

## **ERGONOMIA E ANTROPOMETRIA APLICADA AO PROJETO DE BLINDAGEM PESSOAL**

***Maria Isabel Manfredini de Paula Santos<sup>1</sup>, Henrique Averaldo Alves<sup>2</sup>, Paulo Renato de Moraes<sup>3</sup>, Francisco Cristóvão Lourenço de Melo<sup>4</sup>, Wellington Ribeiro<sup>5</sup>***

1 2 3 5 Universidade do Vale do Paraíba, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (UNIVAP-IP&D)  
Av. Shishima Hifumi, 2911 - Urbanova, 12244-000, São José dos Campos - São Paulo  
[belmps@hotmail.com.br](mailto:belmps@hotmail.com.br)

4 Centro Técnico Aeroespacial (CTA), Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), Divisão de Materiais (AMR),  
Praça Mal do Ar Eduardo Gomes, 50, CEP:12228-904, Vila das Acácias, São José dos Campos, São  
Paulo, Brasil. Email: franciscofclm@iae.cta.br

**Resumo:** Espera-se de todo Equipamento de Proteção Individual (EPI) uma perfeita interação ergonômica com seu usuário. Para isso é imprescindível a adequação das medidas de projeto ao perfil antropométrico do sujeito que fará uso do equipamento principalmente quando este se torna indispensável e obrigatório. Na Escola de Especialistas de Aeronáutica, única instituição de ensino militar que forma sargentos especialistas para a Força Aérea Brasileira, conta com um efetivo composto por homens e mulheres, foi realizada uma pesquisa semiestruturada com roteiro único e constatou-se que 79% do efetivo masculino indicaram que a adaptação ergonômica deve ser aplicada ao colete balístico, satisfazendo as necessidades para as quais foi concebido (segurança pessoal). Desse modo, um levantamento antropométrico no militar masculino N=428, com idade entre 18 a 52 anos, começa a ser apresentado neste trabalho. Os resultados indicam necessidade de ajustes nas medidas. As medidas obedecem à ABNT NBR-15127 2004.

**Palavras-Chaves:** Ergonomia, Antropometria e Colete balístico.

**Área do Conhecimento:** Engenharia Biomédica

### **Introdução**

Quando se fala em desenvolvimento de novos projetos e ergonomia, a primeira ideia que vem ao pensamento é a necessidade de um levantamento antropométrico para resolver os problemas de um produto. Desde o advento da produção do vestuário em escala industrial, pretende-se fornecer um ajuste razoável ao corpo do usuário. Para que isso aconteça, é inevitável que a atenção esteja dirigida às características do corpo, às diferenças nas formas, em relação às diferentes populações e às que existem entre grupos de uma mesma população. As variações no tamanho e nas formas corporais de populações em localizações geográficas diferentes, bem como dos grupos étnicos diferentes situados dentro de uma única área geográfica, são nítidas. Por essas razões, podemos perceber a importância de estudar e quantificar tais diferenças, uma vez que o vestuário é projetado para servir nestes mesmos corpos (HEINRICH *et al.*, 2008). A ciência responsável pelo estudo destas particularidades corporais chama-se antropometria - área de estudo pertencente à ergonomia que trata das medidas físicas do corpo, em termos de tamanhos

e proporções. A palavra *ergonomia* é tão antiga quando a própria existência humana. Remonta ao tempo em que o homem pré-histórico passa a adaptar seus utensílios de caça e pesca à sua mão e ao seu corpo, sem atrapalhar, também, a busca pelo conforto e a melhoria de rendimento em suas atividades (GRANDJEAN, 1998). Para Lida (2005), ergonomia é um estudo da adaptação do trabalho ao homem. O trabalho aqui tem uma abrangência ampla, não apenas aquelas máquinas e equipamentos mas também toda a situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e seu trabalho. A *International Ergonomics Association* define a ergonomia como a disciplina científica que estuda as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, que aplica teorias, princípios, dados e métodos a projetos que visem otimizar o bem-estar humano e o desempenho global de sistema. A contribuição da ergonomia para a sociedade se faz na medida em que essa área do conhecimento se propõe a solucionar problemas sociais ligados à saúde, segurança, conforto e eficiência, dinamizando a interação entre o homem e a máquina, ou entre o homem e as suas atividades cotidianas, como meios de transporte mais cômodos e seguros,

mobília doméstica mais confortável, aparelhos eletrodomésticos mais seguros, vestuário mais confortável, etc (IIDA, 2005). Assim como em qualquer trabalho realmente sério de gestão, inclusive na profissão militar, há necessidade de considerar, e muito, todos os aspectos referentes a ergonomia porque o objetivo final é a melhoria de todo o sistema, de modo a otimizar a produtividade e alcançar uma prestação de serviço de melhor qualidade.

