



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



PRO 3433 - ERGONOMIA

Antropometria

Prof. Dr. Fausto Mascia
EPUSP – Engenharia de Produção

Bibliografia:

- Itiro Iida - Ergonomia, projeto e produção. Ed. Edgard Blucher.
- Etienne Granjean - Manual de ergonomia. Ed. Bookman.
- Henry Dreyfuss – As medidas do homem e da mulher. Ed. Bookman

1



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Antropometria e Biomecânica



Medidas do corpo humano e movimentos dos segmentos corporais – conhecimentos que auxiliam a compreender as forças que agem no corpo humano na vida em geral e no trabalho.

2



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Importância das dimensões do corpo humano



- Desempenho humano
- Produção em massa – custo

Situação ideal do fabricante – produto padrão.

- Até os anos 50 os carros eram projetados para os homens – as mulheres raramente dirigiam.

A partir da década de 50 passou a ser uma preocupação.

3



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Antropometria



- O mito do homem médio
- O que se busca quando projetamos?
- O que projetar? Produto? Sistemas de produção?
- Para **quem** projetar? Homem, mulher, criança, idoso, portadores de necessidades especiais...
- Limites: determinantes organizacionais – divisão e organização do trabalho; conteúdo da tarefa.

4

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO

Variações interindividuais – diferenciam os indivíduos de uma mesma população, em razão da etnia e genética.



Variações étnicas

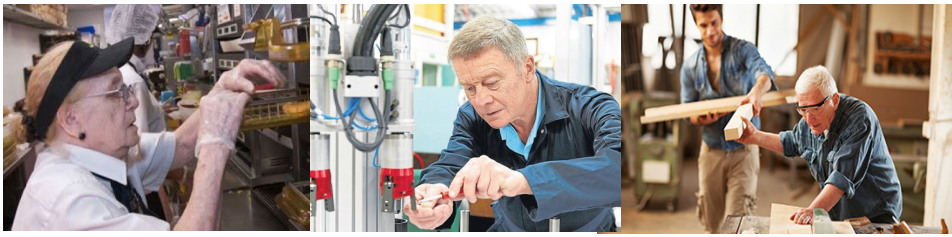


5

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO

Envelhecimento



- O sistema nervoso degenera-se a uma velocidade menor.
- O ser humano pode desenvolver formas de compensação à perda no sistema osteomuscular.

6



Variações étnicas

- Exportação de produtos – máquinas produzidas na Inglaterra e exportadas para a Índia causando dificuldades para os trabalhadores.
- Maior preocupação com o aumento do comércio internacional.

Solução: regulagens ou diferentes versões.

- As regulagens envolvem peças móveis que fragilizam os produtos e aumentam os seus custos.
- Indústria de confecções e calçados.

7



Síntese

Fontes de variabilidade entre populações

- Idade
- Sexo
- Etnia
- Condições sócio econômicas
- Gerações

8

Medidas de antropometria estática (5°, 50° e 95° percentis), resumidas da norma alemã DIN 33402 de 1981							
Medidas de 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, tronco ereto	80,5	85,7	91,4	84,9	90,7	96,2
	2,2 Altura dos olhos, a partir do assento, tronco ereto	68,0	73,5	78,5	73,9	79,0	84,4
	2,3 Altura dos ombros, a partir do assento, tronco ereto	53,8	58,5	63,1	56,1	61,0	65,5
	2,4 Altura do cotovelo, a partir do assento, tronco 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 da nádega-joelho	53,0	58,7	63,1	55,4	59,9	64,5
	2,10 Comprimento nádega-pé, perna estendida 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 os 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	20,5
	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	54,0	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 PÉS	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	6,6	7,4

OBS. As numerações das medidas correspondem às da Figura 6.14. Origem: Alemanha

Fonte: IIDA, 2005

Fonte: IIDA, 2005

Dimensões antropométricas (5°, 50° e 95° percentis) de adultos norte-americanos (Kroemer, Kroemer e Kroemer-Elbert 1994)								
Medidas (cm)	Mulheres				Homens			
	5°	50°	95°	DP	5°	50°	95°	DP
1 CORPO EM PÉ								
1,1 Estatura, corpo ereto	152,78	162,94	173,73	6,36	164,69	175,58	186,65	6,68
1,2 Altura dos olhos, em pé	141,52	151,61	162,13	6,25	152,82	163,39	174,29	6,57
1,3 Altura dos ombros, em pé	124,09	133,36	143,20	5,79	134,16	144,25	154,56	6,20
1,4 Altura do cotovelo, em pé	92,63	99,79	107,40	4,48	99,52	107,25	115,28	4,81
1,5 Altura do centro da mão, em pé	72,79	79,03	85,51	3,86	77,79	84,65	91,52	4,15
1,8 Profundidade do tórax	20,86	23,94	27,78	2,11	20,96	24,32	28,04	2,15
2 CORPO SENTADO								
2,1 Altura da cabeça, sentado, a partir do assento	79,53	85,20	91,02	3,49	85,45	91,39	97,19	3,56
2,2 Altura dos olhos, sentado, a partir do assento	68,46	73,87	79,43	3,32	73,50	79,20	84,80	3,42
2,3 Altura dos ombros, sentado, acima do assento	50,91	55,55	60,36	2,86	54,85	59,78	64,63	2,96
2,4 Altura do cotovelo, acima do assento	17,57	22,05	26,44	2,68	18,41	23,06	27,37	2,72
2,6 Comprimento nádega-joelho, sentado	54,21	58,89	63,98	2,96	56,90	61,64	66,74	2,99
2,9 Comprimento nádega-poplíteia, sentado	44,00	48,17	52,77	2,66	45,81	50,04	54,55	2,66
2,11 Altura das coxas, acima do assento	14,04	15,89	18,02	1,21	14,86	16,82	18,99	1,26
2,13 Largura dos quadris, sentado	34,25	38,45	43,22	2,72	32,87	36,68	41,16	2,52
3 CABEÇA								
3,2 Largura da cabeça	13,66	14,44	15,27	0,49	14,31	15,17	16,08	0,54
3,4 Distância entre olhos	5,66	6,23	6,85	0,36	5,88	6,47	7,10	0,37
3,5 Circunferência da cabeça	52,25	54,62	57,05	1,46	54,27	56,77	59,35	1,54
4 MÃOS								
4,1 Comprimento da mão	16,50	18,05	19,69	0,97	17,87	19,38	21,06	0,98
4,4 Largura da palma	7,34	7,94	8,56	0,38	8,36	9,04	9,76	0,42
4,5 Circunferência da palma	17,25	18,62	20,03	0,85	19,85	21,38	23,03	0,97
5 PÉS								
5,1 Comprimento do pé	22,44	24,44	26,46	1,22	24,88	26,97	29,20	1,31
5,2 Largura do pé	8,16	8,97	9,78	0,49	9,23	10,06	10,95	0,53
7 PESO (kg)	39,2*	62,01	84,8*	13,8*	57,7*	78,49	99,3*	12,6*

