



ISSN: 1984-3151

# ESTUDO DA ALTERAÇÃO DO PROJETO DE UM VOLANTE CONVENCIONAL PARA IMPLANTAÇÃO DE AIRBAG DESIGN MODIFICATION STUDY OF A CONVENTIONAL STEERING WHEEL TO AIRBAG INTRODUCTION

Jonas Paulino Rodrigues Jr.<sup>1</sup>; Lucas da Silveira Franco<sup>2</sup>; Vinícius Finardi Zampieri<sup>3</sup>  
Gustavo Longhi de Carvalho<sup>4</sup>; Juliano Schimiguel<sup>5</sup>

- 1 Engenheiro de Produção. UNIANCHIETA, Jundiaí-SP. 2012. Supervisor na ThyssenKrupp Metalúrgica Campo Limpo. [jonaspaulinojr@gmail.com](mailto:jonaspaulinojr@gmail.com).
- 2 Engenheiro de Produção. UNIANCHIETA, Jundiaí-SP. 2012. Profissional Liberal e Consultor. [lucasfreeride@terra.com.br](mailto:lucasfreeride@terra.com.br).
- 3 Engenheiro de Produção. UNIANCHIETA, Jundiaí-SP. 2012. Operador na Neumayer Tekfor. [nizampieri@gmail.com](mailto:nizampieri@gmail.com).
- 4 Mestre em Engenharia Mecânica. Professor da UNIANCHIETA, Jundiaí-SP. [gustavocar@gmail.com](mailto:gustavocar@gmail.com).
- 5 Doutor em Ciência da Computação. UNICAMP. 2006. Professor da UNIANCHIETA, Jundiaí-SP. Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo-SP. UNINOVE, São Paulo-SP. [schimiguel@gmail.com](mailto:schimiguel@gmail.com).

Recebido em: 16/05/2014 - Aprovado em: 15/11/2014 - Disponibilizado em: 30/11/2014

*RESUMO: Diante da obrigatoriedade do uso de airbag em todos os veículos produzidos no Brasil a partir de 2014, este trabalho tem como objetivo demonstrar a importância do airbag como item de segurança, com a finalidade não de reduzir acidentes, mas sim de diminuir o índice de mortes em acidentes. Para atender à lei, a empresa foca do nosso trabalho modificou o projeto e o processo de fabricação de um volante convencional para uma versão airbag, buscando segurança, satisfação dos clientes e retorno financeiro. O departamento de engenharia de desenvolvimento da empresa vem trabalhando para implantar o airbag sem grandes alterações no design requerido pelo cliente. Essas mudanças, que são objeto de estudo deste trabalho, indicaram que a engenharia da empresa projetou um volante, visando a atender ao mercado exterior, e utilizou parte deste projeto para adequar as modificações que estão projetadas para o mercado nacional.*

*PALAVRAS-CHAVE: Airbags. Segurança veicular. Volante.*

*ABSTRACT: Given the mandatory use of airbags in vehicles produced in Brazil from 2014, this research aims to demonstrate the importance of the airbag as a safety item, not with the aim of reducing accidents, but to reduce the number of fatalities. To meet the law, the firm modified the design and the manufacturing process of a conventional steering wheel for airbag release, seeking safety, customer satisfaction and financial return. The firm development engineering department has been working with the airbag to release the wheel without major design changes, as it was requested by the client. These changes, which are the subject of this paper, demonstrate that engineering designed a wheel to meet overseas market, and took advantage of this design to suit the modifications that are designed for the domestic market.*

*KEYWORDS: Airbags. Vehicle safety. Steering wheel.*

## 1 INTRODUÇÃO

A taxa de incidência de acidentes no trânsito é uma preocupação mundial. Sua ocorrência está vinculada a um processo complexo, que envolve legislação, cultura, meio ambiente, política, entre outros fatores.

Na indústria, a preocupação constante em produzir veículos com itens de segurança cada vez mais eficientes tem feito com que seus projetos estejam em constante evolução. Segundo o trabalho de Romaro (2010), este conceito está ligado a dois tipos de requisitos de segurança aplicáveis a veículos: segurança ativa e segurança passiva.

A Segurança Ativa está relacionada às condições de dirigibilidade, conforto e condições de percepção de riscos pelo motorista, tais como posição adequada do volante e fixação dos assentos na cabine.

A Segurança Passiva está relacionada às características do veículo quanto à absorção de impactos, deformabilidade e proteção contra incêndio, tais como eliminação de cantos vivos em pára-choques, maçanetas, espelhos retrovisores externos facilmente reclináveis, cintos de segurança e bolsas infláveis (airbags) longitudinais e transversais, que são o tema deste trabalho.

No Brasil, a Lei nº 11910 de 18 de março de 2009 altera o art. 105 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, para estabelecer a obrigatoriedade de uso do equipamento suplementar de retenção – airbag – para todos os veículos que saírem de fábrica a partir de janeiro de 2014.

