

METODOLOGIA PARA O ENSINO SOBRE MATERIAIS UTILIZANDO MODELOS E PROTÓTIPOS

METHODOLOGY FOR TEACHING MATERIALS ON USING MODELS AND PROTOTYPES

CÂNDIDO, Luís Henrique Alves
Mestre em Engenharia de Materiais
LdSM/ DEMAT/EE/UFRGS

KINDLEIN, Wilson Júnior
Pós-Doutor em Design
LdSM/DEMAT/EE/UFRGS)

Palavra chave: materiais, metodologia, projeto

Resumo

Esse trabalho apresenta uma metodologia para construção de modelos e protótipos, que é orientada pela utilização de diversos tipos de materiais e da construção de objetos, e que contribui, para o fortalecer o valor da prática do ensino sobre os materiais em disciplinas de modelos e protótipos, em disciplinas de projeto de produto e em disciplinas afins.

Keywords: materials, methodology, project

Abstract

This paper presents one methodology for building models and prototypes, which is guided by the use of various types of materials and construction of objects, and that contributes, to the strengthening value of the practice of teaching materials in the disciplines of models and prototypes, in the disciplines of product design and related disciplines.

1 - Materiais

Os materiais sempre estiveram presentes na evolução do homem, mesmo sem entender essa interdependência, esses materiais eram utilizados pelo fato da sobrevivência humana. Mas, ao longo do tempo, essa prática foi sendo incorporada a todas as culturas, tornando-se substância de realização em todas as esferas das civilizações.

Basta lembrar que as diversas eras, pelo qual o homem passou, são caracterizadas pelo grau de desenvolvimento e utilização dos materiais, como a idade da pedra, idade do bronze, idade do ferro, e outros (Van Vlack, 1970).

O Designer tem como uma de suas incumbências transformar os materiais e tecnologias existentes em objetos de uso, ou seja, a materialização do contato do homem com o meio, através da forma tridimensional-física do objeto (Kindlein, 2001). Por mais avançada que seja a concepção de um projeto, ele fracassará se não resultar em objeto funcional. Portanto, o conhecimento dos processos de fabricação e dos materiais é indispensável para que o Designer consiga materializar um projeto conceitual ou ideológico (Ashby and Johnson, 2003).

Muitas propriedades dos materiais, tais como limite de escoamento, limite de resistência, tenacidade à fratura, resistência ao desgaste e resistência à corrosão dependem da estrutura do material. Essas propriedades são classificadas como propriedades físicas, químicas e mecânicas, e devem ser consideradas a cada aplicação. Os processos são aplicados quando os materiais precisam adquirir forma e dimensões para serem utilizáveis na indústria e são definidos também em função das propriedades dos materiais e das características necessárias, para fazer frente às condições de serviço da peça ou do conjunto de peça. Por fim, tem-se o desempenho, que demonstra como os materiais se comportam nas condições de serviço (Ciência dos Materiais, 2007).

Sobre os materiais, Kindlein et al (2003), descreve que o Designer já não se encontra perante a um número restrito de materiais com propriedades conhecidas e constantes, e esta sim, diante de um enorme e crescente campo de possibilidades advindas da crescente multiplicação de tipos de materiais e de processos de fabricação.

A multiplicidade de possibilidades de escolha dos materiais e processos que afetam de forma diferenciada distintos grupos sociais e de interesse, bem como o ambiente e a qualidade de vida, caracterizam a dimensão das inovações que hoje são possíveis na área do Design. Dentre estas inúmeras possibilidades, a viabilidade de utilização de um determinado material ocorre desde que suas propriedades físicas, mecânicas, químicas, o custo e sua disponibilidade no mercado, possam atender as especificações de projeto (Baxter, 2000). Em contrapartida, o desenvolvimento do produto pode ser descartado, devido às incertezas que podem ser geradas principalmente quanto à usabilidade do produto.

