



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO –
ÊNFASE EM ERGONOMIA

**AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA DE TRABALHADORAS EM
UMA FÁBRICA DO RAMO DE AUTOPEÇAS EM MINAS GERAIS**

MARCEL PHILIPPE VASCONCELOS SILVA

Betim – Minas Gerais
Março de 2010

MARCEL PHILIPPE VASCONCELOS SILVA

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA DE TRABALHADORAS EM UMA
FÁBRICA DO RAMO DE AUTOPEÇAS EM MINAS GERAIS

Monografia submetida ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de ESPECIALISTA EM ERGONOMIA.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro

Betim – Minas Gerais
Março de 2010

MARCEL PHILIPPE VASCONCELOS SILVA

**AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA DE TRABALHADORAS EM UMA FÁBRICA DO
RAMO DE AUTOPEÇAS EM MINAS GERAIS**

Esta monografia foi julgada e aprovada para obtenção do título de
**Especialista em Engenharia de Produção, com ênfase em Ergonomia, no Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção**, sendo aprovada em sua forma final.

Betim, 11 de março de 2010.

Prof. Dr. Lauro Cesar Nicolazzi
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro
Orientador: PPGEF-UFSC

Profa. Dra. Leila Amaral Gontijo
PPGEF-UFSC

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho à minha noiva Karina, pela sua
compreensão e companheirismo.

Agradeço de maneira especial a todos os colaboradores da
empresa onde foi realizada a pesquisa, pela disponibilidade,
carinho e atenção destinados à coleta de dados.

Agradeço aos meus demais colegas de trabalho e
principalmente a diretoria da empresa onde foi realizado o
trabalho, pelo apoio e reconhecimento concedidos.

Agradeço especialmente ao Professor Moro, pela dedicação
e empenho na orientação desse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
1 – INTRODUÇÃO	12
1.1 – OBJETIVO GERAL	14
1.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 – ANTROPOMETRIA	15
2.1.1 – ORIGEM DA ANTROPOMETRIA	16
2.1.2 – FONTES DE VARIABILIDADE DE MEDIDAS	19
2.1.3 – DADOS ANTROPOMÉTRICOS	21
2.1.3.1 – FONTES DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS	21
2.1.3.2 – DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS	23
2.1.3.3 – ESCOLHA DOS MÉTODOS DE MEDIÇÃO	23
3 – ESTUDO DE CASO	25
3.1 – SELEÇÃO DA AMOSTRA	25
3.2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E MEDIÇÕES	25
3.2.1 – PARTICIPANTES	25
3.2.2 – AMBIENTE	26
3.2.3 – MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS ESTUDADAS	26
3.2.4 – MATERIAL UTILIZADO	30
3.2.5 – OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS	31
3.2.6 – TRATAMENTO DAS FOTOGRAFIAS	34
3.2.7 – TRATAMENTO DOS DADOS	36
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1 – ESTATURA, M1	39
4.2 – ALTURA DOS OLHOS, M2	39
4.3 – ALTURA DOS OMBROS, M3	40
4.4 – ALTURA DOS COTOVELOS, M4	40
4.5 – COMPRIMENTO DO ANTEBRAÇO, M5	40
4.6 – ALTURA DO CENTRO DA MÃO, M6	41

4.7 – COMPRIMENTO DO BRAÇO, M7	41
5 - CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43
ANEXOS	45
ANEXO 01	46
ANEXO 02	48
ANEXO 03	49
ANEXO 04	50

RESUMO

MARCEL PHILIPPE VASCONCELOS SILVA. AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA DE TRABALHADORAS EM UMA FÁBRICA DO RAMO DE AUTOPEÇAS EM MINAS GERAIS. 2010. 50 pág. monografia de especialização em Ergonomia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, PPGE/UFSC, Florianópolis/ SC.

No presente estudo são apresentados os resultados da avaliação antropométrica realizada com funcionários adultos do sexo feminino de uma empresa do ramo de autopeças localizada no interior do estado de Minas Gerais, utilizando-se a metodologia de fotogrametria digital. A coleta de dados envolveu uma amostra aleatória de 15 colaboradoras com idades entre 18 e 35 anos e ocorreu nas dependências da própria empresa. Foram analisadas 7 variáveis estruturais do corpo em pé, referentes à antropometria estática: estatura, altura dos olhos, altura dos ombros, altura do cotovelo, altura do centro da mão, comprimento do braço e comprimento do antebraço. Foram utilizados uma câmera fotográfica digital 7.1 megapixels e o software CorelDraw para dimensionamentos das imagens digitalizadas e cálculo das características antropométricas desejadas. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente e os percentis de 5%, 20%, 50%, 80% e 95% foram apresentados para cada variável estudada.

Palavras-chave: Antropometria; Mulheres; Ramo de autopeças; Fotogrametria digital.

ABSTRACT

MARCEL PHILIPPE VASCONCELOS SILVA. ANTHROPOMETRIC EVALUATION OF FEMALE WORKERS FROM AN AUTO-PARTS SUPPLIER FACTORY IN THE STATE OF MINAS GERAIS. 2010. 50 pages. Monograph of specialization in Ergonomics - Production Engineering Postgraduation Programme, PPGE/UFSC, Florianópolis/ SC.

This study presents the results of an anthropometric evaluation carried out with female adult workers of a company within the auto-parts supplying sector located in Minas Gerais, using digital photogrammetry methodology. The data collection has involved the random sampling of 15 employees aged between 18 and 35 years old and has taken place at the company's premises. Seven structure variables of the standing body referring to static anthropometry were analysed: stature, eye height, shoulder height, elbow height, hand height, shoulder-grip length and elbow-grip length. A digital camera of 7.1 megapixels was used to capture the pictures and the CorelDraw software was used to measure and work out the desired characteristics. The results were analysed statistically and the percentiles of 5%, 20%, 50%, 80% e 95% were presented for each variable studied.

Key-words: Anthropometry; Women; Auto-parts supplying sector; Digital photogrammetry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Princípio de projeto centrado no usuário, segundo Pheasant (2003)	13
Figura 2 - O "homem padrão" vitruviano desenhado por Leonardo da Vinci	18
Figura 3 - Aparelho construído para medir o alcance das mãos na posição sentada	24
Figura 4 - Calibrador de imagens	30
Figura 5 - Marcadores de posição referenciando a localização do cotovelo e do ombro da avaliada	31
Figura 6 - Arranjo físico da sala utilizada para as avaliações antropométricas por meio da fotogrametria digital	32
Figura 7 - Fotografia utilizada para obtenção da estatura, altura dos olhos, altura dos ombros e comprimento do braço	33
Figura 8 - Fotografia utilizada para obtenção da altura dos cotovelos e comprimento do antebraço	33
Figura 9 - Fotografia utilizada para obtenção da altura do centro da mão	34
Figura 10 - Obtenção das medidas antropométricas utilizando software CorelDraw	35
Figura 11 - Obtenção das medidas antropométricas utilizando software CorelDraw	35
Figura 12 - Obtenção das medidas antropométricas utilizando software CorelDraw	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medidas de estatura para militares de alguns países	20
Tabela 2 – Medidas antropométricas em centímetros obtidas após o tratamento das imagens	38
Tabela 3 – Percentis, média, desvio-padrão e coeficiente de variação do levantamento antropométrico das trabalhadoras da indústria de autopeças avaliadas (em centímetros)	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

M1: Estatura, ereto, com sapatos

M2: Altura dos olhos em pé, ereto, com sapatos

M3: Altura dos ombros, em pé, ereto, com sapatos

M4: Altura dos cotovelos, em pé, ereto, com sapatos

M5: Comprimento do antebraço, na horizontal até o centro da mão

M6: Altura do centro da mão, braço pendido, em pé, com sapatos

M7: Comprimento do braço, na horizontal, até o centro da mão

DP: Desvio Padrão

CV: Coeficiente de variação

1 – Introdução

Segundo Iida (2005), a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. Dessa forma, a ergonomia estuda os diversos fatores que influem no desempenho de sistemas produtivos e procura reduzir suas consequências nocivas sobre o trabalhador.

Ao longo dos anos, a ergonomia focou-se no aperfeiçoamento de estudos, análises e metodologias de modo a tornar-se uma ciência útil e poderosa no estudo de sistemas produtivos e na resolução dos problemas envolvendo o sistema homem-máquina-ambiente. O resultado dessa evolução foi a formação de uma ciência que cuja tensão reside entre dois objetivos (Falzon, 2007). De um lado, um objetivo centrado nas organizações e no seu desempenho. Esse desempenho pode ser apreendido sob diferentes aspectos: eficiência, produtividade, confiabilidade, qualidade, durabilidade, etc. De outro, um objetivo centrado em pessoas, este também se desdobrando em diferentes dimensões: segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação, interesse do trabalho, prazer, etc.

De modo a atingir esses objetivos, a ergonomia se constituiu a partir do projeto de construir conhecimentos sobre o ser humano em atividade. Conhecimentos gerais, metodológicos e específicos foram buscados e a contribuição de diversas disciplinas foi essencial para a conquista dessa base de conhecimentos. Dentre as disciplinas que se destacam e possuem papel de grande importância nessa abordagem, destaca-se a antropometria.

A antropometria é o ramo das ciências humanas que trata de medições do corpo humano, em particular medições de tamanho do corpo, forma, força e capacidade física. O conhecimento dessas medidas é fator fundamental para o dimensionamento e projeto de móveis, máquinas e postos de trabalho em geral onde existe a interação homem-máquina. Quando essas variáveis não são consideradas no projeto de um posto de trabalho, uma série de lesões, desconforto e dificuldade de uso podem ser as consequências da atividade laboral, devido ao fato de que existe um desencontro entre as demandas colocadas pela tarefa e a real capacidade dos trabalhadores de realizá-las (Pheasant, 2003).

