

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA
ÊNFASE: ENGENHARIA AMBIENTAL E TECNOLOGIAS LIMPAS**

**UM SISTEMA INFORMACIONAL E PERCEPTIVO DE SELEÇÃO DE
MATERIAIS COM ENFOQUE NO DESIGN DE CALÇADOS.**

Everton Sidnei Amaral da Silva

PORTO ALEGRE – RS – 2005

**Ministério da Educação
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Ênfase: Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas**

**UM SISTEMA INFORMACIONAL E PERCEPTIVO DE SELEÇÃO DE
MATERIAIS COM ENFOQUE NO DESIGN DE CALÇADOS.**

**Everton Sidnei Amaral da Silva
Desenhista Industrial**

Orientador: Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ari Antonio da Rocha

Prof^a. Dra. Regina de Oliveira Heidrich

Prof. Dr. Vilson João Batista

**Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em
Engenharia com requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia – modalidade Profissionalizante – Ênfase em Engenharia
Ambiental e Tecnologias Limpas**

Porto Alegre – RS – 2005

Este trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovado em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior

Orientador

Escola de Engenharia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Carlos Arthur Ferreira

Coordenador

Mestrado Profissionalizante em Engenharia

Escola de Engenharia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dra. Carin Maria Schmitt

Coordenadora

Mestrado Profissionalizante em Engenharia

Escola de Engenharia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ari Antonio da Rocha

UFRN/FAAP/ABENGE/IAB

Prof^a. Dra. Regina de Oliveira Heidrich

ICET / FEEVALE

Prof. Dr. Vilson João Batista

PROMECC / UFRGS

Dedico este trabalho a equipe do Laboratório de Design e Seleção de Materiais – LdSM, pela sua missão e empenho orientado na atividade de pesquisa em Seleção de Materiais e Design, contribuindo para a conclusão desta dissertação.

Agradecimentos

Agradeço a minha esposa Daniela, pela compreensão de minha necessária ausência nos momentos de concentração e desenvolvimento desta dissertação;

Ao meu orientador e amigo, Prof. Wilson Kindlein Junior, pela dedicação, esforço e interesse recíproco em transformar este trabalho em um referencial para futuras Materiotecas;

A Reitoria do Centro Universitário Feevale, por fomentar a pesquisa dentro da Instituição;

Aos bolsistas contratados com o apoio da FINEP e CNPq, os quais proporcionaram, com o somatório de seus esforços, a implementação da Materioteca.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS.....	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Avaliação do ciclo de vida dos materiais	22
2.2 Sistemas de Seleção de Materiais	29
2.3 A reconhecibilidade das variáveis subjetivas	46
2.4 Histórico da Materioteca	55
2.5 Aplicação dos materiais no setor calçadista	63
3 MATERIAIS E MÉTODOS	73
3.1 Sistema Informacional e Perceptivo voltado ao setor calçadista	73
3.1.1 Estrutura física e lógica do Sistema Informacional e Perceptivo	74
3.1.2 Envolvimento Interdisciplinar	84
4 RESULTADOS OBTIDOS	86
4.1 A percepção sensorial dos materiais na Materioteca	86
4.2 Rompimento de paradigmas	90
5 CONCLUSÕES	96
5.1 Sugestões para futuros trabalhos	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico da evolução dos materiais.....	21
Figura 2 - Ciclo global dos materiais.....	24
Figura 3 - Concepção de Produto Ambientalmente Consciente	26
Figura 4 - Estágio do Ciclo de Vida do Produto.....	27
Figura 5 - Portal do LdSM na internet.....	36
Figura 6 - Acesso ao banco de dados - materiais.....	36
Figura 7 - Exemplos de processos de fabricação.....	37
Figura 8 - Avaliação de produtos - processos e materiais.....	37
Figura 9 - Instalações físicas da Material Connexion.....	38
Figura 10 - Mapa de seleção: Dureza x Limite Elástico	39
Figura 11 - Mapa de seleção: Densidade x Preço.....	40
Figura 12 - Definição de atributos de processamento.....	41
Figura 13 - Definição de atributos ambientais.....	42
Figura 14 - Apresentação de aplicações e definições específicas.....	43
Figura 15 - Definição precisa de valores dos atributos.....	43
Figura 16 - Definição de atributos de durabilidade.....	44
Figura 17 - Mapa de seleção de materiais – CES 4.2	45
Figura 18 - Seleção de Materiais na Metodologia de Projeto – Fase 1	53
Figura 19 - Seleção de Materiais na Metodologia de Projeto – Fase 2	54
Figura 20 - Seleção de Materiais na Metodologia de Projeto – Fase 3	54
Figura 21 - Proposta da Materioteca NdSM/CIENTEC	56
Figura 22 - Mobiliário projetado para a Materioteca NdSM/CIENTEC	56
Figura 23 - Mobiliário da Materioteca NdSM/CIENTEC	56
Figura 24 - Base de Dados da Materioteca CIENTEC/NdSM	56
Figura 25 - Réplica de tamanco Holandês.....	64
Figura 26 - Réplica de tamanco do século XIV e XV.....	64
Figura 27 - Calçado tipo Bico de Pato – Sec. XIX	64
Figura 28 - Calçado para andar na neve – Sec. XIX.	64
Figura 29 - Estrutura de um calçado	65
Figura 30 - Calçados produzidos com PVC.....	66
Figura 31 - Calçado produzido com borracha.....	67
Figura 32 - Calçado de pneu descartado.....	67

Figura 33 - Montagem do calçado “Wabi”.....	67
Figura 34 - Variações da linha “Wabi”.....	68
Figura 35 - Projeto mobiliário desenvolvido no âmbito deste estudo	74
Figura 36 - Perspectiva explodida do projeto mobiliário	74
Figura 37 - Projeto do Layout da Materioteca Feevale	75
Figura 38 - Módulos fixos da Materioteca Feevale	76
Figura 39 - Módulos da Materioteca Feevale	76
Figura 40 - Mini Estúdio Fotográfico - Materioteca.....	77
Figura 41 - Microscópio Digital Portátil	77
Figura 42 - Organograma de relacionamento de palavras – Tesouros	78
Figura 43 - Interface de acesso principal - WebMaterioteca.....	79
Figura 44 - Leitor de código de barras.....	80
Figura 45 - Exemplo de relatório de amostra pesquisada.....	80
Figura 46 - Interface de consulta ao acervo de amostras.....	81
Figura 47 - Interface de consulta ao acervo de materiais.....	81
Figura 48 - Interface de cadastro de material.....	83
Figura 49 - Interface de cadastro de amostra.....	83
Figura 50 - percepção tátil no acervo da Materioteca.....	87
Figura 51 - Visualização microscópica do couro bovino	88
Figura 52 - Visualização microscópica do tecido de algodão com poliéster.....	89
Figura 53 - Visualização microscópica do neoprene texturizado	89
Figura 54 - Resíduos de produção no acervo da Materioteca (1)	91
Figura 55 - Resíduos de produção no acervo da Materioteca (2)	91
Figura 56 - Laminado decorativo de serragem com resina	93
Figura 57 - Calçado infantil de subproduto do couro.....	93
Figura 58 - Reaproveitamento da Gueto Design	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definição Peirceana do Signo	51
Tabela 2 – Materiais aplicados de forma tradicional no setor calçadista	69

LISTA DE ABREVIATURAS

CNRS	conselho nacional de pesquisa científica Francês
CNPq	conselho nacional de pesquisa científica e Tecnológica
PET	Polietileno Tereftalato
DpM	Design para Montagem - <i>Design for Assembly</i> – <i>DfA</i>
DpD	Design para Desmontagem - <i>Design for Disassembly</i> – <i>DfD</i>
DpS	Design para o Serviço - <i>Design for Service</i> – <i>DfS</i>
DpR	Design para a Reciclagem - <i>Design for Recyclability</i> – <i>DfR</i>
DpMA	Design para o Meio Ambiente - <i>Design for Environment</i> – <i>DfE</i>
LdSM	Laboratório de Design e Seleção de Materiais
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
CMS 2.0	Software - <i>Cambridge Materials Selector</i> ®
CES 4.2	Software - <i>Cambridge Engeneering Selector</i> ®
3R's	Reduzir, Reutilizar e Reciclar
PPGEM	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais
ACV	Análise do Ciclo de Vida
CIENTEC	Fundação de Ciência e Tecnologia
PGD	Programa Gaúcho de Design
FIERGS	Federação das Industrias do Estado do Rio Grande do Sul
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
ITDesign	Incubadora Tecnológica de Design de Produto da CIENTEC
JSP	<i>Java Server Pages</i>
HTML	<i>Hiper Text Markup Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
TGM	Termo Geral Maior
TE	Termo Específico
UP	Usado Por
UTRESA	Usina de Tratamento de Resíduos S. A.

RESUMO

O presente trabalho decorre da importância da Seleção dos Materiais no Design de produtos como um fator tecnológico para a inovação e minimização de falhas de projetos. Assim, a investigação dos fatores importantes para a determinação dos seus requisitos ou objetivos torna-se primordial para se estabelecer uma seleção adequada na proposta, buscando determinar o grau de satisfação do consumidor através do atendimento às variáveis objetivas e subjetivas dos projetos que foram abordadas neste estudo. Em função do grande número de diferentes materiais existentes, este processo apresenta-se de forma complexa. Desse modo, a investigação realizada, sobre os diferentes meios de interpretação dos materiais, direcionou a pesquisa à abordagem do estudo de caso de uma Materioteca, referenciando um sistema de seleção de materiais, onde a inclusão das variáveis subjetivas no processo vem determinar vantagens, estimulando a percepção tátil e visual do projetista. A grande participação conjunta e simultânea do Design e da Engenharia, buscando atrelar aspectos estéticos e subjetivos às viabilidades técnicas e produtivas, foram identificadas neste sistema, onde a avaliação da forma, da textura, da funcionalidade, da durabilidade, da sustentabilidade, do conceito, entre outros itens, apontam para a obtenção de novos requisitos com elevado grau de prioridade. Assim, pode-se dizer que o reconhecimento dos valores subjetivos (percepção) dos materiais, uma vez adaptados em projetos, agregam maior valor ao produto resultante, instigando o Designer a cada vez mais confrontar novos quesitos no momento da projeção, reforçando a potencialidade conceitual expressiva contida nos objetos de consumo, como, por exemplo, a marca do produto e o status social que este possa agregar, baseados na forma de pensar e na maneira de viver do consumidor, em função de suas percepções, com base nos principais órgãos dos sentidos. Em suma, os resultados obtidos neste estudo podem ser utilizados em diversas áreas do Design e da Engenharia, agregando-se como uma ferramenta na orientação de projetos do setor calçadista.

ABSTRACT

The current work shows the importance of the materials selection in the design of products as a technological factor for the innovation and minimization of imperfections in the projects. Thus, the study of the important factors in the determination of the requirements or objectives become primary in establishing a choice in the proposal, searching to reach the satisfaction of the consumer through the attendance to the objective and subjective variable of the projects, that have been examined in this study. In function of the great number of different existing materials, this process is presented in complex form, in ways that the inquiry carried through on the different ways of material interpretation, directed the research to the approach of the study of case of a *Materioteca*, referencing a system of selections of materials where the inclusion of the subjective variable in the process comes to determine the advantages, stimulating the tactile and visual perception of the designer. The joint work and simultaneous participation of design and engineering, searching to join aesthetic and subjective aspects, to the viability techniques and productive, that had been identified in this system, where the evaluation of the form, the texture, the functionality, the durability, the sustainability of the concept, among others items, point with respect to the attainment of new requirements with increased priority. Thus, the recognition of the subjective values (perception) of the materials can be said to, by adapting them in projects, add greater value to the resultant product, instigating the designer to each time gather more new questions at the moment of the project, strengthening the contained expressive conceptual potentiality in consumption objects, as for example the mark of the product and the social status that this can add, based on the form to think and the way of life of the consumer, in function of its perceptions on the basis of the main agencies of the directions. In short, the results obtained in this study, can be used in diverse areas of the design and engineering, adding itself as a tool in the orientation of projects of the footwear sector.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho decorre da importância da Seleção dos Materiais no Design de produtos como um fator tecnológico para a inovação e minimização de falhas de projetos. A escolha de materiais é hoje quase ilimitada, o que é uma boa e má notícia para os designers. Boa, porque provavelmente podem, investindo o esforço necessário, encontrar um compromisso optimal para o produto em vista; má, porque a tranqüilidade dos tempos em que a escolha era limitada a alguns materiais pertence ao passado. A área do Design é mundialmente aclamada como fonte fomentadora de novos produtos que são lançados ao mercado com uma velocidade jamais vista. As empresas estruturaram-se com técnicas de reengenharia, terceirização, garantia de qualidade, entre outras, de maneira a se tornarem mais leves, ágeis e competitivas. Hoje, pode-se verificar algumas tendências mundiais trazendo reformas ainda mais drásticas, abrindo as portas desse novo milênio com não menos inovações tecnológicas. Percebe-se, nesta avalanche do desenvolvimento industrial, a grande participação conjunta e simultânea do Design e da Engenharia, buscando atrelar aspectos estéticos e subjetivos às viabilidades técnicas e produtivas, a fim de atender ao padrão exigente do consumidor, onde a forma, a textura, a funcionalidade, a durabilidade, a sustentabilidade e o conceito transmitem interessantes e distintas representações do produto, apontando novos requisitos com elevado grau de prioridade. Assim, pode-se dizer que o design é um instrumento fundamental para o sucesso do produto diante dos concorrentes, agregando valores antes não percebidos e instigando o público consumidor a cada vez mais confrontar novos quesitos no momento da aquisição, reforçando a potencialidade

conceitual expressiva contida nos objetos de consumo, como, por exemplo, a marca do produto e o status social que este possa agregar, baseados na forma de pensar e na maneira de viver do consumidor.

Para alcançar estes parâmetros de credibilidade do produto, não somente sua performance, mas também a acuidade aflorada pela influência do design, torna-se necessária uma busca por corretas definições quanto à escolha do material e seus respectivos processos de fabricação, implicando na decisão de metodologias adequadas para este fim. Metodologias essas que são por definição interdisciplinares.

As literaturas usuais, para estes procedimentos, baseiam-se na vasta influência da produção industrial tipicamente “metálica” das últimas décadas, porque as referências atuais, pela ampla exploração de materiais poliméricos e compósitos, não chegam a ser significativamente abordadas como referência comparativa, a menos que o material seja utilizado como um item conceitual de grande importância pelo projetista. Neste contexto, a explosão dos inúmeros polímeros, oferecidos no mercado mundial, gera novas dificuldades no processo seletivo, tendo em vista a sua ampla capacidade de atendimento a propriedades distintas requeridas em um projeto.

Segundo Manzini [MAN93], o relatório de Engenharia de Materiais e Processos de Fabricação, elaborado em 1985, na França, pelo Comissariado Geral do CNRS – *Centre National de la Recherche Scientifique*, propõe um agrupamento de quatro grandes fases, onde os materiais podem ser ordenados quanto a sua etapa de progresso e utilização. Buscando adaptar esta referência a nossa atualidade, pode-se expressar a seguinte classificação:

a) A primeira, refere-se aos materiais em fase de industrialização recente, como, por exemplo, os usuais plásticos de Engenharia e o Titânio.

b) A segunda, refere-se aos materiais em fase de pré-industrialização, caracterizando aqueles que estão saindo dos laboratórios e entrando na etapa

experimental de uso, visando substituir possíveis materiais tipicamente usuais. É o caso dos compósitos avançados de matriz cerâmica e dos metais amorfos.

c) A terceira, aos materiais em fase de desenvolvimento, que caracterizam uma nova era de materiais, objetivando uma otimização de propriedades e a busca de novos processos e formas de fabricação que apontam perspectivas de breves aplicações, rumando, inicialmente, à fase de pré-industrialização.

d) E a quarta, aos materiais em fase de pesquisa (visão holística futura), sugerindo a manutenção do meio ambiente, reduzindo a gama de materiais aplicados em um produto e viabilizando, em sua totalidade, o processo de reciclagem e a própria atividade de seleção a partir das propriedades físicas, químicas, mecânicas, ópticas, elétricas, térmicas, etc.

Como os materiais em fase de industrialização existiam em menor número até meados do século passado em relação aos da fase de pré-industrialização e desenvolvimento, a sua disponibilidade no mercado era reduzida. O grande número de materiais que se encontravam a pouco tempo atrás na fase de desenvolvimento hoje já estão na fase de industrialização, passando por este processo dialético e disponibilizando, atualmente, mais de 50.000 materiais distintos no mercado mundial, segundo Maurício Ferrante [FER96].

A inovação tecnológica global teve um reconhecimento significativo com a implantação de novos materiais, quando também diminuiu a importância relativa de associação dos materiais aos produtos, em relação ao seu nome, passando então a interessar, principalmente, suas propriedades particulares. Antecedendo a esta evolução, havia menor quantidade de materiais e eram perfeitamente distintos, de tal modo que cada um deles correspondia a um campo de relações bem definido, apontando grande pregnância em suas típicas utilizações. Isto hoje não é tão claro, e muitos materiais possuem variações próximas, sendo oferecidos pelo mercado nas mais variadas formas e com propriedades muitas vezes similares uma as outras.

Não se trata de uma questão de ignorância frente ao novo. Mas a perda da reconhecibilidade dos materiais se apresentou vigorosa com a proliferação dos materiais poliméricos que apontam grande possibilidade de adaptações, inclusive assemelhando-se visualmente a uma grande gama de outros materiais, normalmente mais nobres. Visando a popularizá-los a custos mais baixos, como o plástico ABS com recobrimento metálico, descaracterizou-se os materiais usuais do passado, onde se percebia na memória coletiva que a “espada era de aço”, que o “muro era de pedra”, que a “móvel era de madeira” e a “coroa era de ouro”. Com isso, a cultura da população foi influenciada com grande quantidade de inovações, reconhecendo vantagens proporcionadas por estas descobertas.

Segundo Manzini [MAN93], cada vez mais aparecem objetos revestidos de uma aparência que nos permitem dizer do que parecem ser feitos, sem, no entanto, podermos afirmar realmente do que são feitos, já que a introdução de novos materiais, acompanhados pela aceleração do processo tecnológico, desencadeou um bloqueio do mecanismo que produz a identidade, tornando-se definitivamente inoperante.

A substituição dos antigos materiais orgânicos pelos atuais materiais sintéticos, como, por exemplo, a lã, o algodão, seda ou linho pelo Nylon® em todas as suas variantes, ou ainda a madeira, a pedra e o metal que cedem lugar ao concreto, à fórmica e ao poliestireno, entre outros, segundo a opinião de Baudrillard [BAU04], representam simplesmente uma oposição moral, no sentido de que os materiais orgânicos adquiriram culturalmente uma valorização excessiva em alguns casos, como é apresentada a imagem do carvalho maciço, do couro natural, etc. Essas matérias, hoje, foram transformados em artigos de luxo e os novos materiais de substituição (polímeros, compósitos, etc) ,em artigos populares, carregados de preconceito quanto ao mérito do valor subjetivo.

Até mesmo o significado do nome “plástico” sofreu alterações gradativas no decorrer das últimas décadas, gerando uma dificuldade de identificação. Inicialmente, era apontado como representação de material incomum, típico elemento de progresso e de caráter tecnológico para produto de consumo e impactante ambiental, assim como em suas aplicações distintas ao emprego aeroespacial para os populares calçados do mercado atual.

O conceito de “novos materiais” não se refere exclusivamente a um número limitado de materiais sofisticados ou inovadores, restritos a aplicações em áreas avançadas. Refere-se também a um conjunto de qualidades obtidas em graus diferentes, que surgem no panorama dos materiais, onde podemos incluir aqueles mais tradicionais, de forma a reposicioná-los no processo fabril, caracterizando a transformação da matéria.

A exemplo disto, pode-se adotar o reposicionamento do PET (Polietileno Tereftalato) no mercado, que, inicialmente utilizado praticamente só no campo das embalagens descartáveis, passou a ser utilizado também na indústria têxtil, calçadista e de acessórios, como forma de nova atribuição de suas potenciais propriedades. Do mesmo modo, é importante ressaltar o Titânio que, antes visto como um material exclusivo, caro, e para uso militar, foi aplicado para diversos outros fins, como próteses humanas, relógios, acessórios para alpinismo, tornando-os mais resistentes, leves e com custo moderado. A Fibra de Carbono é outro exemplo. Foi desenvolvida para aplicações específicas, como coletes a prova de balas e pontas de ogivas nucleares, mas passou, após sua disponibilidade no mercado, a ser usada para outros fins que absorvessem suas características peculiares (alta resistência mecânica e leveza), como em óculos, bicicletas, raquetes de tênis, abtáculos e chassis de veículos, etc. Assim, as tendências, muitas vezes criadas pelo Design inovador, impõem, como no caso dos óculos, uma necessidade de “limpeza visual”, obtida pela redução de material, evitando interferências no campo óptico do usuário e, simultaneamente, reduzindo o peso e mantendo a resistência exigida.

