



ação ergonômica, volume 5, número 3

A IMPORTÂNCIA DA ERGONOMIA E USABILIDADE NO PARADIGMA DA SUSTENTABILIDADE E DE SUAS FERRAMENTAS PARA O DESIGN SUSTENTÁVEL

Priscilla Ramalho Lepre
UFPR
cillaramalho@yahoo.com.br

Maria Lúcia Ribeiro Okimoto
UFPR
lucia.demec@ufpr.br

Aguinaldo dos Santos
UFPR
asantos@ufpr.br

Resumo: O presente artigo apresenta alguns benefícios da utilização de ferramentas da Ergonomia e da Usabilidade aplicadas ao Design Sustentável de mobiliário popular para a análise de erros humanos durante os processos de montagem e desmontagem realizados pelo usuário final contribuindo para a extensão do ciclo de vida do produto.

Palavra Chave: Design Sustentável, Ergonomia, Usabilidade.

Abstract: *The present article presents some benefits of the utilization of tools of the Ergonomia and of the Usabilidade applied to the Sustainable Design of popular furniture for the analysis of human errors during the trials of assembly and desmontagem carried out by the final user contributing for the stretch of the cycle of life of the product.*

Keywords: *Sustainable Design, Ergonomics, Usability.*



1. Introdução

O mundo, desde a Revolução Industrial, vê-se diante de um paradigma: a incompatibilidade da oferta de recursos naturais frente às demandas crescentes das atividades humanas e aumento populacional. Vive-se, portanto, a transição de velhos para novos estilos de vida, rumo ao chamado desenvolvimento sustentável.

O *desenvolvimento* para ser *sustentável* requer o equilíbrio entre *crecimento econômico, desenvolvimento social e limites de resiliência do planeta* (WCED, 1984; RIO WCED, 1992; KAZAZIAN, 2005), o que exige mudanças radicais nos sistemas sociais atuais para as quais o design é considerado um potente facilitador (UNEP, 2006).

Assim, o design assume uma posição estratégica, “com a finalidade de conceber e desenvolver soluções sustentáveis que auxiliem as pessoas a consumir (muito) menos recursos ambientais e melhorar (ou, em alguns casos regenerar) seus contextos físicos e sociais de vida” (MANZINI, 2006).

O denominado *Design Sustentável* baseia-se em conceitos e diretrizes, que orientam estratégias nas dimensões: econômica, social e ambiental, de projetos de produtos, sistemas e serviços. Diversas ferramentas que apóiam o desenvolvimento de produtos sustentáveis, são adaptadas de outras áreas do conhecimento (van HALEN et AL, 2005). Neste artigo são apresentados os resultados parciais de um estudo de caso realizado pelo Núcleo de Design Sustentável, NDS-UFPR em colaboração com o Laboratório de Ergonomia, LABERG-UFPR, no qual foram utilizadas *ferramentas da ergonomia e da usabilidade aplicadas ao design sustentável* de mobiliário popular como estratégia para ampliar seu ciclo de vida.

O principal objetivo era prever, prevenir e evitar os erros humanos durante os processos de montagem e desmontagem do produto pelo usuário final, como forma de garantir tanto a segurança do produto como a do consumidor e de forma a ampliar o ciclo de vida do produto. A extensão do ciclo de vida, por sua vez, é considerada por Chaves (2007) e Lepre (2008) a principal estratégia no projeto sustentável de mobiliário.

A próxima sessão descreve-se o estudo de caso apresentando as ferramentas empregadas, resultados e análises. Na seqüência é apresentada a conclusão

na qual se discute a validade da utilização de ferramentas da ergonomia e da usabilidade como ferramentas do design sustentável.

2. Estudo de Caso

2.1 Protocolo de Coleta de Dados

O Estudo de Caso tratou da **interação ‘produto-usuário final’**, na qual o *produto* é um mobiliário popular em fase de protótipo estrutural e o *usuário* o consumidor de baixa renda residente em conjunto habitacional popular.

O mobiliário analisado tem por características principais a multifuncionalidade, acumulando a função de divisória de ambientes, a complexidade estrutural, produto modular e a participação do usuário final no processo de montagem, produto do tipo *faça-você-mesmo*.

