

UMA RELAÇÃO ENTRE DESIGN E PERCEPÇÃO DE DESCONFORTO EM CARROS DE COMPETIÇÃO BAJA SAE

A RELATIONSHIP BETWEEN DESIGN AND DRIVERS' DISCONFORT PERCEPTION IN BAJA SAE COMPETITION VEHICLE

Emilene Zitkus (1); D.Sc.
Ana Lya M. Ferrari (2); Bach.
Renato dos Santos Pinto (3); Bach.
Thaís D. Reis (4); Bach.
Vanessa Usó (5); Bach.
Fausto O. Medola (6); D.Sc.
Luis C. Paschoarelli (7); D.Sc.

- (1) UNESP 'Universidade Estadual Paulista': emilenezitkus@gmail.com
(2) UNESP 'Universidade Estadual Paulista': ana.lya.mf@gmail.com
(3) UNESP 'Universidade Estadual Paulista': renatobtu@hotmail.com
(4) UNESP 'Universidade Estadual Paulista': vanessauso@hotmail.com
(5) UNESP 'Universidade Estadual Paulista': tdeloro@gmail.com
(6) UNESP 'Universidade Estadual Paulista': fausto_medola@faac.unesp.br
(7) UNESP 'Universidade Estadual Paulista': paschoarelli@faac.unesp.br

Palavras-chave: Design, Ergonomia de transporte, Conforto

O presente artigo analisa a influência do design na percepção de conforto em pilotos do veículo de competição BAJA SAE. Os resultados indicam que diferenças nos designs de dois modelos, afetaram o espaço livre de manuseio dos controles, a postura, e consequentemente a sensação de conforto. O artigo encerra recomendando ajustes para um design mais ergonômico.

Key-words: Design, Vehicles' Ergonomics, Comfort

The present paper analyses the relationship between design and comfort among pilots of Baja SAE competition vehicles. The results indicate that differences between the two models under evaluation, affected the room available to use the control-panel, the driver's posture, and consequently; the comfort in the cockpit. The paper ends by recommending changes in the design to improve its ergonomic aspects.

1. Introdução

O presente estudo relata o segmento de um projeto de pesquisa que analisa diferentes parâmetros ergonômicos de dois modelos do veículo de competição BAJA SAE. Para tanto, baseia-se na análise de desconforto através de aspectos subjetivos - desconforto percebido - e análise postural dos pilotos (condutores). Para tanto, serão apresentadas as características dos veículos BAJA SAE e revisado a literatura quanto ao conforto de

condutores de veículos. Os procedimentos metodológicos resultaram em condições, as quais permitiram elencar algumas recomendações ergonômicas para o design deste veículo.

1.1. Baja

Em 1976 foi criada a competição dos veículos Baja SAE (*Society of Automotive Engineers - SAE*) entre estudantes de engenharia. Vislumbrando o que o futuro profissional encontrará na indústria

automotiva, a competição envolve o projeto, o desenvolvimento e a produção dos veículos. As equipes são divididas em equipes responsáveis por diferentes partes que compõe o veículo, como powertrain, chassi, entre outros, assim como acontece na indústria.

São determinados pela SAE alguns requisitos do design do veículo, a saber:

- 1) Largura máxima de 1620 mm e comprimento irrestrito. O tamanho interno da gaiola (*cockpit*) deve possuir espaço suficiente para:
 - o capacete do condutor estar 152,4 mm de distancia de quaisquer pontos na cabine do veículo, exceto do banco do piloto e os suportes traseiros de segurança.
 - possuir espaço livre de 76,2 mm entre o revestimento da estrutura e o tórax, joelhos, ombros, cotovelos, mãos e braços do condutor.
- 2) Possibilite o transporte de uma pessoa de 1900mm de altura, pesando até 113,4kg.
- 3) Ter capacidade de ser conduzido com segurança sobre terreno com obstáculos.

Para o presente estudo, foram considerados dois modelos de análise: Modelo 2013 e Modelo 2015 (Figura 1). A figura 2 mostra o comprimento dos dois modelos analisados.



Fig.01 – Acima Modelo 2015. Abaixo Modelo 2013.

