

## 5. Antropometria: aplicações

**E**ste capítulo é uma continuação do anterior. No Capítulo 4 foram apresentadas as principais conceituações e a forma de realizar as medidas antropométricas para a construção de tabelas.

Neste capítulo, serão apresentadas formas de aplicar os dados antropométricos em projetos. Como se verá, nem sempre os dados encontrados em tabelas podem ser diretamente aplicados. Além disso, há casos em que é mais conveniente usar a média (50%) e, em outros casos, o extremo superior (95%) ou inferior (5%) da distribuição das medidas. Em qualquer caso, verificações adicionais se tornam necessárias para promover ajustes à população de usuários efetivos.

A seção 5.5, que trata do problema do assento, é importante porque os homens modernos passam grande parte do seu tempo sentado. Um assento adequado deve atender a uma série de requisitos, que são discutidos neste capítulo.



## 5.1 Uso de dados antropométricos

Naturalmente, é mais rápido e econômico usar dados antropométricos já disponíveis na bibliografia (veja, por exemplo, os livros do Damon, Stoudt e McFarland, 1971; Croney, 1971; Panero e Zelnik, 1996; e Diffrient, Tilley e Bardagjy, 1974), do que fazer levantamentos antropométricos próprios. Se isso constitui uma solução prática, por outro lado, deve ser acompanhado de certos cuidados, que serão apresentados a seguir.

### Uso de tabelas

Como já vimos no item 4.3, a maioria das medidas disponíveis foi realizada no exterior. Portanto, antes de se usar tabelas de medidas antropométricas, é necessário verificar certos fatores que influem nos resultados dessas medidas, tais como:

- *Etnia* — Como já vimos no item 4.1, há diferenças étnicas das medidas antropométricas, principalmente nas proporções dos diferentes segmentos corporais.
- *Profissão* — Algumas medições foram realizadas no âmbito de certas profissões. Deve-se tomar cuidado especial quando foram realizadas nas forças armadas, devido ao critério de seleção e a faixa etária dos militares, que se diferenciam da população em geral.
- *Faixa etária* — Como já vimos em 4.1, as medidas e o peso do corpo variam continuamente com a idade.
- *Época* — Também já vimos em 4.1 que as medidas antropométricas dos povos evoluem com o tempo.
- *Condições especiais* — Referem-se às condições em que as medidas foram tomadas, se as pessoas estavam vestidas, nuas, semi-nuas, com sapatos, descalças e assim por diante.

As diferenças antropométricas podem ser facilmente comprovadas com as máquinas e equipamentos importados que não se adaptam aos operadores brasileiros. No caso das máquinas industriais e postos de trabalho, esse problema pode ser parcialmente resolvido, providenciando-se estrados e banquetas para os operadores, para compensar as diferenças de estaturas. A solução desse problema já fica mais difícil no caso dos alcances horizontais. Um trabalho realizado nessas condições exigirá maiores flexões com o tronco, provocando fadiga.

O problema tende a agravar-se no caso das mulheres, porque as diferenças antropométricas, em relação às populações estrangeiras, costumam ser mais significativas para elas.

Portanto, todas essas precauções são necessárias ao usar as tabelas de medidas antropométricas. Na medida do possível, elas deveriam ser usadas apenas para um dimensionamento preliminar do projeto, até a construção de um modelo (*mock-up*) em tamanho real. Este deveria ser testado com uma população representativa dos usuários efetivos, fazendo-se os ajustes necessários, antes de se passar ao dimensionamento definitivo do projeto.

## Antropometrias estática e dinâmica

Outro problema reside na escolha entre antropometrias estática e dinâmica. Para projetos de produtos e equipamentos que exigem relativamente poucos movimentos, podem ser usados os dados de antropometria estática, inclusive porque são mais facilmente disponíveis.

Em equipamentos que exigem maiores movimentos corporais, é conveniente utilizar os dados da antropometria dinâmica, principalmente para se determinar os alcances e as faixas de movimentos.

## Antropometria funcional

Na antropometria funcional, como o próprio nome sugere, as medidas são associadas à análise da  **tarefa**  como já vimos na página 110. Assim, o alcance das mãos pode atingir valores diferentes de acordo com o tipo de ação exercida pela mão, como apertar ou girar um botão, agarrar uma alavanca, colocar um livro na estante, e assim por diante. Os valores das medidas obtidas na antropometria funcional podem apresentar diferenças em relação à antropometria dinâmica, pois esta última considera cada movimento isoladamente, ou seja, o alcance da mão é medida com o ombro estático.

Na prática, os movimentos geralmente aparecem conjugados. Por exemplo, os movimentos dos braços são realizados simultaneamente com os movimentos dos ombros e troncos. Além disso, alguns movimentos são dependentes entre si. Prova disso é que não se consegue erguer o pé direito e girá-lo no sentido horário ao mesmo tempo em que o braço direito faz movimentos anti-horários. Essa conjugação afeta tanto os alcances, como a velocidade e precisão dos movimentos.

Portanto, os dados de antropometria estática e dinâmica disponíveis devem ser adaptados às características funcionais de cada posto de trabalho, principalmente no caso em que há diversos movimentos exercidos simultaneamente pelo organismo.

## 5.2 Critérios para aplicação dos dados antropométricos

Do ponto de vista industrial, o ideal seria fabricar um único tipo de produto padronizado, pois isso reduziria os custos. Contudo, do ponto de vista do usuário/consumidor, isso nem sempre proporciona conforto e segurança. Essa adaptação ao usuário torna-se crítico no caso de produtos de uso individual, como vestuários, calçados e equipamentos de proteção individual.

Nesses casos, a falta dessa adaptação pode reduzir a eficiência do produto, justificando-se os custos industriais envolvidos. Para fazer essa adaptação, há cinco princípios para a aplicação das medidas antropométricas, apresentados a seguir.

## **1º Princípio: Os projetos são dimensionados para a média da população**

De acordo com esse princípio, os produtos são dimensionados para a média da população, ou seja, para o percentil de 50%. Esse princípio é aplicado principalmente em produtos de uso coletivo, que devem servir a diversos usuários, como o banco do ponto de ônibus. Isto não quer dizer que seja ótimo para todas as pessoas. Mas, coletivamente, causa menos inconveniências e dificuldades para a maioria. Assim, em produtos de uso coletivo, costuma-se adotar a média dessa população de usuários, principalmente quando não for possível defini-los com mais precisão.

Contudo, esse conceito de média é discutível. Ouvimos falar frequentemente do homem médio ou padrão, mas isto é, num certo sentido, uma abstração. A pessoa média é uma abstração matemática obtida de medições quantitativas como estatura e peso. No domínio da antropometria humana, provavelmente existem poucas pessoas que poderiam ser classificadas como padrão em todos os aspectos. Por exemplo, uma pessoa pode ter a estatura média, mas não o peso médio.

Para exemplificar melhor este fato, a Força Aérea dos EUA executou uma pesquisa antropométrica com 10 variáveis, medindo 4 000 pessoas. Como resultado, encontrou apenas 1,8% das pessoas dentro de uma faixa de 30% em torno da média, para quatro das 10 variáveis medidas. Se fossem consideradas todas as 10 variáveis, nenhuma das 4 000 pessoas estaria dentro da faixa 30% em torno das médias.

## **2º Princípio: Os projetos são dimensionados para um dos extremos da população**

De acordo com esse princípio, emprega-se um dos extremos, superior (percentil de 95%) ou inferior (5%) para o dimensionamento de projetos.

Existem certas circunstâncias em que os projetos feitos para as pessoas médias não seriam satisfatórios. Por exemplo, se dimensionássemos uma saída de emergência para a pessoa média, em caso de acidente, simplesmente 50% da população não conseguiria passar. Também, construindo-se um painel de controle a uma distância conveniente para o homem médio, estaríamos dificultando o acesso das pessoas abaixo da média, para operá-lo. Da mesma forma, construindo uma mesa, embaixo da qual houvesse espaço para uma perna média, estaríamos causando graves incômodos às pessoas com pernas maiores que a média, se elas conseguissem sentar.

Para utilizarmos esse 2º princípio, é necessário saber qual é a variável limitante. Por exemplo, se considerarmos o painel de controle, a variável limitante é o alcance do braço. Assim, se quisermos englobar 95% da população, a distância ao painel não pode ser maior que comprimento dos braços de 5% da população. Analogamente, temos o caso de uma dimensão máxima, como o vão entre a cadeira e a mesa, que é limitada pelas dimensões das pernas maiores. Neste caso, o vão deve ser maior que 95% das pernas, o que representa o nível da população que pretendemos acomodar (excluindo-se 5% da população).

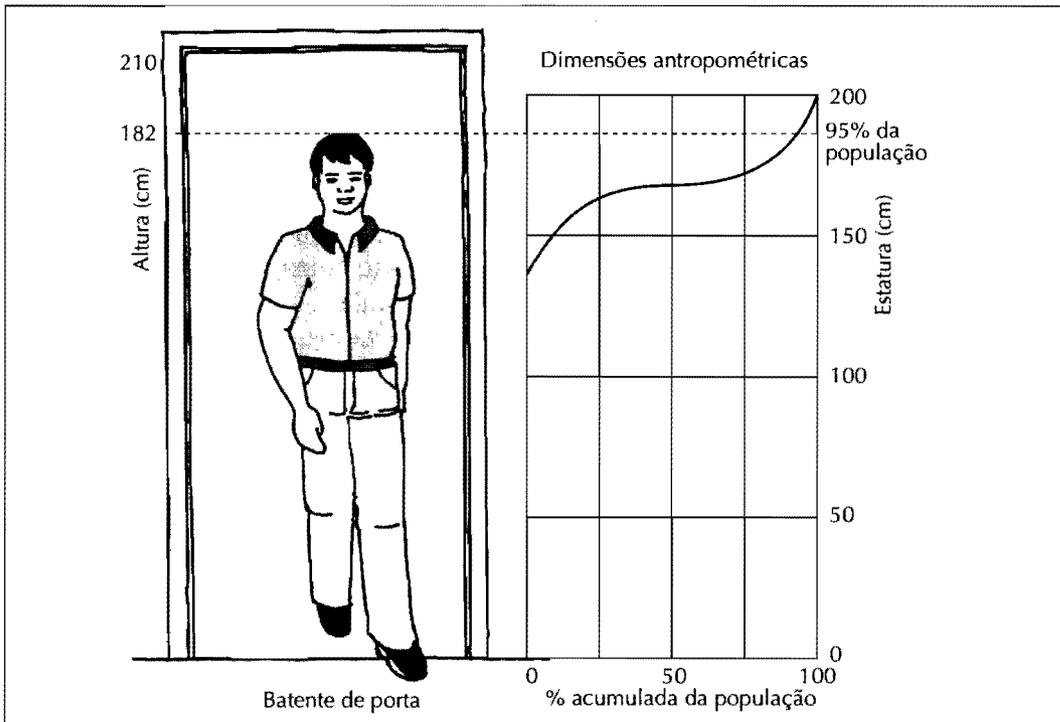
A maioria dos produtos industrializados é dimensionada para acomodar até 95% da população, por uma questão econômica. Acima disso, teríamos que aumentar muito o tamanho dos objetos, para acomodar, relativamente, uma pequena faixa adicional da população, elevando os custos.

Por exemplo, não teria sentido dimensionar um automóvel para acomodar pessoas de até 200 cm de estatura, pois existem apenas algumas pessoas, em milhões, com essa estatura, e o custo seria muito grande para a população em geral, que, em 95% dos casos, situa-se abaixo de 182 cm. Isso se aplica também ao dimensionamento das alturas de portas (Figura 5.1). A rigor, uma porta de 182 cm seria suficiente para acomodar 95% da população. Entretanto, nesse caso, aumentou-se essa altura para 210 cm para permitir também a passagem de cargas.

