



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ESTUDO ERGONÔMICO DO VEÍCULO BAJA
DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES**

Adriana Borges dos Santos

Lajeado, dezembro de 2015

Adriana Borges dos Santos

**ESTUDO ERGONÔMICO DO VEÍCULO BAJA
DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário Univates, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Eduardo Becker Delwing

Lajeado, dezembro de 2015

Adriana Borges dos Santos

ESTUDO ERGONÔMICO DO VEÍCULO BAJA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES

A Banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, na linha de formação específica em Engenharia de Produção do CETEC, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharela em Engenharia de Produção:

Prof. Me. Eduardo Becker Delwing - orientador
Centro Universitário Univates

Prof. Me. Carlos Henrique Lagemann
Centro Universitário Univates

Prof. Me. Guilherme Cortellini da Rosa
Centro Universitário Univates

Lajeado, 03 dezembro de 2015

AGRADECIMENTO

A uma pessoa muito especial Adriana Rita Gonçalves, que acreditou que seria possível mesmo quando parecia impossível; apoiou-me, deu forças, dedicação e incentivo nesta trajetória de seis incansáveis anos; compreendeu minha ausência e sempre esteve ao meu lado quando mais precisei.

Aos meus pais José Laudir e Lucila Borges dos Santos que me ensinaram os valores a serem seguidos durante toda minha vida e a lutar pelos meus sonhos.

A minha irmã Rosana, meu cunhado Rogério e meus sobrinhos Ana Paula e Vitor dos Santos Cavalheiro que sempre estiveram ao meu lado apoiando e dando forças.

Aos amigos e demais familiares que me apoiaram e sempre me receberam de braços abertos nos poucos momentos que estivemos juntos.

Aos novos amigos conquistados na Univates, pessoas especiais que continuarão fazendo parte da minha vida.

Ao meu orientador, professor Eduardo Becker Delwing que dedicou muito do seu tempo para orientar na elaboração desse estudo.

A toda equipe do projeto de extensão Baja da Univates, professores, alunos e voluntários pelo apoio, colaboração e confiança.

A instituição Univates, professores e funcionários.

A Deus pela proteção e por permitir a realização de mais um sonho e compartilhá-lo com pessoas que amo.

Muito obrigada!

RESUMO

Diante da ascensão do mercado de veículos, as indústrias automobilísticas investem constantemente no desenvolvimento de novos produtos e conceitos diferenciados, objetivando satisfazer as necessidades e desejos dos consumidores. Em razão disso é de suma importância a preparação de profissionais para atuarem no projeto e desenvolvimento de automóveis. Tal fato motivou a Sociedade de Engenheiros da Mobilidade (SAE Brasil) a desenvolver um projeto entre estudantes universitários dos cursos de engenharia, chamado Baja SAE Brasil, em que o desafio é fabricar um veículo fora de estrada, para participar de competições organizadas pela entidade, nas quais são avaliados diversos critérios. Na concepção do projeto dos veículos devem ser considerados todos os pré-requisitos estabelecidos no regulamento, bem como os conceitos julgados importantes pelos consumidores no momento da escolha, dentre estes, os fatores ergonômicos e de segurança têm grande relevância. A presente pesquisa foi realizada junto ao Projeto de Extensão Baja do Centro Universitário Univates, com o propósito de desenvolver uma análise ergonômica do veículo projetado pela equipe. A participação do usuário foi fundamental para a identificação da demanda ergonômica para o projeto do novo veículo a ser construído pela equipe. A partir disso, juntamente com os conceitos de ergonomia abordados no presente trabalho e aplicação da metodologia proposta foram sugeridas melhorias ergonômicas tais como: aumentar o espaço interno do veículo; redimensionar os dispositivos e controles de comando; realizar alterações no banco quanto ao estofamento e posicionamento; adequação dos pontos de visão do painel, dentre outras. As melhorias propostas buscam proporcionar maior conforto e segurança aos pilotos para o projeto do novo veículo a ser fabricado mediante a avaliação do sistema homem-máquina-ambiente realizado.

Palavras-chaves: Veículos. Projeto de Extensão Baja Univates. Ergonomia.

ABSTRACT

Because of the increase of the vehicle market, the automobile industry frequently invests in the developing of new products and different concepts, aiming to satisfy the customer's needs and desires. For this reason, it is very important to prepare professionals to perform in vehicle project development. This fact was the motivation for the Brazilian Society of Automotive Engineers (SAE Brazil) to develop a project between college students of engineering, called Baja SAE Brazil, the challenge consisting in building an off-road vehicle to participate in organized competitions by the entity, where they are evaluated in many criteria. In the conception of the vehicle projects all regulation pre-requisites must be met, along with characteristics considered important by consumers when choosing vehicles and among them, ergonomics and safety have great importance. This research has been done with the Baja Extension Project of the Univates College Center, aiming to develop an ergonomic analysis of the vehicle projected by the team. Customer input was fundamental in order to identify the ergonomic demand of the project vehicle to be built. From this, together with the ergonomic concept presented on this paper and its application in the methodology, there were suggested ergonomic improvements, such as: enlarging the internal space; resizing the devices and command controls; making seat alterations, in its upholstery and its position; adequacy of the panel viewpoints, among others. These improvements seek to provide more comfort and safety to the pilots of the new vehicle to be built, through the evaluation of the man-machine-environment system conducted.

Keywords: Vehicles. Baja Univates Extension Project. Ergonomic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo do veículo Fardier de Cugnot	17
Figura 2 - Primeiro carro motorizado	18
Figura 3 - Ford T 1914	19
Figura 4 - Tucker Torpedo 1948.....	20
Figura 5 - Painel BuidkLeSabre.....	21
Figura 6 - Maneiras de apresentar uma informação.....	29
Figura 7 - Dimensionamento dos pedais de aceleração	32
Figura 8 - Angulação dos pedais de freio	32
Figura 9 - Medidas antropométricas e ângulos de conforto	35
Figura 10 - Modelo bidimensional do <i>H Point</i>	36
Figura 11 - Zonas de alcances máximos e preferenciais para posição sentada	37
Figura 12 - Proposta metodológica	41
Figura 13 - Projeção dos ângulos posturais sobre a imagem.....	49
Figura 14 - Comparativos entre os percentis.....	50
Figura 15 - Representação do mapa corpóreo (Corlet modificado).....	51
Figura 16 - Posição do pé no acelerador e projeção do ângulo formado	51
Figura 17 - Comparativo dos ângulos, avaliado e recomendado para o quadril.....	52
Figura 18 - Comparativo dos ângulos, avaliado e recomendado para o braço	53
Figura 19 - Visão obtida pelo piloto na posição de dirigir	54
Figura 20 - Respostas dos questionamentos referente aos mostradores	54
Figura 21 - Elementos considerados importantes pelo usuário.....	55
Figura 22 - Projeção dos ângulos confortáveis considerando eixo sagital	57
Figura 23 - Posição e ângulos considerados confortáveis	58
Figura 24 – Protótipo/manequim	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tamanho de letras e números	29
Tabela 2 - Altura recomendada de letras	30
Tabela 3 - Distância entre mostradores	30
Tabela 4 - Localização das dores no corpo provocadas por posturas inadequadas	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Tema.....	14
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivos específicos.....	15
1.3 Justificativa.....	15
1.4 Limitações da pesquisa	16
1.5 Organização do estudo	16
1.6 Resultados esperados.....	16
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	17
2.1 Surgimento do automóvel	17
2.1.1 Evolução dos veículos.....	18
2.1.2 Produção de veículos em massa	19
2.1.3 Veículos Pós-guerra.....	20
2.1.4 Novos conceitos da indústria	22
2.1.5 Projeto de novos veículos	22
2.2 Surgimento e conceitos gerais de ergonomia.....	23
2.3 Características específicas da ergonomia	25
2.3.1 Classificação da ergonomia	25
2.4 Ergonomia do produto.....	26
2.5 Ergonomia aplicada aos automóveis	27
2.5.1 Informações visuais.....	28
2.5.2 Mostradores.....	28
2.6 Controles.....	30
2.6.1 Distância dos controles	30

2.7 Pedais.....	31
2.7.1 Pedais de aceleração	31
2.7.2 Pedais de frenagem.....	32
2.7.3 Pedais de embreagem.....	33
2.8 Espaços de trabalho	33
2.9 Antropometria.....	33
2.9.1 Tipos de dados antropométricos	34
2.9.2 Aplicação dos dados antropométricos	34
2.9.3 Modelos antropométricos e modelos de referência.....	36
2.10 Postura sentada	37
2.11 Assentos de automóveis	38
2.12 Vibração	38
3 METODOLOGIA.....	40
3.1 Proposta metodológica.....	40
3.1.1 Equipe envolvida.....	41
3.1.2 Regulamento do projeto BAJA SAE Brasil – RBSB	42
3.1.3 Coleta de dados	42
3.1.4 Análise dos dados.....	42
3.1.5 Análise ergonômica	42
3.2 Classificação da pesquisa.....	43
4 APLICAÇÃO	45
4.1 Delineamento da pesquisa	45
4.2 Projeto Baja SAE Brasil	45
4.2.1 Regulamento Baja SAE BRASIL – RBSB	45
4.2.2 Premissas do projeto	46
4.2.3 Requisitos Gerais do Veículo.....	46
4.2.4 Requisitos Mínimos de Segurança	46
4.2.5 Gaiola	47
4.3 Análise ergonômica	47
4.4 Apreciação ergonômica.....	47
4.5 Diagnose ergonômica.....	48
4.5.1 Aquisição das imagens.....	48
4.5.2 Avaliação antropométrica.....	49

4.5.3 Análise de desconforto	50
4.5.4 Conforto/uso/ergonomia	55
4.6 Projetação ergonômica	55
4.6.1 Protótipo/manequim	59
4.7 Estudos futuros	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

A indústria automotiva possui grande influência na economia mundial, além de ser considerada a maior atividade industrial da atualidade. É um ramo que está em constante desenvolvimento, sempre buscando surpreender e atrair os consumidores. Como forma de incentivar e fortalecer os estudos em desenvolvimento de automóveis, a Sociedade de Engenheiros da Mobilidade (SAE Brasil) criou a competição do Projeto Baja SAE Brasil, que é considerado um dos maiores programas para capacitar futuros profissionais para a indústria automobilística. A competição envolve diversas provas, dentre elas, são avaliadas as condições ergonômicas do veículo; se propiciam ou não conforto e segurança ao condutor. No entanto, o objeto de estudo deste trabalho é avaliar o veículo Baja Univates existente para, então, projetar um veículo mais adequado ergonomicamente.

O veículo é um conjunto de sistemas altamente complexo em que o motorista, no momento de dirigir, mantém constante interação entre os diversos comandos deste conjunto. Tais comandos interferem diretamente na forma de conduzir do usuário, em que cada um tem sua funcionalidade específica; em algumas situações, são acionados mais de um comando num mesmo momento. Para isso, deve haver um bom entendimento relacionado à natureza da ação de dirigir e os elementos envolvidos, já na concepção do projeto dos veículos (MEDEIROS, 2004).

Outro fator importante nos veículos é o espaço interno, este deve possibilitar o fácil acesso aos mecanismos e permitir os movimentos tanto das mãos como dos

pés no momento de acioná-los. O ambiente também deve ser confortável, possibilitando uma postura cômoda ao condutor, levando em consideração a posição do assento, do volante e dos pedais (GONÇALVES, 2003).

No desenvolvimento de novos veículos, deve-se destacar inclusive a preocupação com os dispositivos para ajuste, os quais devem atender a uma grande faixa de estatura da população para, então, serem homologados. Neste contexto, a ergonomia é uma das disciplinas mais importantes nos projetos de automóveis, pois seus conceitos orientam a melhor forma de adequar a máquina para o uso do homem, levando em consideração os fatores ambientais e humanos (TANABE, 2014).

A ergonomia pode ser definida como sendo a adaptação do ambiente, da máquina ou do posto de trabalho ao homem, levando em consideração o homem e a atividade a ele atribuída; para tanto é necessário planejamento e projeto. Quando a contribuição da ergonomia ocorre durante o desenvolvimento do projeto, caracteriza-se como sendo ergonomia de concepção (IIDA, 2005).

Na indústria automobilística, a ergonomia está voltada à interação do sistema homem-máquina-ambiente, visando tornar o veículo mais seguro e confortável, de forma a não causar danos à saúde do usuário, levando em consideração as interfaces do sistema, assentos, dispositivos (sinalização, retrovisores, alavancas, etc.), altura e distância do volante, cintos de segurança, iluminação, dentre outros (TANABE, 2014).

1.1 Tema

O tema do presente trabalho é realizar um estudo ergonômico do veículo fora-de-estrada para competição, desenvolvido por alunos participantes do Projeto de Extensão Baja SAE Brasil, da Univates. O projeto envolve alunos de diversos cursos da graduação, além de alunos do ensino médio, que participam como voluntários. O foco do estudo é avaliar o veículo já existente, identificar possíveis ajustes e pontos críticos a serem corrigidos e implantados no projeto do novo veículo.