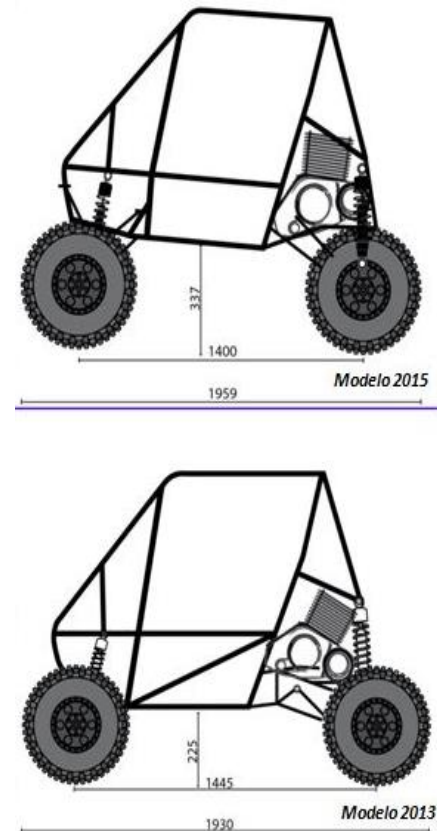


Fig. 02 - Comprimento e altura (mm) do chassi dos Modelos 2015 e 2013 (Fonte: Bertolaccini *et al.*, 2016).

A redução do chassi no Modelo 2015 também altera as forças aplicadas no acionamento do volante, tendo em vista que a relação de esterçamento é menor no Modelo 2013, de maneira que o piloto execute menos “voltas” no volante para atingir o máximo de esterçamento das rodas, o que, acarreta numa solicitação de força maior do piloto. Segundo a equipe desenvolvedora do Modelo 2015, dada as

condições da pista do enduro, esta alteração foi necessária tendo em vista um aumento de desempenho no veículo, em detrimento ao conforto do piloto.

Os bancos dos pilotos para o Modelo 2015 também sofreram alterações em todo o design (Figura 03). Diminuiu-se as dimensões deste modelo e acrescentou-se um encosto para a cabeça. Quanto ao material utilizado, enquanto que o Modelo 2013 é todo fabricado com espuma de densidade D33; no Modelo 2015 foram usados dois tipos de densidade de espuma na confecção do banco: uma espuma de densidade D33 e outra D45. No assento foi utilizado a D33 na região poplíteia e D45 na coxa, já no encosto foi utilizado a D33 nas costa superior e D45 na região lombar.

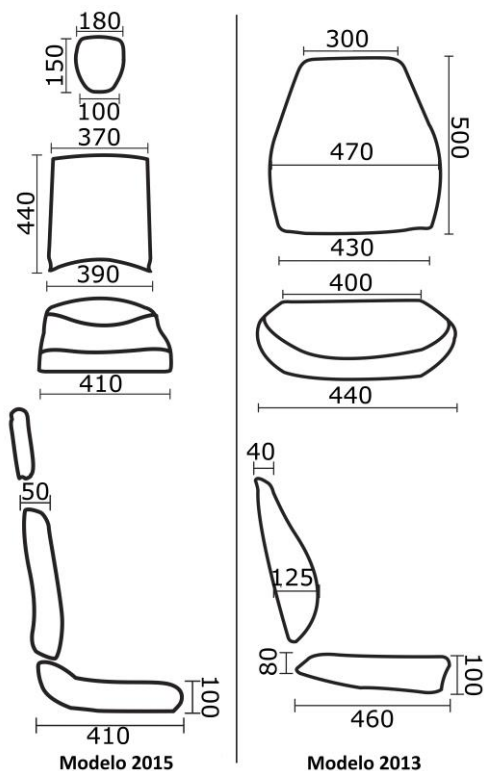


Fig. 03 - Forma e Dimensões (mm) dos bancos Modelo 2015 esquerda e Modelo 2013 direita. (Vista frontal acima e lateral abaixo)

1.2. Desconforto do motorista

Estudos sobre conforto em veículos apontam que diversos fatores influenciam tal sensação, tanto para o piloto, quanto para o passageiro. Entre tais fatores destacam-se a postura (HOFFMAN e JUNIOR, 2010), o tempo conduzindo o veículo (HUET e

MORAES, 2003) e a vibração (HERMANNNS *et al.*, 2008).