### 3º Princípio: Os projetos são dimensionados para faixas da população

Alguns produtos são fabricados em diversos tamanhos, de modo que cada um acomode uma determinada parcela da população. É o caso por exemplo, de camisas que são fabricadas nas dimensões P (pequeno), M (médio) e G (grande). Nos casos em que se requer uma adaptação melhor, essa quantidade de faixas pode ser aumentada, para um ajuste mais preciso. Por exemplo, no caso de calçados masculinos para adultos, existem 8 faixas, de tamanhos 37 ao 44.

Embora as medidas da população obedeam a distribuições contínuas, esses produtos são fabricados em tamanhos discretos, para tentar aumentar o conforto e, ao



**Figura 5.1**  
Um batente de porta bastaria ter altura de 182 cm para permitir a passagem de 95% da população, mas costuma ter 210 cm para permitir também a passagem de cargas.

mesmo tempo, não aumentar demasiadamente os custos de fabricação. Estes seriam muito elevados se fossem produzidas variedades infinitas de tamanhos em produtos como camisas e sapatos. Isso significa dizer que certas pessoas usarão esses produtos com mais conforto e outras com menos conforto, conforme as suas medidas se aproximem ou se afastem dos tamanhos de produtos disponíveis no mercado.

#### **4º Princípio: Os projetos apresentam dimensões reguláveis**

Alguns produtos podem ter certas dimensões reguláveis para se adaptar aos usuários individuais. Essas regulagens geralmente não abrangem o produto como um todo, mas apenas algumas variáveis consideradas críticas para o desempenho. Por exemplo, as cadeiras operacionais podem ter regulagens para a altura do assento e ângulo do encosto. Outras dimensões, como os tamanhos do assento e do encosto podem permanecer fixas. Os assentos de avião só têm regulagens para o ângulo do encosto. Automóveis permitem regular a altura do assento, ângulo do encosto e a distância assento/volante. Mesas de computadores permitem regular a altura e a distância do monitor e a altura do teclado.

Em todos esses casos, deve-se considerar que cada tipo de regulagem implica em maiores custos de fabricação e elas só devem ser aplicadas se resultarem em melhorias de segurança, conforto e eficiência que justifiquem esses investimentos adicionais.

#### **5º Princípio: Os projetos são adaptados ao indivíduo**

Existem também casos, embora mais raros no meio industrial, de produtos projetados especificamente para um indivíduo. São os casos de aparelhos ortopédicos, roupas feitas sob medida pelo alfaiate, pessoas que tenham pé maior que o tamanho 44 ou tenham deformidades físicas que precisem encomendar os seus sapatos.

Naturalmente, esse princípio proporciona melhor adaptação entre o produto e o seu usuário, mas também é o mais oneroso. Do ponto de vista industrial, só se justifica em casos de extrema necessidade ou quando as consequências de uma falha podem ser tão elevadas que as considerações de custo são deixadas de lado. Exemplos disso são as roupas de astronautas e os carros de Fórmula 1. Nesses casos, embora os custos de adaptação individual dos projetos sejam elevados, tornam-se irrelevantes, frente ao custo total desses projetos.

### **Considerações sobre a aplicação dos princípios**

Do ponto de vista industrial, quanto mais padronizado for o produto, menores serão os seus custos de produção e de estoques. Assim, as aplicações dos primeiros e segundo princípios são mais econômicas, e o custo aumenta consideravelmente para o terceiro e quarto princípios, sendo praticamente proibitivo para o quinto princípio.

O projeto para a média é baseado na idéia de que isso maximiza o conforto para a maioria. Na prática, isso não se verifica. Deve-se considerar que há diferenças signifi-

ficativas entre as médias dos homens e das mulheres. Ao se adotar uma média geral para toda a população, acaba-se, na realidade, beneficiando apenas uma faixa relativamente pequena da população.

Nos casos em que há predominância de usuários de um dos sexos, deve-se adotar, de preferência, as medidas desse sexo predominante. Quando isso não ocorre, pode-se optar pela realização de dois projetos, um para homens e outro para mulheres, desde que esses usuários não se misturem, como no caso de sanitários públicos. Nesse caso, seria justificável realizar projetos de aparelhos sanitários diferentes para cada sexo, devido às suas diferenças antropométricas e anatômicas.

Até a década de 1950, os automóveis eram dimensionados somente para motoristas homens, porque havia uma grande predominância desse sexo entre os seus usuários. Mesmo as poucas mulheres que dirigiam eram da classe sócio-econômica superior, que, em geral, apresentavam estaturas maiores que as da média da população. Era, então, antieconômico dimensionar carros para as mulheres. À medida que foi aumentando o número de mulheres na direção de veículos, tornou-se necessário fazer uma adaptação do projeto, aumentando a faixa de ajustes do banco, para que as mulheres pudessem alcançar os controles.

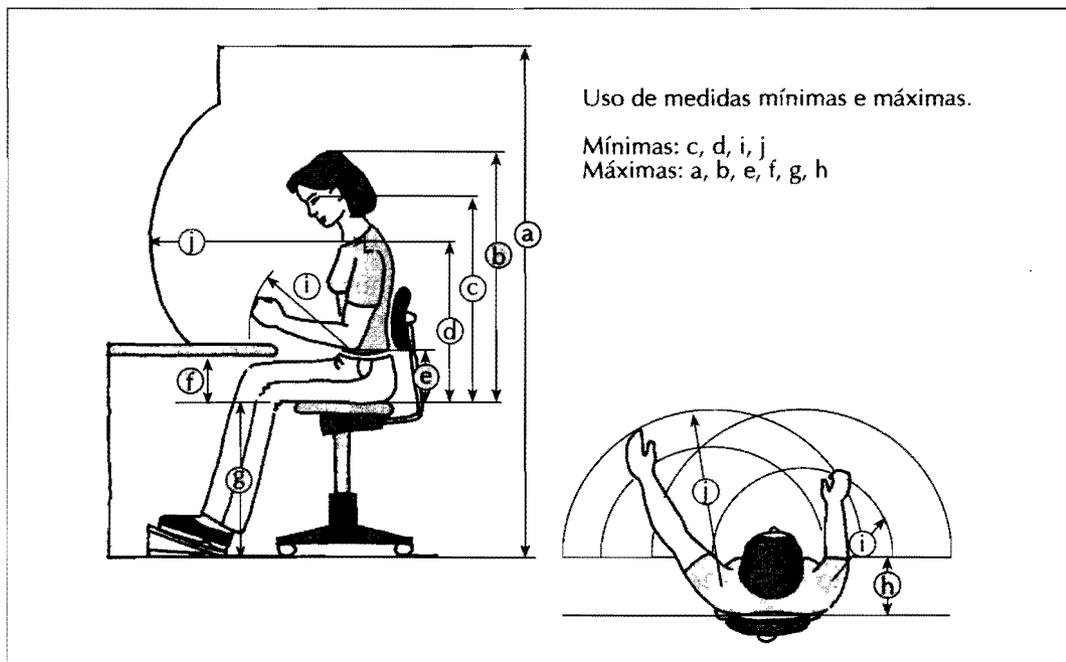
## Medidas mínimas e máximas

Em muitas aplicações de medidas antropométricas, há necessidade de combinar as medidas mínimas e máximas de uma população. Como quase todas as medidas antropométricas de homens são maiores que as de mulheres, com algumas exceções, o máximo é representado pelo percentil 95% dos homens e, o mínimo pelo percentil 5% das mulheres. Em geral, as aberturas e passagens são dimensionadas pelo máximo, ou seja, para 95% dos homens. Os alcances dos locais de trabalho, onde devem trabalhar tanto homens como mulheres, geralmente são dimensionados pelo mínimo, ou seja, 5% das mulheres. Em outros casos, há necessidade de se combinar as medidas máximas com as mínimas.

Na Figura 5.2 é apresentado um exemplo de projeto de um posto de trabalho destinado tanto aos homens como às mulheres. As medidas antropométricas indicadas pelas letras A, B, E e G correspondem às máximas (95% dos homens), enquanto aquelas indicadas pelas letras C, D, I e J pelas mínimas (5% das mulheres). Observa-se que as medidas F (largura da coxa) e H (profundidade do tórax) deveriam ser dimensionadas pela medida de 95% dos homens, mas elas são exceções (Tabela 5.1).

Isso costuma ocorrer também com a largura dos quadris, para o dimensionamento da largura dos assentos. Nesses casos, devem-se adotar, como máximos, as medidas correspondente a 95% das mulheres. A altura do assento, G, foi recomendada pelo valor máximo, porque as pessoas mais baixas podem corrigi-la colocando-se um pequeno estrado para os pés, que pode chegar até a 13 cm de altura para as mulheres mais baixas. Se for necessário introduzir regulagens da altura do assento, os custos de implantação seriam maiores.

**Figura 5.2**  
No dimensionamento de postos de trabalho usam-se algumas medidas antropométricas mínimas e outras máximas da população.



**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**

a) Estatura		•	151,0	172,5	162,9	<b>184,1</b>	184,1
b) Altura da cabeça sentado		•	80,5	91,4	84,9	<b>96,2</b>	96,2
c) Altura dos olhos, sentado	•		<b>68,0</b>	78,5	73,9	84,4	68,0
d) Altura dos ombros, sentado	•		<b>53,8</b>	63,1	56,1	65,5	53,8
e) Altura do cotovelo, sentado		•	19,1	27,8	19,3	28,0	<b>28,0</b>
f) Altura das coxas		•	11,8	17,3	11,7	15,7	17,3
g) Altura do assento (poplíteo)		•	35,1	43,4	39,9	<b>48,0</b>	48,0
h) Profundidade do tórax		•	23,8	<b>35,7</b>	23,3	31,8	35,7
i) Comprimento do antebraço	•		<b>29,2</b>	36,4	32,7	38,9	29,2
j) Comprimento do braço	•		<b>61,6</b>	76,2	66,2	78,7	61,6

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

### 5.3 O espaço de trabalho

O espaço de trabalho é um volume imaginário, necessário para o organismo realizar os movimentos requeridos durante o trabalho. Assim, para um jogador de futebol, o espaço de trabalho seria um paralelepípedo cuja base seria o campo de futebol e com altura de 2,5 m (altura para cabecear). Este espaço já seria bem menor para o goleiro, visto que ele não se desloca no campo todo. O espaço de trabalho para um

carteiro seria um sólido sinuoso acompanhando a sua trajetória nas entregas de correspondências e tendo uma seção retangular com cerca de 60 cm de largura por 170 cm de altura.

Certos trabalhos exigem muitos deslocamentos do corpo, andando, correndo ou subindo escadas, mas a maioria das ocupações da vida moderna é desempenhada em espaços relativamente pequenos, com o trabalhador em pé ou sentado, realizando movimentos só com os membros enquanto o resto do corpo permanece relativamente estático. Incluem-se, aí, os trabalhadores sedentários, que passam a maior parte do tempo sentados.

Contudo, o espaço pessoal não se restringe apenas à área física ocupada pelo volume do corpo e movimentos necessários à realização do trabalho. Em áreas densamente ocupadas, o espaço deve proporcionar também conforto psicológico (ver mais detalhes na página 583).

Examinaremos, a seguir, os fatores que devem ser considerados no dimensionamento do espaço de trabalho.