OBS. As numerações das medidas referem-se à Figura 6.14, (*) Valores estimados, DP = desvio-padrão.

Fonte: IIDA, 2005

Medidas antropométricas de trabalhadores brasileiros RJ - INT

Medidas de 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	131,5	141,0	151,0
	1.4 Altura do cotovelo, em pé ereto	96,5	104,5	112,0
	1.7 Compr. 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)	40,2	44,3	49,8
	1.10 Largura dos quadris, em pé	29,5	32,4	35,8
	1.11 Altura entre pernas	71,0	78,0	85,0
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-jelho	55,0	60,0	65,0
	2.11 Largura das coxas	12,0	15,0	18,0
	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 PÉS	5.1 Comprimento do pé	23,9	25,9	28,0
	5.2 Largura do pé	9,3	10,2	11,2

Fonte: IIDA, 2005

Medidas antropométricas de trabalhadores brasileiros RJ - INT

Medidas de antropometria estática de trabalhadores brasileiros, baseadas em uma amostra de 3100 trabalhadores do Rio de Janeiro (Ferreira, 1988) Origem: Brasil				
Medidas de antropometria estática (cm) – Corpo sentado		Homens		
		5%	50%	95%
Altura da cabeça, a partir do assento, corpo ereto		82,5	88,0	94,0
Altura dos olhos, a partir do assento, corpo ereto		72,0	77,5	83,0
Altura dos ombros, a partir do assento, ereto		55,0	59,5	64,5
Altura do cotovelo, a partir do assento		18,5	23,0	27,5
Altura do joelho, sentado		49,0	53,0	57,5
Altura poplitea, sentado		39,0	42,5	46,5
Comprimento nádega-poplitea		43,5	48,0	53,0
Comprimento nádega-joelho		55,0	60,0	65,0
Largura das coxas		12,0	15,0	18,0
Largura dos cotovelos		39,7	45,8	53,1
Largura dos quadris		29,5	32,4	35,8

Medidas antropométricas estáticas de 3100 trabalhadores. Iida, 2005

Medidas de 400 trabalhadores em fábricas e 100 trabalhadores de escritório na região paulista do ABC (Couto, 1995). Origem: Brasil										
Medidas antropométricas estáticas (cm)	Mulheres					Homens				
	5%	50%	95%	Média	D.P.	5%	50%	95%	Média	D.P.
Estatura	149	159	169	158,8	6,13	160	171,5	183,5	171,5	6,79
Altura dos olhos	138,5	147,5	157,5	147,6	5,98	149	159,5	172	160	6,61
Altura dos ombros	122	131	139,5	131	5,45	133	143	154,5	143,2	6,46
Altura dos cotovelos	92,5	99,5	107	99,5	4,29	100,5	109	118	109,1	5,31
Altura das mãos	56,5	61,5	67	61,8	3,31	59,5	66	73	66,1	4,31
Largura do tronco	34	38	44	38,9	3,27	36	43	49	42,8	4,70
Largura do quadril	33	39	45	39,1	4,03	29	36	42	35,5	3,63
Altura poplíteia	36,5	40,5	45,5	40,9	2,56	44	48,5	53	48,8	2,75
Compr. Poplíteia-nádega	41,6	45,5	49	45,3	2,62	42,5	47	51	46,9	2,67
Tamanho da mão	15	16,5	17,5	16,6	1,06	16	18	20	18,2	1,17

Medidas antropométricas de 500 trabalhadores. Iida, 2005

Fonte: IIDA, 2005



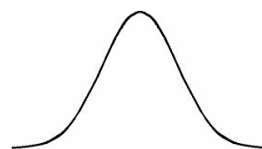
Parâmetros que caracterizam a população em termos de medidas antropométricas:

- Média
- Desvio padrão
- Percentis

13



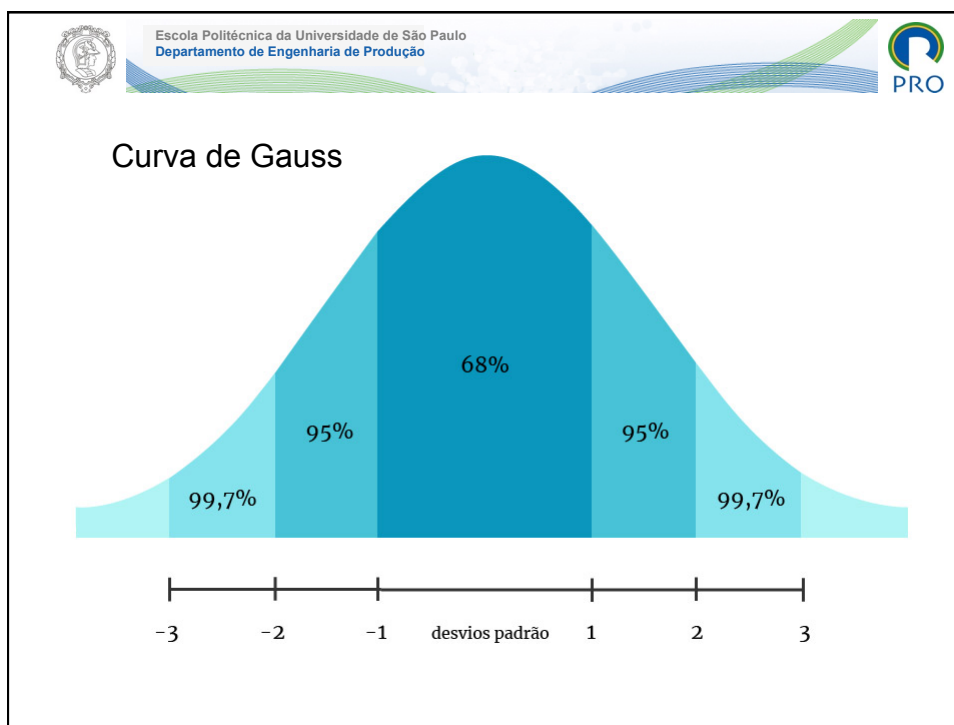
Curva de Gauss



Graficamente, as medidas corporais se comportam como uma curva de Gauss ou curva de distribuição normal.

Uma parte significativa de medidas encontra-se no meio da curva enquanto que um pequeno número de medidas encontram-se nas extremidades da curva.

14



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

PRO

Curva de Gauss

Do ponto de vista econômico, atender 100% dos usuários em projetos mostra-se inviável.

Que alternativa para os extremos?

Por exemplo, se desejarmos atender 90% da população, as pessoas atendidas serão aquelas cujas dimensões variam entre 5% e 95% (os dois extremos da população são desconsiderados).

Percentil 5 e percentil 95

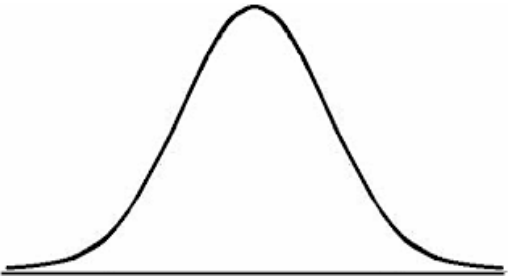
16



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Curva de Gauss



Acomodar 98% da população significa que essa população encontra-se entre os percentis 1 e 99.

17



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Objetivos

Onde ou para quê serão utilizadas as medidas antropométricas?

Antropometria Estática x Antropometria Dinâmica.

O projeto deve levar em conta o trabalho – posto de trabalho.

18



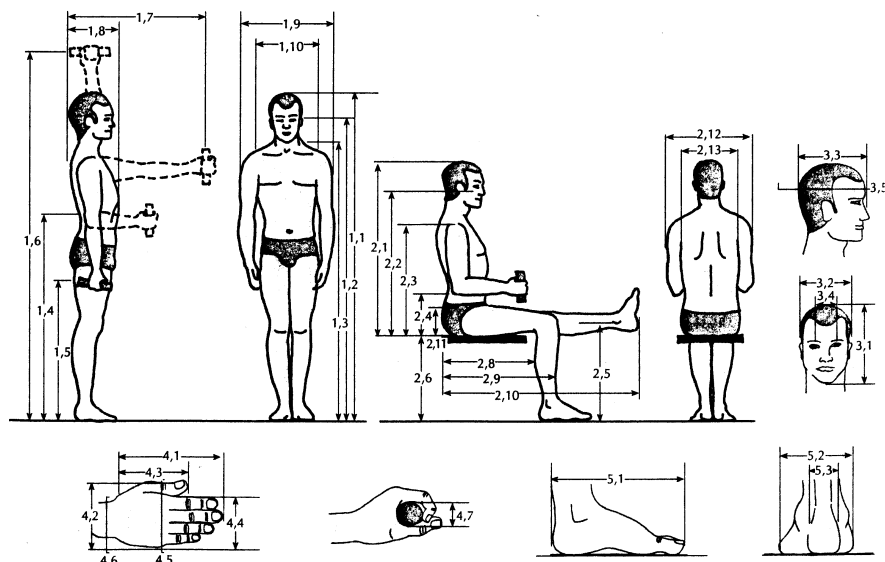
Antropometria estática

As medidas referem-se ao corpo parado ou com poucos movimentos.

Projeto de objetos sem partes móveis ou com pouca mobilidade (mobiliário em geral).

Maior parte das tabelas disponíveis.

19



Fonte: IIDA, 2005



Antropometria dinâmica

Relacionada aos alcances dos movimentos.

Movimentos de cada parte do corpo são medidos mantendo-se estático o restante.

Exemplo: alcance máximo das mãos com a pessoa sentada.

21



Antropometria funcional

Relacionadas com a execução de tarefas específicas.

Na realidade, cada parte do corpo não se move isoladamente – existe uma conjunção de diversos movimentos para se realizar uma função

Alcance das mãos não é limitado pelo comprimento dos braços.

22



Métodos de medição

Métodos diretos – instrumentos que entram em contato físico com o corpo.

Medições indiretas – fotos, programas computacionais.