O estudo teve por finalidade, apontar os erros que ocorrem no processo de montagem e desmontagem, que podessem acarretar danos ao produto, com conseqüências negativas à sua durabilidade e redução do ciclo de vida.

A realização do Estudo de Caso demandou o projeto e confecção de um protótipo de um móvel, no qual são inseridos dispositivos à prova de erros humanos, conhecidos como *poka-yokes* (produto), seleção de avaliadores (usuário) e preparação do ambiente do teste (contexto).

O *protocolo de coleta de dados para o Estudo de Caso* foi uma adaptação de *Métodos da Ergonomia para Identificação de Erros na interface usuário final-produto*. Como existem diversos métodos para a identificação de erros (STANTON; BARBER, 2002), para a seleção do conjunto de métodos, utilizou-se como critério de seleção as seguintes variáveis: características dos dados (erros, tempo, usabilidade e design), características da análise (funcional, estrutural, cenário de uso), o tipo da interface, do ciclo do processo de design do produto (conceito, desenvolvimento técnico, protótipo, produto final), tempo para obtenção e para análise dos dados (muito, algum, pouco tempo) e as características dos avaliadores (especialistas, usuários finais) (STANTON; YOUNG, 1993).

Para esta pesquisa as técnicas de coleta de dados foram organizadas em dois grupos:



→ *Identificação dos fatores indutores do erro humano:*

a) Questionário de Familiaridade Tecnológica: permitiu o acesso às habilidades do usuário e sua percepção do produto. Neste estudo, o questionário coletou dados sobre o repertório de conhecimentos do aplicador, grau de instrução, conhecimentos de ferramentas e experiência em processos de montagem/desmontagem. Estes dados auxiliam na interpretação dos fatores cognitivos e culturais, que podem interferir no processo de montagem/desmontagem e contribuir para a ocorrência de erros (STANTON; YOUNG, 1999).

b) Árvore do processo/operações: utilizou-se técnica análoga à HTA – Hierarquia da Análise da Tarefa, também denominada Descrição da Tarefa, na qual todas as ações humanas no processo são hierarquizadas (STANTON; YOUNG, 1999). Desta forma, primeiramente foram descritos os fluxos dos materiais na montagem, em um diagrama do processo de união das partes, ou seja entrada de materiais no conjunto. A seguir foram hierarquizadas as ações humanas para montagem.

c) Entrevista pós-processo: esta técnica revelou aspectos como, pensamentos, sensações, desconfortos, aspectos cognitivos, dentre outros. A forma aplicada foi a semi-estruturada, devido à natureza qualitativa dos dados a serem coletados com o objetivo de coletar informações sobre os aspectos fisiológicos, ambientais, cognitivos, psicológicos, sociais, culturais e instrumentais que podem ter influência nos erros ocorridos nos processos de montagem e desmontagem

→ *Identificação dos erros humanos:*

d) Observação Direta: Construiu-se um roteiro de observação, com base nas HTA's e nos Diagramas dos Processos. Neste roteiro abriu-se espaço para anotações do observador sobre os momentos de pontuação de fatores indutores do erro, que ocorrem durante o processo.

e) Registro de Imagens: a captação de imagens em vídeo é uma ferramenta eficaz em teste de usabilidade. Em um processo complexo e longo, onde fluxos de materiais e pessoas se fundem, a filmagem é bastante eficaz para captar aspectos não passíveis de serem observados simultaneamente pelo pesquisador (PREECE; ROGER; SHARP, 2004). A filmagem também possibilitou a recuperação da informação posteriormente, para análise. A fotografia, outra forma de captação de imagens,

utilizada nesta pesquisa, permitiu registrar situações que fora do foco da câmera filmadora e pontuar imagens de ações.

Seleção dos Avaliadores

Para a avaliação do protótipo, preconizou-se a seleção de uma amostra de pessoas representantes do público alvo, utilizando como critério de seleção a renda familiar mensal de até três salários mínimos. Esta condição permite a análise de fatores sócio-culturais que podem influenciar a ocorrência de erros na montagem e desmontagem do móvel.