Segundo Pheasant (2003), definir ergonomia como a ciência que preocupa-se com o trabalho, é também definir ergonomia com a ciência que preocupa-se com o projeto de ferramentas, artefatos, móveis ou ambientes para uso humano na performance de atividade laboral. Dessa forma, a abordagem ergonômica para o projeto pode ser simplificado como (Figura 1):

“Se um objeto, sistema ou ambiente é destinado para uso humano, então seu projeto deve ser baseado nas características físicas e mentais de seus usuários – *Princípio de projeto centrado no usuário*” (Pheasant, 2003)

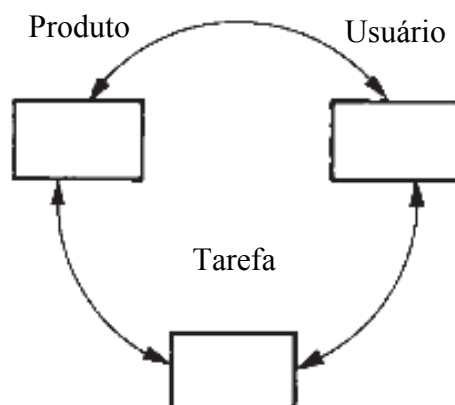


Figura 1 – Princípio de projeto centrado no usuário, segundo Pheasant (2003).

Na realização do presente estudo, foram avaliadas variáveis antropométricas de funcionários uma fábrica multinacional fabricante de sistemas elétricos para diversas montadoras de automóveis que está localizada na cidade de Pará de Minas, na região centro-oeste do estado de Minas Gerais. O trabalho de fabricação e montagem dos produtos nessa fábrica é estritamente manual. O quadro de funcionários no setor fabril da empresa constitui-se quase que em sua totalidade de trabalhadores do sexo feminino, o que faz com que o presente trabalho foque suas medições em colaboradores do mesmo sexo.

O presente trabalho foi motivado pela constatação de que as condições de projeto de móveis, ferramentas e postos de trabalho em geral na empresa estudada não levam em consideração a abordagem ergonômica para projetos descrita acima. Atualmente, os postos de trabalho no setor fabril da empresa pesquisada são projetados e dimensionados, na maioria dos casos, levando-se em consideração apenas resultados de experimentações informais. Isso gera grande dependência na experiência daqueles responsáveis pelo projeto, uma vez que o conhecimento necessário não é de domínio público. O desconforto para os operadores e a baixa eficiência na realização de algumas tarefas também são consequências dessas falhas de projeto.

No segundo capítulo do presente trabalho, apresentam-se assuntos relevantes sobre a antropometria e suas aplicações.

O terceiro capítulo apresenta o desenvolvimento do estudo de campo, definindo o plano de amostragem e descrevendo as técnicas e ferramentas utilizadas no estudo.

O quarto capítulo expõe e analisa os resultados obtidos com o levantamento antropométrico amostral, englobando as variáveis estudadas.

O quinto e último capítulo apresenta as considerações finais do levantamento realizado.

1.1 – Objetivo Geral

Proceder à avaliação antropométrica de mulheres trabalhadoras de uma indústria de autopeças em Minas Gerais, utilizando procedimentos da fotogrametria digital para a coleta de dados.

1.2 – Objetivos específicos

- 1)** Realizar a medição das variáveis antropométricas - estatura, altura dos olhos, altura dos ombros, altura do cotovelo, comprimento do braço e comprimento do antebraço da população estudada.
- 2)** Analisar estatisticamente os dados obtidos de modo a constituir banco de dados para futuros projetos de postos de trabalho.

2 – Referencial Teórico

2.1 – Antropometria

Antropometria é o campo da antropologia física que estuda as dimensões do corpo humano. Esse estudo se baseia na tomada de medidas como dimensões, movimentos e comprimento dos membros do corpo (Moraes, 1983). O termo antropometria é derivado de duas palavras gregas: *antropo*, que significa humano, e *metricos*, que quer dizer medida (Attwood, Deeb e Danz-Reece, 2004).

Segundo Pheasant (2003) o principal objetivo da utilização dos conhecimentos antropométricos na ergonomia é fazer com que as dimensões de produtos e postos de trabalho sejam equivalentes às dimensões e formas físicas dos usuários. Do mesmo modo, as demandas físicas exigidas pelas tarefas também devem estar de acordo com as capacidades físicas dos trabalhadores. Na indústria moderna, a exigência de medidas antropométricas cada vez mais detalhadas e confiáveis vem aumentando ao longo dos últimos anos (Iida, 2005). O desenvolvimento cada vez mais acelerado de sistemas de trabalho complexos, onde o desempenho humano é crítico, torna indispensável tomar cuidados importantes durante a fase de dimensionamento e projeto desses sistemas. Moraes (1983) afirma que quando essas máquinas, equipamentos ou ferramentas se adaptam adequadamente ao organismo do usuário, sob o ponto de vista dimensional, os erros, os acidentes, o desconforto e a fadiga, diminuem sensivelmente.

Dessa forma, as decisões de dimensionamento e projeto de produtos e postos de trabalho devem ser baseadas em dados antropométricos relativos às características físicas dos usuários (Pheasant, 2003).

No entanto, a grande variabilidade das medidas corporais entre os indivíduos apresenta um grande desafio para o projetista de produtos e postos de trabalho (Kroemer, 2005).

O *Design Universal* (Center for Universal Design), definido pelo Centro para o Design Universal, North Caroline State University, EUA, é o design de produtos e de ambientes para serem utilizados por todas as pessoas, em sua maior extensão possível, sem a necessidade de adaptações ou design especializados. Na Europa esse conceito é denominado *Design for All*. Embora existam situações nas quais se torne impossível um projeto que atenda a todos, indiscriminadamente, seus princípios devem servir como norteadores no momento de se realizar um projeto inclusivo.

Os princípios do *Design Universal* são apresentados a seguir:

- Uso equitativo, no qual o produto projetado deve ser útil e pode ser adquirido por pessoas com habilidades diversas;
- Flexibilidade no uso garantindo que o resultado do design acomode uma grande variedade de preferências e habilidades individuais;
- Simplicidade e intuição, garantindo o fácil entendimento da utilização do produto, independentemente da experiência, do conhecimento anterior, das habilidades lingüísticas ou do nível de concentração corrente;
- Informação perceptível apresentando a informação necessária ao usuário independente das condições do ambiente ou de suas habilidades sensoriais;
- Tolerância ao erro, isto é, o produto projetado deve minimizar o risco e conseqüências adversas de ações acidentais ou não intencionais;
- Baixo esforço físico significando que o produto deve ser usado confortavelmente e com um mínimo de fadiga;
- Tamanho e espaço apropriados que ofereçam fácil alcance, manipulação e uso independentemente do tamanho do corpo, postura ou mobilidade do usuário (Kroemer, 2005).

Em uma situação prática de projeto, além desses princípios, devem ser considerados fatores como o econômico, de engenharia, os culturais, de gênero e o ambiental.

Embora a concepção de projetar para o maior número de pessoas possível seja algo importante, difere do conceito de se projetar para uma “pessoa média” (Iida, 2005).

Não existe um homem “médio” que se encaixe em todas as características medianas de estatura, dimensões e habilidades. Portanto deve-se ter em mente, no ato de projetar, as dimensões que mais se aproximam do público-alvo de determinado projeto para que com isso se minimize as discrepâncias das diferenças individuais.

2.1.1– Origem da antropometria

Quando se discute sobre estilos clássicos de arquitetura, as pessoas frequentemente recorrem à expressão “projetado para a escala humana”. A implicação dessa frase é que tais construções são esteticamente proporcionais e carregam um senso de certeza e harmonia. Essa idéia porém tem suas origens há séculos atrás e está ligada historicamente com os vários “cânon da proporção humana” que têm sido aplicados por artistas e escultores desde a Antiguidade (Pheasant, 2003).

O mais antigo cânon das proporções humanas foi encontrado em uma câmara mortuária nas pirâmides de Mênfis, aproximadamente 3000 a.C. Pode-se afirmar que desde então e até hoje, ocupam-se artistas e cientistas em desvendar os mistérios das relações proporcionais do corpo humano (Neufert, 2004). Entretanto, quando nos referimos ao estudo das proporções humanas torna-se indispensável mencionar a Seção Áurea (Panero e Zelnik, 2002), também chamada de Razão Áurea, criada por Euclides de Alexandria, 300 a.C. Ele estabeleceu a necessidade de pelo menos três retas para se poder determinar uma proporção, sendo que a terceira reta da proporção seja igual à soma das duas anteriores (Boueri, 1999). No mais completo tratado de arquitetura remanescente da Antiguidade, o arquiteto e teórico romano Vitruvius, que viveu no século I a.C. escreveu: “... o comprimento do pé é $\frac{1}{6}$ da altura do corpo; o antebraço, $\frac{1}{4}$ e a altura do peito é também $\frac{1}{4}$...” (Panero e Zelnik, 2002). Ele não estava preocupado apenas com as proporções do corpo, mas também com suas implicações metrológicas. A respeito disso ele salienta que os gregos extraíram dos membros do corpo humano todas as dimensões proporcionais necessárias em todas as operações construtivas (a polegada, o palmo, o pé,...). Após Vitruvius, que via a ciência das proporções humanas como um princípio fundamental na concepção, muitos outros artistas, arquitetos e teóricos estudaram as proporções humanas no intuito de “quantificar” um homem padrão.

O início da antropometria foi marcado, principalmente, por Albrecht Dürer na metade do século XV. Ele categorizou a diversidade de tipos físicos humanos de acordo com uma observação sistemática e medição de um largo número de pessoas. No entanto, neste período renascentista a teoria da estética permanecia a mais importante. O desenho de Leonardo da Vinci (Figura 2), baseado no homem padrão vitruviano é uma das imagens mais reconhecidas desta época.

