

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS
METALÚRGICA E DE MATERIAIS

**ENGENHARIA E DESIGN: CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA
SELEÇÃO DE MATERIAIS NO PROJETO DE PRODUTO COM FOCO
NAS CARACTERÍSTICAS INTANGÍVEIS**

Roberto da Rosa Faller

Porto Alegre

2009

ROBERTO DA ROSA FALLER

**ENGENHARIA E DESIGN: CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA
SELEÇÃO DE MATERIAIS NO PROJETO DE PRODUTO COM FOCO
NAS CARACTERÍSTICAS INTANGÍVEIS**

Dissertação realizada no Departamento de Materiais da Escola de Engenharia da UFRGS, dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGEM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de “Mestre em Engenharia – Área de Concentração: Ciência e Tecnologia dos Materiais”.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior

Porto Alegre

2009

FOLHA DE APROVAÇÃO

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de “Mestre em Engenharia – Área de Concentração: Ciência e Tecnologia dos Materiais” e aprovada em sua forma final, pelo Orientador, pelos membros da Comissão Examinadora e pelo Coordenador do Curso de Pós-Graduação.

Orientador:

Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. João Fernando Marar
UNESP-SP

Prof. Dr. Celso Carnos Scaletsky
UNISINOS-RS

Prof. Dr. Carlos Pérez Bergmann
UFRGS-RS

Coordenador do PPGEM:

Prof. Dr. Carlos Pérez Bergmann

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de apoio financeiro que permitiu a realização deste trabalho. Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGEM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) que me acolheu como aluno. Ao meu orientador, professor Wilson Kindlein Júnior, coordenador do Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM), pelo apoio e por acreditar em mim desde idos de 2003. Aos colegas e amigos do LdSM, em especial à Lara Gomes, Thandra Rodrigues e ao Gerson Bello que me ajudaram em diversas ocasiões, sem os quais este trabalho não seria possível.

Ao Matheus Duarte, meu grande amigo e apoiador, por ter suportado as minhas crises de mau humor e desânimo, sempre me ajudando a recompor minha força de vontade. Ao Rafael Wolff, pela compreensão e por ter me encorajado mesmo nos momentos mais difíceis. À Cilene Estol pelas horas de conversa, graças às quais este trabalho conseguiu tomar um direcionamento. À Maria Dischinger, pelos cafés, almoços, discussões e trocas mútuas de apoio. À Elisa Beretta, cuja ajuda foi decisiva na reta final deste trabalho. À Maura Flores e Cristiane Meneses, colegas e amigas, que me ajudaram a compreender as emoções ligadas aos produtos. Aos amigos Nelson Rosa, Augusto Rückert, Anna Busko, Rejane Gularte, Jaque Peixoto, Jerusa Peixoto, André Marques e Andrea Guanabara pela ajuda e apoio. À Noili pelas correções e sugestões.

À minha família pela compreensão pelos meses de ausência e afastamento e apoio incondicional. À minha mãe Hilda, sempre vigilante e muito amorosa. À Vó Leda que sempre me apoiou e foi fonte de inspiração desde a época do primário. Ao meu querido pai Paulo e super irmãos Daniel, Lucas, Bruno, Luisa e Nélio; à minha cunhada Janes e à minha linda sobrinha e afilhada Alice.

Aos alunos dos cursos de graduação da UFRGS e da Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS) que se prontificaram em participar das pesquisas de campo necessárias a esta dissertação e com os quais aprendi muito nos últimos anos.

À UFRGS, à UNISINOS, à Universidade de Caxias do Sul (UCS) e ao Centro Universitário Feevale que me acolheram como profissional.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

FALLER, Roberto da Rosa. **Engenharia e Design: Contribuição ao estudo da Seleção de Materiais no Projeto de Produto com foco nas Características Intangíveis.** Dissertação de Mestrado em Engenharia – Área de Concentração: Ciência e Tecnologia dos Materiais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGEM. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2009. 215 p.

Nos anos recentes, evidenciou-se o destaque de outros aspectos dos produtos além dos ligados ao bom funcionamento e usabilidade. Estudos nesse âmbito trouxeram à tona a importância da relação emocional envolvida na interação indivíduo-objeto. Intermediando essa relação estão os materiais, elementos capazes de transferir parte de sua personalidade aos produtos por meio de suas características tangíveis e intangíveis. O estudo dos aspectos técnicos dos materiais é amplamente apoiado por diferentes programas computacionais, livros e pesquisas científicas. Já seus aspectos ligados à subjetividade não encontram suporte semelhante. Assim, os métodos de Seleção de Materiais e as fontes de pesquisa existentes mostram-se incapazes de dar o suporte exigido pelo projeto de produtos com foco no usuário. Dessa forma, o presente trabalho apresenta contribuições ao processo de Seleção de Materiais em Design de Produto, destinadas a capacitar os projetos na incorporação de aspectos emocionais. É proposto, então, um modelo de elucidação das emoções, que demonstra e relaciona as variáveis envolvidas durante a interação indivíduo-objeto; são apresentadas duas pesquisas de campo que visam levantar atributos verbais utilizados na descrição de produtos e materiais e é proposto, por fim, um método de Seleção de Materiais que dê suporte a busca de características intangíveis.

Palavras-chave: Projeto de Produto; Seleção de Materiais; Design e Emoção; Características Intangíveis.

ABSTRACT

FALLER, Roberto da Rosa. **Engineering and Design:** Contribution to the study of Materials Selection in Product Design with focus on the Intangible Characteristics. Master's Dissertation in Engineering – Concentration Area: Science and Technology of Materials. Post-Graduate Program in Mining, Metallurgical and Materials – PPGEM. Federal University of Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2009. 215 p.

In the last years, several aspects related to product features other than good operation and usefulness have been discussed. Studies regarding this topic enlighten the importance of user-product emotional interaction. Materials work as a link in this relation, as they may transfer part of its personality to the products through its tangible and intangible characteristics. The study of the material's technical aspects is widely supported by a large number of softwares, books and scientific researches. However, their aspects appealing to subjectivity do not share the same support. Therefore, the existing methods of material selection and sources of research do not provide the support demanded by user-focused projects. Thus, this paper presents contributions to the Material Selection process in Product Design, aiming to the incorporation of emotional aspects in such projects. It is proposed an emotion elucidation model, that presents and links the variables involved during the interaction individual-object. This work consists of two field researches aiming to raise verbal attributes used to describe products and materials, and a method of material selection that supports searching for intangible characteristics.

Keywords: Product Project; Material Selection; Design and Emotion; Intangible Characteristics.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atributos Verbais Associados aos Produtos.....	153
Tabela 2: Atributos Verbais Associados aos Materiais.....	159

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Quadro Comparativo de Propostas Estudadas	44
Quadro 2: Critérios de Seleção e suas Características.....	61
Quadro 3: Análise das Fontes que definem os Fatores que afetam a Seleção de Materiais.....	66
Quadro 4: Classificação dos Materiais segundo a Ciência dos Materiais	74
Quadro 5: Os Níveis de Processamento e as Características do Produto	98
Quadro 6: Percepções de Produtos	123
Quadro 7: Dados para Análise	128
Quadro 8: Análise Técnica para a Escolha de um Material para o Raio de uma Bicicleta.....	129
Quadro 9: Índices de Materiais.....	130
Quadro 10: Percepções Desejadas para uma Bomba de Insulina	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delimitação do Tema – Foco nas Características Intangíveis.....	19
Figura 2: Atividade Projetual e as várias Interfaces do Design	36
Figura 3: Principais Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos no Contexto Empresarial e Industrial	37
Figura 4: Inversão da Lógica de Pensamento entre Engenheiros e Designers.....	39
Figura 5: Os Materiais no Processo de Design	45
Figura 6: As Bolhas do Processo de Design	50
Figura 7: Ordem das Informações necessárias à Seleção de Materiais para os Designers Industriais.....	51
Figura 8: Panorama Evolutivo dos Materiais	54
Figura 9: Evolução dos Materiais: Secadores de Cabelos	56
Figura 10: A Relação entre Funcionalidade, Materiais, Forma e Manufatura	60
Figura 11: Características dos Materiais na Avaliação dos Produtos pelo Usuário...70	
Figura 12: Características dos Materiais e Produtos.....	72
Figura 13: Estrutura, Propriedades, Processamento e Desempenho	73
Figura 14: Classificação dos Materiais – Exemplo de Subclasse e Perfil Técnico	75
Figura 15: Mapa entre Módulo de Elasticidade e Densidade	76
Figura 16: Mapa Multidimensional Escalonado	77
Figura 17: Classificação dos Processos – Exemplo de Subclasse e Perfil Técnico..	80
Figura 18: Os Atributos Táteis dos Materiais.....	86
Figura 19: Transmissão da Luz e Preço.....	88
Figura 20: Tom e Ampliação	89
Figura 21: Mapa MDS dos Atributos Estéticos	90
Figura 22: Efeito das Memórias Sensoriais	92
Figura 23: Os Três Níveis de Processamento do Cérebro	98
Figura 24: Núcleo de Emoção	102
Figura 25: Estrutura da Experiência de Produtos.....	104
Figura 26: Modelo Básico de Emoções de Produtos.....	106
Figura 27: O Modelo DemoHS	107
Figura 28: O Modelo Funcional de Emoções em Produtos.....	108
Figura 29: Qualidade Sensorial dos Alimentos.....	109
Figura 30: Percepção e Processos	117

Figura 31: Exemplo de Sensagrama	122
Figura 32: Estrutura Informacional para o Design de Produto.....	125
Figura 33: Métodos de Seleção de Materiais	127
Figura 34: Otimização da Seleção	131
Figura 35: Relação entre Performance e Custo	132
Figura 36: Seleção por Análise	133
Figura 37: Seleção por Síntese	134
Figura 38: Seleção por Similaridade	135
Figura 39: Seleção por Inspiração.....	136
Figura 40: A Combinação de Métodos para gerar o Caminho para a Seleção de Materiais.....	137
Figura 41: Modelo de Elucidação das Emoções	141
Figura 42: Contextos	143
Figura 43: Objeto.....	144
Figura 44: Indivíduo.....	145
Figura 45: Processos Perceptivos.....	146
Figura 46: Ações Físicas	147
Figura 47: Processos Cognitivos.....	147
Figura 48: Reações	148
Figura 49: Manifestações	148
Figura 50: Interação e Tipo de Experiência.....	149
Figura 51: Atributos Verbais	150
Figura 52: Amostras de Materiais.....	157
Figura 53: Visão Esquemática do Processo de Design de Produto – Pontos de Interferência do Método Proposto	165
Figura 54: Exemplos de Perguntas com Escala Estruturada e Não-estruturada para um Questionário	167
Figura 55: Exemplos de Perguntas para um Questionário Utilizando o Método de Ordenação.....	167

LISTA DE SIGLAS

ABS – Acrilonitrila butadieno estireno

ASM – *American Society for Metals* – Sociedade Americana de Metais

CAE – *Computer Aided Engineering*

CES – *Cambridge Engineering Selector*

DemoHS – *Design for Emotion Support via Human Sensations* – Suporte ao Design e Emoção através das Sensações Humanas

EVA – Poli (etileno-co-acetato de vinila)

EPS – Poliestireno expandido

ICSID – *International Council of Societies of Industrial Design* – Conselho Internacional das Sociedades de Design Industrial

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial

LdSM – Laboratório de Design e Seleção de Materiais

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MatWeb – *Material Property Data*

MDF – *Medium Density Fiberboard*

MDS – *Multi-Dimensional Scaling Maps* – Mapas Multidimensionais Escalonados

PBD – Programa Brasileiro de Design

PC – Policarbonato

PE – Polietileno

PET – Politereftalato de etila

PS – Poliestireno

PVC – Cloreto de polivinila

PMMA – Polimetil metacrilato

PP – Polipropileno

SBR – Copolímero estireno-butadieno

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNISINOS – Universidade do Vale dos Sinos

UV – Ultravioleta

VMQ – Polissiloxano

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	18
1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	19
1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA	19
1.4.1 Objetivo Geral	19
1.4.2 Objetivos Específicos	20
1.5 HIPÓTESE PRINCIPAL	21
1.6 JUSTIFICATIVA	21
1.7 METODOLOGIA E ESTRUTURA DA PESQUISA	23
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 RELAÇÃO ENTRE DESIGN E SELEÇÃO DE MATERIAIS.....	25
2.1.1 Design	25
2.1.2 Do Racional ao Emocional	28
2.1.3 Relação entre Design de Produto e Materiais	35
2.2 PROCESSO DE DESIGN DE PRODUTO.....	41
2.3 SELEÇÃO DE MATERIAIS	53
2.3.1 Evolução dos Materiais	53
2.3.2 Fontes de Pesquisa sobre Seleção de Materiais	58
2.3.3 Outras Fontes de Pesquisa sobre Seleção de Materiais.....	66
2.4 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS.....	69
2.4.1 Características Tangíveis ou Técnicas.....	72
2.4.2 Características Sensoriais ou Estéticas	82
2.4.3 Características Intangíveis ou Subjetivas.....	96
2.5 MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DE CARACTERÍSTICAS INTANGÍVEIS	117
2.5.1 Método da Comunicação.....	119
2.5.2 Método da Observação	120
2.5.3 Diferencial Semântico.....	121
2.6 MÉTODOS DE SELEÇÃO DE MATERIAIS	124
2.6.1 Seleção por Análise	127
2.6.2 Seleção por Síntese	133

2.6.3 Seleção por Similaridade.....	135
2.6.4 Seleção por Inspiração.....	136
2.6.5 Combinação de Métodos.....	137
3 DESENVOLVIMENTO	140
3.1 MODELO DE ELUCIDAÇÃO DAS EMOÇÕES	140
3.1.1 Interação	142
3.1.2 Contextos	142
3.1.3 Objeto.....	144
3.1.4 Indivíduo.....	144
3.1.5 Tipo de Experiência.....	149
3.1.6 Atributos Verbais	150
3.1.7 Considerações sobre o Modelo.....	150
3.2 PESQUISAS DE CAMPO.....	151
3.2.1 Os Atributos Verbais Relacionados aos Produtos.....	152
3.2.2 Atributos Verbais Relacionados aos Materiais	155
3.3 MÉTODO DE SELEÇÃO DE MATERIAIS FOCADO NAS CARACTERÍSTICAS INTANGÍVEIS DOS PRODUTOS E MATERIAIS	162
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	169
5 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	173
REFERÊNCIAS	174
APÊNDICES	183
APÊNDICE A – Formulário para Levantamento dos Atributos Verbais Relacionados aos Produtos	184
APÊNDICE B – Tabela de Resultados do Levantamento dos Atributos Verbais Relacionados aos Produtos.....	185
APÊNDICE C – Formulário para Levantamento dos Atributos Verbais Relacionados aos Materiais	188
APÊNDICE D – Tabela de Resultados do Levantamento dos Atributos Verbais Relacionados aos Materiais	189

APÊNDICE E – Criação de um Banco de Dados de Características Intangíveis	205
APÊNDICE F – Exemplo de Questionário para Levantamento de Características Intangíveis para um Projeto de Produto	208
ANEXOS	211
ANEXO A – Exemplo de Perfil Técnico de um Material obtido com o <i>Software</i> CES (traduzido pelo autor)	212

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, é exposta a contextualização e a delimitação do tema desta pesquisa, assim como é formulado o problema, são apresentados os objetivos, a hipótese, a justificativa, a metodologia e a estrutura desta dissertação de mestrado.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Em um mundo globalizado, onde as fronteiras culturais, sociais, informativas e econômicas são bastante tênues, o Design e a Engenharia assumem importância vital como agentes de transformação. São exemplos disso os produtos e materiais cada vez mais difundidos e acessíveis, a criação de marcas de impacto global, o constante desenvolvimento de inovações tecnológicas, os problemas relativos ao desenvolvimento sustentável, entre outros. Essas mudanças são responsáveis por alterações profundas na vida do homem e pela geração de um nível de competição e reinvenção sem precedentes entre empresas. Aquelas que não colocam a inovação como fator primordial em seus processos de desenvolvimento de produtos – nas formas, nos usos, nas aplicações, nos materiais e nos processos de fabricação – são condenadas a perder espaço de mercado. A busca por constante evolução e aprimoramento nestas duas áreas – Engenharia e Design – é, assim, imprescindível para a sociedade contemporânea. Isso esclarece a importância de elucidar aspectos relativos à relação entre ambas, de maneira a desvendar pontos passíveis de melhoria e desenvolvimento.