1.2 Objetivos

O objetivo desta pesquisa é avaliar o sistema homem-máquina-ambiente, para sugerir melhorias ergonômicas ao projeto do novo veículo a ser desenvolvido pela equipe de projeto Baja Univates, promovendo o conforto e a segurança dos pilotos, considerando as regras e normas da competição, constantes no Regulamento Baja SAE Brasil, que definem o escopo do projeto bem como as atividades envolvidas.

1.2.1 Objetivos específicos

Dentre os fatores importantes a serem avaliados e estudados na análise ergonômica estão: aspectos antropométricos, dimensionamento interno, posicionamento dos dispositivos a serem utilizados, pontos de visão, assento, volante e esforços realizados no momento de dirigir, considerando os fatores humanos em relação à percepção e reação. A partir dos dados coletados foram sugeridas melhorias para o novo veículo as quais proporcionarão maior conforto e segurança aos pilotos.

1.3 Justificativa

Nas competições, as equipes e os veículos são avaliados tanto nos fundamentos teóricos que contribuíram para a execução do projeto quanto na efetivação da aplicação da teoria na prática.

A motivação deste estudo vem ao encontro da necessidade da equipe em melhorar o estudo ergonômico do veículo, bem como a interação entre homem-máquina-ambiente, visto que o mesmo não obteve resultado satisfatório na avaliação ergonômica durante as etapas da competição das quais participou.

1.4 Limitações da pesquisa

O estudo e adequação deverão atender às regras e limitações técnicas do projeto constantes no manual de Competição Baja SAE Brasil, que foi estudado e aplicado neste trabalho.

1.5 Organização do estudo

No capítulo inicial, é apresentada a necessidade do estudo e os objetivos da pesquisa, justificativa e delimitação.

Visando à contextualização da pesquisa, o segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica abordada no estudo quanto à ergonomia, antropometria, ergonomia de interiores, percepção, bem como a forma de coleta de dados e pesquisa.

No terceiro capítulo, evidencia-se a metodologia aplicada na pesquisa, descrevendo a forma de coleta, análise e avaliação dos dados, o método de desenvolvimento do estudo e as limitações de atuação do estudo.

O quarto capítulo compreende a aplicação da metodologia proposta visando atingir os objetivos deste estudo.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais, a experiência adquirida durante a realização do trabalho e os pareceres conclusivos.

1.6 Resultados esperados

Como resultado, através da pesquisa, buscou-se levantar o maior número de dados possíveis para, então, conseguir avaliar e identificar, de forma consistente, quais as melhorias que devem ser implementadas no projeto do novo veículo, com intuito de possibilitar maior conforto ao piloto e conseqüentemente melhor desempenho durante as provas.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Surgimento do automóvel

O primeiro veículo autopropelido da história foi produzido em 1769 pelo engenheiro militar francês Nicholas Joseph Cugnot. O veículo a vapor (FIGURA 1) possuía uma roda dianteira e duas rodas traseiras, ambas confeccionadas em madeira; na parte dianteira havia uma caldeira instalada, cuja função era transmitir movimento ao motor situado sobre a roda, que, através de uma catraca, fazia a roda se movimentar. O Fardier, como era chamado, fez sua estreia em 20 de outubro do mesmo ano e, ao final do percurso, acabou se acidentando, pois não conseguiu desviar de um muro (DUARTE, 2014).

Figura 1 - Modelo do veículo Fardier de Cugnot



Fonte: Roby, (2005).

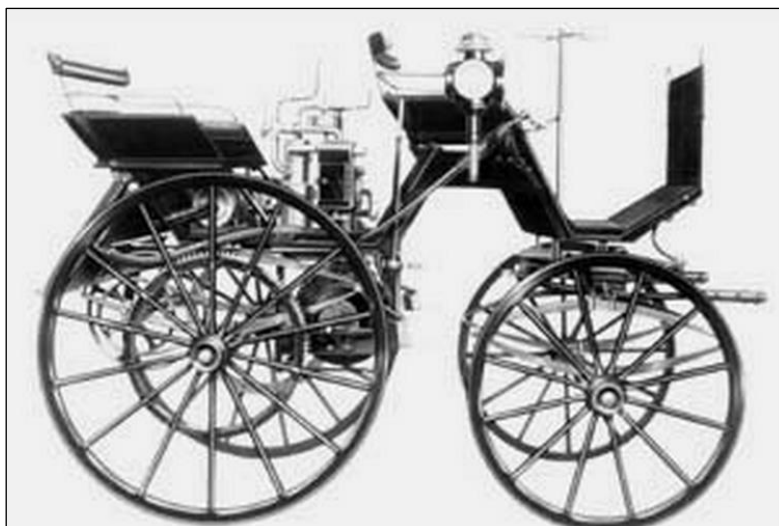
2.1.1 Evolução dos veículos

Durante um longo período, o estudo e desenvolvimento de veículos foram prosperando, porém os motores a vapor não obtiveram sucesso, pois possuíam pouca autonomia e difícil dirigibilidade devido ao peso da caldeira.

Em meados de 1880, na Alemanha, começaram a surgir as indústrias de veículos modernos, originando novos conceitos com intuito de fabricar motores a combustão interna. Contudo, em 1884, Daimler e Maybach, desenvolveram o primeiro motor a combustão com 700 rpm e 1,2 hp, a partir disso se buscou desenvolver outros sistemas e comandos para os veículos, como a adaptação de direção com uso de pivô, câmbio de duas velocidades, diferencial, bem como a montagem do motor sobre blocos de borracha, com intuito de reduzir as vibrações. Surgia, então, o primeiro veículo de quatro rodas (FIGURA 2) a combustão (VIEIRA, 2008).

Os automóveis produzidos nesse período eram uma realidade para poucas pessoas, apenas àquelas que possuíam maior poder aquisitivo, pois os preços eram elevados.

Figura 2 - Primeiro carro motorizado



Fonte: Cauê Mendes, (2009).

2.1.2 Produção de veículos em massa

Com o objetivo de tornar o automóvel acessível para as demais pessoas, Henry Ford deu início à produção de veículos em série, outros produtos já eram produzidos dessa forma.

Os conceitos aplicados por Ford eram produzir com qualidade e em grande quantidade, com isso, investiu em novas tecnologias, padronização, tornou as tarefas mais fáceis e passou a adotar peças intercambiáveis, ou seja, introduziu uma nova filosofia às indústrias. Sua produção dependia da agilidade e rapidez dos funcionários, no entanto, o ritmo era forçado para aumentar a produção, fatores que geraram altos níveis de rotatividade; em 1903, chegaram a 380%. Como o foco da produção era a quantidade, ele buscou produzir um modelo único, conhecido como Modelo T (FIGURA 3), considerado um carro resistente e econômico, no entanto carecia de conforto e luxo. O Modelo T foi o que popularizou o automóvel no mundo (DENIS, 2000).

Figura 3 - Ford T 1914



Fonte: Stephen Goodal and Darin Schnabel, (2015).

2.1.3 Veículos Pós-guerra

Com o término da Segunda Guerra Mundial, a economia cresceu consideravelmente, os soldados retornaram da Guerra com seus salários recebidos durante o período que prestaram serviços ao exército e as mulheres deixaram de ser donas de casas e passaram a trabalhar nas indústrias, fazendo também suas reservas financeiras. Nessa época, os consumidores de automóveis tornaram-se mais exigentes, pois, durante a guerra, conheceram outros modelos de carros e, como tinham dinheiro, queriam comprá-los.

Preston Tucker, experiente em criações de artefatos de Guerra, decide, em 1947, construir seu próprio carro. Sua ideia estava voltada a diversas inovações, principalmente em dispositivos de segurança, como para-brisas e cintos de segurança. Fabricou, então, o modelo Tucker Torpedo 1948 (FIGURA 4). Por ser um produto inovador, atraiu muito o interesse de consumidores, o que o levou a sofrer represálias dos demais fabricantes. Acusado de fraudes, acabou falindo sua empresa. Em 1949, veio ao Brasil, sua ideia era produzir o primeiro carro brasileiro, em um estilo esportivo, cujo nome seria Carioca; em 1956, veio a falecer, antes mesmo de concretizar seus planos (DUARTE, 2014).

Figura 4 - Tucker Torpedo 1948



Fonte: Darin Schnabel, (2015).

As ideias de Tucker instigaram novos rumos para o desenvolvimento de veículos. Em 1949, os três maiores fabricantes de veículos começaram a se preocupar com conforto e outras funcionalidades do veículo.

Exemplo disso foi o modelo BuidkLeSabre, de 1951 (FIGURA 5), o qual tinha *design* e funcionalidades típicos de um avião, nele foram instalados dispositivos de indicação de altitude, direção, nível de combustível, entre outros. Este veículo foi o primeiro a ter assentos individuais e aquecidos. Outra inspiração com base na indústria aeronáutica foram os botões do painel, possuíam proteções e, quando acionados, avisos luminosos indicavam seu uso (DUARTE, 2014).

Figura 5 - Painel BuidkLeSabre



Fonte: Richard Owen, (2010).

Juntamente com o conceito aeronáutico, os motores dos veículos eram bastante potentes, proporcionando altas velocidades, contudo, não ofereciam segurança para tanto; devido a isso começaram a surgir outras preocupações, como o aumento considerável de acidentes de trânsito na década de 60. Ralph Nader, advogado e estudioso, estimou em seu livro que, em 1975, 51 mil vidas seriam ceifadas ao ano por acidentes automotivos, porém, este índice foi alcançado já no ano de 1965.

2.1.4 Novos conceitos da indústria

Estimulados pelo expressivo número de acidentes e também pela crise do petróleo, no início dos anos 70, foram instituídos alguns programas, como a diminuição das potências dos motores e fabricação de veículos mais seguros.

Fator este que começou a abrir as portas à indústria japonesa, que buscava aumentar suas vendas através da satisfação e fidelidade dos clientes, por meio de novas tecnologias, oferecia maior qualidade e segurança.

Já no final da década de 70, os avanços tecnológicos possibilitaram a integração de diversos dispositivos, tais como: cintos de segurança, para-choques maiores para absorção de impacto, *air bags*, com objetivo de diminuir o número de vítimas no trânsito.

2.1.5 Projeto de novos veículos

Novos conceitos integram a indústria automobilística, os projetos estão voltados a atender às exigências do consumidor relativas a conforto e segurança.

O projeto de desenvolvimento de um novo produto busca harmonizar a interação entre o produto e o usuário, para isso devem analisar as tarefas e as funções do produto no ambiente. Fatores como a ergonomia, ciência que estuda a interação homem-máquina-ambiente e a antropometria que estuda as medidas humanas, as quais servem como dados para dimensionar postos de trabalho e interiores de veículos (BAXTER, 2000).

No entanto, pode-se reconhecer que, atualmente, os carros já apresentam diversos dispositivos que atendem aos requisitos ergonômicos e antropométricos, tais como: ajustes de banco e volante, possibilitando regulagem de distância e altura, como consequência tornam os veículos mais confortáveis e seguros (LARICA, 2003).

2.2 Surgimento e conceitos gerais de ergonomia

A Ergonomia tem sua origem remota nas antigas civilizações, nas quais o homem buscava adaptar as ferramentas utilizadas às suas características físicas. Os artefatos utilizados para lançar ou bater eram moldados com base no formato de suas mãos e compatíveis com sua capacidade, com objetivo de facilitar a pega, melhorar o conforto e oportunizar maior precisão (MONT'ALVÃO, A., MORAES, A., 2003).

Com a eclosão da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), veio a necessidade do fabrico de instrumentos bélicos complexos, motivo que fez impulsionar os estudos e pesquisas em ergonomia, visando adaptar tais equipamentos às características e capacidades do operador. De nada adiantaria ter um arsenal de guerra extremamente combatente, se os operadores não possuíssem habilidades e capacidades suficientes para operá-los, expondo a si e aos outros a risco de morte (PIRES, 2001).

Com o término da Guerra, todo o conhecimento adquirido em Ergonomia foi transferido às condições normais de trabalho voltadas à produtividade, com objetivo de estudar a relação do sistema homem-máquina-ambiente e melhorar as condições de trabalho nas indústrias (IIDA, 2005)..

Neste sistema, passou-se a observar as dificuldades enfrentadas pelo homem ao operar os equipamentos e máquinas, pois é dele que provêm os movimentos para o acionamento dos comandos, o abastecimento e retirada de materiais. Evidenciou-se, então, que os fatores humanos são primordiais na era do maquinismo, tornando primordiais os estudos para adaptar tais equipamentos à capacidade humana (MONT'ALVÃO; MORAES, 2003).