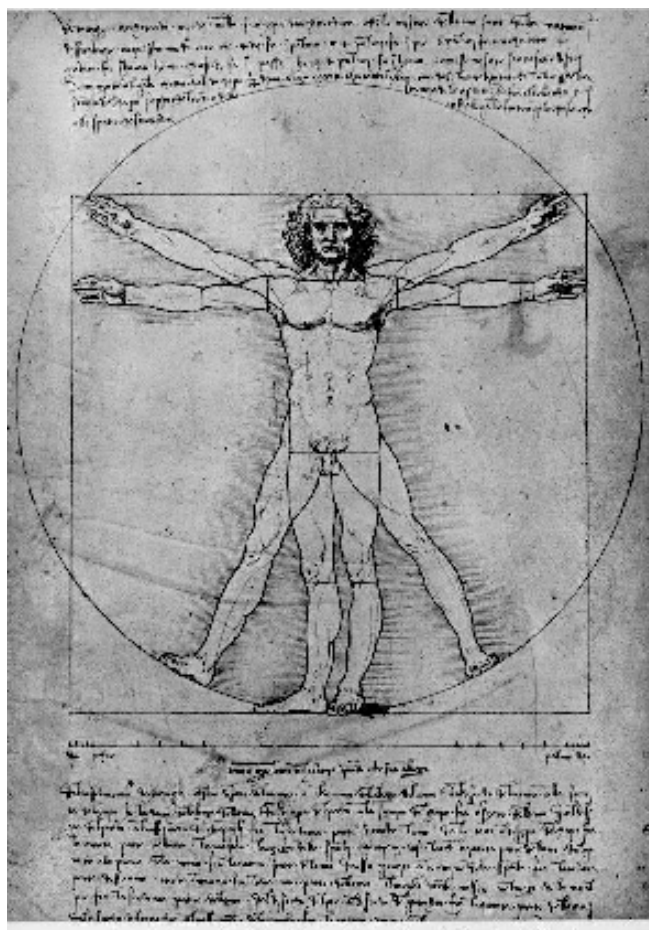


Figura 2 – O “homem padrão” vitruviano desenhado por Leonardo da Vinci.

Em tempos mais recentes, na década de 1940, o arquiteto Le Corbusier utilizou para todos os seus projetos, um sistema de proporções baseado na Seção Áurea, o chamado “El Modulor”, no qual fazia a aproximação entre o sistema métrico empregado na França e Alemanha e o sistema inglês, de polegadas, utilizado na Inglaterra e Estados Unidos.

Assim, “O Modulor” passou a determinar alturas e larguras para o desempenho de várias atividades domésticas e de trabalho, sendo largamente adotado por arquitetos e desenhistas industriais pelo mundo afora (Panero e Zelnik, 2002).

Assim, até a década de 1940, as medidas antropométricas visavam determinar apenas algumas grandezas médias da população, como pesos e estaturas. Depois passou-se a determinar as variações e os alcances dos movimentos. Hoje, o interesse maior se concentra no estudo das diferenças entre grupos e a influência de certas variáveis como etnias, alimentação e saúde. Com o crescente volume do comércio internacional, pensa-se, hoje, em estabelecer os padrões mundiais de medidas antropométricas, para a população de produtos “universais”, adaptáveis aos usuários de diversas etnias (Iida, 2005).

2.1.2 – Fontes de variabilidade de medidas

As diversas variações genéticas, biológicas e fisiológicas entre os seres humanos exercem grande influência nas dimensões do corpo como altura, largura, peso, etc. Algumas diferenças também podem ocorrer em uma determinada população ao longo de um período de tempo. Algumas dessas diferenças são devido ao processo migratório e mistura genética de grupos étnicos distintos. Outras ocorrem devido a processos históricos mais complexos, que ao longo do último século, levou a um aumento quase que mundial na estatura humana, o que é chamado de “tendência secular” (Pheasant, 2003).

A extensão com que essas diferenças mensuráveis entre populações de seres humanos são determinadas, leva em consideração uma série de complexos fatores biológicos e genéticos. Porém, a natureza controversa das explicações dessas variações de medidas, possui ramificações em diversas áreas da ciência. É difícil determinar, por exemplo, se uma dada característica é determinada apenas pela herança genética ou se as condições crescimento e estilo de vida de uma pessoa exercem fator determinante nessa característica.

De modo geral, os seguintes fatores exercem grande influência nas medidas antropométricas de uma determinada população:

- Sexo: Os homens são geralmente maiores que as mulheres na maioria das dimensões do corpo. A extensão dessa diferença pode variar de uma dimensão para outra. Por exemplo, os homens possuem maiores dimensões das mãos do que as mulheres – o diâmetro dos dedos dos homens é geralmente 20% maior do que os das mulheres, enquanto que o comprimento dos dedos masculinos é geralmente apenas 10% maior (Attwood, Deeb e Danz-Reece, 2004). As mulheres, em geral, excedem os homens em cinco dimensões corporais: profundidade do peito, largura e circunferência dos quadris, circunferência das coxas e maior quantidade de gordura subcutânea. Os homens apresentam os ombros mais largos, tórax maior, com clavículas mais longas e escápulas mais largas, com as bacias relativamente estreitas. As cabeças são maiores, os braços mais longos e os pés e mãos são maiores. As diferenças de estaturas entre homens e mulheres são de 6 e 11% (Iida, 2005). Há também uma diferença significativa da proporção músculos/gordura entre homens e mulheres. Os homens têm proporcionalmente mais músculos que gordura. Além disso, a localização da gordura também é diferenciada. O’Brien (1985) propõe uma lista completa de diferenças entre homens e mulheres.

- Idade: As variações devido à idade ocorrem durante a vida de uma pessoa. Pode-se dizer que o ser humano sofre contínuas mudanças físicas durante toda a vida. Estas ocorrem de diversas maneiras. Há uma alteração do tamanho, proporções corporais, forma e peso. Em

algumas fases, como durante a infância e adolescência, essas mudanças se aceleram. Na fase de crescimento, as proporções entre os diversos segmentos do corpo também se alteram. As dimensões lineares corporais geralmente aumentam do nascimento até em torno dos vinte anos. Permanece constante até os cinquenta anos e depois inicia uma fase de declínio como parte do processo natural de envelhecimento (Iida, 2005). O declínio em estatura é mais acentuado nas mulheres. Outras medidas, como o peso e a circunferência dos ossos podem aumentar.

- Étnicos: Um grupo étnico é a população que habita uma região geográfica específica e que possui certas características físicas em comum que servem, em termos estatísticos, para distingui-los de outros grupos de pessoas. Grupos étnicos podem, ou não, coextender seus limites à fronteiras nacionais, linguísticas, etc. Diversos estudos antropométricos realizados durante várias décadas comprovaram a influência da etnia nas variações das medidas antropométricas. Indivíduos de diferentes grupos étnicos podem variar em tamanho corporal (estatura ou peso) e também em proporções corporais. Segundo Pheasant (2003), a maioria das diferenças ocorrem no que diz respeito às proporções corporais. Por exemplo, africanos possuem membros superiores proporcionalmente mais longos que os europeus. Os asiáticos tendem a ser menores em média do que os norte-americanos, enquanto certas etnias do sul do Sudão (África) tendem a ser maiores. A Tabela 1 abaixo apresenta exemplos das variações de estaturas para populações de alguns países.

Tabela 1: Medidas de estatura para militares de alguns países.

País	Estatura Média (cm) Homens
República do Vietnã	160,5
Tailândia	163,4
República da Coreia	164,0
América Latina (18 países)	166,4
Japão	166,9
Grécia	170,5
Itália	170,6
França	171,3
Austrália	173,0
Estados Unidos da América	174,5
Alemanha	174,9
Bélgica	179,9

Fonte: Chapanis (1975)

- Ocupação: As diferenças nas dimensões corporais entre diferentes grupos ocupacionais são comuns e bem documentadas. Por exemplo, trabalhadores que exercem atividades extremamente manuais possuem, em média, corpos maiores que trabalhadores mais sedentários. Sanders (1977) descobriu que motoristas de caminhão tendem a ser mais altos e mais pesados

que a população civil em geral. Essa diferença entre as ocupações podem ser devido a fatores como: dieta, exercícios, atividades físicas impostas durante a realização das tarefas, seleção imposta (por exemplo, o indivíduo deve possuir acima de uma determinada altura para ser aceito em um trabalho específico), auto-seleção (por exemplo, indivíduos com uma dada altura escolhem determinada profissão devido a razões práticas ou sociológicas).

- Tendências históricas: O tamanho médio das pessoas tem crescido ao longo dos anos. Por exemplo, a altura média de um adulto no leste europeu e nos Estados Unidos aumentou aproximadamente 1 centímetro por década (Sanders e McCormick, 1993). As prováveis razões para essa tendência são as melhores dietas, cuidados médicos e condições de vida.

- Posição corporal: A postura do corpo afeta as dimensões corporais. Por exemplo, restrições como cintos de segurança, afetam a aplicabilidade de dados de alcance frontal.

- Roupas: A maioria das medidas antropométricas são obtidas medindo-se indivíduos nus. No entanto, o tipo de material e a quantidade de roupas adicionadas ao corpo podem criar restrições aos movimentos e aumentar dimensões corporais.

2.1.3 – Dados antropométricos

2.1.3.1 – Fontes de dados antropométricos

Ao redor do mundo, poucas organizações fora do âmbito militar possuem os recursos para montar em grande escala pesquisas antropométricas. Daí a existência do extensivo e detalhado dados antropométricos de diversas organizações das forças armadas de diferentes nações do planeta. Mas existem relativamente poucos dados com relação às populações civis de onde esses militares foram recrutados.

As pesquisas mais significativas realizadas para a obtenção de medidas antropométricas concentram-se no ramo da antropometria chamado *antropometria estática*, que é a área que estuda as medidas realizadas no corpo parado ou com poucos movimentos (Iida, 2005).

Uma das tabelas de medidas antropométricas mais completas que se conhece é a norma alemã DIN 33402 de junho de 1981. Ela representa medidas de 54 variáveis do corpo, sendo 9 do corpo em pé, 13 do corpo sentado, 22 da mão, 3 dos pés e 7 da cabeça. Para cada variável, a norma descreve os pontos entre os quais são tomadas as medidas, postura adotada durante a medida e o instrumento de medida usado em cada caso. Os resultados são apresentados em percentis de 5%, 50% e 95% da população de homens e mulheres, para 19 faixas etárias, entre 3 e 65 anos de idade, e a média para adultos entre 16 e 60 anos (Anexo 01).