## Postura

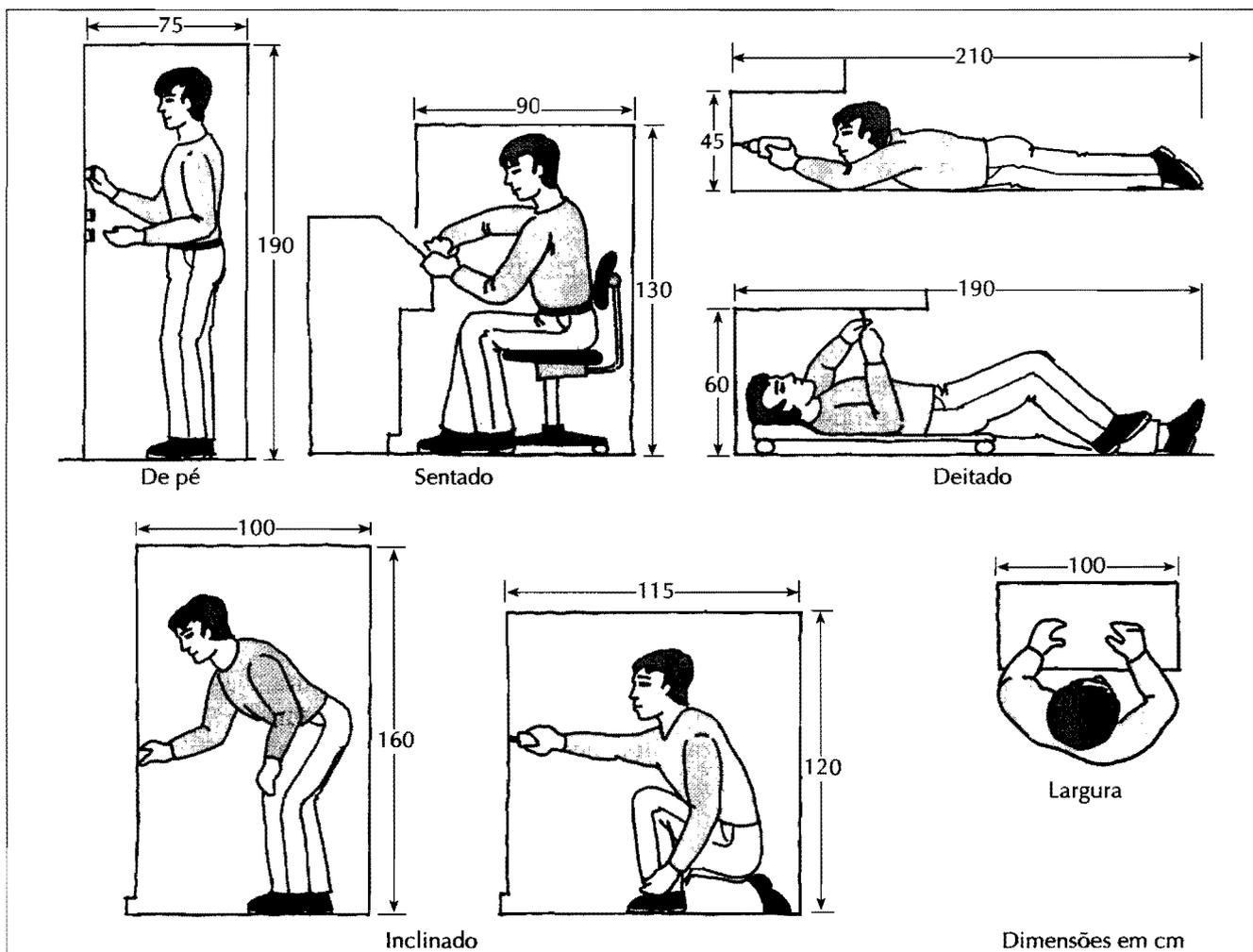
O fator mais importante no dimensionamento do espaço de trabalho é a postura. Existem três posturas básicas para o corpo: deitada, sentada e de pé (ver página 165). A Figura 5.3 apresenta os espaços de trabalho recomendados para algumas posições mais usuais. Para os trabalhos que exigem movimentos corporais mais amplos, devem ser feitos registros de antropometria dinâmica, como já foi apresentado na seção 4.4.

## Tipo de atividade manual

A natureza da atividade manual a ser executada influi nos limites do espaço de trabalho. Os trabalhos que exigem ações de agarramento com o centro das mãos, como no caso de alavancas ou registros, devem ficar pelo menos 5 a 6 cm mais próximos do operador dos que as tarefas que exigem a atuação apenas das pontas dos dedos, como pressionar um botão. Nesses casos, os dimensionamentos devem ser feitos com aplicação da antropometria funcional (ver seção 4.4).

## Vestuário

O vestuário pode tanto aumentar o volume ocupado pelas pessoas, como limitar os seus movimentos. Os vestuários pesados, de inverno, influem, por exemplo, no dimensionamento de volume para cabines de elevadores ou veículos de transporte coletivo e também limitam o movimento de alcance em até 5 cm. Os calçados femininos de salto alto também podem aumentar a estatura das mulheres em até 7 cm. Em alguns casos, há também equipamentos de proteção individual de uso obrigatório, que podem aumentar o volume.



**Figura 5.3**  
Espaços de trabalho recomendados para algumas posturas típicas.

### Cadeiras de roda

As larguras das passagens, corredores e postos devem ser dimensionadas para permitir a circulação das cadeiras de roda. Estas têm uma dimensão aproximada de 110 cm de comprimento e 65 cm de largura. O espaço de giro deve ter pelo menos 160 cm (ver Figura 18.9).

### Espaço pessoal

Cada pessoa tem necessidade de um espaço para guardar seus objetos pessoais, desde ferramentas de uso exclusivo como artigos de higiene (pasta dental, escova de dentes, toalhas). As pessoas também gostam de introduzir algumas mudanças no espaço de seu uso exclusivo, a fim de personalizá-lo, deixando a sua “marca pessoal”. Por exemplo, mudando a posição dos móveis ou colocando um boneco ou vaso de planta para “enfeitar” o ambiente. Além disso, há um espaço psicológico em que as pessoas se sentem seguras. A invasão desse espaço provoca inseguranças e aumenta o estresse, reduzindo a produtividade (ver seção 18.5).

## 5.4 Superfícies horizontais

As superfícies horizontais de trabalho têm especial interesse em ergonomia, pois é sobre elas que se realiza grande parte dos trabalhos de montagens, inspeções, serviços de escritórios e outros.

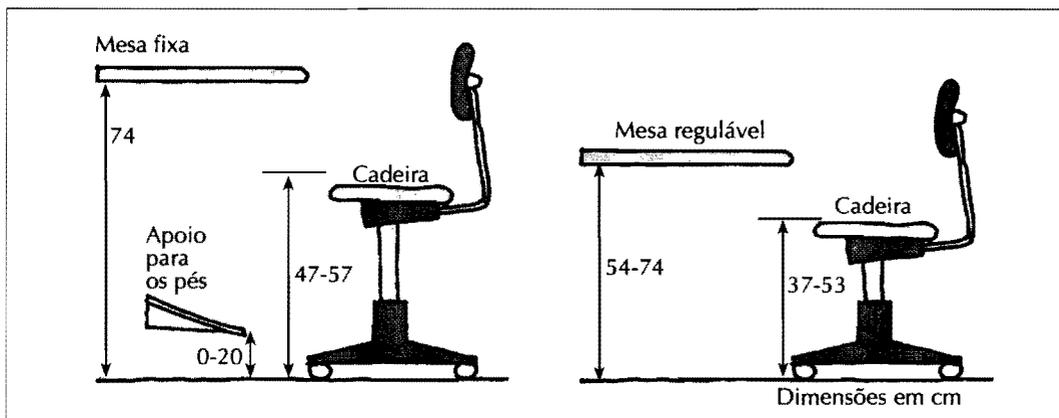
### Dimensões da mesa

Existem duas variáveis importantes no dimensionamento da mesa: a sua altura e a superfície de trabalho. A altura deve ser regulada pela posição do cotovelo e deve ser determinada após o ajuste da altura da cadeira. Em geral, recomenda-se que esteja 3 a 4 m acima do nível do cotovelo, na posição sentada. Se a mesa tiver uma altura fixa, a cadeira deve ter altura regulável. Se a cadeira for fixa e tiver uma altura superior à altura poplíteia, deve-se providenciar apoio para os pés.

Em geral, a altura da mesa pode oscilar entre 54 cm (altura mínima, para 5% das mulheres) a 74 cm (altura máxima, para 95% dos homens). Uma mesa muito baixa causa inclinação do tronco e cifose lombar, aumentando a carga sobre o dorso e o pescoço, provocando dores. Uma mesa muito alta causa abdução e elevação dos ombros, além de uma postura forçada do pescoço, provocando fadiga dos músculos dos ombros e pescoço (Chaffin, 2001). É importante ressaltar que, nem sempre o trabalho é realizado na superfície da mesa. Por exemplo, no caso de digitação, a superfície de trabalho é o nível do teclado. Nesse caso, a mesa deve estar 3 a 5 cm abaixo dessa superfície.

A altura inferior da superfície de trabalho é importante para acomodar as pernas e permitir a sua mobilidade. O vão livre, entre o assento e a mesa deve ter pelo menos 20 cm.

Baseado-se nessas medidas, e partindo do princípio que é mais fácil ajustar a altura da cadeira e manter a altura da mesa fixa, Redgrove (1979) propõe um arranjo com mesa de 74 cm de altura e cadeiras reguláveis entre 47 e 57 cm, complementado com um estrado, também regulável, para os pés, com 0 a 20 cm de altura, para acomodar as pessoas de menor estatura (Figura 5.4).



**Figura 5.4**  
Dimensões recomendadas para alturas de mesas, conjugadas com alturas de cadeiras e apoio para os pés, a fim de acomodar as diferenças antropométricas dos usuários (Redgrove, 1979).

Na hipótese de se fazer uma mesa regulável, esta deveria ter entre 54 e 74 cm de altura e a cadeira, também regulável, entre 37 a 53 cm (mais detalhes serão apresentados na seção 5.5), dispensando-se o apoio para os pés. Em certos casos, esse apoio para os pés poderia ser mantido, pois ajuda o trabalhador a realizar pequenas mudanças na postura, enquanto permanece sentado, contribuindo assim para aliviar a fadiga.

## Alcances sobre a mesa

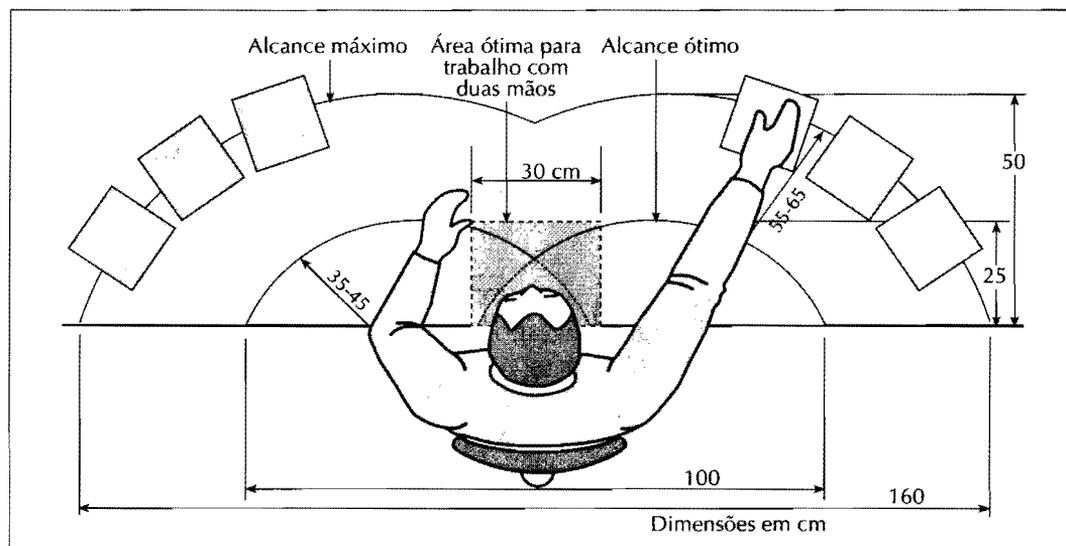
A superfície da mesa deve ser dimensionada de acordo com o tamanho da peça a ser trabalhada, os movimentos necessários à tarefa e o arranjo do posto de trabalho.

A área de alcance ótimo sobre a mesa pode ser traçada, girando-se os antebraços em torno dos cotovelos com os braços caídos normalmente ao lado do tronco. Estes descreverão um arco com raio de 35 a 45 cm. A parte central, situada em frente ao corpo, fazendo interseção com os dois arcos, será a área **ótima** para se usar as duas mãos (Figura 5.5).