Mais especificamente, alguns estudos analisam a relação do banco do veículo com o conforto do condutor (ZENK, 2012; KAMP, 2012; HOFFMAN e JUNIOR, 2010; FAI *et al.*, 2007; KOLICH *et al.*, 2004; KOLICH, 2003). Esses estudos relatam que as sensações de conforto e desconforto estão relacionadas com diversas características físicas do banco (VINK *et al.*, 2012), tais como:

- mecanismos que possibilitem o ajuste da inclinação, altura e distância do painel, permitindo uma postura confortável; fácil acesso aos pedais, ao volante e demais controles do veículo; e completa visibilidade, independente da altura e outras dimensões antropométricas do piloto (ZENK, 2012);
- materiais cujas densidades sejam adequadas para absorver impactos e vibrações, ao mesmo tempo que permitam a transpiração e não sejam escorregadios (FAI *et al.*, 2007);
- formato do encosto deve acompanhar a curvatura da coluna (KAMP, 2012), sem retificá-la, uma vez que apoios na coluna dorsal diminuem a pressão nos discos intervertebrais (HOFFMAN e JUNIOR, 2010);
- formato do assento deve apoiar totalmente as coxas, entretanto, não deve comprimir a região posterior dos joelhos (HOFFMAN e JUNIOR, 2010; KOLICH, 2003). Formato concha do assento (KAMP, 2012) que permita maior distribuição do peso e pressão na região lombar (ZENK, 2012).

Em estudo realizado por Zitkus *et al.* (2016), com condutores do Baja SAE, foi constatado que os designs de ambos veículos (Modelos 2013 e 2015) favoreceram a postura do piloto, permitindo que os ângulos posturais dos membros superiores estivessem dentro de intervalos de ângulos de conforto postural recomendado na literatura (HANSON, 2006; PARK *et al.*, 2000, PORTER e GYI, 1998; TILLY e DREIFUSS, 1993 e REBIFFE, 1969). Porém tal adequação não aconteceu para os membros inferiores (ângulo do joelho, e principalmente no ângulo tronco-coxa), afetando o desconforto percebido pelos pilotos. Os ângulos do joelho (D) e tronco-coxa (C) (Figura 04),

recomendados na literatura, são apresentados na Tabela 01.

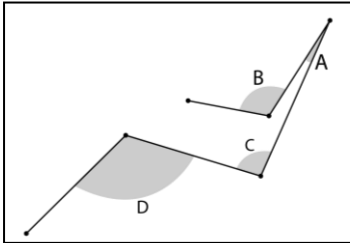


Fig. 04 - Ângulos posturais ombro (A) cotovelo (B) tronco-coxa (C) e joelho (D).

Autores	Intervalo de ângulos	
	C	D
Rebiffe (1969)	95-120	95-135
Grandjean (1980)	100-120	110-130
Tilly & Dreyfuss (1993)	95-100	110-120
Porter & Gyi (1998)	90-115	99-138
Park <i>et al.</i> (2000)	103-131	120-152
Hanson <i>et al.</i> (2005)	92-109	109-157
Mohamad <i>et al.</i> (2010)	96-123	102-143

Tabela 01: Intervalo de ângulos para conforto postural: tronco-coxa (C) e joelho (D).

Diante esta condição, o presente estudo objetivou analisar quais os fatores de design que contribuíram para o desconforto relatado, principalmente o desconforto/dor na região Lombar da coluna, recorrente entre os pilotos dos Bajas (ZITKUS *et al.*, 2016). Para tanto, nos concentramos nos dados coletados do menor e do maior piloto, contrastando-os com as diferenças que o design exerce em cada um deles.

2. Métodos

Foi escolhido um trajeto de 1,6 km que apresentasse características semelhantes às das pistas *offroad* para as quais os veículos Baja SAE são projetados. A coleta foi conduzida conforme o Código de Deontologia do Ergonomista Certificado, Norma ERGBR 1002 (ABERGO, 2003).

2.1. Participantes

Participaram do estudo 14 voluntários, todos do gênero masculino e membros da Equipe Pac Baja da [OMITIDO PARA REVISÃO CEGA], com experiência na condução dos dois veículos avaliados – os Modelos 2013 e 2015. Nesse estudo dois dos participantes, o com menor estatura (1,67m) e o com

maior estatura (1,90m), foram selecionados para a análise postural.

2.2. Materiais

Um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi apresentado, lido e assinado por cada participante. Subsequentemente, um questionário de identificação com dados pessoais, como idade, estatura, peso, presença de alguma lesão muscular, possibilidade de estar sob tratamento médico e etc, foi devidamente preenchido.