A configuração da amostra seguiu os padrões propostos pela Ergonomia, para análise da usabilidade de um produto. Segundo Cybis et al (2007); Maguari (2001) e Nielsen (1993a, p.224), o número necessário de avaliadores para teste de usabilidade é de 6 a 10 usuários, sendo que, utilizando-se cinco avaliadores pode-se encontrar 75% dos problemas de usabilidade de um produto. Este número cresce para 90% ao se utilizar 15 avaliadores e se mantém estável a partir deste ponto (NIELSEN, 1993b). Nesta fase do estudo, portanto, a amostra utilizada foi de **dez avaliadores**, o que segundo Nielsen (1993b) pode abranger **80% do número de problemas de usabilidade do produto**.

Preparação do Ambiente para os Testes

Segundo aponta a literatura, diversos fatores indutores do erro humano, podem estar relacionados ao contexto físico/ ambiental. Portanto, para a análise da interface usuário final-produto, prevê-se a preparação de um ambiente que oferecesse condições similares às observadas em campo. Como critério para a seleção do ambiente, toma-se por base as características das casas populares, entre elas, a área total não superior a 50m² e a configuração interna similar em número de peças: 2 quartos, sala com cozinha e banheiro (LEPRE, 2008).

Estratégia de Análise do Estudo de Caso

Neste estudo de caso a análise focou na identificação dos erros ocorridos e sua relação com os fatores indutores e contribuintes dos erros. Os dados das entrevistas e questionário foram triangulados com os registros de imagem e observação direta, permitindo o aumento da validade interna das conclusões quanto aos fatores que levaram à ocorrência de erros. A análise dos erros levou em conta a classificação proposta por Reason (2002) bem como as classes de poka-yoke propostas por Shingo (1988).



Para a coleta de dados sobre os erros no processo, utilizou-se roteiro de observação EC, captação de imagens fotográficas e de vídeo e captação de áudio. A observação direta obedeceu a procedimentos pré-definidos, segundo os quais, o observador não poderia interferir ou participar nas atividades de montagem e desmontagem. Somente após a constatação de estagnação do processo por um prazo igual ou superior a 10 minutos, seria permitido o auxílio do observador, pontuando no roteiro o ponto de interferência. O processo seria interrompido em caso de risco eminente ao avaliador e/ou produto.

Os avaliadores, separados em duplas tinham como atividade principal **montar ou desmontar o protótipo**. Estas atividades foram realizadas por grupos diversos as famílias, quando ‘ganham’ ou ‘encontram’ um móvel, realizam tanto desmontagem, como montagem se que haja nenhum conhecimento prévio do produto. (LEPRE, 2008) Desta forma, ao solicitar a grupos diversos que realizassem os processos inversos, pode-se coletar dados sobre erros ocorridos também por falta de familiaridade com o produto.

Assim, ao entrarem no ambiente do teste, cada dupla de avaliadores recebeu as instruções sobre qual das atividades deveria desempenhar e sobre o desenvolvimento desta atividade, sendo alertado que o observador, não responderia a perguntas após iniciado o processo.

Foi solicitado à cada equipe que verbalizasse dúvidas, sensações (desconforto, medo, insatisfação), dificuldades, facilidades e outros, durante toda a atividade. Esta verbalização resulta em dados qualitativos importantes para análise dos erros ocorridos.

Terminadas a atividade que o grupo desenvolveu, cada integrante respondeu a uma entrevista pós-processo (APENDICE 7), que teve por finalidade coletar dados sobre as condições fisiológicas, cognitivas, psicológicas de cada avaliador e aspectos culturais e ambientais, bem como suas impressões em relação ao produto e ao processo em si, que possam auxiliar na interpretação do sistema dos erros ocorridos na montagem ou desmontagem do protótipo.

A entrevista era semi-estruturada, com respostas diretas, do tipo sim ou não e com aberturas para a relatos de dificuldades, sensações, facilidades,

satisfação, insatisfação, dentre outros. Portanto, os dados coletados são qualitativa.

A primeira parte da entrevista buscou dados relativos à fisiologia dos avaliadores. Para formular as perguntas foi feito um check-list relacionando a Árvore de Processos e Operações e os aspectos físicos humanos que compõem o sistema de erros, apresentados no Capítulo 2: visão, audição, olfato, paladar, tato, membros e ossos. As partes subsequentes da entrevista coletaram dados sobre os aspectos cognitivos, instrumentais, ambientais e psicológicos e foram baseadas na revisão de literatura (capítulo 2) e nos resultados e análises da mini-survey 2. Foram utilizadas perguntas diretas, porém as respostas tem caráter subjetivo e foram comparadas com os resultados da observação na seção de análise.