Considerando os fatores humanos no desempenho das atividades, a ergonomia tem como foco principal adaptar o trabalho e o ambiente ao homem, levando em consideração sua capacidade física e psicológica. Para isso deve preocupar-se com os aspectos posturais, ambientais, operacionais, dentre outros (TOMASI, 2001).

A aplicação da ergonomia ocorre de forma ampla e abrangente, envolvendo desde o planejamento e projeto de equipamentos ou atividades, anterior à realização do trabalho, até avaliação e controle que decorrem durante e após a execução desse trabalho. Os estudos em ergonomia partem da análise das características do trabalhador, levando em consideração suas capacidades e limitações, para então projetar e adaptar o trabalho ao homem (IIDA, 2005).

A otimização do desempenho dos sistemas também é um dos objetivos da ergonomia, busca aprimorar a eficiência tanto do sistema quanto a do indivíduo, tendo como base a transformação da interface entre o usuário e os equipamentos. Quando o ser humano é parte essencial para o bom desempenho do sistema, este deve ser contemplado no estudo ergonômico, pois se não estiver confortável, o sistema não trabalhará com a eficiência esperada (MEDEIROS, 2004).

Neste contexto, o sistema torna-se bastante amplo, por considerar o indivíduo, as ferramentas, os equipamentos e o ambiente no qual são desempenhadas as tarefas. No entanto, outros fatores deverão ser levados em consideração e ser avaliados, como clima, vibrações, ruídos, estresse, entre outros (ZIZEMER, 2014).

A ergonomia é a aplicação e integralização de conhecimentos multidisciplinares oriundos da fisiologia, psicologia, engenharia e outras áreas de conhecimento. A interação que ocorre entre as ciências é fator chave para a implementação ergonômica nos ambientes de trabalho, para que não causem danos à saúde dos trabalhadores e possibilitam a execução das tarefas dentro dos limites e capacidade do operador (PIZO, 2010).

A partir da década de 1980, com o surgimento da informática, a Ergonomia passa para uma nova fase, o uso de sistemas operacionais informatizados alterou a interface do conjunto homem-máquina, em que o operador demanda maiores habilidades e conhecimentos para interpretar e processar as informações para, então, praticar a ação, no entendimento de Lida (2005, p. 18) “com postos de trabalho informatizados e o uso de robôs. Isso pode refletir no nível de emprego, qualificação de trabalhadores, organização da produção e realização de investimentos”.

Diante disso, a Ergonomia amplia sua área de atuação, considerando não mais apenas o posto de trabalho em si, mas a organização como um todo, definida na literatura como Macroergonomia, cujas decisões de aplicação partem da alta administração da empresa. Com esta intervenção, a empresa obtém muitos ganhos na produção, na segurança e na satisfação dos trabalhadores. Quando a aplicação da Ergonomia é pontual em um equipamento ou posto de trabalho considera-se Microergonomia (IIDA, 2005).

2.3 Características específicas da ergonomia

A Ergonomia estuda as condições que antecedem o trabalho e as consequências após sua execução, considerando as interações entre homem, máquina e ambientes durante a execução desse trabalho. Iida (2005) destaca as características específicas que envolvem o sistema, tais como:

- a) ergonomia física – busca observar as características humanas relacionadas à anatomia, antropometria, fisiologia e biomecânica, envolvidas na atividade física desenvolvida. Como pontos importantes analisa a postura no trabalho, manuseio de materiais, dentre outros, relacionados ao trabalho e projeto de postos de trabalho;
- b) ergonomia cognitiva – preocupa-se com os processos mentais envolvidos na interação entre o indivíduo e outros elementos do sistema, como a percepção, memória, raciocínio e resposta motora. São fatores importantes que influenciam na tomada de decisões, interação homem-sistema, treinamento e estresse;
- c) ergonomia organizacional – envolve-se com a otimização dos sistemas sócio técnicos no contexto da estrutura organizacional, busca uma melhor forma de trabalho envolvendo comunicação, trabalho em grupo, projeto participativo, dentre outros.

2.3.1 Classificação da ergonomia

A Ergonomia pode ser classificada em quatro grupos: ergonomia de concepção, correção, conscientização e participação. A Ergonomia de Concepção

atua na fase de projeto do produto ou posto de trabalho; a de Correção é aplicada em situações já existentes; a de Conscientização objetiva capacitar os trabalhadores a identificar problemas ergonômicos; e a de Participação busca envolver o usuário na solução dos problemas (ZIZEMER, 2014).

A aplicação da Ergonomia de Concepção é considerada como o melhor momento para a intervenção ergonômica, pois é durante o projeto que se pode ter um melhor estudo e pesquisa da máquina ou do posto de trabalho. Quando a situação é existente, aplica-se a Ergonomia de Correção, com o intuito de solucionar algum problema já constatado, que reflete na segurança, fadiga demasiada, doenças ocupacionais, dentre outros agravos à saúde. Um fator de muita relevância é capacitar os próprios usuários do sistema para identificarem os problemas no dia a dia, devido ao possível desgaste natural dos equipamentos ou até por alteração em processos de trabalho; quando isto ocorre é devido à aplicação da Ergonomia de Conscientização. Outra aplicação da Ergonomia é o envolvimento do próprio usuário do sistema na resolução de problemas ergonômicos, esta é denominada de Ergonomia de Participação, parte do princípio de que o operador possui o conhecimento prático, muitas vezes desconhecido pelos projetistas, (IIDA, 2005).

2.4 Ergonomia do produto

Até então os estudos aplicados em Ergonomia eram mais focados no processo de fabricação dos produtos, restrito ao setor produtivo e na interface homem-máquina-ambiente, ou seja, concentrado basicamente nos aspectos técnicos e funcionais. Porém, a ergonomia de produto vai além, busca fazer com que o produto fabricado atenda às características dos usuários (IIDA, 2005).

Como decorrência disso, no final da década de 1980, os estudos ergonômicos expandiram-se ao *design* de produtos utilizados pela população em geral. Diariamente, o usuário manipula produtos e aparelhos com múltiplas funcionalidades, com formas diferentes de utilização, o que demanda maior conhecimento do usuário. Os estudos de *design* e ergonomia buscam desenvolver

e ofertar às pessoas produtos que sejam de fácil compreensão e manuseio (LARICA, 2003).

Um produto pode ser manuseado por diversas formas, como ato de pegar, puxar, empurrar, ou por intervenção para ligar e desligar algum objeto. Poderá também ser por meio de acionamento pelos pés e mãos (ligar, desligar, acelerar e assim por diante). Os problemas ergonômicos, nestes casos, ocorrem quando há dificuldade em executar estas intervenções. Muitos desses produtos não atendem às adequações anatômicas e antropométricas, sequer oferecem conforto e segurança no seu uso (FILHO, 2010).

Segundo Mont'Alvão (2008 p. 27), “para a Ergonomia, a satisfação do usuário não está baseada na ideia do produto ergonômico ter valor agregado, mas em considerar a satisfação do usuário como resultado de um produto bem projetado”.

As características básicas dos produtos do ponto de vista ergonômico são: qualidades técnicas, em que seu funcionamento atenda às expectativas das pessoas; qualidade ergonômica, que o produto seja fácil de manusear, garanta boa interação, apresente conforto e segurança; por fim, qualidade estética, que seja atraente e transmita prazer quando utilizado (IIDA, 2005).

2.5 Ergonomia aplicada aos automóveis

O automóvel é considerado um objeto utilizado para diversas finalidades, seja para passeio, trabalho, deslocamento, competição, dentre outros. No entanto, seu projeto deve atender às necessidades e características dos usuários.

Os primeiros veículos fabricados eram abertos, o condutor ficava exposto a intempéries e totalmente desprotegido em caso de acidentes. No entanto, em meados do século XX, foi introduzida carroceria aos veículos, fato considerado uma das primeiras aplicações de ergonomia nos automóveis, ou seja, aplicação de uma melhoria na máquina para favorecer o conforto e segurança do homem. Por outro lado, limitou o campo de visão do motorista sendo necessária a instalação de espelhos retrovisores para solucionar o problema (ROZESTRATEN, 2006).

O ambiente interno é composto por dispositivos que fornecem informações ao condutor, tais como: velocidade, temperatura do motor, nível de combustível, entre outros. Já o ambiente externo, através de placas de sinalização de trânsito, informa, ao condutor, a velocidade permitida da estrada, indicação de permissão de ultrapassagem, assim por diante. Após visualizar as informações, o motorista toma decisões e age sobre os dispositivos através de acionamento de pedais, manuseio do câmbio de transmissão e demais instrumentos necessários (IIDA, 2005).

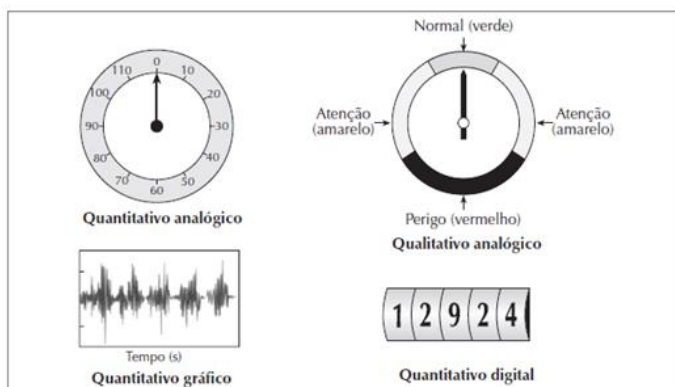
2.5.1 Informações visuais

O primeiro ponto de captação de informação é o olho humano que possui capacidade de perceber grande quantidade de informações simultaneamente. Para que se obtenha boa percepção das informações, estas devem ser geradas dentro de um campo visual adequado e apresentadas de forma legível, a fim de evitar erros e acidentes (PIRES, 2001).

2.5.2 Mostradores

O avanço tecnológico facilitou a coleta e o armazenamento de informações. Entretanto, a seleção de dados necessários, bem como a correta interpretação para posterior ação, depende muito de como se apresentam estes dados. Neste sentido, é importante escolher um mostrador que melhor represente a informação, levando em consideração o objetivo dos dados. Existem diversos tipos de mostradores (FIGURA 6), analógicos (ponteiro móvel ou escala móvel) e os digitais (numéricos). Os ponteiros apresentam melhor visualização em situações de percepção de mudanças rápidas, como é o caso dos ponteiros de velocímetro do carro; os mostradores digitais são mais utilizados para indicação de valores exatos (WEERDMEESTER, 1995).

Figura 6 - Maneiras de apresentar uma informação



Fonte: Grandjean (2005, p. 127).

2.5.2.1 Tamanho de caracteres dos mostradores

A ergonomia apresenta algumas características de legibilidade que deverão ser levadas em consideração em projetos de veículos. Segundo Grandjean (2003, p. 129), “o tamanho de letras e números, espessura de linhas e a distância entre si devem estar relacionados à distância visual entre o olho e o mostrador” (TABELAS 1 e 2).

Outro ponto importante dos caracteres é o contraste, ou seja, a diferença de brilho entre o fundo e o caractere, quanto maior o contraste, maior a legibilidade, normalmente utiliza-se o fundo branco e o caractere em preto.

Tabela 1 - Tamanho de letras e números

Proporções de letras e números	
Corpo (largura)	2/3 da altura
Espessura da linha	1/6 da altura
Distância entre as letras	1/5 da altura
Distância entre palavras e números	2/3 da altura

Fonte: Adaptado pela autora com base em Grandjean (2005, p. 129).

Tabela 2 - Altura recomendada de letras

Distância do olho (mm)	Altura das letras minúsculas ou números (mm)
Até 500	2,5
501 - 900	5,0
901 - 1800	9,0
1801 - 3600	18,0
3601 - 6000	30,0

Fonte: Grandjean (2005, p. 130).

2.6 Controles

Os controles são dispositivos acionados pelo condutor do veículo a partir da percepção de uma informação. Os controles mais usados são volantes, botões, teclados, entre outros. A forma de acionamento é principalmente realizada pelas mãos e pelos dedos.

No entanto, os controles podem ser subdivididos em dois tipos básicos: os discretos, são aqueles que admitem posições bem definidas, não permitem valores intermediários; ou contínuos, os quais possibilitam uma infinidade de ajustes diferentes, como exemplo, o volante de um automóvel (IIDA, 2005).

2.6.1 Distância dos controles

Os painéis de veículos possuem diversos controles instalados, na execução do projeto deve-se levar em consideração a distância entre os mesmos, para que possibilitem o acionamento correto. Grandjean (2003) apresenta as distâncias recomendadas entre os controles consideradas mínimas e ótimas, conforme disposto na Tabela 3.

Tabela 3 - Distância entre mostradores

Controles	Tipo de manipulação	Distância na montagem (em mm)	
		Mínimo	Ótimo
Botão de pressão	Com um dedo	20	50
Interruptor de alavanca	Com um dedo	25	50
Alavanca	Com uma mão	50	100
Roda de mão	Com as duas mãos	75	125
Botão giratório	Com uma mão	25	50

Fonte: Adaptado pela autora com base em Grandjean (2005, p. 132).