O grande desafio desta questão consiste no desenvolvimento deste produto e nas grandes mudanças que as empresas estão fazendo para atender a essa nova lei.

Essas mudanças envolvem a Engenharia de Desenvolvimento e os demais departamentos da empresa, que, basicamente, têm um único objetivo e

compromisso, que é o de transformar as ideias e anseios do cliente em um produto real, partindo de estudos de croquis, desenhos em 3D, protótipos ou qualquer item que possa ser utilizado para garantir sua funcionalidade e qualidade.

O objetivo deste trabalho é estudar e demonstrar como a indústria focou modificou o projeto e o processo de fabricação de um volante convencional para implantação do conjunto airbag, para que desta forma a montadora cliente deste produto venha a atender aos requisitos da Lei nº 11910, de 18 de março de 2009, uma vez que, conforme mencionado, esta obrigou 100% dos veículos a saírem de fábrica a partir de no máximo janeiro de 2014 com este item de segurança.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Basicamente, o airbag é uma bolsa de ar que infla quando ocorre uma colisão do veículo, e com isto protege o condutor e os passageiros, evitando que eles se choquem com o painel do veículo, por exemplo.

Todos os passageiros dentro de um veículo estão sujeitos à Lei da Inércia (RESNICK; HALLIDAY; WALKER, 2012). Quando ocorre a colisão de um veículo, sua brusca desaceleração faz com que o sensor de crash (impacto) meça a intensidade ocasionada pelo impacto, acionando e enviando um sinal por pulsos elétricos ao módulo gerador de gás. Quando este sinal é enviado, ocorre o acionamento da ignição do inflador, onde estão contidos nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), ácido sódico (NaN<sub>3</sub>) e dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>). Automaticamente é realizada uma reação química e, num processo de combustão, esta dá origem à formação do gás nitrogênio que é liberado, fazendo inflar a bolsa.

Em poucos instantes, o gás contido dentro da bolsa é dissipado pelos microporos nela existentes, que são

expelidos gradativamente à medida que a vítima estiver sobre ela. A bolsa evita o movimento brusco, protegendo principalmente a cabeça e o tórax do condutor ou passageiro e amortecendo o impacto contra o volante e o painel.

No Brasil, a lei nº 11.910, de 18 de março de 2009, institui o equipamento suplementar de retenção - airbag - para o condutor e o passageiro do banco dianteiro. De acordo com a Resolução CONTRAN 311/2009, a instalação de airbags na posição frontal para condutor e passageiro reduz de maneira expressiva os danos causados a ambos nos casos de colisão frontal, e considerando também que se trata de um equipamento suplementar de segurança passiva que deve ser usado concomitantemente com o cinto de segurança (RESOLUÇÃO 311, 2009).

Com as exigências do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), que estipulou a obrigatoriedade do airbag, as indústrias de componentes automotivos e montadoras implantaram grandes modificações em seus processos produtivos.

A cobrança, além de resultar num aumento bastante significativo quanto à segurança passiva dos automóveis e de seus condutores, fez com que os fornecedores destes componentes investissem altamente na ampliação de suas linhas de produção para atenderem às necessidades das montadoras.

Por conta da nova lei, a empresa foco deste trabalho aumentaria sua produção anual de 800 mil para aproximadamente 6 milhões de peças, gerando consequentemente muitos novos empregos.

O Airbag e o ABS eram até pouco tempo raridades em veículos nacionais. Itens anteriormente considerados como opcionais e até desprezados pelos consumidores hoje chegam a equipar até 30% da linha. No mercado atual, os proprietários que possuem um veículo com estes itens de segurança utilizam-nos como um argumento a mais para a valorização do automóvel, especialmente com a obrigatoriedade de

instalação em 100% da frota de veículos novos a partir de 2014 (QUATRO RODAS, 2012).

Para famílias que buscam o primeiro carro para um filho, por exemplo, se por R\$2000,00 a mais é possível comprar o veículo com Airbag e freio ABS, este perfil de consumidor opta pelo veículo com os itens de segurança (QUATRO RODAS, 2012).

De acordo com uma pesquisa realizada pela empresa Bosch, o crescimento da taxa de instalação de airbags e freios ABS está acima do que era previsto na programação determinada pela legislação. Conforme estatísticas de vendas, 30% dos veículos de passageiros licenciados entre janeiro e dezembro de 2011 já continham o sistema ABS, o que representou um aumento de 7% em relação ao ano anterior. A mesma pesquisa demonstra que a taxa de instalação de airbags frontais para motorista e passageiro em 2011 atingiu a marca de 36%, contra 26% em 2010 (BOSCH, 2012).

