

Ergonomia

Aplicação da antropometria no design do local de trabalho

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

- Prof. Paulo Cesar Barauce Bento.
- Prof. Depto. Educação Física - UFPR
- Mestrado em Engenharia de Produção
- Área de concentração: Ergonomia UFRGS / 2004
- email: p.bento@yahoo.com.br
- Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida (NOV) - 3360 -4326

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Ergonomia

- É a ciência que permite planejar locais de trabalho, métodos e produtos que, como seres humanos, podemos utilizar com eficiência, facilidade e segurança.
- Abordagem centrada no homem: capacidades e limitações físicas, fisiológicas e mentais no planejamento das coisas utilizadas pelo homem.

Kamal Kothyal, (2005).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Ergonomia

- Estudo dos aspectos anatômicos, fisiológicos e psicológicos dos seres humanos em seu ambiente de trabalho.
- Preocupa-se em melhorar a eficiência, a saúde, a segurança e o conforto das pessoas no trabalho, em casa ou no lazer.
- Requer: estudo dos sistemas de interação entre homens, máquinas e meio ambiente.

Kamal Kothyal, (2005).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Ergonomia

Simplemente:

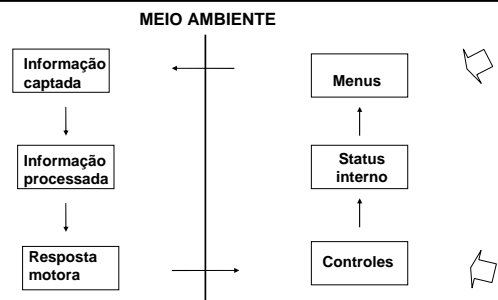
“Adaptação do trabalho ao homem”

Etienne Grandjean (1988).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Ergonomia



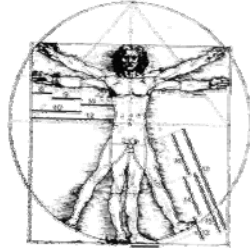
Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Antropometria

- Deriva do Grego:
- Anthropos > homem;
- metrikus > mensuração

- Parte da antropologia que estuda as proporções e medidas do corpo humano.



Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Antropometria

- “A ciência da mensuração e a arte da aplicação que estabelece a geometria física, as propriedades da massa e a capacidade física do corpo humano” (ROEBUCK, 1995).

- “A antropometria é o estudo das medidas humanas. As medidas humanas são muito importantes na determinação de diversos aspectos relacionados ao ambiente de trabalho no sentido de se manter uma boa postura” (COUTO, 1996).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Antropometria

- Na ergonomia: revela as relações entre diferentes dimensões corporais que podem ser aplicadas no planejamento ou na avaliação de produtos.

- Sua aplicação pode minimizar a necessidade das pessoas de se adaptarem a situações desfavoráveis no trabalho, reduz a tensão musculoesquelética.

- Antropometria permite desenvolver critérios para avaliação de produtos, máquinas e ferramentas em relação à adequabilidade à população usuária. (ROEBUCK, KROEMER e THOMPSON, 1975)

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Histórico

- Gregos: utilização do corpo como padrão e unidade de medida > pé; braça e polegada.

- Marco Pólo (1273 - 1295): diferenças entre povos, raças e culturas.

- Vitruvius (15 DC) : tratado sobre a proporção humana.

- Leonardo da Vinci (1452 - 1519): homem de “Vitruvius”, baseado nos estudos do arquiteto romano.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Histórico

- Quetelet (1786 - 1874): “pai da antropometria” > curva normal de Gauss nos estudos dos fenômenos biológicos.

- Século XIX: antropologia física, enfocando as diferenças físicas entre pessoas de diferentes origens étnicas.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Histórico

- Desenvolvimento de dois conjuntos de ferramentas:

1) Técnicas de mensuração para coleta de dados de indivíduos.

2) Métodos estatísticos para transformação dos dados dos indivíduos em dados representativos das propriedades do grupo.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Histórico

- Antropólogos do séc. XIX desenvolveram também métodos para sintetizar grupos de dados.
- Percentil: número que é igual ou maior que um determinado percentual da população.
- Estudos com militares para determinar tamanho de equipamentos utilizados por soldados p.ex: uniformes, capacetes, cabinas de bombardeiros. (HERTZBERG, 1995).