2.7 Pedais

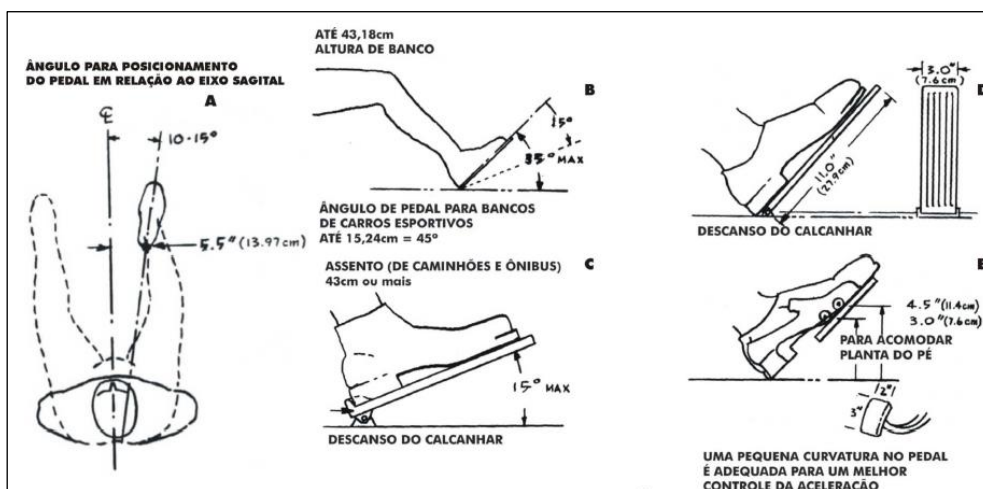
Os veículos normalmente apresentam três pedais instalados no assoalho e localizados à frente do assento. O arranjo do assento deve servir como referência para a posição e o ângulo dos pedais, possibilitando o acionamento sem que haja necessidade de rodar o tronco ou estender ao máximo a perna para poder alcançar os pedais.

2.7.1 Pedais de aceleração

Como referência a ABNT NBR 14970-1 – trata da acessibilidade em veículos automotores – requisitos de dirigibilidade, os pedais de aceleração devem apresentar algumas determinações, conforme apresentado na Figura 7.

- a) o posicionamento do pedal deve ficar entre 10° e 15° em relação ao eixo sagital;
- b) quando o motorista não estiver acionando o pedal deverá descansar o pé no assoalho;
- c) a base do pedal deverá acomodar a planta do pé e diferentes tamanhos de pés;
- d) o pedal deve apresentar uma posição de descanso para o motorista quando não executar pressão sobre ele;
- e) para suportar o peso do pé, o pedal deve suportar uma força de pressão entre 4,5 e 9,1 kg;
- f) os pedais devem permitir movimento gradativo durante todo o seu curso, retornando à posição de descanso no término do acionamento.

Figura 7 - Dimensionamento dos pedais de aceleração

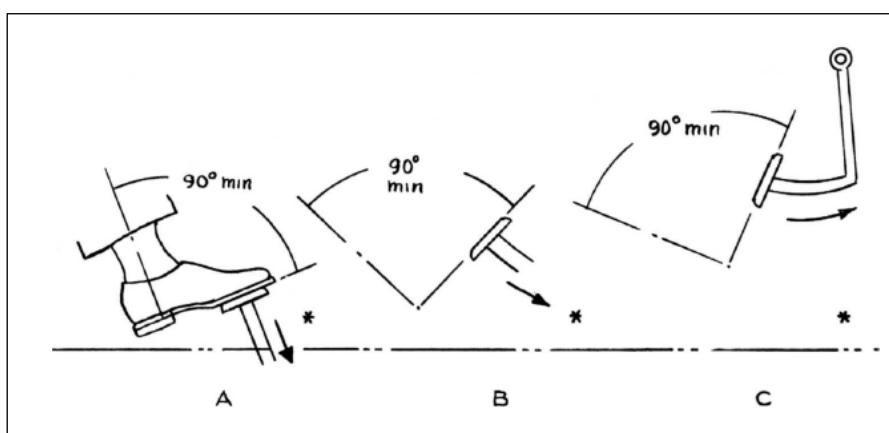


Fonte: Medeiros (2004, p. 76).

2.7.2 Pedais de frenagem

Os pedais de frenagem têm utilização diferente comparado aos pedais de aceleração, podem ser acionados tanto de forma gradativa quanto momentânea, inclusive com maior força. No entanto, deve-se levar em consideração a relação geométrica entre as pernas e pés do condutor, bem como a posição e inclinação do pedal (FIGURA 8).

Figura 8 - Angulação dos pedais de freio



Fonte: Medeiros (2004, p. 76).

Outro detalhe importante a ser observado é o ângulo recomendado entre o pé do motorista e o pedal, este deve formar pelo menos 90°, indiferente se o pedal for instalado próximo ao assoalho ou possuir altura intermediária, ou mais alta.

A força de acionamento dos pedais tem relação direta com a altura do assento, quanto mais baixa a posição, maior a força que poderá ser exercida, porém, não deverá ultrapassar 63 kgf em veículos conduzidos por homens e mulheres e 82 kgf para veículos conduzidos somente por homens (MEDEIROS, 2004).

2.7.3 Pedais de embreagem

O pedal de embreagem é semelhante ao de frenagem, porém, deve permitir ao condutor acionamento adequado, pois deve possibilitar facilidade e rapidez na seleção de marchas.

2.8 Espaços de trabalho

Espaço de trabalho é o ambiente que acomoda o usuário e permite a realização de diversos movimentos na execução de determinada tarefa. Como exemplo, o campo de futebol é o espaço de trabalho para um jogador de futebol, o local compreende toda a base de extensão do campo e a altura que ele atinge ao cabecear a bola. Já o goleiro tem seu espaço de trabalho reduzido, pois não atua em todo o campo (IIDA, 2005).

Nos veículos, é considerado espaço de trabalho ou ambiente de atividade os locais ocupados pelos usuários (motorista ou passageiro). A avaliação parte do assento e inclui todos os dispositivos de controle utilizados na operacionalidade do automóvel.

2.9 Antropometria

A antropometria é a ciência que estuda as dimensões físicas corporais (altura, forma, força, etc.), que tem como objetivo obter medidas representativas da

população em geral, as quais servem como referência em projetos de produtos e ambientes de uso coletivo. A reunião de dados dimensionais poderia ser simples, se não fosse a diversidade de dados e informações distintas, tais como: idade, sexo, etnia, entre outras.

Em determinados momentos, os produtos eram fabricados sem distinção de formato ou tamanho. Até a Idade Média, isso aconteceu com os calçados, os quais eram produzidos em tamanho único e o pé esquerdo e direito eram iguais. Outra opção foi fabricar produtos para um único público; até a década de 1950, os automóveis eram projetados apenas para os homens. Esses modelos de produção não agradavam os consumidores em relação ao conforto, segurança e eficiência (IIDA, 2005).

2.9.1 Tipos de dados antropométricos

O dimensionamento de postos de trabalho baseia-se nas medidas antropométricas, no comportamento dos usuários e nas exigências de movimentos necessários para a execução da tarefa (GRANDJEAN, 2005).

Existem dois tipos de dimensões corporais que deverão ser analisadas para o dimensionamento de projetos de interiores. As dimensões estruturais ou estáticas são as medições realizadas nos membros em posições estabelecidas. As dimensões dinâmicas ou funcionais são as medições realizadas na postura de trabalho e os movimentos exigidos na atividade a ser executada (ZELNIK, 2002).

2.9.2 Aplicação dos dados antropométricos

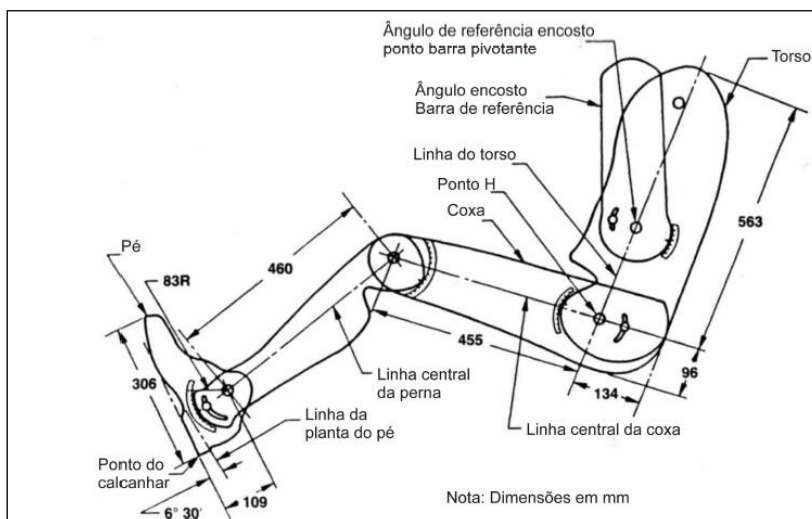
A adequação antropométrica facilita a interface produto e usuário, tornando o ambiente favorável operacionalmente, evitando erros e acidentes.

Pesquisas foram realizadas envolvendo uma grande amostra da população buscando traçar um perfil dimensional; a partir dos resultados obtidos, foram criadas tabelas antropométricas dimensionais, as quais servem como base para projetar produtos e espaços de trabalho. Além disso, devem-se considerar as

2.9.3 Modelos antropométricos e modelos de referência

Os modelos antropométricos são utilizados para projetar espaços de trabalho, principalmente em ambientes pequenos, como nos *cockpits* (FIGURA 10).

Figura 10 - Modelo bidimensional do *H Point*

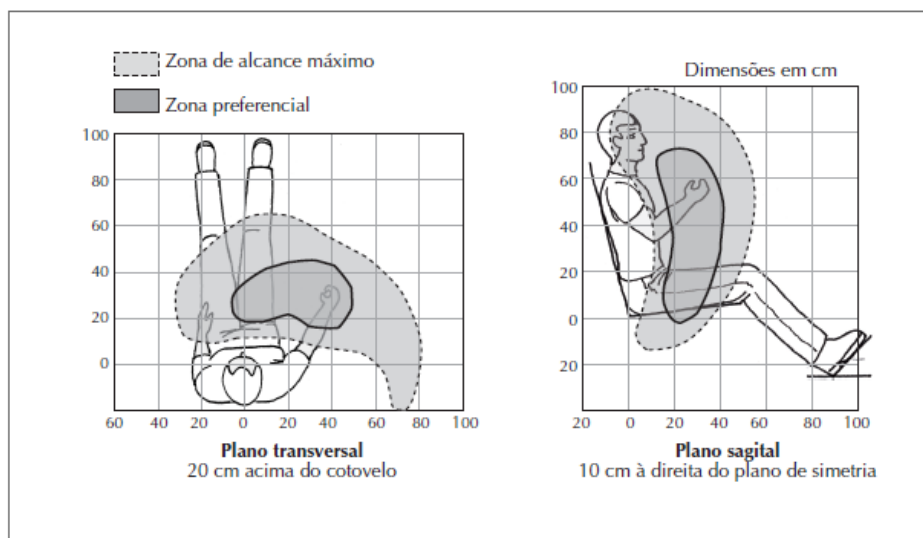


Fonte: Medeiros (2004, p. 93).

No projeto de veículos, o ponto de referência para iniciar a projeção é a articulação do quadril, conhecido como Ponto H ou *H-point*, posteriormente, métodos para outras partes de corpo são incorporadas ao estudo.

Para que o ambiente interno de um veículo seja considerado confortável dependerá dos espaços livres entre o condutor e os limites de alcance aos diversos comandos; para atender a estes requisitos, muitas vezes, são necessários ajustes no volante, no assento, no cinto de segurança, entre outros. A Figura 11 representa os limites considerados preferenciais (fundo mais escuro e contorno com linha sólida) e os limites máximos para alcance (fundo mais claro e contorno com linha tracejada), (IIDA, 2005).

Figura 11 - Zonas de alcances máximos e preferenciais para posição sentada



Fonte: Lida (2005, p. 125).

2.10 Postura sentada

Ao dirigir um automóvel, o motorista mantém uma postura sentada e estática, caracterizada por exigir contração contínua de alguns músculos na região do dorso e do ventre. Esta posição libera os pés e as mãos para executarem os movimentos de comando, porém, o osso ísquio e as nádegas sustentam todos os membros superiores sobre um ponto fixo apoiado em um assento. Por conta disso, recomenda-se que o estofamento do assento não seja muito duro, nem muito macio; no caso de muito duro, poderá causar um desconforto e dores na região das nádegas e se for muito macio, não permite um apoio adequado. Portanto, Lida (2005, p. 149) recomenda “um estofamento pouco espesso, de 2 a 3 cm, colocado sobre uma base rígida, que não se afunde com o peso do corpo, ajuda a distribuir a pressão e proporciona maior estabilidade ao corpo, reduzindo o desconforto e a fadiga”.