Nos EUA, as medidas mais utilizadas para fins civis são apresentadas pela publicação: *Weight, Height and Selected Dimensions of Adults* (U.S. Dept. of Health, Education and Welfare, junho de 1965). Ela se baseou em medidas de 6.672 adultos representativos da população norte-americana. Fornece medidas para a estatura e mais 10 variáveis na posição sentada, além do peso. As medidas são apresentadas em percentis de 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95 e 99%, para 7 faixas etárias (18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74 e 75-79 anos), além das médias para adultos de 18 a 79 anos.

No Brasil, ainda não existem medidas antropométricas normalizadas da população. A Associação Brasileira de Normas Técnicas tem projeto para normalizá-las, mas são baseadas em medidas norte-americanas. Isso significa que não existem ainda medidas abrangentes e confiáveis da população brasileira. Entretanto, diversos levantamentos já foram realizados, quase sempre restritos a determinadas regiões e ocupações profissionais. O Instituto Nacional de Tecnologia (1988) realizou um levantamento antropométrico de 26 empresas industriais do Rio de Janeiro, abrangendo 3100 trabalhadores (só homens adultos). Os resultados desse levantamento são mostrados no Anexo 02.

Em outro levantamento, foram tomadas medidas de 17 variáveis, para 257 homens, com média de 26 anos, e 320 mulheres, com média de 23 anos, em uma empresa eletrônica em Guarulhos, no estado de São Paulo (Iida e Wierzbicki, 1973). Todos os sujeitos medidos trabalhavam em linhas de montagem de aparelhos eletrônicos. Um resumo dessas medidas é apresentado no Anexo 03.

Outro levantamento significativo realizado no Brasil foi feito com 400 trabalhadores em fábricas e 100 trabalhadoras de escritório na região paulista do ABC (Couto, 1995). Os resultados obtidos são mostrados no Anexo 04.

Pheasant (2003) explica que em muitas partes do mundo, diversas técnicas foram aplicadas para preencher os vazios deixados pelas pesquisas antropométricas militares e então obter dados confiáveis e representativos da população civil que elas representam. Uma dessas técnicas é conhecida como o método de *escala proporcional* e parte do pressuposto que, embora diferentes amostras de uma população “pai” (como definido em termos de idade, sexo e origem étnica) possam variar significativamente em tamanho, existe grande probabilidade de serem relativamente similares em forma. Dessa forma, é possível obter dados bastante acurados de proporções corporais uma vez que os dados de estatura da população estudada são conhecidos.

No entanto, essa tendência de obtenção de padrões nacionais de medidas antropométricas existente até meados do século passado, foi revertida por fatores como a crescente

internacionalização da economia (Iida, 2005). Alguns produtos, produzidos em certos países, são hoje vendidos no mundo todo. Daí a tendência de evolução para se determinar os padrões mundiais, embora ainda não existem medidas antropométricas confiáveis para a população mundial.

2.1.3.2 – Definição das medidas

A definição das medidas envolve a descrição dos dois pontos entre os quais serão tomadas as medidas. Uma descrição mais detalhada indica a postura do corpo, os instrumentos antropométricos a serem utilizados e a técnica de medida a ser utilizada, além de outras condições. Por exemplo, a estatura que pode ser medida com ou sem calçado e o peso, com ou sem roupa.

Em geral, cada medida a ser efetuada deve especificar claramente a sua localização, direção e postura. A localização indica o ponto do corpo que é medido a partir de uma outra referência (piso, assento, superfície vertical ou outro ponto do corpo); a direção indica, por exemplo, se o comprimento do braço é medido na horizontal, vertical ou outra posição; e a postura indica a posição do corpo (sentado, de pé ereto, relaxado).

2.1.3.3 – Escolha dos métodos de medição

Segundo Iida (2005), os métodos para realizar as medições antropométricas se classificam basicamente em dois tipos: diretos e indiretos.

Os métodos diretos envolvem instrumentos que entram em contato físico com o organismo. Usam-se réguas, trenas, fitas métricas, raios laser, esquadros, paquímetros, transferidores, balanças, dinamômetros e outros instrumentos semelhantes. São tomadas medidas lineares, angulares, pesos, forças e outras. Existem dezenas de aparelhos especialmente desenvolvidos e construídos para determinadas medidas antropométricas. A Figura 3 apresenta exemplo de uma “gaiola” especialmente construída para medir o alcance de braços, usando-se réguas graduadas (Dempsey, 1953).

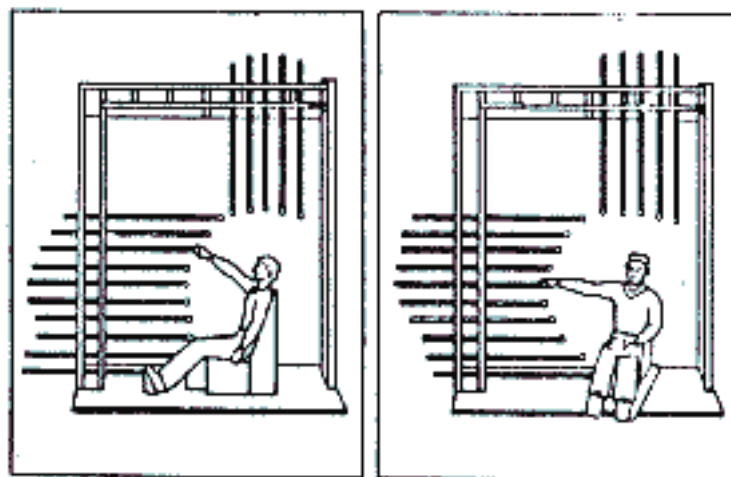


Figura 3 – Aparelho construído para medir o alcance das mãos na posição sentada.

As medições indiretas geralmente envolvem fotos do corpo ou partes dele contra uma malha quadriculada. Uma variante dessa técnica é a de traçar o contorno da sombra projetada sobre um anteparo transparente ou translúcido. As medidas são então tomadas posteriormente da imagem, podendo haver uma correção do paralaxe. Essas técnicas são interessantes para tomar medidas de contornos complicados ou de movimentos. Quando se desejam certos tipos de detalhes, pode ser necessário fazer uma montagem mais ou menos complicada para a obtenção da imagem, envolvendo 2 a 3 câmeras fotográficas situadas em diferentes posições conjugadas com espelhos.

Desenvolvimentos recentes em fotogrametria digital permitem associar as imagens digitais ou digitalizadas aos métodos computacionais, o que reduz o tempo e os custos dos levantamentos.

3 – Estudo de caso

3.1 – Seleção da amostra

Uma das grandes dificuldades de um experimento com seres humanos é a escolha dos sujeitos para testes, devidos às diferenças individuais entre os elementos de uma população. Isso influencia no tamanho da amostra, de modo a se obter dados estatisticamente confiáveis (Iida, 2005).

A avaliação das medidas antropométricas da população estudada foi realizada apenas com sujeitos do sexo feminino, uma vez que a vasta maioria dos funcionários empregados na área produtiva da fábrica em questão é constituída de trabalhadores do sexo feminino.

A definição estatística do tamanho da amostra não foi realizada para o presente trabalho, uma vez que o número de participantes no estudo foi estipulado pela diretoria da empresa, com base nos recursos e tempo disponíveis para a coleta dos dados.

A amostra avaliada foi composta por 15 mulheres trabalhadoras que exerciam a atividade de montagem de componentes na fábrica. A coleta dos dados foi realizada no período entre 14 a 26 de janeiro de 2010.

3.2 – Procedimentos metodológicos e medições

3.2.1 – Participantes

Os participantes do levantamento antropométrico proposto no presente trabalho foram trabalhadores do sexo feminino de uma empresa do ramo de autopeças do interior de Minas Gerais, com idades entre 18 e 35 anos. No que diz respeito à escolha dos indivíduos para a coleta dos dados, foi utilizado método de amostragem aleatório.

As fotografias para medição das variáveis antropométricas foram realizadas nos indivíduos utilizando roupas e sapatos, sendo que, a norma interna da empresa apenas permite a utilização de sapatos fechados, sem saltos. Levando-se em consideração que os móveis e equipamentos fabris devem ser projetados para tal situação, julgou-se correto avaliar os indivíduos em tais condições.

Os indivíduos receberam esclarecimentos sobre a participação e qual era o objetivo do trabalho.

3.2.2 – Ambiente

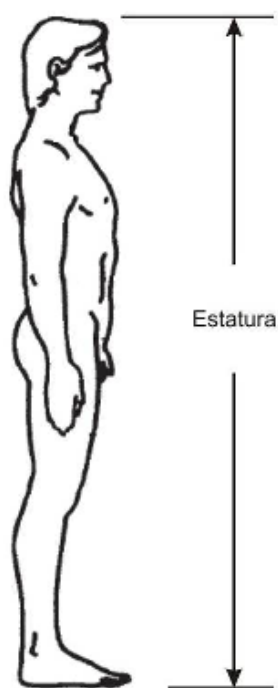
O experimento foi realizado em uma sala nas dependências da empresa estudada. O local foi escolhido porque não possuía nenhum tipo de interferência externa, como vibração e possuía abundância em ventilação e luz solar direta.

3.2.3 – Medidas antropométricas estudadas

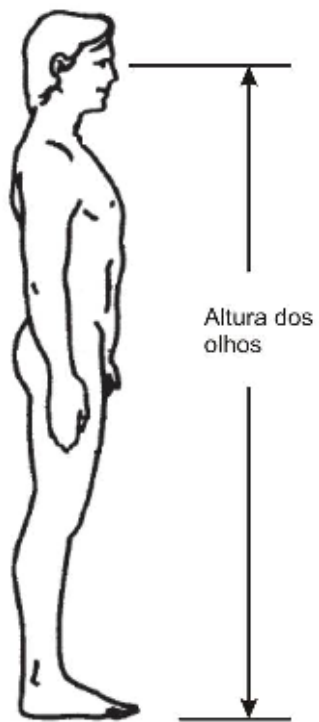
Com o objetivo de obter dados significativos para a utilização em projetos futuros na empresa estudada, buscou-se analisar as variáveis antropométricas que possuem uma ligação mais ampla com as posturas, móveis e equipamentos utilizados nos meios produtivos da empresa. Considerando que o processo de montagem dos produtos é realizado em sua totalidade por trabalhadores na posição em pé, a avaliação das medidas antropométricas nessa postura constitui o foco principal do presente estudo. Procurou-se também obter dados que possam ser utilizados na definição de alcances para o futuro projeto de móveis e avaliação dos equipamentos já existentes na empresa.