Esta análise contribuiu para a seleção das classes de poka-yokes mais adequadas para serem integradas aos móveis destinados à atender às demandas da população de baixa renda.

2.1 Resultados e Análises

O teste com o protótipo teve, entre seus objetivos, identificar os erros no processo de montagem/desmontagem, os fatores indutores e contribuintes. Neste artigo, entretanto, salienta-se a aplicação das ferramentas da ergonomia e usabilidade para a obtenção dos resultados apresentados.

Assim, analisando os dados coletados através da **observação direta**, foi identificada a ocorrência de todas as categorias de erros humanos: erros, lapsos, deslizos (inconscientes) e violações (conscientes) durante todo o processo.

As categorias mais frequentes de erros observadas, foram os erros baseados em regras e erros baseados em conhecimento. Ambos foram observados tanto na forma ativa, quanto na forma latente. Os erros ocorridos, tiveram como principal fator indutor e contribuinte a não utilização do manual de montagem que trazia a sequência correta de montagem – **HTA**.

O aprendizado frente ao novo produto se fez de forma exploratória e sensorial, através de observação, comparação e manuseio do próprio produto, sem recorrer a intermediário (design informacional) que pudessem encurtar o caminho do processo cognitivo. As instruções de montagem

(HTA), foram repetidamente ignoradas pelos avaliadores, mesmo sendo estes, alertados para sua utilização, antes do início da atividade e durante a atividade, em interferências do observador. Assim, o teste mostrou ser ineficiente, fornecer instruções de montagem externas ao produto, para a população de baixa renda. Esta observação é corroborada pelos resultados da **entrevista pós-processo**.

Os deslizes, lapsos e erros, observados durante o teste foram decorrentes, dentre outros, da falta de familiaridade dos avaliadores com as formas do produto e das ferragens empregadas apontadas no **questionário de familiaridade tecnológica**. Apesar de 70% dos avaliadores terem experiências anteriores com atividades de montagem de mobiliário, esta foi a primeira vez que todos os participantes montaram um móvel do tipo modular. A imagem mental que desta população, relativa a móveis que podem assumir a função de divisória de ambientes, em suas residências (como guarda-roupas e estantes), é a imagem tradicional, na qual se tem uma estrutura básica, formada por laterais, base e teto e peças funcionais como prateleiras e portas.

As referências mentais dos avaliadores, não encontraram pontos em comum com o protótipo, cuja estrutura, diferentemente do que habitualmente se espera de um móvel, se encontrava dividida, não por peças com funções definidas, mas em módulos de tamanhos iguais, que poderiam originar qualquer das peças do móvel. O formato dos módulos não comunicavam ou indicavam, como seria a forma final do produto e em qual local seriam utilizados. A falta de familiaridade, também por fatores culturais, (o mercado poucas opções de móveis do tipo modular) gerou barreiras que dificultaram o processo cognitivo.

Algumas informações, fornecidas de forma direta pelos móveis tradicionais, não são fornecidas de forma direta nos móveis do tipo modular. Entre elas estão suas dimensões finais, geralmente obtidas pelo tamanho da lateral e da base e funções das peças. Estas informações poderiam ser buscadas pelo processo cognitivo do usuário, como guia para o processo de montagem e não serem encontradas objetivamente, exigindo do usuário outros caminhos cognitivos para a compreensão do todo.

O sistema de fixação empregado, mostrou-se inadequado para este público alvo. Novamente, a não familiaridade com o produto contribuiu para a ocorrência dos erros. Nenhum dos avaliadores conhecia a ferragem empregada, conforme apontou

o **questionário de familiaridade tecnológica**, o que tornava aquela, uma experiência de reconhecimento, na qual os avaliadores, utilizando-se do seu repertório pessoal, procuraram compreender esta nova ferragem e sua forma de fixação.

Foram observados erros em relação a forma e aos locais de inserção da ferragem. Estes erros foram induzidos (além da violação da leitura do manual) pelo formato e proximidade de furos.