Se o assento utilizado pelo motorista é inadequado, este acaba mantendo posturas inadequadas, com objetivo de tentar aliviar as tensões exercidas sobre a região afetada, principalmente se tais posturas são mantidas por um período muito longo de tempo. Como reflexo disso, a pessoa poderá sentir dores em diversas regiões do corpo, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Localização das dores no corpo provocadas por posturas inadequadas

Postura	Dores
Sentado sem encosto	Músculos extensores do dorso
Assento muito alto	Parte inferior das pernas, joelhos e pés
Assento muito baixo	Dorso e pescoço
Braços estendidos	Ombros e braços
Pegas inadequadas	Antebraço

Fonte: Medeiros (2004, p. 103).

2.11 Assentos de automóveis

O desenvolvimento de um assento para motorista de veículos é diferente dos demais assentos, deve-se levar em consideração que os pés do motorista não apoiam de maneira a suportar a carga do corpo, pois sua função é o acionamento dos pedais. Na posição sentada, o motorista apoia seu peso apenas na base do assento e encosto. No projeto de um assento, não bastam apenas os dados antropométricos e fisiológicos, pois o que pode ser confortável para um usuário, poderá ser desconfortável para outro. No entanto, é importante a coleta de informações junto ao público usuário do veículo e compreender as suas preferências.

Para proporcionar maior conforto aos usuários de veículos, as medidas antropométricas devem ser consideradas no projeto de assentos. A legislação prevê o atendimento dos percentis mínimo (5%) e máximo (95%). No entanto, os veículos devem possuir ajustes e regulagens buscando atender às necessidades de todo público usuário. Os assentos devem permitir a inclinação do encosto, afastamento ou aproximação ao volante, permitindo a regulagem de forma a torná-la mais confortável a cada indivíduo.

2.12 Vibração

A vibração pode ser refletida ao corpo humano de diversas formas, ao motorista, os pontos de contato em que há maior absorção são as mãos, braços,

pés, pernas e nádegas. Estas têm um impacto maior quando sentado, por ser o ponto de maior suporte para o peso do corpo (WEERDMEESTER, 2001).

Considerada um agente físico, a vibração pode desencadear diversos problemas de saúde ao usuário de veículos, além de grande desconforto. Outras medidas deverão ser adotadas quanto à exposição contínua a vibração, tais como: eliminar a fonte, isolar a fonte, proteger o trabalhador e conceder pausas (IIDA, 2003).

Medeiros (2004, p. 109), destaca que “a qualidade do design e materiais utilizados na confecção do banco irá influenciar na vibração propagada ao motorista, e conseqüentemente, no seu cansaço e problemas físicos”.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo apresenta a forma que será delineada a pesquisa visando à aplicação dos conceitos mencionados nas seções anteriores deste estudo. Busca-se também, classificar a pesquisa com base na literatura referente à metodologia de pesquisa.

O estudo foi realizado a campo, envolvendo conhecimento multidisciplinar de alunos integrantes da equipe do projeto BAJA Univates, a qual se subdivide em áreas, ou seja, equipe de transmissão, freios, suspensão, segurança e ergonomia.

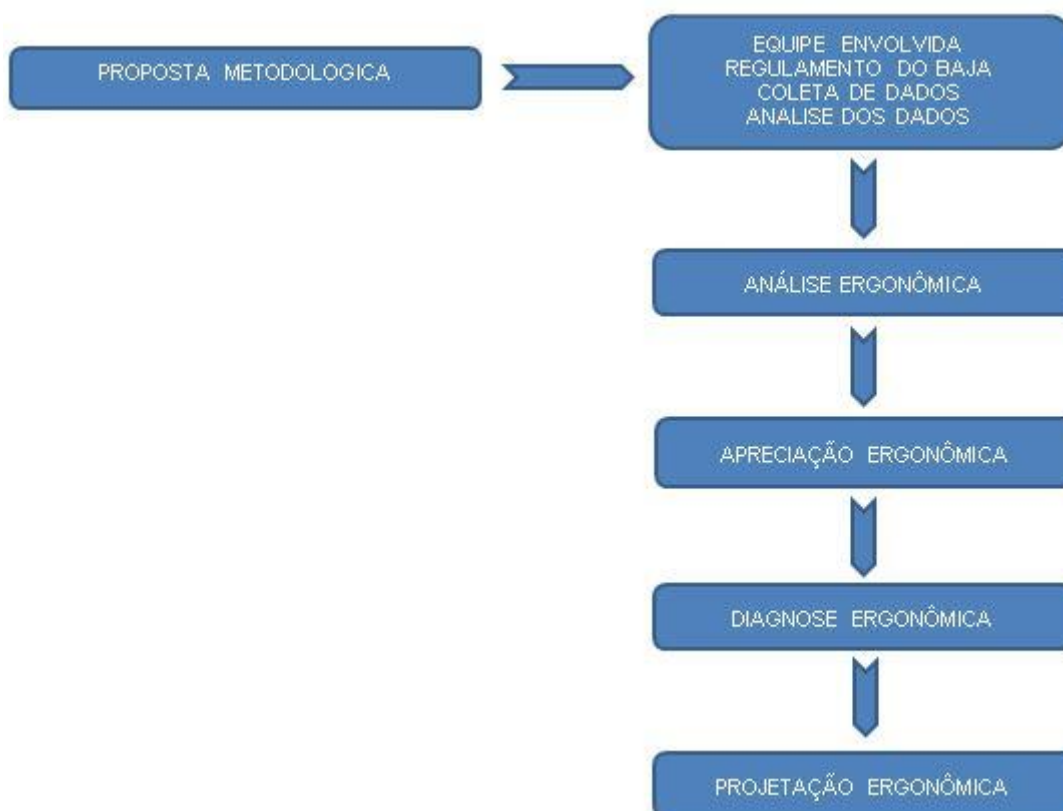
3.1 Proposta metodológica

Neste momento é apresentada a estrutura e planejamento da avaliação ergonômica, ilustrada na Figura 12 e como foram conduzidos para que atendessem aos objetivos do trabalho.

A pesquisa foi desenvolvida em etapas da seguinte forma: definição das pessoas envolvidas no estudo, os quais participarão de todo o processo de análise da pesquisa; exploração de toda documentação específica do projeto BAJA e realização de um comparativo com os conceitos apresentados no referencial teórico (CAPÍTULO 2), para identificar as possíveis limitações do estudo e as correções praticáveis; análise detalhada do veículo já projetado pela equipe, através de técnicas, tais como: observação direta (anotações e fotografias) e análise indireta com os envolvidos (conversações, entrevistas e questionários);

análise de conforto através de aplicação e questionário ao piloto; avaliação antropométrica do piloto; e, por fim, identificação da demanda de intervenções ergonômicas e sugestão de melhorias visando ao conforto e segurança dos pilotos.

Figura 12 - Proposta metodológica



Fonte: Autora (2015).

3.1.1 Equipe envolvida

No projeto de extensão Baja do centro universitário Univates, participam alunos bolsistas e voluntários, que atuam em subsistemas específicos do veículo. Participaram do presente trabalho: um aluno responsável pelo estudo, projeto e desenvolvimento da estrutura do veículo; um aluno responsável pela transmissão no qual fazem parte os pedais de freio e aceleração; um membro da equipe encarregado de dimensionar o painel onde são dispostos os mostradores; o capitão da equipe, que participa de todas as discussões relacionadas ao veículo, e o piloto, que é o principal foco do estudo ergonômico.

3.1.2 Regulamento do projeto BAJA SAE Brasil – RBSB

O RBSB é composto por um conjunto de regras que definem o escopo do projeto bem como as atividades envolvidas. No entanto, o regulamento foi estudado para identificar as exigências e quais as adequações ergonômicas necessárias e aplicáveis, com objetivo de atender às regras bem como tornar o veículo confortável.

3.1.3 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada aplicando dois tipos de técnicas: a de observação direta transcorrida por anotações e fotografias obtidas a campo no veículo com o piloto sentado em posição de dirigir; a análise indireta que foi realizada com o objetivo de reunir informações prévias sobre o produto estudado, para a obtenção destes dados foi aplicado um questionário que busca identificar os problemas por parte do usuário (ZIGNANI, 2012).

Para a coleta das informações referente à localização das dores e quantificação das mesmas foi utilizado o Diagrama de Corlett, que é um modelo representativo do corpo humano onde o piloto pode assinalar as regiões do corpo que sente dores (SAAD, 2008).

3.1.4 Análise dos dados

Esta etapa compreende em descrever, interpretar e explicar os dados coletados para que possam auxiliar na descrição do problema e apresentar resultados que embasem as intervenções ergonômicas necessárias.

3.1.5 Análise ergonômica

Para De Moraes e Mont'Alvão (2003), a intervenção ergonômica pode ser dividida nas seguintes etapas:

- a) **Apreciação ergonômica:** consiste numa fase exploratória, a qual visa mapear os problemas ergonômicos posturais, acionais, cognitivos, interacionais, operacionais, dentre outros. Nesta fase, busca-se fazer observações no produto estudado, entrevistas aplicadas às pessoas envolvidas e efetuar registros fotográficos. Esta etapa resulta num parecer ergonômico ilustrando os problemas encontrados;
- b) **Diagnose ergonômica:** neste momento, a apreciação ergonômica é detalhada e os dados obtidos analisados através de observações sistemáticas do sistema homem-tarefa-máquina. Os dados são levantados por meio de observações diretas e indiretas, são realizadas entrevistas e aplicação de questionários;
- c) **Projetação ergonômica:** etapa em que permite apresentar propostas visando adaptar o produto, equipamentos e ferramentas às características físicas, psíquicas e cognitivas do usuário.

3.2 Classificação da pesquisa

No entendimento de Moraes e Mont'Alvão (2003), as pesquisas ergonômicas podem ser classificadas de várias maneiras, desde considerar os métodos para atingir um único objetivo, como aplicar apenas um método para alcançar objetivos. A mesma autora cita, ainda, o *surveys* (levantamento de informações) através de coleta de informações e sugestões com a aplicação de questionários ou entrevistas.

Para Lida (2005), a entrevista normalmente é dirigida, com objetivos específicos, podendo ser informal, semiestruturada ou estruturada. A primeira é aplicada sem roteiro definido, a semiestruturada possui um roteiro, porém, permite alteração com base nas respostas obtidas, já na estruturada há um roteiro pré-elaborado. Este estudo considera a aplicação de questionários para levantamento de dados, que pode ser apresentado com perguntas abertas ou fechadas (semiestruturada). As perguntas abertas permitem, ao entrevistado, apresentar a resposta; já as perguntas fechadas exibem uma sequência de opções, em que devem ser assinaladas as respostas.

A pesquisa também pode ser caracterizada como pesquisa exploratória, a qual procura proporcionar maior entendimento do problema, cujo objetivo principal é aprimorar ideias ou estimular a percepção. Este modelo de pesquisa envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas já experientes em relação ao problema e análise comparativa para estimular a compreensão, no entendimento Selltiz et al. *apud* Gil (1991).

Referente aos meios, a pesquisa é caracterizada como pesquisa-ação. Para Thiollent *apud* Lida (2005, p. 63), “é um método em que os pesquisadores e os participantes da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo, em estreita associação, na busca da solução”.

Conforme Bhise *apud* Tanabe (2014), no projeto de um veículo também se utiliza a metodologia de engenharia de sistemas. Aplicada através da constituição de equipes multidisciplinares, cujo objetivo é avaliar a interação do sistema homem-máquina-ambiente. A análise ergonômica ocorre desde as etapas iniciais do desenvolvimento do automóvel até a produção e uso do veículo.

4 APLICAÇÃO

4.1 Delineamento da pesquisa

Este capítulo apresenta a forma que foi aplicada à metodologia na pesquisa. Primeiramente foi realizado o estudo das Regras e Normas do Projeto Baja SAE Brasil para, então, dar sequência à análise ergonômica. Na sequência foram realizadas observações diretas e indiretas, entrevistas e questionários, objetivando identificar as possíveis melhorias a serem propostas.

4.2 Projeto Baja SAE Brasil

O projeto Baja SAE foi fundado na Universidade da Carolina do Sul, nos Estados Unidos, onde, em 1976, ocorreu a primeira competição. Em 1991, a SAE deu início às atividades no Brasil e lançou o Projeto Baja SAE BRASIL no ano de 1994. No ano seguinte foi realizada a primeira competição nacional em São Paulo, a partir de 1997 a SAE BRASIL passou a realizar eventos regionais nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Bahia.

4.2.1 Regulamento Baja SAE BRASIL – RBSB

O regulamento Baja SAE BRASIL é um conjunto de regras que definem o escopo do projeto e atividades relacionadas. Os regulamentos estão subdivididos em capítulos, os quais visam estabelecer critérios mínimos e máximos de projeto

para a avaliação comparativa, tendo como objetivo da competição apontar a equipe que apresentou o melhor projeto dentre os participantes.