Para compreender e demonstrar essa relação, é pertinente explorar a amplitude de atributos e significados dados ao Design. Segundo Maldonado (1999, p. 11), Design é “[...] a concepção de objetos para a fabricação industrial, isto é, por meio de máquinas, e em série”. O autor deixa claro que essa definição por si só não é totalmente satisfatória, motivo que o levou a realizar uma série de reflexões sobre as afinidades do Design com o Artesanato, com as Artes e com as Engenharias. A definição de Redig (1977, p. 32) esclarece essa questão: “[...] Design é o equacionamento simultâneo de fatores ergonômicos, perceptivos, antropológicos, tecnológicos, econômicos e ecológicos, no projeto dos elementos e estruturas físicas necessárias à vida, ao bem-estar e/ou à cultura do homem”.

Medeiros, Gomes e Klafke (2005) propuseram o desmembramento dos aspectos perceptivos em aspectos filosóficos, geométricos, mercadológicos e psicológicos. Para esses autores, esses fatores estão sempre presentes, ainda que com pesos diferenciados, nos produtos ofertados ao mercado; isso permite pontuar a relevância de cada aspecto ao iniciar-se o projeto de um produto, direcionando o seu desenvolvimento. Com base nas colocações desses dois autores, percebe-se o caráter multidisciplinar dessa atividade, para cuja solução de diversos problemas técnicos e tecnológicos da concepção de produtos a Engenharia irá auxiliar.

Devido à abrangência da atividade do Design, é compreensível que ocorram distorções em suas definições, influenciadas pelo contexto e pelos interesses no qual são estabelecidas. Niemeyer (2008, p. 52) explora essa questão:

[...] tradicionalmente, os produtos são projetados apenas com vista ao seu apelo estético, à sua usabilidade e/ou funções e possibilidades tecnológicas. Porém, esses atributos não conferem, necessariamente, ao produto características de fato aspiradas pelo destinatário do projeto – o que o produto “diz” para o usuário e o que o usuário “fala” de si por meio dele.

A preocupação com o usuário e sua relação com o produto levou, recentemente, ao desenvolvimento de uma nova área do Design, conhecida como Design e Emoção. Segundo Norman (2008), essa nova abordagem se firma na ideia de que os produtos pretendem estabelecer relações emocionais e proporcionar experiências prazerosas aos seus usuários. Assim sendo, perante essa nova visão, percebe-se que os objetos assumem significados na vida do homem. Damazio (2005, p. 49) resume a importância dos artefatos:

[...] têm participação ativa na vida cotidiana, e são usados pelas pessoas para estabelecer significados sobre si mesmas e suas vidas, chegando, em algumas circunstâncias, a ser o eixo em torno do qual as ações sociais se desenrolam. Inter-relacionados com outras engrenagens, os artefatos instruem os indivíduos acerca do mundo, organizam e regulamentam práticas sociais, influenciam comportamentos e provocam efeitos reais e variados.

Löbach (2001, p. 54) afirma que os aspectos essenciais das relações dos usuários com os artefatos são as funções dos produtos, as quais “[...] possibilitam a satisfação de certas necessidades”; funções essas classificadas pelo autor como

práticas, estéticas e simbólicas¹. A compreensão dessas funções possibilita a classificação dos produtos em grandes grupos; por exemplo, o dos produtos essencialmente práticos: o moinho de vento, o motor a combustão, o gerador elétrico. Outros objetos podem ser classificados como puramente simbólicos e estéticos: as pinturas pré-históricas, as esculturas, as obras de arte. No entanto, na área do Design de Produto, os produtos que combinam as três funções ganham especial importância: os objetos de iluminação – luminárias e lustres ornamentados; os meios de transporte – o “poder” por meio de um carro e a “liberdade” de uma motocicleta; o vestuário – roupas que expressam um grupo social ou cultural. Esses objetos foram projetados de maneira a satisfazer determinadas necessidades práticas de uso, cujas formas resultantes propiciam o seu apelo estético, as quais, ao serem julgadas pelo usuário, adquirem significados simbólicos.

Ashby e Johnson (2002, p. 1) demonstram a força de ligação que pode existir entre os produtos e os indivíduos: “as pessoas – consumidores – compram as coisas porque elas gostam delas – até mesmo as amam”, e continuam: “para ter sucesso, um produto deve, é claro, funcionar adequadamente, mas isso não é o suficiente: devem ter um uso fácil e conveniente, e devem possuir uma personalidade que satisfaça os deleites”². De acordo com esses autores, a personalidade depende fortemente do Design Industrial dos produtos, o que leva produtos tecnicamente muito semelhantes a ganharem ou perderem participação de mercado por meio do seu apelo visual e tátil, as associações que eles carregam, a maneira como são percebidos e as emoções que geram. Desse modo, continuam os autores, percebe-se que os consumidores de hoje esperam que todos os produtos que irão adquirir satisfaçam suas expectativas quanto à funcionalidade e à emoção, sendo parte central do Design concebê-los.

Estas novas expectativas são traduzidas em consumidores exigentes, críticos, sedentos por inovações. Isso que leva os designers a considerar diversos fatores como “[...] a escolha do material, o processo de fabricação, a maneira como o produto é comercializado, o custo e a praticidade, e em que medida o produto é fácil de usar, de compreender [...]” e também o “[...] componente emocional na maneira como os produtos são concebidos e postos em uso” (NORMAN, 2008, p. 24). Para

¹ Os conceitos relativos a essas funções são mais bem explorados no capítulo 2, item 2.1.1.

² Todas as traduções de língua inglesa constantes desse trabalho são de responsabilidade do autor dessa dissertação.

atingir esse objetivo, é necessário o esforço conjunto do Design, voltado aos aspectos estéticos e subjetivos de percepção dos produtos; da Engenharia, atrelada às questões técnicas e tecnológicas. Os avanços no desenvolvimento de materiais e processos de fabricação são fontes de inspiração para designers de produto, sugerindo visuais originais, soluções táteis, esculturais e espaciais. Por sua vez, novos problemas e novas necessidades na área do Design instigam a pesquisa e a busca de soluções tecnológicas pela Engenharia.

Nesse contexto, os materiais se mostram como o principal elo entre o Design e a Engenharia. Os objetos estão fortemente conectados e associados aos materiais de que são feitos; materiais estes que funcionam como uma espécie de interface para a interação do homem com os mesmos. Para Ashby e Johnson (2002, p. 1), os materiais são responsáveis por “[...] dar substância para tudo o que vemos e tocamos”, sendo que, a “nossa espécie [...] difere-se das demais, principalmente, pela habilidade de fazer design – de fazer coisas dos materiais – e pela capacidade de ver mais em um material além de meramente a sua forma externa”. Conclui-se, assim, que os objetos valem-se dos atributos dos materiais – funcionalidade, estrutura, processamento, morfologia, durabilidade, percepção cognitiva, emoção, custo, impacto ambiental, entre outros – para adquirirem significado, para carregarem associações ou até mesmo para se tornarem símbolos de ideias mais abstratas.

Ashby e Johnson (2002, p. 2) propõem duas funções principais para os materiais: “[...] a de prover funcionalidade técnica e a de criar produtos com personalidade”. Os autores explicam que há desequilíbrio entre estas duas funções: os designers técnicos e os engenheiros têm amplo acesso ao tipo de informação de que necessitam – manuais, *softwares* de seleção, serviços de consultoria de fornecedores – e as análises e aos códigos de otimização para um design seguro e econômico; já os designers industriais, por sua vez, expressam frustração por não terem suporte equivalente. Na educação superior, os autores observam que a mesma discrepância está presente: o ensino da Ciência e as aplicações técnicas dos materiais são altamente desenvolvidos e sistematizados, tendo suporte de numerosos textos, *softwares*, revistas e conferências; não há similar abundância de suporte para o ensino dos materiais no Design Industrial. Ashby e Johnson (2002) expõem que as causas dessas diferenças se devem, provavelmente, ao fato de que os aspectos mais técnicos da Engenharia formam um campo analítico estruturado

que pode ser registrado e ensinado como uma série de procedimentos formais, enquanto que o Design Industrial não pode ser facilmente formulado como um método; ele conta, no entanto, com o pensamento “visual” ao esboçar desenhos e modelar através da cor, textura e percepção a personalidade do produto.

Encontrar soluções para essa lacuna de informações e métodos não é simples. Kindlein Jr. e Guanabara (2006) esclarecem as diferenças de modo de pensar e de campos de conhecimento entre designers e engenheiros. Fica clara a dificuldade de designers entenderem e se interessarem por questões técnicas relativas a materiais, processos e cálculos estruturais, e de engenheiros de compreenderem aspectos abstratos dos consumidores. Essa dificuldade encontra bases na diferença de linguagem e maneira de pensar entre esses dois grupos de profissionais.

Karana, Hekkert e Kandachar (2008) desenvolveram um estudo no qual demonstraram a natureza das informações sobre os materiais que cada grupo de profissionais requer, tendo, por fim, sugerido a necessidade do desenvolvimento de pesquisas com maior ênfase nas características intangíveis dos materiais para, assim, integrar estes aspectos nas fontes de pesquisa sobre Seleção de Materiais. Segundo os autores, isso entrelaçará os dois pensamentos divergentes em uma única e integral estrutura.

Ashby e Johnson (2002) propõem alguns métodos de Seleção de Materiais que visam a auxiliar na busca de informações voltadas para o Design Industrial, mas estas, conforme Karana, Hekkert e Kandachar (2008), mostram-se carentes de maior suporte e desenvolvimento.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A partir da contextualização do tema, a perspectiva analítica desta pesquisa circunscreve-se na investigação da extensa gama de informações sobre os materiais necessárias à atividade do designer de produto, com ênfase em métodos de Seleção de Materiais que deem suporte às características intangíveis (Figura 1)³.

³ Os conceitos relativos a Design de Produto, Design Técnico e Design Industrial são mais bem explorados no capítulo 2, item 2.1.3, e os referentes às características tangíveis e intangíveis no capítulo 2, item 2.4.

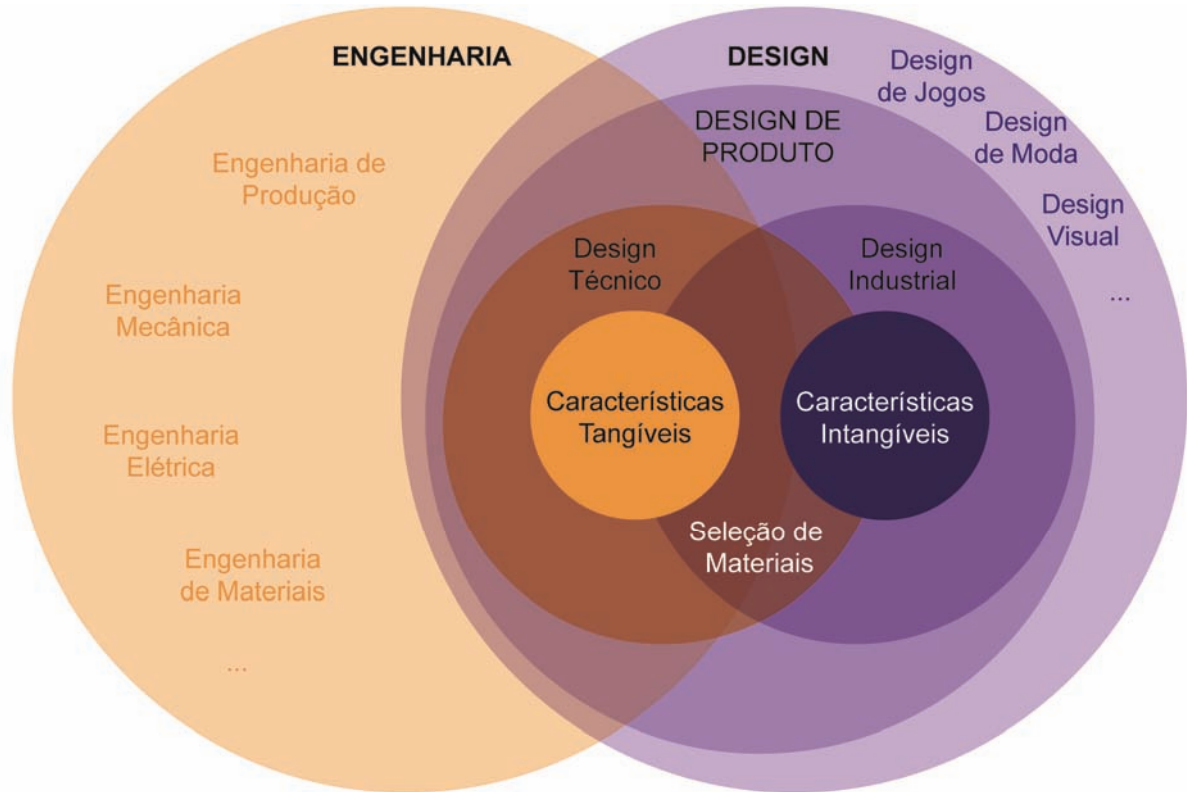


Figura 1: Delimitação do Tema – Foco nas Características Intangíveis

1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Como aplicar a Seleção de Materiais no Design de Produto de maneira a auxiliar à criação de produtos cujos materiais deem suporte tanto aos aspectos tangíveis/técnicos quanto aos intangíveis/subjetivos? Neste contexto, pode ser considerada como variável independente a Seleção de Materiais e como variável dependente o Design de Produto.

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver um método de Seleção de Materiais aplicável ao Design de Produto que venha a suprir o projeto com informações relativas às características intangíveis dos materiais.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma fundamentação teórica capaz de esclarecer o objeto da pesquisa e, dessa forma, estruturar o método a ser proposto.
- Esclarecer aspectos relativos ao significado do Design para o âmbito dessa pesquisa e ao papel dos materiais dentro do projeto de produto.
- Analisar o processo de Design de Produto, de maneira a averiguar as etapas em que a Seleção de Materiais é utilizada, os possíveis pontos para interferência desta pesquisa e quais aspectos dos materiais são significantes para os designers industriais em suas seleções.
- Verificar as variáveis envolvidas com a Seleção de Materiais voltada ao projeto de produto de maneira a avaliar as fontes existentes sobre o assunto quanto a sua adequação às necessidades dos designers.
- Esclarecer as características dos materiais relevantes durante o processo de interação do indivíduo com os produtos.
- Examinar os métodos existentes para levantamento de características intangíveis.
- Apurar os métodos existentes de Seleção de Materiais, visando uma análise crítica.
- Propor um modelo de elucidação das emoções capaz de abranger os aspectos relevantes da interação homem-produto.
- Sugerir, com base no modelo de elucidação das emoções, uma classificação para os atributos verbais utilizados pelas pessoas ao analisarem os produtos e materiais.
- Averiguar as características analisadas pelos usuários nos produtos e nos materiais por meio de coleta de dados.
- Desenvolver um método de levantamento de características intangíveis dos materiais e produtos, com o intuito de complementar os dados existentes, abrangendo assim as principais variáveis pertinentes aos materiais dentro do Design de Produto.

