

DEFINIÇÃO DE UM PERFIL ANTROPOMÉTRICO QUE REPRESENTA A POPULAÇÃO DE MOTORISTAS DE CAMINHÃO NO BRASIL

Paulo Eduardo Fragoso¹

Rafael Carlos N. Alves²

Tamara do Vale Ormindo³

Vicente Ferreira⁴

RESUMO

Este artigo tem como objetivo definir um perfil antropométrico que represente a população de caminhoneiros brasileiros. Atualmente encontra-se disponível para a indústria automotiva a utilização de softwares de análise ergonômica no desenvolvimento de produtos, dentre os quais o software RAMSIS (Rechnergestütztes Anthropologisch Mathematisches System zur Insassen-Simulation). Este fornece alguns manequins virtuais padronizados como, por exemplo, o que representa a população da América do Sul. Para verificar se este manequim previamente fornecido representava a população de caminhoneiros, foi realizado um levantamento estatístico no qual caminhoneiros foram medidos, e os dados utilizados para criar um novo manequim virtual que representasse esta população. Os resultados obtidos mostraram diferenças significativas se comparado ao manequim padrão do software. Para avaliar a eficácia no novo manequim, foram analisados dois casos de desenvolvimento de um suporte para alavanca de mudanças de um caminhão automatizado. No primeiro caso utilizou-se o manequim padrão do software para definir a posição da alavanca. No segundo, foi utilizado o manequim obtido através de levantamento estatístico. Os dois casos foram postos à prova em um júri. O resultado mostrou que o segundo caso foi o melhor atendendo às expectativas dos avaliadores.

Palavras – Chaves: Perfil antropométrico. RAMSIS, manequim, levantamento estatístico.

¹ AEDB. Faculdade de Engenharia de Resende. Aluno do Curso de Engenharia de Produção Automotiva.
E-mail: pefragoso@gmail.com

² AEDB. Faculdade de Engenharia de Resende. Aluno do Curso de Engenharia de Produção Automotiva.
E-mail: rafacnalves@hotmail.com

³ AEDB. Faculdade de Engenharia de Resende. Aluna do Curso de Engenharia de Produção Automotiva.
E-mail: tamaradovale@hotmail.com

⁴ AEDB. Mestre em Engenharia Mecânica Universidade de Taubaté. Professor da Associação Educacional Dom Bosco. E-mail: ferreiravicente@gmail.com

1 Introdução

É padrão de trabalho da indústria automotiva atual a utilização de softwares CAD em projetos de seus produtos. Dentre os softwares, os mais comuns são o CATIA e o NX, ambos são utilizados para a construção e modificação de peças antes de serem produzidas. Depois de modeladas, as peças são desenhadas para documentação, e então passam a ser produzidas.

Junto ao software CATIA, para estes projetos também se utiliza um software chamado RAMSIS. Este software funciona como uma adição ao CATIA, e tem como principal característica a predição da postura mais provável de utilização de um item automotivo, dado o ambiente a sua volta e as tarefas que se deseja cumprir.

O manequim do RAMSIS é definido por uma tipologia antropométrica característica, isto quer dizer que ele trabalha com grupos de população que levam em conta sexo, idade, nacionalidade e ano de referência (para crescimento secular), e também trabalha com tipos físicos, que considera a altura, as proporções do corpo e a massa corporal.

Quando se trata de antropometria, vários fatores que influenciam as diferenças antropométricas devem ser considerados. Um desses fatores são as atividades que os indivíduos da população em estudo exercem.

De acordo com Moraes (1983 apud Pequini, 2005, p. 8.12), na mesma população nacional, existem diferenças de medidas. Ela exemplifica comparando motorista de caminhão com bibliotecários, professores e artistas, pois o motorista é, em geral, mais forte e musculoso que os outros citados.

Em uma montadora de caminhões, durante a utilização do RAMSIS para a realização de análises ergonômicas do produto, surgiram questionamentos quanto à legitimidade antropométrica do manequim padrão do software. Para saber se os dados utilizados como medidas do manequim eram cientificamente aderentes à realidade brasileira, dever-se-ia ter uma contraprova, medindo-se a população de caminhoneiros brasileiros.

O objetivo deste trabalho é definir através de análise estatística um perfil antropométrico que represente a população de caminhoneiros do Brasil. Para atingi-lo foram medidos uma quantidade de caminhoneiros, o que através de tratamentos estatísticos possibilitou a extração do padrão desejado.

