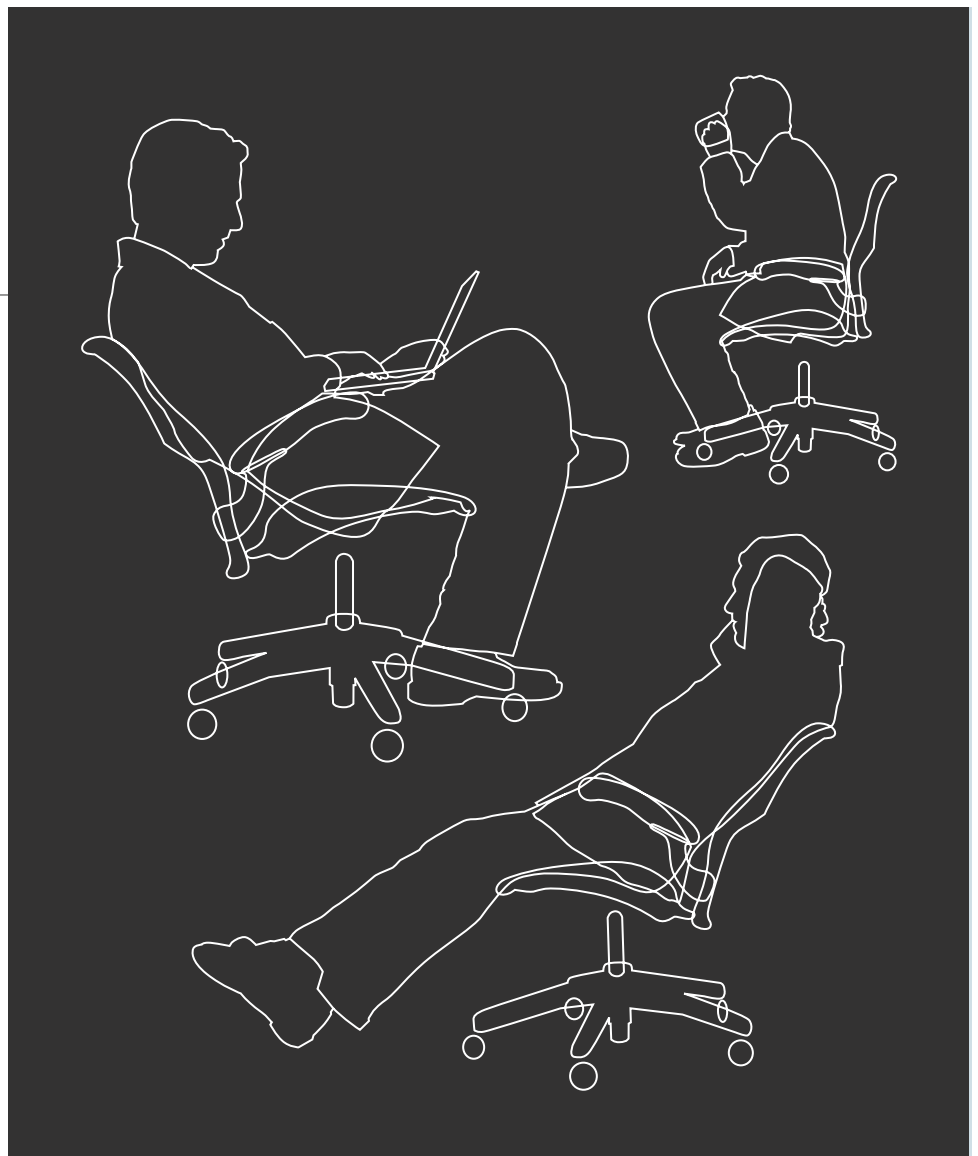




CERTIFIED  
HERMAN MILLER  
DISTRIBUTOR

## A Cinética do Sentar

Critérios ergonômicos para o design da Aeron® Chair  
por Bill Stumpf, Don Chadwick, e Bill Dowell



**Uma cadeira deveria movimentar-se como o corpo humano.**

*Em condições ideais, o corpo movimenta-se livremente, de forma espontânea, limitado apenas pela gravidade. Um indivíduo que trabalha sentado deveria ser capaz de movimentar-se de forma livre e natural, passando de tarefas realizadas no computador a posturas mais relaxadas ou interativas, e vice-versa. A cadeira de trabalho deveria acompanhá-lo, proporcionando o máximo de sustentação, esteja o corpo em movimento ou repouso.*

