

Levantamento antropométrico: o Brasil ainda precisa ter o seu?

Anthropometric Survey: Does Brazil still need one?

Lia Buarque de Macedo Guimarães

PH.D., CPE - Departamento de Engenharia de Produção-UFRGS

Patrícia Klaser Biasoli

Departamento de Estatística-UFRGS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS

Praça Argentina, nº9 – Porto Alegre-RS, Brasil

liabmg@ppgep.ufrgs.br

Palavras-Chave: antropometria, levantamento, tecnologia informacional

Resumo

Este artigo compara os dados de três levantamentos antropométricos (um americano, um do Rio de Janeiro e da John Deere Brasil, RS) aborda a questão da utilização de dados estrangeiros nos projetos brasileiros e discute a necessidade de investir em antropometria tradicional, tendo em vista a antropometria mais barata, rápida e dinâmica da era informacional.

Key words: anthropometry, survey, informational technology

Abstract

This paper compares data from three antropometric surveys (an american, one from Rio de Janeiro and the third from John Deere Brasil established in Rio Grande do Sul), discusses the use of foreign data in brazilian projects and questiones the development of traditional antropometric surveys considering the new trends in informational technology which makes new antropometry cheaper, faster and more dynamic.

Introdução

Apesar da inserção cada vez maior que a ergonomia vem tendo no Brasil, ainda há quem pense nela como sinônimo de antropometria. Principalmente quando se fala em design e ergonomia, a primeira idéia que vem em mente é a necessidade de um levantamento antropométrico para sanar os problemas de um produto. Realmente, a antropometria pode ser

considerada como uma das ferramentas básicas para análise e projeto de todo o entorno físico relacionado aos seres humanos (Roebuck Jr., et al., 1975; Diffrient, et al., 1978; Diffrient, et al., 1981 a, 1981b; Pheasant, 1986; Panero e Zelnick, 1993; Roebuck Jr, 1993). Como o desempenho humano está geralmente relacionado com as questões físicas, elas acabam por interferir com as questões fisiológicas e psicológicas relacionadas à percepção de segurança, conforto e adaptabilidade. De acordo com Roebuck (1993), a

antropometria serve para: avaliar posturas e distâncias para alcance de controles; especificar os espaços livres necessários para separar o corpo humano de fontes de perigo (por exemplo, de equipamentos ao redor); dimensionar objetos e elementos de forma que não restrinjam os movimentos. A antropometria também tem relação com as questões biomecânicas, tais como forças e torques durante manuseio de materiais, serve como base de projetos de ferramentas e manípulos, para a confecção de vestuário, postos de trabalho e produtos em geral.

A antropometria tradicional usava antropômetros, réguas, esquadros etc para medir distâncias entre pontos pré-definidos, e os dados eram disponibilizados na forma de tabelas antropométricas. Nesta época, os projetos eram dimensionados com os sujeitos em situação estática, e os ajustes que deveriam ser feitos para o dia a dia em situação real, que só são visíveis em 3 dimensões (3D), tinham que ser feitos após o desenho inicial, simulando o real por meio de *mockups* ou vivenciando o real, por meio de protótipos. Mas, hoje em dia, a antropometria vem se modernizando, a partir da tendência atual para uma visão mais sistêmica de desenvolvimento de projetos, puxada pela engenharia simultânea (Prasad, 1996) e pela macroergonomia (Hendrick, 1990; Hendrick e Kleiner, 2000). A meta da engenharia concorrente (ou simultânea) é efetuar a análise bem cedo do processo ou produto em desenvolvimento, antes de gastar uma soma considerável de insumos em *mockups*, protótipos etc. A análise de produtos deve considerar, além da aplicação específica, predições de uso não corriqueiro, posturas durante a operação com o produto e durante relaxamento por pessoas das mais diversas idades e biotipos. Assim, os cuidados implícitos nos levantamentos antropométricos tradicionais, o custo de um levantamento e tabulação de dados de uma população e, principalmente, a questão da movimentação, do dinamismo que os dados precisariam suportar na situação real de uso de produtos e processos, exigiu a revisão da antropometria nos moldes tradicionais em favor

do modelamento matemático em antropometria e da utilização de tecnologia de imagem para levantamento de dados. Entre outras tecnologias, pode-se destacar o modelamento por meio de CAD (*computer-aided design*), que exigiu novos meios de visualização em 3D e manipulação estatística de dados para simular as mais diversas situações. Isto, porque em 3D, as dimensões não podem mais ser definidas em termos de um único dado de diâmetro, comprimento ou circunferência mas, sim, precisa permitir identificar as articulações em um dado local do espaço e centros de rotação para definir o contorno do corpo em movimento. Hoje, é possível inferir sobre qualquer população a partir de um conjunto de equações que descrevem, de forma geral, as dimensões desta população e um conjunto de coordenadas que movimentam esta população em um dado espaço. A evolução da tecnologia de modelamento foi acompanhada da evolução na tecnologia de levantamento de dados: fotografia digital, lasers, vídeo estéreo, luz estruturada etc. Uma descrição detalhada destas tecnologias de levantamento de dados pode ser encontrada em Roebuck (1993).