Para a avaliação de desconforto foi utilizado um questionário elaborado pelos autores, adaptando os diagramas de Corlett e Manenica (1980) e os do *Nordic Muscular Skeletal Questionnaire* (Kuorinka *et al.*, 1987 *apud*: Phanthanosy, *et al.*, 2011), de maneira que as divisões das regiões do corpo a serem assinaladas quanto ao desconforto fossem claramente identificadas. Um diagrama corporal (Frente e Costas) foi dividido em 18 partes, cada uma delas com uma escala correspondente com valores de 1 a 5, onde 1 equivale a nenhum desconforto e 5 a extremamente desconfortável (Figura 05).

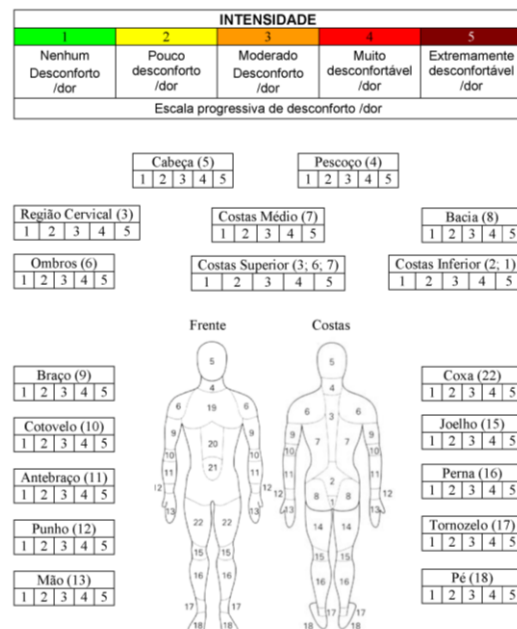


Fig. 05 - Questionário de desconforto percebido.

Também foi utilizado no estudo o software gratuito SAPO - Software para Avaliação Postural (SOUZA *et al.*, 2011) para medir as angulações posturais a

partir de registro biofotogramétrico.

2.3. Procedimento

Após preencherem o TCLE e o questionário de identificação, os participantes recebiam o questionário de desconforto percebido antes de pilotar cada um dos carros. Estes questionários anteriores à atividade tinham como objetivo verificar qualquer desconforto pré-existente à condução do veículo.

Após o preenchimento do questionário anterior à atividade, o voluntário realizava o percurso previamente definido com um dos carros, e em seguida respondia o questionário posterior à atividade, no qual relatava o desconforto percebido. Após aproximadamente 15 minutos de repouso, o processo era repetido, com a aplicação do questionário anterior à atividade, a corrida no trajeto com o segundo carro e a aplicação de um novo questionário posterior à atividade referente ao segundo carro pilotado. A ordem de utilização dos carros foi aleatória para cada piloto.

A avaliação postural foi realizada através de análise biofotogramétrica. Para tanto, os participantes dessa etapa do estudo tiveram marcadores de superfície autoadesivos colocados nos pontos anatômicos indicados pelo tutorial do software SAPO. Foram marcados 6 pontos: Três nos membros superiores (acrômio, epicôndilo lateral e o ponto médio entre o processo estilóide do rádio e a cabeça da ulna) e três nos membros inferiores (trocânter maior do fêmur, linha articular do joelho e maléolo lateral). Além disso, seguindo as recomendações para a calibragem da imagem no software, foi utilizado um fio de prumo com dois pesos presos a uma distância de 1 metro um do outro, fixados verticalmente ao lado de cada carro. Isso possibilitou que a imagem fosse ajustada a partir dessa linha vertical (90° pré-estabelecida).

Os participantes foram fotografados em vista lateral do perfil esquerdo, acomodados no interior do *cockpit* de cada um dos carros, simulando a posição adotada para condução. As angulações posturais foram calculadas através do software SAPO e foram comparadas com as angulações posturais já recomendadas pela literatura. É importante ressaltar que as medidas propostas na literatura, geralmente

consideram indivíduos que correspondam aos 5^oil e 95^oil, entretanto, nesse estudo não foram avaliados sujeitos de medidas relativas a esses percentis, e sim o maior e o menor participante do estudo.

3. Resultados e Discussão

Os resultados apontam que, após a atividade de condução realizada com ambos os modelos (2013 e 2015), o Modelo 2013 foi percebido como o mais confortável, tanto para o piloto de maior estatura, quando para o piloto de menor estatura. Isto também foi observado no estudo desenvolvido por Zitkus *et al.* (2016).