1.5 HIPÓTESE PRINCIPAL

Será viável o desenvolvimento de um método sistematizado de Seleção de Materiais que permita o levantamento de dados relativos aos atributos intangíveis para o Design de Produto?

1.6 JUSTIFICATIVA

Compreender o que leva uma pessoa a escolher um determinado produto numa loja entre as dezenas de modelos de qualidade, configuração e preço semelhantes apresenta-se como uma questão complexa devido ao grande número de variáveis envolvidas. A sua investigação nos leva à cultura material do homem, também complexa, mas fundamental para o projeto de produtos adequados e sintonizados com o psíquico das pessoas. Löbach (2001, p. 176) afirma que “a percepção estética do entorno e seu efeito sobre a mente humana têm sido pouco estudados até agora”, contexto no qual tem grande importância os produtos industriais, reproduzidos milhares de vezes, derivados do design. Essa problemática também é evidenciada por Niemeyer (2008, p. 62):

Devido à falta de compreensão de princípios básicos universais da relação do ser humano com e pelos elementos de sua cultura material, produtos são projetados e introduzidos no mercado segundo as preferências regidas pelo gosto efêmero vinculado à moda dos indivíduos dentro de um nicho social. Esses produtos não consideram as especificidades do indivíduo que, quando muito, dispõe de uma margem estreita de interferência de ajuste pessoal, dentro do que se chama customização.

Isso esclarece que os estudos desenvolvidos nessa área precisam ser focados no usuário. Este último, por sua vez, é envolto em subjetividade, já que cada indivíduo possui as suas próprias percepções do mundo, objetivos e interesses. Medeiros e Ashton (2008) afirmam que essa falta de compreensão sobre a relação homem-produto tem sua origem na predominância, na maioria das escolas de Design contemporâneas, da visão tradicional de que os métodos de Design devem ser focados nos processos criativos, nas demandas ergonômicas, e nos processos de fabricação, materiais e marketing. Tais autores tentam justificar este fato: “[...] talvez porque questões sociológicas, psicológicas e semióticas são por demais ‘obscuras’, no sentido de que são prejudicadas como muito complexas para

serem incorporadas em processos criativos” (p. 115). Schön (2000, p. 15) esclarece essa questão:

Na topografia irregular da prática profissional, há um terreno alto e firme, de onde se pode ver um pântano. No plano elevado, problemas possíveis de serem administrados prestam-se a soluções através da aplicação de teorias e técnicas baseadas em pesquisas. Na parte mais baixa, pantanosa, problemas caóticos e confusos desafiam as soluções técnicas. A ironia dessa situação é o fato de que os problemas do plano elevado tendem a ser relativamente pouco importantes para os indivíduos ou o conjunto da sociedade, ainda que seu interesse técnico possa ser muito grande, enquanto no pântano estão os problemas de interesse humano.

Dessa maneira, nota-se um vasto campo de pesquisa ligado às questões subjetivas como semântica e emoção, que vêm sendo motivo de inúmeros trabalhos nos últimos anos por profissionais de diversas áreas. Exemplo disso são os cientistas cognitivos que se empenharam em demonstrar que a emoção torna as pessoas inteligentes, já que “a emoção está sempre fazendo juízos de valor, apresentando informações imediatas a respeito do mundo: aqui está um perigo em potencial, lá está um conforto em potencial; isto é bom, aquilo é ruim” (NORMAN, 2008, p. 30). Esses profissionais também esclarecem que “[...] quando as pessoas estão mais relaxadas e felizes, seus processos de raciocínio se expandem, tornando-se mais criativos, mais imaginativos” (p. 39), o que vem a sugerir qual é o papel da estética no Design de produtos: “[...] objetos atraentes fazem as pessoas se sentirem bem, o que, por sua vez, faz com que pensem de maneira mais criativa” (p. 39). Assim, afirma Norman (2008), a emoção mostra-se como um elemento necessário da vida, afetando a maneira como o homem se sente, se comporta e pensa, podendo, por exemplo, afetar a sua capacidade de tomada de decisões na hora de comprar um produto. Essa constatação leva-nos a uma possível explicação para a problemática apresentada no início desse tópico.

É importante destacar as diversas questões envolvidas com as emoções e os processos pelos quais elas são elucidadas. Fenech e Borg (2006), por exemplo, demonstraram que, ao interagir com um produto, o usuário utiliza os seus sentidos, os quais são influenciados por seus conhecimentos, suas experiências prévias e seus interesses pessoais, o que resulta em sensações, estímulos, percepções e emoções. Dessa maneira, abre-se a possibilidade de estudo de diversas questões relacionadas, anteriores e posteriores à geração de emoções.

No processo de interação, o produto influenciará o homem por meio de sua forma e de seu material. Os materiais são, assim, percebidos pelas pessoas através dos produtos; quando desassociados dos outros parâmetros de Design – como forma, função e uso –, podem ser utilizados pelo designer para delimitar o significado proposto para o grupo de consumidores objetivados no conceito do projeto. Arabe (2004) dá alguns exemplos, como no caso do metal que parece frio, durável, robusto e pode conotar precisão, sendo possível, assim, que os designers o utilizem para enfatizar a superioridade tecnológica e o alto nível de engenharia. Dessa forma, mostram-se fundamentais pesquisas que visem explorar, buscar e integrar informações sobre os materiais dentro do projeto de produto.

Para Karana, Hekkert e Kandachar (2008) os materiais têm sido extensivamente estudados pela Ciência e Engenharia há anos, sendo que as atuais fontes de pesquisa sobre Seleção de Materiais são úteis em prover dados sobre informações técnicas (físicas e de quantificação). No entanto, os designers também utilizam outros aspectos dos materiais, que são os intangíveis e não quantificáveis, de maneira a expressar suas intenções. Assim, os autores esclarecem que, mesmo que estas características intangíveis sejam cruciais para o designer industrial no processo de Seleção de Materiais, as atuais fontes sobre o assunto não oferecem dados suficientes e nem maneiras sistemáticas apropriadas para que essa atividade seja realizada.

Conseqüentemente, pesquisas com maior ênfase nessas características e a integração desses aspectos dos materiais nas fontes de Seleção de Materiais podem prover uma considerável vantagem para área de Design de Produto, já que esta engloba amplos aspectos: a excelência técnica para criar um produto que tenha um bom funcionamento prático, seja seguro e tenha um preço aceitável; e excelência de Design Industrial para criar o seu apelo estético e valor percebido. É nesse ponto que esta dissertação de mestrado pretende dar a sua principal contribuição.

1.7 METODOLOGIA E ESTRUTURA DA PESQUISA

A partir da contextualização do assunto, delimitou-se o tema, formulou-se o problema e determinaram-se os objetivos, a hipótese principal e a justificativa desta pesquisa, conforme já exposto anteriormente neste capítulo. Quanto ao

desenvolvimento, optou-se pela pesquisa exploratória por meio do raciocínio indutivo.

Gil (2002) explica que através do raciocínio indutivo, a generalização não deve ser procurada aprioristicamente; deve ser constatada a partir da observação de casos concretos, suficientemente confirmadores dessa realidade. Para ele, a pesquisa explanatória proporciona maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito, também possibilita o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, ou seja, tem por objetivo conhecer a variável de estudo tal como esta se apresenta, seu significado e o contexto onde ela se insere. O seu planejamento é bastante flexível, o que possibilita a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Minayo e Sanches (1993) colocam que o estudo exploratório permite aliar as vantagens de se obter os aspectos qualitativos das informações à possibilidade de quantificá-los, posteriormente, sendo que esta associação realiza-se em nível de complementaridade, permitindo ampliar a compreensão do fenômeno em estudo. De acordo com Gil (1999), esse tipo de pesquisa, na maioria dos casos, envolve levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso que estimulam a compreensão.

A partir dessas definições, buscou-se o estado da arte atual com base em fundamentação teórica disponível em livros, publicações científicas em periódicos impressos e eletrônicos, dissertações e teses acadêmicas, material gráfico publicado e disponível na Internet. Esta explanação está descrita no capítulo 2 e permitirá o esclarecimento de aspectos chave para esta pesquisa.

Com base no levantamento bibliográfico, propõe-se no capítulo 3 um modelo para a elucidação das emoções, um esquema de classificação dos atributos verbais relacionados aos materiais e à forma de produtos; por fim, um método para a Seleção de Materiais que englobe as características intangíveis necessárias ao Design de Produto. No mesmo capítulo, realiza-se a aplicação de questionários estruturados no público, com a intenção de exemplificar a classificação proposta de atributos verbais. No capítulo 4, são discutidos os resultados obtidos, apresentadas as conclusões e propostas ideias para futuros trabalhos.

Ao final deste documento, encontram-se as referências utilizadas; os apêndices que apresentam os formulários e as tabelas de resultados referentes às pesquisas de campo realizadas, bem como pesquisas complementares realizadas pelo autor. Por último, os anexos que contêm dados adicionais a esta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são apresentados conceitos e métodos importantes à compreensão e ao posicionamento do tema desta pesquisa, compreendidos nos seguintes tópicos: relação entre Design e Seleção de Materiais, processo do Design de Produto, Seleção de Materiais, características dos materiais, métodos de levantamento de características intangíveis e de Seleção de Materiais.

2.1 RELAÇÃO ENTRE DESIGN E SELEÇÃO DE MATERIAIS

Com base nos conhecimentos relativos ao Design e à sua abrangência, pretende-se estabelecer suas ligações com a Seleção de Materiais. Essa explanação permite, nesta pesquisa, a proposição de métodos que facilitem a troca de informações entre essas duas áreas do conhecimento. Inicialmente, são apresentados os conceitos relativos ao Design, seguidos de um olhar sobre sua trajetória; por fim, o papel dos materiais no Design de Produto.

2.1.1 Design

O Design é responsável por todo o entorno construído e pelos objetos que estão à nossa volta, como observa Frascara (2004, *apud* MENEZES, 2007, p. 21): “todos os dias, desde o momento em que toca o despertador, até o dia seguinte, todas as nossas atividades são facilitadas ou obstruídas pelo Design, seja este gráfico, industrial ou de ambiente”.

Ashby (2005) entende que Design é uma palavra que possui múltiplos significados, dependendo da interpretação de cada pessoa. O autor cita como exemplo os itens industrializados, do mais adornado chapéu feminino ao mais complexo motor, que, de uma forma ou de outra, podem ser considerados Design. Ashby (2005, p. 1) demonstra que essa palavra pode significar ainda mais: “para alguns, a natureza é o Design Divino; para outros, ela é Design da seleção natural, o mais avançado algoritmo genético”. Devido a tal abrangência de significados e interpretações, fica clara, assim, a necessidade de definição do que é Design para o contexto desta pesquisa. Para atingir esse objetivo, são analisadas as colocações de diferentes fontes.

Bonsiepe (1997, p. 11) afirma que Design é a “atividade projetual, responsável pelas características estruturais, estético-formais e funcionais de um produto para fabricação em série”. Seguindo esse raciocínio, nota-se o foco nas funções estéticas e práticas do produto; entende-se também que a atividade do designer é inserida dentro de um contexto industrial no qual o diálogo entre o Design e a Engenharia é fundamental.

O Programa Brasileiro de Design (PBD, 2008) – vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) – define Design como sendo a “ferramenta indutora da inovação na medida em que introduz novas formas, novos materiais e novos valores conceituais que vêm a determinar o desenvolvimento de novos processos produtivos e tecnológicos para a consecução de novos produtos”. O PBD (2008) ainda defende que “o Design é o diferencial que propicia maior valor agregado às exportações, promovendo a oferta de produtos diferenciados e inovadores, sendo de fundamental importância para a criação de uma identidade e uma imagem favorável que agrega valor ao produto nacional”. Nessa definição, percebe-se a preponderância dos interesses econômicos.

O Conselho Internacional das Sociedades de Design Industrial – *International Council of Societies of Industrial Design* – (ICSID, 2008) amplia o significado da atividade do design ao afirmar que seu objetivo é estabelecer qualidades multifacetadas de objetos, serviços e seus sistemas, em ciclos de vida completos, sendo fator central da humanização inovadora das tecnologias e fator crucial de intercâmbio cultural e econômico. O conselho afirma que o Design procura descobrir e estabelecer relações estruturais, organizacionais, funcionais, expressivas e econômicas.

Ainda de acordo com o ICSID (2008), o Design tem como objetivos enfatizar a sustentabilidade global e a proteção ambiental (ética global); dar benefícios e liberdade para a inteira comunidade humana, individual e coletiva, usuários finais, produtores e protagonistas de mercado (ética social); dar suporte à diversidade cultural, independentemente da globalização mundial (ética cultural) e, por fim, dar aos produtos, serviços e sistemas, formas que sejam expressivas (semiótica) e coerentes (estética) com sua própria complexidade. Para complementar, a mesma entidade aponta que o Design é uma atividade que envolve uma amplitude de profissões ligadas a produtos, serviços, áreas de desenvolvimento gráfico, arquitetura e paisagismo. Compreendem-se, assim, outras questões envolvidas com

o Design: as éticas global, social e cultural; a semiótica (função simbólica); a visão de que o Design não tem como única responsabilidade o objeto (sendo de seu encargo também os serviços e demais sistemas envolvidos); o caráter transformador dessa área do conhecimento sobre a sociedade e sua relação de responsabilidade para com ela.

Bruinsma (1995) defende que dar forma às coisas (fazer Design) não está relacionado apenas ao ato de “vestir” o objeto com uma forma interessante; na verdade essa atividade dá forma aos significados que o objeto pode assumir (função simbólica), além de sua função direta (função prática). Trata-se de uma atitude que dá ao objeto as características de um sujeito – um organismo vivo que atrai a resposta emotiva do usuário ao invés de uma resposta relativa à sua função. Por meio das colocações desse autor, percebe-se outra questão importante para o Design: a afetividade envolvida na relação produto-usuário.

Com base nas definições apresentadas até aqui, percebe-se uma grande variação no que diz respeito a uma definição única, isso porque estas irão depender do “[...] contexto histórico, social, cultural, econômico, político e geográfico em que foram formuladas” (DAMAZIO, 2005, 12). E ainda, segundo Couto (1996, *apud* DAMAZIO, 2005, p. 12):

O Design é uma atividade de contornos difusos e passível de interpretações variadas e bastante diferentes entre si. As definições de Design ora o apresentam como uma atividade cuja principal finalidade é a criação de produtos de valor estético, ora como importante promotor do desenvolvimento econômico, produtivo e tecnológico. Ora ressaltam sua importância para o aumento das vendas, manutenção e conquista de mercados, ora seu compromisso com a construção de um entorno ajustado às necessidades do ser humano, das mais básicas às mais transcendentais. Ora enfatizam o processo criativo, ora o produto em si, ora o indivíduo. Ora focam quem produz, ora quem compra, ora quem usa o produto. Ora inscrevem seu campo de conhecimento na esfera das Artes, ora no da Ciência, ora no da Tecnologia.

