

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS MULTIVARIADAS PARA A ANÁLISE DA PERCEPÇÃO SOBRE ASSENTOS DE TRABALHO

Júlio Carlos de Souza van der Linden, M. Eng

Liane Werner, M.Eng.,

José Luis Duarte Ribeiro, Dr.,

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Praça Argentina, 9, Sala LOPP

90040.020 – Porto Alegre, RS

Email: jlinden@ppgep.ufrgs.br

Palavras-chave: Análise multivariada; Conforto; Desconforto; Avaliação de assento de trabalho.

A busca por métodos e ferramentas que permitam avaliar e selecionar assentos para uso em determinadas situações de trabalho tem sido uma preocupação constante no campo da Ergonomia. Neste estudo foram aplicadas técnicas multivariadas para a análise dos dados provenientes de questionários de desconforto e de satisfação, utilizados para a avaliação de assentos em um experimento realizado em um laboratório de tintas industriais. O presente artigo tem como objetivo selecionar o assento percebido como o melhor, para tanto fez-se uso de Análise de Aglomerados e de Análise Fatorial. Foram gerados construtos que permitem explicar a seleção: Bem-Estar, Funcionalidade e Desconforto.

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

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 analyse 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 Cluster Analysis and Factorial Analysis. There were generated constructs whose may explain the selection: Well-being, Functionality and Discomfort.

1. INTRODUÇÃO

A busca por métodos e ferramentas que permitam avaliar e selecionar assentos (cadeiras, bancos, etc.) para uso em determinadas situações de trabalho tem sido uma preocupação constante no campo da Ergonomia. SHACKEL et al. (1969) já apresenta um protocolo de avaliação de assentos baseado em uma única variável: o eixo desconforto/conforto. Em outro trabalho clássico, DRURY & COURRY (1982) propuseram um método para avaliação de cadeira, durante o desenvolvimento de um novo produto.

Atualmente, diversos métodos para avaliação de assentos são apresentados na literatura, dividindo-se em dois grandes grupos: avaliações em laboratório e experimentos em condições reais. Além disso, os métodos propostos também se distinguem quanto ao enfoque: *i*) objetivos, utilizando medições biomecânicas e fisiológicas ou protocolos de avaliação de mudanças posturais; e *ii*) subjetivos, baseados em questionários de satisfação ou avaliações psicofísicas. De uma forma ou de outra, a complexidade da análise dos dados coletados tem aumentado diante do número

de variáveis que vêm sendo incorporadas a esses estudos. 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.

Neste contexto, o grupo de Ergonomia do Laboratório de Otimização de Produtos e Processos do

PPGEP/UFRGS propôs recentemente 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. Esse método foi aplicado para a seleção de assentos em ambientes industriais e administrativos. A primeira aplicação do método envolveu a seleção de assentos adequados ao uso em laboratório de uma empresa de tintas industriais (GUIMARÃES et al., 2001b; GUIMARÃES et al. 2002). Contudo, os dados foram tratados apenas com técnicas estatísticas univariadas e, embora os resultados tenham correspondido à expectativa dos pesquisadores, restaram algumas lacunas que podem 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, este estudo visa analisar os referidos dados, por meio da aplicação de um conjunto de técnicas de análise estatística multivariada, com o objetivo de selecionar o assento percebido como o

melhor e também gerar uma descrição que explique esta seleção.

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). Para tanto, 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 regulação contínua.



Figura 1 Fotos dos assentos avaliados no estudo

Para realizar a coleta de dados, foi utilizado um projeto experimental, no formato de Quadrado Latino, controlando os fatores: assento, voluntário e o dia da semana, durante o qual foram aplicados simultaneamente o 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).

O QS visa medir a satisfação geral do usuário quanto ao uso de cada assento, por meio de 6 critérios de avaliação. Foi concebido com base em critérios para avaliação de assentos de trabalho, conforme GRIECO et al. (1997), dos quais foram selecionados os seguintes: conforto, segurança, adaptabilidade e praticidade. Além desses, o questionário foi complementado com dois critérios considerados também pertinentes: 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) é uma adaptação do instrumento desenvolvido por CORLETT & BISHOP (1976) e 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.

3. ANÁLISE DO CASO

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.