4.2.2 Premissas do projeto

A equipe participante do projeto deve construir um veículo protótipo, fora de estrada (*off-road*), monoposto, robusto, visando à comercialização ao público entusiasta e não profissional. O veículo deve ser seguro, facilmente transportado e de simples manutenção e operação. Deve ser capaz de vencer terrenos acidentados, em qualquer condição climática, sem apresentar danos.

4.2.3 Requisitos Gerais do Veículo

O veículo a ser fabricado deve atrair consumidores pelo seu visual, desempenho, que seja confiável e de fácil operação e manutenção; deve ter no mínimo quatro rodas, que possibilite o transporte de uma pessoa com até 1,90m de altura, pesando 113,4kg; largura de 1,62m medida entre o ponto mais largo do veículo; o comprimento é irrestrito, no entanto, se o veículo ultrapassar 2,75m poderá não conseguir fazer algum percurso; ter capacidade de ser conduzido com segurança sobre terreno com obstáculos incluindo pedras, areia, tronco de árvores, barro, dentre outros.

4.2.4 Requisitos Mínimos de Segurança

Os requisitos mínimos de segurança devem ser atendidos na sua totalidade; pois se na inspeção de segurança, o veículo reprovar nestes quesitos o mesmo será desclassificado. A inspeção de conforto e segurança é avaliada por juízes de segurança credenciados, os quais são responsáveis pela avaliação e decisão se o veículo é seguro o suficiente para participar da prova dinâmica. Na avaliação do conforto do operador, são observados itens como: ergonomia, esforços de pilotagem (volante, pedais, câmbio), vibrações, dirigibilidade, acessibilidade aos comandos, entre outros. Para estes itens são atribuídas notas válidas para a competição.

4.2.5 Gaiola

A gaiola de proteção tem como objetivo proporcionar um espaço mínimo para acomodar o condutor, deve ser projetada e fabricada para evitar falha na sua integridade. O tamanho interno da gaiola deve possuir espaço suficiente para: o capacete de condutor estar 15,24 cm de distância de quaisquer dois pontos na cabine do veículo, exceto o banco do piloto e os suportes traseiros de segurança; possuir espaço livre de 7,62 cm entre o revestimento da estrutura entre o tórax do condutor, joelhos, ombros, cotovelos, mãos e braços. Qualquer parte dos tubos que estiver em contato com o condutor, deve ser protegida com material resiliente, para não ocasionar lesão em caso de impacto. Em caso de emergência, o piloto deve sair da cabine no tempo máximo de 5 segundos.

4.3 Análise ergonômica

Nesta fase do estudo, inicialmente, procurou-se fazer a apreciação ergonômica do sistema homem-máquina-ambiente, em seguida, foi realizada a análise da postura do piloto em posição de dirigir, na explicitação da diagnose ergonômica, conclui-se com as recomendações ergonômicas. Essas etapas estão descritas a seguir.

4.4 Apreciação ergonômica

A apreciação ergonômica foi realizada nos meses de agosto e setembro de 2015 e contou com o apoio da equipe do projeto de extensão Baja da Univates.

Inicialmente, foi realizada a observação direta do veículo com o piloto sentado na posição de dirigir. Nesse momento, buscou-se interagir com o piloto, entrevistando-o informalmente, focando em aspectos relacionados à sua percepção atual em relação ao veículo, quais os fatores que considera desconfortáveis, regiões do corpo em que sente dores, bem como sugestões de melhorias.

Com base nas informações obtidas na observação direta foi elaborado um questionário e aplicado ao piloto, visando identificar os itens que seriam apontados

por ele em relação à ergonomia do veículo. Juntamente com o questionário, foi aplicada a avaliação de desconforto corporal, utilizando um modelo representativo do corpo humano (Corlet modificado), onde o piloto pode assinalar as regiões do corpo em que sente dores antes, durante e após as provas.

As atividades do piloto consistem em conduzir o veículo em todas as provas estáticas e dinâmicas, as quais visam a avaliar as competências de cada projeto em diversos aspectos, técnicos, funcionais, ergonômicos, dentre outros. O enduro que acontece em uma pista de terreno acidentado, com diversos obstáculos (pedras, troncos, declives, lama, etc.), o percurso tem duração de três a quatro horas, o qual contribui para o desgaste físico e psicológico do condutor.

4.5 Diagnose ergonômica

A diagnose ergonômica do veículo constituiu em detalhar a apreciação ergonômica e analisar os dados levantados nas observações diretas e indiretas, bem como realizar a avaliação técnica das entrevistas e questionários. Posteriormente a realização da entrevista e aplicação do questionário foi possível identificar quais os pontos críticos de ergonomia que demandam intervenção de melhoria.

4.5.1 Aquisição das imagens

Nesta etapa buscou-se fazer um registro fotográfico do piloto sentado em posição de dirigir e, a partir das imagens, realizar uma avaliação antropométrica indireta. Na imagem selecionada, observaram-se a postura do piloto em relação ao assento, espaço interno e acesso aos pedais e volante (FIGURA 13). A câmara fotográfica foi posicionada paralelamente ao veículo com o foco na base do assento, objetivando garantir melhor projeção dos ângulos posturais.

Figura 13 - Projeção dos ângulos posturais sobre a imagem



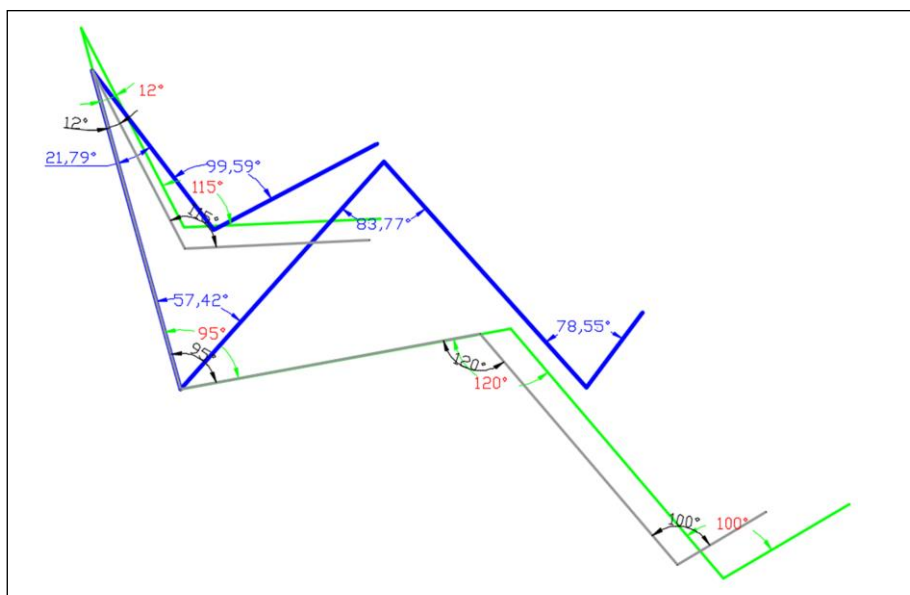
Fonte: Autora (2015).

4.5.2 Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi realizada de forma indireta. Após a captação das imagens fotográficas, estas foram analisadas no *software cad*, para possibilitar a projeção dos ângulos formados entre os membros corporais na posição sentada. Na sequência, projetaram-se as linhas e ângulos formados entre os membros, e neste momento foi realizada a transposição dos traços nos percentis 99% e 50% recomendados na literatura. O percentil 99% foi utilizado como referência no estudo, pois representa um homem de 20 a 65 anos de idade, 1,92 metros de altura e 111,2 kg de peso. Esta abrangência se aproxima das exigências do projeto do veículo Baja SAE Brasil, o qual deve possibilitar o transporte de uma pessoa com até 1,90m de altura, pesando 113,4kg. Já o percentil 50% serve para projetar ajustes visando atender a uma população de estatura menor.

Conforme a Figura 14, as linhas em azul representam o piloto sentado, as linhas verdes são os ângulos recomendados pela literatura para o percentil 99% e as linhas cinza representam o percentil 50%. A figura retrata que os ângulos avaliados estão muito diferentes dos ângulos de conforto recomendados pela literatura.

Figura 14 - Comparativos entre os percentis

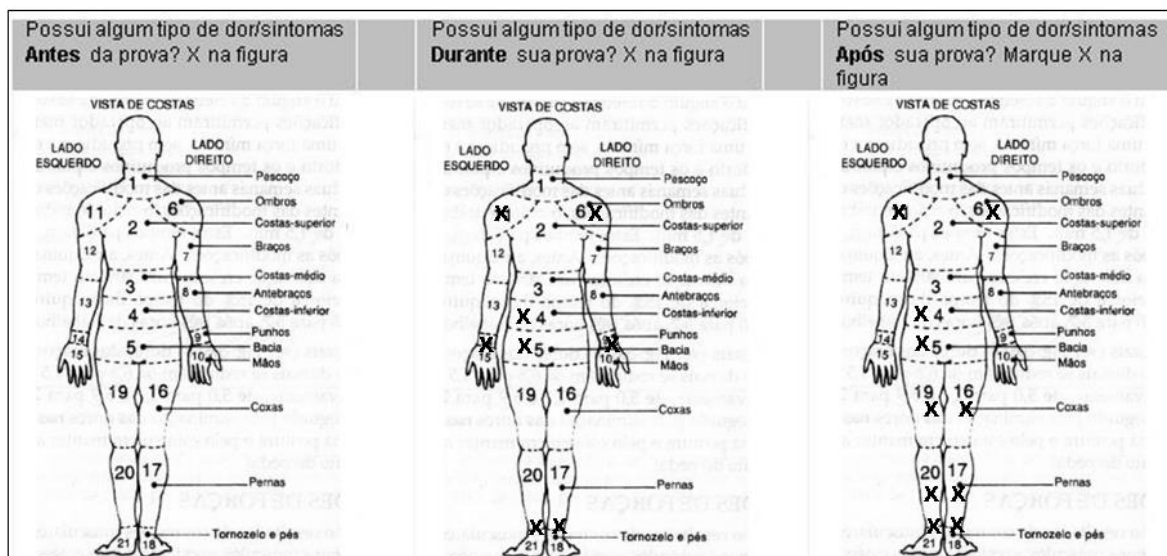


Fonte: Autora (2015).

4.5.3 Análise de desconforto

Na aplicação da análise indireta de desconforto, utilizando a representação do mapa corpóreo (Corlet modificado) o piloto pode assinalar com um (X) a localização das dores sentidas antes, durante e após as provas. Os resultados obtidos nesta avaliação foram: antes da prova, nenhuma dor sentida; durante a prova, dores no tornozelo, bacia, nas costas região inferior, ombro e punho; após a prova, além das dores sentidas durante a prova, sente também dor no pescoço e nas pernas (FIGURA 15).

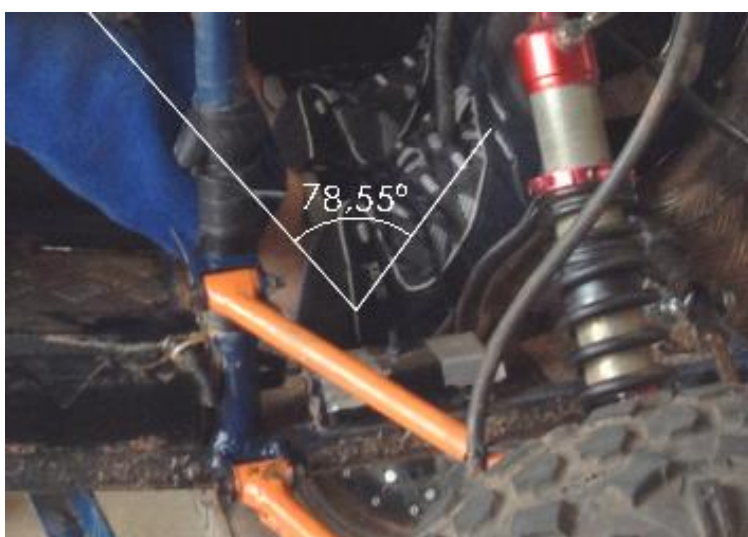
Figura 15 - Representação do mapa corpóreo (Corlet modificado)



Fonte: Adaptado pela autora de Corlett e Manenica (1980).

As dores no tornozelo, mais intensas na perna direita, são consequentes da posição do pé do piloto em relação ao acelerador. A Figura 16 apresenta o ângulo avaliado entre o pé em relação à perna do piloto que foi de $78,55^\circ$, sendo que o ângulo de conforto recomendado pela literatura é de 100° .

