

ESTUDO DA APLICAÇÃO DE MECANISMOS DISSIPADORES DE ENERGIA EM ASSENTOS INFANTIS AUTOMOTIVOS

Integrantes

- Lucas de Barros Furtado
- Marcelo Cordeiro da Silva
- Rodrigo Almeida da Gama
- Rodrigo Kenji Egami
- Ronaldo Rossi Junior

Orientação: Prof. Me. Carlos Alberto Amaral Moino

Engenharia Mecânica
Projeto de Graduação II
Dezembro/2012

Orientação
Prof. Me. Carlos Alberto Amaral Moino

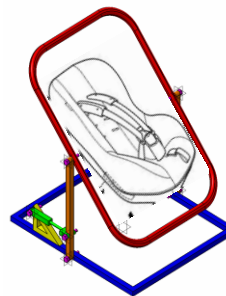
Universidade Santa Cecília 2012

2

Sumário

- Introdução
- Fundamentação Teórica
- Desenvolvimento
- Conclusão

Resumo



O projeto contempla o estudo da aplicação de mecanismos dissipadores de energia em dispositivos de retenção para crianças (assentos infantis automotivos), com a intenção de liberar um movimento suave e amortecido durante a colisão veicular reduzindo a possibilidade de fraturas para os usuários.

Universidade Santa Cecília 2012

3

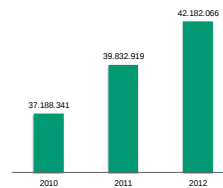
Universidade Santa Cecília 2012

4

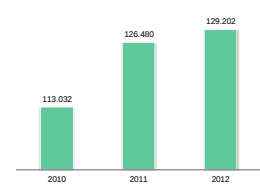
Introdução

Estatísticas de trânsito

Crescimento da frota circulante brasileira (unid)



Número de vitimados no trânsito (unid/ano)



Dados retirados do website DENATRAN

5

Universidade Santa Cecília 2012

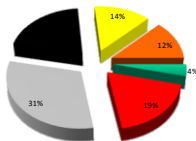
6

Estatísticas de acidentes

Vitimados por faixa etária

Idade

- 0 a 13
- 13 a 23
- 23 a 33
- 33 a 43
- 43 a 53
- Maiores de 53



Total de Vitimados: 129.202

- De cada 5 vítimas de 1 criança morre e outras 2 ficam com sequelas permanentes.
- Em média 1.200 crianças morrem todo ano em acidentes de trânsito no país.
- 70% das mortes podem ser evitadas com o uso correto de dispositivos de Retenção.

Dados do Departamento Nacional de Infraestrutura em Transporte (DNIT).

Universidade Santa Cecília 2012

7

Assentos e o mercado nacional

- 12.000 dispositivos vendidos por ano no Brasil.

Em 1999 foi constatado falta de padrão dos dispositivos.

Entra em vigor a norma NBR 14400 e a resolução 277 do CONTRAN.



Universidade Santa Cecília 2012

8

Fundamentação Teórica

Segurança veicular

A segurança veicular começou a ser tratada com mais atenção na década de 50 quando foi observada pelas montadoras que o número de mortos e sequelados (vítimas de acidentes de trânsito) era maior do que o número de mortos em guerras pelo país.

A engenharia de segurança veicular é a área da engenharia automotiva responsável pelo estudo e desenvolvimento de métodos e mecanismos visando a proteção máxima do usuário.



9

Universidade Santa Cecília 2012

10

Segurança veicular

- **Segurança veicular ativa**
 - Age funcionalmente com o objetivo de diminuir a chance de um acidente.

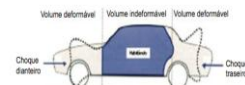


Universidade Santa Cecília 2012

11

Segurança veicular

- **Segurança veicular passiva**
 - Entra em ação quando o acidente não pode ser mais evitado, com o objetivo de preservar a segurança dos ocupantes.



Universidade Santa Cecília 2012

12

Dispositivos de retenção para crianças

São considerados equipamentos de segurança veicular passiva, pois quando utilizados em conjunto com os cintos de segurança tornam-se a forma mais eficaz de proteger a criança contra possíveis traumas gerados durante uma colisão veicular.