As medidas antropométricas avaliadas foram:

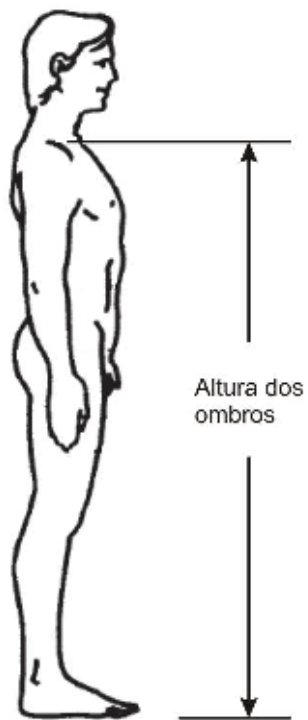
1. Estatura, ereto, com sapatos (M1)



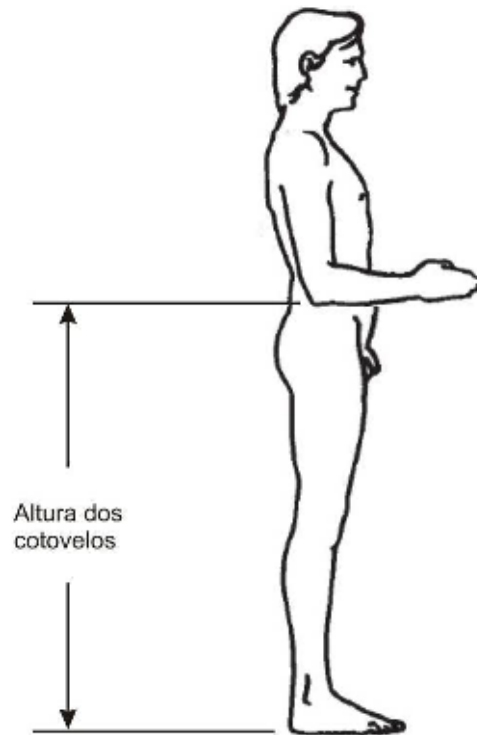
2. Altura dos olhos em pé, ereto, com sapatos (M2)



3. Altura dos ombros, em pé, ereto, com sapatos (M3)



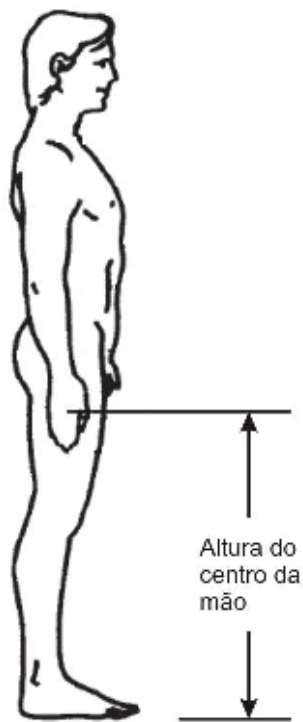
4. Altura dos cotovelos, em pé, ereto, com sapatos (M4)



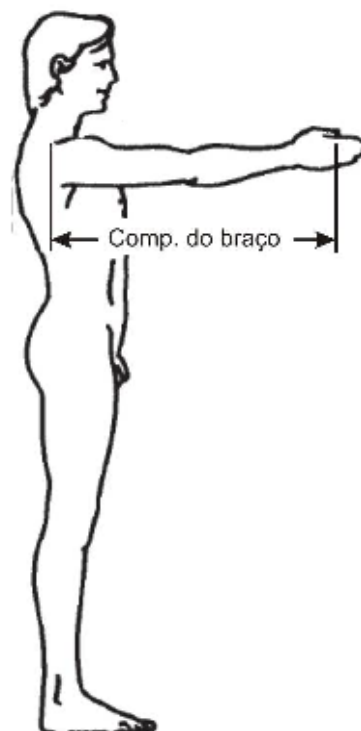
5. Comprimento do antebraço, na horizontal até o centro da mão (M5)



6. Altura do centro da mão, braço pendido, em pé, com sapatos (M6)



7. Comprimento do braço, na horizontal, até o centro da mão (M7)



3.2.4 – Material utilizado

Na fase de tratamento de dados, é necessário indicar ao software um parâmetro de comparação de medidas. Para tal objetivo, foi-se utilizado um calibrador de imagens conforme mostrado na Figura 4.

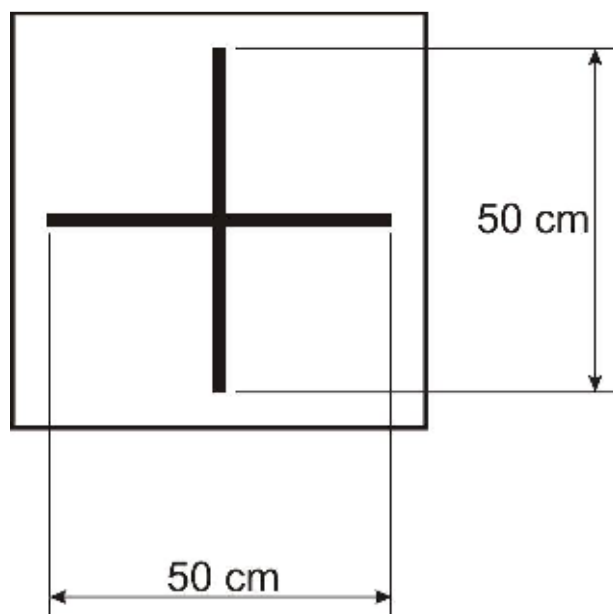


Figura 4 – Calibrador de imagens.

Esse calibrador foi confeccionado utilizando-se material rígido e foi posicionado no mesmo plano de trabalho do indivíduo estudado no momento da fotografia. Dessa forma, foi possível realizar a comparação entre os pontos da imagem com as medidas reais, de modo a ajustar o fator de escala do software e realizar a medição das variáveis antropométricas desejadas.

Também foram utilizados marcadores de posição que garantiram a adequada medição das variáveis antropométricas na fase de tratamento das imagens, conforme Figura 5.

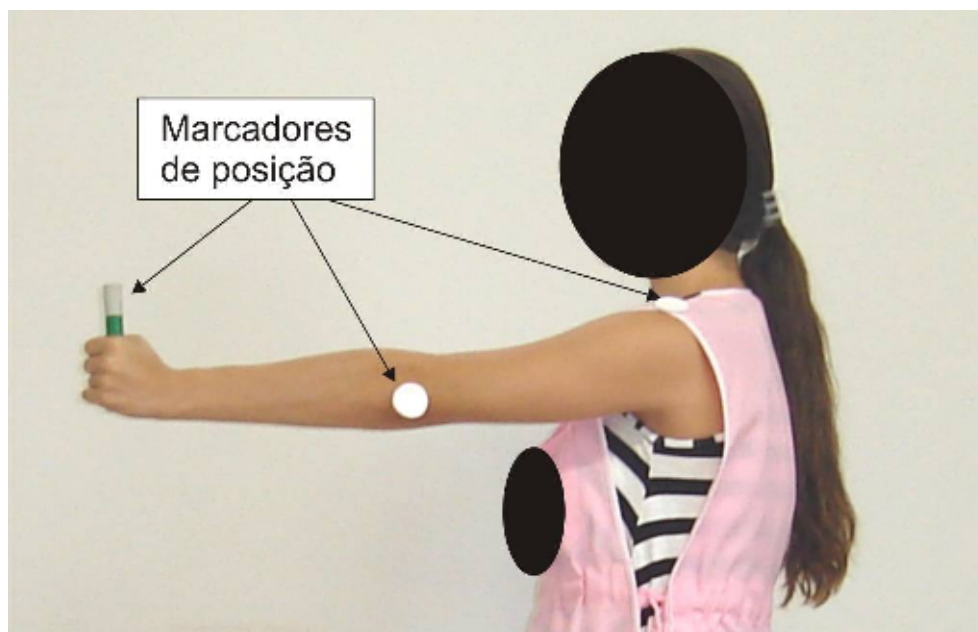


Figura 5 – Marcadores de posição referenciando a localização do cotovelo e do ombro da avaliada.

Esses marcadores foram confeccionados com cartolina e posicionados sobre os pontos anatômicos dos indivíduos estudados. Eles foram confeccionados em cores diversas de modo a preservar o contraste com a cor da pele e roupas, facilitando a sua identificação na fase de tratamento das imagens.

Para a captura das imagens, foi-se utilizada câmera digital da marca Sony com 7.1 megapixels de resolução. Um tripé foi utilizado para apoio da câmera.

3.2.5 – Obtenção das fotografias

As fotografias foram tiradas sobre um plano na cor branca, de forma a contrastar com a cor da pele e das roupas dos indivíduos, facilitando o tratamento posterior das imagens pelo software. A câmera foi posicionada sobre um tripé com altura de um metro e estava distante do indivíduo analisado a uma distância de 4 metros.

O arranjo físico da sala utilizada é mostrado na Figura 6.