Fontes: Dreyfuss (2005); Petroski (2003).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Diferenças individuais

- Somatotipo de William Sheldon (1940), definiu tipos físicos baseado em estudo com estudantes norte-americanos, (método fotoscópico).



Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Diferenças individuais

- Formas arredondadas, características de uma pera (estreito em cima e largo em baixo), braços e pernas curtos, ombros e cabeças arredondados, abdome grande e tórax pequeno.

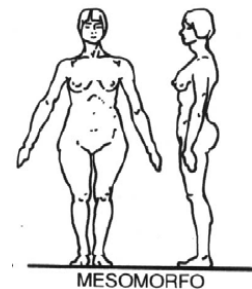


Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Diferenças individuais

- Musculoso, ângulo, cabeça cúbica, ombros e peitos largos e abdome pequeno, membros musculosos e fortes, possui pouca gordura.

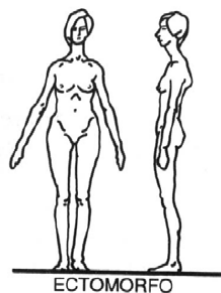


Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Diferenças individuais

- Corpo e membros longos e finos, pouca gordura e músculos, ombros largos e caídos, pescoço fino e comprido, rosto magro, tórax e abdome estreito e finos.



Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Diferenças individuais

- Sexo: mulheres possuem maior quantidade de gordura corporal; Homens: tem braços mais compridos (maior antebraço).
- Idade: 04 e 05 anos a cabeça atinge 80% do tamanho adulto. O comprimento do braço é similar ao tronco e posteriormente chega a ser 50% mais comprido. Com a idade, as medidas de comprimento diminuem o peso e as circunferências aumentam.
- Etnia: brasileiros se assemelham aos europeus mediterrâneos (portugueses, espanhóis, franceses italianos, gregos).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Diferenças individuais

- Época: alterações nos hábitos alimentares; saúde e prática de atividade física relacionam-se com aumento da estatura (tendência secular).
- Clima: frio > corpos mais volumosos (manutenção do calor); clima quente, mais magros para facilitar a troca de calor com ambiente.
- Migração entre países e interna (população não homogênea). Grupos étnicos (brancos, asiáticos, etc.).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Proporção corporal

- Americanos e europeus: pernas 48% da estatura
- Coreanos e japoneses: 46 % da estatura
- Negros americanos: pernas mais compridas que o tronco

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

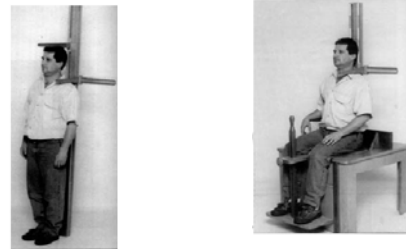
Antropometria estática

- Se refere as medidas do corpo parado. São efetuadas com o corpo em posição-padrão, em pé ou sentado.
- Útil para projetos de objetos sem parte móvel ou com pouca mobilidade p. ex: mobiliário

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

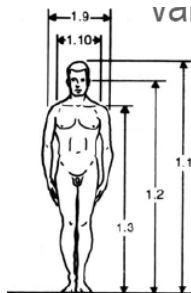
Cadeira antropométrica



Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Medidas estáticas

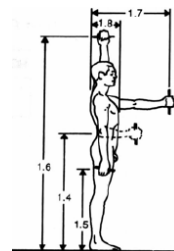


1.1	Estatura
1.2	Altura do olhos
1.3	Altura dos ombros
1.9	Largura dos ombros
1.10	Largura do quadril

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Medidas estáticas

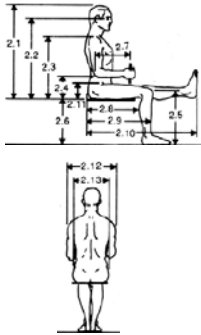


1.4	Altura do cotovelo
1.5	Altura da mão
1.6	Altura da mão (total)
1.7	Comprimento do braço (horizontal)
1.8	Profundidade do tronco (tórax)