Figura 1

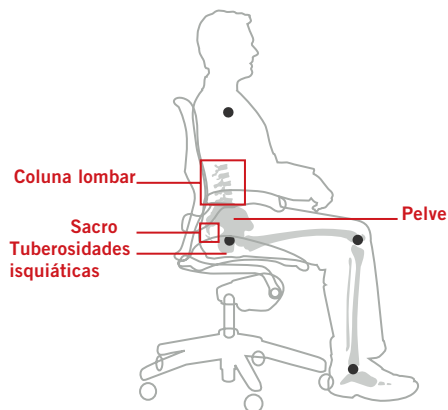
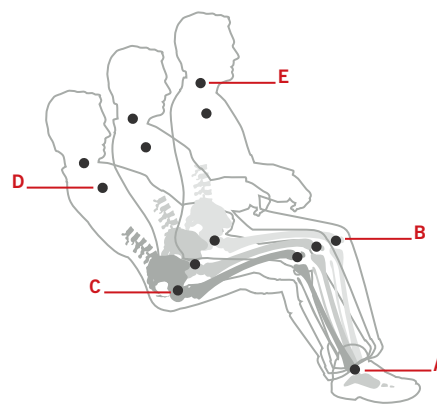


Figure 2



**O que sabemos:** As pessoas assumem diferentes posturas quando trabalham sentadas. É saudável movimentar-se quando estamos sentados. Mas as pessoas raramente ajustam as suas cadeiras.

As pessoas que trabalham sentadas raramente ficam paradas. Estudos de campo de pessoas que trabalham em computadores revelam que, mesmo enquanto realizam uma única tarefa, as pessoas assumem diversas posturas. Ao realizar as nossas próprias pesquisas e observações sobre o comportamento dos indivíduos sentados, em ambiente de escritório, identificamos três modos diferentes de acomodar-se:

- Inclinação dianteira: utilizada para realizar trabalhos sobre a superfície horizontal da mesa de escritório ou durante a interação com equipamentos de escritório (Mandal 1985). Pessoas de baixa estatura que trabalham em superfícies de trabalho de altura fixa são praticamente forçadas a assumir essa postura.
- Posição ligeiramente reclinada: utilizada para conversar, telefonar, digitar e manipular o mouse. Estudos indicam que essa é a posição de trabalho predileta (Grandjean 1980, Laubli 1986).
- Posição acentuadamente reclinada: utilizada para descansar, ler e, em alguns casos, digitar.

Os especialistas concordam que mudar de posição durante o período de trabalho traz benefícios importantes para aqueles que trabalham sentados. Os movimentos musculares funcionam como uma bomba, melhorando a circulação sanguínea (Schoberth 1978); a movimentação da coluna ajuda a nutrir os discos intervertebrais (Holm and Nachemson 1983); reclinar-se enquanto sentado leva a um bombeamento de nutrientes para os discos (Andersson 1981); além disso, movimentar as articulações continuamente tem efeitos terapêuticos sobre as mesmas e os ligamentos (Reinecke 1994). No entanto, se a cadeira obriga o usuário a ajustá-la sempre que quiser mudar de posição, este pode preferir ficar parado, o que não é recomendável. Os estudos sobre indivíduos que trabalham sentados indicam que a tendência desses indivíduos é não utilizar os ajustes manuais de suas cadeiras (Kleeman and Prunier 1980, Stewart 1980).

**Conclusão:** Uma boa cadeira de trabalho permite ao usuário sentar-se de forma confortável, com apoio adequado nas três posturas de trabalho básicas, além de possibilitar a movimentação espontânea entre essas três posturas, sem abrir mão do conforto e da sustentação.

**Problema de Design:** Dar sustentação à curva natural da parte inferior da coluna em todas as posições de trabalho em que o indivíduo permanece sentado, sem a necessidade de ajustar a cadeira de forma deliberada e consciente.

Quando sentado, o corpo não se ajusta de forma automática para gerar o correto alinhamento entre coluna e pelve. A parte inferior da coluna, sem apoio, tende a endireitar-se ou curvar-se para fora, em inclinação cifótica, em lugar da curva lordótica, mais saudável, voltada para dentro, que o corpo assume naturalmente quando está em pé (Andersson et al. 1979).

Estudos sobre o corpo em posição sentada comprovam que a posição da pelve determina o formato da coluna (Schoberth 1970), o que se explica pela conexão relativamente rígida entre o sacro (na base da coluna) e a pelve. Quando o indivíduo se senta, a pelve tende a movimentar-se para trás, levando a coluna lombar a endireitar-se ou curvar-se para fora (Andersson et al. 1979). Assim, quando se fornece uma estrutura de sustentação que estabiliza a pelve, impedindo a movimentação para trás, assegura-se a manutenção da curvatura natural, o que não ocorre quando se exerce pressão sobre a coluna lombar (Kroemer 1971, Grandjean 1980, Zacharkow 1988). A cadeira cuja estrutura de sustentação acolhe a área sacropélvica, além de fornecer um ponto de apoio especificamente voltado para os ísquios tuberosidades isquiáticas, cria uma cavidade que mantém a pelve em sua posição natural (Figura 1).