Mas, mesmo aceitando-se que o modelamento em 3D é realmente a tendência, a reinterpretação da antropometria tradicional é difícil, mesmo para os ergonomistas, mais familiarizados com a antropometria do que muitos designers. Os esforços de atuação da macroergonomia e design participativo cada vez mais concentrados no sistema ao invés do posto de trabalho não foram suficientes, até agora, para esclarecer que a antropometria é uma ferramenta de projeto, cada vez mais disponível em função da tecnologia da informática. Além disso, designers e ergonomistas brasileiros poderão questionar a viabilidade dos novos softwares antropométricos já que eles não consideram as “medidas do homem brasileiro”. Mas quem é ele? Na busca pelo projeto com parâmetros brasileiros, o projetista considera que há muito poucos levantamentos brasileiros disponíveis (INT, 1988), principalmente com medidas da população feminina e optam por efetuar um, de

pequeníssimo porte e sem nenhum cuidado estatístico.

Moraes (1994) já chamava a atenção para o fato de que não se improvisam levantamentos antropométricos e que é possível utilizar dados de uma população em um projeto voltado para uma outra população, inclusive a brasileira. Isto, porque as diferenças intrapopulacionais são maiores que as diferenças interpopulacionais, porque a variabilidade interna de uma população (σ_1) tende a ser maior que a variabilidade da diferença entre duas populações ($\sigma_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$) (Roebuck, 1975). Os cétricos, no entanto, consideram a utilização de dados estrangeiros uma medida temerária e acabam por efetuar “levantamentos caseiros com meia dúzia de indivíduos” na busca da medida para seu projeto. “São poucas pessoas mas, pelo menos, são brasileiras...”. Ao fim do projeto notam que algo não deu certo. E a razão é que provavelmente tanto a amostragem foi ruim, quanto os equipamentos de medição, a seleção das variáveis e a utilização das mesmas no projeto.

Outra questão que, hoje, se coloca, a respeito dos levantamentos tradicionais, é como adequar medidas estáticas, tabeladas, em projetos para uso por pessoas reais, que se movem, mudam de posturas, atuam em diferentes atividades, crescem, engordam, encolhem...? A maioria dos levantamentos antropométricos representa uma dada população em um dado momento (levantamento transversal). Dificilmente os indivíduos são acompanhados enquanto envelhecem (que seria um levantamento longitudinal). Como consequência, nota-se uma diferença muito grande de um levantamento para outro já que as populações mudam em função das mortes, nascimentos, envelhecimento, hábitos alimentares, condição da qualidade de vida etc. Estes fatores devem ser considerados sempre que se pretender efetuar um levantamento em uma dada região ou uma dada empresa, ou sempre que se questionar a precisão e pertinência de dados.

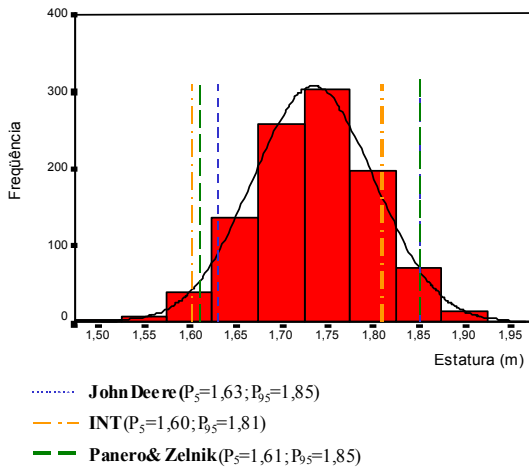
Comparação de algumas variáveis levantadas na empresa com uma pesquisa estrangeira e uma brasileira