- Tipos de classificação:
 - Conforme a massa do usuário
 - Conforme tipo de fixação

Universidade Santa Cecília 2012

13

Classificação dos dispositivos

Conforme a massa do usuário



De 1 a 4 anos
Crianças de 13 a 22 kg



Até 1 ano
Crianças até 13kg



De 4 a 7 anos
Crianças de 22 a 36 kg

Universidade Santa Cecília 2012

14

Classificação dos dispositivos

Conforme tipo de fixação

Fixação pelo cinto de segurança



Universidade Santa Cecília 2012

15

Classificação dos dispositivos

Fixação por engate do tipo ISOFIX



- Proporciona um meio de fixação seguro e rápido entre a cadeirinha e a carroçaria do veículo.

Vantagens:

- Cria vínculo estrutural com a carroçaria do veículo.
- Diminui o risco de uma má instalação.

Universidade Santa Cecília 2012

16

Normas e regulamentação

CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito)

Resolução 277 - Maio de 2008 – Substitui a Resolução 15 – 1998

-Relaciona modelo do dispositivo de retenção com idade.

Aos fabricantes de veículos:

- Condições e Restrições para o uso;
- Adequação do cinto de segurança/terminais de engate tipo ISOFIX;
- Fornecer informações de cuidado e importância do dispositivo no Manual de Bordo.



Universidade Santa Cecília 2012

17

Normas e regulamentação

Publicado no Diário Oficial em 09 de Junho de 2008, o CONTRAN exige:

-Adotar medidas de explanação e campanhas educativas aos usuários de automóveis quanto à necessidade de atendimento das prescrições e obrigatoriedade do uso de dispositivos de retenção infantis, sendo passível de fiscalização pelos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito após 9 de Junho de 2010.

-Pena: Aplicação de multa aos infratores e perda de pontos na Carteira de Habilitação (a infração é considerada gravíssima, conforme artigo 168 do CTB).

Universidade Santa Cecília 2012

18

Normas e regulamentação

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)
NBR (Norma Brasileira de Regulamentação)

ABNT NBR 14400 – Ano de 1999 com base na norma europeia ECE R44 - exige que sejam feitos testes quanto à:

- Resistência mecânica
- Corrosão/poeira
- Capacidade de absorção de energia
- Capacidade de travamento dos cintos de segurança, fechos e dispositivos de ajuste
- Flamabilidade do material
- Ensaio dinâmico que medem a eficiência do equipamento em simulações de impactos, capotamentos e demais situações de acidentes



Universidade Santa Cecília 2012

19

Normas e regulamentação

Desde 01.04.2009, todas as cadeirinhas novas fabricadas no Brasil ou importadas têm de passar por avaliação específica no Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), de acordo com a Portaria INMETRO n°. 38/2007.



Universidade Santa Cecília 2012

20

Detalhamento do dispositivo

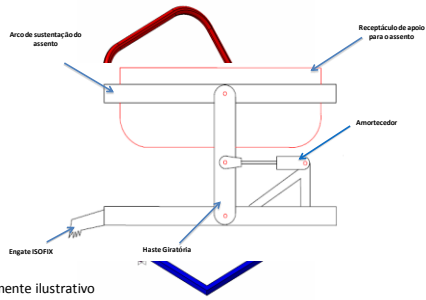


Imagem meramente ilustrativo

Universidade Santa Cecília 2012

21

Escolha do material estrutural

- Tubo perfil quadrado de aço SAE 1020 com dimensões 15x15 mm
- Barra chata de aço SAE 1020 com dimensões 25,4x12,7mm
- Parafusos M8 x 40mm classe 8.8 - SAE 1020 - cabeça sextavada

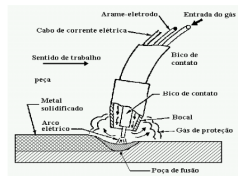
Número AISI/SAE ou ASTM	Limite de Resistência à Tração [Mpa (ksi)]	Limite de Escoamento [Mpa (ksi)]	Ductilidade [% AL em 50mm (Zpot.)]	Aplicação Típicas
1010	325 (47)	180 (26)	28	Painéis de automóveis, pregos e arames
1020	380 (55)	205(30)	25	Tubos, aço estrutural e em chapas
A36	400 (58)	220 (32)	23	Estrutural (pontes e edificações)
A516 Classe 70	485(70)	260 (38)	21	Vasos de pressão para baixas temperaturas