Com isso a ergonomia tem buscado unir esforços de outras áreas do conhecimento para lhe dar sustentação. Uma dessas áreas considerada a mais atuante, é a **ANTROPOMETRIA**. Como o desempenho humano está, de regra, relacionado com os quesitos físicos, eles acabam por interferir nas questões fisiológicas e psicológicas relacionadas à percepção de segurança, conforto, adaptabilidade (GUIMARÃES, 2005). Para Silva e Monteiro (2009) entende-se que as medidas antropométricas constituem dados essenciais para a concepção ergonômica de produtos, sejam eles bens de consumo ou bens de capital. Portanto a antropometria passa a ser a base fundamental para as aplicações ergonômicas, porque o principal objetivo, ao se projetar produtos é estar centrado na segurança, bem-estar e satisfação do público alvo, sendo um dos principais parâmetros projetuais para o dimensionamento de produtos ergonomicamente corretos.

### Blindagem Pessoal

Com elevadíssimo aumento da taxa de morbidade e mortalidade dos profissionais que trabalham na área de segurança, os governantes vêm investindo cada vez mais em blindagem pessoal. Atualmente o colete à prova de balas é o equipamento mais utilizado para proteção e segurança, sendo indispensável aos profissionais expostos, pelas condições de trabalho, a disparos de armas de fogo, facadas ou golpes. O Ministério do Trabalho e Emprego regulamentou uma portaria que assegura o colete à prova de balas como um EPI (Equipamento de Proteção Individual), fazendo-o de uso obrigatório para todos que trabalham com arma de fogo. Hoje o que se busca em blindagem pessoal são coletes à prova de balas em uma composição de materiais que proporcionem um alto grau de proteção, confiabilidade, leveza, conforto e praticidade. No Brasil, o colete à prova de balas é um produto controlado pelo Ministério da Defesa – Exército Brasileiro - pela Portaria nº 18, de 19 de dezembro de 2006 (Anexo B), que regulamenta os padrões para os coletes balísticos. O Exército estabelece normas de avaliação técnica, fabricação, aquisição, importação e descarte do produto, e considera como colete à prova de balas qualquer

vestimenta que utilize material balístico. Independente do tipo de material utilizado na fabricação dos coletes à prova de balas, a Portaria nº 18 determina que estes devem atender à norma NIJ (0101.04, datada de junho de 2000) dos Estados Unidos da América (EUA), que estabelece exigências mínimas de desempenho dos coletes e testa métodos para sua resistência balística, a fim de proteger o tronco contra projéteis (PEREIRA, 2007). Entre os modelos de colete utilizados na Escola de Especialistas de Aeronáutica (EEAR), há um padrão a ser seguido para os painéis balísticos. Essas medidas serão utilizadas para comparar com os resultados antropométricos coletados. Suas medidas são descritas na Norma do Exército e apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Medidas do painel balístico (medidas em cm).  
(Adaptada da Norma Exército)

Tamanhos/ Medidas	P	M	G	GG
Extensão do tórax	50,0	52,0	54,0	55,5
Perímetro da cintura	56,5	58,5	60,5	62,5
Perímetro do tórax	56,5	58,5	60,5	62,5
Ombro	20	21	22	23
Compr. ombro a ombro	32,5	33,5	34,5	35,5

Fonte: Norma Técnica do Exército Brasileiro - 2006

Pela obrigatoriedade e necessidade de uso constante desse equipamento, faz-se necessário um ajuste às características do usuário de forma a não lhe trazer impactos negativos no conforto e na saúde. Segundo Silveira e Georgio (2006), os fatores ergonômicos e antropométricos do vestuário devem estar presente desde antes da sua concepção, devendo a indústria conhecer as características físicas do público para o qual o produto se destina, ou melhor, conhecer o usuário que irá interagir com o vestuário desde o seu conceito/projeto. Desse modo, um levantamento antropométrico começa a ser apresentado neste trabalho para definir as medidas dos militares masculinos da EEAR, que fazem uso dos coletes balísticos. Segundo Iida (2005), ainda não existem medidas antropométricas normatizadas da população brasileira.

### Metodologia

A análise dos dados desta pesquisa utiliza, em sua maioria a estatística descritiva. O procedimento para a coleta dos dados (procedimento não invasivo) foi devidamente aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba, sob o nº H 146/CEP2010. A avaliação seguiu de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

### Materiais e Método

A pesquisa foi realizada em uma única unidade da Força Aérea. Nessa base militar, encontra-se uma população masculina de todas as regiões do País, garantindo desta forma que as medidas realizadas sejam representativas. Apuraram-se as medidas das dimensões dos segmentos corpóreos que envolvem a confecção dos coletes: ombro, comprimento ombro a ombro (costa), perímetro do tórax (busto), perímetro da cintura e extensão do tronco.