No contexto desta dissertação, a relevância está no Design voltado ao desenvolvimento de produtos, com seu foco no ponto de vista do designer como analista da relação usuário-produto. Com a especificação do interesse principal nessa definição, compreende-se que a significação proposta por Löbach (2001, p. 22) mostra-se como sendo a mais inclinada a atender esse objetivo. Para o autor, Design é o “processo de adaptação dos produtos de uso, fabricados industrialmente, às necessidades físicas e psíquicas dos usuários ou grupos de usuários”. Para

facilitar a compreensão da definição de Löbach (2001), cabe esclarecer os três tipos de função que podem ser desempenhadas pelos produtos:

- **Função Prática:** são os aspectos fisiológicos de uso do produto. O desenvolvimento desta função tem o intuito de preencher as condições fundamentais para assegurar o correto funcionamento do produto de maneira a satisfazer as necessidades físicas do usuário;
- **Função Estética:** é a relação entre um produto e um usuário no nível dos processos sensoriais. A configuração desta função num produto age diretamente sobre a percepção multisensorial do usuário, possibilitando o suprimento de tais necessidades;
- **Função Simbólica:** é determinada pelos aspectos espirituais, psíquicos e sociais do uso. Ela deriva dos aspectos estéticos do produto, que são referência para associações com memórias, experiências, ideias e outros âmbitos da vida.

O entendimento da importância dos materiais para o Design no contexto da definição de Löbach (2001) é explorado neste capítulo, no item 2.1.3. Antes, porém, é interessante analisar como o Design evoluiu, considerando-se o foco no funcionalismo racional (necessidades físicas) ao emocional (necessidades psíquicas), já que essas são questões fundamentais para a definição adotada.

2.1.2 Do Racional ao Emocional

Recompor o percurso histórico do Design não é tarefa fácil. Damazio (2005, p.12) expõe que “os caminhos são intrincados, sinuosos e se cruzam com uma infinidade de ações, empreendimentos e movimentos também passíveis de variadas interpretações”. Mesmo diante de tamanha complexidade, é apresentada uma reflexão sobre a evolução de alguns conceitos inerentes à área.

Löbach (2001, p. 83) explica que os produtos, no contexto dos primórdios da industrialização, “[...] não eram ainda configurados de forma consciente” e “[...] sua aparência era resultado da atividade do projetista que, naturalmente, via apenas as funções práticas e as possibilidades de produção racional como fatores mais importantes”. O autor esclarece que os produtos associados ao conceito de funcionalismo surgiram de uma escola intelectual na qual predominavam os aspectos funcionais, sendo que, nessa época, o conceito de funcionalismo era

aplicado de forma unidimensional, quase exclusiva, para o ambiente onde se destacavam os aspectos fisiológicos do uso. Norman (2008, p. 57) demonstra a importância da função prática: “a função de um produto especifica as atividades que ele suporta, para as quais ele foi projetado; se as funções são inadequadas ou não têm nenhum interesse, o produto tem pouca valia”. Outra questão significativa colocada por esse autor é relativa ao desempenho: “o desempenho diz respeito à medida em que o produto faz bem as funções desejadas; se o desempenho é inadequado, o produto fracassa” (p. 57).

No final do século XIX, começaram a surgir movimentos estéticos – *Arts and Crafts*, *Liberty*, *De Stijl*, entre outros – que influenciaram o Design, as Artes e a Arquitetura, e cujas ideias permitiram, assim, o surgimento de produtos com solução formal e forte valor estético. A *Bauhaus* – escola de grande influência sobre o Design – propunha produtos que “[...] possuíam principalmente funções estéticas e pouco consideravam as necessidades do usuário”, já que “os mestres da Bauhaus aplicaram suas concepções estéticas aos objetos de uso, em conjunto com os alunos e reduziram o mundo vital do homem a frias formas geométricas fundamentais” (LÖBACH, 2001, p. 87). Tal autor esclarece que, para aquela época, os produtos dessa escola possuíam um valor surpreendente no contexto dos demais produtos industriais, graças à sua aparência estética pouco comum. Devido à grande difusão das ideias da Bauhaus, os produtos pobres em informação se converteram em norma já que compatibilizavam com a ideia vigente de uma produção econômica e de uma política de produto orientada para o lucro, fazendo-se notar a insuficiente oferta de informação dos produtos industriais influenciados por essa escola. Observa-se que, durante esse período, os produtos eram concebidos, principalmente, com base em seu apelo funcional prático; em alguns casos, no funcional estético – ambos voltados para o produto e distantes das necessidades do homem. Esse distanciamento fica aparente na crítica de Löbach (2001, p. 90) ao funcionalismo prático; assim, aos produtos puritanos-racionalistas:

Os produtos industriais com configuração prático-funcional possuem poucos aspectos sintonizados com o mundo intelectual do homem. [...] Estes produtos são “frios” e impessoais e com eles o usuário não consegue desenvolver qualquer tipo de relação [...]. Sua aparência é pobre em informação, são rapidamente apreendidos e despertam pouco interesse. Com o tempo acabam ficando monótonos.

É importante destacar que outras escolas e movimentos estéticos propuseram soluções formais diferentes da Bauhaus, mas os seus enfoques também eram sobre as funções prática e estética, tendo como foco principal o produto em si.

Niemeyer (2008, p. 50) expõe que com o surgimento da Ergonomia após a II Guerra Mundial, “[...] outro paradigma do Design veio somar ao funcionalismo – a adequação do produto ao usuário na execução da tarefa”. O termo usabilidade surgiu do estudo da relação entre homem e máquina. Stanton e Baber (1996, *apud* MONT’ALVÃO, 2008) entendem usabilidade como sendo o Design voltado ao usuário e à facilidade de compreensão acerca do funcionamento e a maneira de interagir com o produto. Os autores colocam os fatores relevantes da usabilidade: fácil aprendizagem, efetividade, atitude, flexibilidade, utilidade percebida do produto, adequação à tarefa, características da tarefa e características do usuário. Norman, (2008, p. 57) demonstra a importância da usabilidade: “confunda ou frustre a pessoa que está usando o produto e terá como resultado emoções negativas. Mas se o produto fizer o que é necessário, se for divertido de usar e com ele for fácil satisfazer as metas, então o resultado é afeto positivo caloroso”.

Csikszentmihalyi e Rochberg-Halton (1991, *apud* CSIKSZENTMIHALYI, 1995) contribuíram para o avanço dos estudos da relação do homem com o objeto ao analisarem o que torna os itens especiais, ou seja, questões importantes sobre o afeto existente nessa relação. A pesquisa desses autores objetivava, inicialmente, o levantamento dos objetos de arte existentes nas residências de um determinado grupo de pessoas, a frequência com que tais objetos eram observados e o que vinha à mente daqueles que os contemplavam. Durante as entrevistas, os pesquisadores perceberam que os entrevistados tinham muito pouco a dizer, já que respondiam com clichês e falas impessoais. Isso levou Csikszentmihalyi e Rochberg-Halton (1991, *apud* CSIKSZENTMIHALYI, 1995) à conclusão de que os objetos de arte tinham pouca importância para a sensação de bem-estar psicológico ou espiritual daquele universo de indivíduos. Diante dessas constatações, os pesquisadores deram um novo rumo à sua pesquisa: perguntavam aos entrevistados quais objetos – sem restrições – dentro de suas residências lhes eram especiais e os motivos dessa categorização.

Os objetos citados englobavam itens de mobiliário, equipamentos de som, trabalhos manuais feitos pelos próprios entrevistados ou parentes, fotografias, entre outros. Seu valor era mensurado na medida em que traziam recordações ou

associações e ajudavam a evocar um sentimento especial em seus proprietários. Raramente o foco estava no item em si, mas sim nas histórias e nas memórias revisitadas através dele. Os autores esclarecem que o apreço das pessoas aos objetos não está ligado diretamente ao item físico, mas aos relacionamentos, aos significados e aos sentimentos que ele representa.

Csikszentmihalyi (1995, p. 121) conclui que “os objetos não criam ordem na mente do observador através da incorporação dos princípios da ordem visual; eles fazem isso quando ajudam o observador na sua luta individual pela ordem em seu/sua própria experiência”. Para o autor, “as pessoas encontram significado em objetos que são plausíveis, símbolos concretos de objetivos principais, de ações consideráveis e de eventos importantes nas suas vidas”. Por fim, o autor resume o significado dos objetos:

[...] uma velha xícara chinesa, uma planta doméstica, um anel ou uma fotografia familiar tem poder simbólico se ele produz um senso de ordem na mente. Isto acontece quando o dono, ao ver o objeto, sente que: os seus desejos estão em harmonia; os seus objetivos poderão ser alcançados; o passado e o futuro estão relacionados de uma maneira sensível; que as pessoas que estão próximas a elas são merecedoras de amor e as amam em correspondência. Sem esses sentimentos, a vida não vale a pena ser vivida. Os objetos que nós colocamos ao nosso redor são os símbolos concretos que transportam essas mensagens. O significado de nossa vida privada é criado com esses objetos domésticos. (p. 126)

Damásio (1995, *apud* NORMAN, 2008) também contribuiu para avanços na compreensão da relação do homem com os objetos quando analisou pessoas que sofreram lesões cerebrais que, embora não causaram distúrbios à linguagem, à memória, ao raciocínio abstrato ou ao raciocínio espacial, provocaram danos ao sistema emocional. Como resultado dessas lesões, esses indivíduos tornaram-se incapazes de tomar decisões ou agir de modo eficiente dentro do sistema social. Também não eram capazes de decidir questões tidas como simples, como onde morar, o que comer, quais produtos comprar ou usar. As conclusões do autor contradizem a crença comum de que a tomada de decisões é o centro do pensamento lógico e racional. Norman (2008, p. 32) afirma que “[...] pesquisas modernas confirmam que o sistema afetivo fornece assistência crítica para a tomada de decisão de cada um de nós ao nos ajudar a fazer seleções rápidas entre o bom e o ruim, reduzindo o número de coisas a serem consideradas”. O autor ilustra essas constatações:

Pessoas sem emoções, como as no estudo de Damásio, são incapazes de selecionar opções, especialmente se qualquer das escolhas parece igualmente válida. Você quer ir ao médico na segunda ou na terça-feira? Você quer arroz ou batata cozida com seu prato? Escolhas simples? Sim, talvez simples demais: não há nenhuma forma racional e lógica de decidir. É nessa situação que o sistema afetivo é útil. A maioria de nós apenas decide escolher uma coisa, mas se nos perguntam o porquê, não sabemos dizer: “Apenas tive vontade”, costumamos responder. Uma decisão tem de “dar a sensação de que é boa”, ou é rejeitada, e este sentimento é uma expressão de emoção. (p. 32)

Outra contribuição importante de Damásio (1995, *apud* DAMAZIO, 2005, p. 274) é a de que “[...] temos emoções, como todo o animal, mas deles nos diferenciamos por nossa capacidade de ‘sentir’, de identificar e de reconhecer que estamos emocionados”. A diferença entre ter e sentir emoções é ilustrada quando o autor distingue as emoções primárias, inatas e comuns a todos os animais (como medo, raiva, ansiedade, tristeza, felicidade e nojo), das emoções secundárias, adquiridas no processo de socialização (como compaixão, vergonha, culpa, inveja, gratidão, admiração, espanto, indignação e desprezo).

O avanço dos estudos da usabilidade e de pesquisas como as realizadas por Csikszentmihalyi e Rochberg-Halton (1991, *apud* CSIKSZENTMIHALYI, 1995) e Damásio (1995, *apud* DAMAZIO, 2005) contribuíram para a mudança de foco do desenvolvimento de projeto, anteriormente voltado ao desenvolvimento de produtos meramente funcionais para produtos destinados ao ser humano e a suas emoções. Essa mudança culminou no desenvolvimento de uma nova área do Design a qual foi elucidada, inicialmente, por Jordan (2002).

Jordan (2002) criou o conceito de agradabilidade (*pleasurability*) segundo o qual, além de funcionais e esteticamente interessantes, os produtos devem promover algum tipo de prazer ao usuário, trazer benefícios emocionais e serem agradáveis. O autor relaciona os quatro tipos de prazer propostos por Tiger (1992, *apud* JORDAN, 2002) aos produtos concebidos pelos designers:

- Prazer físico – relacionado ao corpo humano, sendo derivado dos sentidos (tato, paladar, audição, olfato e visão). Esse prazer está ligado diretamente às propriedades sensoriais dos produtos como, por exemplo, textura e cheiro;
- Prazer social – referente às relações interpessoais, à autoimagem e ao status. Pode ser gerado por produtos e/ou serviços que facilitam a interação social;

- Prazer psicológico – relacionado às reações e ao estado psicológico das pessoas durante a fruição de produtos. Esse prazer é gerado por objetos de uso descomplicado que despertam emoções positivas;
- Prazer ideológico – relacionado aos valores pessoais, incluindo gosto, questões morais e aspirações sociais. Relaciona-se à estética e aos significados que os objetos carregam e despertam.

Jordan (2002) demonstra que o usuário não é mera parte de um sistema; é um indivíduo racional, dotado de sentimentos. Para o autor, a compreensão da relação produto-usuário com base nos conceitos dos prazeres e da agradabilidade é fundamental para o desenvolvimento de produtos. Por meio deles, é possível fazer a correspondência entre as propriedades dos produtos e as reações emocionais que se deseja evocar. Esses conceitos também permitem desenvolver métodos para investigação e quantificação do prazer.

Krippendorff (2000, *apud* DAMAZIO, 2005, p. 38) deixa claro que “[...] o design centrado no objeto e seus aspectos objetivos passam a dar lugar a um design centrado no ser humano e seu modo de ver, interpretar e conviver com o entorno”. O autor ressalta que não se trata apenas de projetar coisas para usuários racionais, mas sim de perceber que esta ação está relacionada a algo envolto em práticas sociais, símbolos e preferências, de modo que “não reagimos às qualidades físicas das coisas, mas ao que elas significam para nós” (p. 38).

Segundo Kurtgözü (2003, p. 49), “nos últimos anos, a comunidade de Design testemunhou o aparecimento de uma nova área de interesse que foi batizada de ‘Design e Emoção’ pelos seus criadores.” Também chamado de Design Emocional, este tem relações e similaridades com a Engenharia *Kansei*, o Design Afetivo, o Design Experiencial, o Design Atitudinal, a Hedonomia, entre outros. O Design e Emoção veio “tornar público e evidente o fato de que não apenas usamos, mas também adoramos e detestamos objetos” (NORMAN, 2004, p. 11).

Nas palavras de Niemeyer (2008, p. 51):

Para nós, a preocupação atual de sugestões afetivas e emocionais do design parece indicar a vontade de reinserir as relações humanas no ambiente imediato. Cada vez mais as relações institucionais e pessoais tornam-se soltas nas dimensões de tempo e espaço. O novo papel do design de objetos e sistemas de comunicação parece ser o de reinserir os valores humanos e da sensibilidade humana no nosso mundo material, para fazer nossas interações com o produto, menos impessoais e estritamente funcionais, e mais relacionais, agradáveis e confiáveis.

A mesma autora (p. 55) define essa nova abordagem do Design como “[...] resultado do estudo de interações do ser humano com o produto, para estudar os relacionamentos entre os aspectos físicos dos produtos e suas influencias afetivas”, sendo o seu objetivo “[...] aplicar o conhecimento construído com vistas a projetos que satisfaçam mais os aspectos subjetivos do destinatário e sejam significativos para ele”, e o seu foco “[...] a interação de eficiência com a significação, com as qualidades mais hedonistas dos produtos, em que as experiências positivas e prazerosas são fins em si mesmas”.

Nesse contexto, é importante analisar quais são os papéis desempenhados pelos artefatos. Frascara (2004, *apud* MENEZES, 2007, p. 21) coloca que os objetos que nos rodeiam “[...] são uma extensão de nós mesmos, uma visualização do invisível, um auto-retrato, uma maneira de nos apresentarmos aos demais [...] uma dimensão essencial da humanidade”. O autor explica que o homem adquire um relógio para localizar-se no tempo, um traje para vestir-se e um carro para transportar-se com liberdade, mas afirma que as funções desses objetos não se restringem apenas a isso:

[...] é óbvio que a funcionalidade, no sentido restrito da palavra, se refere só a uma pequena parte das funções de nossos objetos e das razões pelas quais os escolhemos. Além de basear nossas escolhas em suas funções específicas, adquirimos nossos objetos para que nos ajudem a comunicarmos com os demais, para fazer visíveis certos aspectos da nossa pessoa.