A área de alcance máximo será obtida girando-se os braços estendidos em torno do ombro. Estes descrevem arcos de 55 a 65 cm de raio.

As tarefas mais importantes, de maior frequência ou com maiores exigências de precisão, devem ser executadas dentro da área ótima. A faixa situada entre a área ótima e aquela de alcance máximo deve ser usada para colocação das peças a serem usadas na montagem, ou tarefas menos frequentes e que exijam menos precisão.

As tarefas que exigem acompanhamento visual constante devem colocar-se entre 20 a 40 cm de distância focal. Para leitura ou inspeções visuais em grandes superfícies, pode-se providenciar um tampo de mesa com 45° de inclinação, a fim de manter essa distância focal com poucas alterações.



**Figura 5.5**  
Áreas de alcances ótimo e máximo na mesa, para o trabalhador sentado (Grandjean, 1983).

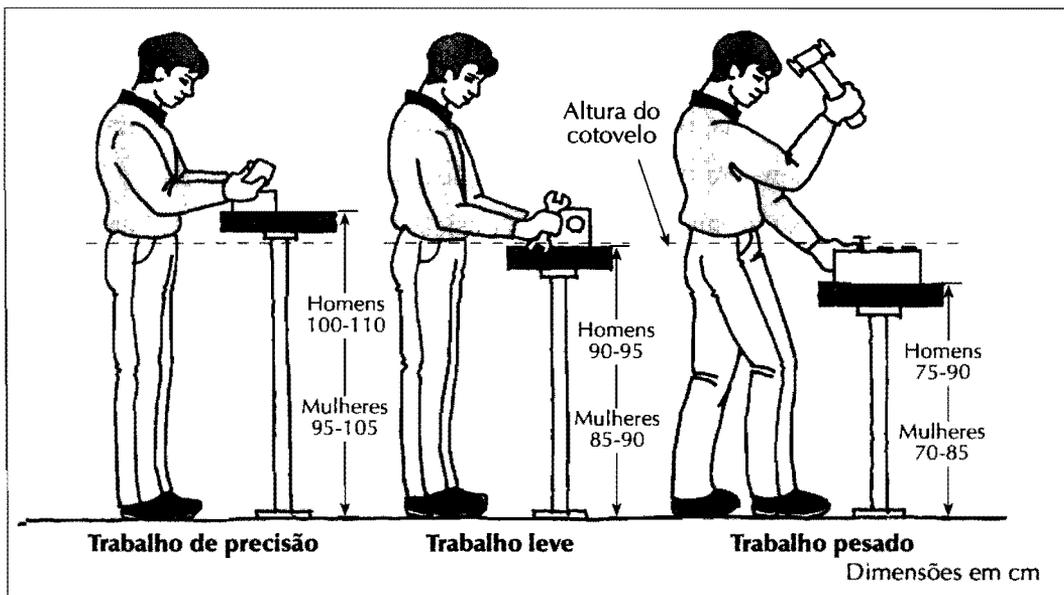
## Bancada para trabalho em pé

A altura ideal da bancada para trabalho em pé depende da altura do cotovelo e do tipo de trabalho que se executa. Em geral, a superfície da bancada deve ficar 5 a 10 cm abaixo da altura dos cotovelos (Figura 5.6). Para trabalhos de precisão, é conveniente uma superfície ligeiramente mais alta (até 5 cm acima do cotovelo) e aquela para trabalhos mais grosseiros e que exijam pressão para baixo, superfícies mais baixas (até 30 cm abaixo do cotovelo). Quando se usam medidas antropométricas tomadas com o pé descalço, é necessário acrescentar 2 ou 3 cm referentes à altura da sola do calçado.

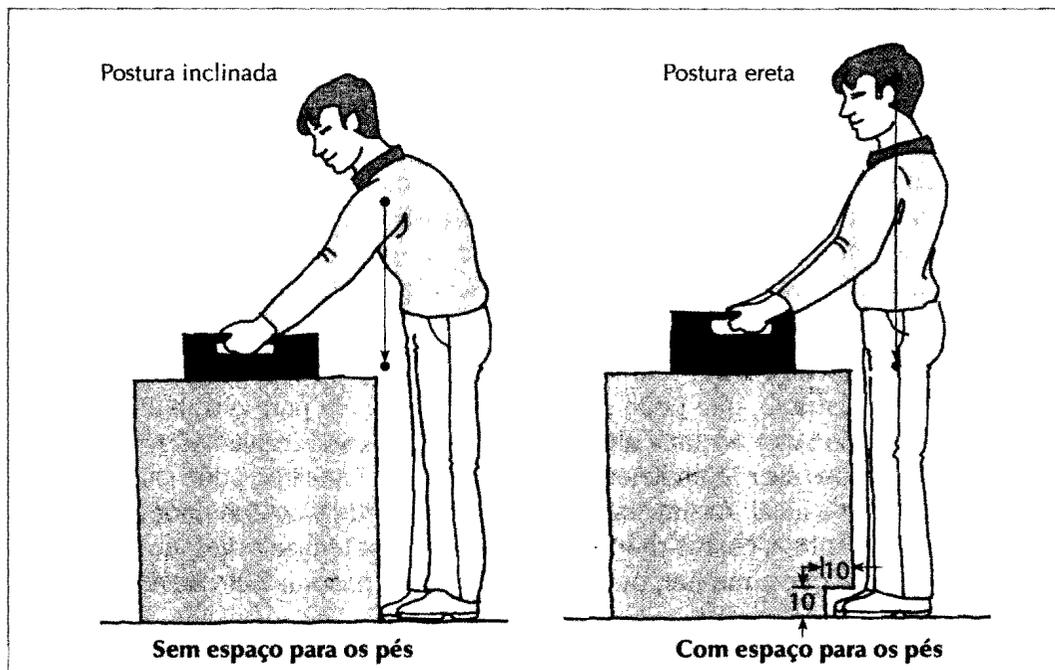
No caso de **bancada fixa**, é melhor dimensioná-la pelo trabalhador mais alto e providenciar um estrado, que pode ter altura de até 20 cm para o trabalhador mais baixo. Esse estrado pode ter uma altura diferente para cada trabalhador, ajustando-se às suas dimensões antropométricas. Se ele mudar de bancada, pode carregar esse estrado para o novo local. Assim, as alturas dos postos de trabalho podem ser ajustadas individualmente, a custos reduzidos. Embora o homem seja, geralmente, cerca de 10 cm mais alto que a mulher, no caso de bancadas, bastam 7 cm de diferença na altura das mesmas.

Observa-se que essas alturas recomendadas são para superfícies de trabalho. No caso de manipulação de objetos que tenham uma certa altura, estas devem ser descontadas. Por exemplo, para esculpir peças de madeira com 10 cm de espessura, a altura ideal de trabalho para o homem médio seria de 100 cm e, portanto, a bancada deveria ter altura de 90 cm.

Se houver uma superfície vertical próxima à bancada, deverá haver um recuo de  $10 \times 10$  cm junto ao piso, para permitir o encaixe da ponta dos pés (Figura 5.7). Sem isso, o trabalhador é obrigado a assumir uma postura inclinada, forçando a coluna e os músculos lombares, aumentando a fadiga.



**Figura 5.6**  
Alturas recomendadas para as superfícies horizontais de trabalho, na posição de pé, de acordo com o tipo de tarefa (Grandjean, 1983).



**Figura 5.7**  
O espaço para os pés facilita a postura ereta.

## 5.5 O problema do assento

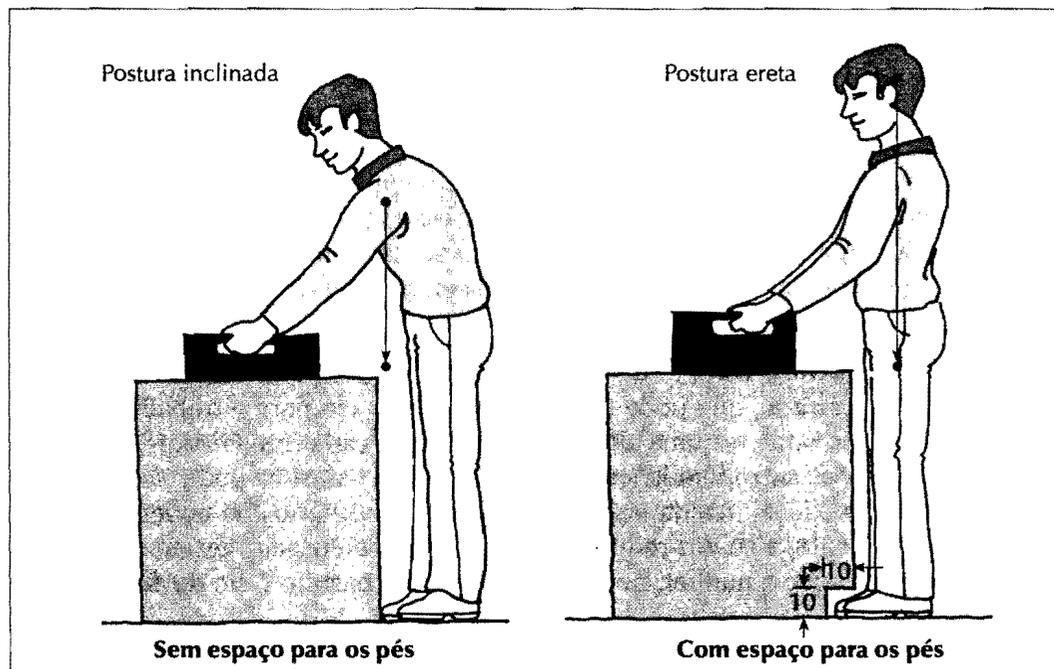
O assento é provavelmente, uma das invenções que mais contribuiu para modificar o comportamento humano. Na vida moderna, muitas pessoas chegam a passar mais de 20 horas por dia nas posições sentada e deitada. Diz-se até que a espécie humana, *homo sapiens*, já deixou de ser um animal ereto, *homo erectus*, para se transformar no animal sentado, *homo sedens*. Daí deriva-se o termo sedentário, que significa sentado. x

O problema do assento tem despertado grande interesse entre os pesquisadores em ergonomia. Análises sobre posturas são encontradas desde 1743, quando Andry, o “pai” dos ortopedistas, fez diversas recomendações para corrigir más posturas, na sua obra *Orthopedia*. Essas más posturas causam fadiga, dores lombares e câibras que, se não forem corrigidas, podem provocar anormalidade permanente da coluna.

Há diversas vantagens em trabalhar na posição sentada:

- Consome menos energia, em relação à posição em pé e reduz a fadiga;
- Reduz a pressão mecânica sobre os membros inferiores;
- Reduz a pressão hidrostática da circulação nas extremidades e alivia o trabalho do coração;
- Facilita manter um ponto de referência para o trabalho (na posição de pé, o corpo fica oscilando); e
- Permite o uso simultâneo dos pés (pedais) e mãos.

A desvantagem é o aumento da pressão sobre as nádegas e a restrição dos alcances. Um assento mal projetado pode provocar estrangulamento da circulação sanguínea nas coxas e pernas. Outras informações sobre a postura sentada são apresentadas na seção 6.3.



**Figura 5.7**  
O espaço para os pés facilita a postura ereta.

## 5.5 O problema do assento

O assento é provavelmente, uma das invenções que mais contribuiu para modificar o comportamento humano. Na vida moderna, muitas pessoas chegam a passar mais de 20 horas por dia nas posições sentada e deitada. Diz-se até que a espécie humana, *homo sapiens*, já deixou de ser um animal ereto, *homo erectus*, para se transformar no animal sentado, *homo sedens*. Daí deriva-se o termo sedentário, que significa sentado. ✕

O problema do assento tem despertado grande interesse entre os pesquisadores em ergonomia. Análises sobre posturas são encontradas desde 1743, quando Andry, o “pai” dos ortopedistas, fez diversas recomendações para corrigir más posturas, na sua obra *Orthopedia*. Essas más posturas causam fadiga, dores lombares e câibras que, se não forem corrigidas, podem provocar anormalidade permanente da coluna.