Na concepção atual de um produto, é possível utilizar materiais e processos de fabricação que até pouco tempo não eram sequer considerados (Ashby and Johnson, 2003). Desta forma, as tendências muitas vezes criadas pelo Design inovador, impõem necessidades que são atendidas, porque existe uma condição para isso, e é neste cenário, de quase infinita possibilidade de utilização de materiais, que o Designer passa a ter a necessidade de adquirir conhecimentos até então específicos das engenharias, e assim, desenvolver o conhecimento sobre a correta seleção dos materiais aplicado ao projeto de produto (Callister, 2004, Ashby and Johnson, 1998).

Ocorre que, mesmo para a engenharia estes conhecimentos, baseados em ciência e tecnologia, vêm sendo suplantados freqüentemente, com tempos cada vez mais curtos entre a pesquisa e a disponibilidade do material para o mercado, e isso certamente é estimulado pela concorrência entre os desenvolvedores de matérias-primas. No campo do Design, os ciclos de criação e maturação das idéias são também cada vez mais rápidos, não sendo raro um produto manter-se no mercado por apenas 30 ou 40 semanas. Para Löbach (2001), um dos critérios principais na produção industrial é o uso econômico dos materiais para o desenvolvimento do produto. Neste sentido, a seleção de materiais tem o papel fundamental de classificar os materiais segundo as características desejadas no produto.

Ainda segundo Löbach (2001), a natureza da superfície aparente dos produtos industriais, tem uma grande influência sobre seu efeito visual, e que, na maioria das vezes, depende da correta escolha dos materiais e do acabamento superficial. Assim, sensações como frio, calor e texturização, podem ser repassados ao usuário através da superfície externa do produto. Segundo Munari (1998), é inútil pensar em soluções de projeto que desconsiderem os dados relativos aos materiais e às tecnologias de transformação, pois essas duas áreas precisam caminhar paralelamente para que ocorra uma perfeita sinergia entre o produto e a seleção de seus materiais.

Para Ashby e Johnson (2003), os produtos alcançam sucesso com uma combinação entre o bom projeto técnico e o projeto industrial criativo, onde os materiais e os processos são usados para fornecer a funcionalidade, a usabilidade e a satisfação na compra. Este último, a satisfação, é extremamente influenciada pela estética do produto, pelas associações que o usuário faz no momento da compra e pelas percepções, muitas vezes intuitivas, que o produto transmite ao usuário. Segundo Baxter (2000), pesquisas realizadas em mais de 500 produtos, demonstraram que desde a primeira idéia até se chegar a produtos lucrativos, existe uma taxa de mortalidade de 95%. Isso pode ser explicado, pelo fato de que o usuário mudou seu perfil, ou seja, esta mais informado, mais exigente e com altas expectativas sobre a qualidade e eficiência do produto.

Segundo Lesko (1999), estudantes de Design Industrial deveriam ter uma compreensão da área de materiais e métodos de fabricação já no princípio de seu currículo. Isso é um aspecto importante, pois à medida que o aluno avança no curso, a exigência na complexidade dos projetos vai aumentando, e conhecer as áreas descritas torna-se fundamental. Porém, sem o conhecimento básico sobre materiais e das possibilidades de fabricação, esses estudantes poderiam apenas idealizar um produto virtualmente, limitados pelo fato do desconhecimento sobre como fabricar e especificar as características desejáveis dos materiais. Mas, segundo

Lesko (1999), com uma boa base de conhecimento sobre materiais e processos, o acadêmico é capaz de propor soluções para o projeto de produto e confiar na viabilidade de fabricação. Dentro deste contexto, a atividade da seleção dos materiais exerce forte influência, pois, o material escolhido deve se adequar perfeitamente ao conjunto de atributos esperados do produto, como a forma almejada, usabilidade e respeito ao meio-ambiente (Kindlein,2006).