Comparando o desconforto percebido pelo maior piloto após conduzir o Modelo 2013 e o Modelo 2015, pôde-se notar que oito regiões corporais, como membros superiores, coxa, tornozelo e pé, foram descritas como nenhum ou pouco desconforto no Modelo 2013, enquanto que no Modelo 2015, o nível de conforto foi considerado moderado.

Outras regiões, como costas laterais, passaram de pouco desconfortável no Modelo 2013, para muito desconfortável no Modelo 2015. E cinco regiões citadas com pouco ou moderado desconforto no Modelo 2013 foram classificadas como extremamente desconfortável após a condução do Modelo 2015 (Figura 06).

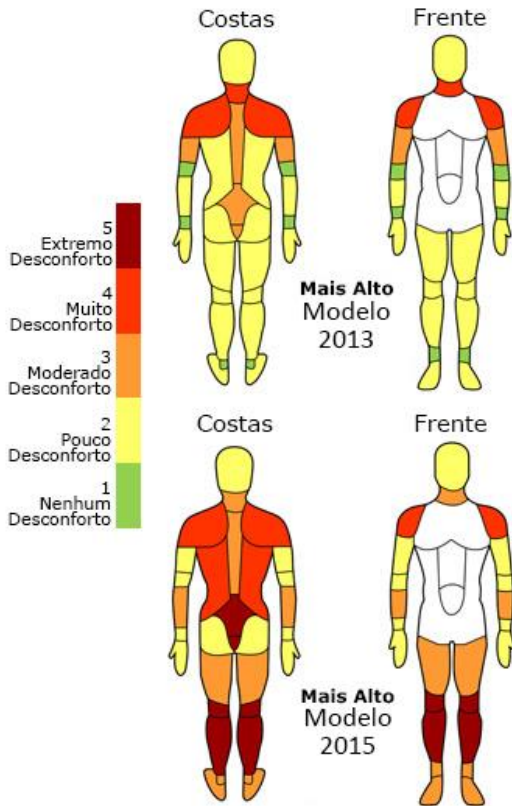


Fig. 06 - Desconforto percebido pelo piloto de maior estatura após pilotar o Modelo 2013 (acima) e Modelo 2015 (abaixo).

Já com o piloto de menor estatura, o Modelo 2015 apresentou-se mais confortável para os membros superiores, como ombro e braço. Porém, os membros inferiores - coxas e pernas - que no Modelo 2013 apresentaram-se como “nenhum desconforto”, passaram a pouco e moderado desconforto no Modelo 2015 (Figura 07); e de pouco desconforto nos pés e tornozelos no Modelo 2013, para muito desconfortável no Modelo 2015.

O desconforto percebido pelos pilotos pode estar relacionado às angulações em que os membros são submetidos enquanto sentados dentro do cockpit. Apesar do ângulo do joelho estar dentro ou próximo das recomendações da literatura (95° a 143°), o ângulo coxa-tronco fica muito abaixo desse valor, principalmente para o piloto mais alto, que tem angulações de $70,6^\circ$ no Modelo 2013 e 75° no Modelo 2015 (as Figuras 08 e 09 apresentam as análises a partir de registro fotográfico), enquanto as recomendações da literatura especializada recomendam angulações entre 95° e 123° (HANSON, 2006; PARK *et al.*, 2000, PORTER e

GYI, 1998; TILLY e DREIFUSS, 1993 e REBIFFE, 1969).

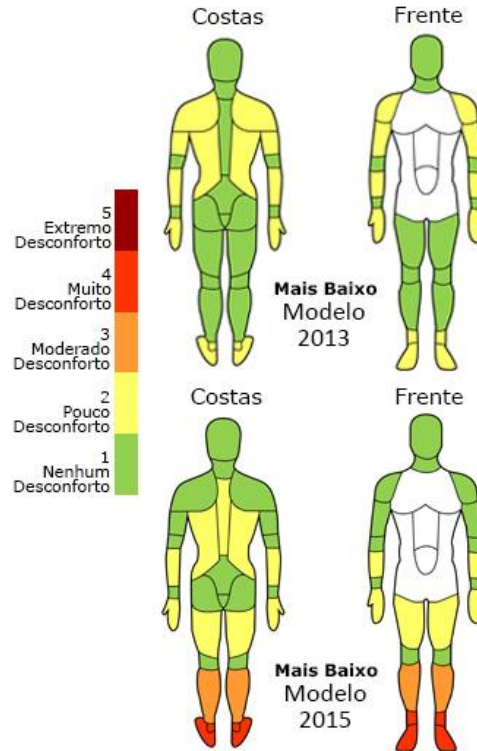


Fig. 07- Desconforto percebido pelo menor piloto.

