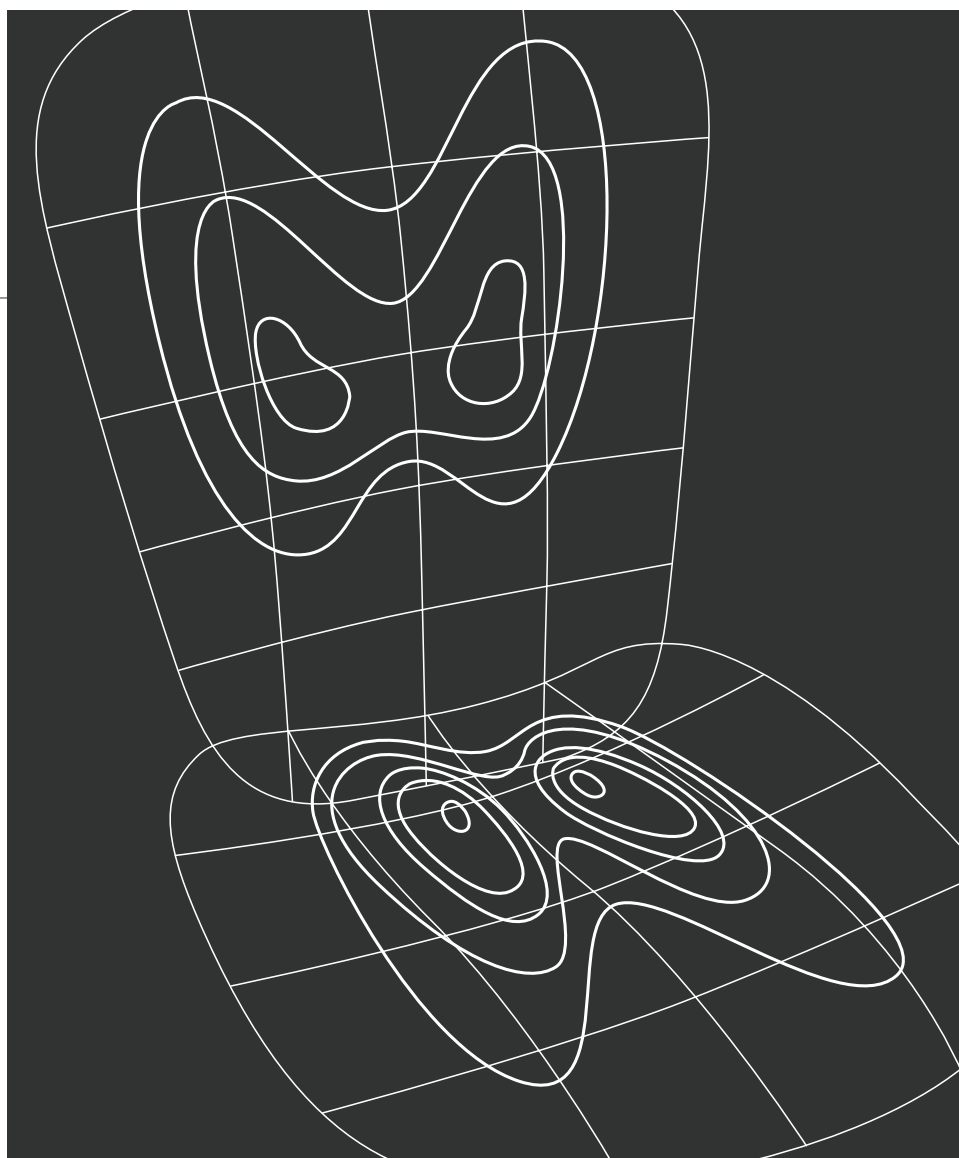




CERTIFIED
HERMAN MILLER
DISTRIBUTOR

A Arte da Distribuição da Pressão

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



Uma cadeira deve ter uma topografia neutra.

A cadeira de trabalho ideal deve adaptar-se a todas as diferenças de formato, tamanho e contornos do corpo humano, sem quaisquer áreas de pressão que restrinjam a circulação.

Os mapas de pressão mostram como a pressão distribui-se em um corpo sentado. O vermelho indica as áreas sob pressão máxima; o laranja, amarelo, verde, azul e roxo indicam áreas com pressões gradativamente menores.

Figura 1

Sentar-se em posição reclinada em cadeiras dotadas de estrutura de sustentação topograficamente neutra leva a pressão a se distribuir pela área torácica, distante da coluna.