A inovação tecnológica dos materiais depende da evolução desta cadeia para gerar possibilidades de desenvolvimento de novos produtos industriais. Materiais são criados visando a aplicações específicas, mas é difícil prever quais terão um efetivo desenvolvimento prático e quando sairão do campo de aplicações específicas, assumindo novas atribuições de uso, vigoradas conforme sua disponibilidade no mercado. Os materiais que conquistaram seu espaço o conseguiram pela sua proliferação nos produtos industriais através de seus benefícios resultantes.

A criação de materiais acontece, muitas vezes, pela compatibilização entre materiais existentes. Atualmente, isso se dá pela compilação de compósitos avançados ou ligas especiais a partir da transformação de propriedades distintas por meio dos mais avançados centros de pesquisa. Através de uma gestação mais refinada da matéria e da energia, proporciona-se, num só material, um maior conteúdo de informações e uma maior gama de funções, podendo agregar, então, num só produto, tarefas multifuncionais disponibilizadas pelo próprio material aplicado.

Os problemas de seleção destes materiais começam pela existência da literatura técnica que deveria dar uma perspectiva de conjunto e adaptação interdisciplinar, porém ainda privilegia o tratamento de metais. Esta cultura se aplica em muitos livros destinados ao ensino de Engenharia e de Design que, por falta de atualizações das novas tecnologias e novos materiais para as publicações das últimas décadas, acabam, em suas páginas, menosprezando o tratamento dos outros materiais. Assim, torna-se necessário avançar no processo seletivo de materiais, sem tentar escapar da complexidade com que nos deparamos na definição dos materiais adequados num universo cada vez mais amplo de possibilidades, considerando que a correta seleção deve ser realizada de forma sistemática, em tempo adequado, possibilitando redução de custos e minimização de erros de projeto.

O impacto da seleção dos materiais no Design vem ao encontro do desenvolvimento industrial quando há uma articulação que permite a atividade de pesquisa em materiais além da tradicional, proporcionando um estudo dos materiais com uma abordagem baseada no Design. Esta intervenção do Design tende a vincular a preocupação da visão holística futura, onde a reabilitação dos materiais usuais caracteriza-se em uma atitude de recuperação diante a proliferação dos materiais poliméricos que já apontavam, segundo Manzini [MAN93], em torno de 1970, pequenas preocupações com o meio ambiente bem como a formação de uma crise energética global. Assim, o novo emprego destes materiais no mercado, abriu um grande leque de aplicações, valorizando em muitos casos o seu valor de sucata, possibilitando hoje a atividade de reciclagem fortalecida em projetos de Ecodesign.

Segundo Turra, Etchepare e Kindlein [TEK02], Ecodesign é uma forma ecológica de desenvolvimento de produtos. Assim, a partir do momento em que conhecemos os problemas ambientais e suas causas, passamos a influir na concepção, escolha dos materiais, fabricação, uso, reuso, reciclagem e disposição final dos produtos industriais.

As iniciativas de resgatar o envolvimento da sustentabilidade em nosso meio de vida são fortemente apontadas no conceito de projetos ecológicos, onde, através do Ecodesign, atende-se aos requisitos ambientais. Pode-se ainda dizer que, na maioria dos principais congressos ou eventos científicos ligados ao Design no país e no exterior, destacam-se projetos integrados com a melhor avaliação do ciclo de vida do produto.

Esta interação entre produto e meio ambiente ocorre através do Ecodesign, ou seja, Design para o Meio Ambiente - *Design for Environment (DfE)*, onde destacamos o Design para a Montagem - *Design for Assembly (DfA)*, Design para a Desmontagem - *Design for Disassembly (DfD)*, Design para o Serviço - *Design for Service (DfS)* e Design para a Reciclagem - *Design for Recyclability (DfR)*. É importante salientar que o (DfE) representa

uma perspectiva ambiental que influencia todas as demais variáveis, buscando determinar menor interferência sobre o meio, sob o ponto de vista de prolongar a vida útil dos produtos, minimizando o uso de fontes não renováveis para a sua fabricação.

Contudo, estes estudos voltados à preservação ambiental, principalmente quanto ao *DfE*, regido pela avaliação dos materiais de baixo impacto, possuem base consolidada na correta seleção dos materiais, promovendo a viabilidade técnica da cadeia produtiva com o uso de materiais retornáveis ao ciclo produtivo, característicos de compensação econômica no reprocessamento.

Tendo todo este cenário complexo e abrangente, propõe-se o ambiente da “Materioteca”, estruturado para proporcionar a pesquisa visual e tátil de materiais diversos, comparando sua funcionalidade, seu processamento, sua morfologia, sua durabilidade, sua percepção cognitiva, seu custo e seu impacto no meio ambiente. A implantação da Materioteca veio ao encontro de uma necessidade particularmente encontrada no setor calçadista do Vale dos Sinos no Rio Grande do Sul com uma Universidade formadora de Designers de calçado, proporcionando ao acadêmico mais uma ferramenta de contato com o meio industrial e, desta forma, caracterizando a proposta de fortalecimento do ensino, pesquisa e extensão entre Universidade, Empresa e Acadêmicos em formação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No passado (pré-história), a descoberta dos materiais se ateu a dar funcionalidade aqueles detectados pelo homem, passando-se a incorporar novas e lentas aplicações no decorrer dos milênios, com a introdução da pedra, cobre, bronze, ferro e a conseqüente exploração dos metais e suas ligas, aumentando-se o entendimento sobre as propriedades distintas que eles proporcionavam. Na figura 1, adaptada de ASM Handbook [ASM97], a evolução dos materiais, representada pela linha do tempo, identifica a transformação dos materiais até os dias atuais e uma breve expectativa para o futuro.

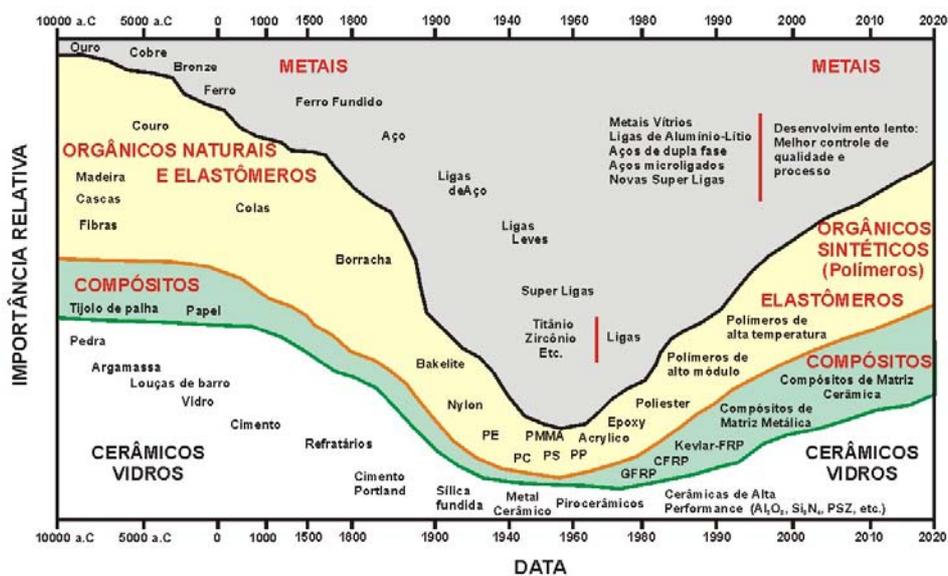


Fig. 1 – Gráfico da evolução dos materiais

Fonte: Adaptado de ASM Handbook [ASM97].

A importância relativa que os materiais conquistaram e buscam conquistar se reflete no crescente uso dos mesmos, explorando suas propriedades específicas de forma cada vez mais produtiva, de tal modo que o homem passe a identificar constantes necessidades para novos produtos, criando requisitos de projeto e induzindo a Engenharia de Materiais a disponibilizar novas alternativas de materiais.

No gráfico acima, esta importância relativa apresenta-se de forma igualmente distribuída, valorizando, para o futuro, as diversas classes dos materiais em graus equivalentes, onde os cerâmicos e compósitos tendem a ampliar seu campo de ação e os metais e polímeros tendem a simplificar a gama de opções, aperfeiçoando mais seus processos na busca pela qualidade dos produtos.

Contudo, esta disposição futura dos materiais reflete numa tendência que vem sendo observada pelo rumo de exploração das matérias primas, conforme sua disponibilidade no planeta. Onde a identificação do tempo de vida, que um produto pode oferecer, passa a ser amplamente valorizada através das propriedades de seu determinado material, bem como sua predisposição a constantes extrações.

Esta avaliação do ciclo de vida dos materiais apresenta-se mais detalhada no capítulo seguinte, onde os fatores ambientais, decorrentes da crescente produção industrial, também estabelecem um compromisso com a seleção dos materiais para novos projetos.

2.1 Avaliação do ciclo de vida dos materiais

Toda a matéria prima que origina os materiais industriais, na maioria de suas classes, está submetida, algum dia, ao fim de suas reservas, como o

polêmico caso do Petróleo que proporciona inúmeros derivados, originando distintos materiais, e que será, supõem-se, extinto em algumas dezenas de anos. Mas, possivelmente, estas afirmações não excedam a meras especulações do mundo capitalista em que vivemos, com o objetivo unicamente econômico, para a valorização desta mercadoria, ainda indispensável para a sobrevivência da humanidade.

No entanto, não podemos dispensar a hipótese de avaliar o ciclo de vida dos materiais, propondo alternativas sustentáveis para sua reposição no meio industrial, sem interferir na qualidade de vida dos consumidores. Para isso, as interpretações de redução, reaproveitamento e reciclagem dos materiais (3R's), segundo Annes [ANN03], fomentam iniciativas para uma melhor avaliação do tempo de uso de determinado material e sua influência no meio ambiente, buscando reduzir o consumo de materiais e energia através do projeto de processos e produtos mais eficientes: reusar bens e componentes sempre que possível; reciclar os materiais de bens usados que não possam ser aproveitados de outra forma.

No ciclo global dos materiais, apresentado na figura 2, a cadeia se inicia na terra (1) de onde se realiza a prospecção, mineração ou colheita dos elementos que irão compor a matéria prima bruta (2), como carvão, minérios, madeira, petróleo, rochas e plantas. É a partir dela, então, que, através de um processo de extração, refino ou processamento, obtém-se a matéria prima básica (3), como metais, papel, cimento, fibras, produtos químicos, que fornecerá condições necessárias, através de processos de transformação, para a obtenção da matéria prima industrial (4), como pellets, chapas, barras, tarugos, rolos, etc. Esta, por sua vez, servirá para fabricação ou montagem de produtos industriais, caracterizando os bens de consumo (5), tais como máquinas, acessórios, utensílios, embalagens, ou seja, produtos diversos.

Estes bens possuem determinados ciclos de vida úteis que, através do seu uso ou serviço, transformam-se, no futuro, em sucatas ou resíduos (6),

sendo que, neste estágio, este material, proveniente da sucata, retorna para o meio ambiente, podendo afetar, de certa forma, a continuidade da mineração da matéria prima bruta, através de contaminações. No entanto, se ele passa a ser reutilizado, recuperado ou reciclado, diminui esforços para novas produções industriais.

As grandes áreas relacionadas neste ciclo, que buscam interação com o Design, são a Ciência e Engenharia do Meio Ambiente (hemisfério esquerdo) e a Ciência e Engenharia dos Materiais (hemisfério direito), considerando-se que o foco ambiental do Designer apresenta sua ação no campo da Engenharia dos Materiais, através do desenvolvimento de novos produtos, buscando colher resultados no campo da Engenharia do Meio Ambiente.

CICLO GLOBAL DOS MATERIAIS

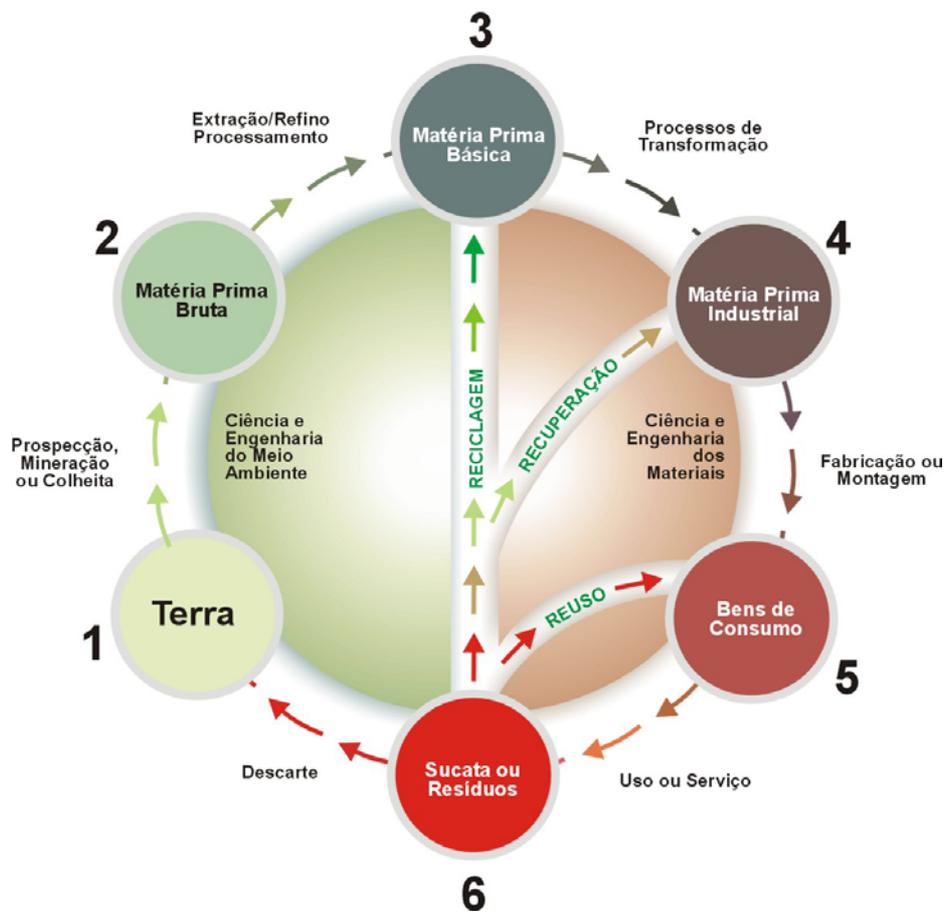


Fig. 2 – Ciclo global dos materiais
Fonte: Adaptado da Disciplina de Design e Seleção de Materiais – PPGEM / UFRGS

A interpretação sustentável deste ciclo torna-se evidente com o uso das alternativas de reuso, recuperação e reciclagem. Onde, no primeiro caso, o próprio consumidor pode adaptar o produto ou material considerado insuficiente à sua função inicial, de modo que, após seu descarte, venha a ser reutilizado para outro fim. No segundo caso, o produto ou material, após descarte, vem a sofrer uma ação de restauração de partes de sua estrutura, podendo receber componentes agregados por processos industriais para viabilizar seu reposicionamento como bem de consumo. Na terceira opção, o ato da reciclagem, como processo que proporciona a maior liberdade de exploração do material, viabiliza a fabricação de novos produtos distintos do original. Nas três situações, a reciclagem aborda maior consumo de energia para sua consolidação e o reuso, conseqüentemente, representando a opção mais econômica, além de limitada.

Annes [ANN03] conceitua “reuso” como utilizar novamente os sistemas e subsistemas dos objetos em sua forma original; “recuperação” como processar determinados produtos (sistemas e subsistemas) novamente e não obrigatoriamente como da forma original; e “reciclagem” como aproveitar dos produtos descartados seus materiais que podem voltar para as indústrias como matéria-prima para a fabricação de novos produtos.

Neste contexto, Kindlein, Braum e Guanabara [KBG02] representam o caminho da sustentabilidade para o desenvolvimento de produtos, por meio do raciocínio do Design para o Meio Ambiente como referência inicial de concepção e não ao contrário, como normalmente ocorre. A reciclagem abordada no contexto ambiental da insustentabilidade não apresenta preocupação com os motivos pelos quais são gerados tais resíduos sujeitos à reciclagem, conforme apresentado pelos autores na figura 3.

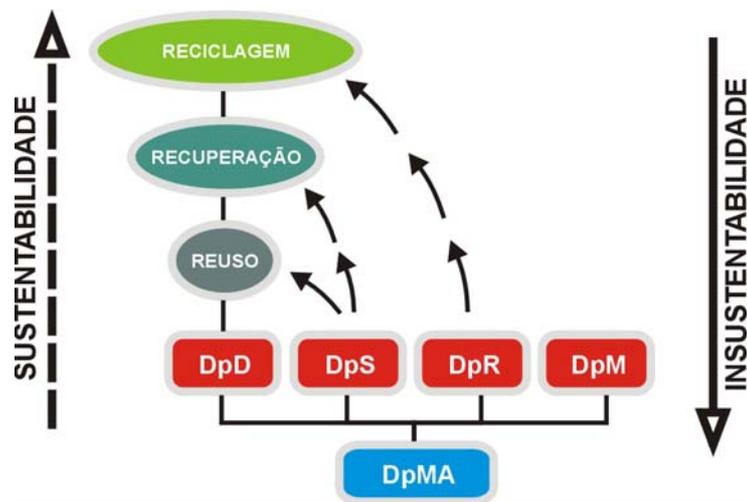


Fig. 3 – Conceção de Produto Ambientalmente Consciente
 Fonte: Adaptado de [KBG02]

A detalhada avaliação deste processo global implica na Análise do Ciclo de Vida (ACV) de um produto ou material que, segundo REIS [REI95], é um processo de avaliação dos produtos ambientais, associado a um sistema de produtos e serviços, que permite identificar e avaliar os impactos dos produtos no meio ambiente ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração dos materiais até a sua produção, transporte, uso e descarte após o uso. O autor propõe, assim, adotar uma metodologia de investigação referente a todos os estágios do desenvolvimento de um produto.

Desse modo, através da ACV, a determinação quantitativa dos impactos ambientais deve ser avaliada a partir de um fluxo de entradas até as saídas, durante todo o ciclo de vida do produto, com o qual pode-se obter uma série de efeitos ambientais, tais como: Entrada, matérias-primas ou energia; Saídas, emissões gasosas, lançamento dos efluentes, consumo de energia, geração de resíduos e contaminação do solo, assim como a produção de ruídos, vibrações, radiações, calor, etc., como mostra a figura 4.

ESTÁGIOS DO CICLO DE VIDA

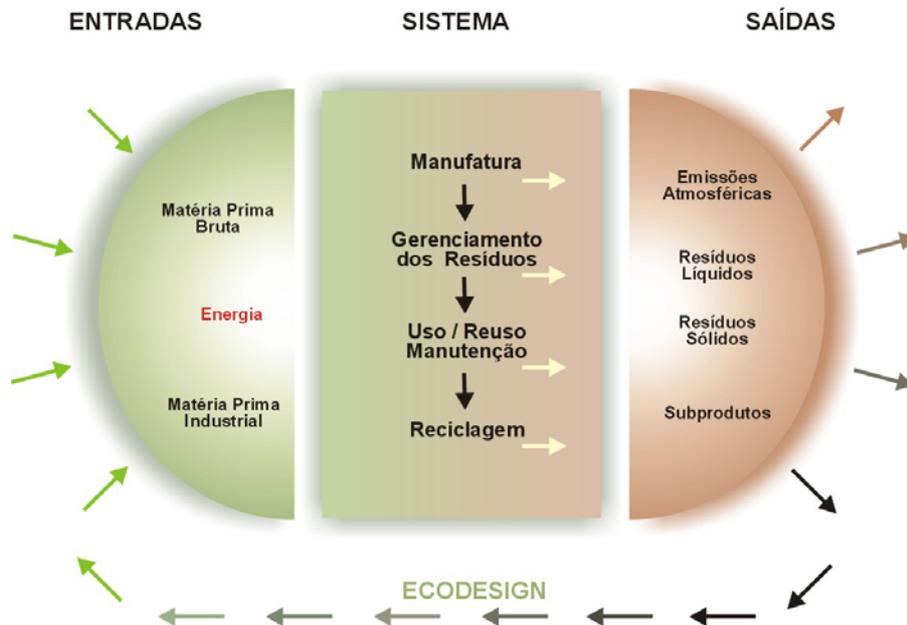


Fig. 4 – Estágio do Ciclo de Vida do Produto
Fonte: Adaptado de PRATES [PRA98]

A publicação “O século do Design” [CBR00], onde se enfatiza os problemas principais dos últimos tempos, no que se refere aos produtos industriais, indica que vivemos um período de releitura do que já foi tendência no mundo, que agora a grande novidade é a aplicação de novos materiais nestes projetos e que, se possível, sejam recicláveis e ecologicamente corretos. Uma das dificuldades para o designer, descritas neste texto, é que não existe incentivo, tampouco patrocínio para a pesquisa de novos materiais no Brasil. Nos países desenvolvidos existem grandes empresas apoiando e patrocinando pesquisadores para o desenvolvimento de novos materiais para a melhoria contínua dos produtos industriais e o bem estar da humanidade. Hoje, em 2005, percebe-se alguma manifestação dos órgãos de fomento no Brasil, como o CNPq que promove apoio financeiro em editais para pesquisas relacionadas à gestão ambiental no desenvolvimento de novos equipamentos e materiais relacionados ao desenvolvimento sustentável.