Esse espaço para a pelve é relativamente fácil de construir quando o encosto e assento permanecem fixos, mas difícil de projetar nas cadeiras com sistema de balanço. Imaginemos, por exemplo, o encosto de uma cadeira de trabalho que reclinou segundo um ângulo fixo de  $x$  graus para cada grau de movimento do assento. Conforme o assento se movimenta para baixo e o encosto é reclinado, aumenta a distância entre ambos (o que pode ser comprovado pelo fato de que a blusa ou camisa do usuário tende a desprender-se da calça ou saia). Nesse caso, o apoio para a região sacropélvica sobe com relação às costas, o que pode levar a pelve a movimentar-se para trás, criando assim uma curva lombar cifótica.

Figura 3

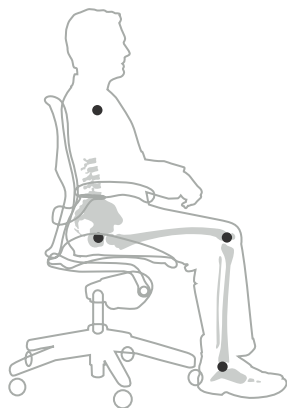


Figura 4

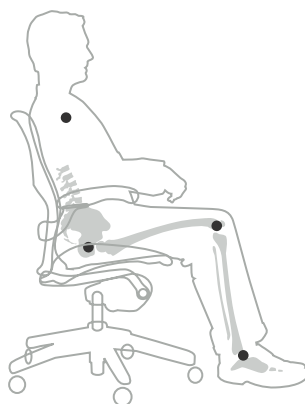
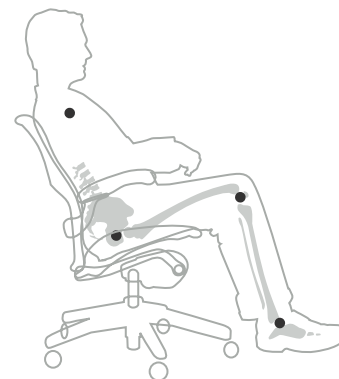


Figura 5



**Solução de Design:** Proporcionar sustentação para a região sacropélvica, bem como um sistema de balanço que reflita a mecânica natural do corpo.

O design da cadeira Aeron deixa de lado os modelos mecânicos atuais, optando por criar uma geometria de balanço que se baseia nas articulações do corpo humano. A pesquisa de Bil Stumpf e Roger Kaufman, na Universidade George Washington, identificou os principais pontos de apoio para o movimento do corpo, na posição sentada, quando assume as três posturas básicas. Se fosse possível movimentar-se, a partir da postura sentada ereta, para a posição reclinada sem a sustentação ou os diversos tipos de obstáculos oferecidos por uma cadeira, esse movimento ocorreria conforme a Figura 2.

- Quando os pés estão apoiados no solo e o ângulo entre a parte inferior e superior da perna é ligeiramente aberto, todas as principais articulações do corpo movimentam-se baseadas no centro da articulação do tornozelo (A).
- A articulação do joelho (B), em lugar de girar, na verdade desloca-se em um arco suave.
- A articulação dos quadris (C) segue a trajetória de um arco inclinado sobre uma linha ligada ao ponto do tornozelo (A) e somente gira quando se abre o ângulo entre o tronco e as coxas.
- Os braços movimentam-se tendo por base a articulação dos ombros (D).
- Ao longo desse conjunto de movimentos, a cabeça movimenta-se com base na coluna cervical (E), mantendo constante a relação entre o plano do rosto e o seu alvo visual.

As articulações da cadeira Aeron foram projetadas para refletir as articulações do corpo, de modo que o seu movimento corresponda (seja coerente) ao movimento natural (à cinemática) do corpo humano. Foi denominado como modelo de coerência cinemática e o mecanismo correspondente, sistema de balanço Kinemat®.

- Na posição ereta, a área para o posicionamento dos isquios, modelável, e os contornos do encosto criam um espaço que mantém a pelve ligeiramente inclinada para frente para criar uma situação de lordose (Figura 3).
- Quando a cadeira se reclina, os pés permanecem apoiados no solo, enquanto que a parte inferior das pernas movimentam-se em torno da articulação do tornozelo, que permanece estacionária. O encosto abaixa-se até a altura do ponto de movimentação dos quadris, o que mantém o encosto e a pelve em contato ao longo do movimento (Figura 4).
- O assento abaixa-se com relação à articulação do tornozelo, mantendo uma relação de sincronia com a movimentação do encosto, preservando assim o espaço pélvico e evitando o desgaste da lombar (com o afastamento entre a estrutura de sustentação da lombar e a própria região lombar do usuário) em todos os ângulos de inclinação. Os apoios de braço acompanham o movimento do encosto, de modo a continuar sustentando os braços conforme estes se abaixam no seu movimento natural em torno da articulação do ombro (Figura 5).

