

## SELEÇÃO DE ASSENTOS DE TRABALHO COM BASE NA PERCEPÇÃO DE USUÁRIOS UTILIZANDO ANÁLISE FATORIAL

**Liane Werner, M.Eng.**

Departamento de Estatística/UFRGS  
Av. Bento Gonçalves, 9500 CEP 91509.000 Porto Alegre RS

**Júlio Carlos de Souza van der Linden, M. Eng**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFRGS  
Praça Argentina, 9, Sala LOPP 90040.020 – Porto Alegre, RS

**José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFRGS  
Praça Argentina, 9, Sala LOPP 90040.020 – Porto Alegre, RS

*Methods and tools that allow seat evaluation and selection in specific work environments are permanently a research issue in Ergonomics. In this study, multivariate tools were used to analyze satisfactions and discomfort questionnaires data from a seat evaluation experiment, performed at an industrial laboratory. The aim of this paper is the selection of the best perceived seat, thus were used Factorial Analysis. There were generated constructs whose may explain the selection: Well-being, Functionality and Discomfort.*

*Keywords: Multivariate Analysis; Comfort; Work seat evaluation.*

### 1. INTRODUÇÃO

Freqüentemente empresas necessitam de informações para a seleção e aquisição de assentos (cadeiras, bancos, etc.) para uso em áreas administrativas ou no chão-de-fábrica. Um dos fatores determinantes para essa escolha é o nível de conforto proporcionado pelos assentos em relação à demanda para cada situação específica. Diante disso, têm sido propostos, no campo da Ergonomia, métodos para avaliação de assentos, que apresentam diversos enfoques: uso de medições biomecânicas e fisiológicas; protocolos de avaliação de mudanças posturais; questionários de satisfação; avaliações psicofísicas, entre outros.

O trabalho pioneiro de SHACKEL et al.(1969) apresenta um protocolo de avaliação de assentos baseado em uma única variável: o eixo desconforto/conforto. Em outro trabalho considerado clássico, DRURY & COURY (1982) propuseram um método para avaliação de cadeira, durante o desenvolvimento de um novo produto, considerando a avaliação de satisfação em relação a características do assento. Recentemente, o grupo de Ergonomia do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos do PPGEP/UFRGS propôs um método para avaliação de assentos de trabalho (GUIMARÃES et al., 2001a), que incorpora a avaliação psicofísica de desconforto e a avaliação de satisfação em relação a diversas variáveis, entre elas conforto.

Atualmente, a complexidade da análise dos dados coletados tem aumentado diante do número de variáveis que vêm sendo consideradas. Assim, a aplicação de técnicas de análise estatística multivariada tem sido uma necessidade para pesquisadores que buscam aprofundar a compreensão dos dados coletados. Em avaliações de conforto em assentos

sob o enfoque psicofísico, HELLANDER & ZHANG (1997) utilizaram a Análise Fatorial com o objetivo de validar o modelo de conforto/desconforto proposto por ZHANG et al. (1996). Outra aplicação sob o mesmo enfoque, pode ser encontrada em FOGLEMAN & LEWIS (2002), que identificaram fatores de risco associado ao desconforto músculo-esquelético em usuários de terminais de vídeo, com Análise Fatorial. VERGARA & PAGE (2002), estudando o conforto sob a abordagem biomecânica, utilizaram Análise Fatorial para o tratamento inicial das variáveis, por meio de sua redução a um conjunto de fatores, que posteriormente foram analisadas por Regressão Logística e Análise Discriminante.