A eficácia das ações tomadas foram mais tarde avaliadas em um projeto de instalação de uma alavanca de mudanças em um caminhão. Duas situações foram montadas na forma de protótipos e avaliadas comparativamente. Cada situação foi projetada com diferentes manequins, uma utilizando o padrão do software e outra utilizando os dados levantados.

Através dos resultados obtidos em avaliação real dos protótipos, confirmou-se que a proposta desenvolvida a partir dos dados antropométricos medidos se mostrou mais robusta e próxima da realidade brasileira.

2 Desenvolvimento

2.1 RAMSIS

Como dito anteriormente, RAMSIS é a abreviação da sigla em alemão *Rechnergestütztes Anthropologisch-Mathematisches System zur Insassen-Simulation*, que significa Sistema para Simulação de Ocupante Antropológico-Matemático Auxiliado por Computador.

Este software foi desenvolvido nos anos 80 pela TECMATH GmbH em Kaiserslautern na Alemanha, em associação com o Departamento de Ergonomia (Lehrstuhl für Ergonomie) da Universidade de Munique, com recursos iniciais provenientes da indústria automotiva alemã.

Seu objetivo inicial era prover uma ferramenta mais robusta do que o padrão bidimensional comumente utilizado, a saber, SAE J826.

Atualmente RAMSIS é a ferramenta de ergonomia do produto em mais de 75% da indústria automotiva, entre seus usuários estão Audi, BMW, Daewoo, Daimler, Dornier, Ford, Freightliner, General Motors, Honda, Mazda, Opel, Porsche, Renault, Rover, Saab, Samsung, Scania, Seat, Skoda, Volkswagen e MAN.

O RAMSIS trabalha com um manequim geométrico-cinemático probabilístico, ele determina a postura mais provável para diferentes tarefas a serem calculadas e remove a incerteza dos ajustes de posição pré-determinados. Há ainda um modelo de análise de conforto, que indica comparativamente melhorias em um projeto.

O ajuste do manequim para execução de uma tarefa é feito automaticamente, o usuário deve apenas indicar qual tarefa ele deseja que o manequim execute, e os modelos de postura e probabilidade garantem que uma posição correspondente ocorra na realidade.

Adicionalmente, RAMSIS contém outras ferramentas que possibilitam a análise de questões específicas, como por exemplo, a ferramenta de campo de visão, onde o usuário pode ver o ambiente virtual a partir dos olhos do manequim, e analisar possíveis áreas encobertas por um componente.

Outro exemplo é a ferramenta de análise de alcance dos membros, com ela é possível a visualização da superfície de alcance de certa seleção de links dos membros (ombro-cotovelo ou ombro-indicador), os cálculos são baseados na cinemática do manequim.

O manequim do RAMSIS é definido por uma tipologia antropométrica característica, isto quer dizer que ele trabalha com grupos de população que levam em conta sexo, idade, nacionalidade e ano de referência (para crescimento secular), e também trabalha com tipos físicos, que considera a altura, as proporções do corpo e a massa corporal.

2.2 PERCENTIS

A distribuição das medidas corporais dentro de uma determinada população é chamada de percentil. O percentil de uma medida corporal tem as seguintes propriedades:

A medida em questão de tamanho x percentil é menor que ou igual a x percentil, enquanto os outros $(100-x)$ são maiores que x percentil. Em outras palavras, se uma medida corresponde ao 20º percentil, 20% da população em questão têm medidas iguais ou menores a esta, os outros 80% têm medidas maiores que este valor.

Consequentemente, o tamanho do segmento populacional controlado por esta medida (medida de controle) é x percentil (limite inferior) e $100-x$ percentil (limite superior). Isto também representa a probabilidade de se encontrar uma pessoa que está dentro destes limites, por exemplo, para uma curva normal, o valor mais comum sempre está no 50º percentil.

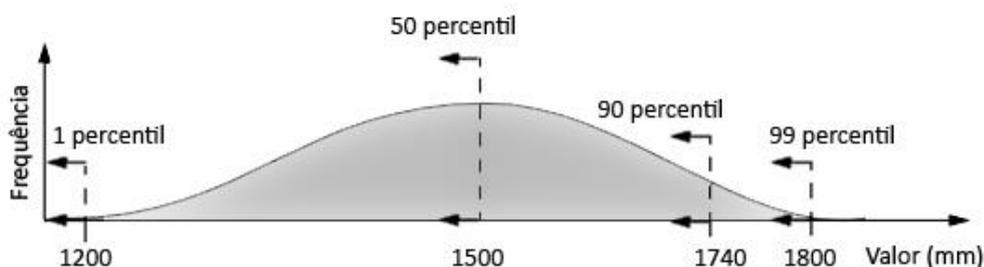


Figura 1 – Gráfico estatístico da análise antropométrica dos caminhoneiros

2.3 ANTROPOMETRIA

Antropometria é a ciência que trata da medição do corpo humano. Geralmente a coleta das medidas é feita com réguas antropométricas, fitas métricas e uma balança. Atualmente a coleta de dados também pode ser feita via scanner, porém o peso continua sendo com balança.