### Amostra

A amostra pesquisada N=428 compreendeu militares do gênero masculino, com idade entre 18 a 52 anos, da EEAR, que concorrem (soldados, cabos, sargentos e oficiais) ao serviço armado. Todos durante o turno de serviço utilizam o colete à prova de balas modelo ostensivo Nível II, normatizado pelo Exército Brasileiro e adotado nas Forças Armadas. O tamanho da amostra foi definido em estudo baseado em Triola (2008), estipulado nível de confiança em 95%, margem de erro de 1,5 cm, com tolerância permitida até 4 cm (SEBRAE, 2007).

### Coleta de Dados

Realizaram-se as medições antropométricas segundo a Norma ABNT NBR15127-2004. "Corpo humano – Definição de Medidas". Utilizou-se o método direto e as medida antropométrica adotada foi a estática. Para mensuração das medidas, foram empregadas fitas antropométricas flexíveis com escala em milímetros. As medidas avaliadas foram: ombro, comprimento ombro a ombro, perímetro do tórax, perímetro da cintura, extensão do tronco e as variáveis idade, peso e estatura. No momento da coleta, todos trajavam calção, estavam com pés descalços, sem camisa. Os dados coletados, **peso** e **estatura**, foram executados em duplicidade, adotando-se os procedimentos recomendados pela Organização Mundial da Saúde - OMS. Para a medição da estatura, foi utilizado um estadiômetro analógico.

Para a medida do peso, utilizou-se uma balança do tipo plataforma, com capacidade para 200 kg. As **idades** foram apuradas por meio de documentos oficiais, expressa em anos.

### Procedimentos Analíticos

Em todas variáveis antropométricas do segmento do tronco e caracterização da amostra, foram empregadas técnicas da estatística descritiva obedecendo a um sistema métrico bem definido e normatizado, seguindo os parâmetros estatísticos básicos de média, desvio-padrão, coeficiente de variação e percentil (P5, P50, P95). O tratamento estatístico foi realizado no BioEstat 5.0.

### Resultados e Discussões

A Tabela 2 apresenta os resultados para variáveis de medidas de Caracterização da Amostra: idade, peso e estatura do efetivo masculino da EEAR.

Tabela 2: Resultados da idade, peso e altura do militar da EEAR.

Variáveis/ Estatística	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (cm)
<b>Média</b>	29,00	76,00	175,00
<b>Desvio-padrão</b>	±3,40	±12,11	± 6,00
<b>Mínimo</b>	18,00	47,90	160,00
<b>Máximo</b>	52,00	118,00	195,00

Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos nas coletas das variáveis antropométricas do tronco.

Tabela 3: Resultados das variáveis do tronco masculino da EEAR.

Variáveis/ Estatística	Ombro	Costas	Tórax	Cintura	Tronco
<b>Média</b>	16,14	48,15	95,53	86,30	50,87
<b>Dp</b>	±1,82	±5,37	±8,52	±9,57	±5,88
<b>Coef. Var.</b>	*11,27	*11,15	*8,82	*11,08	*11,55
<b>5%</b>	13,14	39,31	82,51	70,55	41,19
<b>50%</b>	16,14	48,15	96,53	86,30	50,87
<b>95%</b>	19,13	56,98	110,54	102,04	60,54

Os dados da tabela estão expressos em centímetros.  
\* Dados expressos em porcentagem

Nas variáveis apresentada na Tabela 2, pode-se observar que o valor máximo da idade está bem

acima da média, justificando que nossa investigação foi realizada em grupos hierárquicos (praças não graduados, praças graduados, oficiais, oficiais superiores). Quanto às variáveis peso corpóreo e estatura, é importante estarmos atentos a essas variáveis, pois podem auxiliar em uma avaliação das condições de saúde e hábitos de vida dos nossos militares, com a realização do cálculo do IMC (Índice de Massa Corporal), que é um parâmetro muito difundido na área da saúde e de fácil compreensão. Pela Tabela 3, constatamos que as medidas coletadas, quando comparadas com os valores fixos estabelecidos pela Norma do Exército, não correspondem à realidade da Escola de Especialistas de Aeronáutica (EEAR). Na medida de ombro, o P5% coletado foi de 13,14 cm, e o P95% 19,13 cm. A medida da Norma do Exército varia de 20 cm a 23 cm, como apresentado na Tabela 1, e as medidas masculinas da Norma Interna nº 298.029/2009 SAD da Polícia Militar do Mato Grosso (MATO GROSSO, 2009) também não correspondem às medidas da EEAR, firmando a necessidade de um ajuste no projeto.