Erros que ocorreram por demandas físicas, tinham seu principal fator indutor ligado ao produto e não ao usuário. Assim, com a análise dos dados coletados, pôde-se traçar o contexto dos erros humanos no processo de montagem e desmontagem de mobiliário, assim como os fatores indutores e contribuintes para a ocorrência de erros e promover as melhorias necessárias no design do produto.

3. Conclusão

Conforme pôde-se observar nas sessões anteriores, as ferramentas da Ergonomia e da Usabilidade, empregadas ao design sustentável foram não apenas importantes, como fundamentais para a orientar os problemas existentes no protótipo estrutural e orientar as melhorias necessárias para projeto à prova de erros humanos e o favorecimento da interface usuário-produto. Isto contribui para o design de produtos sustentáveis pois, produtos com defeitos, de difícil interface ou inseguros tendem a serem descartados precocemente gerando a necessidade de substituição com todos os input e outputs de um novo produto, além dos impactos gerados pelo fim do ciclo de vida. Produtos confortáveis, adaptáveis e seguros, ao contrário, tendem a ser mais duráveis estendendo seu ciclo de vida e reduzindo seus impactos econômicos, ambientais e sociais.

4. Referências Bibliográficas

- CHAVES, Liliane Iten. *Design for Environmental Sustainability: design strategies, methods and tools for the furniture sector*. Instituto Politecnico di Milano: Dipartimento di Design e Comunicazione Mediale, 2007.
- CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. *Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações*. São Paulo: Novatec, 2007.



- HALEN, C. van; VEZZOLI, C.; WIMMER, R. *Methodology for Product Service System Innovation: How to implement clean, clever and competitive strategies in European industries*. Royal Van Gorcum: Assen, 2005.
- KAZAZIAN, Thierry (org). *Haverá a Idade das Coisas Leves*. São Paulo: SENAC, 2005.
- LEPRE, Priscilla Ramalho. *Diretrizes para Aplicação de Dispositivos Poka-Yoke no Design De Mobiliário: Uma Estratégia para o Design Sustentável*. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Design, Programa de Pós-Graduação em Design, Setor de Ciências Humanas, Letras & Artes, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.
- MAGUIRE, Martin. *Methods to support human-centred design*. International Journal of Human-Computer Studies. n. 55, 2001b, p.587-634
- MANZINI, Ézio. *Design for Sustainability: How to design sustainable solutions*. Milano, 2006. Disponível em: <http://www.dis.polimi.it/manzini-papers/06.01.06-Design-for-sustainability.doc>
- NIELSEN, Jakob. *Usability Engineering*. San Diego: Morgan Kaufmann, 1993a.
- NIELSEN, J., and LANDAUER, T. K. 1993b. *A mathematical model of the finding of usability problems*. Proceedings ACM/IFIP INTERCHI'93 Conference (Amsterdam, The Netherlands, April 24-29), 206-213.
- PREECE, Jenny; ROGERS, Yvonne, SHARP, Helen. *Interaction Design*. Milano : Apogeo Editore, 2004.
- RASMUSSEN, J. *Human Error. In Information Processing and Human-Machine Interaction*. New York: North Holland, 1986.
- REASON, James. *Human Error*. New York: Cambridge University Press, 1990.
- STANTON, N A. & BARBER, C. *Error by design: methods for predicting device usability*. Design Studies. Vol. 23, N° 4. London, Elsevier Science Ltd, July – 2002. p. 363 -384.
- STANTON, N A. & YOUNG, M. S. *A Guide to Methodology in Ergonomics*. London: Taylor & Francis, 1999.
- RIO DECLARATION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT in The United Nations Conference on Environment and Development. United Nations Environment Programms, Rio de Janeiro, 1992.
- SHINGO, Shigeo. *Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhoria Contínuas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- VEZZOLI, Carlo. *Design per la sostenibilità: una disciplina (sempre più) articolata*, in Vezzoli C., Tamborrini P. (a cura di), Design per la sostenibilità. Strumenti e strategie per la decade “Educazione per lo sviluppo sostenibile, Nazioni Unite (2005-2014)”, patrocinato da Nazioni Unite (DESD), Commissione Nazionale UNESCO e provincia di Milano, LlibreriaClup editore, ISBN 978-88-7090-949-4, Milano, 2007a, pp. 31-45.
- WCED. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, 1984. Disponível em: www.un-documents.net/wced-ocf.htm