Manzini e Vezzoli (2005) descrevem que, para o desenvolvimento de um produto, não há atualmente apenas um material que se mostra como uma escolha óbvia, mas que existem inúmeros materiais diferentes que podem atender as necessidades esperadas. Conforme Waterman e Ashby (1991) existem atualmente, milhares de materiais como metais, polímeros, cerâmicos, vidros, elastômeros e compósitos que podem ser utilizados na fabricação de produtos. Diante desse fato, a seleção do material é de extrema importância, e sua correta classificação, durante a fase projetual, pode influenciar no sucesso ou fracasso do produto.

Ferrante (1996) descreve que além das propriedades e dos processos de fabricação, os suprimentos, os custos, as certificações, os acabamentos e a reciclagem, são as principais características a serem abordadas para a correta seleção dos materiais. Segundo Lennart e Kevin (2003), para um produto ser bem aceito e ter uma boa chance de sucesso, o usuário deve compreender as vantagens físicas do produto, em relação aos similares, devendo aceitá-las e propor-se a aprendê-las.

A seleção clássica dos materiais envolve a especificação sistemática de exigências físicas, mecânicas e químicas para o qual o produto foi desenvolvido. Tais métodos, como, por exemplo, os mapas de seleção, são interessantes para a seleção teórica do material, mas, quando é preciso levar em consideração aspectos cognitivos, essa forma clássica de seleção tem seu efeito reduzido. Então, segundo Ashby e Johnson (2003), para minimizar essa questão, devemos contar com a experiência do Designer no desenvolvimento estético e de usabilidade do produto, e assim, incluir os aspectos cognitivos no produto projetado.

2 - Modelos e protótipos

Muitos de nós aprendemos pela primeira vez sobre protótipos, ainda quando criança, seja na sala de aula, criando brinquedos ou inventando jogos. No desenvolvimento de projetos é indispensável à elaboração de modelos e protótipos, que permitam verificar a validade das soluções propostas nas representações bidimensionais. Segundo Santos (2005), modelos e protótipos físicos tridimensionais são fundamentais para o desenvolvimento de produtos, para o planejamento da produção, do *set-up* de máquinas, da avaliação do *lay-out* fabril e para ensaios de desempenho do produto. Essa prática, permite ao profissional de Design a análise e avaliação do objeto em estudo, como por exemplo, na forma do produto, nas cores aplicadas, na textura, no acabamento, nos detalhes, na funcionalidade e adequações ergonômicas. Conforme Santos (2005), modelos e protótipos podem ser empregados na pesquisa sobre experiências de uso, pois podem determinar a continuação de um projeto, sua alteração ou total abandono.

A maioria das pessoas tende a assimilar melhor as informações sobre um produto, se essa informação for transmitida através de um modelo ou protótipo físico, se comparado a modelos virtuais, isso porque através dos objetos físicos, várias percepções do ser humano são estimuladas (Santos, 2005). Conforme Pertence et al (2001), a percepção tridimensional se desenvolve à medida que um indivíduo vivencia o espaço, principalmente através da visão e do tato, que são responsáveis por captar estímulos, como brilho, sombra, cor, frio, calor e outros. Estes estímulos são processados pelo cérebro que assim elabora a forma, a proporção, a posição e a orientação do produto no espaço. Após essa etapa, o cérebro compara, classifica e interpreta essa nova informação com modelos observados anteriormente.

Segundo Forti (2005), os modelos e protótipos tridimensionais físicos trazem diversas vantagens para o ambiente de projeto, isso porque anulam o esforço cognitivo de se interpretar palavras ou imagens totalmente bidimensionais. Ainda segundo Forti (2005), o grande problema dos modelos virtuais, em relação aos modelos e protótipos reais, é a impossibilidade da interação diretamente com estes, ou seja, tocá-los fisicamente. Portanto, embora os modelos virtuais ofereçam diversas vantagens em relação aos modelos e protótipos físicos, estes não descartam a utilização de modelos reais na aprovação final de um produto.