De fato, percebe-se que qualquer produto gera impacto em maior ou menor grau. Mas é no estágio da concepção do produto que o Designer define a maioria de seus atributos e é nesta oportunidade que ele buscará melhorar o desempenho ambiental com a redução de custos, minimização de processos de fabricação e utilização de materiais compatíveis com o desenvolvimento sustentável.

A vida de um objeto no tempo é ligada a fenômenos que dependem dos materiais e seus processos, mas é a sua superfície que mostra os sinais das transformações e é da superfície que dependem muitos dos fatores que colaboram para o envelhecimento do produto.

No tempo, de fato, é que notamos a relação entre as características físico-químicas do material e o ambiente, podendo-se emergir fenômenos de corrosão, oxidação, abrasão, fissuramento e ataques biológicos da parte de microorganismos. Estas ações do meio, frente à superfície do material, levam a uma perda da qualidade inicial, através do decréscimo das propriedades, que chamamos de degradação.

Logo, é questionado: “Quanto deve durar um objeto?” Esta pergunta é uma interrogação central em cada processo projetual, onde se articula, então, uma outra questão: “Qual a degradação aceitável no tempo previsto?” Segundo Manzini [MAN93], a resposta pode estar no plano estreitamente técnico, como também cultural, já que, em ambos os casos, a qualidade da superfície do produto é mandatária. No plano técnico a resposta é mais simples: as qualidades iniciais do objeto e das eventuais proteções sobre sua superfície não devem comprometer o tempo de vida previsto na fase do projeto. Culturalmente, é mais complexo. Por vezes, o distanciamento da condição do “novo de fábrica” não é totalmente requerido, como no caso de materiais que são projetados para apresentar “*patina del tempo*” – um envelhecimento do tempo, exemplificado pelo óxido de cobre, que dá o esverdeado e o aspecto envelhecido, requerido em algumas superfícies projetadas, resultando em um estilo clássico ou antigo do produto.

2.2 Sistemas de Seleção de Materiais

Portanto, a atividade de seleção de materiais em um projeto de produto envolve inúmeros fatores que devem ser considerados, sendo normalmente apontados de forma representativa, para definir como será o resultado da proposta. Um dos fatores importantes neste processo é a multiplicidade de critérios adotados. O que acontece na prática é que se seleciona um material para um novo produto, baseando-se em um conjunto de critérios que podem ser até conflitantes, ocasionando dificuldades para se obter uma satisfação simultânea e impondo-se, assim, a necessidade de procedimentos de interação e otimização.

Segundo Maurizio Ferrante [FER96], em projetos de produto, os responsáveis pela sua concepção, inicialmente, baseiam-se em determinar critérios de seleção de materiais dentre os quais destacam-se os listados abaixo:

- a) Considerações dimensionais – O tamanho do projeto pode influenciar na escolha do material, na intenção de viabilizar sua produção de acordo com determinações possivelmente limitadas em relação a sua execução;
- b) Considerações de forma – O Design do produto caracteriza uma necessidade de compatibilizar as intenções visuais com a viabilidade técnica de produção, de forma que alguns materiais podem restringir as suas possibilidades de execução em determinado formato;
- c) Considerações de peso – O controle de densidade está relacionado a exigências do projeto, determinando uma gama específica de possibilidades, influenciando na estabilidade ou equilíbrio do produto, na avaliação ergonômica, nas questões relacionadas ao conforto do usuário, etc;

- d) Considerações de resistência mecânica – A qual impõe, como requisito, uma performance compatível com a ação de forças aplicadas sob o produto, definindo seleções conciliadas com necessidades requeridas no suporte à influência mecânica ou na sua fragilidade proposital;
- e) Resistência ao desgaste – Condiciona a seleção de materiais a um desempenho caracterizado, normalmente, pela minimização do desgaste, podendo estar ainda relacionado à maximização do consumo de determinada peça;
- f) Conhecimento das variáveis de operação – Estabelece uma influência na avaliação dos materiais quanto a exigências específicas solicitadas em serviço, de acordo com a análise da tarefa que o projeto estará submetido;
- g) Facilidade de fabricação – Uma condicionante muito usual que visa, normalmente, a praticidade nas etapas de fabricação, onde está situada a variável DfA (*Design for Assembly*);
- h) Requisitos de durabilidade – O produto apresenta necessidades de amplo ou simplificado período de vida, de acordo com os propósitos de uso pré-definidos, apresentando relação com a variável DfE (*Design for Environment*), regida pela análise do ciclo de vida do produto;
- i) Número de unidades – Fator no qual determina-se a escolha do material, somando-se o requisito de facilidade na fabricação do produto com custos de produção, podendo-se ou não amortizar os mesmos de acordo com o número de peças produzidas, determinando-se uma seleção de materiais de acordo com os investimentos viáveis à produção em série;
- j) Disponibilidade de material – Requisito apontado pelo cruzamento de facilidade de fabricação com a variável custo, podendo-se, ainda, estabelecer a influência do DfE, agregando a preocupação ambiental;

- k) Custo – Explicitamente condicionada a uma redução ou ampliação de investimentos, correlacionada com uma grande gama de requisitos de projeto, estabelecendo uma boa interação na decisão de escolha dos materiais;
- l) Viabilidade de reciclagem – Normalmente caracterizada pela escolha de matérias primas passíveis de reprocessamento, conforme a variável DfR (Design for *Reciclability*), mantendo o valor agregado da produção para as futuras gerações do produto resultante. Os requisitos ambientais e fatores econômicos do país influenciam decisivamente;
- m) Valor de sucata – Necessidade relacionada ao interesse comunitário de produção sustentável, onde o mercado aponte abertura para manipulação constante das matérias primas já utilizadas, estabelecendo-se uma valorização para a coleta seletiva dos materiais;
- n) Grau de normatização – Normalmente refere-se a uma restrição apontada por exigências indispensáveis, previamente definidas e regulamentadas a produtos de aplicações específicas, onde, normalmente, o fator segurança esteja relacionado;

Existem ainda quesitos que, por vezes, são mandatários, tais como requisitos ou restrições relacionados a propriedades térmicas, ópticas, elétricas, químicas, degradação, etc.

Dentre os critérios citados, uma determinação usual, encontrada nos processos de seleção, é o da redução de peso, sendo que antes de eliminar os materiais convencionais a favor dos mais leves, há que quantificar a presumível vantagem resultante da substituição. Nesta situação, percebe-se que, em geral, os materiais leves, que atendem os requisitos de projeto, são mais caros do que os materiais substituídos; porém, generalizam-se as aplicações em engenharia destes materiais, já que é necessário contabilizar, também, as

economias decorrentes das tecnologias de fabricação adequadas. Um exemplo seria a facilidade com que se obtém uma peça de plástico com forma complexa e de peso reduzido, que porventura exigiria a combinação de diversos componentes, se produzida em metal.

No processo de Seleção de Materiais, o Designer ou Engenheiro responsável pelo projeto se depara com um desafio que irá determinar os fatores de sucesso e de inovação para o seu novo produto. Na maioria das vezes, o problema no uso de materiais é o de selecionar os adequados entre os milhares que estão disponíveis. Existem diversos critérios com base nos quais uma decisão final é atingida. É importante salientar que as condições de serviço devem ser caracterizadas, pois elas ditarão as propriedades requeridas do material, onde se pode observar, por exemplo, reduções significativas na resistência mecânica de certos metais através da exposição prolongada do material a temperaturas elevadas ou ambientes corrosivos.

Em ocasiões muito raras, apenas um material indicado a um projeto apresentaria uma combinação de propriedades “máxima ou ideal”, suprimindo todas as necessidades requeridas pelo produto. Neste sentido, Ferrante [FER96] comenta a necessidade de se estabelecer um “compromisso” de uma característica com a outra, dando um exemplo clássico, onde envolve resistência mecânica e ductilidade. Normalmente um material que possui uma resistência mecânica elevada apresentará uma ductilidade limitada.

O autor ainda comenta que quanto maior o número de requisitos influenciáveis no processo decisório da escolha dos materiais, mais priorizada deve ser a prática de uma sistematização dos procedimentos de seleção deve ser priorizada, para se estabelecer uma avaliação de pesos, ressaltando a valorização das propriedades solicitadas, que atribuirão confiabilidade ao projeto. Esta valorização pode ser atribuída por meio de um “compromisso” entre duas características ou propriedades, onde o mérito obtido, geralmente,

ocorre por uma relação entre a propriedade que se quer maximizar com a que se deseja minimizar.

Assim, para facilitar a organização deste confronto de propriedades, deve-se, então, definir a hierarquia dos requisitos de projeto, onde o projetista visa a determinar as prioridades, confrontando fatores funcionais, estruturais, econômicos, ambientais, entre outros, permitindo atribuir sempre o “peso” mais elevado frente aos requisitos concorrentes.

Na grande maioria dos projetos, a consideração prevalecente está, normalmente, vinculada ao fator econômico, apontado pelo empresário fabricante, onde é questionado qual será o custo do produto acabado. Neste tipo de solicitação, um material pode ser encontrado, atendendo a certo conjunto de propriedades exigidas, mas pode ser proibitivamente caro em relação ao preço do produto lançado no mercado.

No desenvolvimento tecnológico associado à produção industrial, a seleção de materiais tem contribuído para indicar as direções dos vetores tecnológicos e econômicos dos projetos de Design e Engenharia, favorecendo na alavancagem de produtos cada vez mais competitivos.

Um material muitas vezes “amadurece” no seu conceito de aplicabilidade, após descobertas involuntárias de formas de uso inesperadas que acabam até dando origem a produtos de sucesso. Um exemplo disso é o caso da *Minnesota Mining and Manufacturing* - 3M que criou um adesivo que tinha como característica uma cola que não secava. A este material não se deu, a princípio, a devida importância, por não sido avaliado corretamente as suas propriedades. Hoje, no entanto, é responsável por um dos produtos mais vendáveis da 3M, o “*Post-it*”, descoberto por Art Fry: um bloco de notas amarelo que pode ser fixado em qualquer lugar, bem como ser removido sem deixar resíduos ou proporcionar dificuldades de manuseio. A 3M incentiva seu pessoal técnico a gastar 15% de seu tempo trabalhando em idéias inovadoras, na

esperança de que um dia as propostas favoritas possam se transformar em novos produtos.

O moderno conceito de Design Industrial freqüentemente defronta-se com a necessidade de substituir o material empregado na fabricação de um produto por outro que atenda a novas exigências de projeto ou da sociedade. As exigências da sociedade para o corrente milênio têm tido os principais acionadores de aspectos como: necessidade de se reduzir consumo de energia e preservar a vida e o meio ambiente. Neste sentido, o Ecodesign, muitas vezes, é adotado como enfoque principal nas propostas de projeto. Braga Assunção [ASS00] comenta que selecionar o “melhor material” envolve mais do que escolher um material cujas propriedades provêm da performance requerida pelo design. Essa escolha está intimamente ligada ao processamento do material. É importante considerar etapas antes, durante e após a concepção, realização e até após o descarte do produto.

Na intenção de atender a estas demandas, o Designer deve colocar em prática mecanismos que permitam prever a eficácia e a durabilidade das soluções encontradas para a fabricação de um determinado produto. Isto requer o desenvolvimento de parâmetros específicos que permitam quantificar e escolher um determinado material para a fabricação de um produto, permitindo ao projetista ter acesso, de maneira rápida, ao universo de materiais que podem atender à sua demanda e escolher, dentro deste leque, aquele que melhor se adapte à solução desejada.

Deste modo, as pesquisas, por meios de comunicação eficientes que esclareçam as alternativas viáveis de seleção de materiais de forma a proporcionar comparações entre opções tangíveis, são normalmente buscadas, mas, eventualmente, encontradas, diante da dificuldade organizacional do amplo banco de informações sobre materiais existentes que proporcione tranqüilidade no processo de seleção. Segundo Nonaka e Takeuchi [NTA97], é

necessário processar, transmitir e, principalmente, comunicar essa informação de maneira eficiente.

Segundo Manuel Jarufe [JAR00], um modelo de representação da informação ou conhecimento, que tente relacionar as características dos processos cognitivos com o formato e estruturação da informação ou conhecimento, utilizando-se diagramas de fluxo de processos dentro de estruturas hipertexto, incluindo recursos de multimídia e que ainda podem ser disponibilizadas em uma rede de computadores via internet, denomina-se um “Hipergrama”. Este modelo organizacional sugere facilitar a correta tomada de decisões e tratamentos da informação pelo suporte informacional e a condução do processo de raciocínio dentro de uma seqüência operativa. Ainda diz que o fluxograma dos procedimentos de operação, associados a recursos de “hipergramas”, aumentam muito o poder de procura, seleção, consulta, transmissão, assimilação e utilização do conhecimento ou informação.

Sua proposição induz à avaliação de símbolos e cores em diagramas de modo a facilitar a compreensão da situação, onde a interface apresenta elevada importância pelo seu grau de adaptação com as características do usuário e da atividade proposta, fortalecendo o uso de seqüência lógica ao tratamento de informações e tomada de decisões, diminuindo, assim, a possibilidade de erro ou falha humana.

Na busca de fontes de informações, vinculadas ao conceito de Jarufe, encontra-se gratuitamente na internet algumas referências que, baseadas em fontes bibliográficas, podem contribuir na tarefa de seleção de materiais, onde o Designer necessita investigar bancos de dados diversos a fim de comparar características peculiares de cada material, como, por exemplo, a base de dados virtual de materiais, *MatWeb – Material Property Data* [MAT05], a qual permite cruzar valores de requisitos de projeto, obtendo-se uma triagem dentro de uma ou duas categorias de materiais pré definidas pelo banco de dados oferecido. De outra forma, o Laboratório de Design e Seleção de Materiais

(LdSM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS apresenta informações que complementam as possibilidades de seleção de materiais para um projeto, podendo-se julgar o desempenho dos diversos materiais para a função específica desejada, com uma linguagem voltada a formação do Designer e rica em ilustrações.

O banco de dados virtual do LdSM [LDS05] apresenta uma estrutura de materiais distintos por classes, divididos em Polímeros, Cerâmicos, Metais, Compósitos e Naturais, sendo que esta última, na linguagem dos Engenheiros, não é normalmente observada como uma classificação onde se apresente uma aplicação industrial direta. Porém, na área de atuação do Designer, os materiais Naturais possibilitam largas e crescente aplicações, apontando, como conceito, a viabilidade de fontes renováveis.

O site do LdSM apresenta informações variadas dos diferentes materiais (fig. 5 a 8), com suas respectivas propriedades e algumas vantagens, como, por exemplo, imagens anexadas, exemplificando as possíveis aplicações destes materiais, além de fornecedores, possíveis processos de fabricação por meio de animações tridimensionais para o melhor entendimento do Designer, bem como seu comportamento frente ao meio ambiente, formas de união, entre outras informações.



Fig. 5 – Portal do LdSM na internet
Fonte: www.ufrgs.br/ndsm



Fig. 6 – Acesso ao banco de dados – materiais
Fonte: www.ufrgs.br/ndsm



Fig. 7 – Exemplos de processos de fabricação Fonte: www.ufrgs.br/ndsm



Fig. 8 – Avaliação de produtos - processos e materiais Fonte: www.ufrgs.br/ndsm

Os exemplos de produtos apresentados no site auxiliam no entendimento dos possíveis materiais e processos a serem utilizados em produtos similares, dispondo ao Designer mais uma fonte de pesquisa que alimenta a necessidade de conhecimento técnico e informação visual. Porém, a virtualidade de todo o meio não permite suprir a carência do contato táctil com os materiais, pois o estímulo palpável que as superfícies dos materiais possibilitam e auxiliam o projetista na escolha de uma seleção desejada, conforme requisitos sensoriais, não são, neste caso, devidamente explorados.

Outro sistema de seleção de materiais é o da Materials Connexion® [MCN05], que apresenta uma extensa base de dados, disponibilizando mais de 2000 materiais diferentes, apresentados por distintos processos de fabricação, expondo mais de 3000 variações dos mesmos. No entanto, seu acesso virtual não é gratuito e as informações sobre os materiais são breves e descritivas. Há declarações pertinentes ao seu reconhecimento para a seleção em projetos, ou seja, informações menos técnicas em relação às demais fontes, mas com linguagem favorável ao Designer. O endereço virtual possibilita uma avaliação prévia do conteúdo oferecido, com uma vantagem: todos os materiais existentes na base de dados estão disponíveis para contato táctil em sua sede, em Nova Iorque, com filiais em Milão - Itália e Cologne – Alemanha, conforme ilustrado na figura 9.



Fig. 9 – Instalações físicas da Material Connexion
Fonte: Material Connexion [MCN05]

Buscando-se evoluir nas técnicas de seleção de materiais e suas interpretações ou comparações entre diversos existentes, Michael Ashby [ASH03] criou os “mapas de propriedades”, os quais deram origem ao software de Seleção de Materiais, nomeado de Cambridge Materials Selector ® - CMS 2.0, conforme observado na figura 10 e 11, com o apoio dos desenvolvedores da Granta Design ®. Este programa possibilitou realizar, de modo virtual, o cruzamento de informações dotadas de propriedades distintas, onde, a partir de um banco de dados pré definido, se faz a triagem dos materiais coincidentes aos requisitos solicitados em etapas progressivas de cruzamento, eliminando os materiais que ali não apresentam as características requeridas pelo projetista. Desse modo, o software permite separar os materiais ditos adequados ao projeto proposto, limitando-os a poucas unidades para aplicação, após várias etapas de restrições.

que destaca os atributos de formabilidade, maquinabilidade, moldabilidade e soldabilidade dos materiais.

A sensibilização com os fenômenos ambientais, definidos pelo impacto da produção industrial, influenciou no aspecto de seleção de materiais deste software, possibilitando também a identificação de parâmetros relacionados a propriedades ecológicas (*eco properties*), visualizadas na figura 13 a seguir. Nela, destacam-se atributos, como recursos de fonte renovável, biodegradabilidade, produção de gás carbônico, ciclo de vida, incineração, disposição em aterro, custo energético e reciclabilidade do material, contribuindo cada vez mais na inclusão das variáveis do Ecodesign, julgando-se importante esta etapa do processo criativo, que deve ser vinculada ao período inicial de projeção.

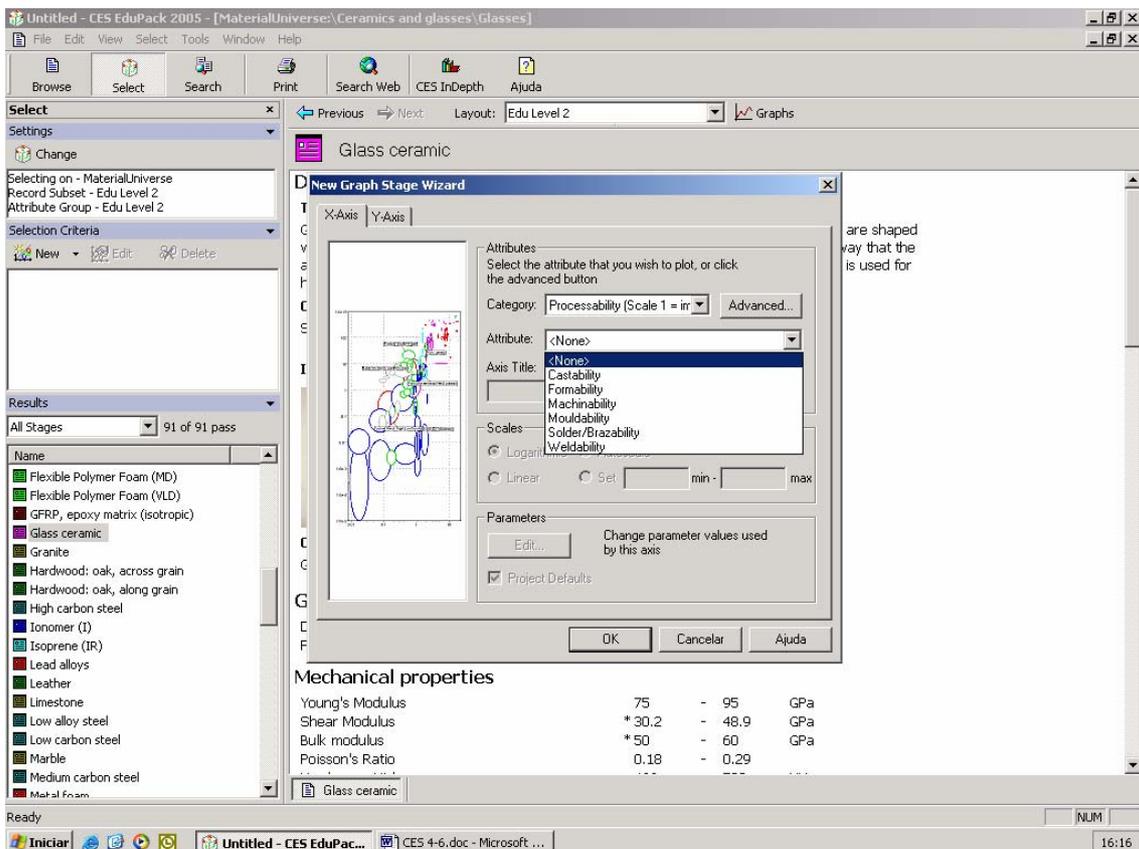


Fig. 12 – Definição de atributos de processamento
 Fonte: CES 4.2 (Software - Granta Design – Edupack 2005)

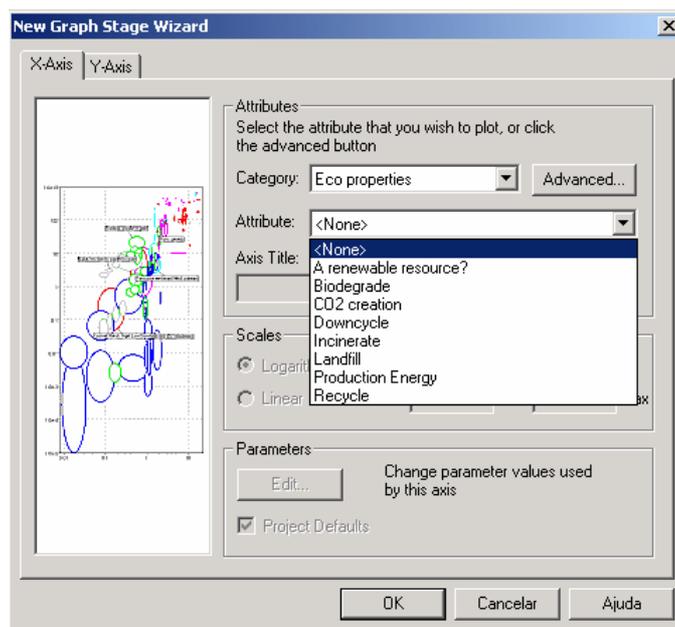


Fig. 13 – Definição de atributos ambientais
Fonte: CES 4.2 (Software - Granta Design – Edupack 2005)

As demais especificações técnicas dos materiais quanto a impacto ambiental e possíveis identificações previstas no código internacional para materiais recicláveis, ou seja, a sinalização que identifica o material, viabilizando sua correta separação após descarte, bem como observações relacionadas as usuais aplicações de determinado material, são também listadas, conforme observado na figura 14.