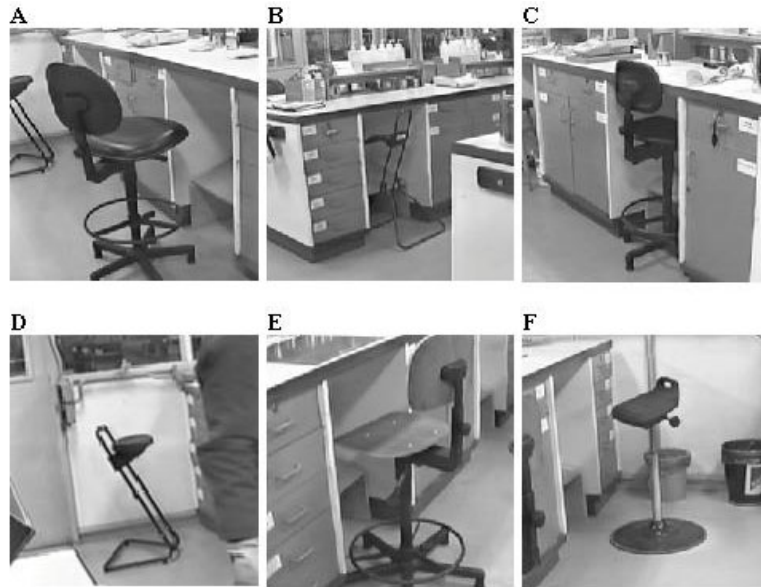
Este estudo analisa dados provenientes da primeira aplicação do método proposto por GUIMARÃES et al. (2001a), que envolveu a seleção de assentos adequados ao uso em laboratório de uma empresa de tintas industriais, apresentada em GUIMARÃES et al. (2001b). Nessa aplicação, os dados foram tratados com técnicas estatísticas univariadas e, embora os resultados tenham correspondido à expectativa dos pesquisadores, restaram algumas lacunas que poderiam ser preenchidas com o enfoque multivariado. Entre elas, o fato de não ter sido atingido o objetivo de discriminar, entre os assentos, aquele com melhor desempenho em relação ao conjunto de variáveis estudadas, de acordo com a percepção dos usuários.

Diante disso, os referidos dados foram analisados por meio da Análise Fatorial com o objetivo de selecionar o assento percebido como o melhor e também gerar uma descrição que explique esta seleção. A Análise Fatorial é uma técnica estatística multivariada que pode ser utilizada em casos onde a quantidade de variáveis de resposta dificulta a análise e discussão, necessitando portanto de redução, ou quando se procura identificar uma estrutura subjacente às variáveis de resposta que explique o fenômeno estudado. Neste caso, foi usada para identificação de construtos que permitissem caracterizar a percepção dos usuários com relação aos diversos critérios de avaliação dos assentos.

## **2. DESCRIÇÃO DO CASO**

O estudo a ser analisado neste trabalho visou a avaliação e seleção de assentos para trabalho em laboratório de tintas industriais (GUIMARÃES et al, 2001b) sendo utilizado um projeto experimental. Nesse experimento foi adotado o formato de Quadrado Latino, sendo controlados os fatores assento, voluntário e o dia da semana. Os assentos foram avaliados com a aplicação simultânea de um Questionário de Satisfação quanto ao uso dos assentos (QS) e o Questionário de Desconforto de partes do corpo (QD), que estão descritos em GUIMARÃES et al (2001b).

Foram avaliados dois tipos de assentos: cadeira alta e banco em pé/sentado, cada qual com três modelos. As três cadeiras altas são variações de um mesmo conceito, tendo os mesmos dispositivos e diferenciando-se apenas pelos materiais utilizados para o assento e o encosto. Conforme pode ser visto nas fotos da Figura 1, o assento A é revestido de couro sintético, o assento C é conformado em poliuretano expandido e o assento E é em madeira compensada. Já os bancos em pé/sentado correspondem a três conceitos diversos: o assento B em poliuretano expandido, montado sobre uma estrutura tubular, com altura regulável; o assento D montado sobre uma estrutura tubular articulada, com altura regulável; e o assento F em poliuretano expandido montado sobre um pistão pneumático, com regulagem contínua.



**Figura 1 Fotos dos assentos avaliados no estudo**

O QS visa medir a satisfação geral do usuário quanto ao uso de cada assento, por meio de 6 critérios de avaliação: conforto, segurança, adaptabilidade, praticidade, aparência e adequação ao trabalho. Este questionário foi aplicado ao final de cada dia do experimento.

O Questionário de Desconforto de partes do corpo (QD) tem o objetivo de medir a ocorrência de desconforto em partes localizadas do corpo, foi aplicado ao início e ao final de cada dia do experimento, com o objetivo de obter a medida da diferença entre o desconforto sentido no início e o sentido no final do dia. Atribui-se essa diferença ao desconforto sentido durante o dia de trabalho.

Os dados coletados com a aplicação do QS foram tabulados em um arquivo SPSS, pacote estatístico utilizado para proceder às análises. Da mesma forma, os dados iniciais e finais do QD foram lançados em outro arquivo SPSS, de onde foram gerados os valores das diferenças.