Inicialmente, os dados coletados foram analisados separadamente, com o uso de técnicas de Análise de Variância, e posteriormente, os dois questionários foram analisados em conjunto, com o uso de Análise de Aglomerados e Análise Fatorial.

3.1 Utilização da Análise de Aglomerados para estudar o desempenho dos assentos

Com base na associação dos resultados dos dois questionários buscou-se encontrar agrupamentos que pudessem explicar o desempenho dos assentos, considerando as variáveis Conforto, Segurança, Adaptabilidade, Praticidade, Adequação ao Trabalho, Aparência e Desconforto. Para tanto, os dados foram reorganizados e tratados para permitir o uso das técnicas de Análise de Aglomerados.

O exame dos dados demonstrou a necessidade de padronizar as escalas das variáveis a serem submetidas à Análise de Aglomerados. As respostas referentes ao grupo de variáveis do questionário de satisfação utilizam uma escala contínua com o intervalo entre 0 e 15. Por seu lado, as respostas para a variável Desconforto foram geradas a partir da diferença entre valores coletados também em escala contínua, com o intervalo entre 0 e 9. Nesse caso, fez-se a opção de padronizar as respostas com a utilização da variável reduzida Z.

Com base nas avaliações preliminares do uso da Análise de Aglomerados, optou-se por investigar a percepção sobre os assentos a partir das médias das respostas para cada variável em cada assento. Utilizou-se a técnica hierárquica de Análise de Aglomerados, com o método de centróide. A inspeção do dendograma, apresentado na Figura 2, permite identificar 3 agrupamentos: um formado pelos assentos B, D e F, outro pelos assentos C e E e o último apenas pelo assento A.

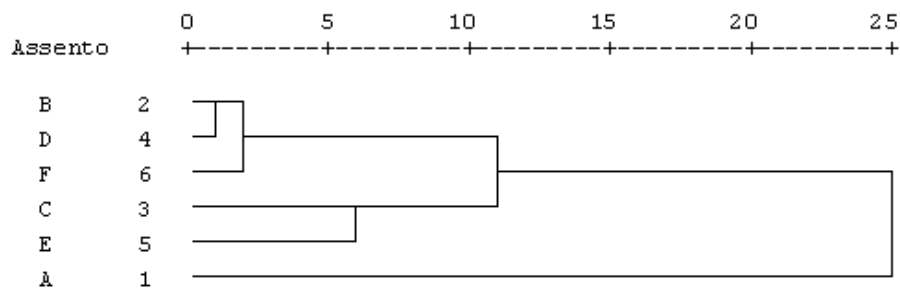


Figura 2 Dendograma das médias das variáveis de satisfação e desconforto para os 6 assentos.

Esta análise confirmou análises anteriores, que demonstravam a preferência pelo assento A, cuja percepção geral é diferenciada dos demais assentos. Esse assento é um dos modelos de cadeira alta, que se diferencia dos demais, C e E, pelo tipo de material de encosto e assento. Cabe observar ainda que o agrupamento B, D e F corresponde aos bancos em pé/sentado.

Contudo, o uso da Análise de Aglomerados não permite explicar de que forma o conjunto de variáveis do estudo gerou a discriminação entre os assentos. Para tanto, tornou-se necessário utilizar outras ferramentas que permitissem descrever a percepção sobre os assentos.

3.2 Utilização da Análise Fatorial para identificação dos construtos

A Análise Fatorial pode ser utilizada tanto com o fim de reduzir o número de variáveis de resposta, em casos nos quais a sua quantidade dificulta a análise e discussão, como para permitir identificar uma estrutura subjacente a essas variáveis. Neste estudo, a Análise Fatorial foi usada para a identificação de construtos que permitissem caracterizar como os usuários perceberam os diversos critérios durante a avaliação dos assentos.

Foram extraídos 3 fatores, com o uso do procedimento de 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 1.

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

Tabela 1 Cargas fatoriais pelo método de rotação Oblimin.

A interpretação dos fatores com relação às variáveis do estudo levou a se atribuir a cada fator uma designação que represente seu significado. O fator 1, que é dominado pelas variáveis Adaptabilidade, Praticidade e Adequação ao Trabalho, que são aspectos funcionais do assento, constitui o construto Funcionalidade. O fator 2, que apresenta o predomínio das variáveis Conforto, Segurança e Aparência, relacionadas com a percepção de bem-estar, gerou o segundo construto denominado Bem- Estar. O fator 3, apresenta carga alta apenas para a variável Desconforto, e se constituiu no construto Desconforto.