Para todos os atributos, a visualização resultante ocorre, também, através dos mapas de seleção graficamente representados, onde, a partir deles, pode-se eleger uma área de abrangência para que os valores importantes ao projeto sejam elegidos com a interação do ponteiro do *mouse*, ocorrendo, de forma arbitrária, conforme desejo do usuário. No entanto, para realizar um projeto onde a escolha de parâmetros tenha definições precisas entre uma escala de valores mínima e máxima, é permitido estabelecer uma busca detalhada através do software, identificada na figura 15, podendo-se comprometer ainda mais com os requisitos apontados pelo Designer ou Engenheiro em qualquer um dos atributos disponíveis.

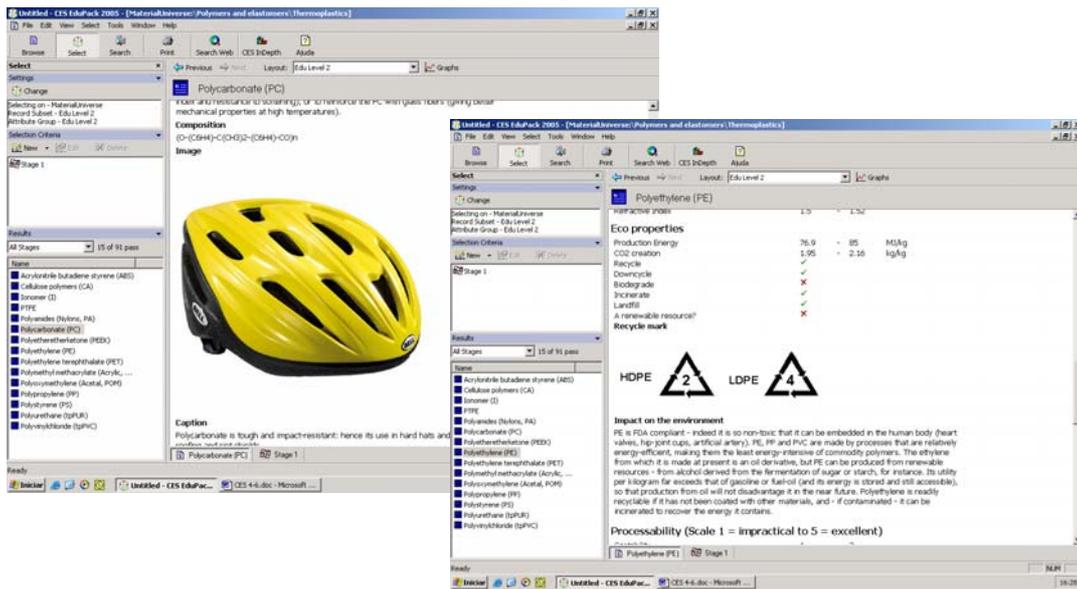


Fig. 14 – Apresentação de aplicações e definições específicas.
Fonte: CES 4.2 (Software - Granta Design – Edupack 2005)

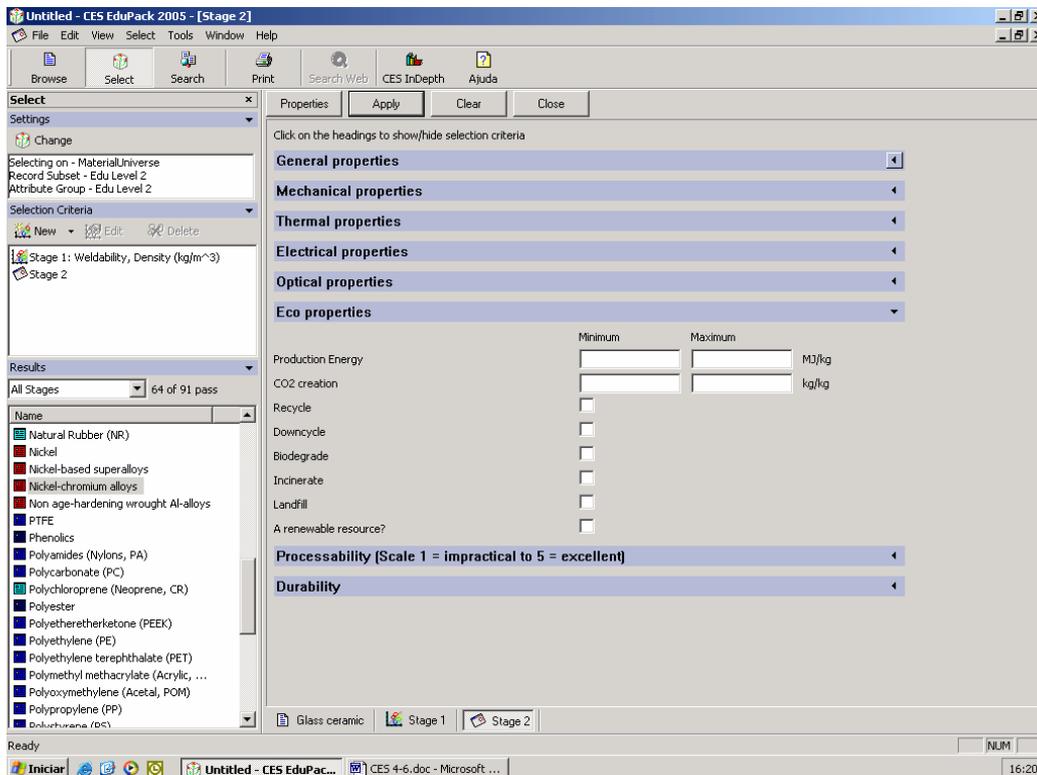


Fig. 15 – Definição precisa de valores dos atributos.
Fonte: CES 4.2 (Software - Granta Design – Edupack 2005)

A intervenção do consumidor ou usuário do produto, no sentido de passar a exigir melhor qualidade, custo e competitividade na venda ou aquisição de seus produtos, refletiu, significativamente, neste processo de seleção dos materiais, impondo aos fabricantes, dos mesmos, a busca no atendimento destes quesitos, possibilitando a expansão e aceitação dos produtos no mercado. Neste sentido, observações quanto a quesitos de durabilidade, foram também aperfeiçoados no programa, caracterizando bons recursos para a melhor compatibilização dos materiais avaliados diante das ações das intempéries, promovendo, assim, uma análise qualitativa quanto a flamabilidade do material, comportamentos sobre a água doce e salgada, solventes orgânicos, raios ultra violeta, entre outros, conforme identificado na figura 16.

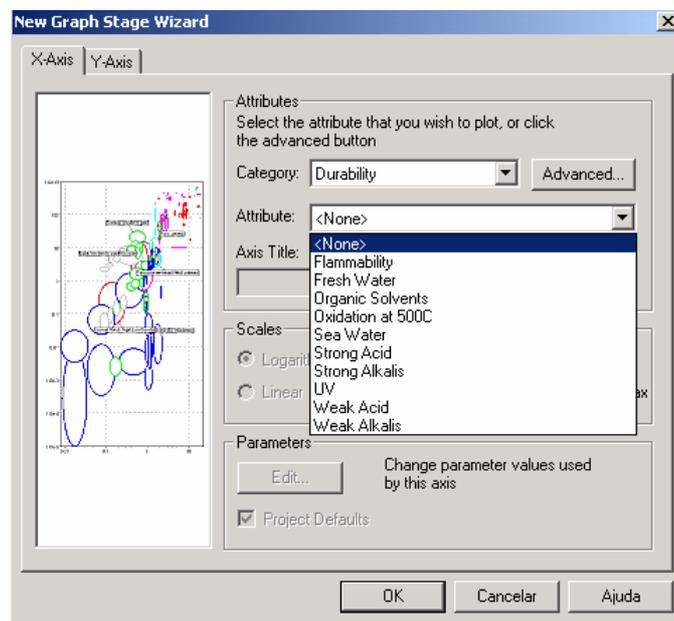


Fig. 16 – Definição de atributos de durabilidade
Fonte: CES 4.2 (Software - Granta Design – Edupack 2005)

Percebe-se, ainda, com a evolução dos materiais no decorrer do último milênio, a apresentação constante de multiplicações das espécies distintas

definidas dentro de suas classes, interferindo também na incorporação de uma ampla base de dados de materiais, comparada com a sua versão anterior apresentada pelo CMS 2.0, de tal forma que a visualização global dos materiais, através dos tradicionais mapas de seleção, passaram a ser mais completos, ao mesmo tempo em que complexos. No entanto, pode-se realizar filtragens prévias para iniciar a pesquisa em bases pré-selecionadas, estabelecendo-se níveis de pesquisa em grau 1, 2 ou 3, representando seu nível de detalhamento e abrangência da base de dados dos materiais. A figura 17 apresenta um exemplo da complexa apresentação dos atuais mapas de seleção exclusivamente nos materiais metálicos.

A citada evolução dos materiais, que hoje reflete na dificuldade do processo de seleção de materiais, apresenta curiosas tendências, abordando a identificação de novas propriedades pela derivação da gama de materiais existentes.

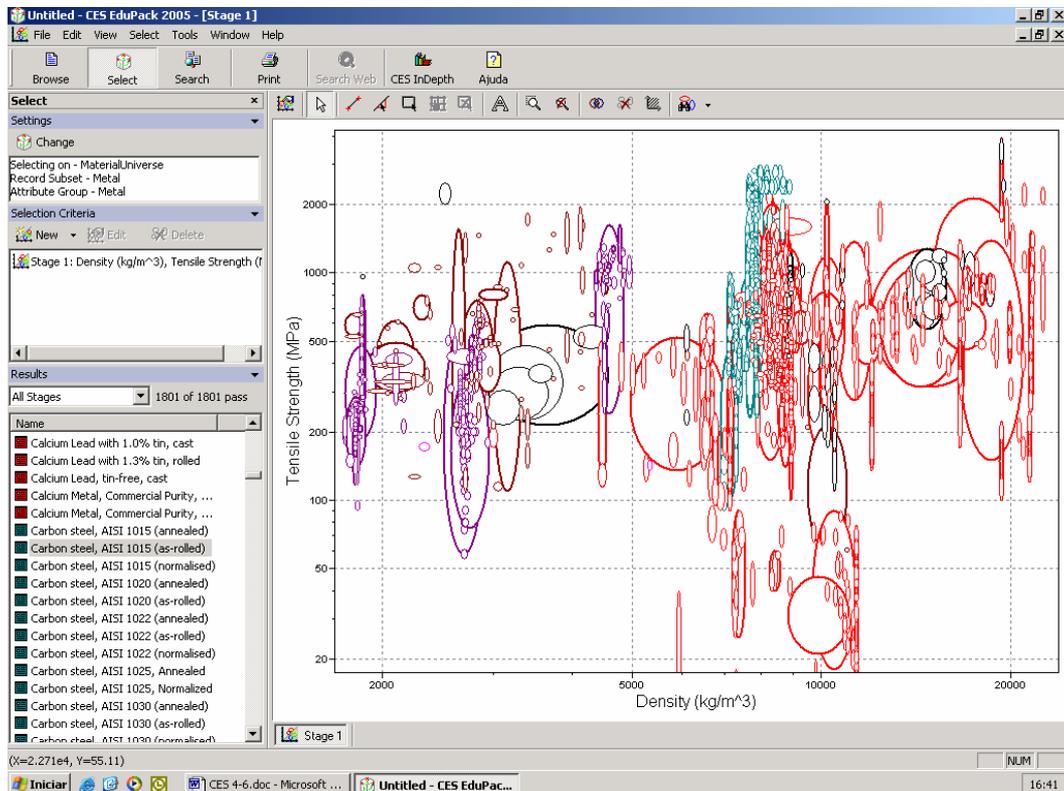


Fig. 17 – Mapa de seleção de materiais – CES 4.2
Fonte: CES 4.2 (Software - Granta Design)

Buscando prospectar alternativas para conquistar os aspectos visuais requeridos em projeto e levando em consideração os fatores externos influenciáveis, assim como o próprio tempo de utilização do produto, podemos então conceber uma seleção adequada dos materiais para satisfazer tais requisitos, sendo que uma destas alternativas foi encontrada na primeira proposta de estruturação da Materioteca, identificada como uma biblioteca, porém de materiais, visando disponibilizar informações pertinentes ao desenvolvimento de produtos, principalmente quanto às características dos diversos materiais disponíveis no mercado.

2.3 A reconhecibilidade das variáveis subjetivas

Os nossos órgãos dos sentidos, identificados pela percepção visual, tátil, auditiva, olfativa e do paladar, ao serem estimulados caracterizam a identificação das sensações. Segundo Kunzler [KUN03], estas sensações podem ser externas, ou seja, tudo aquilo que for humanamente perceptível no mundo exterior, refletindo as propriedades e aspectos passíveis de interpretação. Podem ser também internas, envolvendo partes isoladas de nosso corpo e o estado dos órgãos internos. Assim como podem ser especiais, como, por exemplo, as sensações de fome, sede, fadiga, mal ou bem-estar, etc.

O autor ainda comenta que a percepção é a apreensão de uma variável objetiva (relacionada às propriedades dos materiais, abordadas no capítulo 2.2), baseada em sensações, acompanhada de representações e freqüentemente de juízos, onde, segundo Ballone [BAL05], nas sensações envolve-se, predominantemente, elementos neurofisiológicos e nas percepções predominam os elementos psicológicos.

As variáveis subjetivas, fundamentadas pelos cinco sentidos, aplicados conjuntamente em diversas combinações, despertam distintas interpretações do mundo que nos rodeia, indo além dos simples atributos dos objetos, como dimensões, formas, coloração e posicionamento, atingindo também suas qualidades expressivas, significativas e mutáveis.

Buscando referenciar estas combinações, pode-se confrontar as sensações percebidas sobre algum objeto ou material, por um cego de nascença com as de uma pessoa dita normal, onde a diferença da percepção visual vem a induzir uma interpretação de valores distintos. Reforçando esta interpretação, Kunzler [KUN03] ainda comenta que alguns fatores pessoais têm influência na percepção, como: necessidades, emoções, valores e atitudes, podendo, estas circunstâncias, influenciar ou salientar alguns aspectos a serem percebidos.

Platão [PLA56] em seu livro, "A República", expõe o Mito da Caverna, realizando uma metáfora sobre a percepção, o qual é resumido por Marilena Chaui [CHA03] em parte de seu livro, "Convite à Filosofia", conforme texto extraído a seguir:

"(...) Imaginemos uma caverna subterrânea onde, desde a infância, geração após geração, seres humanos estão aprisionados. Suas pernas e seus pescoços estão algemados de tal modo que são forçados a permanecer sempre no mesmo lugar e a olhar apenas para a frente, não podendo girar a cabeça nem para trás nem para os lados. A entrada da caverna permite que alguma luz exterior ali penetre, de modo que se possa, na semi-obscuridade, enxergar o que se passa no interior.

A luz que ali entra provém de uma imensa e alta fogueira externa. Entre ela e os prisioneiros - no exterior, portanto - há um caminho ascendente ao longo do qual foi erguida uma mureta, como se fosse a parte fronteira de um palco de marionetes. Ao longo dessa mureta-palco, homens transportam estatuetas de todo tipo, com figuras de seres humanos, animais e todas as coisas.

Por causa da luz da fogueira e da posição ocupada por ela, os prisioneiros enxergam na parede do fundo da caverna as sombras das estatuetas transportadas, mas sem poderem ver as próprias estatuetas, nem os homens que as transportam.

Como jamais viram outra coisa, os prisioneiros imaginam que as sombras vistas são as próprias coisas. Ou seja, não podem saber que

são sombras, nem podem saber que são imagens (estatuetas de coisas), nem que há outros seres humanos reais fora da caverna. Também não podem saber que enxergam porque há a fogueira e a luz no exterior e imaginam que toda a luminosidade possível é a que reina na caverna.”

Assim, Platão, em sua obra, indaga o que aconteceria caso um dos prisioneiros se libertasse, adquirindo acesso ao mundo exterior. Contemplando, então, uma nova percepção do real, enxerga as próprias “coisas”, com a incidência de uma forte iluminação (o sol), descobrindo que, durante toda sua vida, não vira senão sombras de imagens.

Possivelmente, após a assimilação de tantas novas percepções, o prisioneiro, agora libertado, regressaria à caverna, contaria aos outros o que viu e tentaria libertá-los. Momento em que os demais prisioneiros possivelmente zombariam dele, não acreditando em suas palavras, estando convictos de suas próprias definições percebidas ao longo de suas vidas, através de suas limitadas sensações provocadas pela ignorância.

Esta metáfora remete, na interpretação de Platão, que a maioria da humanidade vive na infeliz condição da ignorância, ou seja, vive no mundo ilusório das coisas sensíveis as quais são mutáveis, não são universais e nem necessárias e, por isso, não são objetos de conhecimento. Este mundo das idéias, percebido pela razão, está acima do sensível (dominado pela subjetividade) que só existe na medida em que participa do primeiro, sendo apenas sombra dele. Assim, o autor faz uma analogia entre aptidão para ver e aptidão para conhecer, ou entre o exercício da visão e exercício da razão, ou ainda, uma relação entre o mundo visível e o mundo inteligível, sendo, como já foi dito, o primeiro uma sombra do segundo. Assim esta projeção da sombra, no mundo das idéias, reforça o necessário “compromisso” entre a percepção e a caracterização (classificação), indicando o que realmente são os objetos ou materiais.

Jean Baudrillard [BAU04] em seu livro “O Sistema dos Objetos” questiona sobre a improvável possibilidade de se classificar um mundo de objetos que se modificam aos nossos olhos, em função de constantes evoluções, chegando a um sistema descritivo, onde os critérios de classificação são tão amplos quanto o volume de novos objetos ou materiais.

O autor ainda comenta que a versatilidade aplicada ou adaptada aos objetos, proporcionando maior mobilidade, comutabilidade, funcionalidade e conveniência, principalmente pelos mobiliários, são referências da sociedade quanto a uma adaptação forçada por falta de espaço, onde a compactação dos lares exigindo um novo padrão de vida, característico da classe mais pobre, estimula a novas invenções ou inovações. Este fato ressalta a superação dos valores organizacionais sobre os valores simbólicos e de uso.

Sua opinião quanto ao valor da transparência nos materiais, em destaque no vidro como símbolo do incolor, exprime uma relação de publicidade por aguçar a percepção visual e inibir a percepção tátil do produto que, na maioria das aplicações, está atrás de sua estrutura, favorecendo uma comunicação acelerada e propondo certo respeito quanto à segurança, sendo asséptico, inodoro, inerte, etc. Contudo, o intervalo do espectro eletromagnético visível, referenciando as cores possíveis e aplicáveis aos produtos, adotam valores de uma pregnância pelo tempo em alguns destes, como, por exemplo, as geladeiras e lavatórios que levariam muito mais tempo para deixarem de ser brancos. Mas a libertação das cores, associadas aos novos produtos que acompanham inovações, multifuncionalidades e modernidade, ganham espaço para contrastar entre os objetos do cotidiano.