### **3. UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE FATORIAL PARA IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTRUTOS**

Antes da realização da análise, foram verificados aspectos relacionados com pressupostos teóricos, como a suposição da existência de correlações entre variáveis. Uma das maneiras de verificar a adequação dos dados a uma Análise Fatorial é o exame da matriz de correlação, identificando quais são estatisticamente significantes. Neste estudo, a matriz da Tabela 1 revela que 15 das 21 correlações são significantes ao nível de  $p=0,05$ . A inspeção da matriz de correlação já indica a tendência à formação de 3 fatores, com base nas correlações superiores a 0,7. O primeiro fator seria dominado pelas variáveis Conforto, Segurança e Aparência, enquanto o segundo fator englobaria as variáveis Adaptabilidade, Praticidade e Adequação ao Trabalho. O terceiro fator seria dominado pela variável Desconforto.

**Tabela 1 Matriz de correlação de Pearson para as variáveis do estudo**

	Conforto	Segurança	Adaptabilidade	Praticidade	Adequação ao trabalho	Aparência	Desconforto
Conforto	1,000	0,866*	0,569*	0,620*	0,651*	0,828*	-0,290
Segurança	<b>0,866*</b>	1,000	0,627*	0,535*	0,664*	0,720*	-0,171
Adaptabilidade	0,569*	0,627*	1,000	0,813*	0,860*	0,436*	-0,280
Praticidade	0,620*	0,535*	<b>0,813*</b>	1,000	0,800*	0,464*	-0,206
Adequação ao trabalho	0,651*	0,664*	<b>0,860*</b>	<b>0,800*</b>	1,000	0,483*	-0,272
Aparência	<b>0,828*</b>	<b>0,720*</b>	0,436*	0,464*	0,483*	1,000	-0,152
Desconforto	-0,290	-0,171	-0,280	-0,206	-0,272	-0,152	1,000

\* Correlação significativa ao nível de 0.05.

O primeiro passo foi realizar a extração dos fatores por meio do método de componentes principais. Os resultados iniciais, conforme o critério de seleção de autovalores maiores que 1, levaram à formação de dois fatores, que não conduziram a uma explicação adequada, considerando a significância das cargas fatoriais. Para essa análise, foi adotado o critério de tamanho da amostra recomendado por HAIR et al (1998), a partir do qual foi assumido que, para o número de observações deste estudo (n= 36), uma carga fatorial é significativa quando for superior a 0,8.

Considerando que a extração pelo critério de autovalores maiores que 1 não apresentou resultado satisfatório, foi procedida a inspeção da variância total explicada. Na Tabela 2, pode-se observar que o terceiro fator contribui em aproximadamente 13%, levando à explicação de 90% da variância total. A inclusão do terceiro fator é corroborada pelas indicações fornecidas pela matriz de correlação.

**Tabela 2 Variância total explicada.**

Fator	Autovalor	% da variância	% da variância acumulada
1	4,414	63,06	63,06
2	1,007	14,39	77,44
3	0,883	12,61	90,06
4	0,304	4,34	94,40
5	0,186	2,66	97,07
6	0,143	2,04	99,11
7	0,062	0,89	100,00

Contudo, uma vez que o 2º fator não apresentou qualquer variável com carga significativa, a decisão de extrair 3 fatores por si não seria suficiente para atender aos objetivos da análise. Diante disso, foi necessário incluir o procedimento de rotação para a nova extração, com a expectativa de obter uma melhor distribuição das cargas. Considerando que o objetivo desta análise fatorial é a obtenção de construtos e não a redução do número de variáveis, optou-se por uma rotação oblíqua, conforme recomendado por HAIR et al (1998). Foi utilizada a rotação oblíqua Direct Oblimin, disponível no programa SPSS, obtendo-se as cargas fatoriais conforme a Tabela 3. Pode-se observar que os fatores apresentam cargas altas para as variáveis conforme previamente indicado por meio da inspeção da matriz de correlação.