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Medidas estáticas

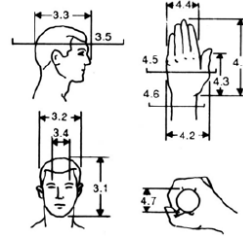


2.1	Altura da cabeça
2.2	Altura dos olhos
2.3	Altura dos ombros
2.4	Altura do cotovelo
2.5	Altura do joelho
2.6	Altura poplíteia
2.7	Comp. do antebraço
2.8	Comp. das nádegas
2.9	Comp. nádegas-joeelho
2.10	Comp. nádegas-pé
2.11	Altura da coxa
2.12	Largura dos cotovelos
2.13	Largura do quadril

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Medidas estáticas

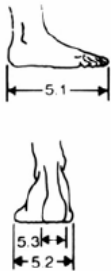


3.1	Comprimento da cabeça
3.2	Largura da cabeça
3.3	Largura da cabeça (perfil)
3.4	Distância entre olhos
3.5	Circunferência da cabeça
4.1	Comprimento da mão
4.2	Largura da mão
4.3	Comprimento da palma da mão
4.4	Largura dos dedos
4.5	Largura da palma da mão
4.6	Circunferência do pulso
4.7	Cilindro de pega máxima

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Medidas estáticas



5.1	Comprimento do pé
5.2	Largura do pé
5.3	Largura do calcanhar

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

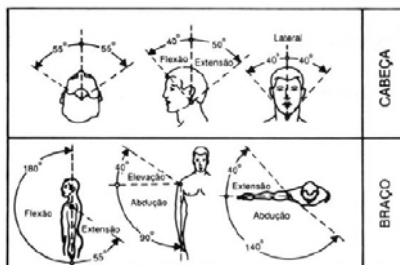
Antropometria dinâmica

- Mede os alcances dos movimentos. Para realizar determinada tarefa o trabalhador interage dinamicamente com seu local de trabalho.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

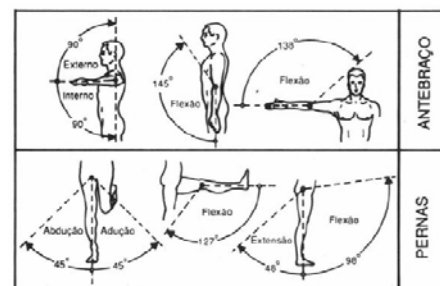
Medidas dinâmicas



Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

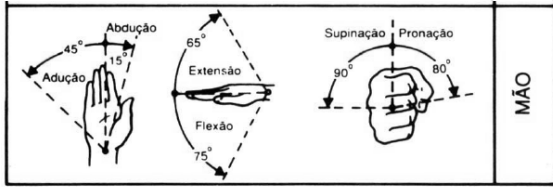
Medidas dinâmicas



Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

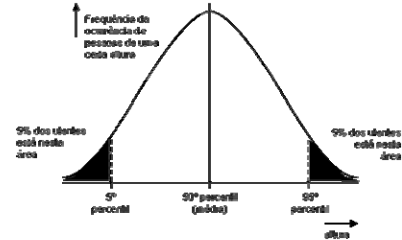
Medidas dinâmicas



Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Distribuição normal



Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Coeficiente de variação

$$CV = (dp / X) \times 100$$

dp= desvio padrão

X = média

Comprimentos: apresentam menor variação (CV= 3% - 5%)

Larguras e espessuras (CV= 5% - 9%)

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Correlações

- Medidas bem correlacionadas:

- estatura x altura do olho x altura poplíteia, apresentam boa correlação.

- massa x estatura se correlacionam mal.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Sistematização

- A utilização dos dados antropométricos no planejamento de ambientes de trabalho, máquinas e equipamentos deve ser sistematizado (passo a passo).