Apesar da tecnologia de modelamento disponível, o levantamento antropométrico continua em voga. Na falta do famoso levantamento da população brasileira, algumas empresas efetuaram um levantamento de sua população trabalhadora (Iida e Wierzbicki; 1973; Iida, 1992). Recentemente, a John Deere Brasil[®], uma empresa do setor de máquinas agrícolas sediada em Horizontina, Rio Grande do Sul, optou por realizar um, só que com suporte de equipamento de levantamento de última geração (fotografia digital a ser analisada pelo sistema *Peak Motus*[®] (*Peak Performance Technology, Inc.*). O levantamento foi feito pela equipe do Laboratório de Biomecânica da UDESC (SC) e os dados ainda estão sendo processados. Em paralelo ao levantamento antropométrico, foi feita uma análise descritiva (técnica estatística) dos dados (peso e estatura) disponíveis no setor médico da John Deere Brasil[®] para posterior comparação com dados de outras populações. Tendo em vista que é possível comparar dados de duas populações similares e encontrar semelhanças com pouca margem de erro (Iida, 1992; Moraes, 1994), as distribuições de peso e estatura dos funcionários da John Deere Brasil[®] a partir de 18 anos de idade foram comparadas com os percentis americanos, na faixa de 18 a 79 anos tabulados por Panero e Zelnik (1993) e da População Economicamente Ativa (PEA) do Rio de Janeiro da faixa de idade a partir de 18 anos, tabulados pelo INT (1988). O propósito desta comparação era evidenciar as semelhanças e/ou diferenças entre dados e reforçar a hipótese de que é possível projetar com base em dados de outras populações, não havendo necessidade de levantamentos pontuais e/ou atuais.

Iida (1992) já havia comparado a estatura de 4 levantamentos (IBGE, 1997, na Região do RJ; IBGE, 1977, na Região Sul; Iida e Wierzbicki, 1973, na Região de SP) e achou uma diferença máxima de 0,4% entre essa medida. Iida (1992) comparou, também, as medidas de 5 variáveis

(estatura, altura cabeça sentado, altura joelho, comprimento nádega joelho, comprimento nádega-pé-perna estendida) de brasileiros e de alemães, homens e mulheres, e concluiu que os brasileiros são ligeiramente menores em algumas medidas e maiores em outras, mas as diferenças são sempre inferiores à 3,8%.

A *Figural* mostra a distribuição da variável estatura da população masculina da fábrica da John Deere Brasil[®] (1022 pessoas). As linhas correspondem aos percentis 5 e 95 da PEA masculina do Rio de Janeiro (INT, 1988), da população masculina encontrada em Panero e Zelnik (1993) e da população da fábrica gaúcha.



Figural distribuição da variável estatura da população masculina da John Deere Brasil[®].

A *Figura 2* mostra a distribuição da variável peso da população masculina (1022 homens) da fábrica e compara a distribuição com a estatura dos percentis 5 e 95 da população masculina economicamente ativa do Rio de Janeiro (INT, 1988) e da população masculina americana (Panero e Zelnik, 1993).

A Tabela 1 compara os valores dos percentis 1, 5, 50, 95 e 99 do peso e da estatura nas populações masculina da fábrica com os valores das populações masculina encontrados em Panero e Zelnik (1993) e da população masculina do INT (1988). A tabela permite comparar, também, os valores de algumas variáveis importantes para projetos de produto, principalmente postos de trabalho, tais como: “altura cabeça-assento”,

“altura popliteal”, “comprimento nádega-popliteal” e “comprimento nádega-joeelho” das populações masculinas do INT (1988) e Panero e Zelnik (1993).

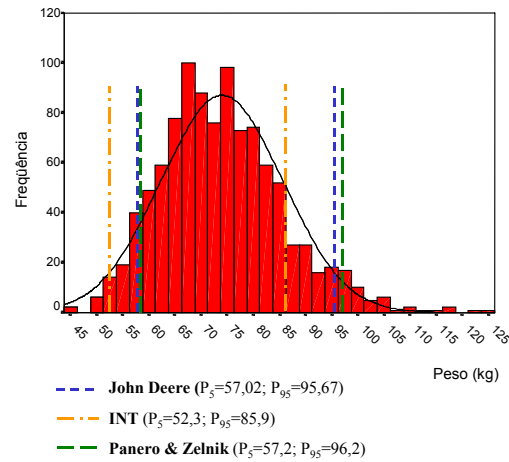


Figura 2 distribuição da variável peso da população masculina da John Deere Brasil.

Tabela 1: Dados antropométricos da população da fábrica John Deere Brasil[®], da PEA do Rio de Janeiro (INT, 1988) e da população americana (Panero e Zelnik, 1993).