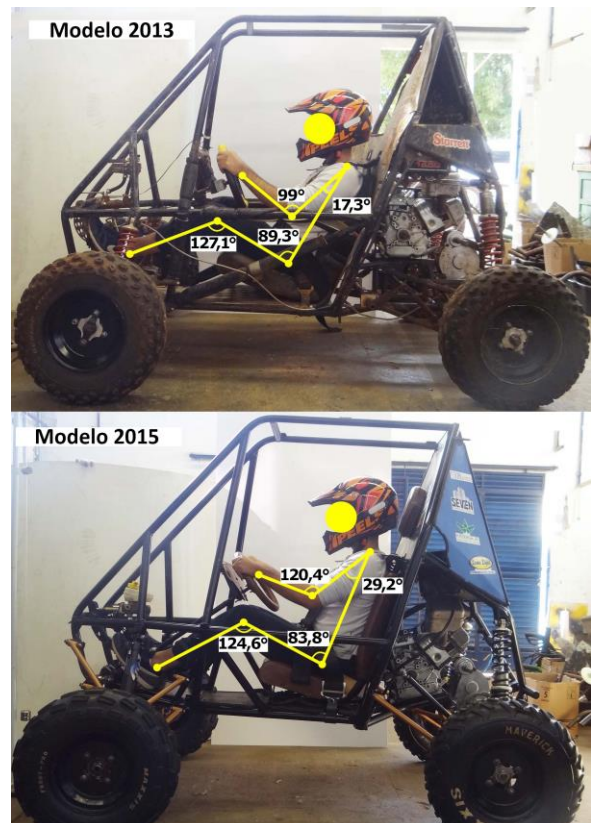


Fig. 08 - Avaliação postural por fotogrametria piloto de menor estatura

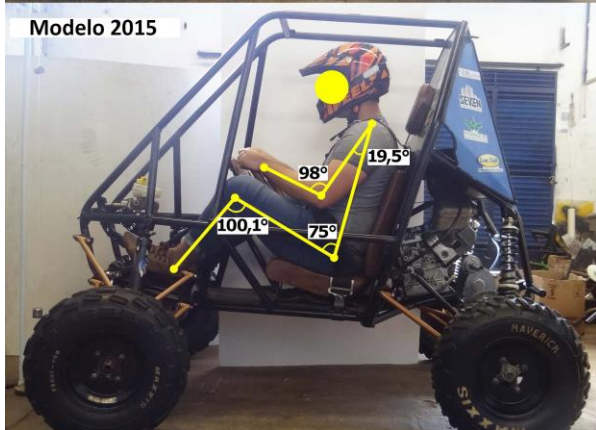
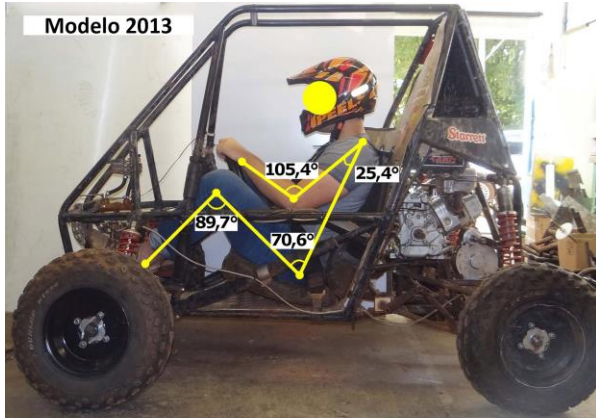


Fig. 09 - Avaliação postural por fotogrametria piloto de maior estatura

Além disso, o design dos carros está diretamente ligado à postura assumida pelo piloto. O Modelo 2015 teve sua distância entre eixos reduzida em 50 mm em relação ao Modelo 2013; e redução do comprimento do cockpit (Figura 02). Essa mudança altera, além da posição dos bancos e a posição dos pedais, fazendo com que os pilotos fiquem com as pernas mais flexionadas.