23



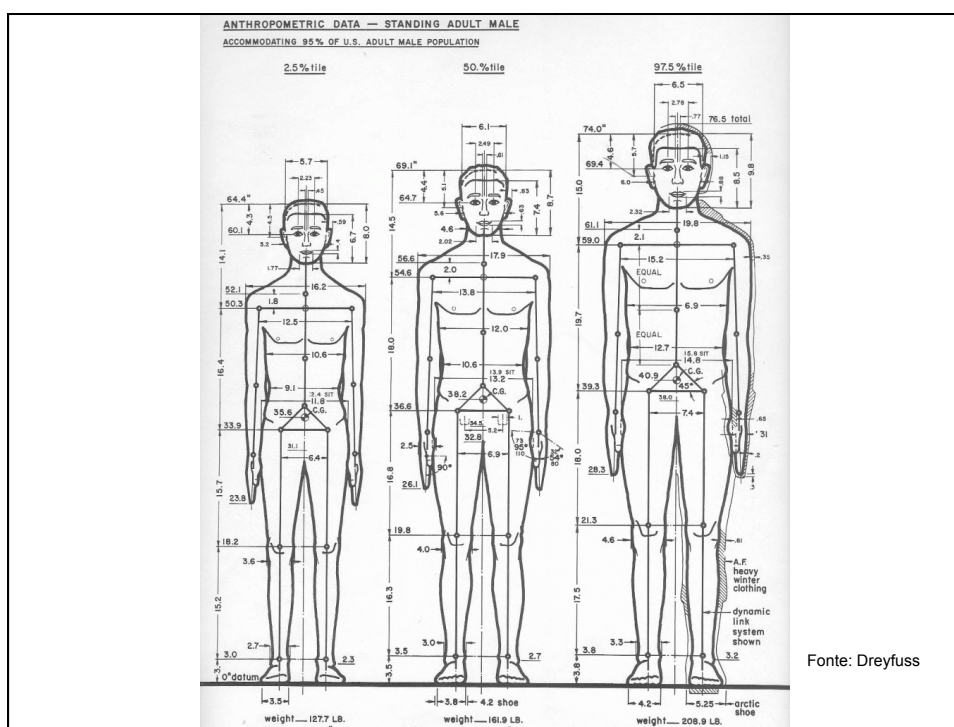
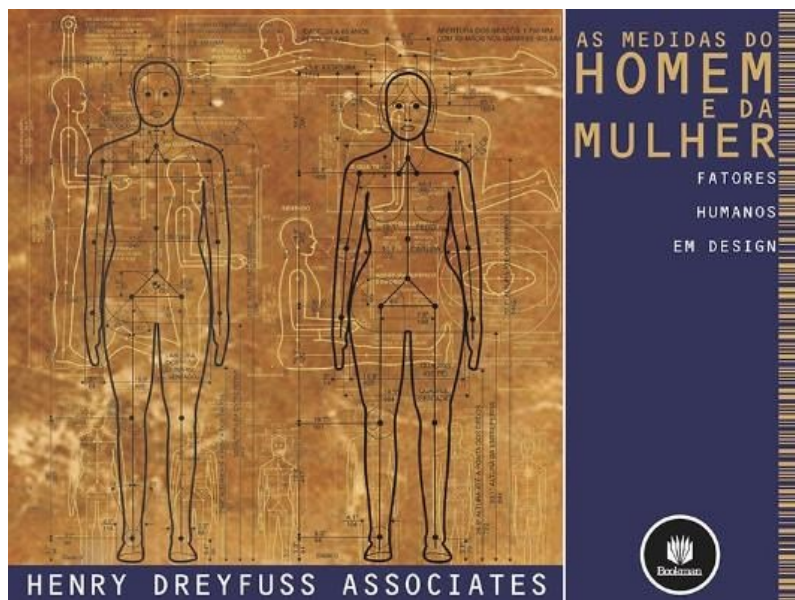
Amostra representativa?

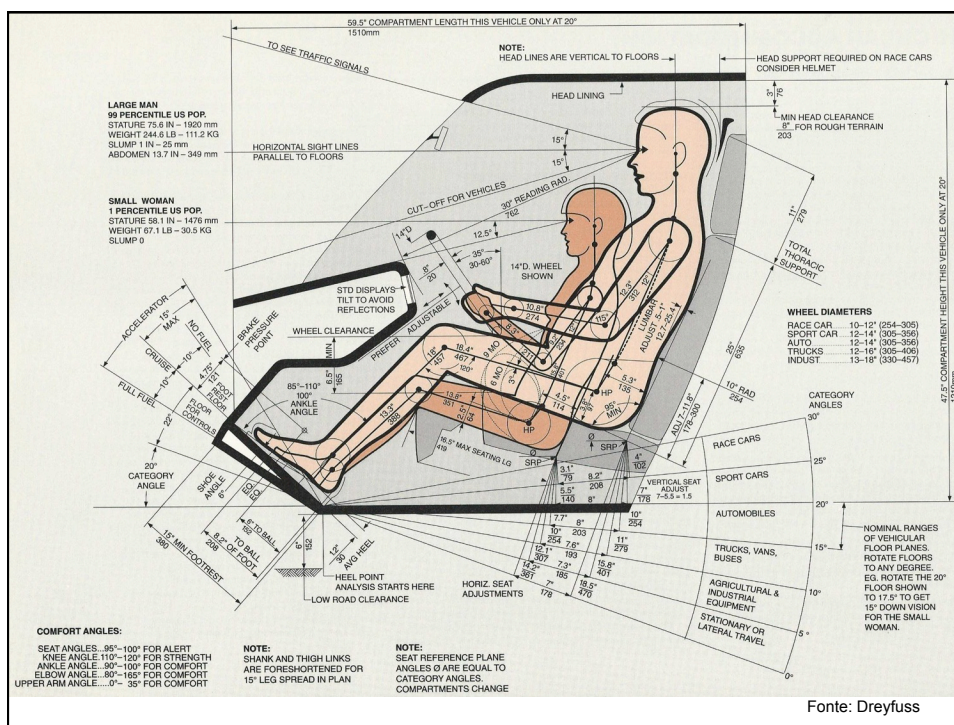
Cuidados, controvérsias e contradições.