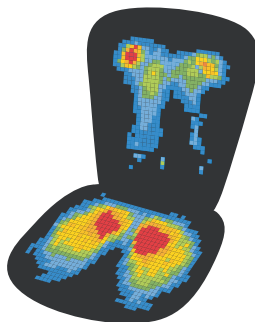
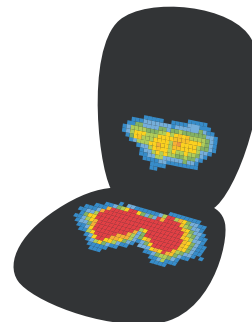


Figura 2

Ao sentar-se em uma cadeira sling (tipo "diretor de cinema"), sentimos pressão sobre o músculo glúteo máximo, localizado nas laterais das nádegas, bem como na cabeça do fêmur e no nervo ciático.



O que sabemos: A pressão sobre as superfícies pode causar desconforto para quem se senta. Apesar das diferenças de peso e estrutura corporal, o peso dos indivíduos distribui-se segundo padrões semelhantes quando se sentam; porém, a intensidade da pressão e as áreas de distribuição variam de pessoa para pessoa. Uma boa distribuição da pressão concentra os pontos de maior pressão sob os isquios na postura ereta e na área lombar e torácica nas posturas reclinadas.

A correta distribuição da pressão é crítica para o conforto de quem se senta (Grandjean et al. 1973). Um alto nível de pressão superficial pode comprimir os vasos sanguíneos dos tecidos, restringindo o fluxo sanguíneo e gerando, conseqüentemente, uma sensação de desconforto.

Uma interferência aparentemente reduzida na distribuição da pressão pode gerar efeitos consideráveis. Por exemplo, sentar com a carteira no bolso parece inofensivo. No entanto, o Dr. Gunnar Andersson, cirurgião ortopedista especializado em lesões da coluna e das costas e presidente do Rush Presbyterian/St. Luke's Medical Center de Chicago, relatou à Herman Miller que as conseqüências do ato de sentar-se em cima da carteira são graves. "A posição da carteira é tal que, quando sentamos, esta exerce pressão sobre o nervo ciático. Devido à sua localização, sentamo-nos de forma não centralizada, pois um lado fica mais alto do que o outro. Para manter a postura ereta, precisamos curvar a coluna, o que gera uma carga desigual sobre as articulações sacroilíacas e sobre a parte inferior das costas. Sentar com a carteira no bolso traseiro é uma péssima idéia."

O design da maioria das cadeiras de trabalho baseia-se em um modelo antropométrico do tipo "do centro para as extremidades" que contempla os 95% intermediários do total da população de usuários, ou seja, do quinto percentil feminino ao 95º masculino. No entanto, de acordo com o ergonomista britânico Stephen Pheasant, não existe nenhum indivíduo que se encaixe plenamente no quinto ou no 95º percentil. Uma pessoa cuja estatura classifique no 95º percentil pode localizar-se em um percentil diferente com relação às curvas de distribuição do comprimento da parte inferior das pernas, ou da altura dos cotovelos na posição sentado. Assim, uma cadeira projetada para acomodar os 95% intermediários para cada conjunto de dimensões importantes poderia facilmente excluir grupos diferentes de cinco por cento de usuários (para cada componente antropométrico). O resultado final seria uma cadeira capaz de acomodar uma porcentagem consideravelmente menor que 95% de seus usuários potenciais.

Os pesquisadores realizaram estudos com diversas tecnologias para medir a distribuição da pressão sobre as superfícies e a sua relação com o conforto

dos usuários de cadeiras. Em estudos mais recentes, esteiras finas, flexíveis e sensíveis à pressão, conectadas a computadores, foram utilizadas para mapear as propriedades de distribuição de pressão das cadeiras e outras estruturas em que sentamos, seja no escritório ou em aplicações automotivas e médicas. Essas esteiras, revestidas de sensores, são dispostas sobre o assento e encosto das cadeiras. Quando os sujeitos da pesquisa se sentam, os gradientes de pressão são traduzidos por meio de cores diferentes numa tela de computador, mapeando os pontos de pressão máxima do usuário (Reed and Grant 1993).