Conforme escrito em Alvarez (2004), Hans Gugelot na década de 1960, desenvolveu uma metodologia de projeto, com uma seqüência de atividades projetuais básicas para o Design de produtos industriais, e que atualmente servem de base para os cursos de Design. Essa proposta consiste nas seguintes fases: fase de informação, fase analítica, fase de projeto, fase de decisão, fase de cálculos e adaptações e fase da construção de modelos e protótipos. Mesmo que essa nomenclatura mude em alguns currículos, o objetivo é o mesmo, ou seja, proporcionar a compreensão do processo de elaboração física de um produto. Em muitos casos, os tipos de materiais e processos apresentados, ficam restritos a estrutura física de cada instituição, ou seja, para cada tipo de material são necessários processos e equipamentos específicos.

Assim, como a pratica do ensino da disciplina de modelos e protótipos, o ensino sobre materiais é uma atividade existente em diversos cursos de Design do Brasil. Porém, essas duas disciplinas – materiais, modelos e protótipos - raras vezes são ensinadas em conjunto, ou seja, não existe um plano didático que possibilite a integração total dessas duas importantes matérias.

Neste sentido, a proposta deste trabalho é a de apontar um método de ensino sobre modelos e protótipos, e de como aliar essa disciplina à área de materiais, proporcionando assim, ao acadêmico de Design, uma visão mais ampla sobre questões relativas ao projeto físico do produto.

3 - Materiais e métodos

O estudo de caso apresentado a seguir, tem como estratégia de ensino, proporcionar ao acadêmico uma ampla visão sobre materiais através da pratica manual dirigida. A importância dessa sistemática é a de possibilitar uma experiência de contato físico com os materiais e seus respectivos processos, como por exemplo, a colagem, o corte, a dobra e outros. A metodologia aplicada é constituída por seis etapas que são apresentadas na figura 1.

Na primeiramente etapa é apresentada ao acadêmico, através de um desenho técnico detalhado, uma proposta de produto a ser construído e que dimensionalmente é trabalhado em escala reduzida. Cada proposta tem como base principal, utilizar um dos cinco tipos de materiais, classificados entre, cerâmicos, compósitos, naturais, poliméricos e metálicos. Nesta etapa, o acadêmico é orientado também, a selecionar aleatoriamente outro tipo de material, e aplicá-lo em conjunto com o material base.

Na segunda etapa inicia-se a fabricação do modelo, utilizando para isso as ferramentas necessárias e específicas para o manuseio dos materiais selecionados. Após, a fabricação de todas as peças, é iniciada a etapa de acabamento base, empregando para isso, as ferramentas específicas para o material utilizado. Na etapa de pré-montagem é avaliada a funcionalidade do modelo. Após, a aprovação funcional, é realizada a pintura das partes ou do conjunto. A montagem final é concluída, somente após a finalização das etapas anteriores.

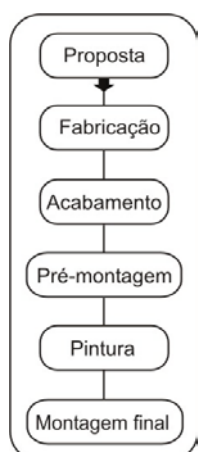


Figura 1 – Metodologia para modelagem

Para exemplificar, o estudo de caso, a figura 2 apresenta os produtos desenvolvidos por acadêmicos, do Curso de Design de Produto da UFRGS, tendo como referência a classificação dos materiais. A ordem de execução dos trabalhos pode ser invertida, se houver necessidade de adequação a estrutura existente em cada curso. Nos exemplos apresentados, fabricados com materiais compósitos e metálicos, pode-se verificar o diferencial gráfico para uma mesma proposta de trabalho. Isso é devido ao fato de que o acadêmico pode criar sua própria estrutura gráfica e aplica - lá em seu trabalho. Essa pratica é de fundamental importância, pois possibilita a troca de informações entre os próprios acadêmicos, além de permitir o contato com outros tipos de materiais.