Universidade Santa Cecília 2012

22

Técnica de solda adotada

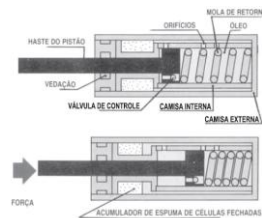
- Solda Mag – Proteção de gás ativo (CO₂) devido baixo custo
- Avanço automático do arame e fácil soldabilidade (não requer experiência)
- Ótima taxa de deposição de material para aços



Universidade Santa Cecília 2012

23

Escolha do tipo de amortecedor



Amortecedor hidráulico

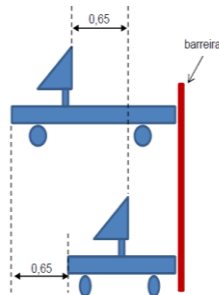
- Consiste em converter energia cinética em energia térmica.
- A energia do oscilador diminui devido ao trabalho da força de atrito viscoso oposta a velocidade;

Universidade Santa Cecília 2012

24

Dados iniciais

- Conforme a norma NBR-14400 a deformação média da carroçaria é 0,65m para colisões a 50 Km/h ou 13,89 m/s².

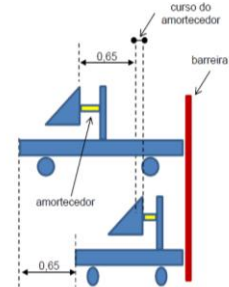


Universidade Santa Cecília 2012

25

Objetivo do projeto

- Reduzir o impacto em 20% na criança
- Inserindo um curso adicional assim aumentando o espaço de parada da cadeirinha utilizando o espaço livre entre os bancos.



Universidade Santa Cecília 2012

26

Calculo da aceleração

Com a velocidade e espaço de parada podemos calcular a aceleração através da equação da velocidade em função do espaço, como a velocidade final é nula temos.

$$a = \frac{v^2}{2 \times s} \quad a_0 = \frac{13,89^2}{2 \times 0,65}$$

Aceleração inicial (espaço de parada 0,65m) = 15,13G

Aceleração reduzida (reduzindo 20% da aceleração) = 12,10G

Recalculando o espaço temos o curso para o para o amortecedor

$$s = \frac{v^2}{2 \times a} \quad s_r = \frac{13,89^2}{2 \times 12,10} = 0,81 \text{ m} = 0,81 - 0,65$$

Curso mínimo do amortecedor = 0,162m

Para garantir que o curso mínimo seja alcançado foi inserido um fator de 20% do curso conforme solicitação do fornecedor

Assim o curso do amortecedor = 0,195m

Universidade Santa Cecília 2012

27

Determinação da massa

- Para determinar a massa total foi somada a massa dos componentes com a massa da criança e a massa da cadeirinha.
- A massa da criança retirada da norma, a massa da cadeirinha pela medição e do arco foi obtida a partir do peso por metro retirado no catálogo de um fornecedor, e multiplicando a soma do material a ser utilizado.
- A massa descarregada por amortecedor é a massa total dividida por dois.
- Massa por amortecedor = 7,90 Kg.

Universidade Santa Cecília 2012

28

Escolha do curso do amortecedor

Como amortecedor para um curso de 195mm seria grande além de ter custo elevado, optamos por utilizar um amortecedor com 50mm de curso e através de trigonometria determinamos a altura.



Universidade Santa Cecília 2012

29

Determinação dos amortecedores

- Cálculos solicitados pelo fornecedor:
- **Energia cinética**

$$W_k = \frac{m \times v^2}{2} = 762,10 \text{ N.m}$$
- **Energia gerada por hora**

$$W_{kg} = W_k \times X = 762,10 \frac{\text{N.m}}{\text{s}}$$
- **Velocidade efetiva no ponto de aplicação do amortecedor**

$$v_e = \frac{v \times r}{R} = 3,56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
- **Massa efetiva no ponto de aplicação do amortecedor**