Outro aspecto de design relevante é a mudança dos bancos. No Modelo 2013, o banco permite que o condutor assumira uma postura mais reclinada, com as costas mais apoiadas na região lombar e um pouco mais relaxadas; enquanto que o Modelo 2015, o condutor mantém as costas menos apoiadas e postura mais reta. Além disso, o banco do Modelo 2015 também teve suas dimensões reduzidas, passando dos 460 mm de comprimento de assento no Modelo 2013, para 410 mm de comprimento no modelo Modelo 2015, oferecendo assim, menor espaço de apoio para as coxas. Tais fatores são relacionados à maior sobrecarga na região lombar e

esforço na coluna, contribuindo para a maior percepção de desconforto (ZENK, 2012; KAMP, 2012; HOFFMAN e JUNIOR, 2010; KOLICH, 2003).

Adicionalmente, o Modelo 2015 possui elementos do painel, conforme mostra figura 9, que restringem o movimento do piloto de maior estatura, contribuindo para o desconforto nos membros inferiores.



Fig. 10 - Painel do Modelo 2013 (direita) e do Modelo 2015 (esquerda).

4. Recomendações para um novo design

A competição Baja SAE não limita em suas regras o comprimento dos carros. Portanto, aumentar o chassi em alguns centímetros pode proporcionar um melhor conforto ao piloto dentro do cockpit. Para que ocorra tal alteração, é necessário um estudo conjunto com o Setor de Suspensão e Direção da equipe de desenvolvimento do Baja, tendo em vista que estas alterações podem afetar o desempenho do carro enquanto manobras de esterçamento do veículo. Entretanto, por se tratar de uma competição de velocidade com maior foco em resistência, o tamanho reduzido pode representar uma vantagem por deixar o carro mais leve. Ainda assim, algumas sugestões podem ser feitas no que diz respeito ao design do cockpit e do banco:

1. O formato do banco deve acompanhar a curvatura natural da coluna (KAMP, 2012). Dessa forma, com a lombar apoiada, a tensão sentida nessa região pode ser significativamente reduzida.
2. O encosto ainda deve ser levemente reclinado, a fim de oferecer maior apoio e aumentar a distribuição de pressão na

coluna (ZENK, 2012; HOFFMAN e JUNIOR, 2010).

3. Da mesma maneira, o assento deve, por sua forma em concha (KAMP, 2012) e dimensões que possibilitem maior apoio das coxas (KOLICH, 2003), proporcionar maior distribuição de pressão, aliviando assim a tensão das costas.

Deve-se, portanto, recomendar um novo banco com ajustes para a lombar e costa superior, oferecendo algumas posições pré estabelecidas de angulações, onde o piloto ajustara a angulação que mais se adequa a sua posição em relação ao cockpit. Além disso, também é possível recomendar, um sistema extensor para os membros inferiores como a coxa, tendo também alguns ajustes pré estabelecidos, como aqueles em carros esportivos (i.e. RECARO - Volkswagen®).

5. Conclusões

O presente estudo analisa o desconforto percebido e alguns dos fatores que contribuem para o desconforto de pilotos dos carros de competição Baja SAE. Apesar de toda a análise estar baseada na avaliação de apenas dois veículos de competição, é possível dizer que as diferenças no design dos veículos são os principais fatores que alteraram a percepção de desconforto entre os pilotos. O design do Modelo 2015 possui elementos que restringiram movimentos; modificaram a postura do condutor; diminuíram a distribuição da pressão na coluna, sobrecarregando a região lombar; diminuíram o apoio da coxa, e conseqüentemente, aumentaram a sensação de desconforto do piloto ao conduzir o veículo. Esse artigo indica possíveis melhorias no design de um próximo veículo, a fim de propiciar, num futuro modelo, uma melhor adequação do Baja SAE ao piloto.

6. Agradecimentos

Agradecimentos especiais à todos os participantes e os integrantes da equipe PAC Baja SAE. Este estudo obteve apoio da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

7. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. **ERG BR 1002: Código de Deontologia do Ergonomista Certificado**. Ouro Preto: Minas Gerais, 2003.

BRASIL, B.S. BAJA. Disponível em: <<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil>>. Acesso em: 9 de ago. 2016.

BERTOLACCINI, G.S., *et al.* Avaliação da Influência de Dois Diferentes Veículos Baja na Atividade Muscular e Movimentos do Piloto: Um Estudo de Caso. **Ergonomia Aplicada**: Transporte. 2016. (TBP)

FAI, T.C.; DELBRESSINE, F.; RAUTERBERG, M. Vehicle Seat Design: State of the Art and Recent Development. **Proceedings World Engineering Congress 2007**. Penang, Malaysia. p. 51-61. 2007.