As colocações de Frascara (2004, *apud* MENEZES, 2007) são reforçadas por Norman (2008, p. 74): “a maneira como nos vestimos e nos comportamos, os objetos materiais que possuímos, joias e relógios, carros e casas, todos são expressões públicas de nós mesmos”. Compreende-se então que, quanto mais o designer for sensível às questões relacionadas ao usuário, mais competente ele será em desenvolver produtos que possam interagir com as pessoas do modo emocional pretendido. Diante disso, mostra-se necessário analisar os fatores envolvidos na interação do usuário com o objeto durante o processo de elucidação das emoções, o que é feito no capítulo 2 item 2.4.3; também se torna pertinente averiguar os métodos existentes para o levantamento de informações relativas às questões emocionais dessa interação, os quais são explorados no capítulo 2, item 2.6.

Diante do exposto, conclui-se que o Design evoluiu de um conceito voltado ao produto, às suas características físicas e funções práticas racionais, para um

conceito de foco completamente diferente: a atenção está voltada para o sujeito e o modo como ele interpreta e interage com o produto em seu meio físico e social. Durante esse percurso, muitas foram as atribuições, funções e os significados dados à palavra Design, cada qual analisando diferentes pontos de vista e interesses. Alguns analisam, basicamente, aspectos econômicos e industriais da função aliados à estética de objetos. Outros, por sua vez, levam em conta as questões perceptivas, emocionais, sociais, de impacto ambiental, os serviços relacionados, entre outras. É interessante observar que os objetos sempre foram capazes de despertar emoções, percepções e significados nas pessoas, mas só nos anos recentes os estudos no campo de Design têm se dedicado a essa questão.

2.1.3 Relação entre Design de Produto e Materiais

A partir da compreensão dos conceitos relativos ao Design, ficou clara a importância dos objetos e produtos na existência do ser humano. Neste momento do estudo, mostra-se necessário compreender o papel dos materiais no Design e sua potencialidade em influenciar a interação homem-produto.

Dentre todas as variáveis envolvidas no projeto de produto, Etchepare e Kindlein Jr. (2002) apontam a necessidade de escolha de materiais e de processos de fabricação como ponto central. Tal fato fica aparente por meio da análise da Figura 2, na qual Gobbi (2006) esclarece a importância das mesmas em conjunção a outras variáveis (humanização do mercado, adequação ambiental, valor agregado, humanização da tecnologia, desenvolvimento sustentado, satisfação do cliente, marketing).



Figura 2: Atividade Projetual e as várias Interfaces do Design
 Fonte: adaptado de Gobbi (2006).

A responsabilidade dessas duas variáveis – seleção de materiais e processos – é dividida com os engenheiros. Esta afirmação pode ser constatada com base na análise da Figura 3, que é a representação do projeto de produto no contexto empresarial e industrial. Nessa figura, observam-se as diversas etapas envolvidas no anteprojeto e no projeto de um produto e as suas respectivas áreas responsáveis – Direção, Marketing, Design e Engenharia. Assim sendo, a Seleção de Materiais é interdisciplinar e de extrema importância para o desenvolvimento de projetos.

A partir dessa premissa, novas abordagens sobre o Design de Produto foram implantadas, com a criação de times de desenvolvimento multidisciplinares – Design, Manufatura, Marketing, Materiais, entre outros – que possibilitam uma ampla gama de oportunidades, o incremento de qualidade, a redução de custos e a racionalização do tempo de concepção dos produtos (ASM, 1997). Para esta pesquisa, a constatação do caráter multidisciplinar da atividade de Seleção de Materiais, intrínseco ao projeto de produto, é fundamental, uma vez que o método desenvolvido atende às diferentes necessidades dos profissionais envolvidos.

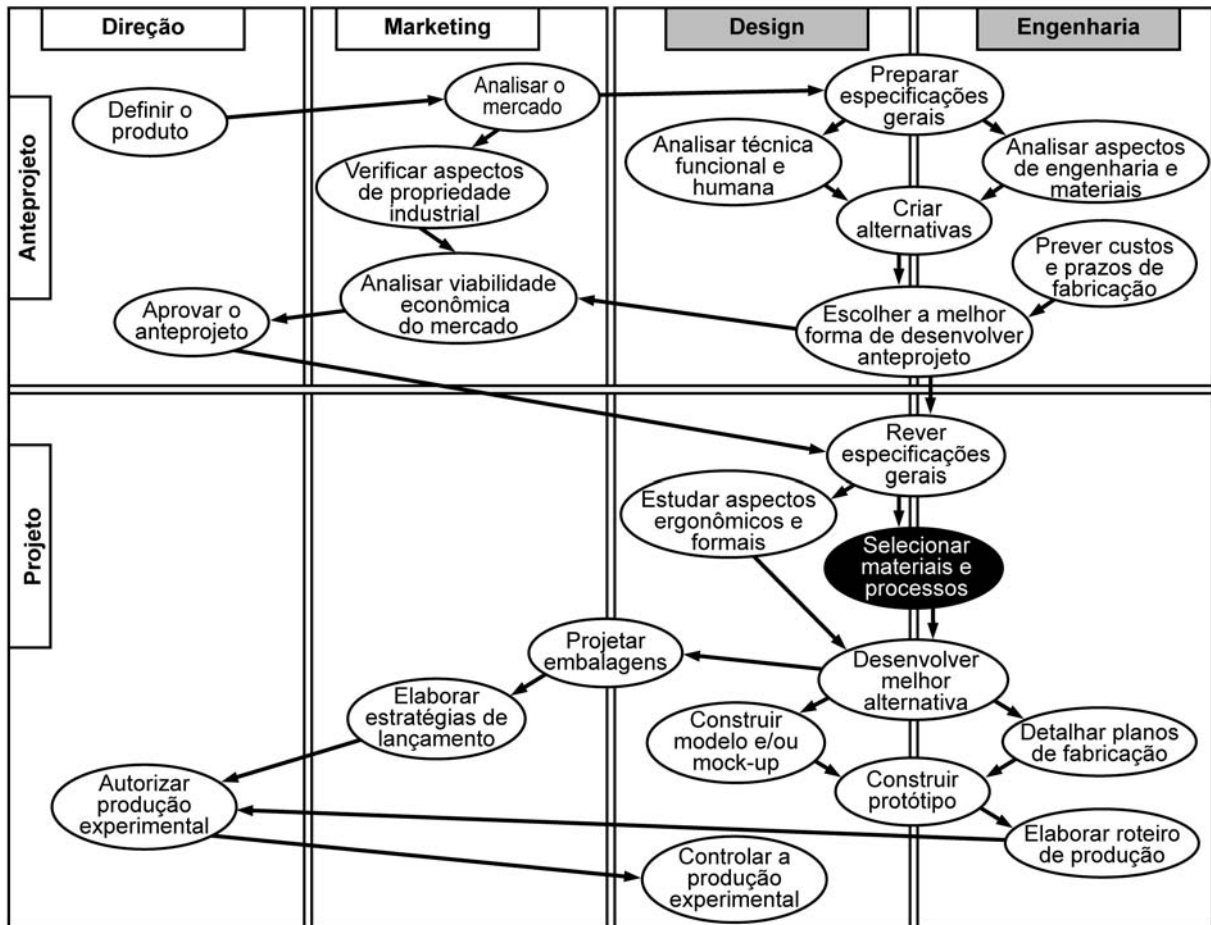


Figura 3: Principais Etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos no Contexto Empresarial e Industrial

Fonte: adaptada de Barroso Neto (1982).

De acordo com o apresentado, percebe-se certa confusão quanto às atribuições e funções desempenhadas pelos membros de uma equipe de Design, tornando-se interessante fazer menção à distinção entre Design Técnico, Design Industrial e Design de Produto, proposta por Ashby e Johnson (2002). Para esses autores, o Design Técnico inclui os aspectos do Design referentes ao correto funcionamento técnico de um produto: à sua performance mecânica e térmica, ao custo e à durabilidade. Todos esses atributos reunidos podem ser chamados de atributos técnicos de um produto – atributos que descrevem seu funcionamento e sua performance. O Design Industrial inclui os aspectos do Design referente à satisfação proporcionada pelos produtos – os atributos visuais e táteis, as associações e percepções, os antecedentes históricos – atributos que descrevem a sua personalidade e o seu caráter. O Design de Produto, neste sentido, é a união do Design Técnico e Industrial, sintetizados em uma estrutura única, com o objetivo de desenvolver produtos de sucesso.

Essa divisão de atribuições dentro do Design de Produto é adotada nesta pesquisa, uma vez que facilita a visualização das atividades envolvidas e suas interfaces dentro do projeto, o que, conseqüentemente, auxilia no direcionamento do levantamento de dados. É importante ressaltar que essa distinção entre o Design Técnico e o Industrial deve ser utilizada apenas para a satisfação do objetivo exposto; caso contrário, corre-se o risco de criar a ilusão de que as duas áreas não possuem conexão direta. Uma visão mais balanceada é a de que ambos formam um contínuo; são partes vinculadas dentro do abrangente processo de Design.

Para uma melhor compreensão dessas atividades, é interessante correlacioná-las com as forma de manipulação de informações e processamento de pensamento do cérebro humano. Segundo McKim (1980), esses processos podem ser distinguidos em dois. O primeiro, de domínio do lado esquerdo do cérebro, utiliza procedimentos verbais e matemáticos de pensamento; move-se do conhecido para o desconhecido por análise – em essência um caminho linear e sequencial. Essa forma de pensamento é conhecida como a verbal-matemática e está baseada em regras de gramática e lógica. O segundo, de domínio do lado direito, utiliza imagens provenientes tanto da memória quanto da imaginação. Ele cria o desconhecido a partir do conhecido por meio de processos analíticos: pela dissecação, recombinação, permutação e mixagem de ideias e imagens. Essa forma de pensamento é denominada visual e faz uso da imaginação; é menos estruturada, mas permite grandes pulos conceituais através do processo de livre associação.

A distinção apontada por McKim (1980) encontra aplicação no Design quando se analisa o trabalho de Kindlein Jr. e Guanabara (2006) que aponta as diferenças das atividades desenvolvidas no processo de Design de Produto por meio de seus principais protagonistas: o designer e o engenheiro. A Figura 4 ilustra a inversão do modo de pensar desses profissionais. Cabe aqui uma ressalva: diferentes tipos de profissionais (artistas plásticos, designers, engenheiros, arquitetos, entre outros) podem estar envolvidos tanto no Design Técnico – representado aqui como o engenheiro pelos autores – quanto no Design Industrial – representado como o designer.

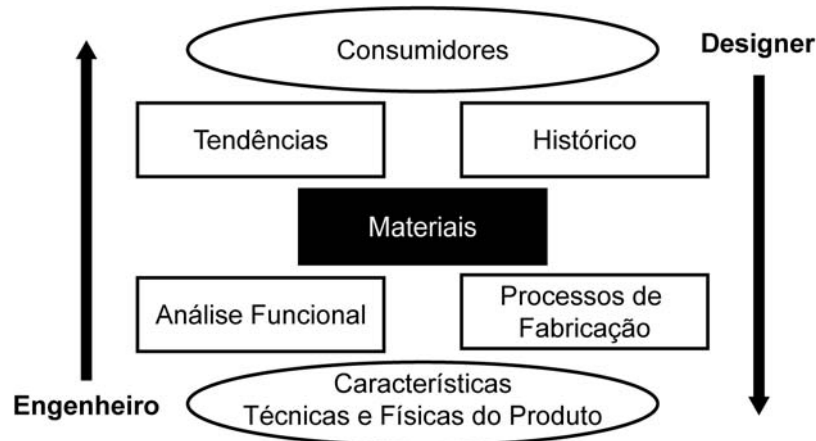


Figura 4: Inversão da Lógica de Pensamento entre Engenheiros e Designers
 Fonte: adaptado de Kindlein Jr. e Guanabara (2006).

Observando-se a Figura 4, percebe-se que o engenheiro está próximo das características físicas e técnicas do produto e distante das questões perceptivas do consumidor. Para Kindlein Jr. e Guanabara (2006, p. 6), em sua atividade, esse especialista “[...] utiliza convenções e instrumentos adquiridos em sua formação inicial e contínua (desenhos técnicos, desenhos globais, planos detalhados, etc.)”. Os autores demonstram ainda que:

[...] o engenheiro trabalha a partir de um processo técnico e econômico que caracteriza o futuro produto. Efetua então numerosos cálculos a fim de dimensioná-lo. Este dimensionamento está ligado às características pedidas pelo cliente. Os cálculos são realizados através de diferentes *softwares* de simulação e estes são fundados sobre diferentes abordagens ou teorias científicas e recorridos a uma representação do produto através de parâmetros numéricos. A competência dos engenheiros é aqui fortemente ligada ao seu conhecimento em cálculos e a “destreza” de saber utilizá-los.

Por contraste, a Figura 4 esclarece que o designer está mais próximo ao consumidor, fato que o coloca em contato direto com os usos, as associações e os modos de consumo e o afasta de questões técnicas. De acordo com Kindlein Jr. e Guanabara (2006, p. 7):

[...] o designer estuda o funcionamento do consumidor através da percepção que este último pode ter do produto, igualmente um ponto de vista fisiológico (identificação dos órgãos humanos receptores ligados à percepção); psicológico (identificação das relações estreitas entre a percepção, os sentimentos e o comportamento do consumidor). Para isso, possui conhecimentos ligados à “medida” da percepção (instrumentos psicométricos, perfis sensoriais) e a relação consumidor/produto (tendências, histórico dos produtos, famílias de produtos, etc.).

Com base no conteúdo mostrado, conclui-se que o Design Técnico está ligado ao pensamento verbal-matemático e à figura do engenheiro; ao raciocínio dedutivo, baseado em lógica e análises. Esse pensamento é formulado por meio de uma série de passos, frequentemente, envolvendo análises matemáticas. Já o Design Industrial, ao contrário, está ligado ao pensamento visual e à figura do designer, ou seja, ao raciocínio indutivo, uma espécie de síntese, baseada em imagens e experiências anteriores. Os métodos indutivos se baseiam em percepção e visualização.

Em seu artigo, Kindlein Jr. e Guanabara (2006, p. 9) concluem ser imprescindível a melhoria da comunicação entre esses profissionais, sendo que o engenheiro “deve ser aberto suficientemente de espírito para compreender um ponto de vista mais holístico [...] e o designer deve ser capaz de compreender os aspectos técnicos ligados aos materiais e processos de fabricação do produto”.

Por fim, é interessante observar na Figura 4 o posicionamento dado aos materiais. Eles encontram-se exatamente na posição central as duas atividades, o que reforça a constatação anterior de que tanto designers quanto engenheiros devem estar envolvidos no processo de sua escolha. Assim sendo, os objetivos de cunho técnico e os de cunho perceptivo serão transmitidos aos materiais, os quais funcionam como uma espécie de “interface central” para o Design de Produto.