Análise estatística

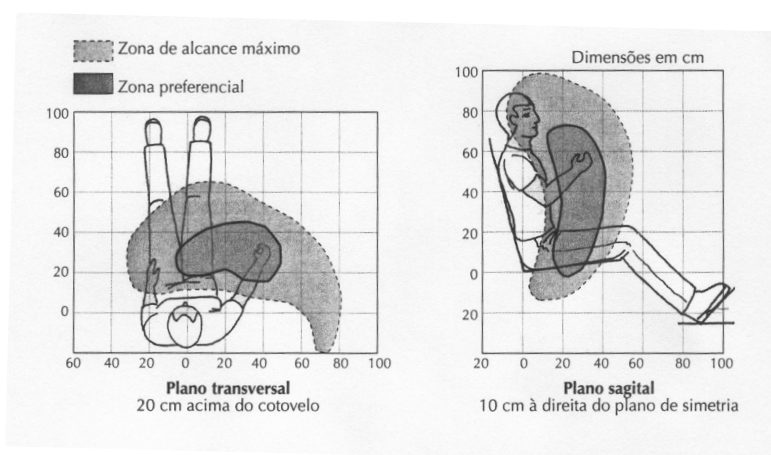
Percentis

24

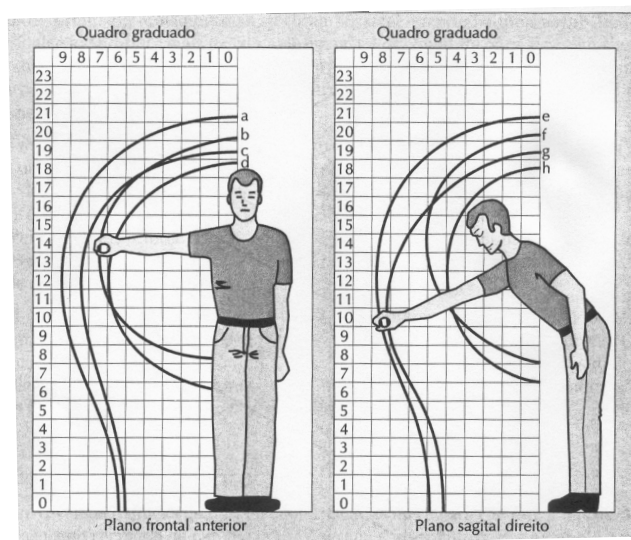




Zonas de alcances máximos e preferenciais - posição sentada

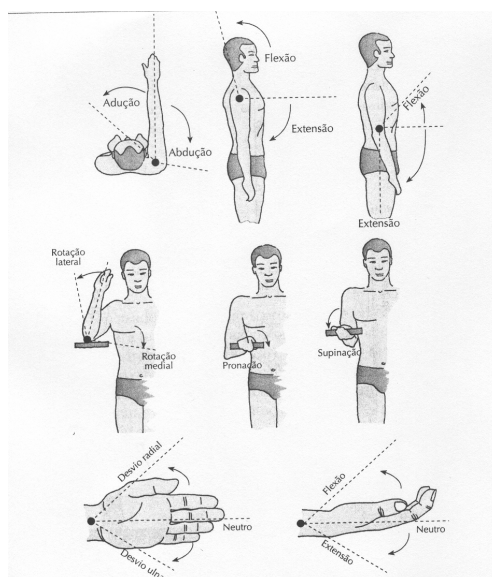


Alcances máximos da mão - envoltório



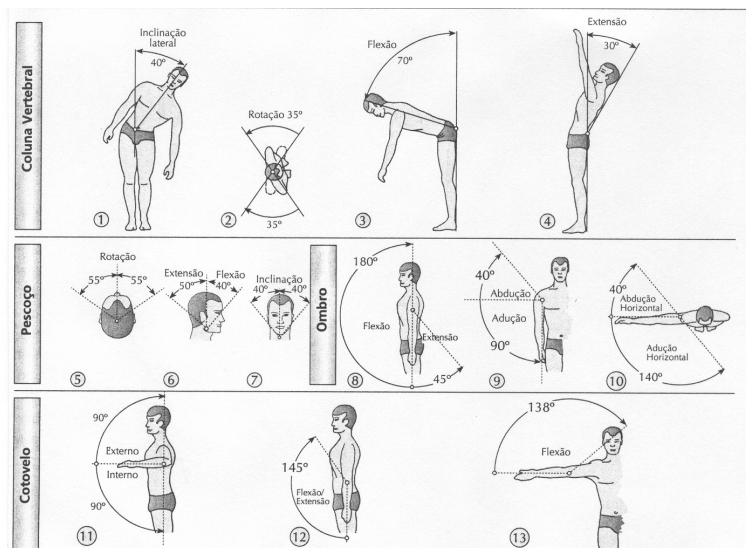
Fonte: IIDA, 2005

Movimentos dos braços e mãos - principais tipos



Fonte: IIDA, 2005

Rotações voluntárias do corpo



Fonte: IIDA, 2005

Rotações voluntárias do corpo

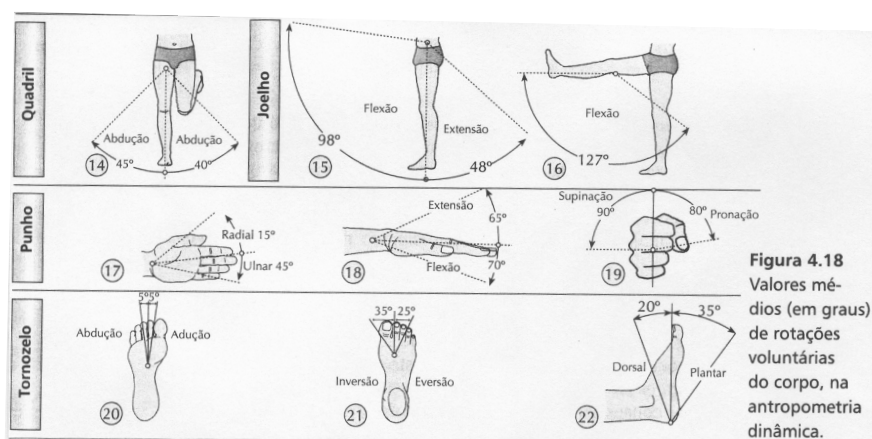
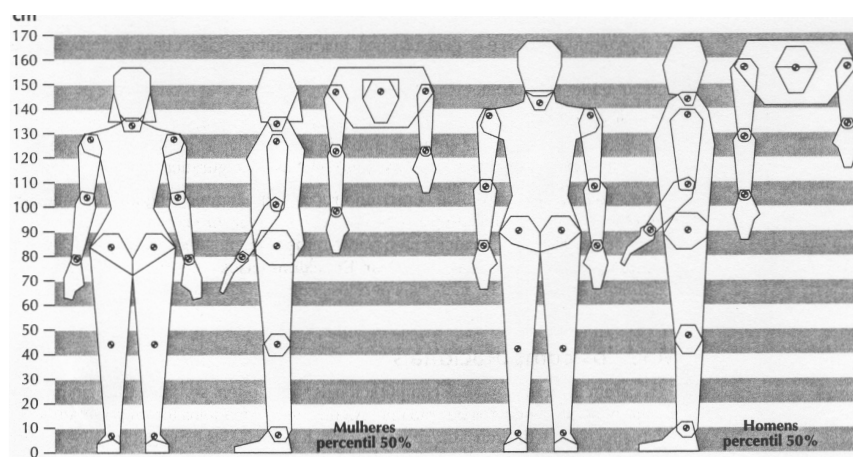


Figura 4.18
Valores médios (em graus)
de rotações voluntárias
do corpo, na antropometria
dinâmica.