O primeiro material utilizado é classificado como cerâmico, e pode ser argila ou massa de modelar. O segundo material utilizado é classificado como compósito, como por exemplo, as fibras. No caso apresentado o acadêmico agrega, além do material proposto, mais oito tipos diferentes de texturas, que podem ser naturais ou industriais. O terceiro material utilizado é classificado como natural, como por exemplo, a madeira oriunda de sobras de construção ou de reflorestamento. Neste caso, o acadêmico tem como requisito utilizar o material proposto, e gerar um diferencial gráfico com outros tipos de materiais.

Na aplicação dos polímeros, a proposta de produto foi livre, ou seja, o acadêmico apresenta um projeto de produto e o constrói. Porém, o requisito principal, é de que o material seja utilizado na fabricação da estrutura principal do produto. Esse requisito é proposto, para que sejam avaliadas *in loco* as características estruturais do modelo. A proposta de produto livre pode ser empregada a qualquer uma das cinco classificações dos materiais. O último material utilizado é classificado como metálico. Neste caso, o acadêmico tem de criar um diferencial gráfico no produto, podendo utilizar para isso outros tipos de materiais.

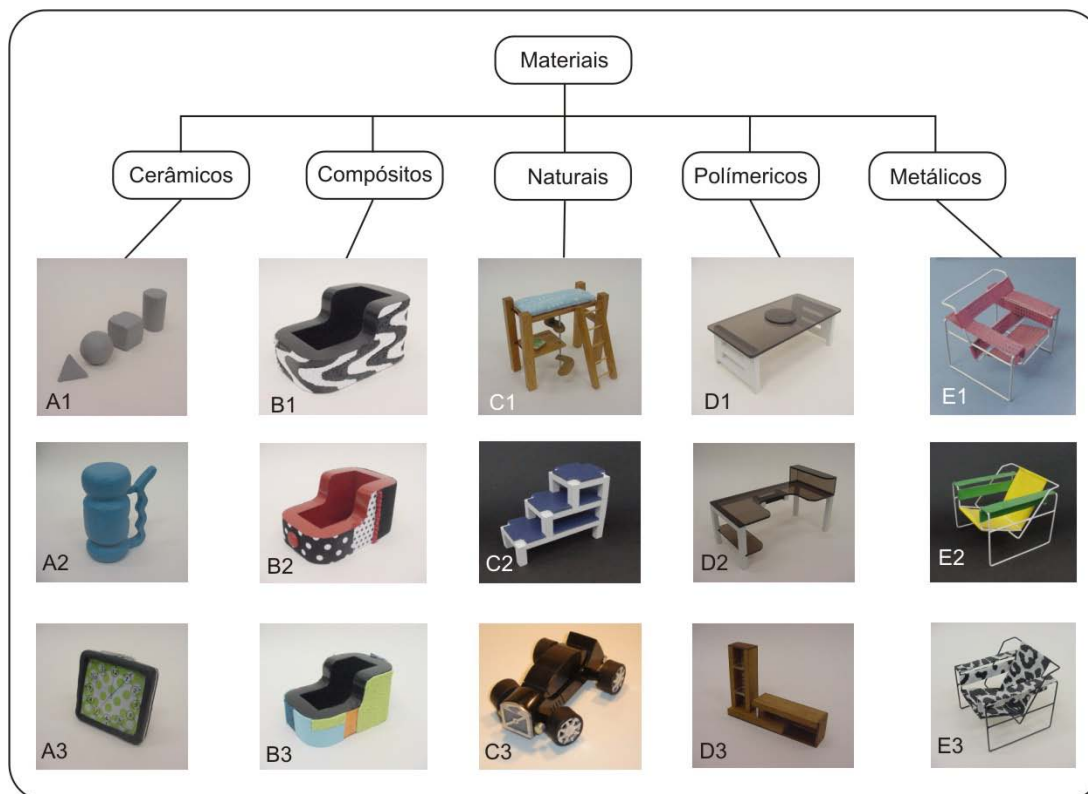


Figura 2 – Estudo de caso

A tabela 2 apresenta os produtos desenvolvidos e o material utilizado em sua fabricação.