Aqui, porém, existe um desequilíbrio. Para Ashby e Johnson (2002), enquanto o Design Técnico utiliza-se de métodos bem estabelecidos e sofisticadas ferramentas computacionais, o Design Industrial não pode ser facilmente sistematizado e quantificado. Ao contrário dos atributos técnicos, de natureza absoluta e precisamente especificados, muitos atributos do Design Industrial dependem da cultura e do tempo. O ideal de beleza japonesa, por exemplo, difere do da europeia; algo belo e elegante para uma geração pode ser considerado feio ou inadequado para a seguinte. Os autores explicam ainda que linguagem, pensamento científico e pensamento técnico funcionam bem quando as ideias podem ser expressas de forma explícita e precisa. Isso não ocorre, porém, quando são imprecisas, ou envolvem apreciação subjetiva ou preferências pessoais. Assim, é possível inferir que o estabelecimento de atributos intangíveis universais aos materiais – que serão válidos para qualquer produto em qualquer local e para qualquer indivíduo – é impraticável, na grande maioria dos casos, já que os mesmos estão fortemente ligados aos aspectos culturais, à localização geográfica, à época e

à subjetividade. Essa constatação é relevante a este estudo, já que demonstra uma severa restrição que deve ser considerada.

Com base no exposto até o momento, é possível concluir que a Seleção de Materiais funciona como uma ferramenta para o Design de Produto, sendo que sua aplicação em projetos encontra empecilhos relativos à grande gama de atribuições relacionadas aos materiais e à divergência de pensamento existente entre os profissionais responsáveis pelo Design Técnico e pelo Design Industrial. O desenvolvimento desta dissertação visa suprir certas carências dessas áreas, o que pode promover a união dos dois pensamentos divergentes em uma única e integral estrutura, de maneira a facilitar a comunicação entre ambas por meio de um fator comum – os materiais.

2.2 PROCESSO DE DESIGN DE PRODUTO

Por meio da compreensão do processo de Design de Produto e dos métodos e variáveis envolvidas nele, é possível analisar os tipos de informações necessárias a respeito dos materiais – tanto ao Design Técnico quanto ao Design Industrial – em cada uma de suas etapas. Esta análise contribui para a proposição de um método de Seleção de Materiais que vá ao encontro das especificidades e necessidades dos profissionais de Design.

Para melhor compreender o processo de Design de Produto, é importante analisar, em primeira instância, as atribuições de um designer:

Antes de mais nada, espera-se que o designer industrial produza soluções novas para produtos industrializados. O designer industrial pode ser considerado como um produtor de idéias, recolhendo informações e utilizando-as na solução de problemas que lhe são apresentados. Além da capacidade intelectual, isto é, capacidade de reunir informações e utilizá-las em diversas situações, ele deve possuir capacidade criativa. A criatividade do designer industrial se manifesta quando, baseando-se em seus conhecimentos e experiências, ele for capaz de associar determinadas informações com um problema, estabelecendo novas relações entre elas. Para isto é necessário observar fatos conhecidos sob novos pontos de vista, abandonando-se a segurança daquilo que é conhecido e comprovado, por uma postura crítica em busca de novas respostas a antigos problemas. A originalidade que se exige do designer industrial para conceber produtos inéditos deve-se ao imperativo cada vez maior da novidade como arma poderosa para superar a situação competitiva de mercado. (LÖBACH, 2001, p. 139)

Essas afirmações esclarecem a forte ligação da atividade do designer com os processos de solução de problemas, com a inovação e com a criatividade. A Lei Nº 10.973 (LEI DA INOVAÇÃO, 2004) conceitua inovação como “introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços”. Com luz nesses conceitos, pode-se inferir que é este o objetivo que norteia o desenvolvimento de novos produtos. A inovação pode ter como fundamento ideias originais e inéditas ou, como geralmente ocorre, pode se dar por meio das adaptações, que nada mais são do que processos por meio dos quais se busca um incremento de performance por meio do refinamento de um produto preexistente.

Baxter (1998, p. 51) coloca que a “criatividade é o coração do design”. De acordo com o autor, ela é uma ferramenta utilizada “para promover diferenciações de produtos”, sendo que a mesma “pode ser estimulada seguindo-se determinadas etapas” (p. 52). Löbach (2001) expõe que são necessários alguns requisitos ou etapas para que o designer possa utilizar a criatividade como fonte de desenvolvimento de ideias originais e transformá-las em produtos inovadores. Dessa forma, mesmo que a criatividade e o Design de Produto sejam campos envoltos em subjetividade, os mesmos podem ser beneficiados por técnicas, métodos e delimitações de etapas no auxílio ao desenvolvimento de soluções e direcionamentos à inovação.

Cabe aqui entender as etapas envolvidas no processo criativo. Para Back (1983), são elas: a preparação, na qual se reúnem habilidades e se formula o problema; o esforço concentrado; o afastamento, que inclui o descanso mental e o afastamento do problema; a visão da ideia ou da reorganização do problema e, por fim, a revisão, para generalização e avaliação da ideia. O autor esclarece que empecilhos podem dificultar o processo de desenvolvimento da criatividade, como o hábito, a fixação funcional, a superespecialização, a mentalidade prática, a desconfiança da intuição, a definição incorreta do problema, a dependência excessiva dos outros, a estagnação e o medo da crítica.

O processo criativo está intimamente ligado ao processo de Design de Produto, sendo possível afirmar que o primeiro é empregado em cada novo problema e etapa dentro do segundo. O exposto até o momento vem a facilitar a compreensão dos próximos conceitos: o processo de Design de Produto, suas etapas e os métodos usados no seu desenvolvimento.

Bitencourt (2001, *apud* PLATCHECK, 2003, p. 32) esclarece que “o objetivo dos estudos sobre o processo de projeto de produto é formalizar uma base de conhecimento que auxilie os projetistas na execução de suas atividades [...]”, sendo que “[...] parte destes estudos envolve o estabelecimento de metodologias de projeto”. O mesmo autor explica, ainda, que o projeto de produto começa com o estabelecimento de um problema, cuja expressão mais comum é um conjunto de necessidades das pessoas que com ele se relacionam, a partir do qual, ao final do projeto, elaboram-se informações sobre um objetivo ou sistema, que atenda às necessidades identificadas.

Desse modo, pode-se afirmar que a atividade de Design transforma uma necessidade em um produto, sendo que ela se inicia com uma abstração (uma ideia) e termina com a concretização da mesma (um produto que incorpore a ideia). Na etapa de abstração, conhecida como *design brief*, são estabelecidas as necessidades, os requisitos do produto, os ambientes esperados de uso e seus possíveis consumidores (ASHBY, 2005). A etapa final dá-se na especificação completa de um produto. Entre estes dois extremos existem diversos passos, intervalo no qual se inserem o uso de metodologias, formuladas por diversos autores.

As metodologias aplicadas ao Design de Produto são, para Bomfim (1995), instrumentos cada vez mais necessários ao projeto devido à complexidade crescente das variáveis envolvidas no exercício da atividade e que sofrem dependência direta da capacidade técnica e criativa de quem se vale de tais metodologias. Já Bonsiepe (1984) avalia as metodologias como ferramentas sem finalidade em si, sendo que essas podem tornar-se uma forma de auxílio ao projeto, oferecendo certa orientação durante o desenvolvimento do processo, sugerindo técnicas e métodos que podem ser adotados em algumas etapas.

Platcheck (2003) organizou o Quadro 1, apontando as diferenças entre as propostas de metodologia dos seguintes autores: Abramovitz e Rebello (2002), Back (1983), Baxter (1998), Bitencourt (2001, *apud* PLATCHECK, 2003), Bomfim (1995), Roozemburg e Eekels (1996, *apud* PLATCHECK, 2003) e Bonsiepe (1984).

<p>ABRAMOVITZ E REBELLO (2002)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planejamento - Fase Analítica - Fase de Desenvolvimento 	<p>BACK (1983)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudo de Viabilidades - Projeto Preliminar - Projeto Detalhado - Revisão e Testes - Planejamento da Produção - Planejamento do Mercado - Planejamento para Consumo e Manutenção 	<p>BONSIEPE (1984)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problematização - Análise - Definição do Problema - Anteprojeto e Geração de Alternativas - Realização - Análise Final da Solução 	<p>BITTENCOURT (2001)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reprojeto Informacional - Reprojeto Conceitual - Reprojeto Preliminar - Reprojeto Detalhado - Documentação do Reprojeto
<p>BOMFIM (1995)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criação do Produto - Processo de Produção - Utilização do Produto e Satisfação das Necessidades 	<p>BAXTER (1998)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificação de uma Necessidade - Pesquisa de Marketing - Análise da Concorrência - Proposta do Novo Produto - Especificações da Oportunidade - Especificações de Projeto 	<p>ROOZEMBURG E EEKELS (1996)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definição do Problema - Valores do Sistema - Síntese do sistema - Análise do Sistema - Seleção do Melhor Sistema - Planejamento da Ação 	

Quadro 1: Quadro Comparativo de Propostas Estudadas
Fonte: adaptado de Platcheck (2003).

Citam-se aqui algumas ferramentas ou métodos indicados por Baxter (1998): *brainstorming*; *brainwriting*; análise paramétrica; análise do problema; análise morfológica; painéis de imagens visuais (painel do estilo de vida, painel da expressão do produto e painel do tema visual); análise de forças, fraquezas, oportunidade e ameaças; método Delphi; pesquisa das necessidades de mercado; análise do ciclo de vida do produto; análise de falhas; entre outros. Esses métodos podem ser utilizados dentro da metodologia escolhida.

Diante do exposto, percebe-se a existência de diferentes propostas de metodologias. O que para alguns autores é considerado como uma fase de metodologia, para outros é considerado como ferramenta ou método. Assim, mostrou-se adequado a este trabalho a investigação do projeto não por meio de metodologias, mas sim por meio das fases do processo de Design de Produto. Ashby e Johnson (2002) sugerem o estudo desse processo por meio de três grandes fases: conceito, desenvolvimento e detalhamento. Os autores propõem um diagrama (Figura 5) no qual apresentam essas etapas e, ainda, a qualidade das informações, com relação aos materiais, necessárias tanto ao Design Técnico quanto ao Design Industrial, durante cada uma delas.



Figura 5: Os Materiais no Processo de Design
 Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Para Baxter (1998), a primeira etapa – conceito – tem como meta produzir princípios de projeto para o novo produto, sendo de extrema importância a boa definição do benefício almejado pelo projeto, levando-se em conta o conhecimento das necessidades do consumidor e das características dos produtos concorrentes. Essa análise é traduzida na identificação do contexto do projeto, fator que, de acordo Abramovitz e Rebello (2002), constitui a base para a preparação do caminho do desenvolvimento de produtos, no qual a delimitação do problema gera requisitos e restrições que o designer considerará durante o processo de concepção do projeto. Aqui, o designer leva em conta a maior faixa possível de ideias, tanto técnicas quanto estéticas. Ashby e Johnson (2002, p. 32) alertam para o fato de que “a escolha do conceito tem implicações em todas as configurações do design, mas deixa as decisões sobre os materiais e formas amplamente sem respostas”.

A delimitação do problema leva à declaração do conceito que, por sua vez, segundo diversos autores já citados, deve ser livre de soluções para fugir das limitações criadas por preconceções de pensamento. Essa declaração desenvolve as linhas básicas da forma e da função do produto, dentro das restrições levantadas, tendo como objetivo o desenvolvimento de um produto comercialmente viável.

Muitas das características estabelecidas no *design brief* podem ser transferidas aos materiais, o que torna útil a utilização de metodologias de Seleção

de Materiais. É interessante notar que a maioria das informações coletadas nesse estágio do desenvolvimento do produto estão relacionadas aos aspectos subjetivos do mesmo. Assim sendo, a aplicação desta pesquisa se dá a partir da etapa de conceito, dentro do processo do Design de Produto. Outro fator a ser mencionado diz respeito à natureza das informações a respeito dos materiais: elas diferem significativamente em precisão e amplitude, entre os estágios iniciais e finais do Design de Produto (Figura 5, colunas central e direita). A esse respeito, Ashby e Johnson (2002, p. 33) esclarecem que:

No design conceitual, o designer requer informações genéricas – esboços de amplo caráter – para a maior faixa possível de materiais. Todas as opções estão abertas: um polímero pode ser a melhor escolha para um conceito, um metal para outro, mesmo que a função requisitada seja idêntica. A necessidade, neste estágio, não é por precisão; é pela abrangência e facilidade de acesso: como a vasta faixa de materiais pode ser apresentada de maneira a dar ao designer a maior liberdade para considerar alternativas? O próximo passo de desenvolvimento requer informações para um subconjunto destes materiais, mas com um maior nível de precisão e detalhe.

Na etapa seguinte – a do desenvolvimento – o designer, para cada conceito que julgue promissor, desenvolve e analisa a operacionalização. Logo após, propõe uma interação dos aspectos estético-formais, técnicos, ergonômicos e outros, em concordância com o foco do projeto, de maneira que atenda às necessidades do nicho da sociedade definido como alvo comercial do produto.

Para Löbach (2001), os aspectos ergonômicos ou de uso analisam as características dos usuários, tais como cognição, antropometria, biomecânica, condições sociais, econômicas e culturais. As técnicas de enquete ou entrevista auxiliam na investigação de dados complementares ao esboço do usuário. Os aspectos técnicos de execução, como alternativas de materiais e processos que permitam a operação segura dentro dos intervalos de variação de carga, temperatura e ambientação previstos, devem ser averiguados, considerando-se a exequibilidade do projeto. Na fase de levantamento de dados para o desenvolvimento do produto, o autor salienta diversas variáveis – forma, material, superfície, cor, ordem, complexidade, estética – que serão o norte da projeção. Análises dessas variáveis poderão realizar-se com base em dados provenientes das mais variadas fontes.

Back (1983) avalia essas informações e levanta alguns problemas referentes à utilização das mesmas: sua acessibilidade; seu custo e demora na sua obtenção; credibilidade, autenticidade, relevância e precisão de suas fontes; seu significado e aplicabilidade; sua quantidade e variedade. Assim, esses conhecimentos podem ser gerais ou específicos e podem ser obtidos em uma grande variedade de fontes como livros; relatórios de comissões técnicas; o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI); anais de congressos; catálogos; artigos publicados; *softwares*; revistas e periódicos; instituições profissionais; organizações ou associações de classe; escolas ou institutos de pesquisa; organizações de normas; contatos pessoais; feiras e amostras; internet; visitas a indústrias e ao varejo; usuários; resultados experimentais; métodos de trabalho e administração.

Como demonstram Ashby e Johnson (2002), a aplicação dessas fontes difere no Design Técnico e no Industrial. Os atributos técnicos podem ser encontrados em manuais especializados e *softwares* que permitem, por exemplo, lidar com uma classe de materiais e propriedades específicas dos mesmos, possibilitando a seleção em um nível extremamente minucioso. Os atributos dos materiais relevantes para o Design Industrial são encontrados em outras fontes – referências coletadas de outros designers, diretamente de produtos, em museus, congressos, feiras e revistas, no estudo de coleções de materiais, na montagem de painéis de imagens, no estudo e observação de elementos naturais, no uso de ajudas criativas, nos esboços e protótipos.

O processo de geração de alternativas de design merece destaque por ser um dos protagonistas da fase de desenvolvimento. Segundo Löbach (2001), aqui são utilizadas técnicas como o esboço de ideias, em que o processo criativo deve ser exercitado. O autor afirmar ser necessário o desenvolvimento de diversas ideias e a aplicação de diferentes métodos para alcançar-se a melhor solução, sendo que esta deve considerar as restrições geradas pelas variáveis citadas anteriormente. Após a avaliação das melhores alternativas criadas, parte-se para a execução de modelos tridimensionais como *mock-ups*, maquetes, como também *renderings* e desenhos.