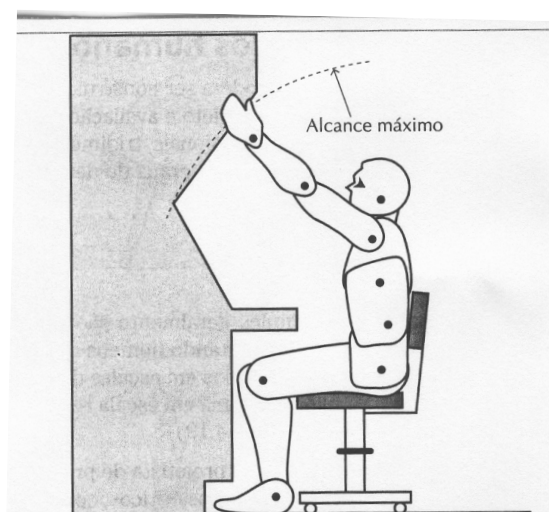
Fonte: IIDA, 2005

Modelos humanos bi-dimensionais



Fonte: IIDA, 2005

Modelo bidimensional usado para teste



Fonte: IIDA, 2005

Modelos computacionais

Universidade da Pensilvânia - Jack

Universidade de Nottinham - Sammie

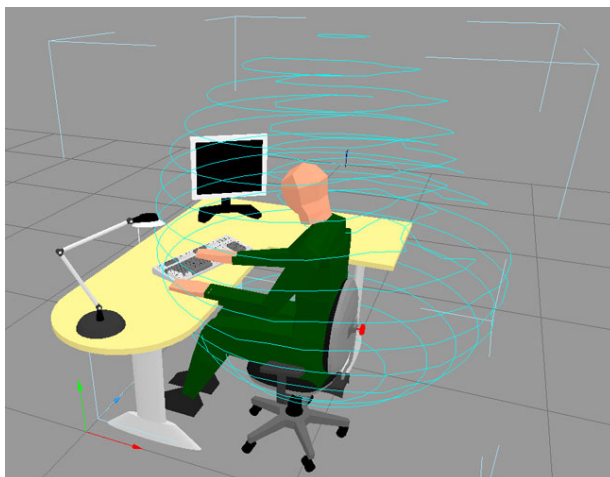
Humancad - Mannequin

Fonte: IIDA, 2005

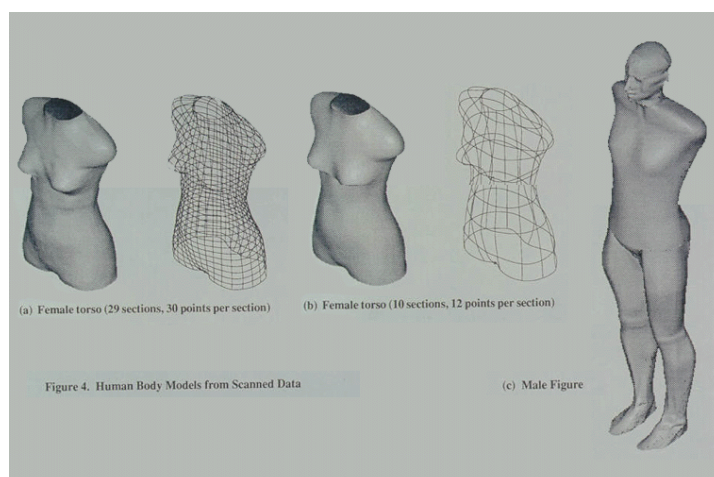
Modelos computacionais



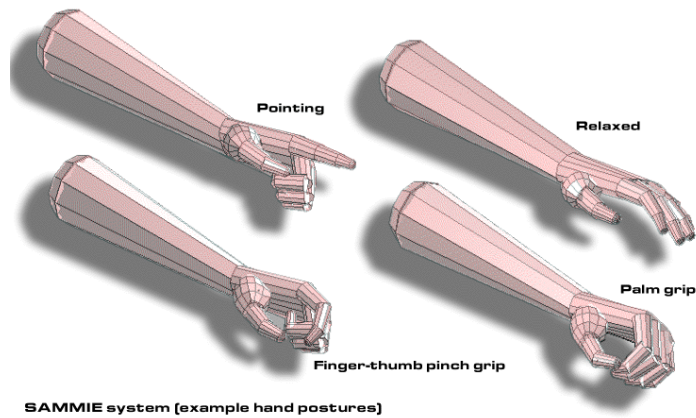
Modelos computacionais



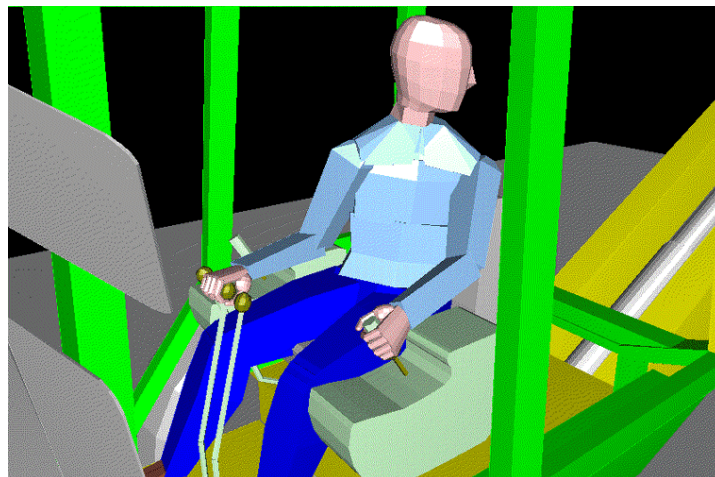
Modelos computacionais



Modelos computacionais



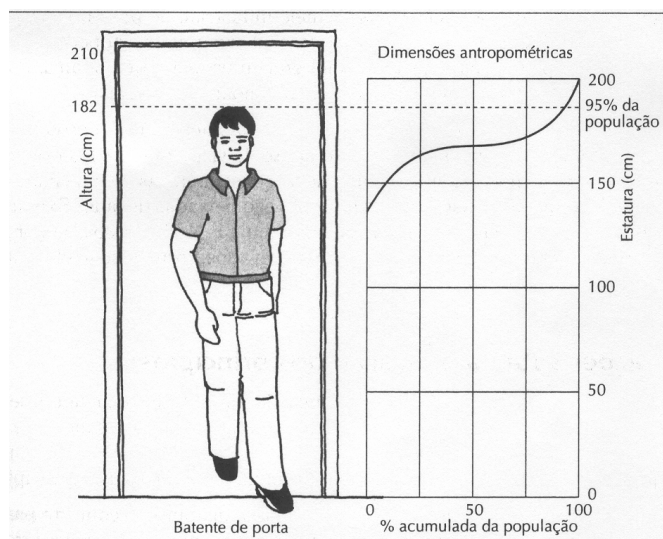
Modelos computacionais



Modelos computacionais



Projetos dimensionais



Fonte: IIDA, 2005

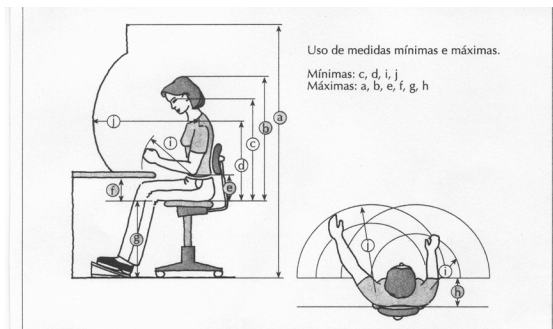


TABELA 5.1

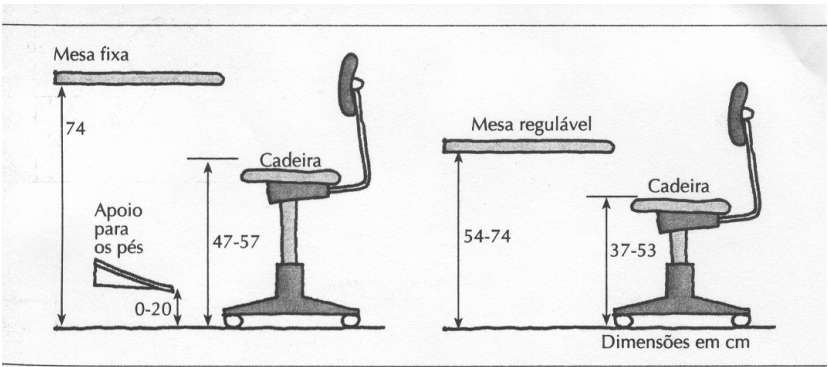