A utilização de mapas de pressão para avaliar o design de cadeiras não é um processo simples. Pessoas diferentes sentadas na mesma cadeira podem gerar mapas de pressão diferentes, dependendo do peso e da estrutura corporal. Por exemplo, indivíduos mais pesados apresentam, de modo geral, pontos de pressão maiores do que aqueles de menor peso. Por outro lado, um corpo em formato de pêra pode ter pontos de pressão máxima menores do que uma pessoa mais leve e com menos "acolchoamento" interno (Reed et al. 1994).

Uma vez que há muita variação nos padrões de pressão máxima de indivíduos de tamanho e estrutura corporal diferentes, é difícil recomendar contornos ideais para assento e encosto, bem como níveis de maciez do material capazes de minimizar os pontos de pressão desconfortáveis, válidos para todos os usuários. No entanto, sabe-se que a pele e o tecido adiposo que revestem os isquios ("ossos de sentar") são menos sensíveis à pressão do que o tecido muscular localizado em torno dos mesmos, além de estarem mais adaptados para receber carga do que outros tecidos das nádegas e coxas (Reed et al. 1994).

Além disso, cadeiras com encostos que apresentam pontos de pressão máxima na região lombar, mas distantes da coluna, foram consideradas mais confortáveis do que cadeiras que possuem gradientes de pressão menores nessas regiões (Kamijo et al. 1982). No entanto, a pressão resultante de uma estrutura sustentação lombar excessivamente rígida pode gerar desconforto (Reed et al. 1991a, 1991b). De acordo com as nossas pesquisas, há uma boa correlação ($r=.638$; $n=978$) entre a sensação geral de conforto ao sentar e a percepção, por parte do usuário, de que a cadeira fornece boa sustentação à parte inferior das costas.

Conclusão: Uma cadeira confortável deve gerar distribuições de pressão para um amplo espectro antropométrico de usuários, apresentando pontos máximos na região dos isquios, na posição ereta, e áreas distantes da coluna, nas costas, em posições reclinadas (Figura 1).

Figura 3

A posição ereta em uma cadeira que possui estrutura de sustentação lombar: vêem-se faixas de pressão nos pontos em que a parte inferior das costas entra em contato com a área de sustentação da lombar.

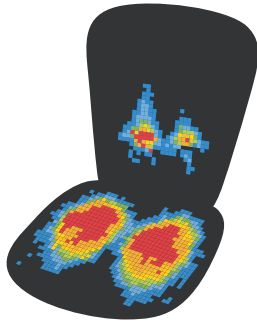


Figura 4

A posição ereta em uma cadeira que possui estrutura de sustentação lombar: vêem-se faixas de pressão nos pontos em que a parte inferior das costas entra em contato com a área de sustentação da lombar.

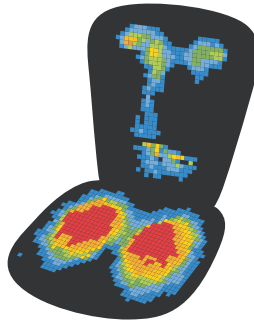
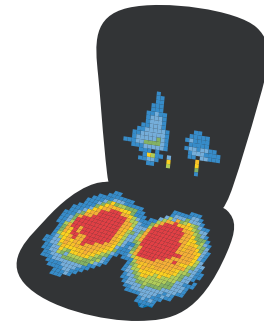


Figura 5

A posição ereta em uma cadeira que não possui estrutura de sustentação da postura limita a distribuição da pressão pela área sacropélvica, lombar e torácica.



Problema de Design: Desenhar uma cadeira “topograficamente neutra” de forma que as áreas de pressão máxima sejam determinadas pelo corpo do usuário e não pelas estruturas do assento e do encosto.

Os assentos e encostos de muitas cadeiras de escritório compõem-se de estruturas metálicas e plásticas acolchoadas com espuma e revestidas de tecido. Os designers de cadeiras procuram minimizar a situações onde a pressão restringe a circulação, procurando combinar contorno e acolchoamento na medida certa, criando curvas na estrutura da cadeira que desviem a pressão das áreas sensíveis do corpo e acolchoando-a com espuma.

Esse efeito é difícil de se obter quando o design da cadeira precisa contemplar uma diversidade de usuários. Formatos de assento que funcionam bem para a estrutura óssea e comprimento de pernas de um homem alto provavelmente será inadequado para uma mulher de baixa estatura. A densidade de espuma necessária para gerar o máximo de conforto a uma usuária pequena e gordinha pode achatá-la quando receber um homem magro, mas mais pesado. E aumentar em espuma não resolve o problema, necessariamente. Um assento excessivamente mole pode pressionar o músculo glúteo máximo, na lateral das nádegas, assim como a cabeça do fêmur e o nervo ciático, gerando o tipo de desconforto que sentimos ao sentar em um balanço de playground cujo assento é formado por uma tira, ou na cadeira típica do diretor de cinema (Figura 2) (Zacharkow 1988, Hertzberg 1958).