Este resultado indica que existe uma crescente conscientização do consumidor quanto à importância dos itens de segurança presentes no veículo, além da maior oferta desses itens, influenciada diretamente pela resolução do CONTRAN que determina a instalação gradativa destes equipamentos até a totalidade dos veículos novos a partir de janeiro de 2014 (BOSCH, 2012).

Em um comunicado enviado à imprensa, no início de 2012, uma grande montadora admitiu que a ampliação da oferta dos airbags e do ABS saindo como equipamentos de série contribuiria significativamente para a redução dos custos desses itens (ESTADO DE MINAS, 2012).

O aumento no preço final do veículo será em torno de R\$ 1,3 mil, frisando-se que, para serem adquiridos como item opcional nos veículos atuais, os equipamentos seriam bem mais caros.

Atualmente o airbag é um item opcional de segurança e tem um custo elevado para o consumidor. Segundo o Idec (Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor), a obrigatoriedade deste item não pode ser argumento para se repassar um aumento abusivo para o consumidor; porém esta segurança envolve mais investimento, ocasionando um custo maior de produção, que será repassado aos consumidores de maneira proporcional.

### 3 ALTERAÇÃO DO PROJETO DE UM VOLANTE CONVENCIONAL PARA IMPLANTAÇÃO DE AIRBAG

O projeto do volante a ser estudado teve sua concepção no ano de 2011. Ele foi inicialmente projetado para uma versão sem airbag de veículos da filial nacional de uma grande montadora, porém com a previsão de sua evolução para uma versão com airbag. Desta forma, deveria ser comum para ambos os casos tanto a parte estrutural deste volante como também o seu estilo, que precisaria obedecer a uma superfície de estilo comum (SANTOS, 2012).

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DO VOLANTE SEM AIRBAG

Considerando inicialmente o projeto de um volante que não teria airbag, tornou-se então necessário o desenvolvimento de dois projetos distintos: o conjunto volante da direção, que tem como função promover dirigibilidade, e o conjunto acionador da buzina, que tem por função controlar a buzina. Os principais componentes do conjunto volante de direção, que está detalhado na Figura 1, são a estrutura, que é de aço, o volante da direção, que é de poliuretano, e a sua cobertura. A principal peça que precisaria ser alterada para que o volante passasse a poder ter airbag seria o volante da direção, e isto foi desenvolvido – este fato será descrito na seção 3.3 deste artigo.

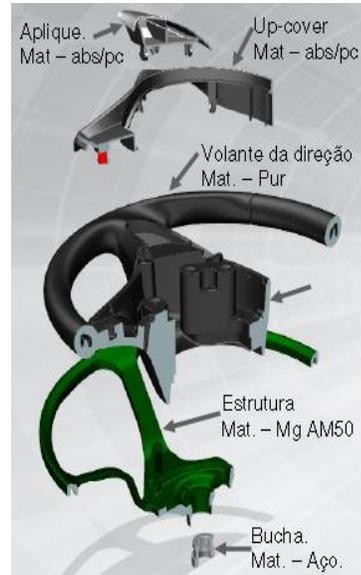


Figura 1 – Componentes do conjunto volante  
Fonte - SANTOS, 2012

Quanto ao conjunto acionador de buzina, que está indicado na Figura 2, este é composto basicamente de um subconjunto tecla, que tem sua fiação elétrica, da cobertura do sistema e do emblema do veículo, que fica em destaque no volante.

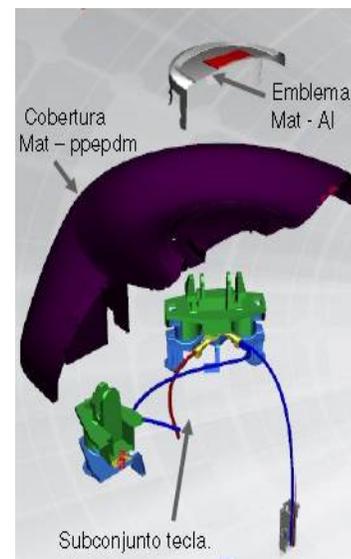


Figura 2 – Conjunto acionador de buzina  
Fonte - SANTOS, 2012

### 3.2 ENGENHARIA DE DESENVOLVIMENTO PARA O PROJETO DE UM VOLANTE SEM AIRBAG

Para a aprovação do projeto de um volante, assim como de qualquer produto em desenvolvimento, este passará inicialmente por várias fases de engenharia, para que enfim tenha sua produção em série efetivada:

1. Definição do Design: O setor de design do cliente define o estilo e determina a “Superfície Classe A” do produto a ser desenvolvido;
2. Projeto de Produtos: Após o congelamento da “Superfície Classe A”, inicia-se o desenvolvimento do projeto do produto em relação ao seu funcionamento. O setor de desenvolvimento de produto desenvolve modelos matemáticos para todo o conjunto em execução. Este setor também é responsável pela elaboração de desenhos de produto e de desenhos de produto para o cliente;
3. Simulação por Elementos Finitos: A validação do produto se dará oficialmente após a realização de testes físicos de laboratório que são exigidos pelo cliente ou pela Legislação. O trabalho com o uso do Método dos Elementos Finitos (KIM; SANKAR, 2011), que normalmente é executado anteriormente, tem por objetivo simular os testes para a descoberta de erros no intuito de corrigi-los ainda em fase de projeto, sem que haja a conclusão física do produto, com o intuito de reduzir os custos e o número das tentativas “erro e acerto”;
4. Projeto de Ferramentas: Após o setor de desenvolvimento liberar os produtos a serem executados internamente, executam-se a partir deste momento os projetos de dispositivos, ferramentas de fundição de alumínio ou magnésio, espuma integral de poliuretano ou de molde de

injeção de termoplásticos. Nesta fase também ocorrem simulações e programação das ferramentas para usinagem;

5. Construção de Ferramentas: Após a programação executada na fase anterior, o setor de ferramentaria executa a usinagem das ferramentas a serem utilizadas como moldes do novo produto. Estas são confeccionadas em máquinas de alta tecnologia, como centros de usinagem “High Speed” de alta performance, e, para a obtenção de resultados conformes, seus ajustes são executados por profissionais altamente qualificados;
6. “Try-out”, conforme processo: Nesta fase, são executadas em cada processo (fundição de alumínio, magnésio, espuma, ou termoplástico) as primeiras amostras físicas do produto;
7. Controle Dimensional: Após a realização das primeiras amostras, faz-se o controle dimensional destas de acordo com os desenhos de produto do cliente, elaborados na fase de Projeto do Produto;
8. Testes de Laboratório Mecânico: Para que ocorra a validação e aprovação do produto, e ele passe definitivamente a ser produzido (saindo assim da responsabilidade da engenharia), é necessário que seja aprovado nos testes físicos de laboratório mecânico e eventualmente por testes de campo, em veículos monitorados.

### 3.3 PROJETO DO VOLANTE COM AIRBAG

O projeto do volante com airbag é uma evolução do projeto do volante sem airbag. Do conjunto volante, haverá a modificação da parte composta por PUR (espuma integral de poliuretano) e as demais partes serão mantidas, conforme ilustrado na Figura 3.

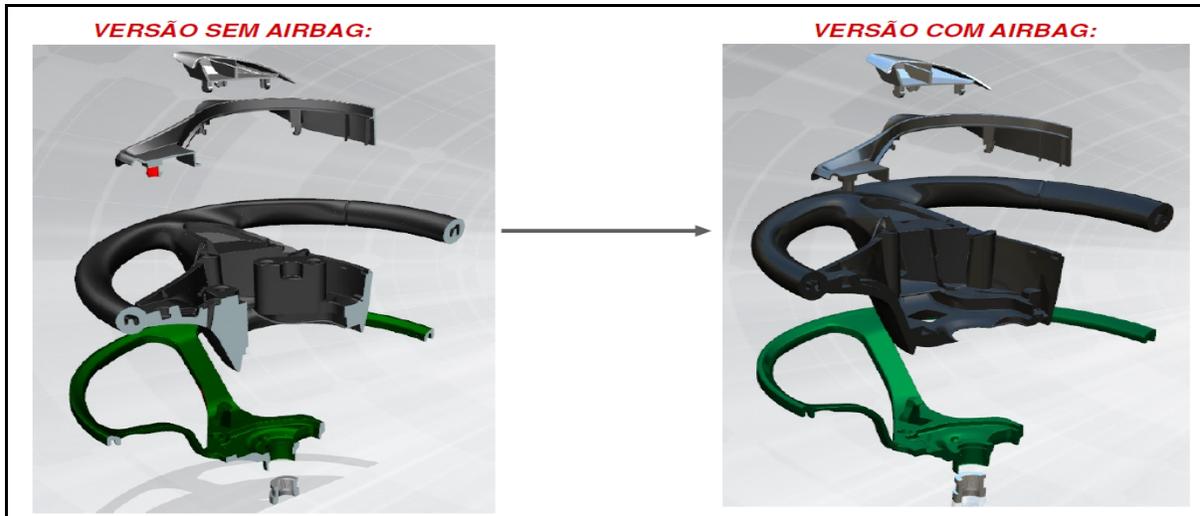


Figura 3 – Alteração do conjunto volante da versão sem airbag para versão com airbag  
Fonte - SANTOS, 2012

Do conjunto acionador da buzina será aproveitado apenas o emblema, pois a concepção anterior, além de acionar a buzina, procurava atender a um design. Agora, a necessidade passou a ser desenvolver um

projeto no qual, além do design do acionamento da buzina, deverá haver uma bolsa com um airbag a ser deflagrado; assim sendo, esse novo conjunto será chamado de “módulo airbag”. Os componentes deste módulo estão ilustrados na Figura 4.