Uso de medidas antropométricas mínimas (5%) e máximas (95%) da população, para o dimensionamento de posto de trabalho. As medidas foram retiradas da Tabela 4.5 e estão indicadas na Figura 4.13

Medidas de antropometria estática (cm)	Critério	Mulheres		Homens		Medida adotada*
		Mín.	Máx.	5%	95%	
a) Estatura	•	151,0	172,5	162,9	184,1	184,1
b) Altura da cabeça sentado	•	80,5	91,4	84,9	96,2	96,2
c) Altura dos olhos, sentado	•	68,0	78,5	73,9	84,4	68,0
d) Altura dos ombros, sentado	•	53,8	63,1	56,1	65,5	53,8
e) Altura do cotovelo, sentado	•	19,1	27,8	19,3	28,0	28,0
f) Altura das coxas	•	11,8	17,3	11,7	15,7	17,3
g) Altura do assento (poplitea)	•	35,1	43,4	39,9	48,0	48,0
h) Profundidade do tórax	•	23,8	35,7	23,3	31,8	35,7
i) Comprimento do antebraço	•	29,2	36,4	32,7	38,9	29,2
j) Comprimento do braço	•	61,6	76,2	66,2	78,7	61,6

Fonte: IIDA, 2005

* As medidas em negrito correspondem as medidas adotadas no projeto.