O próximo passo foi o cálculo dos escores fatoriais para cada caso (assento x indivíduo), com vistas à interpretação do desempenho dos 6 assentos avaliados neste estudo, a partir dos 3 construtos formados. 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 2.

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

Tabela 2 Escores médios de cada construto para os 6 assentos

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 3 a 5. 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, no quadrante superior.

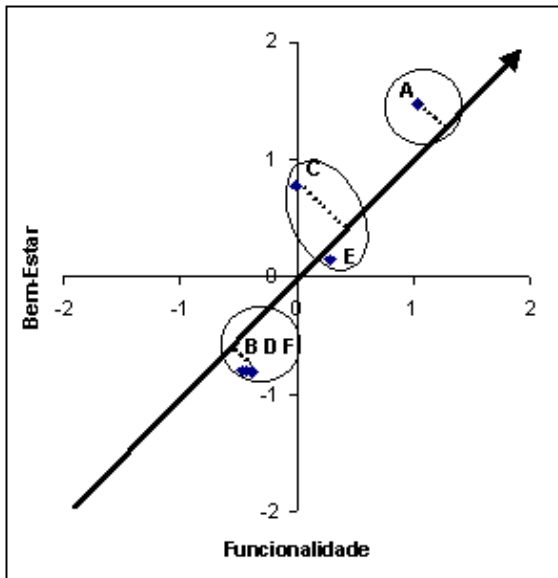


Figura 3 Diagrama de dispersão dos escores fatoriais médios dos 6 assentos para os construtos Bem-Estar e Funcionalidade.

Conforme o gráfico da Figura 3, 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, tal como encontrado na Análise de Aglomerados. 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.

O gráfico da Figura 4, apresenta os construtos Bem-Estar e Desconforto. Os assentos A e C apresentam projeções próximas ao 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.

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. Esse efeito foi demonstrado em estudo, sob o enfoque qualitativo, realizado por VAN DER LINDEN & KUNZLER (2001), com os assentos A, C e E, no qual foi avaliada a percepção de conforto relativa ao uso de diferentes materiais.

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 por meio das fotos da Figura 1, afetou a avaliação das variáveis que compõem o construto Bem-Estar.

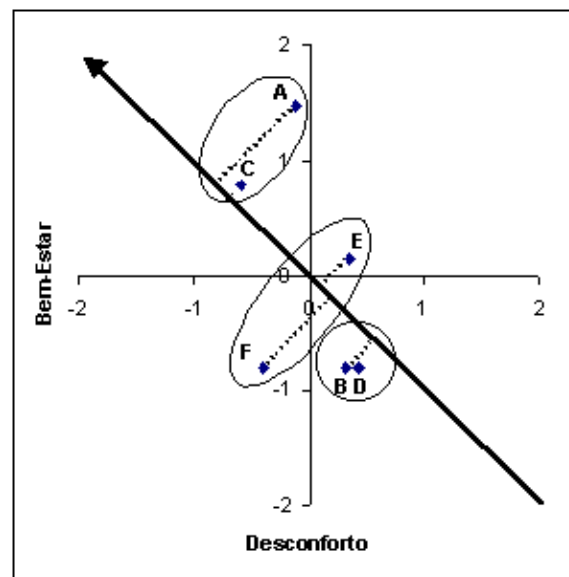


Figura 4 Diagrama de dispersão dos escores fatoriais médios dos 6 assentos para os construtos Bem-Estar e Desconforto

Na Figura 5, 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 foram percebidos de forma similar, sendo os de mais baixa funcionalidade e maior desconforto.

