

Desenvolvimento de um Boneco Antropomórfico Simplificado para Ensaios de Dispositivos de Retenção Infantil

Alexandre Fonseca Jorge, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, e-mail: alexand@fem.unicamp.br, home page: www.ninho.fem.unicamp.br

Antonio Celso Fonseca de Arruda, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, e-mail: celso@fem.unicamp.br, home page: www.ninho.fem.unicamp.br

Introdução

No Brasil, a norma que especifica os requisitos de segurança para os dispositivos [1] de retenção infantil (também conhecidos como cadeirinhas) é a NBR 14400 [2]. Para que um dispositivo desse tipo seja aprovado para a certificação, um dos principais requisitos é conseguir satisfazer determinados níveis de performance em ensaios de impacto, os quais simulam uma colisão veicular.

Portanto, ao longo do desenvolvimento de uma cadeirinha, pode ser necessário ensaiá-la várias vezes. Contudo, os ensaios de impacto são bastante onerosos. Assim sendo, o estudo aqui apresentado [3] busca uma alternativa de um boneco de ensaio (*dummy*), que seja uma versão simplificada e de custo reduzido, para realizar uma análise preliminar do desempenho da cadeirinha.

Material e métodos

O boneco de ensaio simplificado, foi construído visando ter dimensões equivalentes às do *dummy* completo de 6 anos modelo P6 [4], previsto na norma. A construção procurou utilizar materiais de baixo custo e fácil acesso. Seu corpo foi feito em resina reforçada com fibra de vidro. Das pernas, há apenas as coxas, e os braços se resumem a poucos centímetros abaixo dos ombros. O quadril e a coluna lombar não são articulados, deixando o boneco sempre na posição sentada (Figura 1).

A única articulação móvel é a do pescoço, o qual é constituído por duas molas helicoidais, uma ao lado da outra, preenchidas por borracha de Silicone. Sua resposta estática é similar à de um pescoço de *dummy*. Há também um colar de EVA, apenas para efeito estético.

Outras características biomecânicas que foram observadas durante a construção do boneco são suas dimensões e massas. Suas dimensões conseguiram se manter próximas às pretendidas. Para que ele adquirisse uma

distribuição de massas próxima à do *dummy* completo, foram afixadas em seu interior algumas chapas de chumbo. No caso dos braços, foi colocada uma massa equivalente de cada lado do torso (indo dos ombros até as laterais do tórax). A massa total, incluindo a parte eletrônica e baterias, resultou em 23,4 kg.



Figura 1: Aspecto do boneco simplificado, acomodado em uma cadeirinha.

Dentro do boneco, foi implementada uma instrumentação simplificada, com o objetivo de registrar as desacelerações sofridas no tórax (2 eixos) e na cabeça (1 eixo) Essa instrumentação foi concebida de forma a ficar toda contida no interior do boneco, alimentada por baterias, sem necessitar da conexão de cabos externos.

As medidas são feitas por meio de circuitos integrados conhecidos como micromachined accelerometers, que incluem um ou mais acelerômetros de silício e os respectivos circuitos de condicionamento de sinal, fornecendo uma saída analógica linear, com tensão proporcional à aceleração detectada, para cada eixo. Os acelerômetros foram instalados em placas de circuito, com suas saídas ligadas a um banco de comparadores, que comparam as suas saídas com valores

de referência previamente fixados, em uma escala relativa aos valores-limite da norma, constituindo ao todo três escalas de quatro valores, uma para cada eixo de desaceleração medido. Quando um desses valores de referência é atingido, o respectivo comparador emite um pulso, o qual aciona um indicador luminoso (LED) na escala do painel frontal do boneco (Figura 1). Um circuito lógico simples faz com que, mesmo após o pulso de desaceleração, o painel permaneça aceso, indicando os valores máximos detectados em cada escala.

Ensaio e Resultados

O *dummy* simplificado foi submetido a um ensaio de impacto frontal do tipo “carroceria sobre carrinho de ensaio”, com a velocidade de 50 km/h, e pulso de desaceleração conforme especificado na norma NBR 14400. No banco traseiro do veículo, ele foi instalado em uma cadeirinha, e ao seu lado foi instalado, em uma cadeirinha de mesmo modelo, um *dummy* instrumentado modelo *Hybrid III* de 6 anos, para servir como referência (Figura 2).



Figura 2: Bonecos prontos para o ensaio de impacto.

Após o impacto, foram comparadas as leituras obtidas, em relação aos valores-limite da norma, e ambos os bonecos indicaram valores de desaceleração dentro dos limites. Mas também, ambos tiveram o deslocamento horizontal da cabeça acima do limite.

O boneco sob teste sofreu um dano no pescoço, com a ruptura de uma de suas molas no instante de maior flexão do mesmo (próximo de 110 ms). No entanto, até esse momento, o movimento da cabeça estava acompanhando o do boneco de referência (Figura 3).

Na seqüência, o boneco sob teste começou a fazer seu retorno para trás, enquanto o de referência continuou se deslocando para a frente (até próximo de 150 ms), sofrendo uma acentuada flexão no quadril.

Por meio das imagens obtidas, se constatou que essa diferença de deslocamento para a frente ocorreu principalmente por causa do quadril em ângulo fixo do boneco sob teste, o que fez com que houvesse um apoio das coxas na ponta do assento, que limitou seu movimento. Outra diferença a se observar era o peso maior do *dummy* utilizado como referência, cerca de 27,0kg com os cabos (contra 23,4kg do outro boneco).



Figura 3: Bonecos sofrendo a desaceleração, nos instantes de: 90ms, 100ms e 110ms.

Conclusão

Apesar das simplificações, o boneco desenvolvido neste trabalho apresentou características básicas de biofidelidade necessárias a essa aplicação.

No ensaio de impacto, seus resultados se aproximaram dos obtidos com o *dummy* de referência. Contudo, seu quadril fixo representou a principal causa de diferença de comportamento dinâmico entre os mesmos. Sua eletrônica embarcada funcionou de maneira satisfatória, e o fato de não requerer cabos externos representa uma vantagem.

Referências bibliográficas

- [1] WEBER, K. Crash Protection for Child Passengers: A Review of Best Practice. UMTRI Research Review. Michigan: University of Michigan, 2000. v31. n3.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-14400: veículos rodoviários – dispositivos de retenção para crianças – requisitos de segurança. Rio de Janeiro, 1999. 49p.
- [3] JORGE, A. F. Projeto, Construção e Teste de um Boneco de Ensaio de Dispositivos de Retenção Infantil. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2006. 60p. Dissertação (mestrado).
- [4] ECONOMIC COMMISSION EUROPE. ECE R44.03: uniform provisions concerning the approval of restraining devices for child occupants in power-driven vehicles. United Nations, 2000. 130p.