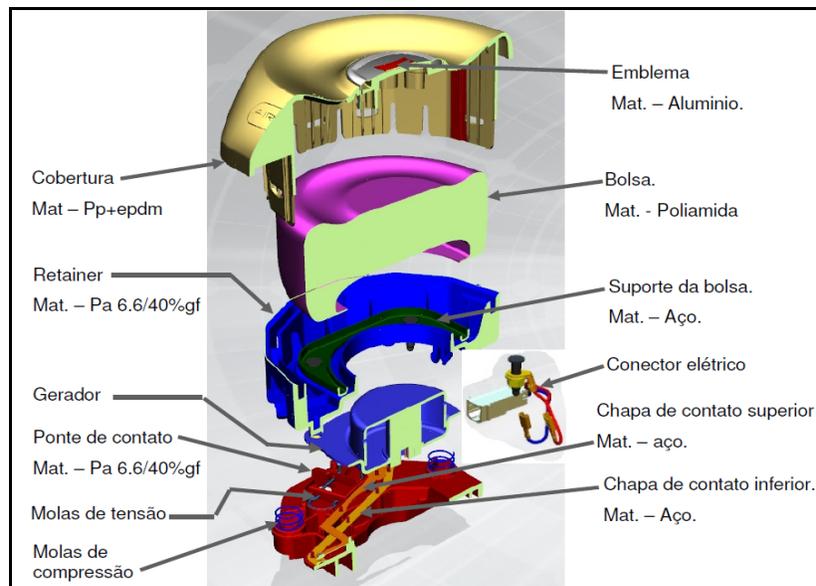


Figura 4 – Componentes do módulo airbag  
Fonte - SANTOS, 2012

#### 4 AVALIAÇÕES DE SEGURANÇA

As avaliações de segurança em veículos são importantes referências para a verificação de como os

itens destinados para esta finalidade atuam na preservação da integridade dos ocupantes. Para demonstrar os itens avaliados, as condições e especificações destes testes, foram adotados os

estudos feitos pela Latin NCAP (New Car Assessment Program to Latin America).

#### 4.1 TESTES DE IMPACTO

Os testes de impacto, conhecidos como crash tests, são realizados a 64 km/h, e neles o veículo impacta-se frontalmente contra uma barreira deformável descentrada, a qual simula o impacto com um veículo

trafegando em sentido oposto, conforme indicado na Figura 5 (LATIN NCAP, 2012).

Este impacto pretende simular o tipo mais frequente de colisões ocorrentes em estradas, das quais resultam lesões graves ou mortais. Seu objetivo é avaliar a capacidade do automóvel para suportar impactos sem sofrer intrusão na cabine dos ocupantes.

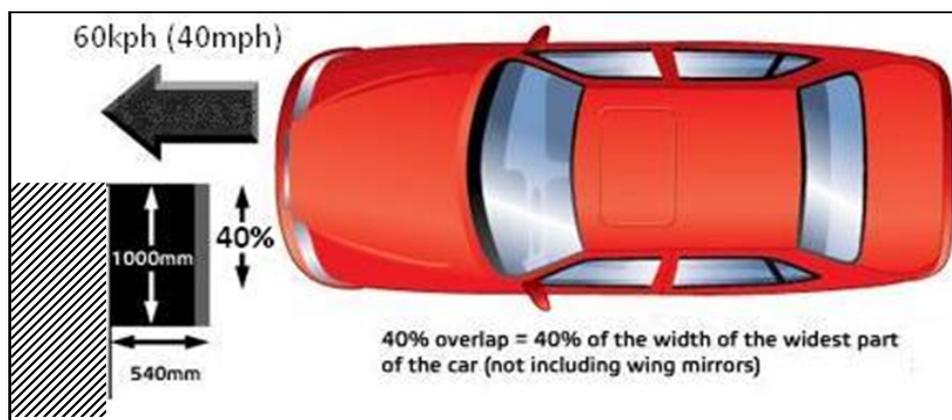


Figura 5 – Crash test  
Fonte – LATIN NCAP, 2012

#### 4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS TESTES

Os estudos realizados pela LATIN NCAP envolvem diversos veículos. Um teste que atinge o nível máximo de proteção para os passageiros adultos, estando estes no banco dianteiro e utilizando cinto de segurança, terá pontuação 16. Este valor, quando atingido, é representado por cinco estrelas preenchidas na cor azul. Um teste que atinge o nível máximo de proteção para crianças, estando estas no banco traseiro, utilizando cadeirinha fixada com cinto de segurança, terá pontuação 49. Este valor, quando atingido, é representado por cinco estrelas preenchidas na cor verde. Quanto à classificação dos níveis de proteção para cada parte do corpo após a simulação, estes são indicados de acordo com as cores, conforme a Figura 6.