A pesquisa da Biônica na atividade de Design, segundo Kindlein e Guanabara [KIG05], propõe associar conceitos funcionais, estruturais e formais dos inúmeros elementos naturais em todos os seus reinos, aos produtos que buscam diferenciais através de inovações, agregando valores objetivos ou subjetivos, detectados do mesmo modo em sua fonte original. Uma referência

comum a esta analogia seria a aplicação de texturas diversas percebidas nestes elementos naturais em materiais que requisitem tais necessidades táteis, inclusive visuais, em seus produtos. No setor coureiro-calçadista a estampagem de texturas em couros sintéticos, copiando peles de répteis, entre outros animais, referencia uma alternativa sustentável para evitar a morte de espécimes do ecossistema. O LdSM [LDS05] vem desenvolvendo a linha de pesquisa em Biônica, aplicando inúmeras texturas no setor joalheiro, assim como o desenvolvimento de novas estruturas e sistemas para produtos do cotidiano. Baudrillard [BAU04] ainda comenta sobre referências simbólicas formais no setor automobilístico americano do século passado, desenvolvendo analogias associadas ao design dos veículos, através de asas, propondo um signo de superioridade, de eficiência, de velocidade, onde o motor é o eficiente real e as asas o eficiente imaginário, sugerindo maior impulsão ao automóvel.

Segundo Lúcia Santaella [SAN02], a interpretação de signos é definida pela Semiótica, por Charles Peirce, estudioso das áreas afins, como uma primeira percepção carregada pela pregnância visual dos objetos ou materiais, provocando uma ligação entre uma indicação racional, que o signo se refere ou representa, ao efeito que o signo irá provocar em um possível intérprete.

Inúmeros produtos do nosso cotidiano são carregados de signos trabalhados de modo evolutivo, provocando pregnância na mente dos observadores, como, por exemplo, os veículos atuais que referenciam um “estilo” para suas marcas, adotando signos ligados a forma, cores, materiais, etc, normalmente caracterizados por uma sinaleira, um farol, uma grade, ou um detalhe visível que o marcará como tal através deste fenômeno.

Santaella define o fenômeno como palavra derivada do grego *Phaneron*, tudo aquilo, qualquer coisa, que aparece à percepção e à mente. A fenomenologia tem por função apresentar as categorias formais e universais dos modos como os fenômenos são apreendidos pela mente. Estes estudos levaram Peirce à conclusão de que há três elementos formais e universais em

todos os fenômenos que se apresentam à percepção e à mente, os quais foram chamados de primeiridade, secundidade e terceiridade. A primeiridade aparece em tudo que estiver relacionado com acaso, possibilidade, qualidade, sentimento, originalidade, liberdade. A secundidade está ligada às idéias de dependência, determinação, dualidade, ação e reação, aqui e agora, conflito, surpresa, dúvida. A terceiridade diz respeito à generalidade, continuidade, crescimento, inteligência. A forma mais simples da terceiridade, segundo Peirce, manifesta-se no signo.

Para Santaella, tanto quanto o próprio signo, o objeto do signo também pode ser qualquer coisa de qualquer espécie. Essa "coisa" qualquer está na posição de objeto porque é representada pelo signo e provocará em um receptor um certo efeito interpretativo. O que define signo, objeto e interpretante, portanto, é a posição lógica que cada um desses três elementos ocupa no processo representativo.

Desse modo, por exemplo, uma petição que um advogado redige é um signo que representa a causa de um cliente, o objeto do signo, para o efeito que essa petição produz em um juiz, interpretante do signo. Esse exemplo deixa à mostra o fato de que os efeitos interpretativos dependem diretamente do modo como o signo representa seu objeto. A lógica triádica do signo, do objeto e interpretante, apresentada anteriormente, é enfatizada pela definição peirceana do signo que inclui três teorias conforme seguem na tabela 1:

Tabela 1 – Definição Peirceana do Signo

Significação	Da relação do signo consigo mesmo, podendo ser sua qualidade, sua existência concreta ou seu caráter de lei.
Objetivação	Da relação do fundamento com o objeto, podendo ser caracterizado como contexto do signo.
Interpretação	Da relação do fundamento com o interpretante com as implicações quanto aos seus efeitos sobre o intérprete, individual ou coletivo.

Fonte: Lúcia Santaella [SAN02]

Assim, pode-se definir que a criação de signos é também usual no setor calçadista, onde a interpretação visual agregada à interpretação tátil (conforto dos pés) vem a estabelecer a caracterização das variáveis subjetivas ainda somadas às variáveis objetivas definidas pelas propriedades dos materiais e requisitos de operação.

Segundo Diane Ackerman [ACK96], o tato é o sentido prioritário a uma necessária condição interpretativa dos objetos, tornando-se essencial à vida humana. Um cego consegue realizar suas interpretações exclusivamente pelo tato, onde a perda deste comprometeria a assimilação das coisas. Quando parte do corpo encontra-se anestesiado, por consequência cirúrgica ou por falta de irrigação em um braço ou uma perna, a sensação é estranha e a percepção torna-se debilitada.

Conforme Kunzler [KUN03], os dispositivos táteis que transmitem a sensação de textura, força, dor e temperatura, ligados ao fenômeno fisiológico, ocorrem através de corpúsculos receptores com funções próprias, estando distribuídos através da pele.

O contato pelas mãos simboliza o melhor caminho para a percepção tátil. No entanto, os pés, que se encontram constantemente em contato com o objeto calçado, identificam igualmente as sensações diversas propiciadas pelo tato. Assim, um sapato com Design que não leve em conta a ergonomia, transmitirá a sensação de desconforto ou pressão sobre o pé, levando, possivelmente, a interpretação de dor. Do mesmo modo, as texturas dos materiais envolvidos no calçado poderão representar diversas assimilações sobre o contato com a pele, inclusive sensações térmicas (conforto e saúde).

Neste contexto da subjetividade, cabe estabelecer uma relação com a prática de desenvolvimento do projeto de um produto, como no caso do calçado, onde a preocupação principal está em definir os materiais adequados,

conforme a forma resultante do projeto, buscando atender as exigências deste, caracterizadas, em determinados momentos, de uma metodologia de projeto.

Platcheck [PLA03] apresenta uma metodologia de projeto cuja ênfase está relacionada ao desenvolvimento de produtos de baixo impacto ambiental. Nela, as atitudes, para tal objetivo, destacam-se em todas as fases do projeto, indicando, entre várias ações, a determinação de seleção de materiais compatíveis com o Desenvolvimento Sustentável em situações pontuais, realçadas, neste estudo, na etapa Conceitual, de Desenvolvimento, assim como na de Projetação e Detalhamento. Desta forma, podemos destacar, como fator de grande importância, a identificação das variáveis objetivas e subjetivas dentro destas etapas da metodologia, sendo elas mandatárias ao atendimento dos requisitos solicitados em projeto, assim como a determinação do fator de reciclagem que os materiais permitirão. O posicionamento destas variáveis destacam-se em partes da metodologia de Platcheck, representadas pelas figuras 18, 19 e 20.

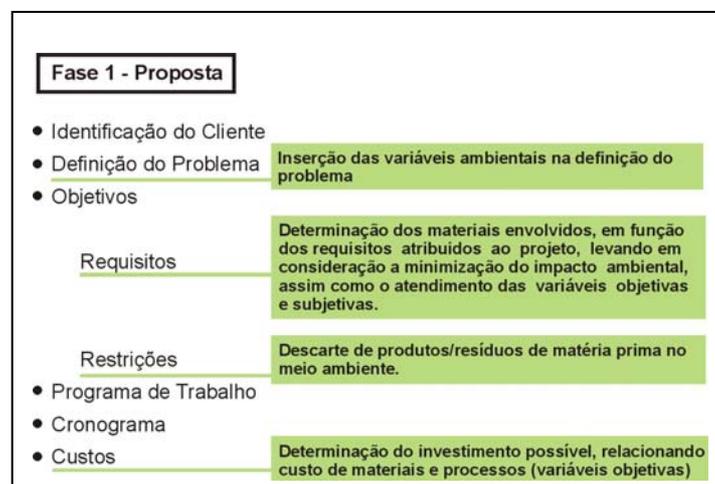


Fig. 18 –Seleção de Materiais na metodologia de projeto – Fase 1.
Fonte: Adaptado de Platcheck [PLA03]

Neste sentido, percebe-se que o uso de uma metodologia aplicada ao desenvolvimento de produtos, como o calçado, envolvendo preocupações ambientais, relacionam, em inúmeros estágios, a identificação de variáveis

objetivas e subjetivas provenientes da percepção humana, influenciando nos resultados da proposta.

Fase 2 - Desenvolvimento	
• <u>Explicitação dos Processos Produtivos</u>	Avaliação das inúmeras formas de processamento que os materiais podem sofrer, conforme similares.
• <u>Análise Histórica dos Similares</u>	Avaliação dos materiais selecionados aos similares ao longo da história dos produtos, identificando sua evolução quanto ao atendimento dos requisitos sensoriais e técnicos.
• <u>Análise Funcional dos Similares</u>	Avaliação da funcionalidade dos materiais aplicados nos similares do produto.
• <u>Análise Ergonômica dos Similares</u>	Avaliação do conforto percebido pelos materiais dos similares do produto.
• <u>Análise Morfológica</u>	Avaliação das formas processadas nos materiais dos similares do produto.
• <u>Análise de Mercado</u>	Avaliação dos valores de mercado e aceitação sobre os materiais tradicionalmente utilizados nos similares do produto.
• <u>Análise Técnica</u>	Avaliação técnica dos materiais (propriedades) utilizados nos similares do produto
• <u>Análise dos Dados Levantados</u>	Compilação das informações pertinentes para a formulação de novos requisitos de projeto.

Fig. 19 –Seleção de Materiais na metodologia de projeto – Fase 2.
Fonte: Adaptado de Platcheck [PLA03]

Fase 3 - Projetação e Detalhamento	
• Síntese	
→ <u>Determinação dos Parâmetros Projetuais</u>	Inserção das variáveis ambientais na definição dos materiais
→ <u>Revisão dos Objetivos</u>	Determinação dos materiais envolvidos, em função dos requisitos atribuídos ao projeto, levando em consideração a minimização do impacto ambiental, assim como o atendimento das variáveis objetivas e subjetivas.
<u>Requisitos</u>	Descarte de produtos/resíduos de matéria prima no meio ambiente.
<u>Restrições</u>	Avaliação no uso de subprodutos e interpretação dos possíveis processos produtivos dos materiais (variáveis objetivas), de acordo com a geração de propostas formais (variáveis subjetivas)
• <u>Geração de Alternativas</u>	Definição de materiais compatíveis com representação tridimensional pretendida nos modelos (variáveis subbjctivas)
→ <u>Desenhos e Modelos</u>	Definição de materiais compatíveis com o conforto requisitado em projeto (variáveis subjetivas)
• <u>Desenho Técnico</u>	Definição de materiais compatíveis com representação tridimensional pretendida nos protótipos funcionais (variáveis objetivas e subbjctivas)
• <u>Recomendações Ergonômicas</u>	
• <u>Modelo Funcional ou Protótipo</u>	

Fig. 20 –Seleção de Materiais na metodologia de projeto – Fase 3.
Fonte: Adaptado de Platcheck [PLA03]

Estes estágios são identificados desde o atendimento aos requisitos ambientais interpretados pelos impactos visíveis, até a definição de custos de produção, forma resultante e desejos atribuídos pela percepção do consumidor. Em suma, a percepção está intimamente relacionada aos diferentes materiais possíveis de uso no setor calçadista, no intuito de atender a requisitos de projeto predefinidos na fase da proposta.

2.4 Histórico da Materioteca

O conceito de Materioteca surgiu em função da avançada evolução tecnológica em que os países de primeiro mundo alcançaram, onde, conseqüentemente, encadearam impactos ambientais e dificuldades de seleção de materiais para seus projetos, identificando este sistema como uma alternativa educacional para contornar os problemas ligados a erros de projeto.

Em 1998 o Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior, coordenador do LdSM, conheceu o conceito da Materioteca na França [ENS05], estruturada, basicamente, por mobiliários com inúmeras gavetas que possibilitavam a classificação ordenada dos diversos materiais, juntamente com seus respectivos catálogos técnicos, concebendo aos designers uma fonte de pesquisa por meio de um amplo acervo. Kindlein, então, trouxe para o Brasil esta proposta, aplicando-a em um projeto adaptado às necessidades brasileiras em parceria com a Fundação de Ciência e Tecnologia – CIENTEC, com o apoio da Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul – FIERGS, em conjunto com o Programa Gaúcho de Design – PGD e com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

A ação, aprovada pelo órgão fomentador, possibilitou a instalação da primeira Materioteca informatizada do Brasil (uma das metas deste projeto) em 2001, junto a Incubadora Tecnológica de Design de Produto na CIENTEC

(ITDesign), situada no Parque Industrial da cidade de Cachoeirinha – RS. Esta Incubadora age como um agente facilitador para novos empreendedores, buscando gerar novos produtos ou melhorar outros já existentes. Traz, assim, múltiplos benefícios aos profissionais das áreas do Design, Engenharia e Arquitetura, entre outras, pois, além da escolha de materiais pela definição de suas propriedades, poderiam defini-las também pela sensibilidade ao toque, através de um contato direto com amostras de peças de produtos classificadas também por materiais.

Dentro de uma proposta inédita de atendimento no país, a Materioteca contou com uma equipe formada por profissionais graduados nas áreas de Biblioteconomia e Design, onde, embora a prioridade de atendimento seria para os incubados em suas necessidades específicas de projeto de produto, também atenderia à comunidade técnico-científica externa.

A interação da equipe multidisciplinar fortaleceu o desenvolvimento do projeto Materioteca, onde uma Bibliotecária contribuiu na construção gerencial das informações catalogadas para cada amostra, e os Designers da área gráfica e de produto contribuíram na estruturação e organização técnica dos materiais e suas amostras no espaço físico, bem como as interfaces de comunicação virtual.

Proporcionando elementos técnicos, táteis e visuais, através de seu banco de dados e de seu acervo, conforme proposição apresentada na figura 21, referente ao projeto previsto no ano de 2000, a Materioteca reuniu, em sua implantação, no ano seguinte, aproximadamente 3.000 amostras de diversos materiais em suas mais variadas aplicações e acabamentos, bem como seus respectivos processos produtivos, possibilitando o aprimoramento de designers e demais projetistas na seleção de materiais para o projeto de novos produtos industriais.



Fig. 21 – Proposta da Materioteca LdSM/CIENTEC
Fonte: LdSM / UFRGS.

A elaboração desta Materioteca apontou dificuldades no início de sua implementação, possivelmente pela inexistência de uma metodologia testada para a coleta e a organização deste tipo de acervo, onde os materiais diversos fossem o alvo do sistema. Assim, a equipe do então Núcleo de Design e Seleção de Materiais – NdSM, hoje laboratório de Design e Seleção de Materiais – LdSM, estruturou uma hierarquia para organizar a classificação dos diversos materiais, sendo que muitas das amostras eram compostas por mais de um material, caracterizando diversos produtos do mercado.

Segundo Kindlein [KIN02], inicialmente foi feita uma pesquisa junto a FIERGS, selecionando algumas das maiores empresas de cada Setor Industrial (Metalúrgico, Têxtil, Plásticos, etc.) do Rio Grande do Sul, potencialmente importantes para o desenvolvimento de produtos e que contemplariam interesse pela Materioteca. Com base nesta fonte, foram realizados inúmeros contatos telefônicos e 700 malas-diretas para informar os empresários sobre o propósito da Materioteca, a fim de solicitar amostras de seus materiais. Ocorreram também participações em feiras e eventos de nível nacional e internacional que reunissem empresas dos mais variados setores

para divulgação da Materioteca e coleta de mostruário. Este conjunto de ações proporcionou respaldo de aproximadamente 10% das indústrias contatadas, cooperando com doações de amostras de materiais.

Para viabilizar a organização do acervo foi desenvolvido um mobiliário específico para a Materioteca, conforme figuras 22 e 23, a fim de obter uma maior interatividade, tanto visual quanto tátil, entre o usuário e os diferentes materiais. Sua concepção visava a facilitar o manuseio das amostras bem como dos catálogos, disponibilizados em espaço lateral junto a suas amostras correspondentes no mobiliário, proporcionando, ainda, boa mobilidade dentro do espaço físico da Materioteca com o uso de rodízios em sua base. As gavetas, com dimensões aproximadas de 85x50 cm, permitiam organizar as amostras conforme suas principais características e/ou classificações, apresentando um espaçamento entre as gavetas com aproximadamente 30 cm, o que permitia uma visão externa geral de todas as amostras contidas na mesma, bem como possibilidade da colocação de amostras de pequeno e médio porte.



Figura 22 - Mobiliário projetado para a Materioteca LdSM/CIENTEC.
Fonte: [KIN02]



Figura 23 - Mobiliário da Materioteca LdSM/CIENTEC.
Fonte: [KIN02]

O envolvimento multidisciplinar da área de biblioteconomia, neste projeto, proporcionou o estabelecimento de associações possíveis com a organização de uma biblioteca, dando início a um novo sistema de controle do acervo recebido. Foi estruturado, então, uma base de dados adaptada em Microsoft Access ® para o registro e controle destes materiais e/ou amostras, conforme figura 24.

Esta base de dados continha informações referentes às amostras, tais como: tipo de material e processo de transformação utilizado na sua confecção, data de recebimento, empresa fornecedora, nome do produto e demais características, além da fotografia que permite sua rápida identificação.

Com os recursos tecnológicos disponíveis para o desenvolvimento de produtos, a Materioteca LdSM/CIENTEC propôs estabelecer uma interação virtual do acervo com simulações tridimensionais em produtos desenvolvidos pelas empresas incubadas, através de softwares capazes de capturar as texturas das amostras presentes no acervo e aplicá-las nos projetos em desenvolvimento.

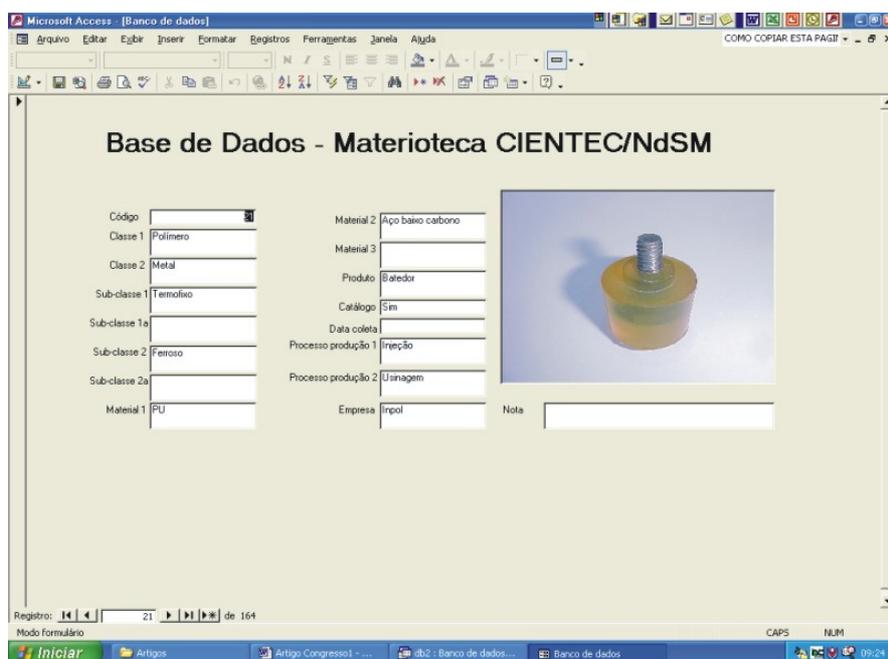


Figura 24 - Base de Dados da Materioteca CIENTEC/LdSM. Fonte: [KIN02]

A metodologia proposta pela Materioteca para o desenvolvimento de produtos envolvia um assessoramento pelo corpo técnico, distribuído em etapas, dando suporte em materiais, processos, legislação e normas, através do seu banco de dados, contemplando a variável ambiental, conforme a proposta a seguir:

Etapa 1 - O projetista deveria apresentar conhecimento de materiais e suas aplicações, já que a seleção de materiais inadequados poderiam determinar o fracasso do produto. Portanto, era, assim, orientado a selecionar materiais que causem o menor impacto possível no meio ambiente, onde a efetividade da técnica do ecodesign depende, em grande parte, do ciclo de vida do produto, sendo bem avaliado e analisado com considerações importantes quanto ao seu recolhimento, reutilização ou reciclagem.

Etapa 2 - Redução do uso de materiais: O projetista deveria realizar análise estrutural do produto ou similares com o objetivo de reduzir o uso de materiais, isto não significa redução do volume do produto, e sim, a quantidade de matéria-prima empregada na sua produção. A substituição de materiais, considerando as necessidades técnicas do produto, as necessidades do cliente, transporte, armazenagem e meio ambiente, é uma forma de redução do uso de materiais.