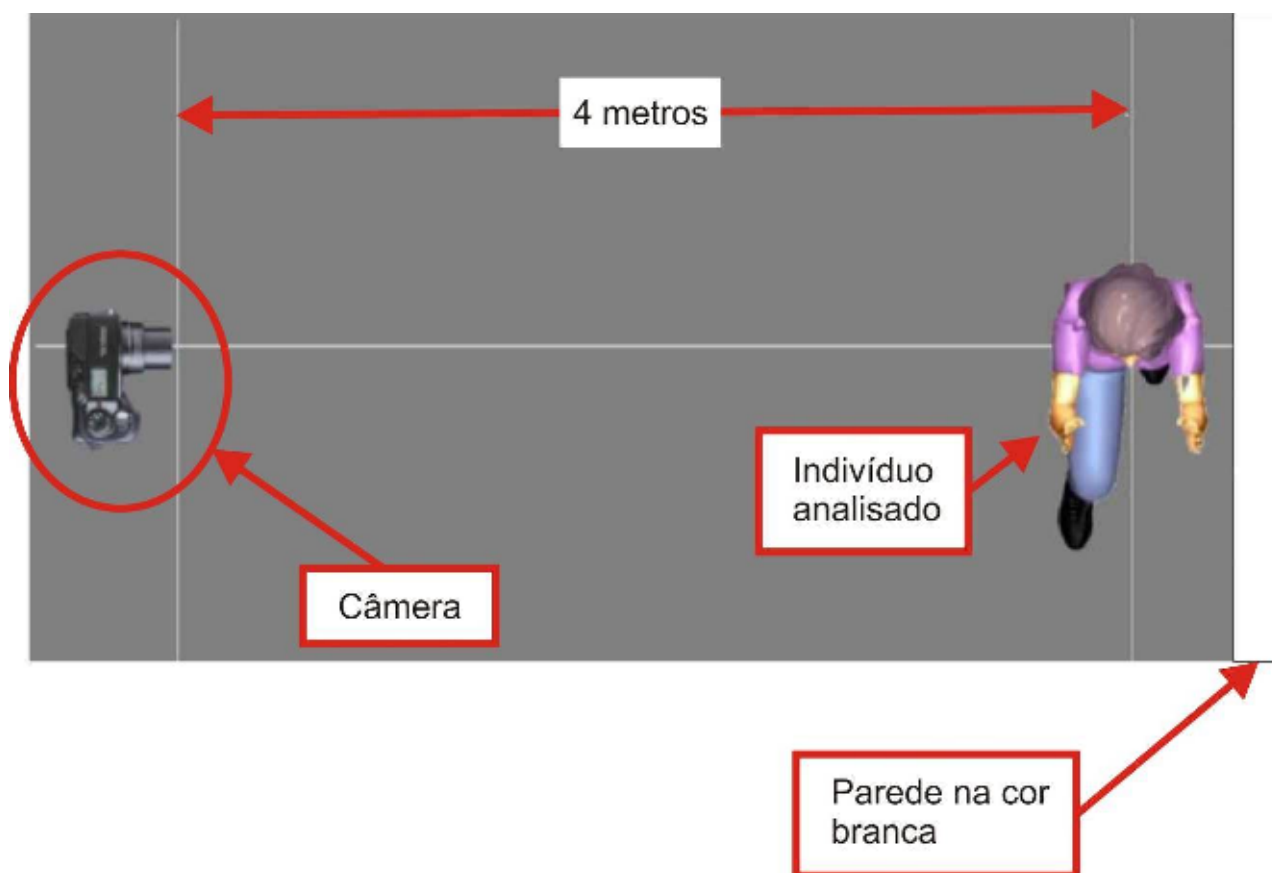


Figura 6 – Arranjo físico da sala utilizada para as avaliações antropométricas por meio da fotogrametria digital.

As trabalhadoras avaliadas foram posicionadas em posição perpendicular à câmera fotográfica e foram instruídas para olhar para um ponto fixo na parede à sua frente. Foram retiradas 3 fotos diferentes de cada indivíduo, com o objetivo de fornecer a melhor postura para a obtenção das medidas antropométricas desejadas. Todas as 3 fotos foram realizadas com os indivíduos na posição em pé. A Figura 7 mostra a fotografia retirada para obter as medidas de estatura, altura dos olhos, altura dos ombros e comprimento do braço na horizontal. A Figura 8 mostra a fotografia retirada para obter as medidas de altura dos cotovelos e comprimento do antebraço. A Figura 9 mostra a fotografia retirada para obter a medida da altura do centro da mão.

O rosto e o crachá de identificação do participante nas fotografias mostradas abaixo foram ocultados de modo a preservar a confidencialidade do mesmo.



Figura 7 – Fotografia utilizada para a obtenção da estatura, altura dos olhos, altura dos ombros, e comprimento do braço na horizontal.



Figura 8 – Fotografia utilizada para a obtenção da altura dos cotovelos e comprimento do antebraço.



Figura 9 – Fotografia utilizada para obtenção da altura do centro da mão.

3.2.6 – Tratamento das fotografias

Todas as fotografias retiradas foram inseridas no software CorelDraw para obtenção das medidas antropométricas desejadas. Identificou-se as medidas de 50 cm do calibrador de imagens que serviram como pontos de referência conhecidos. Em seguida, foram esses valores de referência foram medidos no software e obteve-se a medida digital desses pontos. Com esses valores, o fator de escala do software foi alterado, convertendo a imagem fotografada para seu tamanho original, ou seja, tamanho real. Dessa forma, foram coletadas todas as medidas antropométricas desejadas de cada foto individualmente.

As Figuras 10, 11 e 12 mostram como foram realizados os dimensionamentos das fotografias retiradas utilizando-se o software CorelDraw. O procedimento foi realizado para todas as fotos realizadas.



Figura 10 – Obtenção das medidas antropométricas utilizando software CorelDraw.



Figura 11 – Obtenção das medidas antropométricas utilizando software CorelDraw.



Figura 12 – Obtenção das medidas antropométricas utilizando software CorelDraw.

3.2.7 – Tratamento dos dados

Os dados antropométricos obtidos foram analisados através do cálculo de percentis, que é definido por Serrano (1996) como uma separatriz que divide a distribuição da frequência ordenada em 100 partes iguais. No cálculo dos percentis, foi utilizada a seguinte equação:

$$P_i = (i/100) * N$$

Onde: i = percentil desejado; e N = total da frequência acumulada (número total de pessoas da amostra).

Para cada uma das variáveis antropométricas avaliadas, também foi calculado o desvio-padrão (DP) da medida, utilizando-se a seguinte equação:

$$DP = \sqrt{\frac{\sum(X - M)^2}{N - 1}}$$

Onde: X = valores individuais da medida antropométrica avaliada; M = média dos valores obtidos; e N = número total de pessoas da amostra.

Foi também calculado o coeficiente de variação (CV) para cada medida antropométrica avaliada, conforme o cálculo abaixo:

$$CV = DP/M$$

Onde: DP = desvio-padrão da medida antropométrica avaliada; M = média dos valores obtidos.

De acordo com Bussacos (1997), se o resultado do coeficiente de variação for menor que 10%, significa que há pouca variabilidade na distribuição, ou seja, todos os valores estão bem próximos da média; nesse caso, a distribuição é homogênea. Se o coeficiente de variação estiver entre 10 e 30%, isso quer dizer que há média dispersão na distribuição da variável. Se o coeficiente de variação for maior que 30%, existe grande variabilidade, ou seja, os resultados da distribuição estão distantes da média, e, nessa situação, tem-se uma distribuição heterogênea.

4 – Resultados e Discussões

Na Tabela 2 são mostradas as medidas antropométricas de cada trabalhadora avaliada, obtidas a partir dos procedimentos da fotogrametria digital.

Tabela 2: Medidas antropométricas em centímetros obtidas após o tratamento das imagens.

Código do trabalhador	Estatura, M1	Altura dos olhos, M2	Altura dos ombros, M3	Altura dos cotovelos, M4	Comp. do antebraço, M5	Altura do centro da mão, M6	Comp. do braço, M7
1	166,0	154,5	138,5	101,3	32,4	70,5	60,0
2	162,2	150,7	133,4	97,9	30,6	70,2	59,5
3	153,4	142,9	128,0	94,7	29,7	72,7	52,7
4	149,5	136,4	123,6	90,3	28,0	64,5	52,7
5	159,0	149,4	134,7	103,2	30,5	77,1	54,7
6	148,4	136,5	121,0	88,4	30,2	64,2	56,5
7	150,7	140,6	126,4	94,6	30,3	69,0	53,8
8	168,2	155,7	143,6	104,2	34,2	74,6	63,1
9	173,5	162,7	149,3	114,1	35,0	81,9	64,2
10	156,6	144,8	131,5	96,7	32,4	69,1	60,3
11	150,5	138,7	126,9	94,4	29,4	66,0	55,5
12	162,8	152,5	141,0	107,1	33,2	79,5	58,5
13	154,1	142,6	130,1	97,3	31,6	70,0	55,4
14	163,1	153,1	138,7	101,0	33,9	71,6	64,9
15	159,6	148,9	133,6	98,0	32,2	70,8	61,8

Os resultados das medidas antropométricas estáticas avaliadas – nos percentis de 5, 20, 50, 80 e 95% – a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação das trabalhadoras avaliadas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Percentis, média, desvio-padrão e coeficiente de variação do levantamento antropométrico das trabalhadoras da indústria de autopeças avaliadas (em centímetros).

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	PERCENTIS					MÉDIA	DP	CV (%)
	5%	20%	50%	80%	95%			
Estatura, M1	149,2	150,7	159,0	163,7	169,8	158,5	7,5	4,7%
Altura dos olhos, M2	136,5	140,2	148,9	153,4	157,8	147,3	7,7	5,3%
Altura dos ombros, M3	122,8	126,8	133,4	139,2	145,3	133,4	7,8	5,9%
Altura dos cotovelos, M4	89,7	94,6	97,9	103,4	109,2	103,2	6,6	6,4%
Comprimento do antebraço, M5	29,0	30,1	31,6	33,3	34,4	31,6	2,0	6,3%
Altura do centro da mão, M6	64,4	68,4	70,5	75,1	80,2	71,4	5,1	7,1%
Comprimento do braço, M7	52,7	54,5	58,5	62,1	64,4	58,2	4,1	7,1%

4.1 – Estatura, M1

Os resultados dos dados antropométricos indicam que 5% das trabalhadoras avaliadas tinham estatura abaixo de 149,2 cm e como evidência o percentil de 5% para essa variável; 5% possuíam estatura acima de 169,8 cm, de acordo com o percentil de 95%. Portanto, 90% dos trabalhadores estariam com estatura maior que 149,2 cm e menor que 169,8 cm.

O coeficiente de variação resultante da avaliação realizada foi de 4,7%, o que indica que há uma distribuição homogênea dos valores encontrados, segundo a definição dada por Bussacos (1997).

Comparando os resultados obtidos com os dados do levantamento antropométrico realizado por Couto (1995) com 100 trabalhadoras na região paulista do ABC (Anexo 04), é possível verificar que os percentis de 5 e 95% obtidos aproximam-se aos obtidos por Couto – 149,0 cm e 169,0 cm, respectivamente.