$$m_e = \frac{2 \times W_k}{v_e^2} = 120,26 \text{ Kg}$$

Capacidades - Capacidades - Performances															
Modelo	Curso	Absorção de energia Absorption of energy Energy absorbed	Massa efetiva Massa efectiva Effective mass						Força de impacto Impact force			Peso Weight			
			-0 muito suave very soft		-1 suave soft		-2 médio medium		-3 duro hard		Força de impacto Impact force		Torque		
Model	Stroke	Nm/ curso stroke	min.kg	max.kg	min.kg	max.kg	min.kg	max.kg	min.kg	max.kg	min.N	max.N	max.Nm	g	
FA-A-1,25m x1	25	100	80000	3	13	8	33	25	110	86	60	70	40	410	
FA-A-1,25m x2	25	200	100000	8	26	16	66	40	220	166	60	80	40	1000	
FA-A-1,5m x1	25	220	100000	13	32	20	170	80	500	2500	60	90	40	900	
FA-A-1,5m x2	25	440	100000	28	126	100	470	330	1800	1100	1000	60	120	40	1700
FA-A-1,5m x3	25	670	180000	40	180	140	710	485	2300	1700	1500	60	140	40	1400
FA-A-2,0m x2	50	1100	180000	43	190	140	710	485	2300	1700	1500	60	140	40	2000

Amortecedor para velocidade entre 0,2 a 4,5 m/s².

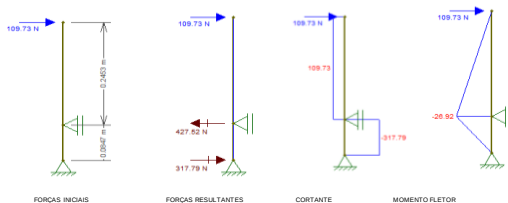
Universidade Santa Cecília 2012

30

Resistência da haste

Os gráficos apresentados foram simulados no ftools.
A força gerada pelo impacto e dada por:

$$F = m \times a \quad F = 7,90 \times 13,89 = 109,73 \text{ N}$$



Universidade Santa Cecília 2012

31

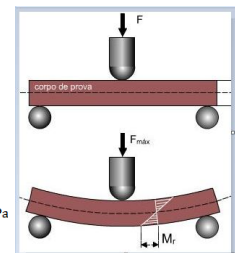
Tensão máxima suportada pela haste

- **Momento de inércia** para uma barra retangular de 25,4x12,7 mm.

$$I = \frac{B \times H^3}{12} = \frac{0,0127 \times 0,0254^3}{12} = 1,734 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

- Para determinar as tensões normais em elementos retilíneos, com seção transversal simétrica em relação a um eixo (C).

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{M \times C}{I} = \frac{26,92 \times 0,0254}{1,734 \times 10^{-8}} = 39,43 \text{ MPa}$$



Universidade Santa Cecília 2012

32

Comparação entre tensões

A tensão limite de escoamento para um aço SAE 1020 é de 205,00 MPa.

O limite de resistência da barra é 39,43 MPa.

A barra resiste o impacto com coeficiente de segurança de 5,2.

Conclusão

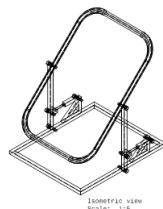
Universidade Santa Cecília 2012

33

34

Conclusão

- 20% na redução da desaceleração
- Aumento do deslocamento
- Dissipação de energia



Universidade Santa Cecília 2012

35

Conclusão

Menor desaceleração

- De 148,41 m/s² → Para 114,16 m/s²

Forças envolvidas

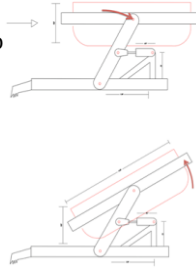
- De 2.048 N → Para 1.575,4 N

Universidade Santa Cecília 2012

36

Conclusão

- Força absorvida pelo dispositivo
- 472,6 Newton
- Equivalente a 48,2 Kgf



Universidade Santa Cecília 2012

37

Conclusão

- Efetividade do dispositivo que tem como finalidade, reduzir a desaceleração e os efeitos que ela causa no corpo de uma criança.



Universidade Santa Cecília 2012

38

Proposta para trabalhos futuros

- Desenvolvimento do dispositivo, para absorção de impacto em outros eixos de liberdade.

Automação do dispositivo para acionamento apenas no momento da colisão, que se utilize de dispositivos com o mesmo princípio do Air Bag .

Obrigado!

Universidade Santa Cecília 2012

39

40