**Tabela 3 Cargas fatoriais pelo método de rotação Oblimin.**

Variável	Fator		
	1	2	3
Conforto	0,101	<b>0,879</b>	-0,093
Segurança	0,188	<b>0,805</b>	0,040
Adaptabilidade	<b>0,960</b>	-0,033	-0,037
Praticidade	<b>0,934</b>	0,002	0,045
Adequação ao trabalho	<b>0,886</b>	0,081	-0,028
Aparência	-0,127	<b>1,006</b>	0,020
Desconforto	0,001	-0,002	<b>0,999</b>

Em seguida, passou-se à interpretação dos fatores com relação às variáveis do estudo, atribuindo-se a cada fator uma designação que represente seu significado. O fator 1 é dominado pelas variáveis Adaptabilidade, Praticidade e Adequação ao Trabalho, que podem ser aspectos funcionais do assento, compondo assim o construto Funcionalidade. Já o fator 2 apresenta o predomínio das variáveis Conforto, Segurança e Aparência, que estão relacionadas com a percepção de bem-estar, gerando o segundo construto denominado Bem- Estar. O fator 3, que apresenta carga alta apenas para a variável Desconforto, constituindo o construto Desconforto.

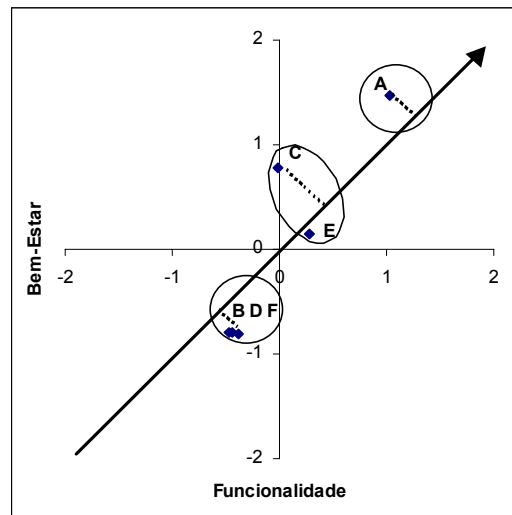
Para interpretar o conjunto de dados deste estudo a partir dos 3 construtos formados, o próximo passo foi o cálculo dos escores fatoriais para cada caso (assento x indivíduo). Os escores fatoriais consistem no produto matricial dos valores observados para as variáveis pelas cargas fatoriais. Com base nesses escores foram obtidas as médias referentes a cada construto para os seis assentos, conforme a Tabela 4.

**Tabela 4 Escores médios de cada construto para os 6 assentos**

Assento	Construto		
	Funcionalidade	Bem-estar	Desconforto
A	1,027	1,469	-0,118
B	-0,470	-0,796	0,320
C	-0,019	0,786	-0,594
D	-0,435	-0,801	0,430
E	0,285	0,146	0,356
F	-0,388	-0,804	-0,396

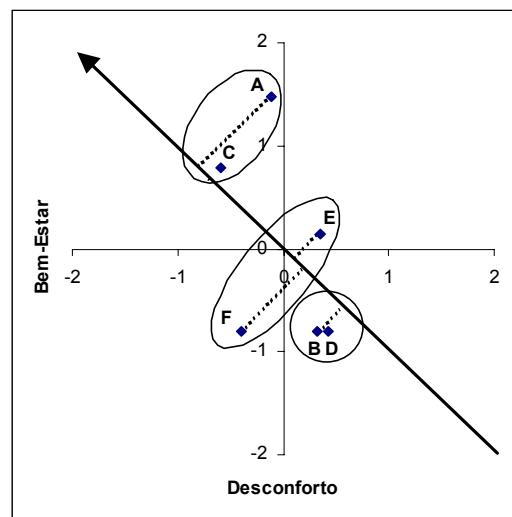
Para descrever como as variáveis do estudo expressam a percepção dos voluntários em relação aos assentos, por meio dos três construtos, foi utilizada a inspeção visual dos gráficos nas Figuras 2 a 4. Para facilitar a compreensão desses gráficos, foi adicionada aos gráficos uma seta que indica a direção do eixo desejável para cada conjunto de construtos. O assento ideal deveria apresentar altos escores para os construtos, resultando em um ponto próximo ao eixo desejável.