Há diversas vantagens em trabalhar na posição sentada:

- Consome menos energia, em relação à posição em pé e reduz a fadiga;
- Reduz a pressão mecânica sobre os membros inferiores;
- Reduz a pressão hidrostática da circulação nas extremidades e alivia o trabalho do coração;
- Facilita manter um ponto de referência para o trabalho (na posição de pé, o corpo fica oscilando); e
- Permite o uso simultâneo dos pés (pedais) e mãos.

A desvantagem é o aumento da pressão sobre as nádegas e a restrição dos alcançes. Um assento mal projetado pode provocar estrangulamento da circulação sanguínea nas coxas e pernas. Outras informações sobre a postura sentada são apresentadas na seção 6.3.

## Suporte para o peso do corpo

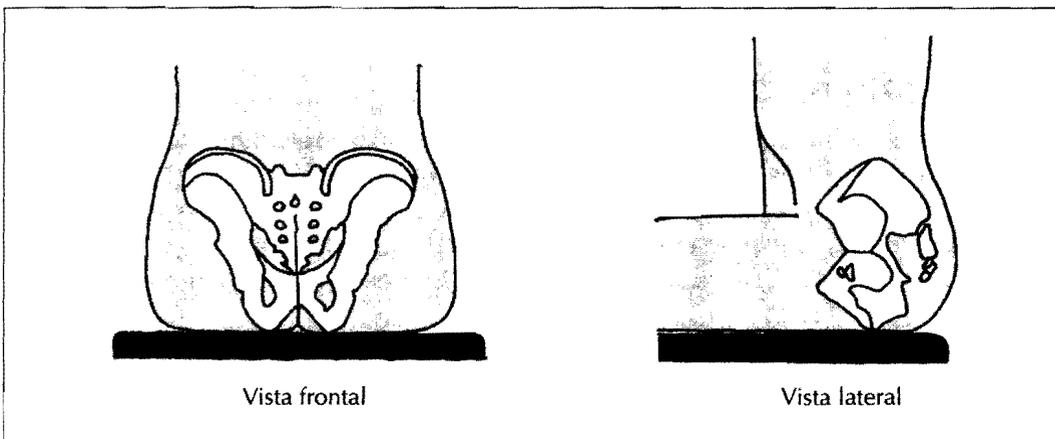
Na posição sentada, todo o peso do tronco, acima da bacia, é transferido para o assento, aliviando a pressão sobre os membros inferiores.

✓ O corpo entra em contato com o assento praticamente só através de sua estrutura óssea. Esse contato é feito por dois ossos de forma arredondada, situados na bacia (Figura 5.8) chamadas de **tuberosidades isquiáticas**, que se assemelham a uma pirâmide invertida, quando vistos de perfil com duas protuberâncias que distam, entre si, de 7 a 12 cm. Essas tuberosidades são cobertas apenas por uma fina camada de tecido muscular e uma pele grossa, adequada para suportar grandes pressões. Em apenas 25 cm<sup>2</sup> de superfície da pele sob essas tuberosidades concentram-se 75% do peso total do corpo sentado. ✗

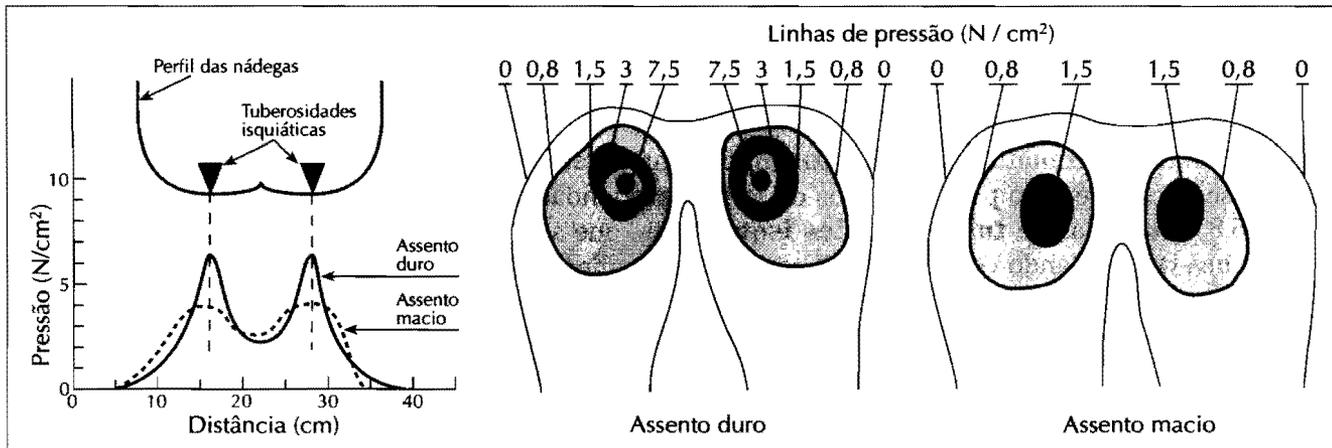
Até recentemente, costumava-se recomendar estofamento duro, pois é mais adequado para suportar o peso do corpo. Os estofamentos muito macios não proporcionam um bom suporte porque não permitem um equilíbrio adequado do corpo. Por outro lado, o estofamento muito duro provoca concentração da pressão na região das tuberosidades isquiáticas, gerando fadiga e dores na região das nádegas (Figura 5.9). Porém, uma situação intermediária, com uma leve camada de estofamento mostrou-se benéfica, reduzindo a pressão máxima em cerca de 400% e aumentando a área de contato de 900 para 1 050 cm<sup>2</sup>, sem prejudicar a postura. Esse estofamento deve ser montado sobre uma base rígida, para suportar o peso do corpo.

Portanto, um estofamento pouco espesso, de 2 a 3 cm, colocado sobre uma base rígida, que não se afunde com o peso do corpo, ajuda a distribuir a pressão e proporciona maior estabilidade ao corpo, contribuindo para redução do desconforto e da fadiga. Contudo, o aumento desse estofamento não melhora o conforto. Ao contrário, pode prejudicá-lo.

O material usado para revestir o assento deve ter característica anti-derrapante e ter capacidade de dissipar o calor e suor gerados pelo corpo, não sendo recomendados, por conseguinte, plásticos lisos e impermeáveis.



**Figura 5.8**  
Estrutura óssea da bacia, mostrando as tuberosidades isquiáticas, responsáveis pelo suporte do peso corporal, na posição sentada.



**Figura 5.9**  
Distribuição de pressões sobre o assento, com estofamento duro e estofamento macio (Oborne, 1982).

## Conforto no assento

Conforto é uma sensação subjetiva produzida quando não há nenhuma pressão localizada sobre o corpo. É mais fácil falar em ausência de desconforto, pois este pode ser avaliado. O desconforto é medido de forma indireta, por exemplo, pedindo-se para uma pessoa preencher o “mapa” corporal das zonas de desconforto (Figura 6.8). Pode-se também registrar a frequência das mudanças de posturas. As frequências elevadas evidenciam o desconforto.

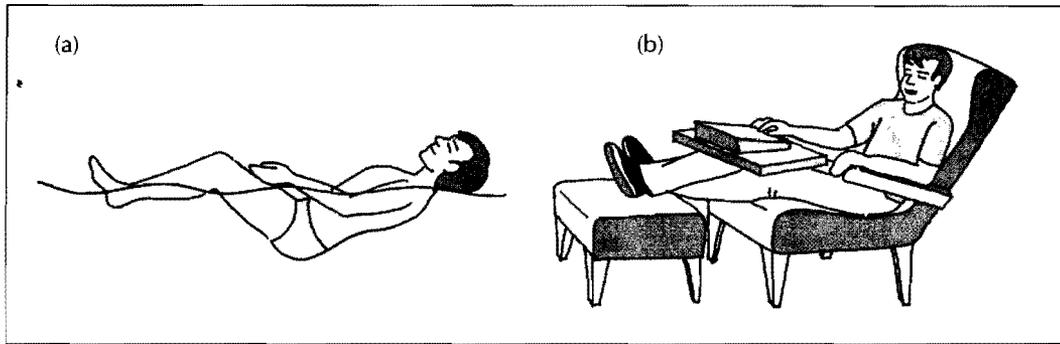
O conforto no assento depende de muitos fatores e é muito difícil de estabelecer as características que o determinam. Em princípio, há um tipo de assento mais adequado para cada finalidade. Cada pessoa adapta-se melhor a um certo tipo de assento. Assim, o conforto é influenciado por muitos fatores e preferências individuais, até pela sua aparência estética (Corlett, 1989).

Em geral, as avaliações de conforto podem ser realizadas após 5 min no assento e não variam muito com as avaliações de longa duração, de 2 a 3 horas. Além disso, nem todas as cadeiras que seguem as normas técnicas (ver NBR 13962 – Móveis para escritório – cadeiras) são consideradas confortáveis, pois elas estabelecem apenas alguns requisitos mínimos, que não são suficientes para assegurar o conforto (ver mais detalhes na página 582).

## Relaxamento máximo

O fisiologista G. Lehmann (1960) fez experimentos sobre o relaxamento máximo. Os sujeitos ficavam imersos na água, evitando-se qualquer tipo de contração voluntária dos músculos. Obteve uma postura com a pessoa deitada com a cabeça e a coluna cervical ligeiramente inclinada para frente, braços levantados a 45° do corpo, pernas ligeiramente levantadas, fazendo um ângulo de 130° nos joelhos (Figura 5.10).

Curiosamente, a NASA registrou, em 1978, uma postura semelhante para os astronautas em condições de gravidade zero (Kroener, 1994 *et al.*). Pode-se supor que, nesse caso, as pressões exercidas sobre as juntas também estejam próximas de zero.



**Figura 5.10**  
Semelhança entre:  
(a) postura corporal de relaxamento máximo (Lehmann, 1960) e; (b) uma poltrona considerada de conforto máximo (Kroemer et al., 1994).