Percentil	PESO (kg)			ESTATURA (m)			ALTURA cabeça-assento (m)		ALTURA popliteal (m)		COMPRIM. nádega-popliteal(m)		COMPRIM. Nádega-joeelho (m)	
	JD	INT	P&Z	JD	INT	P&Z	INT	P&Z	INT	P&Z	INT	P&Z	INT	P&Z
1	51,9	47,2	50,8	1,57	1,55	1,57	80,0	81,0	37,0	37,8	41,5	41,9	53,0	51,6
5	57,0	52,3	57,2	1,63	1,60	1,62	82,5	84,3	39,0	39,3	43,5	43,9	55,0	54,1
50	73,0	66,0	75,3	1,74	1,70	1,74	88,0	90,7	42,5	43,9	48,0	49,0	60,0	59,2
95	95,7	85,9	96,2	1,85	1,81	1,85	94,0	96,5	46,5	49,0	53,0	54,9	65,0	64,0
99	106	94,9	109	1,89	1,88	1,90	97,0	98,8	49,0	50,8	55,0	57,7	68,0	66,8

Nota-se que os valores dos percentis das variáveis, peso e estatura da população da John Deere Brasil[®] são aproximadamente iguais às da população americana (Panero e Zelnik, 1993). A diferença de estatura, quando há, para cada percentil, é de, no máximo, 1 cm, o que não pode ser considerada uma diferença relevante no dimensionamento de projetos. No caso do peso, a diferença é de no máximo 3,6 kg (3,4% a menos do que a população americana), mas apenas para o percentil 99, o que pode ser explicado pela tendência à obesidade da população americana (Macdiarmid, 1998). O que ocorreu com as duas variáveis deve se ocorrer com qualquer outra variável comparável.

Uma consideração que deve ser feita diz respeito aos dados se referirem a uma fábrica do Rio Grande do Sul, estado que, para muitos, “não

representa o Brasil”. O que se coloca, então, é: “O que é o Brasil?” “O sul não é Brasil?” “O Brasil é só o nordeste?” “Será que os dados nordestinos diferem realmente, tanto?” Não é possível responder, de imediato, a esta última pergunta. Mas o que se pode esperar é que as curvas de distribuição de peso e estatura nordestinos tenham o mesmo comportamento (já que se sabe que estas variáveis têm tipicamente distribuição normal), apesar de poderem estar um pouco deslocadas para a esquerda, por serem menores, quando comparadas com as curvas de distribuição da John Deere Brasil[®] e da população americana. Realmente, em cada percentil, a população masculina do INT (1988) tende a ter valores de estatura e peso um pouco menores em comparação com os valores da John Deere[®] e da população americana, evidenciando que as curvas de distribuição do INT (1988) devem estar deslocadas para a esquerda em relação às demais. Pelos gráficos das Figuras e Tabela 1 nota-se que os valores dos percentis do INT são sempre menores.

Um estudo sobre a equivalência dos percentis mostrou que em relação à variável estatura, as diferenças entre a John Deere e o INT são pequenas, sendo no máximo 2,4%. O percentil 50 da estatura do INT equivale ao percentil 31 da John Deere. A maior diferença aparece no percentil 95 e 99 da variável peso, onde ocorre um aumento de aproximadamente 11,4% (10 kg) do peso da John Deere em relação ao INT. No percentil 50 também ocorre uma diferença grande, aproximadamente 10,6% (7 kg). O percentil 50 do peso do INT equivale ao percentil 26 da John Deere. Estas diferenças podem ser explicadas pela mistura de populações mais baixas (no caso, possivelmente a nordestina, que era 16,6% da população amostrada seguida da população de Minas Gerais e Espírito Santo com 15,7%) no levantamento da PEA do Rio de Janeiro que, sem dúvida, é mais representativa dos “vários Brasis”. Mas o fato de não haver um levantamento nordestino não invalida o uso de dados tabelados de outras populações. A literatura em antropometria (Roebuck Jr, et al., 1975;

Diffrient, et al., 1978; Diffrient, et al., 1981 a, 1981b; Pheasant, 1986; Panero e Zelnick, 1993) sempre chamou a atenção para o uso incorreto do “homem médio” já que ele não existe, e para o correto uso de percentis (geralmente os extremos 5 e 95) de forma a atender 90% da população. Na dúvida quanto a qual percentil utilizar, deve-se assumir uma margem de segurança. No caso de não haver um levantamento nordestino, é possível errar pouco utilizando, por exemplo, o percentil 2,5 ou 1 da tabela americana, e não o tradicional percentil 5 como parâmetro inferior de projeto, já que se pode esperar que a curva nordestina esteja deslocada para a esquerda em relação às distribuições estrangeiras mais conhecidas. Da mesma forma, espera-se errar pouco ao considerar o percentil 90, e não o tradicional 95, como limite superior. Além disso, pode-se utilizar recursos computacionais para ajustar melhor os dados de várias populações. É possível resgatar, por exemplo, os dados de peso e estatura que são geralmente levantados em postos de saúde, e já foram levantados a nível nacional no Estudo Nacional de Despesa Familiar, ENDEF (IBGE, 1977). Mesmo que o ENDEF tenha sido realizado apenas um vez, a tecnologia de *forecasting* permite ajustar os dados para a atualidade e anos futuros. Mesmo que as variáveis disponíveis sejam poucas, outras variáveis correlacionadas podem ser preditas por Análise de Regressão (técnica estatística). Por exemplo as variáveis apresentadas na Tabela 1 são altamente correlacionadas com a estatura e, portanto, é possível inferir sobre os valores de cada uma delas para a população da John Deere[®] a partir o dado de estatura de cada funcionário.