Solução de Design: Minimizar a estrutura da cadeira e eliminar a necessidade de acolchoar a estrutura com espuma pela utilização de um material tensionado, que proporciona sustentação dinâmica. Projetar a cadeira de modo que a sua estrutura se adapte a pessoas com proporções diferentes.

Ao contrário de almofadas de espuma, que podem produzir contornos inadequados, uma cadeira de trabalho dotada de sustentação topograficamente neutra acolhe o formato do corpo de seu usuário. Utilizando a tecnologia de mapeamento da pressão, conduzimos experimentos com diferentes níveis de tensão por toda a superfície dos encostos e assentos, sintonizando o desenho da suspensão para produzir os padrões de distribuição desejados: zonas de pressão máxima sob os isquios, distribuição ampla dos níveis de pressão mais baixos ao longo das coxas e nas costas, evitando assim a coluna e a área atrás dos joelhos.

O nosso maior interesse era obter uma distribuição ampla da pressão por toda a superfície do encosto. Embora o assento de uma cadeira receba a maior parte do peso corporal, quanto mais reclinada a postura, mais se

transfere o peso para o encosto. Sabemos também que a extensão em que a cadeira se inclina, bem como a sua cinemática e o quanto consegue imitar os pontos de rotação do corpo, transferindo o peso do assento para o encosto naturalmente, estimula ou desencoraja o usuário a reclinar-se. Assim, o encosto pode ser utilizado para dar sustentação a uma porcentagem maior do peso corporal do usuário.

Enquanto desenvolvíamos as nossas cadeiras de trabalho com suspensão adaptativa, realizamos testes com indivíduos de diferentes alturas, pesos e dimensões corporais críticas em diferentes protótipos de cadeira, controlando a altura do assento e o ângulo de reclinção do encosto. Também conduzimos experimentos com diversos níveis de perfuração e tensão do material que compõe a estrutura de suspensão, visando obter um padrão de distribuição de pressão que se adequasse a toda uma gama de tipos físicos, um padrão cuja pressão se concentrasse na parte superior e em áreas amplas nas costas do usuário, afastando o peso da coluna.

O conhecimento atual

Desde que foi utilizada pela primeira vez, para a criação da primeira cadeira Aeron®, a tecnologia de mapeamento de pressão, responsáveis por medir a distribuição da pressão ao longo da superfície do encosto e assento, sofisticou-se. Atualmente, essa tecnologia fornece leituras mais detalhadas e precisas dos níveis de pressão exercidos sobre o corpo do usuário. Embora nos primeiros mapas de distribuição os indivíduos se sentavam em posturas reclinadas, atualmente sabemos que pequenas alterações na inclinação do encosto podem levar a diferenças consideráveis na forma pela qual a pressão se distribui pelas costas do usuário (Aissaoui et al. 2001). Ao utilizar uma tecnologia mais avançada, hoje somos capazes de mapear e comparar os padrões de distribuição de pressão nas posições ereta e reclinada.

Compreender como funciona o conforto e a distribuição de pressão em indivíduos que, sentados, mantém-se na posição ereta tornou-se cada vez mais crítica, pois uma porcentagem crescente de tarefas de escritório é realizada por meio de computadores. As pesquisas sobre o comportamento dos usuários de cadeira conduzidas pela Herman Miller indicam que indivíduos que realizam tarefas em computadores passam mais tempo em posturas eretas, em lugar de reclinadas (Dowell et al. 2001). A nossa compreensão do que seriam padrões de distribuição ótimos para indivíduos sentados na posição ereta evoluiu.

Além de buscar, nos mapas de distribuição, resultados que mostrem, na superfície do assento, pontos de pressão máxima na área dos ísquios (“ossos de sentar”), além de ausência de pressão significativa sob a parte posterior das coxas, perto dos joelhos, também procuramos padrões de encosto que mostrassem a distribuição da pressão em função da postura do usuário.