HANSON, L. A; SPERLING, L.; AKSELSSON, R. Preferred car driving posture using 3-D information. **International Journal of Vehicle Design**. Vol. 42, n. 1-2. p. 154-169. 2005.

HERMANN, I., *et al.* Simultaneous field measuring method of vibration and body posture for assessment of seated occupational driving tasks. **International Journal of Industrial Ergonomics**. Vol. 38, p. 255-263. 2008.

HOFFMANN, A.R.; JÚNIOR, W.H. A Análise de Postos de Condução de Veículos de Passeio Para Uso Profissional Sob a Ótica da Ergonomia: Estudo de caso realizado com motoristas de táxi em São Paulo. **Revista - E-FAPPES**, São Paulo, vol. 01, nº 01, Jan-Jun 2010.

HUET, M; MORAES, A. Medidas de Pressão sob a Pelve na Postura Sentada em Pesquisas de Ergonomia. **Fisioterapia Brasil**. Vol 4. N. 6. Nov/Dez. 2003.

KAMP, I. The influence of car-seat design on its character experience. **Applied Ergonomics**. Vol. 43, n. 2, p.329-335. 2012.

KOLICH, M, *et al.* Automobile seat comfort prediction: statistical model vs. artificial neural network. **Applied Ergonomics**. Elsevier Science. Vol. 35, p. 275 - 284. 2004.

KOLICH, M. Automobile seat comfort: occupant preferences vs. anthropometric accommodation. **Applied Ergonomics**. Elsevier Science. Vol. 34, p. 177-184. 2003.

KUORINKA, I et al. Standardized Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. **Applied Ergonomics**. Elsevier Science. Vol.18, p. 233-237. 1987. *Apud*: PHANTHANOSY, N. et al. Baja SAE All-Terrain Vehicle. Presentation given at Loughborough University in 11 December 2011. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/paulodavila/sae-baja-ergonomic-evaluation>> Acesso em: 02 jun 2016.

MOHAMAD, D. et al. Integration of Comfort into a Driver's Car Seat Design Using Image Analysis. **American Journal of Applied Sciences**. Vol. 7, n. 7. p. 937-942. 2010.

PARK, S.J., et al. Comfortable driving postures for Koreans. **International Journal of Industrial Ergonomics**. Vol. 26, n. 4, p. 489-497. 2000.

PORTER, J.M.; GYI, D.E. Exploring the optimum posture for driver comfort. **International Journal of Vehicle Design**. Inderscience. Vol. 19, n 3., p. 255- 266. 1998.

REBIFFE, R. An ergonomic study of arrangement of the driving positions in motorcars, **Proceedings of Symposium on Sitting Posture**, Zurich, Switzerland, p.132-147. 1969. *Apud*: BERGMANA, C., et al. Implementation of suitable comfort model for posture and motion prediction in DHM supported vehicle design. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015). **Procedia Manufacturing**. Vol. 3, p. 3753 - 3758. 2015. p. 3755.

SAE, International. Disponível em: <<http://www.sae.org/student>> Acesso em 9 de ago.

SAPO. **Tutorial para localização dos pontos anatômicos**. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/tutorial-sapo-pontos-anatomicos.html>> Acesso em: 08 jul 2016.

SOUZA, J.A. et al. Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n.4, p.299-305. 2011.

TILLEY, A.; DREYFUSS, H. **The Measure of Man and Woman**, Human factors design, Whitney Library of Design, New York, USA, 1993. *Apud*: BERGMANA, C., et al. Implementation of suitable comfort model for posture and motion prediction in DHM supported vehicle design. 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015). **Procedia Manufacturing**. Vol. 3, p. 3753 - 3758. 2015. p.3755.

VINK, P., et al. Possibilities to improve the aircraft interior comfort experience. **Applied Ergonomics**. Vol.43, n. 2, p. 354-359. 2012.

ZENK, R.; et al. Technical note: Spine loading in automotive seating. **Applied Ergonomics**. Vol. 43, n. 2, p. 290-295. 2012.

ZITKUS, E., et al. Ergonomia no BAJA: Análise do Desconforto Percebido. **Ergonomia Aplicada: Transporte**. 2016. (TBP)