4.2 – Altura dos olhos, M2

Analisando os dados obtidos, os resultados indicam que 5% das trabalhadoras avaliadas tinham altura dos olhos abaixo de 136,5 cm e como evidência o percentil de 5% para essa variável; 5% possuíam altura dos olhos acima de 157,8 cm, de acordo com o percentil de 95%. Portanto, 90% dos trabalhadores estariam com altura dos olhos maior que 136,5 cm e menor que 157,8 cm. No levantamento realizado por Couto (1995), 90% dos trabalhadores possuíam altura dos olhos entre 138,5 cm e 157,5 cm.

O coeficiente de variação resultante da avaliação realizada foi de 5,3%, o que indica que há uma distribuição homogênea dos valores encontrados, segundo a definição dada por Bussacos (1997).

4.3– Altura dos ombros, M3

Para a medida antropométrica de altura dos ombros, os resultados indicam que 5% das trabalhadoras avaliadas mediam abaixo de 122,8 cm e como evidência o percentil de 5% para essa variável; 5% mediam acima de 145,3 cm, de acordo com o percentil de 95%. Portanto, 90% dos trabalhadores estariam com altura dos ombros maior que 122,8 cm e menor que 145,3 cm. Couto (1995) constatou que 90% das mulheres analisadas possuíam altura dos ombros maior que 122,0 cm e menor que 139,5 cm.

O coeficiente de variação resultante da avaliação realizada foi de 5,9%, o que indica que há uma distribuição homogênea dos valores encontrados, segundo a definição dada por Bussacos (1997).

4.4– Altura dos cotovelos, M4

Analisando os dados obtidos, os resultados mostram que 5% das trabalhadoras avaliadas tinham altura dos cotovelos abaixo de 89,7 cm e como evidência o percentil de 5% para essa variável; 5% tinham altura dos cotovelos acima de 109,2 cm, de acordo com o percentil de 95%. Portanto, 90% dos trabalhadores estariam com altura dos cotovelos maior que 89,7 cm e menor que 109,2 cm. No levantamento realizado por Couto (1995), 90% dos trabalhadores possuíam altura dos cotovelos entre 92,5 cm e 107,0 cm.

O coeficiente de variação resultante da avaliação realizada foi de 6,4%, o que indica que há uma distribuição homogênea dos valores encontrados, segundo a definição dada por Bussacos (1997).

4.5– Comprimento do antebraço, M5

Os resultados do levantamento realizado mostram que 5% das trabalhadoras avaliadas possuíam comprimento do antebraço abaixo de 29,0 cm e como evidência o percentil de 5% para essa variável; 5% possuíam comprimento do antebraço acima de 34,4 cm, de acordo com o

percentil de 95%. Portanto, 90% dos trabalhadores possuíam comprimento do antebraço maior que 29,0 cm e menor que 34,4 cm.

O coeficiente de variação resultante da avaliação realizada foi de 6,3%, o que indica que há uma distribuição homogênea dos valores encontrados, segundo a definição dada por Bussacos (1997).

Comparando os resultados obtidos com as medidas antropométricas resumidas da norma alemã DIN 33402 (1981) mostrados no Anexo 01, verifica-se que os percentis de 5 e 95% obtidos aproximam-se aos valores referenciais da norma – 29,2 cm e 36,4 cm, respectivamente.

4.6– Altura do centro da mão, M6

Para a medida antropométrica de altura do centro da mão, os resultados indicam que 5% das trabalhadoras avaliadas mediam abaixo de 64,4 cm e como evidência o percentil de 5% para essa variável; 5% mediam acima de 80,2 cm, de acordo com o percentil de 95%. Portanto, 90% dos trabalhadores estariam com altura do centro da mão maior que 64,4 cm e menor que 80,2 cm. Os valores referenciais da norma alemã DIN 33402 (1981) mostram que 90% dos trabalhadores possuíam altura do centro da mão entre 66,4 cm e 80,3 cm.

O coeficiente de variação resultante da avaliação realizada foi de 7,1%, o que indica que há uma distribuição homogênea dos valores encontrados, segundo a definição dada por Bussacos (1997).

4.7– Comprimento do braço, M7

Os resultados do levantamento realizado mostram que 5% das trabalhadoras avaliadas possuíam comprimento do braço abaixo de 52,7 cm e como evidência o percentil de 5% para essa variável; 5% possuíam comprimento do braço acima de 64,4 cm, de acordo com o percentil de 95%. Portanto, 90% dos trabalhadores possuíam comprimento do braço maior que 52,7 cm e menor que 64,4 cm. A norma alemã DIN 33402 (1981) constatou que 90% das mulheres analisadas possuíam comprimento do braço maior que 61,6 cm e menor que 76,2 cm.

O coeficiente de variação resultante da avaliação realizada foi de 7,1%, o que indica que há uma distribuição homogênea dos valores encontrados, segundo a definição dada por Bussacos (1997).

5 – Conclusões

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de obter dados antropométricos confiáveis para a futura utilização em projetos de dimensionamento de postos de trabalho.

Através desta avaliação antropométrica, foi possível estabelecer comparações com dados referenciais presentes na literatura. Essas comparações indicam que as diferenças existentes não são suficientemente significativas para afirmar que os dados obtidos não são adequados para o uso no dimensionamento de postos de trabalho.

Os resultados desse estudo proporcionaram um maior conhecimento, físico e dimensional, dos indivíduos que compõem a fábrica analisada, com suas diversidades e alterações. A partir desses dados, é possível executar, com maior fundamento, os projetos de espaços, móveis e equipamentos direcionados a essa população.

No entanto, deve-se considerar que o presente estudo não possuiu a abrangência necessária para constituir um levantamento antropométrico significativo da população estudada. Dessa forma, é importante salientar o fato de que o presente trabalho deve ser considerado apenas como estudo preliminar na avaliação antropométrica da população em questão e que estudos futuros, mais abrangentes com amostragem mais significativa, devem ser realizados de modo a obter dados mais conclusivos.

Referências

- [1] Attwood, D. A.; Deeb, J. M. e Danz-Reece, M. E. **Ergonomic solutions for the process industries**. Burlington: Elsevier, 2004
- [2] Boueri, J. **Antropometria aplicada à arquitetura, urbanismo e desenho industrial**. São Paulo: USP; 1999. Dissertação de Mestrado
- [3] Bussacos, M. A. **Estatística Aplicada à Saúde Ocupacional**. São Paulo: Fundacentro, 1997
- [4] Chapanis, A. **Ethnic variables in human factors engineering**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1975.
- [5] Couto, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana. Vol. 1**. Belo Horizonte: Ergo, 1995.
- [6] Couto, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana. Vol. 2**. Belo Horizonte: Ergo, 1995.
- [7] Falzon, P. (editor). **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2007.
- [8] Ferreira, D. M. P. (coord.). **Pesquisa antropométrica e biomecânica dos operários da indústria de transformação – RJ**, Volume 1: Medidas para postos de trabalho. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 1988.
- [9] Iida, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Blucher, 2005.
- [10] Iida, I. e Wierzbicki, H. A. J. **Ergonomia**. São Bernardo do Campo: Comunicação, Universidade, Cultura Editora, 1973.
- [11] Kroemer, K. H. E. **Manual de ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [12] Moraes, A. de. **Aplicação de dados antropométricos; dimensionamento da interface homem-máquina**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1983. Dissertação Mestrado.
- [13] Neufert E. **Arte de projetar em arquitetura**. São Paulo: GG; 2004.
- [14] O'Brien, M. **Women in Sport. Applied Ergonomics**, 1985.
- [15] Panero J. e Zelnik M. **Human Dimension and Interior Space. A source book of design reference standards**. Barcelona: Gili; 2002.
- [16] Sanders, M. S. **Anthropometric Survey of Truck and Bus Drivers: Anthropometry, Control Reach, and Control Force**. Westlake Village, CA: Canyon Research, 1977.

- [17] Sanders, M. S. e McCormick, E. J. **Human Factors in Engineering and Design.** New York: McGraw-Hill, 1993.
- [18] Serrano, R. C. **Novo Equipamento de Medições Antropométricas.** São Paulo: Fundacentro, 1996.

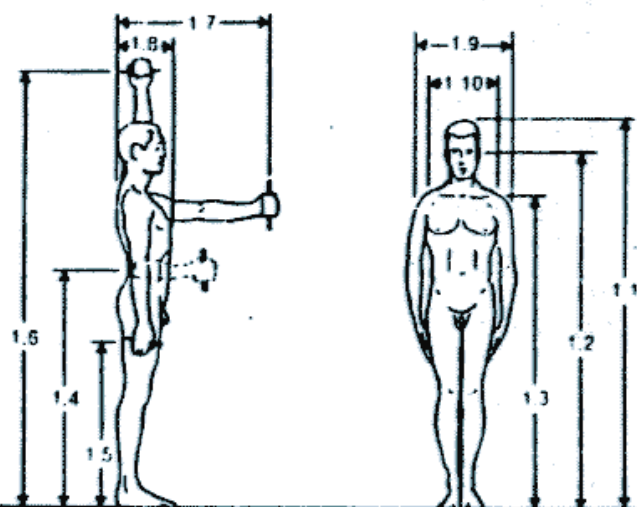
ANEXOS

Anexo 01

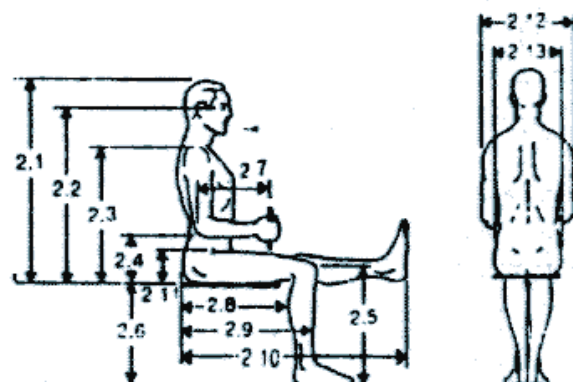
[Medidas de antropometria resumidas da norma alemã DIN 33402 de 1981]