Tabela 2 - Materiais e proposta de trabalho

Materiais	Produto desenvolvido
Cerâmicos	A1 – Desenvolvimento de figuras geométricas A2 – Execução de produtos existente – tema livre A3 – Execução de produtos existente – tema livre
Compósitos	B1 – Produto fabricado a partir de desenho técnico com textura livre B2 – Produto fabricado a partir de desenho técnico com textura livre B3 – Produto fabricado a partir de desenho técnico com textura livre
Naturais	C1 – Produto fabricado a partir de barras de material natural – tema livre C2 – Produto fabricado a partir de barras de material natural – tema livre C3 – Produto fabricado a partir desenho técnico – textura livre
Poliméricos	D1 – Aplicação de polímero em conjunto com compósito – tema livre D2 – Aplicação de polímero em conjunto com compósito – tema livre D3 – Aplicação de polímero em conjunto com compósito – tema livre
Metálicos	E1 – Produto fabricado a partir desenho técnico – textura livre E2 – Produto fabricado a partir desenho técnico – textura livre E3 – Produto fabricado a partir desenho técnico – textura livre

3.1 - Análise dos Resultados

O estudo de caso apresenta um dos primeiros momentos, em que o acadêmico tem contato direto com os materiais e da possibilidade de construção de objetos, onde a materialização do produto é um dos principais desafios propostos nesta prática. O processo aplicado procura incentivar, através dos materiais, a aplicação de alguns sentidos humanos, tais como o tato, a visão, a audição e olfato. Isso possibilita ao acadêmico desenvolver ou aprimorar sua habilidade manual, sua visão espacial e a tridimensionalidade do produto.

Os produtos propostos podem ser criados conforme a condição específica de cada instituição. O importante é que sejam desenvolvidos, empregando-se as classes dos materiais apresentados na figura 2, podendo ainda, ser utilizados outros tipos de materiais. Outro ponto importante a ser destacado é o fato de o acadêmico poder apresentar uma proposta de produto e construí-lo. Isso tende a incentivá-lo no aperfeiçoamento do modelo e conseqüentemente aprimorar sua noção espacial em 3D.

A metodologia apresentada tem demonstrado que o acadêmico de Design vem entendendo a importância da prática manual com diversos materiais. Essa prática tende a proporcionar, uma visão mais crítica sobre as facilidades e dificuldades da fabricação de um produto e o que isso representa em um processo industrial real.

4 - Considerações finais

Modelos e protótipos físicos reduzem o esforço cognitivo de interpretar palavras ou imagens virtuais, e trazem ao mesmo tempo a possibilidade da idealização física do produto. Quando apresentado diretamente ao usuário, esse pode tocar no produto, sentir sua textura, seu cheiro, e outras sensações importantes em uma decisão de compra. Atualmente, uma das empresas mais inovadoras do globo, a IDEO, utiliza a prática da fabricação de modelos e protótipos físicos, como ferramenta essencial na resolução de problemas e para a criação de produtos inovadores. Hoje em dia, na área industrial e na pesquisa, a prototipagem é uma técnica conhecida e consagrada, sendo aplicada, por exemplo, para estudo de produtos, desenvolvimento de biomodelos, produção em série e outras. Os modelos virtuais também têm seu espaço e sua aplicação tanto no ensino, na pesquisa, na área industrial e vem revolucionando e agilizando o lançamento de novos produtos. Porém, o contato físico com os materiais é de extrema importância para a aprendizagem de acadêmicos de Design e de outras áreas.