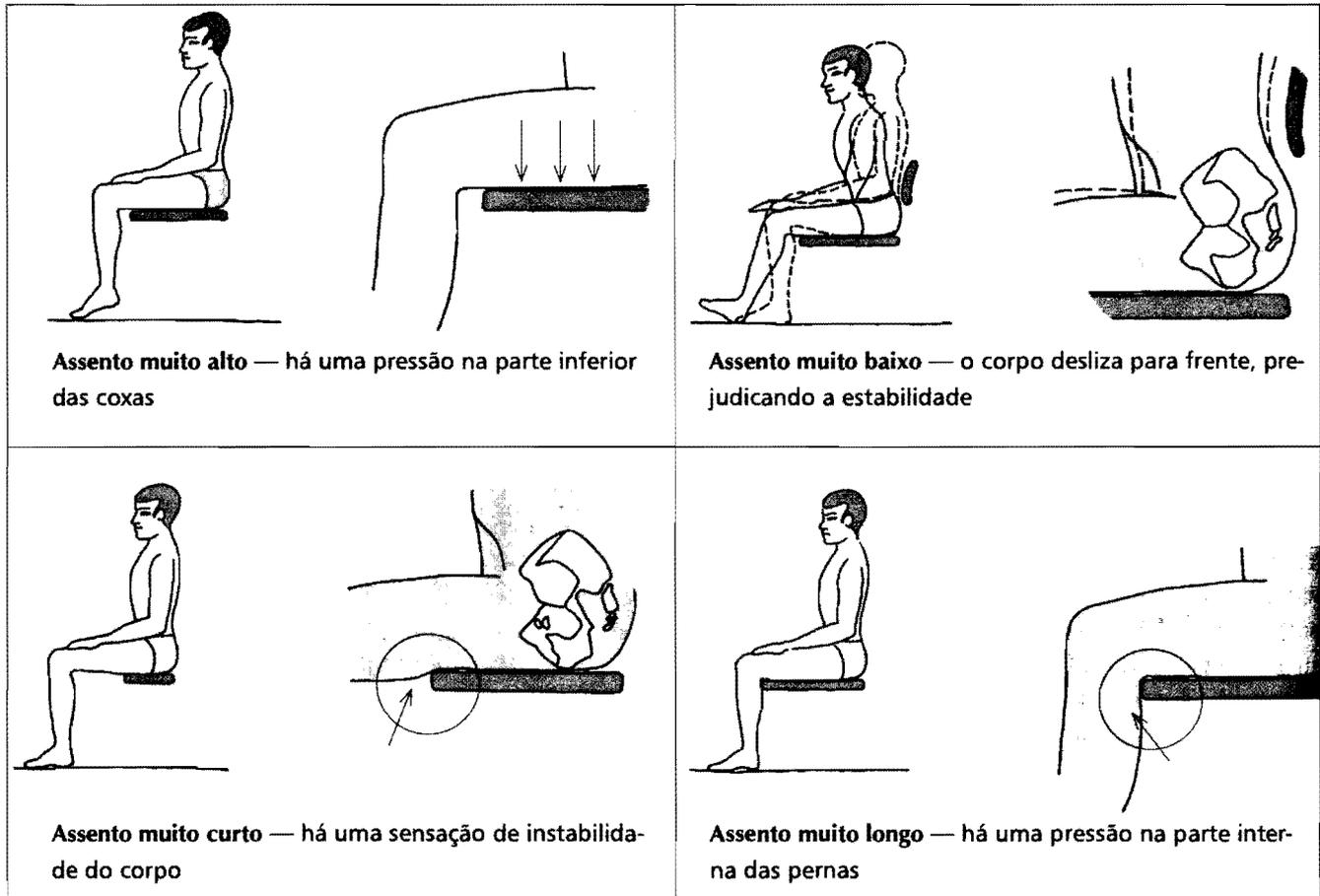
Sempre que possível, as pessoas tendem a assumir posturas desse tipo. É o que acontece, por exemplo, quando se assiste à TV, completamente relaxado, em casa, colocando-se os pés sobre a mesa de centro ou sobre o pufe. Ocorre também quando trabalhadores burocráticos inclinam o encosto da cadeira para trás e colocam os pés sobre a mesa. Entre os digitadores, observou-se que muitos preferem assumir uma postura mais relaxada, esticando os pés para frente e inclinando o ombro sobre o encosto (ver Figura 7.17). Contudo, em ambientes normais de trabalho, esse tipo de postura não seria amplamente aceito, por uma questão de preconceito e por exigir espaços de trabalhos maiores, além dos investimentos na reformulação dos postos de trabalho.

Existem seis princípios gerais sobre os assentos, derivados de diversos estudos anatômicos, fisiológicos e clínicos da postura sentada. Eles estabelecem também os principais pontos a serem considerados no projeto e seleção de assentos, como veremos a seguir.

### **Princípio 1: As dimensões do assento devem ser adequadas às dimensões antropométricas do usuário**

No caso, a dimensão antropométrica crítica é a altura poplíteia (da parte inferior da coxa à sola do pé), que determina a altura do assento (ver Tabela 4.5). Os assentos cujas alturas sejam superiores ou inferiores à altura poplíteia não permitem um apoio firme das tuberosidades isquiáticas a fim de transmitir o peso do corpo para o assento. Podem também provocar pressões na parte inferior das coxas, que são anatômica e fisiologicamente inadequadas para suportar o peso do corpo.

Para acomodar as diferenças individuais, a altura do assento deveria ser regulável, entre o mínimo de 35,1 cm (5% das mulheres) até o máximo de 48,0 cm (95% dos homens), pelas medidas tabeladas. Contudo, pode-se acrescentar mais 3 cm para a altura dos calçados (38,1 a 51,0 cm). A largura do assento deve ser adequada à largura torácica do usuário (cerca de 40 cm). A profundidade deve ser tal que a borda do assento fique pelo menos 2 cm afastada, para não comprimir a parte interna da perna (Figura 5.11). A norma NBR 13962 recomenda largura de 40 cm e profundidade útil entre 38 a 44 cm para o assento



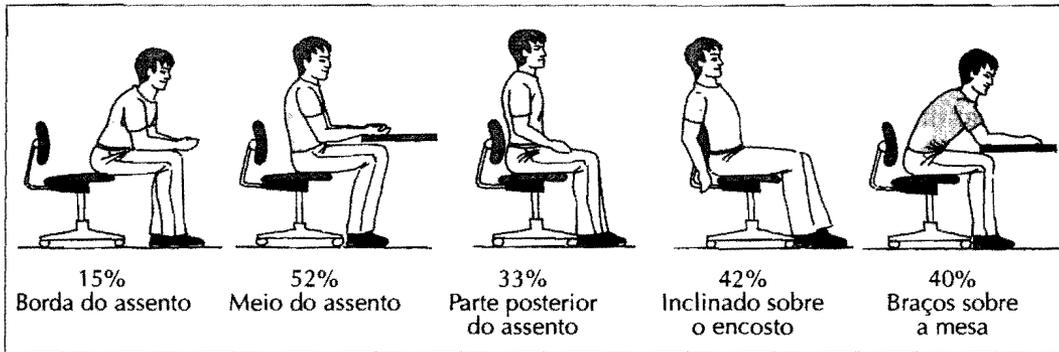
**Figura 5.11**  
Principais problemas provocados por erros no dimensionamento de assentos (Panero e Zelnik, 2002).

## Princípio 2: O assento deve permitir variações de postura

As freqüentes variações de postura servem para aliviar as pressões sobre os discos vertebrais e as tensões dos músculos dorsais de sustentação, reduzindo-se a fadiga. Grandjean e Hüttinger (1977) observaram 378 pessoas trabalhando em um escritório e constataram que em apenas 33% dos casos as pessoas mantêm a postura ereta, ocupando toda a área do assento (Figura 5.12). No resto do tempo, as pessoas sentam na borda do assento, inclinam-se para frente ou para trás, com contínuas mudanças de postura.

Essas mudanças de postura são ainda mais freqüentes se o assento for desconfortável ou inadequado para o trabalho, chegando a haver até 83 mudanças de postura por hora (Grieco, 1886), portanto, mais de uma mudança por minuto. Como já foi visto, essas freqüentes mudanças de postura contribuem para a nutrição da coluna e aliviam a tensão dos músculos dorsais.

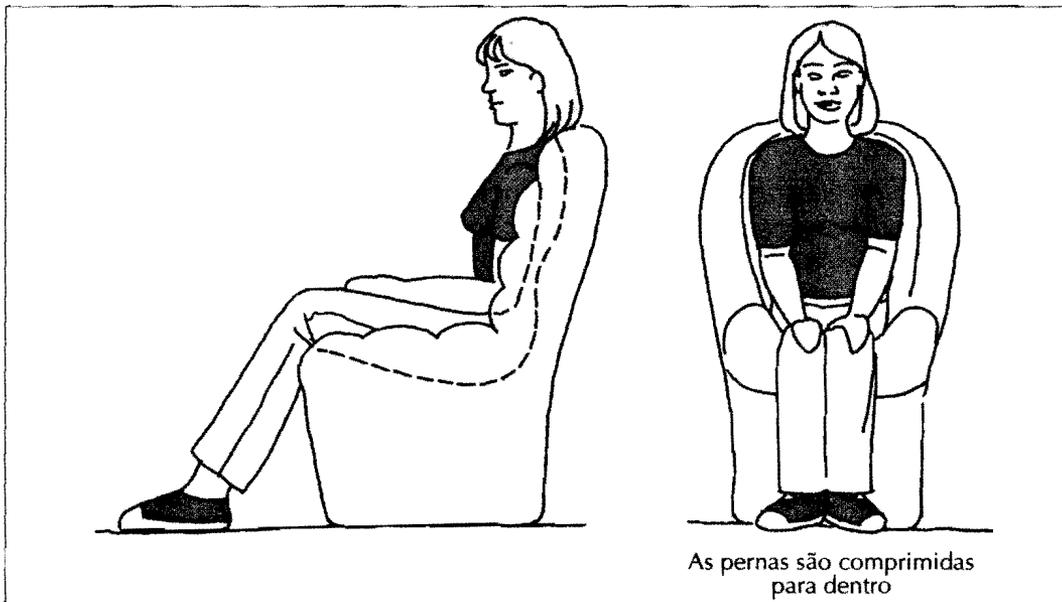
Assim, os assentos, de formas “anatômicas” em que as nádegas se “encaixam” nelas, permitindo poucos movimentos relativos, não são recomendados (Figura 5.13). Para os postos de trabalho em que a pessoa passa horas a fio sentada, como no caso dos centros de controle operacional e *call centers*, é recomendado colocar apoio para os pés, com dois ou três níveis diferentes, para facilitar as mudanças de postu-



ra. Esse tipo de apoio também pode ser articulado, permitindo rotações em torno de um eixo (ver Figura 7.12). Outra possibilidade é fazer o encosto móvel, para que a pessoa possa reclinar-se para trás, periodicamente, a fim de aliviar a fadiga.

### Princípio 3: O assento deve ter resistência, estabilidade e durabilidade

Para ser resistente, o assento deve ter solidez estrutural suficiente para suportar cargas. A norma NBR 14110 recomenda resistência a uma carga mínima de 1 100 N (cerca de 112 kg). Estabilidade é a característica do assento que não tombe facilmente. Quando os assentos são pouco estáveis, as pessoas sentem-se inseguras e ficam tensas. Isso acontece com banquetas de três pés. Antigamente, as cadeiras operacionais tinham 4 patas. Hoje, as normas exigem 5, para melhorar a estabilidade. O problema se agrava em postos de trabalho que exigem muitos movimentos corporais, como na linha de montagens ou caixas de supermercado. Durabilidade é a característica do assento de não se danificar com o uso contínuo. Recomenda-se que essa durabilidade seja de pelo menos 15 anos.



**Figura 5.12**  
Diferentes posições no assento, observadas entre 378 empregados de um escritório. A soma ultrapassa os 100% porque há algumas posturas coincidentes com outras. (Grandjean e Hutter, 1977).

**Figura 5.13**  
Os assentos "anatômicos" ou muito macios e sem um suporte estrutural são desconfortáveis.

### Princípio 4: Existe um assento mais adequado para cada tipo de função

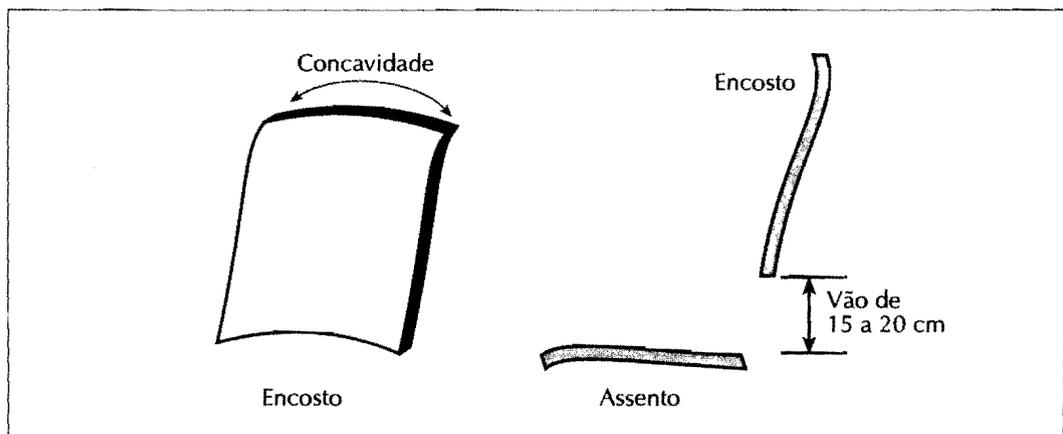
Isso quer dizer que não existe um tipo absoluto de assento, ideal para todas as ocasiões. Mas há um assento recomendável para cada tipo de tarefa. Assim, um assento de automóvel pode ser confortável para dirigir, mas provavelmente seria desconfortável para uso em escritório, e vice-versa: uma cadeira confortável para um digitador não seria adequada para ser instalada em um automóvel.