Etapa 3 - Otimização das técnicas de produção: A Materioteca teria em seu banco de dados informações sobre diversas técnicas de produção. Neste contexto, possibilitaria, aos pesquisadores, condições de analisar a estrutura e funcionalidade do processo produtivo, buscando otimizar as etapas de produção, buscando, assim, reduzir o consumo de energia, quebra na produção, bem como falhas no processo.

Etapa 4 - Sistema de distribuição eficiente: No desenvolvimento do produto, o profissional deveria ter o conhecimento das técnicas de logística

específicas para o mesmo. Isto se relaciona à embalagem, transporte, distribuição, estocagem e disposição do ponto de venda. A Materioteca, com seu acervo, daria condições aos projetistas de pesquisar novas alternativas de materiais usados nas embalagens. A partir disto, seria possível reduzir o volume e o peso dos produtos com devida conseqüência na logística.

Etapa 5 - Redução do impacto ambiental no nível do usuário: Dentro do ciclo de vida do produto, foi constatado que o maior impacto ambiental ocorre ao nível do usuário durante a fase de uso e pós-uso do mesmo. Para garantir a adequação nesta etapa do ciclo, seria necessário assegurar o baixo consumo energético, evitar desperdícios através do design e utilizar insumos limpos e, principalmente, recicláveis.

Etapa 6 - Otimização do tempo de vida do produto: O produto deveria ser projetado, objetivando uma vida útil adequada, garantindo confiabilidade, fácil manutenção e reparo.

Etapa 7 - Otimização do sistema de fim de vida: Onde deveria Projetar, prevendo a reutilização, reprocessamento e reciclagem do todo ou das partes. Facilitar a desmontagem para separação dos materiais, visando facilitar a coleta dos mesmos.

O desenvolvimento do projeto estimava obter resultados positivos em relação à sobrevivência das empresas que superassem seu período de incubação e atingissem o mercado de forma independente: ao estímulo para geração de novos postos de trabalho; ao aumento do faturamento das empresas; a criação de um maior número de empresas; e propiciar um ambiente inédito de conhecimento da Engenharia dos Materiais e Design ao público empresarial de desenvolvimento de produtos. Nesse projeto o cronograma de atividades previa a seguinte ordem no decorrer de 4 semestres:

1º) no primeiro semestre, previa o devido alojamento nas dependências da CIENTEC na cidade de Cachoeirinha - RS, com os equipamentos e softwares solicitados no projeto, já instalados e as interações entre o LdSM, FIERGS e Empresas, eficazmente realizadas;

2º) no segundo semestre, os bolsistas já estariam em plena atividade na Materioteca, coletando amostras de materiais e tecidos junto às empresas competentes, cabendo, também a estes bolsistas, a organização e catalogação de tais amostras;

3º) no terceiro semestre, a Materioteca assumiria a postura de agente facilitador da seleção dos materiais e tecidos, buscando, com isso, o avanço tecnológico no desenvolvimento de novos produtos;

4º) no quarto semestre, a Materioteca estaria promovendo um perfeita sinergia entre as empresas e profissionais com o apoio dos bolsistas do LdSM, FIERGS e a CIENTEC.

Considerando todos os esforços direcionados ao correto andamento e consolidação da primeira Materioteca informatizada do Brasil, pode-se determinar que a mesma poderia estar efetiva e perfeitamente funcional aos dias atuais, caso não houvesse descontinuidade de diretrizes, provocando sua desestruturação no local, inclusive do corpo técnico, deixando de fomentar apoio aos Designers para o desenvolvimento de novos produtos. A maior parte de seus objetivos foram conquistados, mas não houve tempo suficiente de atividade e contato com Designers, possivelmente em função da localidade de instalação da Materioteca, que estava relativamente afastada do centro de Porto Alegre (cerca de 30km). Houve também uma dificuldade de comunicação regional, promovendo a popularidade deste recurso para os Designers do Sul, de tal forma que nem mesmo propostas de incubações para Design de Produto na CIENTEC em Cachoeirinha surgiram em proporções suficientes para estabelecer uma boa interação. No entanto, a Materioteca LdSM/CIENTEC

proporcionou uma grande referência no Brasil para futuras instalações de novas Materiotecas, possivelmente ligadas a Instituições de Ensino Superior, onde a interação da informação seja voltada a um público específico e ávido por investigações constantes no campo dos materiais. Esta situação é proposta para a Materioteca do Centro Universitário Feevale, localizada no Vale dos Sinos em Novo Hamburgo, sendo que os materiais são voltados ao setor calçadista, no qual identificam-se inúmeras preocupações quanto ao processo de seleção de materiais.

2.5 Aplicação dos Materiais no Setor Calçadista

Há alguns milênios, os materiais utilizados na confecção de calçados remetiam uma idéia de artesanato. No entanto, entende-se que as opções cabíveis eram limitadas aos materiais até então descobertos e passíveis de manipulação por técnicas rudimentares, como as sandálias egípcias, confeccionadas em cordas trançadas de cânhamo ou capim e contornadas por gramíneas ou juncos. Na Europa, os mais comuns eram os “socos” ou tamancos. Eram tipos de calçados rústicos feitos artesanalmente pelos tamanqueiros ou pelos próprios colonos, onde a madeira foi explorada por técnicas artesãs em torno de 1270 d.C., apontando fortes diferenças aos demais, pois se esculpia todo o tamanco a partir de um pedaço de madeira bruta, tornando-o pouco confortável, como o exemplo dos tradicionais tamancos Holandeses, conforme figura 25. Por longo tempo, utilizou-se, praticamente, a madeira e couro, respectivamente utilizados na Sola e Cabedal, onde, este último, compreende a estrutura superior que reveste e compõe um calçado sobre seu solado, conforme o modelo representado na figura 26, ilustrando uma réplica de um tamanco de 1948 com couro atanado, ou seja, curtido com a casca de Angico ou outras plantas ricas em Tanino.



Fig. 25 – Réplica de tamanco Holandês.
Fonte: Museu Nacional do Calçado



Fig. 26 – Réplica de tamanco do século XIV e XV.
Fonte: Museu Nacional do Calçado

Sequencialmente, pode-se observar, entre os séculos XIV e XIX, uma lenta evolução do calçado, onde a experimentação, por formas diferenciadas, ganhou mais espaço no decorrer do período, conforme figuras 27 e 28, do que propriamente a investigação por novos materiais, de tal forma que as aplicações específicas para cada situação de uso passou a explorar uma grande gama de variações quanto aos requisitos de projeto.



Fig. 27 – Calçado tipo Bico de Pato – Sec. XIX.
Fonte: MOTTA, Eduardo [MOT04]



Fig. 28 – Calçado para andar na neve – Sec. XIX. Fonte: MOTTA, Eduardo [MOT04]

O Cabedal (toda a estrutura superior do calçado, excluindo o solado e salto) pode representar, no calçado, uma das partes mais complexas, como está representado na figura 29. Mas que, ao mesmo tempo, condicionam maior liberdade de criação quanto à exploração da forma, a inclusão de materiais e detalhes decorativos ou até mesmo funcionais, onde a constante evolução do mesmo, em função da ciência e tecnologia dos materiais, aponta, nos dias atuais, uma infinidade de opções que, na maioria das vezes, não contempla a preocupação ambiental, como o uso de materiais recicláveis ou até mesmo a

possibilidade de reciclar os pares após uso, prevendo-se possibilidades de desmontagem.



Legenda :					
01	Forro (interno)	03	Palmilha de acabamento	07	Gáspea
02	Palmilha de montagem	04	Lingueta	08	Biqueira
		05	Ilhós	09	Vira
		06	Cadarço	10	Orelha
				11	Sola
				12	Tacão
				13	Lateral
				14	Salto
				15	Ponteira cadarço
				16	Traseiro
				17	Contraforte (interno)

Fig. 29 – Estrutura de um calçado.
Fonte: Centro de Design / Feevale

Um sapato pode ser fragmentado em, aproximadamente, 15 ou mais partes diferentes, como exemplificado na figura 29, sendo que estas, muitas vezes, são peças independentes, mas que podem ser apresentadas de formas integradas (unificadas) quando influenciadas pelo Design e por um adequado Processos de Fabricação, onde, de forma contrária, podem chegar até 40 operações na sua produção, o que o torna um produto complexo e de elevada mão de obra. Assim, percebe-se a importância de compreender o básico da construção de um sapato para poder realizar a escolha dos materiais adequados, dentre os inúmeros estilos diferentes e as variadas partes que

solicitam requisitos diferenciados em cada região do calçado, como, por exemplo: elevada resistência ao desgaste, boa flexibilidade e baixa densidade na Sola; boa flexibilidade e resistência à fadiga na Gáspea (parte superior do sapato submetida a maior flexão em função da dobra dos dedos do pé); boa resistência ao desgaste; bem como significativa absorção de impacto no Salto; boa resistência ao impacto na Biqueira; bom índice de absorção de umidade pela Palmilha de Acabamento; baixo coeficiente de atrito pelo Forro utilizado internamente em todo o Cabedal; assim como elevado acabamento superficial na parte externa do Cabedal; e outros requisitos igualmente importantes nas demais partes.

Os calçados, que se apresentam a favor do Desenvolvimento Sustentável, estão no mercado em minoria, mas percebe-se sua crescente atuação, que, involuntariamente, a população brasileira aprecia e consome. Estes produtos, que normalmente são compostos por uma pequena variação de materiais, quando não apresentados por exclusivamente um único material, viabilizam seu reprocessamento no fim da vida útil, como os produtos da linha Grendene®, desenvolvidos a partir do PVC, conforme pode ser observado na figura 30; ou o tradicional chinelo Havaianas® que teve sua origem em 1962 (figura 31) e se fortaleceu no mercado atual. Ainda há ações alternativas que apontam para o reaproveitamento de resíduos de produtos descartados, como o chinelo produzido na Bahia a partir de pneus descartados (figura 32), fomentando esta pretensão ecológica.



Fig. 30 – Calçados produzidos com PVC. Fonte: MOTTA, Eduardo [MOT04]



Fig. 31 – Calçado produzido com borracha.
Fonte: MOTTA, Eduardo [MOT04]



Fig. 32 – Calçados de pneu descartado.
Fonte: MOTTA, Eduardo [MOT04]

A empresa Européia Camper® [CAM05], que atua no setor calçadista, vem desenvolvendo produtos que se relacionam às preocupações ambientais, adotando o Ecodesign como foco na produção, pensando no futuro descarte do produto. A linha que remete esta ideologia é conhecida por “Wabi” e engloba a variável do Design para Montagem, com processos facilitados na união de apenas 3 partes e a variável do Design para Reciclagem, pela definição dos materiais passíveis de reprocessamento, conforme mostra a figura 33.



Fig. 33 – Montagem do calçado “Wabi”.
Fonte: [CAM05]

Os produtos desta linha são produzidos com um corpo externo, que poderíamos chamar de cabedal com o solado, desenvolvido com o Elastômero Termo Plástico - TPE, apontando características de boa resistência à abrasão e favorável fator de reciclagem, ou ainda com Juta trançada, como uma alternativa de material natural e renovável, assim como sua palmilha que pode

ser produzida com fibra de côco, PU ou feltro de lã e a forração interna também de lã, não apresentando riscos ambientais na produção ou descarte. A figura 34 mostra uma série destes produtos que compõem a derivação da proposta de calçados “Wabi”.



Fig. 34 – Variações da linha “Wabi”.
Fonte: [CAM05]

No entanto, a grande maioria dos calçados são executados de uma forma tradicional na produção calçadista, envolvendo materiais que a décadas não sofrem alterações, como pode-se observar nos exemplos apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Materiais aplicados de forma tradicional no ramo coureiro-calçadista

Partes do calçado	Classes dos materiais	Materiais usuais	Exemplos
Cabedal	Naturais	Couro Bovino Couro Ovino Couro Suíno Couro de Cobra Couro de Jacaré Couro de Avestruz Couro de Zebra Couro de Peixe Tecido de algodão Laminado de cortiça Juta Fibra de côco Fibra de Bananeira	 
	Polímeros	Tecido de Poliéster Tecido de Poliamida Laminado de PP Laminado de Poliamida Laminado de PU Laminado de PVC Laminado de NR (borracha) Espuma de PU Espuma de PS Espuma de PE Espuma de Látex	 
Solado	Polímeros	SBR TR NR PU Poliamida EVA PVC PC PMMA	
	Naturais	Madeira Cortiça	

Parte do calçado	Classe dos materiais	Materiais usuais	Exemplos
Salto	Polímeros	ABS PP PS PU PC	
	Naturais	Madeira	
	Metais	Aço alto carbono Aço Inoxidável	
Acessórios	Polímeros	Poliamida PVC PC PS PE	
	Metais	Latão Aço Zamac Alumínio	
	Naturais	Madeira Sementes Côco Chifre Osso	

Fonte: Centro de Design - Feevale

O calçado, que compreende um acessório ao vestuário, possui grande influência, em seu desenvolvimento, pelo que se dita na perspectiva da moda. Assim, os materiais acabam sendo adaptados para melhor representar as intenções visuais registradas como tendência para a próxima estação do ano, mas não deixando, no entanto, de proporcionar sua competitividade quanto aos

custos. Hoje, boa parte das vendas deste produto encontra dificuldades no mercado interno pelo baixo custo de produção estrangeira, representada, principalmente, pela China. No entanto, pode-se afirmar que cabe aos designers de calçados reconhecer e selecionar os materiais pertinentes ao conforto desejado, ao custo almejado, preferencialmente a uma produção otimizada e às perspectivas da moda enquadrada, onde se define a mesma, segundo a autora Erika Palomino, em seu livro “A Moda” [PAL03], como a pesquisa de disponibilidade de materiais, seu tipo e suas cores para o futuro no mercado nacional ou internacional, através de consultores de moda especializados, chegando a uma definição até um ano e meio antes de ser lançado.

Mas torna-se muitas vezes complicado atender plenamente ao requisitos da moda quanto a materiais e formas, sem pensar na produção quanto a viabilidade técnica e custos, visto que o calçado é um dos produtos que mais necessita mão de obra para ser fabricado. Isso pode ser percebido ao se listar os diferentes procedimentos pelo qual esse produto passa até chegar ao seu estado final, sendo necessário o trabalho de diversos profissionais com diferentes formações:

No setor de modelagem acontece a criação, elaboração e acompanhamento dos modelos no processo de fabricação, sendo que, este último, inicia suas etapas no Almoxarifado, onde é recebido, armazenado, classificado e devidamente controlado o couro e demais materiais. No setor de corte obtém-se diferentes peças que compõem o cabedal. No corte, são utilizadas lâminas e facas especiais (produzidos com base na modelagem) e/ou balancins de corte que pressionam as lâminas metálicas na superfície do couro e/ou outros materiais. O couro, já cortado, pode então ser chanfrado, visando a sua preparação para receber a costura em suas bordas. A Costura estabelece a junção das partes que compõem o cabedal. Em muitas empresas esse setor encontra-se subdividido em preparação, chanframento e costura. Outra parte do calçado refere-se aos solados, saltos e palmilhas. A fabricação

destas peças caracteriza um serviço especializado, com o uso de máquinas injetoras, normalmente executado por empresas terceirizadas, visto que a maioria dos fabricantes de calçados classificam-se como micro e pequenas empresas. A distribuição controla o volume da produção, revisa a qualidade dos materiais e os distribui para os setores de montagem e acabamento. Na montagem, são executados um conjunto de operações que unem o cabedal ao solado, dentre eles a costura e a colagem se destacam. No acabamento, encontram-se as operações finais ligadas à apresentação do calçado como polimento, pintura e limpeza. Tradicionalmente a expedição responsabiliza-se pela embalagem, encaixotamento e envio dos calçados ao mercado de destino.

Posto este cenário, é interessante que exista, então, a implantação de uma biblioteca de materiais na área de calçados, a fim de que seja possível um contato direto dos Designers, Engenheiros e demais projetistas com a gama de materiais disponíveis no mercado para este setor, prospectando, também, materiais alternativos de outros setores, visando a quebrar paradigmas da seleção de materiais típicos do setor calçadista.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Sistema Informacional Perceptivo voltado ao setor calçadista

A indústria coureiro-calçadista e de componentes brasileira, principalmente concentrada na Região do Sul, possui uma alta densidade institucional (centros de ensino, associações industriais e profissionais), onde absorve intensiva mão-de-obra e é, atualmente, responsável por significativa parte da produção nacional, comparando-se com os demais setores produtivos.

Em razão da alta competitividade no mercado internacional, a agregação inovadora e conceitual na produção deste setor implicaria na estabilidade e reforço da massa produtiva, promovendo, mais do que nunca, o Design como diferencial marcante da produção em escala industrial.

Neste contexto, a estrutura de um Sistema Informacional Perceptivo de Seleção de Materiais, junto a uma universidade local, em Novo Hamburgo, apresenta-se como um ambiente propício ao estudo e aperfeiçoamento de produtos para os acadêmicos em formação, Designers, bem como para as micro e pequenas empresas do setor, por meio de sua acessibilidade na pesquisa tátil e visual das inúmeras matérias primas existentes em seu espaço físico, contendo atualmente cerca de 1.000 amostras de materiais diversos, representando tanto os materiais tradicionais do setor, quanto possíveis materiais alternativos.

3.1.1 Estrutura física e lógica do Sistema Informacional Perceptivo

Para a viabilização deste sistema, foi encaminhado, em 30 de agosto de 2002, à FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), um projeto, mostrando a importância desta iniciativa junto ao setor industrial e acadêmico; solicitando, para tanto, equipamentos de informática, softwares e recursos humanos indispensáveis para o desenvolvimento deste projeto.

Como contrapartida, foi disponibilizado pela Universidade um espaço físico junto ao Centro de Design da instituição, com o propósito de concentrar todas as atividades pertinentes ao curso em um mesmo ambiente, que teve que passar por adaptações para poder acolher a estrutura do projeto, incluindo o mobiliário específico (figuras 35 e 36), especialmente desenvolvidos neste estudo, para organização e exposição das amostras dos materiais, de modo a proporcionar melhor acesso ao contato visual e tátil para os pesquisadores, possibilitando perceber as diferentes matérias-primas e suas formas de acabamento.



Fig. 35 - Projeto mobiliário desenvolvido no âmbito deste estudo.

Fonte: Centro de Design Feevale

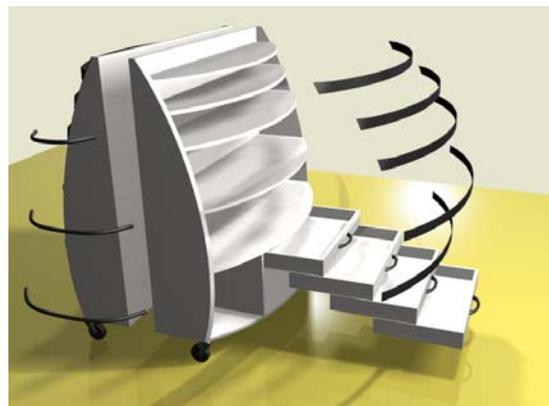


Fig. 36 - Perspectiva explodida do projeto mobiliário. Fonte: Centro de Design Feevale

Estes móveis compõem módulos fixos e móveis que permitem a organização e distribuição dos materiais devidamente classificados por polímeros, metais, cerâmicos, compósitos, naturais e uma determinação como “produtos”, onde se pode apresentar exemplos de produtos complexos, envolvendo, em uma única amostra, inúmeros materiais distintos unidos entre si.

A distribuição de 9 módulos fixos e 6 módulos móveis no local, correspondendo a uma área aproximada de 70m², conforme figura 37, veio a condicionar um adequado agrupamento das classificações dos materiais, permitindo flexibilizar a distribuição, conforme a incidência de maior quantidade de determinadas classes agregadas ao acervo, como, por exemplo os polímeros e os materiais naturais que predominam em maior escala.



Fig. 37 – projeto do Layout da Materioteca Feevale.

Fonte: Centro de Design Feevale

O resultado das instalações, como previsto no projeto, aponta grande proximidade dos elementos táteis e visuais, junto às mesas de pesquisa, não inibindo o pesquisador de realizar múltiplas consultas em todas as classes de materiais do ambiente, o qual pode ser melhor visualizado nas figuras 38 e 39. Cada módulo encontra-se codificado, através de cores representativas de cada classe de materiais, recebendo uma letra correspondente (A, B, C, ...) para identificá-lo diante dos demais módulos. As amostras correspondentes são endereçadas também em prateleiras nestes módulos, recebendo a codificação seqüencial (P1, P2, P3, ...), buscando estabelecer uma organização do acervo, onde, em cada prateleira, pode ser agrupado um conjunto de amostras distintas de um mesmo material, ou de materiais concorrentes às funções que normalmente exercem.



Fig. 38 – módulos fixos da Materioteca Feevale.
Fonte: Centro de Design Feevale



Fig. 39 – módulos da Materioteca Feevale.
Fonte: Centro de Design Feevale

Para montar este espaço sensorial com recursos fundamentais ao funcionamento da Materioteca, adquiriu-se alguns equipamentos primordiais, como o servidor que proporciona a sustentação da base de dados on-line, 24 horas por dia e computadores (terminais) para consulta, um mini estúdio fotográfico (figura 40) e uma máquina digital FinePix S 5000 da Fujifilm®, com alta resolução (3.1 Megapixels) para a realização de fotografias profissionais, buscando melhor representar a realidade dos materiais no espaço físico,

mantendo suas principais características visuais, assim como um microscópio digital portátil USB da Avantscope ®, conforme figura 41, para extrair imagens em escalas diferenciadas com lentes escamoteáveis diversas com iluminação própria, ampliando entre uma (macro) e quatrocentas vezes.