Conclusão

Com base nos dados antropométricos disponíveis nas fichas médicas de toda a população da John Deere Brasil[®] foram analisadas, estatisticamente, as distribuições de duas variáveis (peso e estatura) que foram comparadas com os dados das populações da PEA do RJ (INT, 1988) e americana (Panero e Zelnick, 1993). Os resultados mostraram que as três populações se assemelham. Iida (1992) já havia comparado

dados de outras populações, tento também encontrado semelhança entre valores de variáveis comparáveis. O autor, assim como Moraes (1994), alertaram para a possibilidade de transpor dados de uma população para outra com pouca margem de erro, confirmando a idéia de que a utilização de dados estrangeiros não é o problema para desenvolvimento de bons projetos. Além disso, as novas técnicas estatísticas e de modelamento matemático permitem ajustes de dados para minimizar possíveis erros. Dessa forma, propõe-se que os investimentos se concentrem na aquisição de tecnologias computacionais que permitem ganhos de tempo e precisão no projeto e análise de produtos e postos de trabalho. Em um país tão carente como o Brasil, é importante atentar para quaisquer meios que venham a baratear e agilizar o processo de obtenção de dados para análises de projetos e desenvolvimento de produtos mais seguros e adaptados a toda a nossa população.

Referências Bibliográficas

- DIFFRIENT, N.; TILLEY, A. R.; BARDAGY, J.C.(1978) *Human scale 1/2/3*. Massachusetts:The MIT Press
- DIFFRIENT, N.; TILLEY, A. R.; HARMAN, D. (1981a) *Human scale 4/5/6*. Massachusetts, The MIT Press.
- DIFFRIENT, N.; TILLEY, A.R.; HARMAN, D. (1981b) *Human scale 7/8/9*. Massachusetts:The MIT Press.
- HENDRICK, H. W. (1990) Macroergonomics: a System Approach to Integrating Human Factors with Organizational Design and Management. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE HUMAN FACTORS ASSOCIATION OF CANADA, 23, 1990, Ottawa, Canada. *Proceedings...* Ottawa: HFAC.
- HENDRICK, H.W e KLEINER, B.M. (2000) *Macroergonomics: an introduction to work system design*. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- IIDA, I., WIERZNBICKI, H. A. J. (1973) *Ergonomia*. São Bernardo do Campo: Comunicação, Universidade, Cultura Editora.
- IIDA, I. (1992) *Ergonomia, Projeto e Produção*. São Paulo: Edgard Blucher.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA (INT) (1988). *Pesquisa antropométrica e biomecânica dos operários da industria de transformação* - RJ. Rio de Janeiro, INT. 2 vol.
- MACDIARMID, J. *The Global Challenge of Obesity and the International Obesity Task Force*.(set, 1998) London, UK. [online] Disponível na Internet via www.ietf.org . Arquivo capturado em 22 de abril de 2002.
- MORAES, A. de (1994) Conformação da Interface Homem-Máquina: Usuários Extremos Versus Homem Brasileiro. In: 2º Encontro Carioca de Ergonomia, Rio de Janeiro, 1994, pg 33 a 45).
- PANERO, J.; ZELNIK, M. (1983) *Las dimensiones humanas en los espacios interiores; estándares antropométricos*. Barcelona, Gustavo Gili. 320 p.
- PRASAD, B. (1996) Concurrent Engineering fundamentals: integrated product and process organization. Upper Saddle, NJ: Prentice-Hall PTR, 1996. 478p.
- PHEASANT, S. (1986) *Body space*. London, Taylor & Francis, 275
- ROEBUCK Jr., J. A.; KROEMER, K. H. E.; THOMSON, W. G. (1975) *Engineering anthropometry methods*. New York, John Wiley, 459 p.
- ROEBUCK Jr., J. A. (1993) Anthropometric methods: designing to fit the human body. Monographs in human factors and ergonomics. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society.