A análise dos aspectos e dados até aqui citados deve gerar uma síntese determinante dos parâmetros de execução do projeto. Essa síntese, conforme Roozemburg e Eekels (1996, *apud* PLATCHECK, 2003), pode ser representada por uma lista de aspectos referentes aos produtos que inclui: performance do futuro

produto; impacto ambiental; ciclo de vida; manutenção; custos de fabricação e venda; transporte; embalagem; facilidades de fabricação; dimensões e peso; estética e acabamento; materiais; tempo de produção e de duração no mercado; normas; ergonomia; qualidade e confiabilidade; políticas de implantação e de operação; reuso, reciclagem e descarte final. Com a aprovação dessa síntese e – consequentemente – do projeto, parte-se para a última fase do processo, o detalhamento.

Como se pode observar, na etapa de desenvolvimento, diversas questões relativas aos materiais, tanto subjetivas quanto técnicas, são consideradas, sendo intensa a aplicação de metodologias de Seleção de Materiais. A partir daqui, as questões subjetivas estarão praticamente solucionadas, havendo ainda muitos questionamentos quanto às técnicas. Essa constatação esclarece um dos limites para aplicação desta pesquisa, ou seja, ela perde sua relevância assim que acaba a fase de desenvolvimento.

Durante o estágio de detalhamento, as especificações de todos os componentes são pormenorizadas; componentes críticos estão sujeitos a precisas análises mecânicas e térmicas; métodos de otimização são aplicados a componentes e a grupos deles, com objetivo de maximizar sua performance e também seus custos são analisados. Modelos tridimensionais são aplicados no desenvolvimento da forma, e dá-se a definição da geometria, material, processo de manufatura e acabamento do produto. Back (1983) afirma que nesse momento é preciso empreender o planejamento de diversos aspectos compartilhados entre os setores da empresa, e destaca entre eles:

- Planejamento da produção – envolve os processos de fabricação, projetos de ferramentas e gabaritos, projeto de nova produção ou mesmo de novas instalações fabris, planejamento de sistemas de controle da qualidade, planejamento de recursos humanos da produção, planejamento do sistema de fluxo de informações e o planejamento financeiro;
- Planejamento de mercado – prepara um sistema eficaz e flexível de distribuição dos bens projetados como o projeto de embalagens, o planejamento do sistema de armazenamento e das atividades de promoção para tornar o produto atrativo ao consumidor;
- Planejamento de consumo e manutenção – fase esta difusa no desenvolvimento do produto, que envolve os projetos de manutenção, de

confiabilidade do produto, de segurança, de conveniência de utilização, dos aspectos estéticos, da economia de operação, de vida útil adequada e, finalmente, da obtenção de dados úteis para projetos futuros.

Observando-se a Figura 5, nota-se ainda que o estágio final do projeto demanda níveis avançados de precisão e detalhamento dos materiais. Obviamente, nesse momento, esses pormenores são exigidos apenas pelos materiais empregados na confecção do produto. Aqui, as questões técnicas serão de extrema importância e exigirão cautela no processo de Seleção de Materiais, sendo que, conforme apontado por Ashby e Johnson (2002), essa informação é facilmente adquirida junto ao fornecedor do material. Os autores alertam para o fato de existirem diferenças significativas de propriedades para um mesmo material fornecido por diferentes fontes de matéria-prima, sugerindo que, no caso de componentes críticos, seja prudente a realização de testes próprios para aferição das propriedades críticas, utilizando-se amostras do material cotado para a confecção do produto.

O passo final é o teste de protótipos em escala real para assegurar que o Design corresponde tanto às expectativas técnicas quanto estéticas do consumidor. Ashby e Johnson afirmam ainda que a coleta de informações referentes aos materiais para o Design não termina com o estabelecimento das especificações de um produto e de sua produção, uma vez que os produtos falham durante seu uso, e essas falhas também contêm informações. Tais defeitos apontam empregos inapropriados de materiais, os quais podem ser eliminados por um redesign ou uma nova Seleção de Materiais.

Por fim, é importante destacar que o modelo apresentado para o processo do Design de Produto é demasiado linear. Wallace (1991, apud ASHBY e JOHNSON, 2002) sugere uma representação que permite uma melhor compreensão desse processo – uma configuração composta por bolhas (Figura 6), em que cada uma simboliza um passo no processo de Design ou as informações geradas pelo mesmo. O autor entende que não existe uma única direção, do *design brief* até a especificação do produto. Ao invés disso, muitos caminhos conectam milhares de bolhas que os permeiam. É importante ingressar na bolha inicial para que haja o confronto com o problema, porém não existe um caminho identificado da primeira até a última bolha, e sempre é possível que outras bolhas influenciem significativamente a trajetória a ser seguida durante a projeção.

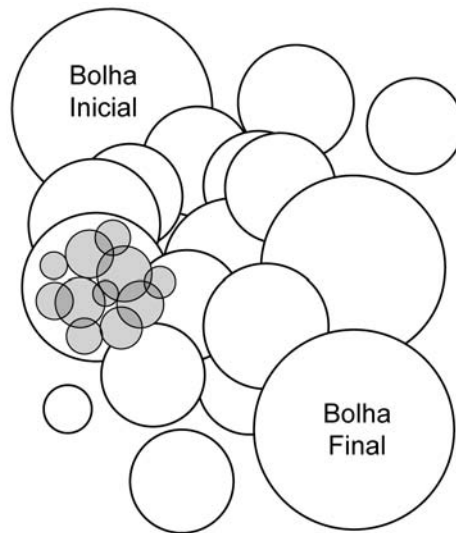


Figura 6: As Bolhas do Processo de Design
 Fonte: adaptado de Wallace (1991, apud ASHBY e JOHNSON, 2002)

O modelo de bolhas proposto por Wallace (1991, *apud* ASHBY e JOHNSON, 2002) é mais representativo de um processo de Design dinâmico e caótico. Quanto maior a eficiência do designer em mergulhar nas bolhas, mais apropriados serão os recursos disponíveis para a solução de desafios que podem vir a surgir. Durante o projeto, ficar preso em uma bolha, não encontrar alternativas para a solução de determinada etapa, é fatal. O progresso, nesse sistema, requer a habilidade de dar um passo atrás e enxergar as bolhas como padrões, bem como fontes de informações detalhadas, para assim exercer controle sobre esses padrões e acessar seus detalhes, quando necessário.

Aqui é interessante analisar o estudo realizado por Karana, Hekkert e Kandachar (2008), o qual expõe os critérios que afetam o processo de Seleção de Materiais dos designers e a natureza dos dados sobre os materiais por eles necessários dentro do processo de Design de Produto. Os pesquisadores conduziram, na Turquia, um levantamento de campo junto a vinte designers industriais do mercado, valendo-se de entrevistas e de um rol organizado de questões. Os dados derivados desse estudo estão compilados na Figura 7.



Figura 7: Ordem das Informações necessárias à Seleção de Materiais para os Designers Industriais
 Fonte: adaptado de Karana, Hekkert e Kandachar (2008).

A partir da Figura 7, os estudiosos notaram que os designers buscam, em um primeiro momento da seleção, dados relacionados às propriedades sensoriais dos materiais, ou seja, a opção preliminar é dependente da aparência do material, a não ser, obviamente, nos casos em que os critérios particulares para um material são predefinidos no início do projeto de Design. Os entrevistados acreditam que as propriedades sensoriais constituem-se em um aspecto vital para a expressão das características intangíveis dos materiais. Os autores exemplificam tal afirmação da seguinte forma: para atribuir o sentido de “moderno” – termo que expressa uma característica intangível – a determinado produto, os entrevistados preferem selecionar um material que possibilite uma superfície cinza, brilhosa e polida, três aspectos representativos de características sensoriais, o que explica a preferência por esse tipo de propriedade na lista de dados necessários da Figura 7.

Karana, Hekkert e Kandachar (2008) demonstram ainda que, na etapa de conceito, os entrevistados levam em conta as propriedades técnicas e os processos de manufatura dos materiais, mas não o fazem de maneira profunda. A maioria dos participantes afirma que, quando o processo de desenvolvimento é finalizado e se inicia, então, a etapa de detalhamento, começa uma concentração intensiva nesses aspectos. Eles buscam por dados técnicos e propriedades mecânicas dos materiais, analisam a adequação dos mesmos às técnicas de produção e avaliam os custos gerais de produção.

A Figura 7 também apresenta dois termos-chave que merecem maior destaque: disponibilidade e consultoria. Ambos foram posicionados verticalmente no arranjo pelos autores, já que a busca por esses critérios ocorre durante todo o processo de Design de Produto. A disponibilidade foi descrita como o fator da escolha dos materiais mais importante para os entrevistados, sendo que eles tendem a considerá-la desde o início do processo.

Finalmente, na parte inferior da Figura 7, encontra-se o item quatro, notas de Design. Este item faz menção ao ambiente de aplicação recomendado, materiais alternativos ao material selecionado, questões ambientais como sustentabilidade, descarte e reciclagem, algumas notas específicas da experiência dos designers e limitações especiais do design, relacionadas aos requerimentos de criação da forma, a combinação de materiais e a regulamentações de saúde e segurança. As conclusões desse estudo esclarecem que a maioria dos designers tem fácil acesso a dados técnicos sobre materiais; entretanto, para o processo de pré-seleção, que ocorre nas etapas iniciais do Design de Produto, não existe necessidade de aprofundamento dessas questões, mas sim, uma disponibilidade maior de dados relativos às características intangíveis dos materiais.

Diante do exposto, conclui-se que o processo de Design de Produto é uma atividade complexa, que pode contar com o auxílio de uma série de etapas, metodologias e técnicas, utilizadas em diferentes oportunidades por times multidisciplinares. Esta pesquisa pode contribuir do início da etapa de conceito ao início da etapa de detalhamento, quando o designer dedica especial atenção às questões subjetivas.

2.3 SELEÇÃO DE MATERIAIS

Por meio do estudo da Seleção de Materiais, é possível compreender a influência dos materiais, através dos tempos, sobre o Design de produtos. É possível também identificar as variáveis relevantes para esse processo e a ênfase dada a cada uma delas pelas fontes existentes. Essa explanação permite uma análise crítica sobre os procedimentos atualmente disponíveis e cria bases para a proposta pretendida por esta pesquisa.

2.3.1 Evolução dos Materiais

Como já mostrado anteriormente, o processo de Design é responsável pela tradução de uma nova proposta ou de uma necessidade de mercado na informação detalhada de um produto manufaturável. Ashby (2005) evidencia a necessidade de decisões ligadas aos materiais indicados para determinado produto em cada um dos estágios desse processo, assim como os de manufatura. Tais decisões são guiadas por métodos de Seleção de Materiais. O autor coloca ainda que, usualmente, a definição do material é oriunda do projeto; por vezes, o produto novo, ou a evolução de um preexistente, são sugeridos ou se fizeram possíveis pelo despontar de um novo material. Devido à grande importância desses novos materiais para o Design de Produto, cabe analisar de que forma ocorreu seu surgimento no processo evolutivo da humanidade e sua influência sobre a sociedade contemporânea.

Para ASM (1997, p. 332) “os materiais têm representado um papel dominante no contínuo desenvolvimento da civilização e significativos avanços têm coincidido com o desenvolvimento de novos materiais”. Essa constatação é reforçada pelas colocações de Callister (2002, p. 2):

Os materiais estão provavelmente mais entranhados na nossa cultura do que a maioria de nós imagina. Transportes, habitação, vestuário, comunicação, recreação e produção de alimentos – virtualmente cada seguimento de nossas vidas diárias é influenciado em maior ou menor grau pelos materiais. Historicamente, o desenvolvimento e o avanço das sociedades têm estado intimamente ligados às habilidades dos seus membros em produzir e manipular materiais para satisfazer as suas necessidades. De fato, as civilizações antigas foram designadas pelo nível de seus desenvolvimentos em relação aos materiais (isto é, Idade da Pedra, Idade do Bronze, etc).

Tais observações ganham força na análise da Figura 8 (ASHBY, 1992, adaptado por Silva, 2005), que apresenta a evolução dos materiais relacionando-a com sua relevância para a sociedade ao longo do tempo.

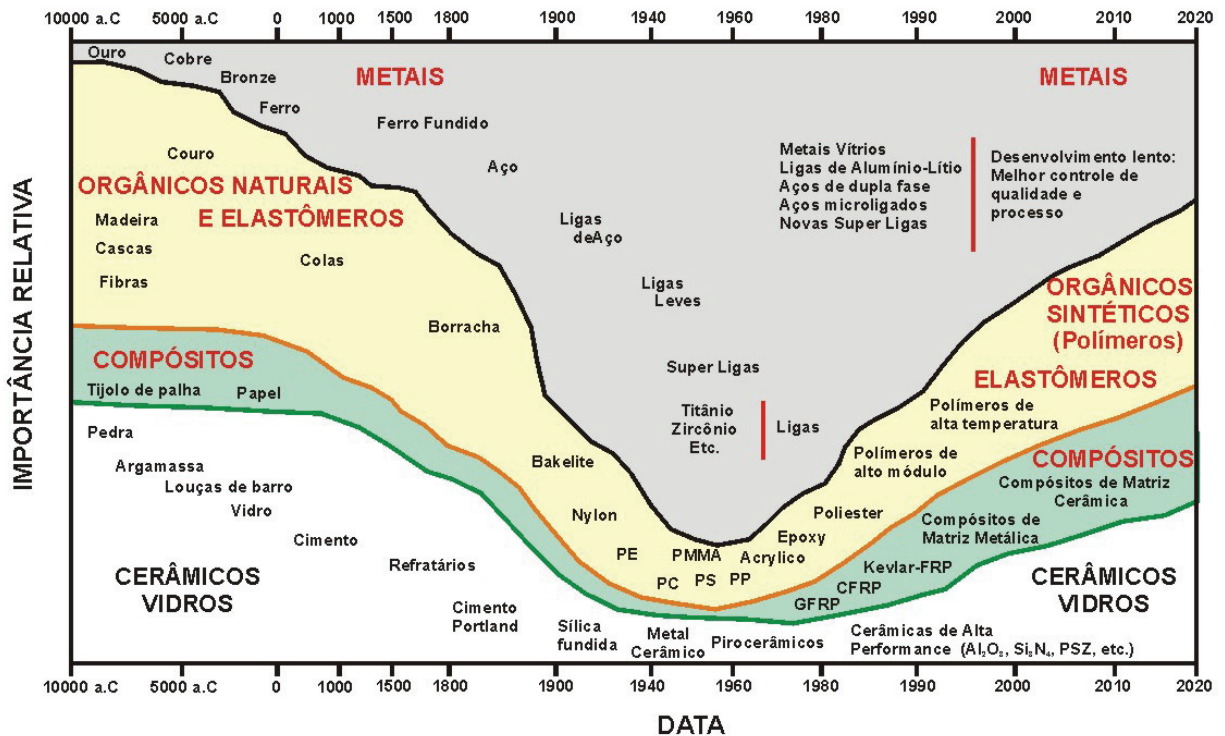


Figura 8: Panorama Evolutivo dos Materiais
Fonte: adaptada de Ashby (1992) por Silva (2005).

Por meio do exame da figura, assim como das colocações de Callister (2002), ASM (1997) e Ashby (2005), fica clara a influência dos materiais em todos os períodos da história da humanidade:

- Até 4.000 a.C (lado esquerdo da Figura 8) os materiais são utilizados *in natura*. Nesse período, destacam-se os cerâmicos (pedras), polímeros naturais (madeira e couro) e compósitos (argila misturada com palha).
- De 4.000 a.C até 1800 d.C., são desenvolvidos novos materiais a partir de seu estado bruto. O homem descobre a alteração das propriedades dos materiais por meio de tratamentos térmicos e da combinação de substâncias. Esses novos processos são completamente empíricos e baseados no método de tentativa e erro. Aqui os metais começam a despontar como materiais fundamentais (bronze, cobre, ferro, ouro, entre outros).