- Passo 1: seleção da amostra usuária
- Passo 2: determinar quais dimensões corporais são necessárias para o projeto.
- Passo 3: determinar os limites do projeto
- Passo 4: confecção de uma maquete ou Mockup.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Seleção da amostra

- Determinar sexo (feminino; masculino ou ambos).
- Idade: (crianças, jovens, adultos, idosos)
- Profissão
- Nacionalidade ou aspectos étnicos e culturais

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Dimensões corporais

- Podem incluir: estatura; grau de alcance; largura do quadril; circunferência do quadril
- Trabalho com computador: popliteo; cotovelo e joelho.
- Painel de controle: grau de alcance

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Limites do projeto

- Se todos os trabalhadores tiverem que acessar uma prateleira em um escritório a medida é de alcance da mão vertical. A pessoa mais baixa deve ser a referência.
- Todas as pessoas deverão ter acesso a um auditório, deverão fazê-lo sem ter que abaixar a cabeça. Neste caso a referência é o sujeito mais alto.
- Denomina-se projetando para o extremo.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Limites do projeto

- Faixas ajustáveis: temos como exemplo as cadeiras com assento ajustáveis (> custo).
- Projetar para a "pessoa média" colocará pelo menos 50% da população em desvantagem.
- Determinar qual parcela da população usuária será beneficiada pelo projeto.
- Deve-se projetar para 100 % dos usuários?

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Limites do projeto

- A tentativa é satisfazer 90 a 95 % da população.
- Como?
- Utilizando o percentil, que determina a porcentagem da população que está acima ou abaixo desse valor.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

2,5° e 97,5° percentil

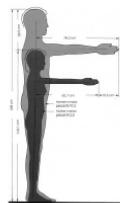


Figura 8.5 - Diferenças corporais entre a mulher italiana (173,960) e a mulher-médica (175,960). Fonte: Gilman et al. (1978, v.11/235).



Figura 8.6 - Diferença antropométrica entre 97,5º e 2,5º percentil. Fonte: Gilman et al. (1978, v.11/235).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

5° e 95° percentil

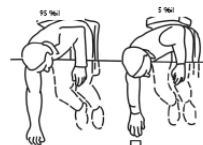


Figura 8.14 - Alcance - vista superior. PAU-UFPR/2008

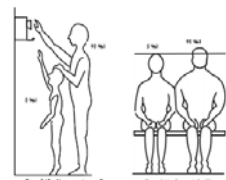


Figura 8.15 - Alcance - vista lateral. Fonte: Parnianpour (1992), 1992/2007.

Figura 8.16 - Alcance - vista lateral. Fonte: Parnianpour (1992), 1992/2007.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Limites do projeto

- $X = \bar{X} + dp \times p$
- X = percentil
- \bar{X} = média
- dp = desvio padrão
- p = fator p (tabela)

- Ex. percentil 95 da estatura para homens britânicos
- Média: 174 - $dp = 7,0$ $p = 1,64$
- $95\% = 185,5$

Percentil	Valor p
2,5	-1,96
5,0	-1,64
10,0	-1,28
50,0	0,00
90,0	1,28
95,0	1,64
97,5	1,96

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Maquete

- Importante para detectar falhas no projeto
- Material de baixo custo (papelão, espuma, plástico ou compensado).
- Envolver condições reais (tarefa, usuários e condições)
- Se a maquete apresentar problemas, repetir o processo de planejamento.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Avaliação

- I- (30%) Check-list geral das condições ergonômicas e biomecânicas da condição de trabalho (triagem).
- II - (70%) análise de um posto de trabalho:
 - 1) escolha do posto
 - 2) análise da tarefa / ações
 - 3) foto ou desenho esquemático com principais medidas
 - 4) conversa com o trabalhador: dificuldades; desconfortos; jornada; turno; pausas; posturas, etc.
 - 5) apresente sugestões de modificações

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Avaliação

- Trabalhos em pequenos grupos preferencialmente multiprofissionais) 03-04 pessoas por grupo.
- Avaliação I - 30% da nota (em sala)
- Avaliação II- 70% da nota
- Entrega do trabalho II: 07 de julho (sábado) cópia física e cópia eletrônica) email: p.bento@yahoo.com.br

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Bibliografia

- Iida, I. Ergonomia: projeto e produção. São Paulo: Ed. Blücher, 1990.
- Guimarães, L. B. M. Ergonomia de processo. Porto Alegre: FEENG. UFRGS, 2001.
- Guimarães, L. B. M. Ergonomia de produto. Porto Alegre: FEENG. UFRGS, 2001.
- Roebuck, J. A. Anthropometric methods: Designing to fit human body. USA: Human Factors and Ergonomics Society, 1995.
- Grandjean, E. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Artes médicas, 1998.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Bibliografia