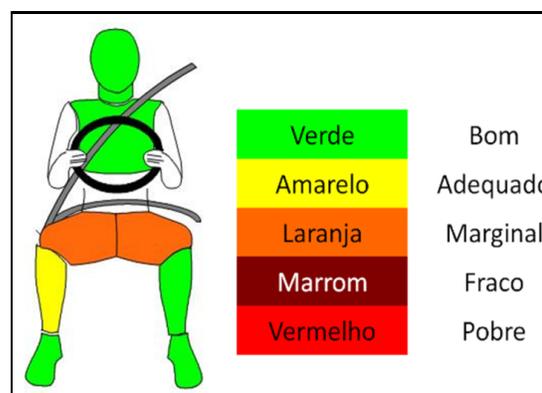


Figura 6 – Níveis de proteção  
Fonte – LATIN NCAP, 2012

Não há instrumentos nos braços, pois, num teste de batida, devido ao movimento desordenado destas partes do corpo, é difícil protegê-los de maneira

eficiente, embora lesões graves em braços e mãos não sejam tão frequentes.

### 5 AVALIAÇÕES DE SEGURANÇA PARA O PRODUTO ESTUDADO NESTE TRABALHO

Testes realizados pela LATIN NCAP demonstram resultados distintos quando o veículo possui airbag e quando o mesmo modelo não contém este item de segurança. A seguir, verificar-se-ão, de forma detalhada, os testes executados, seus resultados e a eficiência do produto quanto à proteção dos ocupantes.

### 5.1 VEÍCULO “X” SEM AIRBAG

O Veículo “X” sem airbag tem o crash test indicado na Figura 7 e os resultados dos testes indicados na Figura 8.



Figura 7 – Veículo “X” sem Airbag  
Fonte – LATIN NCAP, 2012

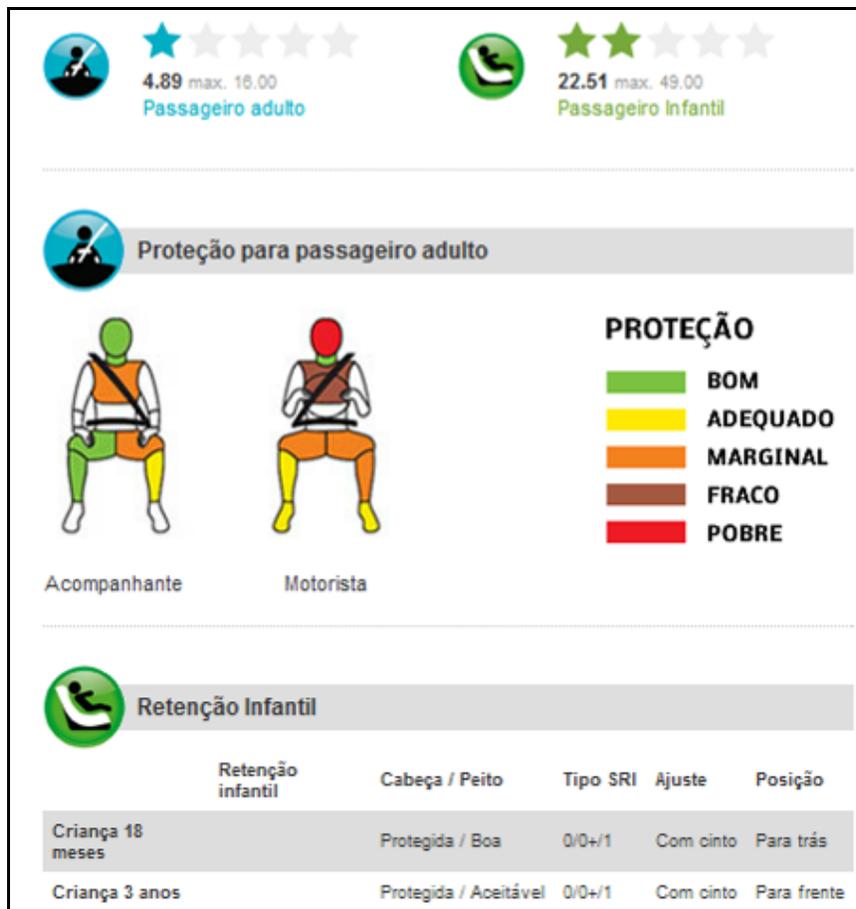


Figura 8 – Avaliação Veículo “X” sem airbag  
Fonte – LATIN NCAP, 2012

Verifica-se, com o teste efetuado no Veículo “X” sem airbag, que o motorista não teve proteção quanto aos impactos da cabeça, um nível fraco de proteção para o tórax, níveis marginais de segurança para a parte superior das pernas, parte inferior da perna esquerda e quadris e uma proteção adequada em relação à parte inferior da perna direita e aos pés.