Neste sentido, o trabalho apresentado demonstra que o contato direto com diversos tipos de materiais, pode transmitir experiências importantes no aprendizado acadêmico. Esse fato contribui para fortalecer o valor da prática do ensino sobre os materiais, em disciplinas de modelagem e prototipagem manual, em disciplinas de projeto de produto e disciplinas afins. Assim, as propriedades dos materiais, a relação estrutura e função e os processos de fabricação, podem ser avaliadas fisicamente quando são empregadas estratégias de ensino que contemplem essas questões.

Bibliografia

ALVARES, M. R. **Ensino do Design: A Interdisciplinaridade na Disciplina de Projeto em Design**. Dissertação. Florianópolis, UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004. 163 p.

ASHBY, M. F.; Johnson, K. **The art of materials selection**. Materialtoday, Oxford, p. 24-35, 2003.

ASHBY, M. F.; JONES, D. R. H. **Engineering materials 2: an introduction to microstructures, processing & Design**. 2. ed. Oxford: Bitterworth Heinemann, 1998.

BAXTER, M. **Projeto de produto: guia prático para o Design de novos produtos**. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5. ed. São Paulo: LTC, 2004.

CIÊNCIA DOS MATERIAIS. **Material de aula do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais-PPGEM**. UFRGS. Porto Alegre, 2007.

FEEVALE. Disponível em: <http://www.feevale.br>. Acesso em: abr. 2006.

FERRANTE, M. **Seleção de Materiais**. São Carlos: UFSCAR, 1996.

FORTI, F. S. A. **Uma Avaliação do Ensino da Prototipagem Virtual nas Graduações de Design de Produto do Estado do Rio de Janeiro**. Dissertação, 105 p. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

KINDLEIN, W. J.; Collet, I. B.; Dischinger, M. C. T. **Development of tactile perceptive textures as factor of emotion Design**. In: Conference on Design and Emotion, 2006, Göteborg-Sweden, 2006. Anais. CD-ROM.

KINDLEIN, W. J.; Cândido, L. H. A.; Platcheck, E. **Analogia entre as metodologias de desenvolvimento de produtos atuais, com a proposta de uma metodologia com ênfase no Ecodesign**. Congresso Internacional de Pesquisa em Design, outubro, Rio de Janeiro. 2003. Anais. Rio de Janeiro: ANPED, 2003. CD-ROM.

KINDLEIN, W. J. et al. **Produtos: processos e materiais, uma interface amigável para o Design**. Porto Alegre: UFRGS/NdSM, 2001. 1 Cd-rom.

LENNART, Y. L.; Kevin, L. E. **Design, materials selection and marketing of successful products**. Materials & Design, Surrey, v. 24, n. 7, p. 519-529, 2003.

LESKO, Jim. **Industrial Design: materials and manufacturing**. New York: John Wiley & Sons, 1999.
öbach, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial : bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 206 p.

MANZINI, E.; vezzoli, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1. ed. São Paulo, SP: Ed. da USP, 2005.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

PERTENCE, A. E. M., Santos, D. M. C., Jardim, H. V. **Desenvolvimento de modelos didáticos para o ensino de desenho mecânico utilizando o conceito de prototipagem rápida**. Universidade Federal de Minas Gerais, Depto. Eng. Mecânica. (Artigo).COBENGE, 2001.

SANTOS, E. S. **Um sistema informacional e perceptivo de seleção de materiais com enfoque no Design de calçados**. 2005. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia ênfase: Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

UFRGS. Disponível em: <http://www.ufrgs.br>. Acesso em: abr. 2007.

VAN VLACK, L. H. **Princípios de ciências dos materiais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

WATERMAN, N. A.; Ashby, M. F. **CRC: Elsevier Materials Selector**. Oxford: CRC, 1991. v. 1.

Autores

Luís Henrique Alves Cândido

e-mail: pslhc@ibest.com.br

Wilson Kindlein Júnior

e-mail: kindlein@portoweb.com.br