mm de altura e comprimento de 763 mm.

O tubo de aço com costura deste estudo, tem dimensões \varnothing 28,0 mm, espessura de 2,6 mm e comprimento de 858 mm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de justificar a comparação dos resultados dos ensaios de flexão para os dois tipos de barras de proteção lateral veicular, foi montado a Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Resultados obtidos no teste de flexão.

Item	Estampado			Tubular		
	Força máxima (kN)	Deformação máxima (mm)	Energia (J)	Força máxima (kN)	Deformação máxima (mm)	Energia (J)
Especif.	6,60 (máx)	150 (máx)	720 (min)	6,60 (máx)	150 (máx)	720 (min)
CP 1	6,44	83,74	791,40	10,01	151,50	1179
CP 2	6,47	88,67	797,00	9,80	158,70	1235
CP 3	6,45	84,99	792,50	9,23	160,90	1275
CP 4	6,47	88,57	796,89	9,08	140,30	1078
CP 5	6,47	88,70	797,10	9,03	159,90	1245
Média	6,46	86,93	794,97	9,43	154,26	1202,4
D. P.	0,015	2,387	2,792	0,446	8,633	77,735

As Figuras 6 e 7 representam os 2 tipos de barras de proteção lateral veicular após os testes de flexão.

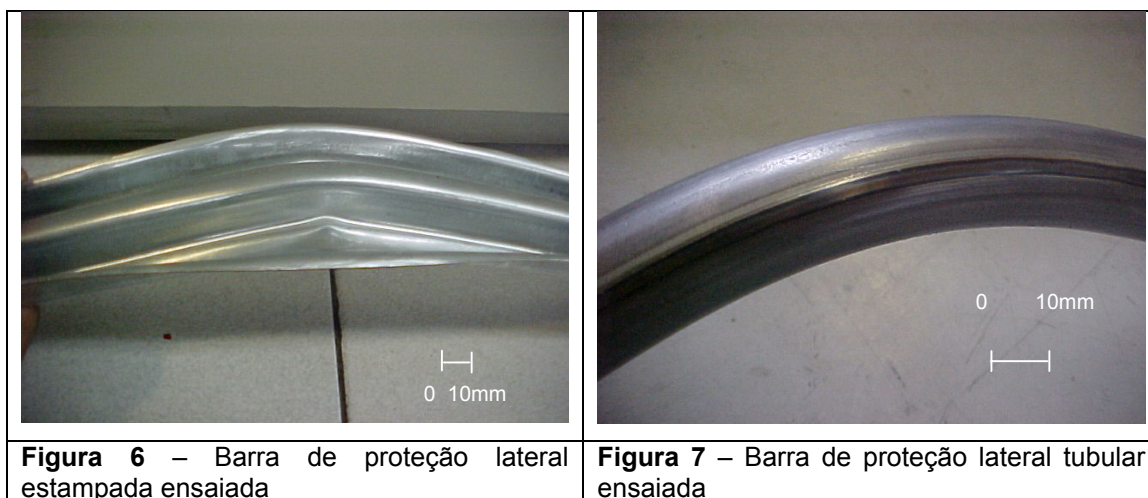


Figura 6 – Barra de proteção lateral estampada ensaiada

Figura 7 – Barra de proteção lateral tubular ensaiada

As Figuras 8 e 9, são ilustrações qualitativas dos ensaios de flexão realizados nas barras. Podemos observar a deformação máxima obtidas nas barras e a força permaneceram relativamente sem variações significativas se comparado com a energia absorvida.