Existem diferentes pontos do corpo que podem ser medidos, cada autor propõe a sua medição dependendo de sua necessidade. Para este estudo, os pontos a serem medidos foram àqueles necessários ao software RAMSIS.

Estas informações estão condensadas em um manual chamado *RAMSIS Anthropometric Measurement Definitions* (Dr. Hartmut J. Speyer) que trás imagens e explicações do que deve ser medido. As definições neste manual tem como base o *Anthropologischer Atlas Bernd Flügel, Holle Greil, Karl Sommer Minerva-Edition Wissen – 1986*

Abaixo, listadas as partes do corpo medidas:

- Altura do corpo
- Altura sentado
- Altura da cabeça
- Largura da cabeça
- Profundidade da cabeça
- Comprimento do pescoço
- Largura do ombro (deltoide)
- Comprimento do braço
- Comprimento do antebraço com mão
- circunferência do antebraço
- Largura do peito
- Profundidade do peito
- Circunferência da cintura
- Largura da pelvis
- Largura do quadril
- Comprimento nádega Joelho
- Altura do joelho (sentado)
- Altura do pé
- Comprimento do pé

- Largura do pé
- Circunferência do braço
- Circunferência da panturrilha
- Circunferência da coxa

3 METODOLOGIA

3.1 DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Para se levantar os dados antropométricos, primeiro dever-se-ia saber:

a) O que deveria ser medido;

Quais medidas devem ser tomadas em um levantamento antropométrico dependem muito do que se deseja obter, obviamente neste caso, as medidas a serem tomadas são aquelas que são input para o software ergonômico.

b) Como deveria ser medido;

Por uma questão de mobilidade e custos, optou-se pela obtenção dos dados via trena, régua e balança.

Outra questão de suma importância era garantir que todos os dados seriam colhidos sem que se esquecesse de nenhum, pois este é o ponto fraco da medição convencional, o fator humano. Para tanto foi desenvolvido um pequeno programa em Excel que controlava qual dado deveria ser medido pelo antropometrista, e este programa automaticamente indicava o passo seguinte quando o anterior havia sido preenchido. Terminada a medição, os dados eram enviados para um banco de dados em Excel, que mais tarde poderiam ser facilmente acessados.



Figura 2 – Análise antropométrica

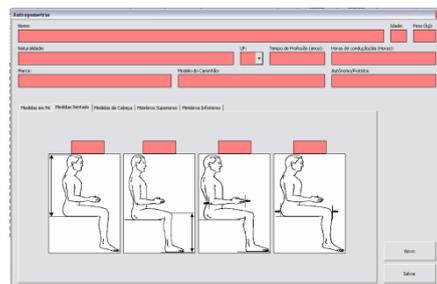


Figura 3 - Software de controle

c) Como ser o mais geograficamente abrangente possível:

Uma possibilidade que se revelou palpável para este projeto, foi a utilização de uma estrutura já pronta chamada “Caravana Siga-bem”. Este é um projeto que a cada ano conta com diferentes patrocinadores, dentre os principais estão a Petrobrás, o governo brasileiro através do BNDES e a cada ano, uma montadora de caminhões diferente. No ano de 2012 a patrocinadora foi a MAN – Latin America, e o patrocínio dá o direito de uso da estrutura para os mais diversos fins, desde test-drives até apresentações de teatro.

Esta caravana percorre uma série de estados brasileiros, o que é realmente importante para se garantir a proximidade com a realidade além de uma abrangência geográfica ampla nas medições antropométricas.

d) Quem deveria medir:

Como mobilidade era um fator muito relevante neste projeto, às medições deveriam ser feitas pela equipe da Caravana siga-bem, e para que isto fosse realizado, um treinamento de como se tomar as medidas foi realizado, e explicações de como preencher o programa em Excel também foram dadas.