### Princípio 5: O encosto e o apóia-braço devem ajudar no relaxamento

Em muitos postos de trabalho, a pessoa não usa continuamente o encosto, mas apenas de tempos em tempos, para relaxar. O encosto deve ter a forma côncava. Encostos de forma plana, principalmente quando são feitos de material rígido, como madeira, são desconfortáveis, pois entram em contato direto com os ossos da coluna vertebral.

O perfil do encosto também é importante, porque uma pessoa sentada apresenta uma protuberância para trás, na altura das nádegas e a curvatura da coluna vertical varia bastante de uma pessoa para outra (Figura 5.14). Devido a isso, pode-se deixar um espaço vazio de 15 a 20 cm entre o assento e o encosto. Um suporte situado entre as 2ª e 5ª vértebras lombares permite maior liberdade de movimento ao tronco. O encosto deve ter cerca de 35 a 50 cm de altura acima do assento. (Para outras dimensões, consultar a norma NBR 13962).

Os apóia-braços também não são usados continuamente, mas para os relaxamentos ocasionais. Servem para descansar os antebraços e ajudam a guiar o corpo durante o ato de sentar-se e levantar-se. Essa ajuda é importante principalmente para as pessoas idosas e aquelas que têm dificuldades de movimentar-se.



**Figura 5.14**

O encosto deve ter uma forma côncava e ser afastado do assento com um vão de 15 a 20 cm.

#### Princípio 4: Existe um assento mais adequado para cada tipo de função

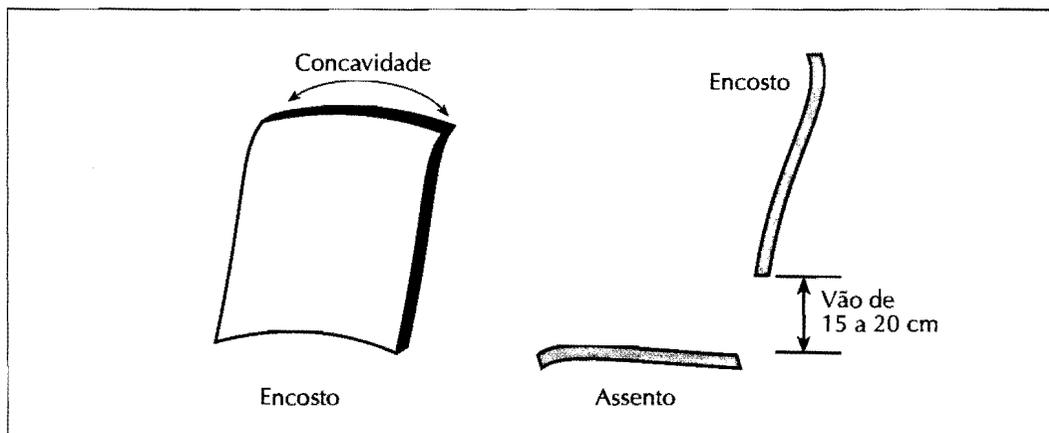
Isso quer dizer que não existe um tipo absoluto de assento, ideal para todas as ocasiões. Mas há um assento recomendável para cada tipo de tarefa. Assim, um assento de automóvel pode ser confortável para dirigir, mas provavelmente seria desconfortável para uso em escritório, e vice-versa: uma cadeira confortável para um digitador não seria adequada para ser instalada em um automóvel.

#### Princípio 5: O encosto e o apóia-braço devem ajudar no relaxamento

Em muitos postos de trabalho, a pessoa não usa continuamente o encosto, mas apenas de tempos em tempos, para relaxar. O encosto deve ter a forma côncava. Encostos de forma plana, principalmente quando são feitos de material rígido, como madeira, são desconfortáveis, pois entram em contato direto com os ossos da coluna vertebral.

O perfil do encosto também é importante, porque uma pessoa sentada apresenta uma protuberância para trás, na altura das nádegas e a curvatura da coluna vertical varia bastante de uma pessoa para outra (Figura 5.14). Devido a isso, pode-se deixar um espaço vazio de 15 a 20 cm entre o assento e o encosto. Um suporte situado entre as 2ª e 5ª vértebras lombares permite maior liberdade de movimento ao tronco. O encosto deve ter cerca de 35 a 50 cm de altura acima do assento. (Para outras dimensões, consultar a norma NBR 13962).

Os apóia-braços também não são usados continuamente, mas para os relaxamentos ocasionais. Servem para descansar os antebraços e ajudam a guiar o corpo durante o ato de sentar-se e levantar-se. Essa ajuda é importante principalmente para as pessoas idosas e aquelas que têm dificuldades de movimentar-se.



**Figura 5.14**  
O encosto deve ter uma forma côncava e ser afastado do assento com um vão de 15 a 20 cm.

## Princípio 6: Assento e mesa formam um conjunto integrado

A altura do assento deve ser estudada também em função da altura da mesa, de modo que a superfície da mesa fique aproximadamente na altura do cotovelo da pessoa sentada (Figura 5.4). Os apoia-braços da cadeira devem ficar aproximadamente à mesma altura ou um pouco abaixo da superfície de trabalho para dar apoio aos cotovelos. Entre o assento e a mesa deve haver um espaço de pelo menos 20 cm para acomodar as coxas, permitindo certa movimentação das mesmas.

## Dimensionamento de assentos

Existem muitas recomendações diferentes para o dimensionamento dos assentos. Essas diferenças podem ser explicadas por três causas principais:

- Os assentos diferenciam-se quanto às aplicações, por exemplo, assento de um motorista de ônibus é diferente de um assento para uso em fábrica ou escritório;
- Há diferenças antropométricas entre as populações e, portanto, diferentes autores podem apresentar recomendações que não coincidam, pois podem ter-se baseado em diferentes amostras populacionais;
- Há preferências individuais, principalmente na avaliação de variáveis subjetivas como o conforto.

Deve-se considerar também que muitos projetos são baseados nas respectivas normas técnicas. Existem diferenças entre as normas de diversos países. Além do mais, elas são frequentemente alteradas. Na sua elaboração podem prevalecer interesses e influências ocasionais do governo, indústria ou associações de consumidores. No Brasil, existem as normas NBR 13962 e NBR 14110. Esta última descreve os ensaios de estabilidade, resistência e durabilidade das cadeiras.

A Figura 5.15 apresenta as principais variáveis dimensionais da cadeira operacional, para uso em ambientes profissionais e a Tabela 5.2 resume algumas recomendações apresentadas por autores de ergonomia e normas técnicas sobre essas dimensões.

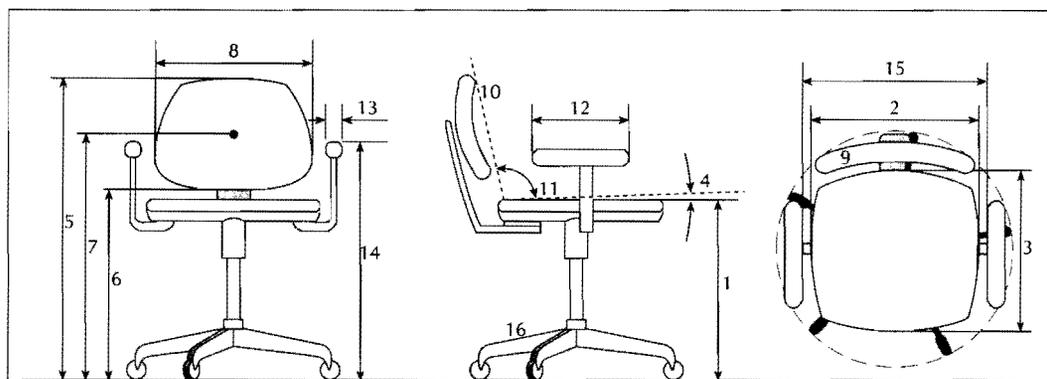
Observa-se que as alturas mínimas do assento recomendadas pelos autores de ergonomia (Diffrient, Panero & Zelnick e Grandjean) são respectivamente de 35, 36 e 38 cm.

No caso brasileiro, a altura mínima da regulagem seria de 37 cm, correspondendo à altura poplíteia de 5% das mulheres (ver Tabela 4.9). Entretanto as normas brasileiras (NBR 13962) recomendam a faixa de 42 a 50 cm, resultando em uma regulagem de apenas 8 cm, quando o ideal seria de 37 a 53 cm, ou seja, o dobro da faixa recomendada pela norma. Nesses casos, as pessoas de menor estatura devem providenciar apoio para os pés, para compensar a diferença, entre a regulagem mínima da cadeira e as suas próprias medidas poplíteas. Por exemplo, para a cadeira de 42 cm e altura poplíteia de 37 cm, o apoio deve ter 5 cm de altura, ou melhor, deveria ter duas alturas diferentes, entre 5 a 10 cm, para facilitar mudanças de posturas.

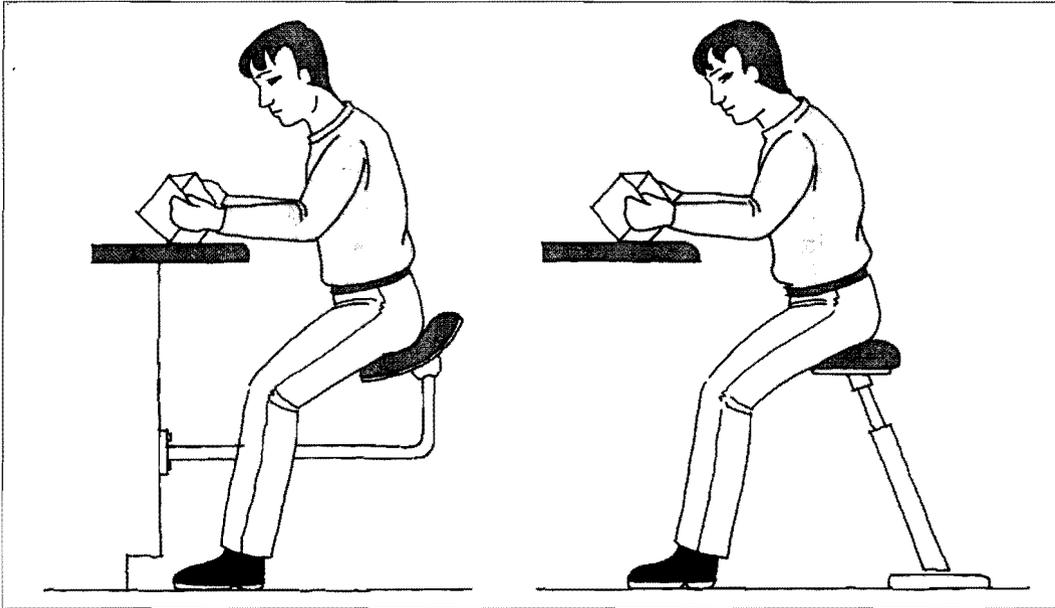
TABELA 5.2

Dimensionamentos de cadeiras de escritório recomendados por diversos autores e normas técnicas (os números correspondem às indicações da Figura 5.15)

Autores	Autores			Normas técnicas				
	Woods	Zeigler	Grandjean	BS	SS	EN	EN	NIH
Origem	USA	USA	Suíça	Inglesa	Sueca	Alema	Europeia	Brasil
<b>Assento</b>								
1 Altura	35-52	36-51	38-53	43-51	39-51	42-54	39-54	42-50
2 Largura	41	43-48	40-45	41	42	40-45	40	40
3 Profundidade	33-41	39-41	38-42	36-47	38-43	38-42	38-47	38
4 Inclinação(°)	0-5	0-5	4 - 6	0-5	0-4	0-4	0-5	2-7
<b>ENCOSTO</b>								
5 Altura superior	—	—	48-50	33	—	32	—	36
6 Altura inferior	15-23	10-20	—	20	—	—	10	—
7 Altura Frontal	23-25	19-25	30	—	17-22	17-23	17-26	17-22
8 Largura	33	25	32-36	30-36	36-40	36-40	36-40	30,5
9 Raio horizontal	31-46	—	40-50	31-46	40-60	40-47	min. 40	40
10 Raio vertical	—	—	—	convexo	convexo	70-140	—	—
11 Ângulo assento/encosto(°)	100	95-105	—	95-105	—	—	—	—
<b>APOIO DE BRAÇOS</b>								
12 Comprimento	15-21	—	—	22	20	20-28	20	20
13 Largura	6-9	—	—	4	4	—	4	4
14 Altura	18-25	20-25	—	16-23	21-25	21-25	21-25	20-25
15 Largura entre os apoios	48-56	46-51	—	47-56	46	48-50	46-50	46
<b>SAPATAS</b>								
16 Número de patas	—	—	5	—	—	—	—	5



**Figura 5.15**  
Principais variáveis dimensionais da cadeira para escritório.



**Figura 5.16**  
Exemplos de assentos para posturas semi-sentadas.

## A postura semi-sentada

Os postos de trabalho apresentam, em geral, duas posturas básicas: de pé e sentado. Cada uma tem vantagens e desvantagens. Contudo, há trabalhos que exigem frequentes mudanças entre as duas posturas. Para esses casos, desenvolveu-se a cadeira semi-sentada (Figura 5.16).