Figura 16 - Posição do pé no acelerador e projeção do ângulo formado



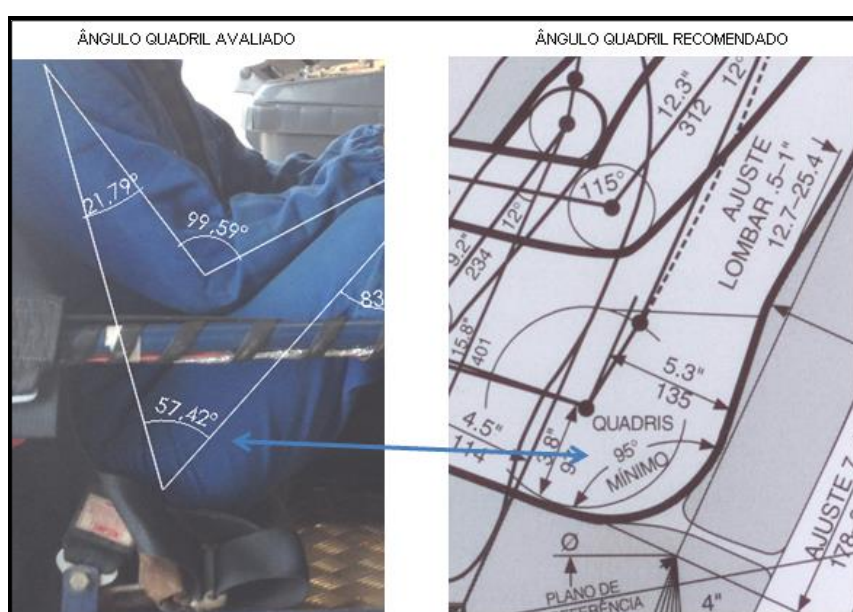
Fonte: Autora (2015).

Já na posição de acelerar em velocidade constante, o piloto não consegue apoiar o pé no assoalho do veículo e manter a aceleração, sendo necessário

estender o pé ao máximo, alcançando a base do acelerador apenas com a ponta do pé.

As dores na região da bacia também são consequentes do espaço limitado do interior do veículo, exigindo uma postura desconfortável na região do quadril em que o piloto mantém as pernas muito flexionadas, causando fadiga. A Figura 17 apresenta o ângulo avaliado do quadril do piloto que foi de $57,42^\circ$ na posição de dirigir e o ângulo de conforto recomendado pela literatura que é de 95° .

Figura 17 - Comparativo dos ângulos, avaliado e recomendado para o quadril

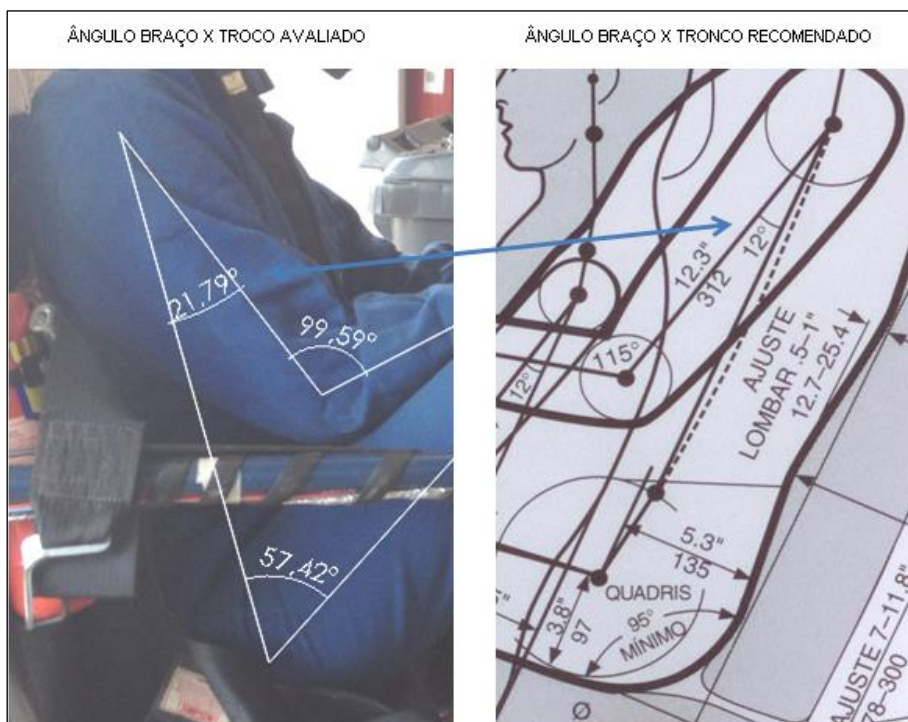


Fonte: Autora (2015).

As dores na parte inferior das costas são consequentes da postura que também geram as dores na bacia e possuem considerável influência da vibração do veículo, a qual reflete com significativa intensidade ao usuário do veículo. Foi observado que o banco tem a base do assento encaixada diretamente na estrutura do chassi e o encosto é fixado na parede corta fogo, situação esta que transmite grande parte da vibração para o piloto.

As dores nos ombros do usuário são consequência da posição do volante, tensão durante a prova e também os impactos e movimentos bruscos realizados pelo piloto, decorrentes do terreno acidentado. Observa-se na Figura 18 o comparativo dos ângulos para os braços, esta posição exige contração constante dos músculos do ombro, isso faz com que as dores sejam inevitáveis.

Figura 18 - Comparativo dos ângulos, avaliado e recomendado para o braço



Fonte: Autora (2015).

As dores nos punhos do piloto são oriundas dos impactos refletidos pela suspensão ao volante, além da lama e umidade que envolve o volante durante o enduro, deixando-o deslizante.

Após a prova, além das dores sentidas durante o enduro, o piloto sentiu dores no pescoço e as pernas. As dores no pescoço originam-se da vibração, tensão e posição do volante, que é uma consequência da fadiga sentida nos ombros. As dores nas pernas têm como origem o pouco espaço interno, tendo o piloto que manter os músculos da perna e coxa sempre contraídos para manter a postura (dificultando a circulação sanguínea).

Referente à visibilidade do painel, o piloto mencionou que o formato do volante impede a completa visualização dos mostradores, além de água e barro, que também acabam dificultando a visibilidade (FIGURA 19).

Figura 19 - Visão obtida pelo piloto na posição de dirigir



Fonte: Autora (2015).

De acordo com o questionário aplicado ao piloto, o mesmo relatou quais mostradores fazem parte do conjunto e destacou o grau de importância de cada um deles, conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20 - Respostas dos questionamentos referente aos mostradores

O veículo possui elementos interativos (luminosos, sonoros) que ajudam durante a realização de sua tarefa?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim () Não
Quais as informações do painel usadas com mais frequência?	Quais? Conta-giros analógicos, velocímetro analógico, alertas de nível de combustível, freios, torque ideal, nível de óleo do motor, temperatura do motor.
Quais as informações do painel usadas com menor frequência?	Nível de combustível, torque ideal, temperatura do motor e nível de óleo.
Quais informações são mais importantes?	Conta giro, nível de freio
Quais informações são dispensáveis?	Temperatura do motor e nível de combustível
Existe algum momento na prova que fatores externos interferem na visibilidade do painel?	Todas informações atuais são importantes
	<input checked="" type="checkbox"/> Sim () Não
	Qual ou quais? Água e barro

Fonte: Autora (2015).

Nessa etapa buscou-se identificar quais informações são mais ou menos importantes, as quais servirão para dimensionar e posicionar os mostradores no projeto do novo painel.

4.5.4 Conforto/uso/ergonomia

Nesse momento, buscou-se identificar quais os elementos são considerados mais importantes pelo usuário, para melhoria do conforto do veículo, criou-se uma escala de prioridade: (1) Máxima importância, (2) Importante, (3) Média importância, (4) Baixa importância (5) Nenhuma importância (FIGURA 21).

Figura 21 - Elementos considerados importantes pelo usuário

Conforto do assento	(1) Assento (1) Apoio lombar (2) Apoio para cabeça
Ajustes do assento e controles (pedais, volante).	(3) Regulagem altura do assento (3) Regulagem inclinação (3) Regulagens de controles (3) Disposição dos controles
Dimensões/Acesso ao veículo	(1) Dimensões da cabine (2) Acesso ao veículo
Painel e mostradores	(3) Facilidade de uso do painel e controles (2) Leitura do painel (2) Informação dos mostradores (2) Posição dos mostradores
Segurança e estabilidade	(1) Sentimento de segurança (2) Estabilidade do veículo

Fonte: Autora (2015).

Na escala de prioridade foi possível identificar os itens considerados mais importantes para posterior intervenção ergonômica. Os itens considerados de importância máxima foram: assento, apoio lombar, dimensão da cabine e o sentimento de segurança ao dirigir o veículo. Os itens considerados importantes foram: apoio para cabeça, acesso ao veículo, leitura do painel, informação dos mostradores, posição dos mostradores e estabilidade do veículo. Já os itens com média importância foram: regulagem de altura do assento, regulagem de inclinação, regulagens de controles, disposição dos controles, facilidade de uso do painel e controles.

4.6 Projetação ergonômica

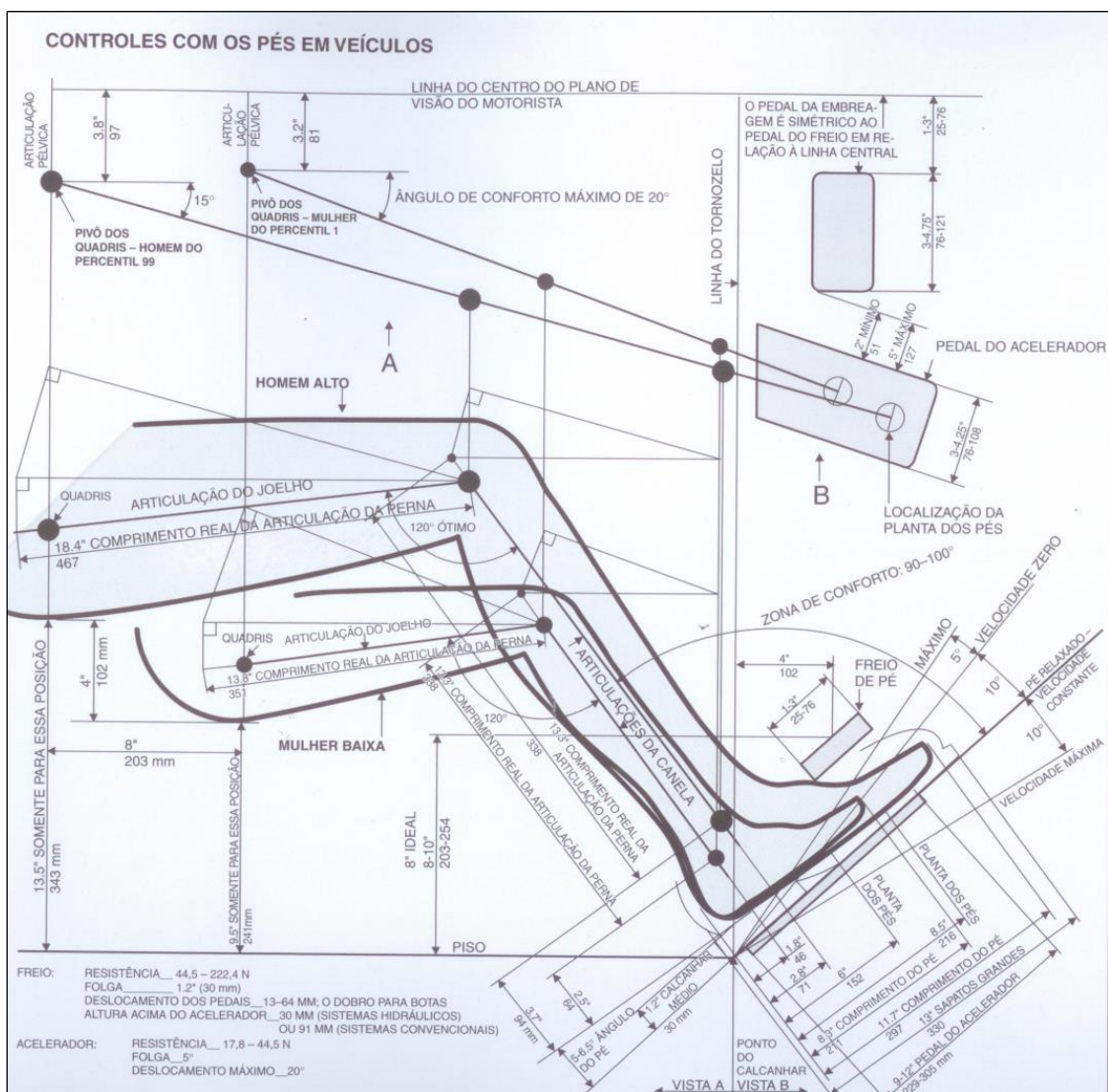
No presente capítulo, foram apresentados os resultados obtidos através da metodologia aplicada na pesquisa. A entrevista e os questionários possibilitaram a

compreensão de informações essenciais para a avaliação ergonômica do veículo. No entanto, nesta fase cabe propor algumas melhorias que atendam às demandas de ergonomia identificadas na apreciação, analisadas e detalhadas na diagnose, sendo apresentadas como sugestões para o projeto e fabricação do novo veículo Baja SAE Brasil, com objetivo de torná-lo mais confortável, considerando os aspectos ergonômicos, buscando melhor interação entre homem-máquina-ambiente.