A cadeira Aeron dá sustentação às articulações naturais do corpo em todos os seus pontos, em todas as posições. Quando o usuário se reclina, a partir da posição ereta, os pés não se levantam do solo, como ocorre com as cadeiras que inclinam apenas o encosto; o suporte continua em contato com as costas do usuário, ao contrário do que ocorre com muitas das cadeiras com sistema de balanço sincrônico; os braços não deslizam para trás como no caso das cadeiras cujos apoios de braço estão presos ao assento, e não ao encosto. Na cadeira Aeron, o usuário não sacrifica conforto, sustentação ou esforço físico para beneficiar-se de todo o espectro de movimentos possíveis para quem trabalha sentado.

## Referências

- Andersson et al. (1979), "The influence of backrest inclination and lumbar support on the lumbar lordosis in sitting," *Spine*.
- Andersson (1981), "Epidemiologic aspects of low-back pain in industry," *Spine*.
- Grandjean (1980), *Fitting the Task to the Man*.
- Grandjean et al. (1983), "VDT workstation design: Preferred settings and their effects," *Human Factors*.
- Grieco et al. (1986), "Sitting posture: An old problem and a new one," *Ergonomics*.
- Holm and Nachemson (1983), "Variations in nutrition of the canine intervertebral disc induced by motion," *Spine*.
- Kleeman and Prunier (1980), "Evaluation of chairs used by air traffic controllers of the U.S. Federal Aviation Administration," *NATO Symposium on Anthropometry and Biomechanics: Theory and Application*.
- Kroemer (1971), "Seating in plant and office," *American Industrial Hygiene Association Journal*.
- Laubli (1986), "Review on working conditions and postural discomforts in VDT work," *Proceedings of an International Scientific Conference: Work With Display Units (WWDU), Stockholm*.
- Mandal (1985), *The Seated Man, Homo Sedens*.
- Reinecke (1994), "Continuous passive lumbar motion in seating," *Hard Facts about Soft Machines*.
- Schoberth (1970), "Correct workplace sitting, scientific studies, results and solutions," *Der Arbeitssitz in Industriellen Produktionsbereich*.
- Schoberth (1978), "Vom richtigen sitzen am arbeitsplatz," *University of Frankfurt, Ostsee Clinic*.
- Stewart (1980), "Practical experiences in solving VDU ergonomics problems," *Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals*.
- Zacharkow (1988), *Sitting, Standing, Chair Design, and Exercise*.

## Créditos

Especialista na ergonomia do design de cadeiras, Bill Stumpf estuda os aspectos comportamentais e fisiológicos dos usuários de cadeiras de trabalho há mais de 20 anos. Foi ele que projetou a cadeira Ergon®, introduzida pela Herman Miller em 1976, assim como, em conjunto com Don Chadwick, as igualmente inovadoras cadeiras Equa® e Aeron.

Don Chadwick é co-autor dos projetos de duas cadeiras de trabalho da Herman Miller, importantes pela inovação ergonômica. Além disso, tem desempenhado um papel fundamental na exploração e introdução de novos materiais e métodos na indústria das cadeiras de escritório.

Bill Dowell lidera uma equipe de pesquisadores na Herman Miller. Entre seus trabalhos recentes incluem-se estudos comportamentais do ato de sentar, da antropometria do sentar, do efeito do trabalho em computador sobre a postura do indivíduo sentado, os componentes subjetivos do conforto, bem como métodos de mapeamento da pressão. Bill é membro da Human Factors and Ergonomic Society, da CAESAR 3-D surface anthropometric survey (agência de mensuração antropométrica), grupo de trabalho que publicou as diretrizes ergonômicas aos sistemas de mobiliário para escritórios da BIFMA (Associação dos Fabricantes de Mobiliário Institucional e de Negócios), e do comitê que revisou a Norma BSR/HFES 100 relativa à Engenharia de Fatores Humanos em Estações de Trabalho Informatizadas.

## atec® Original Design

### São Paulo Showroom

Tel +55 11 3034.1434  
Fax +55 11 3811.9414  
Rua Butantã 461 11º Andar  
05424-140 São Paulo SP  
E-mail vendas@atecnet.com.br

### Rio de Janeiro Showroom

Tel +55 21 2267.9795  
Rua Gomes Carneiro 112 3º Andar  
22071-110 Rio de Janeiro RJ  
E-mail riodejaneiro@atecnet.com.br

[www.atecnet.com.br](http://www.atecnet.com.br)