3.2 MANEQUIM

Após 6 meses de levantamento, 343 caminhoneiros foram medidos e os dados compilados em um banco de dados. Este levantamento representa 0,01% da população estimada de caminhoneiros brasileiros (dados de 2011 ANFAVEA caminhões emplacados 2,6 milhões e estimativa de 1,4 caminhoneiros por veículo). Com estes dados em mãos foi possível, utilizando o software Excel, extrair para cada parte do corpo medida os percentis desejados 5°, 50° e 95°.

Os percentis 5° e 95° se fazem necessários para atender a norma SAE J826, a qual estipula uma faixa de 90% da população para utilização do projeto automotivo, a partir do 5° percentil. Já o 50° percentil tem sua importância, por se tratar da maior probabilidade de ocorrência.

Tabela 1 – Medidas para 95º percentil do manequim América do Sul

Item	Medida (mm)
Altura do corpo	1840,0
Altura sentado	963,2
Altura da cabeça	255,2
Largura da cabeça	176,2
Profundidade da cabeça	213,2
Comprimento do pescoço	113,4
Largura do ombro (deltoide)	538,2
Comprimento do braço	384,7
Comprimento do antebraço com mão	527,2
Circunferência do antebraço	326,8
Largura do peito	388,4
Profundidade do peito	307,2
Circunferência da cintura	1240,6
Largura da pélvis	379,2
Largura do quadril	404,2
Comprimento nádega-jelho	673,6
Altura do joelho (sentado)	583,4
Altura do pé	92,0
Comprimento do pé	282,2
Largura do pé	117,6
Circunferência do braço	368,2
Circunferência da panturrilha	450,0
Circunferência da coxa	623,3



Figura 4 – Manequim 95º Percentil modelado no RAMSIS América do Sul

3.3 PREMISSAS PARA O PROJETO DA ALAVANCA

3.3.1 POSICIONAMENTO COM “MANEQUIM AMERICA DO SUL”

Para a primeira proposta do projeto o manequim utilizado foi o padrão para América do sul. Como tipologia antropométrica para este modelo, utilizou-se a população sul-americana. Estes dados já vem inclusos no software, e segundo bibliografia do mesmo, estes foram compilados das Fontes Jürgens, Aune, Pieper, Internationaler Anthropologische Datenatlas, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven 1989 , além disso, os dados foram normalizados e extrapolados para o ano 2000.

Tabela 2 – Medidas para 95º percentil do manequim de caminhoneiros brasileiros

Item	Medida (mm)
Altura do corpo	1855,3
Altura sentado	992,7
Altura da cabeça	237,1
Largura da cabeça	160,5
Profundidade da cabeça	200,6
Comprimento do pescoço	107,5
Largura do ombro (deltoide)	481,4
Comprimento do braço	345,7
Comprimento do antebraço com mão	482,9
Circunferência do antebraço	276,9
Largura do peito	298,8
Profundidade do peito	215,7
Circunferência da cintura	1055,1
Largura da pélvis	301,9
Largura do quadril	371,1
Comprimento nádega-j Joelho	621,8
Altura do joelho (sentado)	581,7
Altura do pé	77,2
Comprimento do pé	264,9
Largura do pé	102,5
Circunferência do braço	248,5
Circunferência da panturrilha	351,0
Circunferência da coxa	543,8



Figura 5 – Manequim 95º Percentil modelado no RAMSIS caminhoneiro brasileiro

Tendo sido feita a primeira proposta com estas premissas, um resultado de suporte foi modelado, e depois transformado em uma peça protótipo e instalada no assoalho do caminhão.

3.3.2 POSICIONAMENTO COM MANEQUIM “CAMINHONEIRO BRASILEIRO”

A segunda proposta de alavanca de mudanças foi projetada com o manequim “caminhoneiro brasileiro”.

Este manequim possuía uma característica muito diferenciada no que toca o alcance dos membros superiores, se comparado ao manequim America do sul. Esta diferença no alcance dos membros superiores também foi identificada em outra pesquisa antropométrica, cito:

Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.6, p.983-988, 2002

ISSN 0103-8478

Recebido para publicação em 30.04.01. Aprovado em 30.01.02

983

ANTROPOMETRIA APLICADA AOS OPERADORES

DE TRATORES AGRÍCOLAS

ANTHROPOMETRICS APPLIED TO THE AGRICULTURAL

TRACTORS OPERATORS

José Fernando Schlosser

Henrique Debiasi

Geovano Parcianello

Lisandro Rambo

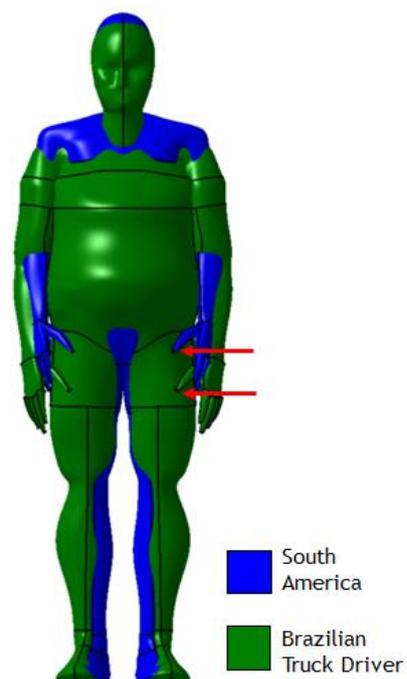


Figura 6 – Comparativo: Alcance das mãos para 95º percentil América do Sul X caminhoneiro brasileiro

3.3.3 AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS

Para se confirmar os resultados obtidos em ambiente virtual, solicitaram-se duas cabines protótipo, cada qual com uma instalação de alavanca de mudanças como definidas em projeto.

Após a sua montagem, ambas foram postas lado a lado, e um grupo de pessoas selecionadas foi convidada a entrar nestes protótipos para avaliar o posto de trabalho do motorista comparativamente.

Foi fornecido aos participantes uma matriz com perguntas para facilitar a avaliação e a pontuação dos fatores que estes julgassem positivos ou negativos. Terminadas as avaliações, as pontuações foram comparadas, e por uma larga margem de pontos a proposta do “caminhoneiro brasileiro” foi escolhida como a melhor dentre as duas.

Os pontos diferenciais identificados com maior frequência foram a altura da alavanca e o posicionamento “exatamente abaixo das mãos”, confirmando que o comprimento dos membros superiores era o ponto mais discrepante entre os manequins utilizados.

4. Conclusão

Através dos resultados obtidos foi possível concluir que existe uma diferença significativa entre o perfil antropométrico dos caminhoneiros brasileiros e da população da América do Sul. A principal diferença observada foi em relação aos membros superiores. Esta diferença foi confirmada através de protótipos, onde o padrão mais próximo à realidade foi do levantamento estatístico.

DEFINITION OF AN ANTHROPOMETRIC THAT REPRESENT THE POPULATION OF TRUCK DRIVERS IN BRAZIL

Paulo Eduardo Fragoso¹

Rafael Carlos N. Alves²

Tamara do Vale Ormindo³

Vicente Ferreira⁴

ABSTRACT

This article aims to define an anthropometric profile that represents the population of Brazilian truck. It is currently available for the automotive industry using software ergonomic analysis in product development, among which software RAMSIS (Rechnergestütztes Anthropologisch Mathematisches System zur Insassen-Simulation). This provides some standardized virtual mannequins as, for example, what is the population of South America To check if this dummy frontloaded represented the population of truck drivers, we conducted a statistical survey in which truckers were measured, and the data used to create a new virtual mannequin that is represented in this population. The results showed significant differences compared to dummy standard software. To assess the effectiveness of

the new dummy, two cases were analyzed for developing a shift lever support a truck automated. In the first case we used the standard mannequin software to define the position of the lever. In the second, we used the dummy obtained through statistical. The two cases were tested on a jury. The result showed that the second case was the best meeting the expectations of the evaluators.

4 Referências Bibliográficas

- Anthropologischer Atlas Bernd Flügel, Holle Greil, Karl Sommer Minerva-Edition Wissen – 1986.
- DEBIASI, Henrique et al. Antropometria aplicada aos operadores de tratores agrícolas. Ciência Rural, Santa Maria, 30 de Jan de 2002.
- Jürgens, Aune, Pieper, Internationaler Anthropologische Datenatlas, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven 1989.
- PEQUINI, Suzi Mariño. Ergonomia aplicada ao design de produtos: um estudo de caso sobre o design de bicicletas. 2005. 675 p. Tese (doutorado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
- RYAN, T.: Estatística Moderna para a Engenharia. Editora Elsevier, 2009.
- SAE J 826; Defining and measuring vehicle seating accommodation 1995 - SAE Society of Automotive Engineers
- SIQUEIRA, C.A.A: Um estudo antropométrico de trabalhadores brasileiros. Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ,1976.