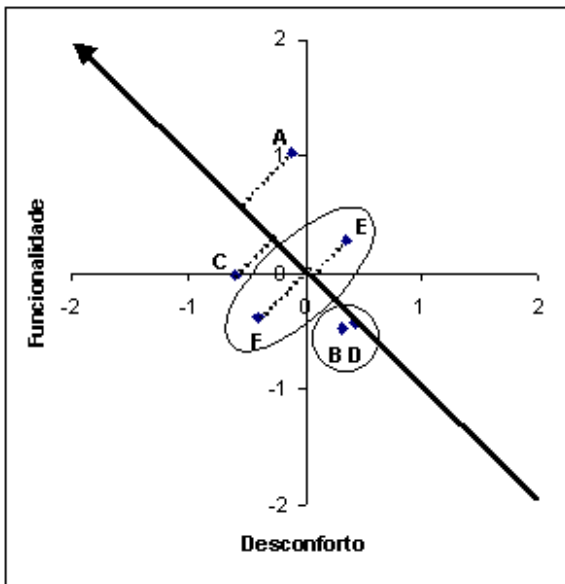


Figura 5 Diagrama de dispersão dos escores fatoriais médios dos 6 assentos para os construtos Funcionalidade e Desconforto.

Cabe observar ainda na Figura 5, 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 esperada menor variabilidade na avaliação. 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 apresentaram o pior desempenho.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de técnicas de análise multivariada a esse conjunto de dados permitiu aprofundar as conclusões de GUIMARÃES et al. (2001b), não apenas ao definir

qual o assento que melhor atende às necessidades do trabalho naquele laboratório, conforme percebido pelos usuários, como também ao descrever os construtos que explicam essa percepção.

A aplicação da Análise de Aglomerados permitiu chegar a conclusões com relação aos assentos, discriminando o assento A como aquele melhor percebido pelos voluntários. Contudo, essa análise não explica de que forma o conjunto de variáveis do estudo gerou a discriminação entre os assentos.

Com o uso da Análise Fatorial, 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). Por outro lado, a geração do construto Funcionalidade não encontra referências na literatura sobre o assunto de conforto/desconforto em assentos, sendo uma contribuição deste estudo.

Por fim, cabe comentar que a percepção dos voluntários quanto ao construto Funcionalidade para os assentos A, C e E não foi a mesma, a despeito do fato de serem construídos com os mesmos recursos técnicos. Para os construtos Bem-Estar e Desconforto, a diferença é explicável pelos diferentes materiais usados para assento e encosto. O efeito da aparência sobre a percepção 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).

5. REFERÊNCIAS

- CORLETT, E. N., BISHOP, R.P. A technique for assessing postural discomfort. **Ergonomics**, v. 19, p. 175-182, 1976.
- DRURY, C. G., COURRY, B.G. A methodology for chair evaluation. **Applied Ergonomics**, v. 13, n. 3, p. 195-202, 1982.
- FOGLEMAN, 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.
- GRIECO, Antonio, OCCHIPINTI, Enrico, COLOMBINI, Daniela, MOLTENI, Giovanni. Criteria for the ergonomic evaluation of work chair. In: Proceedings of **Work With Display Units International Scientific Conference**, 5th, 1997. Tokio: Waseda University, 1997. (documento da Internet disponível em <http://tmc03.human.waseda.ac.jp/~wwdu97/PrcHP/220/index.html> recuperado em 04/02/2000).
- 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).
- GUIMARÃES, L. B. M., VAN DER LINDEN, J. C. S., FISCHER, D., DINIZ, R., KMITA, S.. Que qualidades de um produto interferem na percepção de conforto? Conforto percebido de assentos de trabalho. **Revista Estudos em Design**, 2002 (no prelo).
- HAIR, J. F. et al. **Multivariate Data Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 5th 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., SHIDSEY, K.D., SHIDLEY, P. The Assessment of Chair Comfort. **Ergonomics**, v. 12, n.2, p. 269-306, 1969.
- SHEN, W., PARSONS, K. C. Validity and reliability of rating scales for seated pressure discomfort. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 20, p. 441-461, 1997.
- STRACKER, L. M. Body Discomfort Assessment Tools. In: KARWOWSKI, W., MARRAS, W.S. (ed) **The Occupational Ergonomics Handbook**. London: CRC, 2000, p. 1239-1252.
- VAN DER LINDEN, J. C. S., KUNZLER, L. S. Q. A seleção de materiais e o conforto percebido em produtos: investigação da percepção relativa a três materiais utilizados em cadeiras-altas de trabalho. In: **VI Congresso Latino-Americano de Ergonomia, XI Congresso Brasileiro de Ergonomia, III Encontro África Brasil de Ergonomia e III Fórum Sul Brasileiro de Ergonomia, ABERGO 2001.**, 2001, Gramado, RS. Anais do ABERGO 2001. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Ergonomia, 2001.
- 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.