- Norton, K.; Olds, T. Antropométrica. Porto Alegre: Artes médicas, 2005.
- Dreyfuss, H. As medidas do homem e da mulher: Fatores humanos em design. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- Couto, H. Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo editora, 1995.
- Petroski, E. L. Antropometria: técnicas e padronizações. Porto Alegre: Ed. Pallotti, 2003.
- Pheasant, S. Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work.
- Moraes, A.; Pequini, S. N. Ergodesign para trabalho com terminais informatizados. Rio de Janeiro: ER Ltda.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Medidas

- Propósito
- Referência anatômica
- procedimento

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura do vértex

- Determinar altura mínima necessária em espaços de trabalho em pé.
- Vértex região plantar
- Estadiômetro ou fita métrica

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura ocular

- Determinar o centro do campo visual. Localização de painéis e campo de visão livre de obstáculos.
- Comissura lateral do olho

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura acromial

- Altura máxima confortável para alcance de instrumentos e controles
- Acrômio até região plantar

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura radial

- Determinar altura da superfície de trabalho para indivíduos na posição de pé (bancadas).
- Processo estilóide do rádio região plantar

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura trocantérica

- Comprimento funcional do membro inferior (espaço para pernas estendidas)
- Trocânter maior e a região plantar

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura do metacarpo

- Referência para preensão manual em corrimãos. (100 mm acima desta altura). Altura ótima para exercer força de levantamento.
- Terceira articulação do metacarpo do dedo médio, palmas voltadas para a coxa e dedos estendidos.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura dactiloidal

- Determinar a menor altura aceitável para controles operados com os dedos.
- Dactílio e região plantar.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura de pegada

- Alcance de objetos em pé, sem excessivo alongamento.
- Centro de uma barra ou objeto cilíndrico preso a palma da mão.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura tronco-cefálica

- Espaço livre entre assento e o teto nos espaços de trabalho sentado.
- Vértex e o plano de apoio da bacia.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura ocular sentado

- Centro do campo visual na posição sentado.
- Comissura lateral do olho.

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura do cotovelo sentado

- Altura para descanso para os braços. Confecção de escrivaninhas e localização de teclados.
- Ponto inferior da articulação do cotovelo (90°).

Ergonomia - UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura das coxas

- Espaço livre entre assento e a porção inferior das mesas ou outros obsáculos.
- Porção mais alta dos tecidos moles da coxa. Ponto localizado próximo ao abdome, com o avaliado sentado.

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura poplítea

- Altura máxima aceitável do assento.
- Ângulo poplíteo inferior do joelho (90°) perna / coxa na posição sentado.

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura do joelho

- Espaço livre sob mesas.
- Superfície superior do joelho no nível de músculo quadríceps (90°).

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Altura de pegada sentado

- Alcance de objetos na posição sentada de forma fácil, sem excessivo alongamento e também para colocação de barras e alças de sustentação.
- Centro de um objeto cilíndrico preso na palma da mão.

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Comprimento mmss à frente

- Comprimento funcional do membro superior (zona de alcance).
- Acrômio > dactílio com braço estendido.
- Obs: comprimento de pegada (objeto ciclíndrico).

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Cotovelo-mão

- Alcance do braço numa determinada área de trabalho.
- Posterior do cotovelo até extremidade do dedo médio (90°).

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Nádegas – ângulo poplíteo

- Profundidade máxima aceitável em bancos e cadeiras.
- Porção posterior das nádegas, ângulo poplíteo na região posterior do joelho.
- Obs: na região anterior do joelho para espaço livre horizontal para as pernas.

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Largura do quadril

- Espaço necessário em assentos.
- Maior largura do quadril na posição sentado.
- Paquímetro.

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Largura bideltóideo

- Espaço mínimo no nível dos ombros, em assento e poltronas.
- Porção mais lateral e protusa dos músculos deltóides.

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento

Ergonomia . UFPR|2007

Prof. Paulo C. Barauce Bento