Conforme o gráfico da Figura 2, observou-se que o assento A tem a melhor projeção no eixo desejável, distanciando-se dos demais. O assento C tem uma projeção levemente superior à do assento E. Embora o assento C tenha sido melhor percebido quanto ao Bem-Estar, o assento E é mais equilibrado em relação aos dois construtos. Assim, pode-se interpretar que ambos tiveram um desempenho similar segundo a percepção dos voluntários. Para os assentos B, D e F, é evidente que foram percebidos da mesma forma, com baixo desempenho para os construtos Bem-Estar e Funcionalidade.



**Figura 2 Diagrama de dispersão dos escores fatoriais médios dos 6 assentos para os construtos Bem-Estar e Funcionalidade**

O gráfico da Figura 3, apresenta os construtos Bem-Estar e Desconforto. Os assentos A e C apresentam projeções próximas no eixo, indicando desempenhos similares. Contudo, pode-se considerar o assento C superior, a despeito do escore do assento A para o Bem-Estar, por ser mais equilibrado. Os assentos E e F apesar de apresentarem projeções próximas, estão em quadrantes opostos, indicando que foram percebidos de forma contrária: o assento E proporciona mais bem-estar e o assento F é menos desconfortável. Os assentos D e B foram percebidos da mesma forma como sendo os mais desconfortáveis e os que causam menor bem-estar.

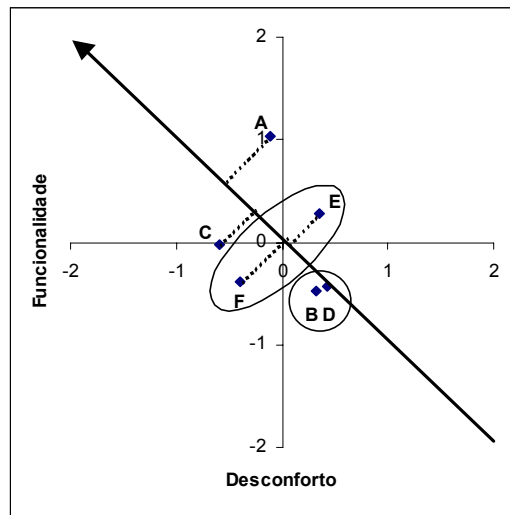


**Figura 3 Diagrama de dispersão dos escores fatoriais médios dos 6 assentos para os construtos Bem-Estar e Desconforto**

Com base na premissa de que o aumento do bem-estar está associado a uma redução do desconforto, era de se esperar que o assento A apresentasse um comportamento superior para o construto Desconforto. Considerando que esse assento corresponde ao senso comum de assento confortável (GOONELITIKE, 1998), pode-se inferir que a sua aparência afetou favoravelmente a avaliação do construto Bem-Estar, conforme a Figura 1. De maneira inversa, para o assento F era de se esperar uma melhor avaliação para o construto Bem-Estar, devido ao baixo nível que apresentou para o Desconforto, considerando os assentos avaliados. Da mesma forma, pode-se inferir que a sua aparência pouco familiar, como pode

ser observado na Figura 1, afetou a avaliação das variáveis que compõem o construto Bem-Estar .

Na Figura 4, observa-se que o assento A apresenta a melhor projeção sobre o eixo, por conta de ter sido percebido como o de maior funcionalidade. O assento C teve a segunda melhor projeção, devido a ter sido o menos desconfortável. Os assentos F e E, novamente, apresentaram projeções próximas, mas estão em quadrantes opostos, indicando que foram percebidos de forma contrária: o assento E proporciona mais funcionalidade e o assento F é menos desconfortável. Novamente, os assentos B e D forma percebidos de forma similar, sendo os de mais baixa funcionalidade e maior desconforto.



**Figura 4 Diagrama de dispersão dos escores fatoriais médios dos 6 assentos para os construtos Funcionalidade e Desconforto.**

Cabe observar ainda na Figura 4, que a percepção quanto à funcionalidade dos para assentos A, C e E não é coerente com as suas características técnicas. Esses assentos são as três cadeiras altas que, conforme descrito na seção 2, são construídas com os mesmos dispositivos, diferenciando-se apenas quanto aos materiais de assento e encosto. Dessa forma, seria de se esperar uma avaliação com menor variabilidade. Novamente, pode-se inferir que houve um efeito da aparência na avaliação das variáveis que compõem o construto Funcionalidade.