Para o acompanhante, observou-se boa proteção para a cabeça, pescoço, e toda a perna direita, níveis de proteção marginal na região torácica e parte superior da perna esquerda e um nível adequado de proteção para a parte inferior da perna esquerda. Para os ocupantes do banco traseiro, houve níveis proteção de aceitáveis a bem protegidos.

O Veículo “X” com airbag tem o crash test indicado na Figura 9 e os resultados dos testes indicados na Figura 10.

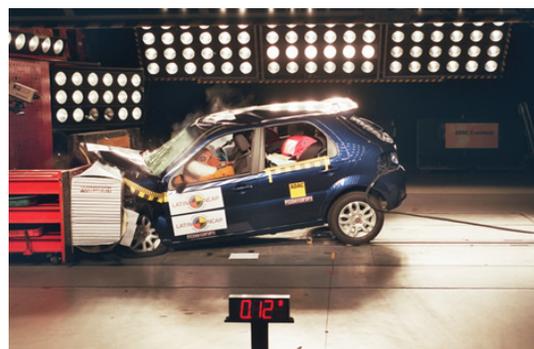


Figura 9 – Veículo “X” com Airbag  
Fonte – LATIN NCAP, 2012

## 5.2 VEÍCULO “X” COM AIRBAG

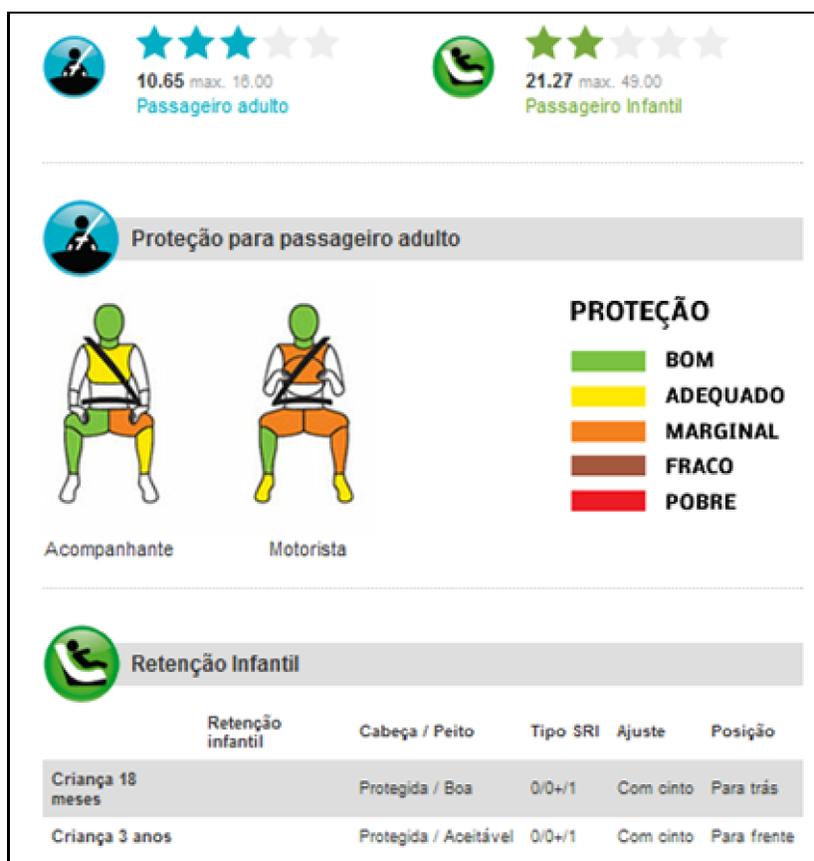


Figura 10 – Avaliação Veículo “X” com airbag  
Fonte – LATIN NCAP, 2012

Verifica-se, com o teste efetuado no Veículo “X” com airbag, que, para o motorista, houve boa proteção da cabeça, pescoço e parte inferior da perna direita, um nível marginal de proteção para o tórax, a parte superior das pernas e a parte inferior da perna esquerda, e uma proteção adequada para os pés. Para o acompanhante, observou-se proteção para a cabeça, pescoço, toda a perna direita, níveis de proteção adequados na região torácica e na parte inferior da perna esquerda e níveis marginais de proteção para a parte superior da perna esquerda. Para os ocupantes do banco traseiro, houve níveis de proteção de aceitáveis a bem protegidos.

No que diz respeito ao veículo sem airbag, na avaliação para ocupante adulto sentado na frente, a nota obtida foi 4.89, com a nota máxima 16, com isso um percentual de proteção de 31%. Já com airbag, a nota obtida foi de 10.65, com nota máxima 16, e um percentual de proteção de 67%. Na evolução da proteção, o percentual de aumento foi de 118%.

No que diz respeito ao veículo sem airbag, na avaliação para ocupante infantil, a nota obtida foi 22.51, com a nota máxima 49, e com isso um percentual de proteção de 46%. Já com airbag, a nota obtida foi de 21.27, com nota máxima 49, e um percentual de proteção de 43%. Na evolução da proteção, a variação percentual foi de -6% com a inclusão do airbag.