Fig. 40 – Mini Estúdio Fotográfico - Materioteca.
Fonte: Centro de Design Feevale



Fig. 41 – Microscópio Digital Portátil.
Fonte: Avantscope [AVA05]

Para dar início ao sistema de consulta, foram desenvolvidos alguns trabalhos de pesquisa, idealizando um embasamento teórico a Materioteca, onde se constatou a falta de bibliografias especializadas, relacionando atividades práticas, como a proposta neste projeto. Assim, foi feita uma seleção da informação contida em alguns livros para compor um glossário especial de materiais, suprimindo a necessidade dos usuários da Materioteca na leitura das fichas técnicas. Para facilitar a busca do usuário por um determinado material, foi construído um tesouro, do latim *thesaurus*: um vocabulário controlado e dinâmico de descritores relacionados semântica e genericamente, que cobre de forma extensiva um ramo específico de conhecimento, neste caso, sobre as variáveis objetivas, representadas pela linguagem técnica dos materiais, as quais alimentam o sistema do banco de dados. Contudo, torna-se possível realizar interpretações pessoais por parte do pesquisador neste ambiente, no que se refere as variáveis subjetivas, correlacionadas com as percepções dos sentidos.

O Tesauro compõe uma hierarquia de relacionamentos de palavras (fig. 42) que possam estar associadas, representando, neste caso, características diversas das amostras cadastradas no sistema, com o propósito fundamental de viabilizar a busca por palavras-chave no momento da pesquisa de materiais. Assim, todas as palavras, associadas a uma determinada amostra, guiarão a triagem da busca através da determinação dos requisitos de projeto, como o citado no item 2.3, referente à metodologia de Platcheck [PLA03].

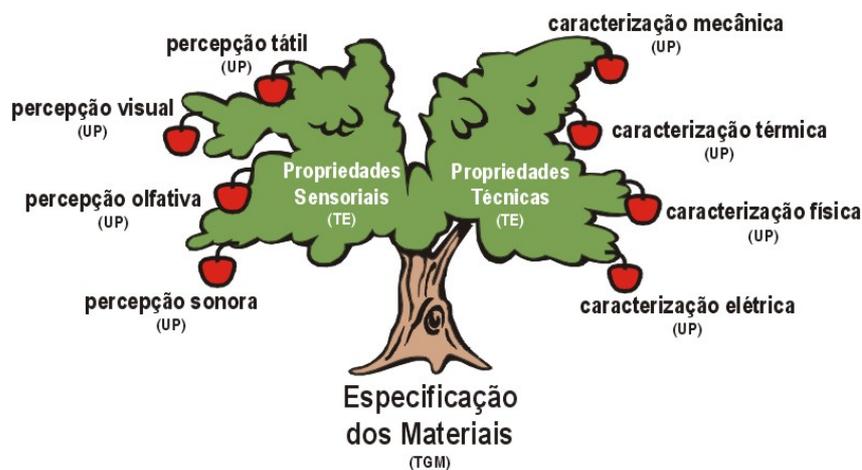


Fig. 42 - Organograma de relacionamento de palavras – Tesauro.
 Fonte: Adaptado de Kindlein, Amaral, Balbinotti e Pereira [KAB02].

A composição deste tesauro, se organiza, inicialmente, por um Termo Geral Maior – (TGM), que se refere à classe mais ampla na base da estrutura, onde organiza-se o caminho para a especificação dos materiais e que dará origem à subdivisão deste termo como Específico – (TE), avaliando-se propriedades distintas, como, neste caso, as sensoriais e as técnicas, podendo estas se rerepresentarem em inúmeros termos equivalentes, mas sem admitir preferência, classificados como “Usados Por” - (UP). Estes, terão envolvimento no campo da subjetividade (propriedades sensoriais), onde indicarão palavras relacionadas à interpretação dos órgãos dos sentidos e no campo da objetividade (propriedades técnicas) e indicarão valores específicos sobre a

caracterização dos materiais, correlacionando propriedades mecânicas, físicas, térmicas, elétricas, etc.

A interface de acesso ao sistema, definida provisoriamente pelo link <http://materioteca.feevale.br>, permite ao pesquisador obter acesso a uma série de informações referentes à proposta oferecida para a Seleção de Materiais, instruindo sobre seus objetivos e funcionamento, conforme visualizado na figura 43.



Fig. 43 - Interface de acesso principal - WebMaterioteca.

Fonte: Centro de Design Feevale.

As consultas ao sistema de busca de materiais são realizadas diretamente pelo usuário, através da escolha fundamentada em sua percepção visual e tátil das amostras, diretamente nos módulos devidamente identificados por classes de materiais. Encontrando o material que lhe atenda as necessidades, poderá buscar informações adicionais sobre este, através de leitores de código de barras instalados junto aos terminais de consulta (figura

44). A figura 45 mostra a ficha técnica correspondente. Se houver necessidade de apoio técnico, existe uma equipe de bolsistas. O usuário poderá ainda se dirigir diretamente à busca por características requisitadas pelo seu projeto, sejam elas sensoriais ou técnicas, no banco de dados, conforme exemplificado pela figura 46, para visualização de amostras. Poderá, ainda, restringir a uma seleção por empresa, através da lista de colaboradores, a qual possui uma página específica de divulgação, relacionando links de acesso direto por meio das logomarcas das empresas parceiras, no intuito de se obter maiores informações sobre as amostras referidas no acervo. Isso permitirá, ainda, identificar as inclusões recentes ou definidas por certo período, salientando, deste modo, as atualizações de cadastro no sistema.



Fig. 44 - Leitor de código de barras. Fonte: Centro de Design Feevale.

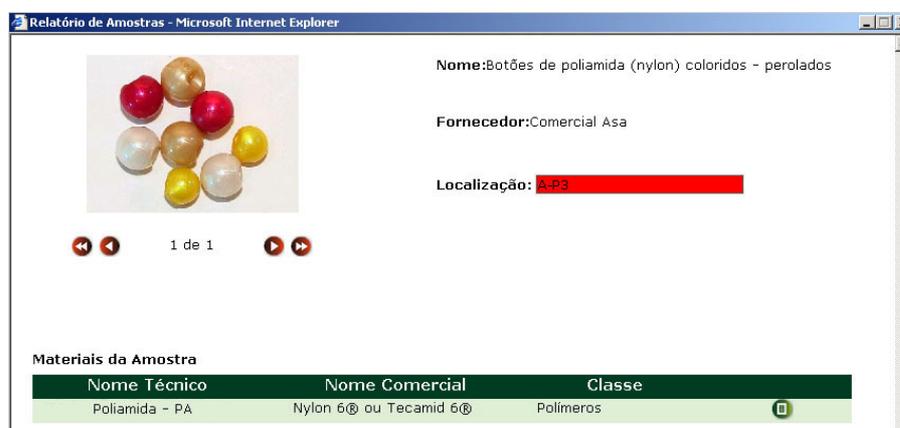


Fig. 45 - Exemplo de relatório de amostra pesquisada. Fonte: Centro de Design Feevale.

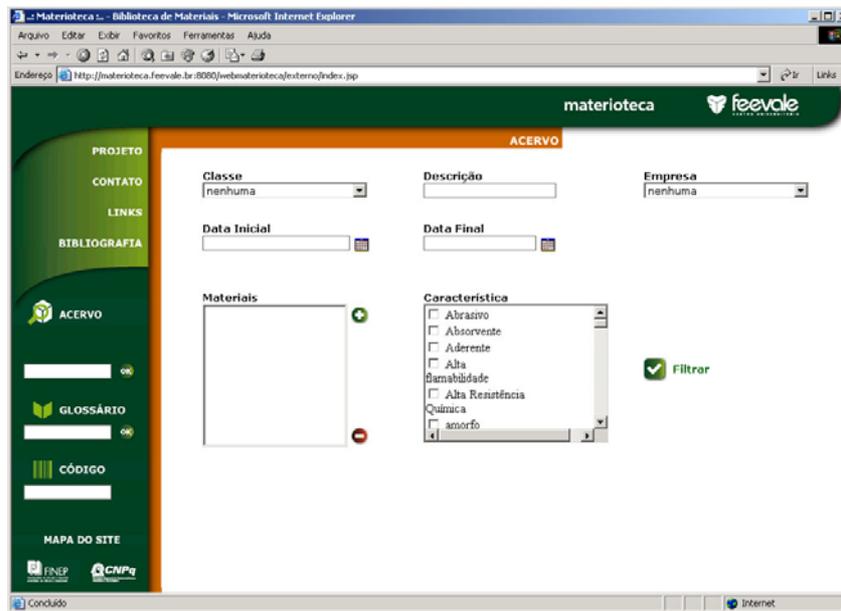


Fig. 46 - Interface de consulta ao acervo de amostras. Fonte: Centro de Design Feevale.

A consulta, referente à identificação de materiais, pode ser realizada pela determinação de formas comerciais, processos, desempenho frente ao meio ambiente, ou ainda filtrando as classes a serem listadas, de forma independente ou simultânea, conforme figura 47.

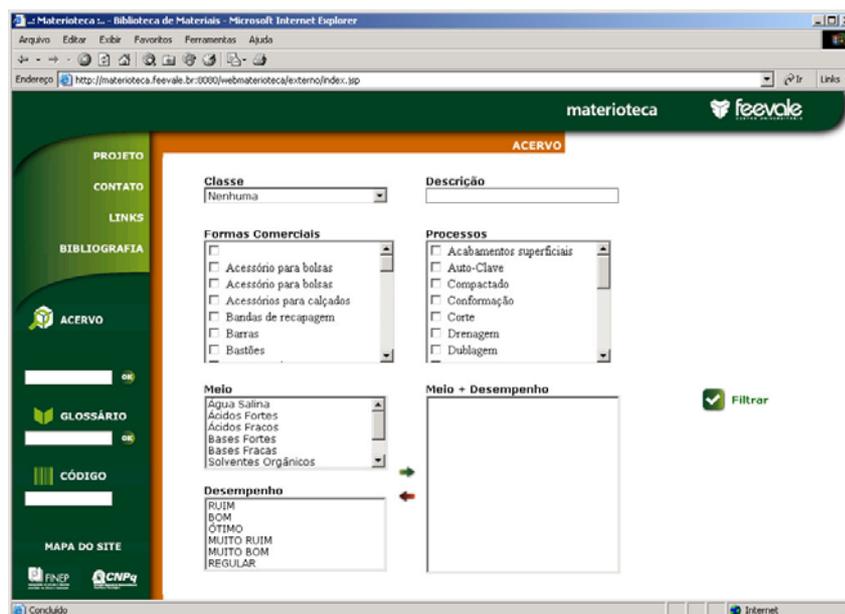


Fig. 47 - Interface de consulta ao acervo de materiais. Fonte: Centro de Design Feevale.

Referente ao cadastramento das informações, a interface de operacionalização apresenta visual similar ao de consulta *on-line*, estabelecendo uma identidade com o sistema Webmaterioteca. No entanto, para este, é necessário ser um usuário autorizado, conectando-se ao sistema através de nome de usuário e senha, inclusive fora da instituição (via internet). Esse procedimento busca garantir requisitos de segurança para que não haja violação do sistema, proporcionando, assim, confiabilidade às informações adicionadas no processo cadastral.

A alimentação destas informações são baseadas nas bibliografias consultadas. Estas referenciadas estão no sistema, como no caso, o site do LdSM/UFRGS [LDS05], o software CES4 da Granta Design, entre outras, para acesso às propriedades técnicas, estabelecidas, inicialmente, por fichas técnicas que tem a função didática de fornecer dados científicos organizados, apresentado em valores médios, pois as fórmulas específicas de cada fabricante nem sempre são fornecidas. Estas, proporcionam uma base concreta que não deve limitar a escolha dos materiais, incentivando a criação de novas funções para os mesmos. Para o preenchimento de informações, relacionadas às propriedades sensoriais, exige-se de um desenvolvimento da capacidade perceptiva da equipe, a qual deve expor, de modo adequado e devidamente conciliado à interpretação global, informações quanto às percepções de temperatura, textura, transparência, acabamento, dureza, acústica, cheiro, entre outras.

A interface desta base de dados, conforme figura 48 e 49, possui fácil acesso, apontando campos de preenchimento seqüenciais. Neles, inicialmente, busca-se incluir a referência do material e suas características, para que venha estabelecer vínculo com todo o grupo de amostras provenientes de distintos processos, acarretando em formas diferenciadas de apresentação deste mesmo material. Assim, o processo de cadastro ocorre em duas etapas básicas: primeiro do material e, segundo, da(s) amostra(s) correspondente(s).

A Materioteca tem seu acervo composto, num primeiro momento, basicamente, de materiais utilizados em calçados e acessórios, compreendendo cerca de 80% do acervo total, sendo os demais, relacionados a toda a gama de materiais dos mais diversos ramos industriais, buscando-se com isso, prospectar possíveis alternativas de aplicações não tradicionais ao desenvolvimento de um calçado. A proximidade do espaço físico da Materioteca com o setor coureiro-calçadista garante maior eficiência no contato e na aquisição de amostras, visto que os melhores resultados ocorrem por contato pessoal.

Fig. 48 - Interface de cadastro de material. Fonte: Centro de Design Feevale.

Fig. 49 - Interface de cadastro de amostra. Fonte: Centro de Design Feevale.

Contudo, percebe-se que o rumo na organização do acervo encontra-se em maior número nos polímeros, onde os materiais ditos sintéticos, representam distintas aplicações no setor. Mas a divisão dos materiais em classes tornou-se importante para facilitar a identificação dos mesmos durante a pesquisa do usuário, visto que cada classe possui características próprias.

A estrutura física e lógica da Materioteca, apesar de consolidada, encontra-se em constante evolução, somando novas informações ou sofrendo atualizações sobre as amostras presentes. Este sistema, com sua estrutura, tornou-se viável em razão da atividade conjunta e interdisciplinar da equipe de professores e alunos vinculados ao projeto.

3.1.2 Envolvimento Interdisciplinar

Para a implementação deste projeto de pesquisa foram selecionados sete bolsistas de quatro cursos: três acadêmicos de Design, um de Engenharia Industrial Química, um de Engenharia de Produção e dois de Ciências da Computação.

Os bolsistas da Ciência da Computação foram responsáveis pela modelagem e desenvolvimento do banco de dados da Materioteca, implementado sob o Sistema Gerenciador de Banco de Dados PostgreSQL, cabendo, a estes, analisar o projeto estrutural e a implementação do sistema de informação para Web, utilizando as linguagens de programação JSP e Java, bem como as linguagens de marcação HTML e XML, que estarão sendo executadas sobre o servidor de aplicações TomCat (software de aplicações para Web).

É importante salientar que todas as ferramentas que foram utilizadas para o desenvolvimento do banco de dados e do sistema de informação, anteriormente mencionados, são "*open source*" (código aberto) e sem necessidade de qualquer custo na aquisição de licenças.

Os bolsistas das Engenharias foram responsáveis pela atividade de pesquisa e inserção de fichas técnicas, contendo informações industriais sobre os materiais no banco de dados, utilizando-se de dados bibliográficos, descrições técnicas dos fabricantes, bem como o apoio de softwares e sites especializados em materiais. Foram também responsáveis pelas análises laboratoriais, visando à caracterização dos materiais duvidosos e buscando representar graficamente suas fórmulas estruturais. Os bolsistas do Design também adicionaram informações na base de dados através de conhecimento tácito, tipicamente implícito pela interpretação visual, tátil e olfativa sobre as amostras, contribuindo, assim, para a criação de identidade visual, interface do site da Materioteca, sinalização e organização do ambiente, catalogação de amostras e divulgação da pesquisa através de informativos internos e publicações em periódicos.

A interação da equipe, por consequência das atividades, veio a caracterizar a consolidação da Materioteca e despertar maior interesse das áreas de Design e Engenharia em desenvolver artigos científicos conjuntos, voltados à pesquisa em Seleção de Materiais, métodos de identificação e procedimentos para a implementação de uma Materioteca, como um sistema perceptivo, incorporando aspectos sensoriais explorados pelo Design.

4 RESULTADOS OBTIDOS

A implantação da Materioteca vem ao encontro de novas vias de desenvolvimento industrial, proporcionando impactos positivos que favorecem ao desenvolvimento local, no que tange à alavancagem científica, tecnológica, econômica, social e ambiental, estando localizada na região do Vale do Rio dos Sinos, onde a indústria calçadista, nas suas diversas ramificações, representa a grande base da economia da região.

A conquista do objetivo proposto neste projeto, assim como sua interpretação referente ao auxílio no processo de aprendizagem acadêmica para Designers em formação e o desenvolvimento de novos produtos no setor calçadista, caracteriza-se como principal resultado deste estudo.

4.1 A percepção sensorial dos materiais na Materioteca

Com o atual acervo da Materioteca, pode-se identificar diferentes níveis de processamento, ou obter-se distintas óticas em escalas variadas, consagrando, assim, uma percepção do mundo macro e microscópico dos materiais.

Uma identificação realizada através do tato pode até ser suficiente para caracterizar a percepção que se busca nos materiais, mas a sua

complementação pela percepção visual conquista certezas sobre as sensações buscadas para atender os requisitos de projeto. Assim, a exploração de um banco de imagens na Materioteca, em distintas escalas sobre cada amostra, enriquece o conhecimento do pesquisador, possibilitando a compreensão das suas sensações táteis, através da visualização da superfície com suas características físicas, apresentando rugosidades em diferentes níveis, tamanhos, formas, módulos ou organizações, caracterizando, assim, a chamada textura dos materiais.

O contato físico com os materiais, através do tato, como reforçado no capítulo 2, no item 2.3, sobre as variáveis subjetivas, representa o maior diferencial da Materioteca e, de fato, estimula a interpretação da característica dos materiais, conforme observado na figura 50, onde pode-se imaginar as sensações apenas pela percepção visual desta seqüência de imagens, sem mesmo tocá-las, pela razão de já possuímos em nossa mente a interpretação tátil, por experiências do tocar, em algum momento do passado, referenciando o que é macio ou duro, áspero ou liso, quente ou frio, associando, assim, às características visuais correspondentes.



Fig. 50 - percepção tátil no acervo da Materioteca. Fonte: Centro de Design Feevale.

O desenvolvimento das percepções, através destas atividades práticas, estimulam o pesquisador ou projetista a instigar o processo criativo, imaginando superfícies ou estruturas com estes materiais em seus projetos. A percepção visual das diferentes formas de apresentação, condicionadas aos distintos processos de fabricação que cada material permite, conforme proposta da Materioteca, também auxilia no processo de aprendizagem e fixação da informação para os Designers em formação.

A relação existente da imagem com as sensações é estimulada na Materioteca, de modo a auxiliar no entendimento do efeito perceptivo relacionado às formas superficiais que compõem os materiais. Assim, conforme já mencionado no capítulo 3, no item 3.1.1, sobre a estrutura física da Materioteca, através do auxílio de equipamentos como o microscópio digital, torna-se possível fortalecer esta interpretação do mundo microscópico dos materiais, onde um “mergulho” sobre as diversas escalas visíveis destes, conforme figura 51, 52 e 53, amplia o entendimento dos efeitos sensoriais que sentimos.



Fig. 51 - Visualização microscópica do couro bovino. Fonte: Centro de Design Feevale.



Fig. 52 - Visualização microscópica do tecido de algodão com poliéster.
 Fonte: Centro de Design Feevale.



Fig. 53 - Visualização microscópica do tecido de neoprene texturizado.
 Fonte: Centro de Design Feevale.

Estas avaliações, entre outras, levam o projetista à tendência de assimilar novas aplicações dos materiais, rumando à quebra de paradigmas, onde normalmente apresentam-se descobertas e/ou inovações em produtos carentes de melhorias ou até mesmo em produtos com novas funcionalidades, dotados de versatilidade espontânea influenciada pelos materiais, conforme suas características peculiares de forma, cor, moldabilidade, etc.

4.2 Rompimento de paradigmas

No ramo industrial calçadista, faz algumas décadas, passou-se a renovar conceitos sobre o caminhar e vem-se adotando, desde então, inúmeras inovações em novos materiais para os calçados, criando moda e aperfeiçoando a ergonomia para o melhor conforto dos pés, apresentando, assim, materiais alternativos, como o acrílico (que busca provocar novas sensações visuais), fibras naturais, madeira, cetim, seda, tiras de palha sintética, solados de borracha, base de linho, saltos em metal (inspirados na onda tecno) e muitas inusitadas adaptações que estão sendo aplicadas até hoje.