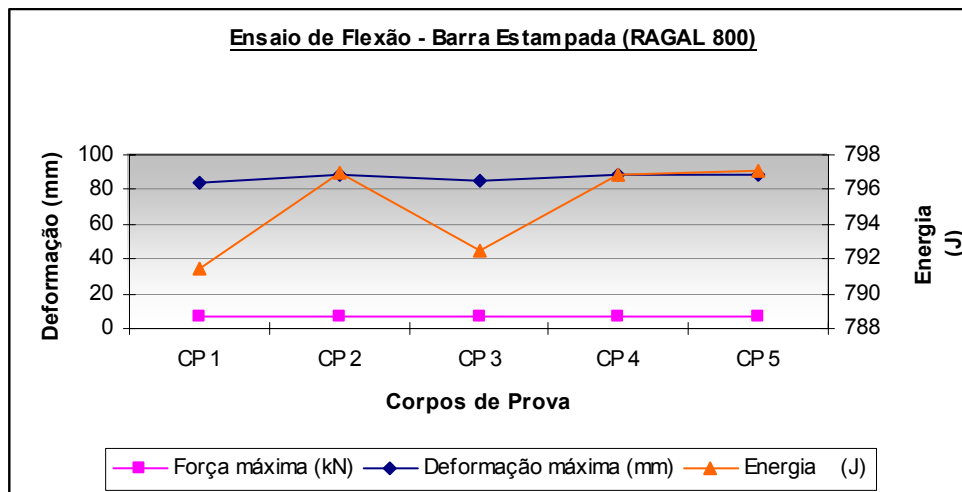


Figura 8 – Gráfico qualitativo do teste de flexão na barra estampada

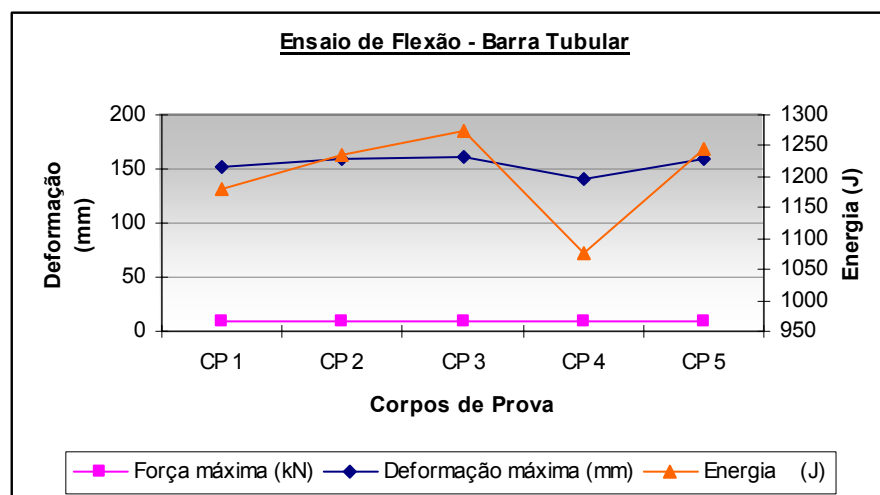


Figura 9 – Gráfico qualitativo do teste de flexão na barra tubular

Para esclarecimento técnico, foi observado durante a execução dos testes com as barras de proteção lateral do tipo tubular com costura, que a posição da costura durante o teste não influenciou em nenhum resultado, podendo assim verificar na Tabela 1.

Conforme especificado em desenho do produto, para resultados acima de 6,6 kN o material da barra de proteção lateral veicular tipo estampado, está muito rígido, assim podendo romper a peça na região da força aplicada. Em dois testes descartados deste trabalho, observou-se que quando existe rebarba na borda da peça estampada resultante principalmente de folga entre punção de corte e matriz da ferramenta de estampagem, surge o rompimento da barra durante a deformação que também seguindo o especificado pelo desenho do produto, não deve romper com menos de 150 mm e deve ter absorção mínima de 720 J de energia. O material da barra de proteção lateral veicular tipo estampado, obteve resultados esperados e de acordo com a especificação, onde se pode comprovar através da Tabela 1.

Para a barra de proteção lateral veicular tipo tubular, os resultados também foram satisfatórios dentro da mesma especificação da barra de proteção estampada, porém a força suportada foi maior que a da barra estampada, chegando a resultados como 10,01 kN. O material da barra de proteção lateral veicular tipo tubular, obteve resultados esperados e de acordo com a especificação, onde se pode comprovar através da Tabela 1.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Os ensaios de flexão realizados, conclui-se primeiramente que os dois tipos de barras de proteção lateral veicular atendem as especificações mesmo sendo de projetos, materiais e processos de fabricação diferentes;

- Conclui-se também que para barras de proteção lateral, as bordas não devem conter rebarbas, pois pode anular a funcionabilidade do produto quando solicitado, devendo então ser considerado como característica crítica e de segurança;

- Fica à critério do engenheiro do produto escolher qualquer um dos tipos das Barras de Proteção Lateral Veicular restringindo-se apenas ao custo de manufatura que vigora durante o projeto do produto.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem o apoio fornecido pela CAPES ao programa de pós-graduação em engenharia mecânica da Universidade de Taubaté, assim como a empresa Gestamp Automocion de Taubaté pelos recursos e incentivos dado ao seu funcionário de mestrado para a consolidação da sua dissertação.

O presente trabalho motiva a continuação dos estudos no sentido de acrescentar novos processos de fabricação e novos materiais para este tipo de produto que tem a finalidade de oferecer segurança aos ocupantes dos veículos automotores.

REFERÊNCIAS

- 1 BROGE, J. L. The battle of the metals: **The emergence of high-strength steel**. SAE: Automotive Engineering International On Line, fev. 2000. Disponível em <<http://www.sae.org/automag/metals/01>> Acesso em: 30 set. 2006.
- 2 SHAEFFER, L. Fundamentos do Projeto de Ferramentas para o Processo de Estampagem, **Corte e Conformação**, Porto Alegre, RS, n. 11, p. 31-36, março – abril 2006.
- 3 ARAYA. Araya do Brasil Industrial, **Manual Tubos de Aço com costura**, Taubaté, SP, 2005.
- 4 SOUZA, S. A. **Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1982
- 5 MONTEIRO, A.L.A. **Um sistema para o cálculo da resistência mecânica de materiais frágeis pelo uso do método estatístico de Weibull**, Guaratinguetá, SP, 2001. cap. 1, p. 19.
- 6 EMIC. Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. **Dobramento e Flexão**. Disponível em: <www.emic.com.br/artigos>. Acesso em 30 jan. 07.
- 7 DIN, DIN 2393. **Welded precision steel tubes**, 1994.