Para finalizar esta análise, salienta-se que o assento A apresentou melhor desempenho para os construtos Bem-Estar e Funcionalidade, enquanto que o assento C destacou-se no construto Desconforto. Os assentos E e F demonstraram um desempenho intermediário e os assentos B e D foram classificados com o pior desempenho.

#### 4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de da Análise Fatorial permitiu definir qual o assento que melhor atende às necessidades do trabalho naquele laboratório, conforme percebido pelos usuários, como também descrever os construtos que explicam essa percepção. Foram gerados construtos que permitem explicar de forma sumária a percepção dos voluntários ao avaliarem os assentos.

O construto Bem-Estar, corrobora a literatura, na medida em que estudos de ZHANG et al. (1996) e GOONELITIKE (1998) apontam para uma forte correlação entre conforto e estética. Da mesma forma, o construto Desconforto corresponde a estudos que tanto

relatam a dificuldade em ser medido de maneira confiável quanto à hipótese de que se trata de uma dimensão isolada (ZHANG et al., 1996; HELANDER & ZHANG, 1997). Como contribuição deste estudo, tem-se o construto Funcionalidade, sobre o qual não foram encontradas referências na literatura.

Um aspecto importante a considerar na escolha de assentos é o efeito da aparência sobre a percepção da qualidade dos produtos, que pode ser interpretado sob a ótica da Semântica de Produtos, que tem se dedicado a investigar os significados que as pessoas atribuem aos produtos: “o ser humano não responde às qualidades físicas das coisas, mas ao que elas significam para ele” (KRIPPENDORFF, 2000). Sob essa ótica pode-se justificar a percepção dos voluntários quanto ao construto Funcionalidade para os assentos A,C e E, que não foi a mesma, a despeito do fato de serem construídos com os mesmos recursos técnicos.

## 5. REFERÊNCIAS

- DRURY, C. G. , COURY, B.G. A methodology for chair evaluation. **Applied Ergonomics**, v. 13, n. 3, p. 195-202, 1982.
- FOGLEMANN, M., LEWIS, R. J. Factors associated with self-reported musculoskeletal discomfort in video display terminal (VDT) users, **International Journal of Industrial Ergonomics**, aceito em outubro de 2001 e aguarda impressão. Disponível em <http://www.sciencedirect.com> , desde 16 de janeiro de 2002.
- GOONETILLEKE, R.S. Design to Minimize Discomfort. **Ergonomics in Design**, Jul 1998, p. 12 – 19.
- GUIMARÃES, L.B.M., FISCHER, D., DINIZ, R., VAN DER LINDEN, J. C. S., KMITA, S., PASTRE, T. Método Macroergonômico para Avaliação de Assentos para Trabalho. In: **I Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído**, I ERGODESIGN, 2001, Rio de Janeiro. Anais do I Ergodesign. Rio de Janeiro: PUC-Rio,2001a (CD-ROM).
- GUIMARÃES, L. B. M., VAN DER LINDEN, J. C. S., FISCHER, D., KMITA, S. Avaliação de assentos de trabalho em laboratório. In: **3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**, 2001, Florianópolis, SC. Anais do 3º CBDGP. Florianópolis: UFSC, 2001b (CD-ROM).
- HAIR, J. F. et al. **Multivariate Data Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 5<sup>th</sup> Ed., 1998.
- HELANDER, M. G., ZHANG, L. Field studies of comfort and discomfort in sitting. **Ergonomics**, v. 40, n. 9, p. 89-915, 1997.
- KRIPPENDORFF, K. Product Semantics; A Brief Sketch. In: **P&D Design 2000 Separata das Conferências dos Visitantes Estrangeiros**. Novo Hamburgo: Associação de Ensino de Design do Brasil, 2000.
- SHACKEL, B., CHIDSEY, K.D., SHIPLEY, P. The Assessment of Chair Comfort. **Ergonomics**, v. 12, n.2, p. 269-306, 1969.
- VERGARA, M., PAGE, A. Relationship between comfort and back posture and mobility in sitting-posture. **Applied Ergonomics**, v. 33, n. 1, p. 1-8, Jan. 2002.
- ZHANG, L., HELANDER, M. G., DRURY, C. G. Identifying Factors of Comfort and Discomfort in Sitting. **Human Factors**, v. 38, n. 3, p. 377-389, 1996.