Na proposta de incentivar o uso de materiais alternativos, a Materioteca busca reunir, junto ao seu acervo, inúmeros resíduos industriais, permitindo ao pesquisador realizar a interpretação de possíveis aplicações em novos produtos, viabilizando a minimização do volume em aterros de determinadas sobras e agregando valor ao material que o teria perdido, aguçando a percepção de boas ou até más aplicações, típicas de uma solução imediata para resíduos perigosos. As figuras 54 e 55 ilustram a presença destes resíduos e seus reaproveitamentos no espaço físico da Materioteca, envolvendo-os no processo perceptivo de Seleção de Materiais. Entre eles

estão resíduos de alumínio, aço, cortiça e PEBD (figura 54), assim como o osso, o couro, o chifre e madeiras diversas (figura 55).



Fig. 54 - Resíduos de produção no acervo da Materioteca (1).

Fonte: Centro de Design Feevale.



Fig. 55 - Resíduos de produção no acervo da Materioteca (2).

Fonte: Centro de Design Feevale.

Estes resíduos, o alumínio, aço e polietileno, são facilmente reciclados e a cortiça pode dar origem a placas de material compósito (figura 54). Na figura 55, destaca-se o osso, um subproduto, que poderá dar origem a inúmeras peças para acessórios e o resíduos de sua usinagem podendo transforma-se em adubo, assim como o chifre. Já o resíduo do couro (principalmente do processo de rebaixamento) possibilitará a fabricação das placas de “recouro” - couro reconstituído (compósito) de classe I (perigoso) por manter o cromo encapsulado, que foi utilizado no curtimento do couro, - ou ainda peças para contraforte (ver figura 29). A madeira (serragem) poderá gerar placas, dando origem a mais um compósito, no entanto, biodegradável, sendo utilizado em diversos setores.

Algumas empresas do ramo coureiro-calçadista estão buscando relacionar a preocupação ambiental no desenvolvimento de produtos, recuperando resíduos industriais e aplicando-os em componentes para o calçado, entre outros segmentos.

Nesta proposta, como exemplos de reaproveitamento de materiais, destacam-se as lâminas de serragem de madeiras diversas com resina (figura 56), contemplando aplicações gráficas e recobrimo cepas de madeira em calçados femininos e até mesmo embalagens para vinhos finos da região serrana, tornando o produto um “elemento orgânico”, permitindo sua degradação natural após descarte. Estas aplicações diferenciadas ocorrem, possivelmente, em razão da crise calçadista do país, forçando os empreendedores a investir seus materiais em outros mercados, garantindo sua permanência e buscando estabilidade.

Levando adiante esta proposta ambiental, outras empresas da região, conscientes desta necessidade, aproveitam sobras de couro, as quais são geradas em quantidades gigantescas referentes a inúmeros processos, gerando alternativas econômicas para a fabricação de produtos, como é o caso da Ecobum, empresa integrante da cooperativa na Usina de Tratamento de

Resíduos – UTRESA, em Estância Velha, no Rio Grande do Sul, que, recuperando esse subproduto, cria sapatos infantis, conforme ilustra a figura 57, ajudando, assim, a diminuir o volume dos aterros. Contudo, ainda existem toneladas de resíduos que não apresentam demanda de recuperação, como é o caso das aparas de couro, referente ao processo de chanframento, rebaixamento e, principalmente, o lixamento, onde o resíduo apresenta-se diminuto, em forma de farelo ou pó, implicando na necessidade de um elemento ligante (resina) para gerar placas ou lâminas de material compósito.



Fig. 56 - Laminado decorativo de serragem com resina.

Fonte: Centro de Design Feevale.



Fig. 57 - Subproduto do couro – Ecobum / UTRESA.

Fonte: LdSM

De outro modo, quando os resíduos apresentam-se em formatos maiores (retalhos), as aplicações são mais freqüentes, como no caso anterior (figura 57). A empresa Gueto Design - que teve seu período de incubação na Feevale e passou a desenvolver inúmeras linhas de produtos, reaproveitando resíduos do setor calçadista, como couro e EVA e também automobilístico, como coxins de borracha, anéis, entre outros - é uma das que utiliza esse processo. A figura 58 ilustra alguns destes produtos.



Fig. 58 - Reaproveitamento da Gueto Design. Fonte: Gueto Design [GUE05].

Estas alternativas identificam um novo segmento de mercado, onde as indústrias, pensando em cooperar com o desenvolvimento sustentável, desenvolvem formas distintas de recuperar materiais que foram descartados da produção industrial. Estes produtos, consagrados pela valorização dos materiais relacionados a sua estrutura, forma ou acabamento, estão proporcionando a quebra de paradigmas no desenvolvimento industrial, onde a aplicação de materiais tradicionais virgens tenderão a ocorrer em segundo plano, no momento em que o beneficiamento econômico da produção, por materiais recicláveis, se tornar uma vantagem para os empresários.

Pode-se interpretar como problema a incapacidade de grande parte das empresas de inovar em seus produtos. O costume de selecionar um material, de acordo com o padrão mercadológico, seguindo uma rotina, conforme a execução de produtos similares por concorrentes, representa uma realidade que, normalmente, não visualiza o leque de opções possíveis ou substituíveis de acordo com os materiais compatíveis existentes.

Partindo do princípio de que podem ser utilizados inúmeros materiais, como matérias primas para a produção de um calçado, devem-se considerar quais serão as funções finais executadas pelo produto e confrontar as propriedades das opções de materiais, levando-se em conta tanto variáveis objetivas quanto subjetivas, neste caso, podendo ser determinado “*in loco*” pelo usuário da Materioteca, seja ele Designer, Engenheiro ou qualquer outro projetista.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que a proposta de inclusão de um Sistema Informacional e Perceptivo de Seleção de Materiais em Centros de Design ou Instituições de Ensino Superior vinculadas a cursos de Design e Engenharia, fortalece o elo do ensino, pesquisa e extensão, onde a concepção, desenvolvimento e aplicação dos produtos do nosso cotidiano ganham maior reconhecimento sobre o consumidor, prospectando satisfação ao atendimento dos principais requisitos de projeto, inclusive os ambientais. Neste sentido, percebe-se que a criatividade do Designer, aliada a tecnicidade do Engenheiro, representa uma nova e eficaz concepção de trabalho, a partir do momento em que a linguagem do projeto possa se tornar interpretável por ambas as áreas.

Neste ambiente sensorial, a oportunidade de interação direta com os diferentes materiais, desde a concepção do produto, proporciona a “luz” que modifica a percepção do Designer, fazendo com que seu projeto não dependa apenas das “sombras” do interior da caverna de Platão. Trata-se de um avanço criativo em direção à percepção que, certamente, permitirá relacionar estética e conforto aliado à viabilidade técnica e econômica de produção no ramo calçadista, assim como projetos de produto de um modo geral.

Com a implantação deste sistema, pode-se também avaliar uma quebra de paradigmas no processo de ensino aplicável a todos os cursos de Design, onde a participação efetiva dos professores, em atividades curriculares de suas

disciplinas, quanto ao envolvimento do processo de seleção de Materiais junto ao espaço da Materioteca, veio a fortificar a valorização deste ambiente como uma importante ferramenta de auxílio no processo de ensino e pesquisa, aliando à teoria de sala de aula à prática. As disciplinas do curso beneficiadas por este veículo de pesquisa foram: Meios de Representações Tridimensionais I e II, Semiótica, Projeto de Embalagens, Ecodesign, Materiais, Matérias Primas, Fabricação I e II, Modelagem de Calçados, Projeto I – Seleção de Materiais, Projeto II – Mobiliário e Projeto III – equipamentos de fisioterapia.

5.1 Sugestões para futuros trabalhos

Adaptar a linguagem técnica (objetiva), implantada no escopo deste trabalho, com a linguagem perceptiva (subjetiva), realizando um adequado trabalho de interação, onde tanto o Designer quanto o Engenheiro, possam identificar informações complementares as suas percepções tradicionais provenientes de sua formação, fomentando a elaboração de novos projetos, capacitados a atender requisitos abrangentes, respeitando-se os valores intrínsecos que os materiais carregam e, na maioria dos casos, não são percebidos.

Ampliar o acervo com o uso de materiais alternativos ou novos materiais tipicamente nacionais, almejando a representação de um pólo setorial de pesquisa em materiais, visando a promover a melhoria da competência produtiva das micro, pequenas e médias empresas e cooperativas do setor coureiro-calçadista, contribuindo, assim, para a competitividade e criação de um estilo próprio para os calçados produzidos no Brasil a médio e longo prazo.

Expandir o presente estudo, atendendo aos demais setores industriais relacionados a projetos de produto como: metal-mecânico, moveleiro,

automotivo, entre outros, chegando a um somatório entre 4.000 e 5.000 amostras (capacidade estimada com o mobiliário atual) em até 2 anos.

Realizar uma interação entre instituições do estado ou até mesmo entre instituições de cada região no país, promovendo, através de parcerias, uma unificação do sistema de cadastro, prospectando Materiotecas interligadas, onde a pesquisa possa ganhar fortalecimento na inovação dos materiais detectados nos diversos pólos produtivos, garantindo a expansão da informação de modo estratégico e multiplicativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[ACK96] ACKERMAN, Diane. **Uma História Natural dos Sentidos**, Editora Bertrand Brasil, 2º ed. São Paulo, 1996.

[ASH03] ASHBY, Mike; JOHNSON, Kara. **The art of materials selection. Materials Today**, Volume 6, Issue 12, December 2003, Pages 24-35

[ASM97] ASM Handbook. [S.I.]: **ASM International**, 1997. Volume 20. 901 p.

[ASS00] ASSUNÇÃO, Braga de; **Ecodesign e Seleção de Materiais para Mobiliário Urbano**, UFOP – Ouro Preto, Minas Gerais, 2000.

[AVA05] <http://www.avantscope.com.br> (acessado em 03/10/2005)

[BAL05] BALLONE, G.J. **Percepção e Realidade: Curso de Psicopatologia, Parte 1 e 2**. Disponível em <http://www.psiqweb.med.br/cursos/percep.html> , (acessado em 01/10/2005).

[BAU04] BAUDRILLARD, Jean. **O Sistema dos Objetos**. Editora Perspectiva, 4º Ed., São Paulo, 2004.

[BOV04] BOVEA, María D.; VIDAL, Rosario. **Materials selection for sustainable product design: a case study of wood based furniture eco-design**. *Materials & Design*, Volume 25, Issue 2, April 2004, Pages 111-116.

[CAM05] <http://www.camper.com/web/en/wabi.asp> (acessado em 09/08/2005)

[CBR00] Correio Braziliense – Matéria: **O século do Design**. 23 de setembro de 2000.

[CHA03] CHAUI, Marilena. **Convite a Filosofia**. Editora Atica, 13ª Edição - 2003

[COS04] COSTA, Achyles Barcelos da; PASSOS, Maria Cristina. **A INDÚSTRIA calçadista no Rio Grande do Sul**. UNISINOS, São Leopoldo - 2004.

[COE92] COELHO, Luís José. **O processo de colagem na indústria calçadista**. CTCCA, IBICT. Novo Hamburgo, 1992.

[EDW03] EDWARDS, K. L. **Materials and design: the art and science material selection in product design**, 2002; 336 pp; *Materials & Design*, Volume 24, Issue 5, August 2003, Pages 401-402.

[ENS05] <http://www.ensci.com/design-creation-industrielle/ecole/studio-materiau/> (acessado em 02/10/2005)

[FER96] FERRANTE, Maurício. **Seleção de Materiais**. Editora da UFSCar, São Carlos – SP, 1º ed. 1996.

[FRA95] FRAZÃO, Rui, PENEDA, Constança. **Ecodesign no desenvolvimento dos produtos**, INETI - Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, ITA - Instituto de Tecnologias Ambientais, 1995.

[GAL04] BOVEA, María D.; GALLARDO, A. **The influence of impact assessment methods on materials selection for eco-design**. *Materials & Design*, In Press, Corrected Proof, Available online 30 November 2004.

[GIU05] GIUDICE, F.; ROSA, G. La; RISITANO, A. **Materials selection in the Life-Cycle Design process: a method to integrate mechanical and**

environmental performances in optimal choice. Materials & Design, Volume 26, Issue 1, February, P. 9-20, 2005

[GUE05] <http://www.gueto.com.br/produtos.asp> (acessado em 15/10/2005)

[IBC74] Instituto Brasileiro do Couro, Calçados e Afins. **Coletânea de artigos sobre : materiais para calçados, suas características e seu emprego em nível industrial,** Novo Hamburgo, IBCCA , 1974

[JAR00] JARUFE, Manuel Salomon Salazar, **Hipergrama: um novo conceito na representação gráfica da informação / conhecimento.** 4º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Novo Hamburgo – RS. 2000.

[KAB02] KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; AMARAL, Everton; BALBINOTTI, Roberto; PEREIRA, Carlos. **Princípios básicos de junção utilizados em sistemas e subsistemas de produtos industriais e sua importância no desenvolvimento sustentável.** In: ANPPAS, São Paulo, 2002.

[KAS02] KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; AMARAL, Everton. SILVA, Fábio P. da. **Criação de uma ferramenta de auxílio ao Projeto de Produto via internet.** 54º Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC, Goiânia. 2002.

[KBG02] KINDLEIN JÚNIOR, Wilson. BRAUM, Adriana. GUANABARA, Andréa. **Estudo da melhoria da sustentabilidade de projetos de novos produtos baseados na biônica.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Laboratório de Design e Seleção de Materiais, RS, 11p. 2002.

[KCB02] KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; COELHO, Wilbur; BONILHA, Leandro. **Apresentação e discussão de alguns aspectos importantes na seleção dos principais tipos de aços inoxidáveis utilizados em Design de Produtos industriais.** 1o Congresso Internacional de Pesquisa em Design - Brasil, Brasília – DF. 2002.

[KES02] KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; ETCHEPARE, Hélio. SILVA, Fábio P. da. RAVAZOLO, Rafael F. **Desenvolvimento de uma interface amigável via internet: Materiais e Processos de Fabricação para o Design de Produto.** 1o Congresso Internacional de Pesquisa em Design - Brasil, Brasília – DF. 2002.

[KIG05] KINDLEIN JÚNIOR, Wilson. GUANABARA, Andréa. **Methodology for product Design based on the study of bionics.** Revista Materials and Design, vol. 26, p.149 - 155, 2005.

[KIN00] KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; AMARAL, Everton; ETCHEPARE, Hélio. **Design x engenharia : experiência interdisciplinar de graduação.** In: P&D DESIGN, 2000, Novo Hamburgo. Anais. Novo Hamburgo : FEEVALE. v.1, p. 423 - 428, 2000.

[KIN02] KINDLEIN JUNIOR, Wilson. SILVA, Everton A., ETCHEPARE, H. D., HAUEMSTEIN, D. M., PEREIRA, C. A., CASSEL, G. P., **Implementação de uma "Biblioteca de Materiais" no estado do Rio Grande do Sul.** Revista Tecnologia e Tendências. Novo Hamburgo - RS: , v.1, p.65 - 71, 2002.

[KKV00] KINDLEIN JÚNIOR, Wilson; KUNZLER, Lizandra. VAN DER LINDEN, Júlio. **A seleção de materiais e o conforto percebido em produtos: Uma investigação semântica.** XI Congresso Brasileiro de Ergonomia. Gramado–RS. 2000.

[KNA76] KNACK, Jussara B. Petry. **Manual técnico do couro e calçado.** Novo Rumo, São Paulo, 1976.

[KUN01] KUNZLER, Lizandra S. Q. KINDLEIN JÚNIOR, Wilson. CHYTRY, Sílvia. **Percepção Tátil: um valor importante na seleção de materiais para o Design de novos produto.** Revista Estudos em Design. Vol.9 - Nº3, 2001.

[KUN02] KUNZLER, Lizandra S. Q. KINDLEIN JÚNIOR, Wilson. CHYTRY, Sílvia. **Relação das Propriedades de Condutividade Térmica e Dureza com**

a percepção tátil de alguns materiais utilizados em Projeto de Produto. 1o Congresso Internacional de Pesquisa em Design - Brasil, Brasília – DF. 2002.

[KUN03] KUNZLER, Lizandra Stechman Quintana. **Estudo das variáveis de Rugosidade, Dureza e Condutividade Térmica aplicado à percepção tátil em Design de Produto.** Dissertação de mestrado. PPGEM/UFRGS – Porto Alegre. 2003.

[LDS05] <http://www.ufrgs.br/ndsm> (acessado em 02/09/2005)

[LJU03] LJUNGBERG, Lennart Y.; EDWARDS, Kevin L. **Design, materials selection and marketing of successful products.** Materials & Design, Volume 24, Issue 7, October 2003, Pages 519-529 .

[MAN91] MANZINI, Ezio. **Limites e Possibilidades do Ecodesign.** Trad. Anita Regina di Marco. Rev. Design & Interiores, São Paulo, nº 22, 1991.

[MAN92] MANZINI, Ezio. **As ferramentas culturais para uma ecologia do ambiente artificial.** Trad. Mary Lou Paris. Rev. Design & Interiores, São Paulo, nº 31, 1992.

[MAN93] MANZINI, Ezio. **A matéria da invenção.** Editora Centro Português de Design. Portugal, 1993.

[MAN02] MANZINI, Ezio, VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis.** Editora USP, São Paulo, 2002.

[MAT05] <http://www.matweb.com> (acessado em 19/08/2005)

[MCN05] <http://www.materialconnexion.com> (acessado em 26/08/2005)

[MDI03] Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Guia de Design do Calçado Brasileiro – Agregando valor ao calçado.** Brasília, Distrito Federal. 2003.

[MEI05] <http://www.meioambienteindustrial.com.br> (acessado em 27/03/2005)

[MOT04] MOTTA, Eduardo. **O calçado e a moda no Brasil: um olhar histórico**. São Paulo, 2004.

[NTA97] NONAKA, I e TAKAEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

[PAL03] PALOMINO, Erika. **A Moda**. 2º ed., Publifolha. São Paulo. 2003.

[PER96] PEREIRA, Andréa Franco. **O Design e o uso dos materiais sob uma visão ecológica**. Artigo: 2º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D Design 96. Rev. Estudos em Design. Rio de Janeiro, 1996.

[PET99] PETRY, Jussara. **Glossário Técnico do Couro e Calçado em 7 idiomas**. Ed. Palloti, Cambridge, Massachusetts. USA.1999.

[PLA03] PLATCHECK, Elizabeth Regina. **Metodologia de Ecodesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental. PPGEM/UFRGS – Porto Alegre. 2003.

[PLA56] PLATÃO. **A República**. 6º ed. Ed. Atena, 1956, p. 287-291.

[PRA80] PRACUCH, Zdenek. **Cálculo de custo de calçados**. Editora do Calçadista, São Paulo -1980.

[PRA98] PRATES, Glaucia Aparecida. **Ecodesign Utilizando QFD, Métodos Taguchi e DFE**. Tese de Doutorado. UFSC. Florianópolis – SC. 1998.

[REI95] REIS, M.J.L.**ISO 14000 - Gerenciamento Ambiental. Um Novo Desafio Para a Sua Competitividade**, Editora Qualitymark.1995.

[SAN02] SANTAELLA, Lucia. **Semiótica Aplicada**. Editora Thomson. São Paulo. 2002.

[SAN01] SANTOS, Petras Amaral. **Inovação sustentável : o ecodesign aplicado ao projeto de novos produtos**. Monografia Pós. Porto Alegre : UCS, 2001. 92 f.

[SEN94] SENAI. **Glossário Brasileiro de Terminologia do couro**. Estância Velha: SENAI, FIERGS, 1994.

[SEN95] SENAI. **Couro, calçados e resíduos**. Estância Velha: SENAI, FIERGS, 1995.

[SEN99] SENAI. **Microtesauro couro/calçado**. Brasília: SENAI/DN, 1999.

[SIL99] SILVA, Everton A., VIANNA, A. P., HEILMANN, C., WOLFF, F., KINDLEIN, W. **Seleção de Materiais e Design** In: CRICTE 99, 1999, Santa Maria.

[SIL01] SILVA, Everton S. Amaral da. **A Seleção de Materiais na Inovação de Desenvolvimento de Novos Produtos**. 2001. Monografia (Agentes de Inovação e Difusão Tecnológica) - Universidade de Caxias do Sul.

[SKH02] SILVA, Everton. A., KINDLEIN JUNIOR, W., HEIDRICH, R. **Reflexões sobre técnicas e materiais para agilizar a representação de design de produto: Concepção x Exequibilidade** In: 1o Congresso Internacional de Pesquisa em Design - Brasil, 2002, Brasília.

[TEK02] TURRA, Dilce, ETCHEPARE, Hélio, KINDLEIN, Wilson. **Caracterização e viabilidade de reciclagem dos materiais nos centros de triagem de Porto Alegre e Região Metropolitana**. Rio Grande do Sul, 18p, 2002.

[VER74] VERNON, M. D. **Percepção e Experiência**. Editora Perspectiva, São Paulo, 1974.

[WIL01] WILHIDE, Elizabeth. **Materials, a directory for home design**. Rockport China. 2001

[WAL04] WALTER, Yuri; MARAR, João Fernando; ALENCAR, Francisco de; FERRANTE, Maurizio **Design e Seleção de Materiais: a possibilidade e a necessidade de um sistema informacional**. VI Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design. São Paulo – FAAP, 2004