Alturas para mesas



Fonte: IIDA, 2005



Antropometria dinâmica:

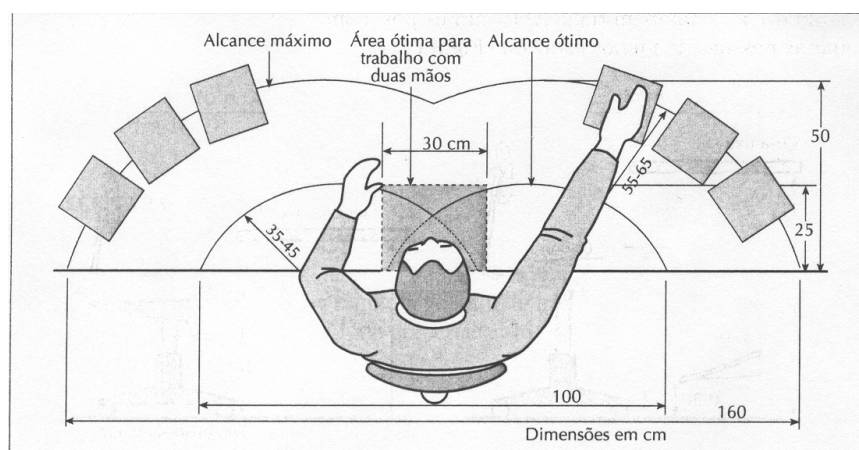
Zonas de alcance

Alcance ideal (para trabalho contínuo)

Alcance máximo

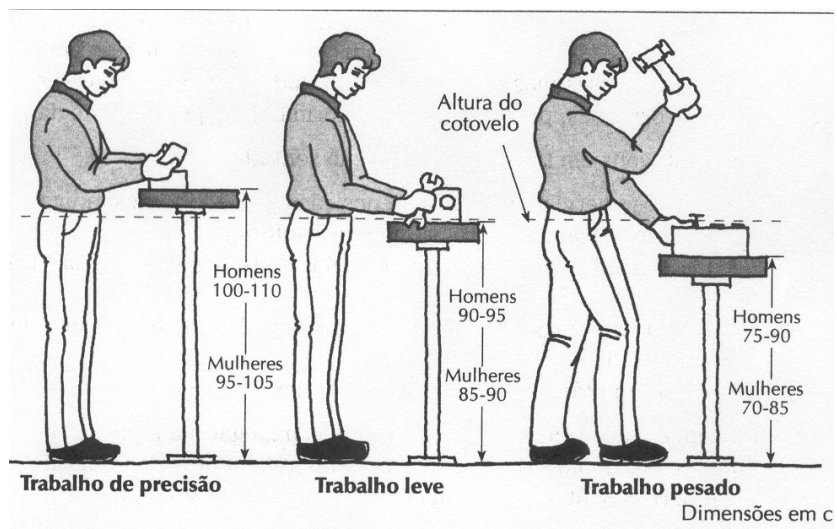
45

Áreas de alcances ótimo e máximo



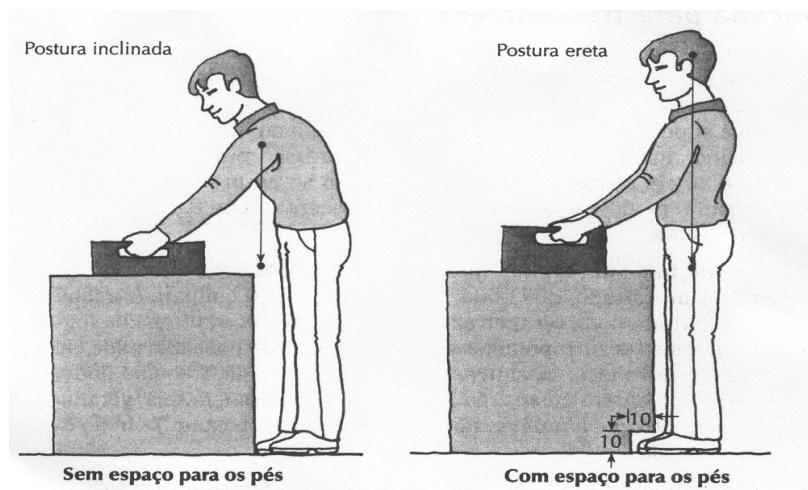
Fonte: IIDA, 2005

Alturas de superfície de trabalho



Fonte: IIDA, 2005

Espaço para os pés



Fonte: IIDA, 2005



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção

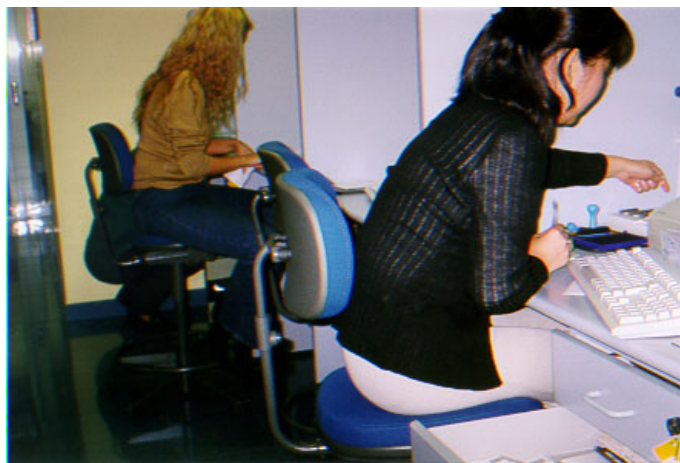


Postura do corpo
**MAIOR NECESSIDADE PARA O
CONFORTO:**

VARIAÇÃO POSTURAL

49







Antropometria



Dimensão sempre esquecida: o Tempo!!!