Para proporcionar maior conforto e diminuir as dores na região dos tornozelos sugere-se:

- a) ampliar o espaço interno do veículo, conforme projeção do percentil 99% para o usuário (piloto);
- b) reposicionar o pedal com objetivo de também atingir uma melhor posição em relação ao ângulo lateral a partir da linha central do corpo, conforme apresentado na Figura 22;
- c) reposicionar o pedal mais à frente, buscando alcançar o ângulo entre 90° e 100° considerado dentro da zona de conforto, conforme apresentado na parte inferior da Figura 23;
- d) redimensionar o pedal do acelerador conforme apresentado na parte superior da Figura 23, observar nesse detalhe a posição do pedal do freio.

Figura 23 - Posição e ângulos considerados confortáveis



Fonte: Autora, 2015.

Objetivando melhor conforto e diminuição das dores na região da bacia, coxas, pernas e também do osso ísquio, sugere-se:

e) aumentar a base do assento e melhorar o estofamento.

Visando melhor conforto e diminuição das dores na parte inferior das costas, na região da lombar, são indicadas as melhorias citadas anteriormente, além de instalação de material para absorver a vibração, entre o banco e a estrutura do chassi do veículo.

Para diminuição das dores nos ombros, recomenda-se instalar ajustes entre volante e banco, além de regulagem no banco, possibilitando aproximação da posição podendo o piloto regular como se sentir mais confortável. O volante também poderia ter regulagem na altura e profundidade.

Para o alívio das dores nos punhos, sugere-se aprimorar o sistema de amortecimento do veículo e alterar o formato do volante bem como redimensioná-lo em diâmetro específico e com raios de pega, os quais facilitam na dirigibilidade e também evitam que as mãos deslizem quando o volante estiver sujo e/ou molhado.

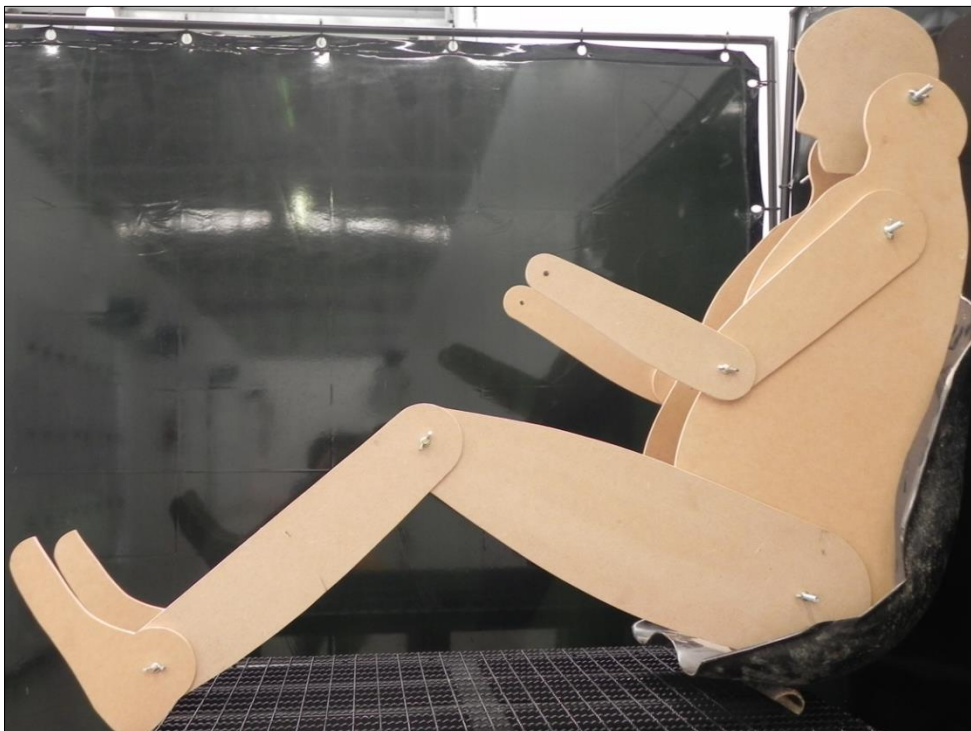
Quanto à melhora da visibilidade do painel e *displays*, sugere-se alteração do *layout* do volante ou do painel. Ao redimensionar o painel, deverão ser levados em consideração os mostradores indicados pelo piloto como sendo os mais importantes. Estes mostradores devem ser posicionados nos cones de visão ótimos, conforme apresentado no estudo.

4.6.1 Protótipo/manequim

Para auxiliar no projeto do novo veículo foi confeccionado um protótipo/manequim no percentil 99% com chapas de MDF e a partir deste deve-se projetar a estrutura externa da gaiola (FIGURA 24).

Em todas as articulações do manequim foram fixados parafusos com porcas, tipo borboleta para facilitar a movimentação das partes e posicioná-las nos ângulos de conforto recomendados. A partir da fixação dos ângulos, o protótipo deve ser posicionado sobre o assento e então a construção do veículo será iniciada utilizando canos de PVC.

Figura 24 – Protótipo/manequim



Fonte: Autora (2015).

Nesta etapa serão avaliadas as restrições do projeto, considerando as regras e normas do regulamento do Baja SAE Brasil e também a limitação das peças do veículo atual, que serão reutilizadas, tais como suspensão, motor, CVT, dentre outras.

4.7 Estudos futuros

Como proposta para futuros estudos que foi percebida com o desenvolvimento deste trabalho deve ocorrer uma efetiva interação entre o piloto e o veículo. Uma abordagem mais específica em relação as melhorias do assento do veículo proporcionariam benefícios ao usuário, além de avaliar quantitativamente a vibração que o piloto absorve, provenientes do movimento do veículo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho proporcionou uma análise ergonômica no veículo do projeto de extensão Baja SAE Brasil da Univates, no período de agosto a setembro de 2015, visando identificar problemas ergonômicos e propor melhorias, com o objetivo de reduzir dores e fadiga no piloto e almejar melhores resultados nas avaliações de conforto nas competições.

Pode-se assegurar que este estudo apresentou diversos fatores que não foram considerados na concepção do projeto do veículo, a qual era focada restritamente ao desempenho, resistência e competitividade. No entanto, neste trabalho foi levado em consideração o elemento fundamental do veículo, o condutor, pois é a partir da sua operação que o carro vai ou não atingir o objetivo proposto pelo projeto.

Em uma análise ergonômica, em que se avalia o sistema homem-máquina-ambiente com a participação efetiva do usuário é possível identificar a sua satisfação, sentindo-se importante e como parte integrante do projeto.

Primeiramente, deve-se focar a atender o principal item de demanda ergonômica, que é o aumento do ambiente interno do veículo, e, a partir dele, há a possibilidade de implementar as demais melhorias propostas.

A equipe do projeto demonstrou grande interesse e entusiasmo ao participar do estudo, pois perceberam o quão importante é a avaliação ergonômica para o projeto de um veículo. O piloto foi o mais interessado, pois alegou nunca ter sido

questionado referente à sua posição no veículo, se lhe proporcionava conforto ou não.

Os objetivos propostos no trabalho foram atingidos, com a aplicação do estudo homem-máquina-ambiente foi possível identificar as demandas ergonômicas necessárias para integrarem o escopo do projeto do novo veículo, visando proporcionar maior conforto e segurança aos pilotos.

Algumas peças e partes do veículo atual serão reutilizadas no novo veículo, isso representa limitações para implantação de todas as demandas ergonômicas necessárias. No entanto o estudo poderá ser ampliado para os próximos veículos a serem projetados pela equipe do Projeto de Extensão Baja SAE Brasil.

É importante destacar que a implantação de melhorias ergonômicas no veículo proporcionarão maior conforto e segurança aos pilotos e consequentemente refletirá em melhor desempenho do sistema homem-máquina-ambiente.

REFERÊNCIAS

BALBINOT, Alexandre; TAMAGNA, Alberto. Avaliação da transmissibilidade da vibração em bancos de motoristas de ônibus urbanos: um enfoque no conforto e na saúde. **Revista de Engenharia Biomédica**, v. 18, n.1, p. 31-38, jan./abr. 2002.

CHEMIN, Beatris F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015.

CORLETT, E. N.; MANENICA, I. **The effects and measurement of working postures**. Applied Ergonomics, v. 11, p. 7-16, 1980.

DUARTE, Rafael. S. **Estudo da Aplicação de Tecnologias Interativas para Customização em Massa na Indústria Automotiva**. 2014. 254 f. Monografia (Pós Graduação) – Escola de Engenharia Programa Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.pgdesign.ufrgs.br/publicacoes/>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

FILHO, João. G. **Ergonomia do Objeto: Sistema Técnico de Leitura Ergonômica**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2010.

GIL, Carlos. A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GONÇALVES, Érica. C. **Constrangimentos no Posto do Motorista de Ônibus Urbano Segundo a Visão Macroergonômica**. 2003. 94 f. Monografia (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3599?locale=pt_BR - >. Acesso em: 20 mar. 2015.

GOODAL, Stephen; SCHNABEL, D. (2015). Disponível em: <<http://www.boldride.com/ride/1914/ford-model-t#gallery/2>>. Acesso em: 07 dez. 2015.

GRANDJEAN, E.; KROEMER, K. H. E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

IIDA, Iida. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

LARICA, Neville. J. **Design de Transportes: Arte em função da mobilidade**. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2003.

MEDEIROS, Cindy. R. P. X. **Avaliação do Cockpit de Veículos Automotores do Transporte de Carga: Método Apoiado na Ergonomia e na Usabilidade**. 2004. 257 f. Monografia (Pós Graduação) – Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004. Disponível em: <http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_029.pdf> - Acesso em: 20 mar. 2015.

MENDES, Cauê (2009). Disponível em: <<http://automoveisdemais.blogspot.com.br/2009/05/o-primeiro-carro-inventado.html>> - Acesso em 07 dez. 2015.

MORAES, Anamaria; MONT'ALVÃO, Cláudia. **Ergonomia Conceitos e Aplicação**. 3. ed. Rio de Janeiro: IUSER, 2003.

OWEN, Richard, (2010). Disponível em: <<http://www.supercars.net/PicsiewPic=y&source=gal&uID=119513&gID=2364&pgID=4&pID=916567&first=true>>. Acesso em: 07 dez. 2015.

PALMER, C. **Ergonomia**. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 2000.

PIRES, Licínia; RIO, Rodrigo. P. **Ergonomia Fundamentos da Prática Ergonômica**. São Paulo: LTr, 2001.

PIZO, C.A. et. al. Análise ergonômica do trabalho. São Paulo: LTr, 2001. **Revista Produção**, v. 20, n.4, p. 657-668, out./dez. 2010.

ROZESTRATEN. Reinier. J. A. Ergonomia veicular do século XX. 2006. 8 f. **Revista Psicologia: Pesquisa & Transito**, v. 2, nº 1. Campo Grande, 2006. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/ppet/v2n1/v2n1a07.pdf>> - Acesso em 08 abr. 2015.

SAAD, Viviane, L. **Análise ergonômica do trabalho do pedreiro: assentamento de tijolos**. 2008. Monografia (Pós graduação) – Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós Graduação em engenharia de produção, área de concentração: gestão indústria, da gereência de pesquisa e pós-graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, outubro de 2008. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/89/Dissertacao.pdf>>. Acesso em 07 dez. 2015.

SCHNABEL, Darin, (2015). Disponível em: <<http://www.boldride.com/ride/1948/tucker-48#gallery/3>>. Acesso em 07 dez. 2015.

TANABE, Alexandre. Y. **Ergonomia no Processo de Desenvolvimento do Automóvel**. 2014. 103 f. Monografia (Graduação) – Engenharia de Produção, Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2014/09/TF-versao-final.pdf>> - Acesso em 12 abr. 2015.

TOMAZI, Arno. **Desenvolvimento e Aplicação de Modelo de Gestão Ergonômica para uma Empresa da Indústria Metalúrgica**. 2011. 114 f. Monografia (Mestrado) – Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/Arno%20Tomasini%20.pdf>> - Acesso em 15 abr. 2015.

WEERDMEESTER, Beernard; DUL Jan. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

ZELNIK, Martin; PENERO, Julius. **Dimensionamento Humano para Espaços Interiores**. Barcelona: Printed in Spain, 2002.

ZIGNANI, Giuvani. I. **Análise macroergonômica do trabalho em empresa do ramo alimentício do Vale do Taquari**. 2012. 83 f. Monografia (Graduação) – Centro Universitário Univates Curso de Engenharia de Produção, Lajeado, 2012.