Os estudos de mapas de pressão de usuários na posição ereta mostram faixas de pressão localizada quando a parte inferior das costas entra em contato com a estrutura de sustentação lombar da cadeira. No entanto, há pouca pressão distribuída pelo restante das costas (Figura 3). Essa situação é bastante diferente dos mapas de pressão de usuários em posturas reclinadas, cuja pressão está distribuída na área torácica, próxima à escápula e distante da coluna (Figura 1).

Partindo da hipótese de que melhorar a sustentação das costas na postura ereta geraria mapas de distribuição da pressão mais próximos daqueles gerados nas posturas reclinadas, realizamos estudos de indivíduos sentados em cadeiras dotadas de suspensão adaptativa e sustentação postural. Cadeiras com sustentação sacropélvica, projetadas para estabilizar a pelve, auxiliam a manter a curvatura natural da coluna sem exercer pressão na área lombar.

Os mapas das cadeiras com sustentação da postura indicam que a pressão se distribui por uma área maior, incluindo as regiões sacropélvica e torácica, além da lombar (Figura 4), quando comparadas às cadeiras sem sustentação postural (Figura 5) ou àquelas que possuem apenas sustentação lombar. A partir dos resultados apresentados por esses mapas, concluímos que as cadeiras de trabalho projetadas para dar sustentação à postura melhoram a sustentação como um todo na postura ereta.

Referências

Aissaoui et al. (2001), "Analysis of Sliding and Pressure Distribution during a Repositioning of Persons in a Simulator Chair," *IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering* 9(2): June.

Dowell et al. (2001), "Office Seating Behaviors: An Investigation of Posture, Task, and Job Type," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting*.

Grandjean et al. (1973), "An Ergonomic Investigation of Multipurpose Chairs," *Human Factors*.

Hertzberg (1958), "Seat Comfort," *Annotated Bibliography of Applied Physical Anthropology in Human Engineering*.

Kamijo et al. (1982), "Evaluation of Seating Comfort," *Society of Automotive Engineers Technical Paper 820761*.

Reed and Grant (1993), "Development of a Measurement Protocol and Analysis Techniques for Assessment of Body Pressure Distributions on Office Chairs," relatório técnico, University of Michigan Center for Ergonomics

Reed et al. (1991a), "An Investigation of Driver Discomfort and Related Seat Design Factors in Extended-Duration Driving," *Society of Automotive Engineers Technical Paper 910117*.

Reed et al. (1991b), "An Investigation of Automotive Seating Discomfort and Seat Design Factors," relatório final, University of Michigan Transportation Research Institute.

Reed et al. (1994), "Survey of Auto Seat Design Recommendations for Improved Comfort," relatório técnico, University of Michigan Transportation Research Institute.

Zacharkow (1988), *Posture: Sitting, Standing, Chair Design, and Exercise*.

Créditos

Jerome Caruso desenhou a cadeira Cella™. O design de Caruso vai além do ato de sentar e do local de trabalho. Como designer da Sub-Zero durante mais de 20 anos, Caruso influenciou a forma e a função de produtos e utensílios de cozinha. Sua mente inovadora e seu conhecimento de design revelam-se nas mais de 75 patentes que detém. Em 1998, Jerome e seu filho Steve desenharam a cadeira Reaction® da Herman Miller.

Don Chadwick é, juntamente com Bill Stumpf, co-autor das inovadoras cadeiras Equa® and Aeron®, da Herman Miller. Don tem um papel importante na exploração e introdução de novos materiais e métodos de produção na fabricação de 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.

Gretchen Gscheidle é pesquisadora de produto da Herman Miller. Designer industrial de formação, Gretchen utiliza a sua criatividade e habilidades para a solução de problemas trabalhando como pesquisadora junto a equipes transfuncionais de desenvolvimento de produtos. É o elo de pesquisa nas linhas de cadeiras da empresa, desde o lançamento da cadeira Aeron, em 1994. Sua pesquisa está centrada nos estudos laboratoriais sobre distribuição de pressão, conforto térmico, cinemática, usabilidade, assim como etnografia de campo e ensaios com usuários. Gretchen é membro da Associação de Pesquisa em Design Ambiental e a Human Factors and Ergonomics Society, além de representante da Herman Miller no Comitê de Pesquisa em Ergonomia de Escritórios.

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.

atec® Original Design

São Paulo Showroom

Rua Butantã 461 11º Andar 05424-140 São Paulo SP
Tel +55 11 3034.1434 Fax +55 11 3811.9414

Rio de Janeiro Showroom

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

www.atecnet.com.br

E-mail vendas@atecnet.com.br