### Conclusão

Pelos resultados apurados na Tabela 3, percebe-se uma necessidade de ajuste do redimensionamento nas cinco medidas apuradas neste estudo quando comparadas com as medidas da Norma do Exército. Segundo Zamberlan *et al.*, (2005), as medidas antropométricas devem ser coletadas nos próprios sujeitos que farão uso do vestuário a ser projetado em quantidades significativas. Portanto, considerando que a vestimenta constrói vínculos psicológicos muito fortes com quem a usa, tais qualidades serão primordiais. Além disso, a interface contínua e direta entre o corpo e a vestimenta deve sempre prevalecer os quesitos de conforto e usabilidade, principalmente em vestimentas utilizadas para cumprir tarefas de trabalho, como os uniformes e equipamentos de proteção (EPI) quando estes se tornam obrigatórios e indispensáveis. Desse modo, o uso inadequado dos coletes balísticos acaba atrapalhando o desempenho, segurança e conforto, afetando a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida do trabalhador militar.

### Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15127: corpo humano - definição de medidas. Rio de Janeiro: ABNT; 2004.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Normas reguladoras da avaliação técnica, fabricação, aquisição, importação e destruição de coletes à prova de balas. Portaria nº 18 D Log, de 19 de dezembro de 2006.
- GRANDJEAN, E. Manual de ergonomia.- Adaptando o Trabalho ao Homem. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul., 1998.
- GUIMARÃES, L. A. B. Os homicídios e as armas de fogo. Quem morre, onde morre, como morre. *Revista Unidade do Instituto de Pesquisa da Brigada Militar do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, v.23, n.59, p.1-19, 2005.
- HEINRICH, D. P.; CARVALHO, M. A. F.; BARROSO M. F. C. P. Ergonomia e Antropometria aplicadas ao vestuário—discussão analítica acerca dos impactos sobre o conforto e a qualidade dos produtos [Internet]. In: Anais do II Encontro Latinoamericano de Diseño; 2008 Jul 31, Agosto 1-3; Buenos Aires, Argentina: Facultad de Diseño y Comunicación, Universidad de Palermo, 2008. Disponível em: [http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/encuentro2008/02\\_auspicios\\_publicaciones/actas\\_diseno/articulos\\_pdf/A6008.pdf](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2008/02_auspicios_publicaciones/actas_diseno/articulos_pdf/A6008.pdf). (Acessado em: 10 mar. 2010).
- IIDA, I. Ergonomia: Projeto e Produção. São Paulo: Edgard Blücher; 2005.
- MATO GROSSO. Polícia Militar do Mato Grosso. SAD: coletes balísticos Nível II. Norma Interna nº 298.029/2009.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO study group. Geneva: WHO; 1995. (Technical Report Series, 854).
- PEREIRA, E. L. Importância da presença e do uso adequado do colete balístico de proteção individual nas forças policiais brasileiras. Dissertação (Mestrado em Segurança Pública – Instituto de Geriatria e Gerontologia) Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.
- SILVA, S. C.; MONTEIRO, W. D. Levantamento do perfil antropométrico da população brasileira usuária do transporte aéreo nacional: Agência Nacional de Aviação Civil, Superintendência de Segurança Operacional, Gerência de fatores Humanos em Aviação e Medicina de Aviação. Relatório de atividades de pesquisa, *Projeto Conhecer Rio de Janeiro*, 2009.

-SILVEIRA, I.; Giorgio G. Medidas antropométricas e o projeto do vestuário. In: Congresso Nacional de Pesquisa em Design; Anais 4 2006 Rio de Janeiro: ANPE Design; 2006.

- SEBRAE, Modelagem: ferramenta competitiva para a indústria da moda. Porto Alegre RS: 1. ed. 2007, 41p.

- TRIOLA, M. T. Introdução à Estatística. 10.ed. Rio de Janeiro: LTC,2008. p.268.

- U. S. DEPARTMENT OF JUSTICE. National Institute of Justice. **Ballistic resistance of personal body armor. N. I. J Standard-0101.04.** Washington, 2000. Disponível em: <<http://www.nlectc.org/pdffiles/0101.04RevA.pdf>>. Acesso em: 20/05/2008.

- ZAMBERLAN, M. C. P. L.; PASTURA, F. C. H.; NEVES, J. S. Pesquisa antropométrica tridimensional da população brasileira (PATPB). Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Tecnologia, Brasília, DF, 2005.