Comparadas com as cadeiras tradicionais, aquelas semi-sentadas são pouco confortáveis. Mesmo assim, podem proporcionar um grande alívio, mesmo que temporário, ao suportar o peso corporal. Além disso, ajudam a estabilizar a postura, pois um trabalhador em pé geralmente fica com o corpo oscilando. Em alguns casos, uma simples barra horizontal onde o trabalhador possa encostar-se já proporciona um bom alívio.

Esse tipo de assento deve ser usado principalmente quando as máquinas não podem ser operadas a partir de uma posição sentada, porque exigem maiores movimentos corporais. É útil também nos casos em que se exigem rápidas mudanças entre as posturas sentada e de pé.

A cadeira Balans (Mandal, 1985) também coloca o usuário em postura semelhante semi-sentada, mas diferencia-se por imobilizar os membros inferiores, além de provocar uma sobrecarga sobre os joelhos e pernas (Figura 5.17). Portanto, envolve maiores contrações estáticas da musculatura. Devido a esses fatores, não se recomenda o uso contínuo dessa cadeira, mas apenas como uma alternativa, durante curtos períodos, como forma de mudar a postura da cadeira tradicional.

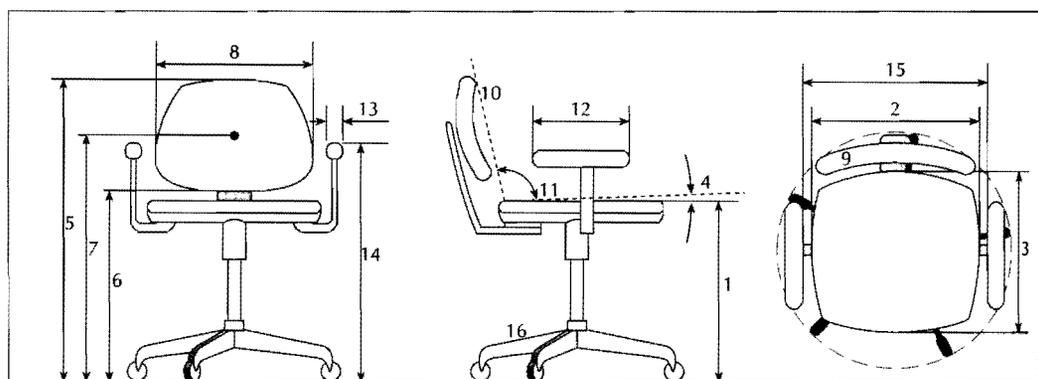
**Figura 5.17**  
A cadeira Balans provoca imobilização dos membros inferiores.



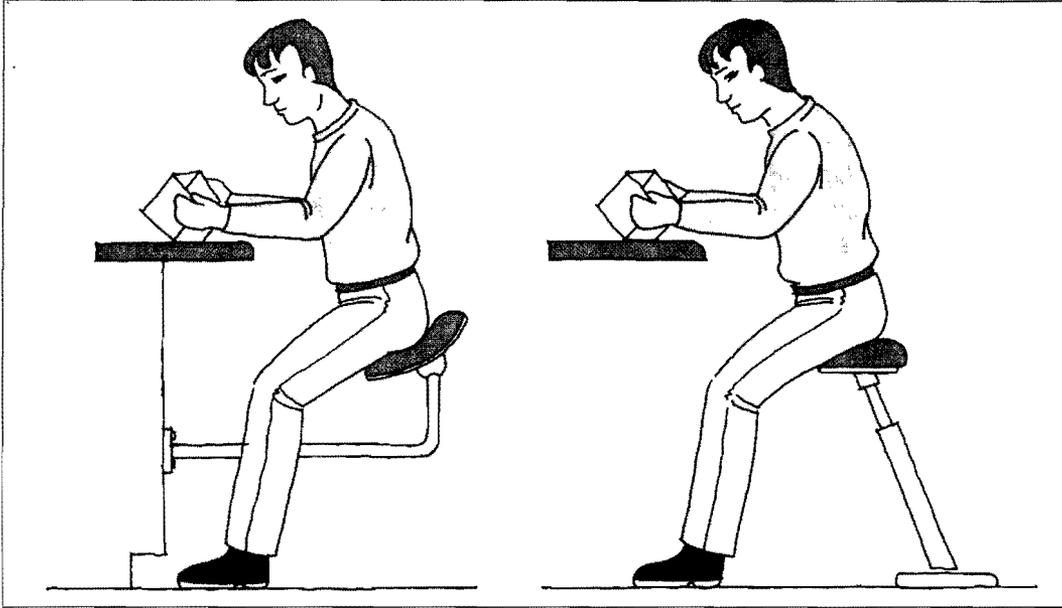
TABELA 5.2

Dimensionamentos de cadeiras de escritório recomendados por diversos autores e normas técnicas (os números correspondem às indicações da Figura 5.15)

Medida	Autor	Normas técnicas							
		BSI	SS	DIN	CEI	ISO			
Origem		USA	EUA	Suiza	Inglaterra	Sueca	Alema	Europeia	Japão
<b>Assento</b>									
1 Altura		35-52	36-51	38-53	43-51	39-51	42-54	39-54	42-50
2 Largura		41	43-48	40-45	41	42	40-45	40	40
3 Profundidade		33-41	39-41	38-42	36-47	38-43	38-42	38-47	38
4 Inclinação(°)		0-5	0-5	4 - 6	0-5	0-4	0-4	0-5	2-7
<b>ENCOSTO</b>									
5 Altura superior		—	—	48-50	33	—	32	—	36
6 Altura inferior		15-23	10-20	—	20	—	—	10	—
7 Altura Frontal		23-25	19-25	30	—	17-22	17-23	17-26	17-22
8 Largura		33	25	32-36	30-36	36-40	36-40	36-40	30,5
9 Raio horizontal		31-46	—	40-50	31-46	40-60	40-47	min. 40	40
10 Raio vertical		—	—	—	convexo	convexo	70-140	—	—
11 Ângulo assento/encosto(°)		100	95-105	—	95-105	—	—	—	—
<b>APOIO DE BRAÇOS</b>									
12 Comprimento		15-21	—	—	22	20	20-28	20	20
13 Largura		6-9	—	—	4	4	—	4	4
14 Altura		18-25	20-25	—	16-23	21-25	21-25	21-25	20-25
15 Largura entre os apoios		48-56	46-51	—	47-56	46	48-50	46-50	46
<b>SAPATAS</b>									
16 Número de patas		—	—	5	—	—	—	—	5



**Figura 5.15**  
Principais variáveis dimensionais da cadeira para escritório.



**Figura 5.16**  
Exemplos de assentos para posturas semi-sentadas.

## A postura semi-sentada

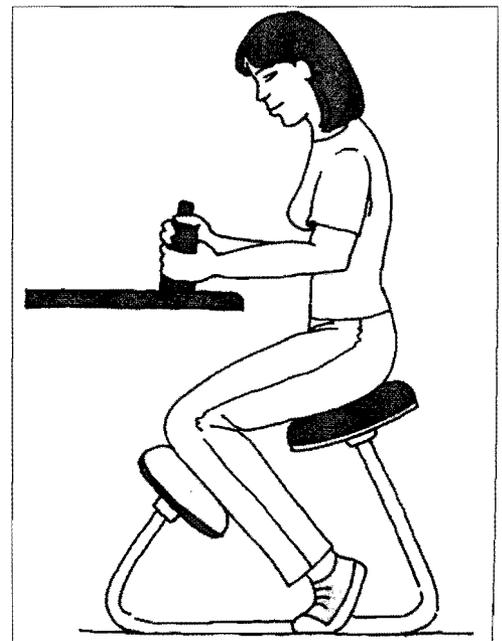
Os postos de trabalho apresentam, em geral, duas posturas básicas: de pé e sentado. Cada uma tem vantagens e desvantagens. Contudo, há trabalhos que exigem frequentes mudanças entre as duas posturas. Para esses casos, desenvolveu-se a cadeira semi-sentada (Figura 5.16).

Comparadas com as cadeiras tradicionais, aquelas semi-sentadas são pouco confortáveis. Mesmo assim, podem proporcionar um grande alívio, mesmo que temporário, ao suportar o peso corporal. Além disso, ajudam a estabilizar a postura, pois um trabalhador em pé geralmente fica com o corpo oscilando. Em alguns casos, uma simples barra horizontal onde o trabalhador possa encostar-se já proporciona um bom alívio.

Esse tipo de assento deve ser usado principalmente quando as máquinas não podem ser operadas a partir de uma posição sentada, porque exigem maiores movimentos corporais. É útil também nos casos em que se exigem rápidas mudanças entre as posturas sentada e de pé.

A cadeira Balans (Mandal, 1985) também coloca o usuário em postura semelhante semi-sentada, mas diferencia-se por imobilizar os membros inferiores, além de provocar uma sobrecarga sobre os joelhos e pernas (Figura 5.17). Portanto, envolve maiores contrações estáticas da musculatura. Devido a esses fatores, não se recomenda o uso contínuo dessa cadeira, mas apenas como uma alternativa, durante curtos períodos, como forma de mudar a postura da cadeira tradicional.

**Figura 5.17**  
A cadeira Balans provoca imobilização dos membros inferiores.



## Conceitos introduzidos no capítulo 5

uso de dados antropométricos	espaço de trabalho
projeto para média	superfície de trabalho
projeto para extremos	tuberosidades isquiáticas
projeto para faixas	relaxamento máximo
projeto regulável	princípios sobre assentos
projeto para indivíduos	posição semi-sentada

## Questões do capítulo 5

1. Quais são os principais cuidados que se devem tomar no uso de dados antropométricos?
2. Explique os princípios para aplicação dos dados antropométricos.
3. Como se devem usar medidas antropométricas máximas e mínimas?
4. Como se determina o espaço de trabalho? Exemplifique.
5. Como se determinam a altura da mesa de trabalho e da bancada para trabalho em pé?
6. Explique como o assento suporta o peso do tronco.
7. Explique os princípios gerais sobre os assentos.
8. Em que situações recomenda-se o uso da posição semi-sentada?

## Exercício

Faça medidas das alturas de três assentos, para diferentes funções (sala de estar, sala de jantar, escritório). A seguir, meça a sua própria altura poplítea.

- a) Compare as alturas dos assentos com a sua altura poplítea;
- b) Avalie as diferenças encontradas quanto ao desempenho e conforto de cada assento.