MEDIDAS DA ANTROPOMETRIA ESTÁTICA (cm)		MULHERES			HOMENS		
		5%	50%	95%	5%	50%	95%
1. Corpo em pé	1.1 Estatura, corpo ereto	151,0	161,9	172,5	162,9	173,3	184,1
	1.2 Altura dos olhos, em pé, ereto	140,2	150,2	159,6	150,9	161,3	172,1
	1.3 Altura dos ombros, em pé, ereto	123,4	133,9	143,6	134,9	144,5	154,2
	1.4 Altura do cotovelo, em pé, ereto	95,7	103,0	110,0	102,1	109,6	117,9
	1.5 Altura do centro da mão, braço pendido, em pé	66,4	73,8	80,3	72,8	76,7	82,8
	1.6 Altura do centro da mão, braço erguido, em pé	174,8	187,0	200,0	191,0	205,1	221,0
	1.7 Comprimento do braço, na horizontal, até o centro da mão	61,6	69,0	76,2	66,2	72,2	78,7
	1.8 Profundidade do corpo, na altura do tórax	23,8	28,5	35,7	23,3	27,6	31,8
	1.9 Largura dos ombros, em pé	32,3	35,5	38,8	36,7	39,8	42,8
	1.10 Largura dos quadris, em pé	31,4	35,8	40,5	31,0	34,4	36,8
2. Corpo sentado	2.1 Altura da cabeça, a partir do assento, corpo ereto	80,5	85,7	91,4	84,9	90,7	96,2
	2.2 Altura dos olhos, a partir do assento, ereto	68,0	73,5	78,5	73,9	79,0	84,4
	2.3 Altura dos ombros, a partir do assento, ereto	53,8	58,5	63,1	56,1	61,0	65,5
	2.4 Altura do cotovelo, a partir do assento, ereto	19,1	23,3	27,8	19,3	23,0	28,0
	2.5 Altura do joelho, sentado	46,2	50,2	54,2	49,3	53,5	57,4
	2.6 Altura poplíteia (parte inferior da coxa)	35,1	39,5	43,4	39,9	44,2	48,0
	2.7 Comprimento do antebraço, na horizontal até o centro da mão	29,2	32,2	36,4	32,7	36,2	38,9
	2.8 Comprimento nádega-poplíteia	42,6	48,4	53,2	45,2	50,0	55,2
	2.9 Comprimento nádega-joelho	53,0	58,7	63,1	55,4	59,9	64,5
	2.10 Comprimento nádega-pé, perna estirada na horizontal	95,5	104,4	112,6	96,4	103,5	112,5
	2.11 Altura da parte superior das coxas	11,8	14,4	17,3	11,7	13,6	15,7
	2.12 Largura entre cotovelos	37,0	45,6	54,4	39,9	45,1	51,2
	2.13 Largura dos quadris, sentado	34,0	38,7	45,1	32,5	36,2	39,1
3. Cabeça	3.1 Comprimento vertical da cabeça	19,5	21,9	24,0	21,3	22,8	24,4
	3.2 Largura da cabeça, de frente	13,8	14,9	15,9	14,6	15,6	16,7
	3.3 Largura da cabeça, de perfil	16,5	18,0	19,4	18,2	19,3	20,8
	3.4 Distância entre os olhos	5,0	5,7	6,5	5,7	6,3	6,8
	3.5 Circunferência da cabeça	52,0	54,4	57,2	54,8	57,3	59,9
4. Mãos	4.1 Comprimento da mão	15,9	17,4	19,0	17,0	18,6	20,1
	4.2 Largura da mão	8,2	9,2	10,1	9,8	10,7	11,6
	4.3 Comprimento da palma da mão	9,1	10,0	10,8	10,1	10,9	11,7
	4.4 Largura da palma da mão	7,2	8,0	8,5	7,8	8,5	9,3
	4.5 Circunferência da palma	17,6	19,2	20,7	19,5	21,0	22,9
	4.6 Circunferência do pulso	14,6	16,0	17,7	16,1	17,6	18,9
	4.7 Cilindro de pega máxima (diâmetro)	10,8	13,0	15,7	11,9	13,8	15,4
5. Pé	5.1 Comprimento do pé	22,1	24,2	26,4	24,0	26,0	28,1
	5.2 Largura do pé	9,0	9,7	10,7	9,3	10,0	10,7
	5.3 Largura do calcanhar	5,6	6,2	7,2	6,0	6,5	7,4

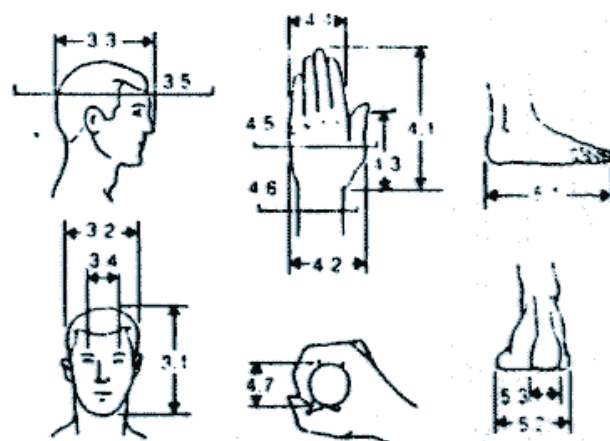
POSIÇÃO DE PÉ



POSIÇÃO SENTADA



PARTES DO CORPO



Anexo 02

[Medidas de antropometria estática de trabalhadores brasileiros, baseadas em uma amostra de 3100 trabalhadores do Rio de Janeiro (Ferreira, 1988)]

MEDIDAS DA ANTROPOMETRIA ESTÁTICA (cm)		HOMENS		
		5%	50%	95%
1. Corpo em pé	1.0 Peso (kg)	52,3	66,0	85,9
	1.1 Estatura, corpo ereto	159,5	170,0	181,0
	1.2 Altura dos olhos em pé, ereto	149,0	159,5	170,0
	1.3 Altura dos ombros em pé, ereto	131,50	141,0	151,0
	1.4 Altura do cotovelo em pé, ereto	96,5	104,5	112,0
	1.7 Comprimento do braço na horizontal, até a ponta dos dedos	79,5	85,5	92,0
	1.8 Profundidade do tórax (sentado)	20,5	23,0	27,5
	1.9 Largura dos ombros (sentado)	49,2	44,3	49,8
	1.10 Largura dos quadris, em pé	29,5	22,4	35,8
2. Corpo sentado	2.1 Altura da cabeça, a partir do assento, corpo ereto	82,5	88,0	94,0
	2.2 Altura dos olhos, a partir do assento, corpo ereto	72,0	77,5	83,0
	2.3 Altura dos ombros, a partir do assento, ereto	55,0	59,5	64,5
	2.4 Altura do cotovelo, a partir do assento	18,5	23,0	27,5
	2.5 Altura do joelho, sentado	49,0	53,0	57,5
	2.6. Altura poplíteia, sentado	39,0	42,5	46,5
	2.8 Comprimento nádega-poplíteia	43,5	48,0	53,0
	2.9 Comprimento nádega-joelho	55,0	60,0	65,0
	2.12 Largura entre cotovelos	39,7	45,8	53,1
	2.13 Largura dos quadris (em pé)	29,5	32,4	35,8
5. Pé	5.1 Comprimento do pé	23,9	25,9	28,0
	5.2 Largura do pé	9,3	10,2	11,2

Anexo 03

[Medidas de antropometria estática de trabalhadores brasileiros baseadas numa amostra de 257 homens e 320 mulheres de uma empresa em São Paulo (Iida e Wierbichi, 1973)]

MEDIDAS DA ANTROPOMETRIA ESTÁTICA (cm)	MULHERES			HOMENS		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1.1 Estatura, ereto, com sapatos	147,8	157,3	166,8	157,4	169,7	182,0
1.7 Comprimento do braço na horizontal, até a ponta dos dedos	68,8	79,5	90,2	77,7	86,6	95,5
2.1 Altura da cabeça, sentado	74,8	83,0	91,2	72,0	87,3	102,6
2.5 Altura do joelho, sentado	43,5	50,1	56,7	50,2	55,0	59,8
2.7 Comprimento do antebraço, na horizontal até a ponta dos dedos	31,5	41,9	52,3	41,3	45,8	56,1
2.9 Comprimento nádega-joeelho	49,9	58,1	66,3	54,3	60,2	66,1
2.10 Comprimento nádega-perna estendida na horizontal	87,2	100,4	113,6	97,0	107,4	117,8

Anexo 04

[Medidas de 400 trabalhadores em fábricas e 100 trabalhadoras de escritório na região paulista do ABC (Couto, 1995)]

MEDIDAS DA ANTROPOMETRIA ESTÁTICA (cm)	MULHERES					HOMENS				
	5%	50%	95%	Média	D.P.	5%	50%	95%	Média	D.P.
1.1 Estatura	149,0	159,0	169,0	158,8	6,13	160,0	171,5	183,5	171,5	6,79
1.2 Altura dos olhos	138,5	147,5	157,5	147,6	5,98	149,0	159,5	172,0	160,0	6,61
1.3 Altura dos ombros	122,0	131,0	139,5	131,0	5,45	133,0	143,0	154,5	143,2	6,46
1.4 Altura dos cotovelos	92,5	99,5	107,0	99,5	4,29	100,5	109,0	118,0	109,1	5,31
1.5 Altura das mãos	56,5	61,5	67,0	61,8	3,31	59,5	66,0	73,0	66,1	4,31
1.9 Largura do tronco	34,0	38,0	44,0	38,9	3,27	36,0	43,0	49,0	42,8	4,7
1.10 Largura do quadril	33,0	39,0	45,0	39,1	4,03	29,0	36,0	42,0	35,5	3,63
2.6 Altura poplíteia	36,5	40,5	45,5	40,9	2,56	44,0	48,5	53,0	48,8	2,75
2.9 Compr. poplíteia-nádegas	41,6	45,5	49,0	45,3	2,62	42,5	47,0	51,0	46,9	2,67
4.1 Tamanho da mão	15,0	16,5	17,5	16,6	1,06	16,0	18,0	20,0	18,2	1,17