Com base nestes dados pontuados, pode-se observar que, no geral, o aumento da proteção com o uso do airbag para os adultos (118%) foi muito satisfatório, mas, ao contrário, houve uma diminuição de 6% no índice de proteção às crianças com a introdução do airbag neste veículo.

## 6 CONCLUSÕES

O trabalho demonstrou que a engenharia de desenvolvimento tem um papel fundamental tanto na

elaboração quanto nas modificações do projeto do volante que foi objeto de estudos deste trabalho.

Todas as modificações levam em consideração importantes requisitos, dentre os quais os de maior importância são estilo, funcionalidade e segurança.

A utilização de softwares de otimização de processos ainda na fase de desenvolvimento minimiza os custos oriundos de ajustes de ferramentas e desperdícios com try-outs excessivos e processos desnecessários.

O desenvolvimento do produto foi elaborado a partir de um projeto visando a atender às especificações dos volantes com e sem airbag, uma vez que, no mercado externo, este item já era considerado obrigatório. No Brasil, a alteração da lei faz então com que o projeto passe a ter maior ênfase nos itens que irão atender a seus requisitos, e um produto utilizado anteriormente no mercado interno, sem airbag, passou então a recebê-lo de forma obrigatória.

Nota-se também que o produto não atua como uma barreira para evitar acidentes, mas sim como um minimizador de lesões e fatalidades que possam ocorrer no momento de uma colisão, visto que sua eficiência se comprova em testes específicos.

Os estudos de engenharia para a estrutura do volante levam em conta que ela deverá sofrer uma deformação, porém não deverá romper-se.

O momento do acionamento em caso de colisão deve assegurar que partes integrantes do conjunto não poderão soltar-se, pois, ao entrarem em contato com o condutor do veículo, isto poderia causar-lhe graves lesões.

Sugerem-se, para novos trabalhos, estudos para a concepção de novos dispositivos de segurança para a proteção dos membros inferiores, que são partes ainda muito afetadas numa colisão sem que haja uma proteção específica. Sugere-se também o desenvolvimento de novas tecnologias para os ocupantes do banco traseiro, especialmente para as

crianças, numa possível evolução do projeto das cadeirinhas de segurança.

---

## REFERÊNCIAS

BOSCH. **Bosch atinge a marca de 1 milhão de ABS produzidos no Brasil.** Disponível em: <http://www.bosch.com.br/Imprensa/Releases/Detalhes.aspx?idRelease=9737>. Acesso em 14 jul. 2012 11h05.

ESTADO DE MINAS. **Airbag e ABS - Lei começa a dar resultados.** Disponível em: [http://estadodeminas.vrum.com.br/app/noticia/noticias/2012/03/10/interna\\_noticias,45448/airbag-e-abs-lei-comeca-a-dar-resultados.shtml](http://estadodeminas.vrum.com.br/app/noticia/noticias/2012/03/10/interna_noticias,45448/airbag-e-abs-lei-comeca-a-dar-resultados.shtml). Acesso em: 2 abr. 2012 10h10.

KIM, N. H.; SANKAR, B. V. **Introdução à Análise e ao Projeto em Elementos Finitos.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2011.

LATIN NCAP. **Para carros mais seguros.** Disponível em: [http://latinncap.com/\\_po/?pg=home](http://latinncap.com/_po/?pg=home). Acesso em 16 jun. 2012.

QUATRO RODAS. **Segurança tem preço.** Disponível em: <http://quatorrodas.abril.com.br/autoservico/reportagens/seguranca-tem-preco-540125.shtml>. Acesso em: 15 jul. 2012 11h15.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Mecânica.** v.1. 9.ed. São Paulo: LTC, 2012.

RESOLUÇÃO 311. **RESOLUÇÃO Nº 311, DE 03 DE ABRIL DE 2009.** Disponível em: [http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO\\_CONTRAN\\_311\\_09.pdf](http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_311_09.pdf). Acesso em 6 abr. 2012.

ROMARO, M. **Cinto de Segurança.** Disponível em: [http://www.denatran.gov.br/eventos/seminarios/cinto\\_cadeirainha/arquivos/MARCUS%20ROMARO%20%20II%20Semin%C3%A1rio%20DENATRAN%20\(Cinto%20de%20Seguran%C3%A7a\).pdf](http://www.denatran.gov.br/eventos/seminarios/cinto_cadeirainha/arquivos/MARCUS%20ROMARO%20%20II%20Semin%C3%A1rio%20DENATRAN%20(Cinto%20de%20Seguran%C3%A7a).pdf). Acesso em: 15 abr. 2012.

SANTOS, E. **Transformação de volante sem airbag para volante com airbag.** São Paulo, 2012.