- De 1.800 até 1.950 d.C. (centro da Figura 8) – o desenvolvimento e a evolução da mecanização, o controle de composição dos materiais (principalmente do ferro) e o desenvolvimento de novas ligas metálicas possibilitam uma maior compreensão da importância dos elementos estruturais dos materiais (principalmente metálicos). Inicia-se aqui o interesse pela estrutura dos materiais não-metálicos; nesse período, a importância dos metais atinge o seu ápice dentro da história da civilização.
- No período de 1.950 até o presente (lado direito da Figura 8) os cientistas compreendem as relações entre os elementos estruturais dos materiais e as suas propriedades, o que possibilita moldar, em grande parte, as características dos materiais. Dezenas de milhares de novos materiais são desenvolvidos com características específicas para atender a necessidades particulares. Os metais têm sua importância diminuída com o surgimento dos polímeros sintéticos, das cerâmicas avançadas, dos compósitos de alto desempenho, entre outros.

A evolução dos materiais esteve intimamente ligada ao desenvolvimento do pensamento humano, da ciência e da tecnologia, o que permitiu atender às demandas da nossa moderna e complexa sociedade. Para Ashby (2005), a evolução dos materiais ao longo da história sempre foi uma limitação para o Design, o que exigiu a exploração imaginativa das propriedades oferecidas pelos novos ou melhorados materiais por parte dos designers, que – por sua vez – buscaram e buscam a inovação do emprego dos mesmos nos produtos que concebem. Como exemplo, menciona-se as mudanças que ocorreram durante a evolução dos secadores de cabelo (Figura 9) descrita por Ashby e Johnson (2002).

Segundo esses autores, os primeiros modelos (Figura 9a), surgidos no fim da II Guerra Mundial, tinham pouca potência, eram metálicos; conseqüentemente, pesados e volumosos. A única melhoria técnica apresentada por esses aparelhos nessa época foi a colocação do ventilador na mesma caixa em que se encontrava o motor (Figura 9b). Com o desenvolvimento dos polímeros, surgiram os primeiros modelos (Figura 9c) feitos a partir desse material, que mantinham as mesmas formas e número de peças dos modelos metálicos, mas já apresentavam diminuição de peso e melhora de potência. Nos modelos seguintes (Figura 9d), nota-se a reestruturação da forma industrial original graças ao aproveitamento da liberdade de moldagem dos polímeros, o que permitiu a criação de modelos direcionados a um

público preocupado com as tendências da moda. Esses modelos eram ainda mais leves e permitiam um controle mais adequado de temperatura, mas sofriam com a degradação causada no polímero pelo ar aquecido.

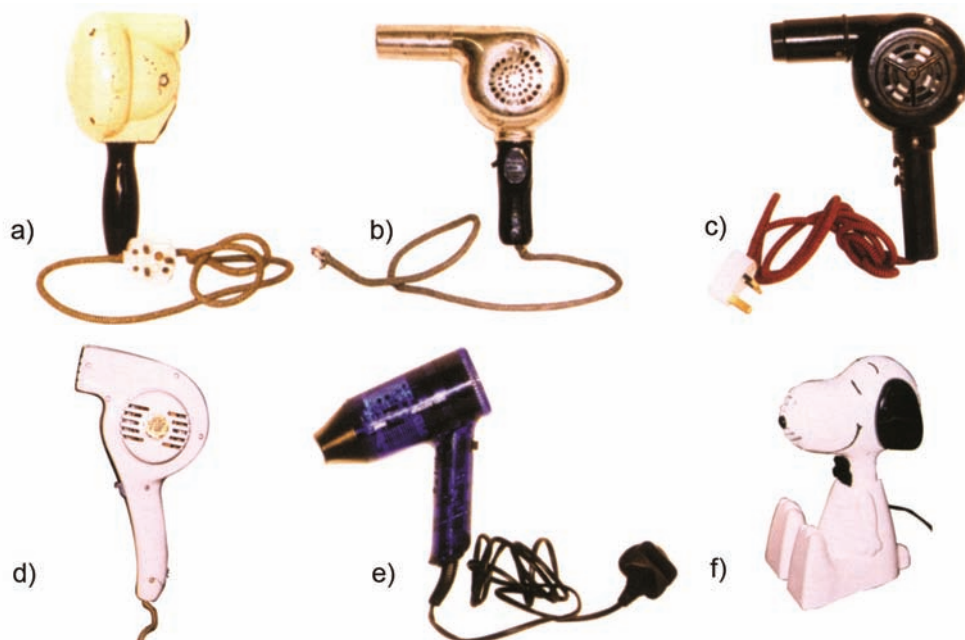


Figura 9: Evolução dos Materiais: Secadores de Cabelos
Fonte: adaptada de Ashby e Johnson (2002).

O desenvolvimento de motores menores – possibilitado graças ao desenvolvimento de materiais cerâmicos magnéticos – e de projetos de troca de calor mais eficientes permitiu o aumento de potência e a diminuição da massa dos modelos (Figura 9e), nos quais se nota o aproveitamento de outras vantagens dos polímeros: uso de gama de cores mais brilhantes, formas mais complexas e encaixes para montagem e desmontagem. Nos últimos anos, os secadores de cabelo convergiram tecnicamente, o que levou algumas empresas a estratégias de incremento de sua participação no mercado na tentativa de suprir desejos de grupos sociais mais específicos (crianças, atletas, viajantes, entre outros) com modelos (Figura 9f) diferenciados em seus apelos visual, tátil e associativo.

De acordo com as evoluções e modificações descritas entre os modelos de secadores de cabelo, conclui-se que muitas das mudanças ocorridas nesse aparelho, ao longo das décadas, só foram possíveis por conta do desenvolvimento de novos materiais, o que demonstra o caráter limitador e – ao mesmo tempo –

inspirador dos mesmos para o Design de Produto. A exposição também deixou clara a relação de interdependência existente entre os materiais, as formas, os processos de fabricação e o desenvolvimento tecnológico.

No mesmo sentido apontado por Ashby e Johnson (2002), Kindlein Jr. (2006) esclarece a relação da Figura 8 com os diversos movimentos estéticos ligados ao Design – como a *Art Nouveau*, o *Modern Style*, o Estilo Internacional, o Pós-Modernismo, entre outros. Conforme o autor, muitas dessas escolas apresentaram fortes ligações com determinados materiais, sendo que as formas características de cada uma delas eram ditadas e limitadas; de certa maneira, pelas possibilidades dos materiais e dos processos de fabricação aplicáveis a eles. Outra contribuição importante por parte do autor é a constatação de que houve uma perda de identidade por parte de muitos materiais, já que, atualmente, existem espadas que não são feitas de aço, ferros de passar roupas que não são construídos a partir do ferro e mesas não confeccionadas com madeira. Kindlein Jr. (2006) também demonstrou que, durante a história da humanidade, as guerras foram – de certa forma – um fator crucial no desenvolvimento da sociedade, já que muitos dos novos materiais foram primeiramente desenvolvidos para fins bélicos, tendo sido, posteriormente, popularizados pelos designers, que os levaram às massas por meio dos produtos industriais.

A análise da Figura 8 também permite deduzir que a percepção dos indivíduos sobre os materiais se modifica com o passar do tempo. Uma vez que novos materiais são disponibilizados, os antigos ganham novas aplicações, e a importância de cada um deles é alterada. Exemplo disso ocorre com os polímeros que, segundo Ashby e Johnson (2002), eram inicialmente considerados “meras imitações baratas”, reputação advinda da sua utilização em falsificações que facilmente riscavam e apresentavam variações de cor. Esta fama foi alterada devido à grande versatilidade de formas, cores, acabamento e texturas aceitos pelos mesmos, o que acabou gerando milhares de aplicações, entre elas, o *iPod*, da empresa *Apple*, considerado um ícone de modernidade e tecnologia por seus consumidores.

Todos os desenvolvimentos tecnológicos e científicos descritos até aqui trouxeram novas oportunidades e o benefício da escolha, já que, conforme a ASM (1997), existem, atualmente, cerca de 100.000 materiais disponíveis comercialmente. Centenas de novos materiais são desenvolvidos todos os anos; em

consequência disso, a tarefa de seleção dos materiais torna-se enorme e complexa. Dentro do processo de Design de Produto, os métodos de Seleção de Materiais desempenham, assim, papel fundamental, auxiliando no minucioso, longo e caro processo de definição das matérias-primas para a produção de bens de consumo. Esses métodos têm de lidar com inúmeras variáveis; com raras exceções, um material possui a combinação ideal de características para uma determinada aplicação. A seleção torna-se, então, um compromisso entre vantagens e desvantagens.

2.3.2 Fontes de Pesquisa sobre Seleção de Materiais

Devido à complexidade do processo de Seleção de Materiais, diversos autores estudaram quais são os aspectos relevantes envolvidos capazes de orientar os profissionais da área. Nos próximos parágrafos, são analisadas colocações de pesquisadores, principalmente sobre os aspectos que se referem às características intangíveis do projeto de produto.

Patton (1968) afirma que são três os requisitos básicos da Seleção de Materiais: (1) exigências de serviço, (2) exigências de fabricação e (3) condições econômicas. Segundo ele, as exigências de serviço são supremas: o material deve ser resistente a essas requisições que, geralmente, incluem estabilidade dimensional, resistência à corrosão, resistência mecânica adequada, dureza, tenacidade e resistência a variações de temperatura. Os requerimentos de fabricação são, para o autor, a capacidade de conformar os materiais e de ligá-los a outros. Já as condições econômicas, por sua vez, são traduzidas na minimização dos custos globais do produto final e das etapas de seu processo de fabricação. É interessante notar que Patton (1968) cita, brevemente, a natureza atrativa dos materiais, quando afirma que certas propriedades têm maior valor de mercado, como no caso dos plásticos, em que os aspectos visuais superam sua pobre estabilidade dimensional. Assim sendo, desde os primórdios do estudo da Seleção de Materiais, os cientistas já notavam que, em alguns casos, a importância das questões subjetivas se sobrepunha às técnicas.

Para Esin (1980, *apud* KARANA, HEKKERT e KANDACHAR, 2008), os fatores relevantes para a Seleção de Materiais podem ser agrupados em três categorias: (1) requerimentos de produção, (2) requerimentos econômicos, e (3)

requerimentos de manutenção. O autor explica que um material deve atender as demandas relacionadas à funcionalidade e à fabricação. Desse modo, muitas variáveis devem ser levadas em consideração, como a capacidade de o material suportar métodos de usinagem, conformação, fundição, soldagem, entre outras. Geralmente, deve-se realizar uma avaliação comparativa para assinalar o material mais adaptado aos processos pretendidos. Conforme Esin (1980, *apud* KARANA, HEKKERT e KANDACHAR, 2008), o grande limitador para a seleção de certo material é o custo final do produto que será manufaturado com base nele. Por fim, o estudioso afirma que é necessário ponderar a respeito dos requerimentos de manutenção, que envolvem o risco de falha do componente, o custo de reparos ou troca, o acesso do consumidor à manutenção, entre outros.

Ashby (1992), por sua vez, enfatiza diferentes pontos como definidores do processo de eleição dos materiais. São eles: (1) propriedades gerais, (2) propriedades mecânicas, (3) propriedades térmicas, (4) uso e (5) corrosão/oxidação. Em uma edição mais recente de sua publicação *Materials Selection in Mechanical Design*, Ashby (2005) amplia essa classificação para: (1) propriedades gerais (densidade e preço), (2) propriedades mecânicas, (3) propriedades térmicas, (4) propriedades elétricas, (5) propriedades óticas, (6) propriedades ecológicas e (7) resistência ao ambiente. O autor cita as características subjetivas dos materiais em seu estudo, porém, seu grande foco são os aspectos técnicos, ligados à funcionalidade prática. Ashby propõe a relação entre funcionalidade prática, forma, materiais e manufatura (Figura 10), na qual a importância da funcionalidade é tal que ela será o grande controlador das demais variáveis. Materiais, forma e manufatura, por sua vez, interagem em caminhos de duas mãos. Especificar uma forma restringe a escolha dos materiais e processos; especificar um processo limita os materiais elegíveis e as possíveis formas.

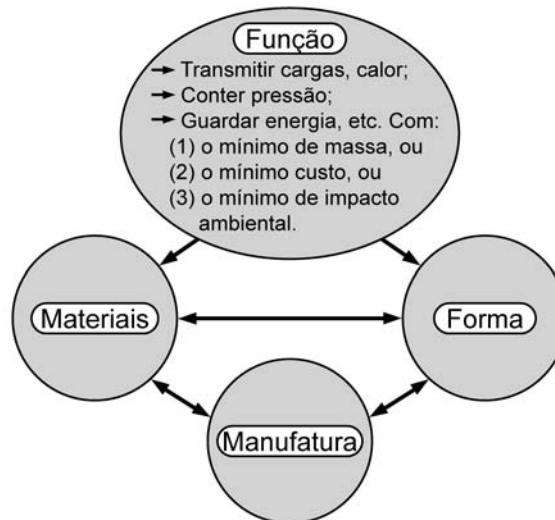


Figura 10: A Relação entre Funcionalidade, Materiais, Forma e Manufatura
Fonte: adaptada de Ashby (2005).

De acordo com Lindbeck (1995), os seguintes requerimentos devem ser considerados para uma adequada Seleção de Materiais: (1) propriedades físicas (densidade, porosidade, ponto de fusão, umidade, e textura da superfície); (2) propriedades químicas (resistência à corrosão e dissolução); (3) propriedades térmicas (condutividade térmica, resistência ao aquecimento); (4) propriedades elétricas (condutividade elétrica e resistência a cargas elétricas); (5) propriedades acústicas (reação do material ao som) e (6) propriedades óticas (reação do material à luz). Para o autor, as propriedades mecânicas são as mais notáveis, pois indicam força, produtividade e durabilidade.

Lindbeck (1995) faz menção às características buscadas pelos designers industriais, às quais se refere como “características indefiníveis dos materiais”, porém, não propõe que as mesmas sejam integradas à sua lista de requerimentos de seleção. Tais características seriam: aparência, odor, sensação, e impressões gerais; resultam de usos especiais e combinações de materiais para propósitos estéticos. Lindbeck (1995) afirma ainda que tais características estão diretamente relacionadas às respostas emocionais dos consumidores e podem ser facilmente influenciadas pelas estratégias de marketing.

No Quadro 2, Ferrante (1997) destaca diversos critérios a serem investigados na triagem de materiais. Nota-se que, entre esses critérios, não se dá destaque àqueles relativos às características intangíveis dos materiais.

Crítérios de Seleção	Características
(1) Considerações dimensionais	O tamanho do projeto pode influenciar na intenção de viabilizar sua produção de acordo com determinações possivelmente limitadas em relação a sua execução.
(2) 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 determinados formatos.
(3) 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.
(4) Considerações de resistência mecânica	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.
(5) 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.
(6) Conhecimento das variáveis de operação	Estabelece uma influência na avaliação dos materiais quanto às exigências específicas solicitadas em serviço, de acordo com a análise da tarefa a que o projeto estará submetido.
(7) Facilidade de fabricação	Uma condicionante muito usual que visa, normalmente, à praticidade nas etapas de fabricação.
(8) Requisitos de durabilidade	O produto apresenta necessidades de amplo ou simplificado período de vida, de acordo com os propósitos de uso pré-definidos.
(9) Número de unidades	Fator no qual se determina 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.
(10) Disponibilidade de material	Requisito apontado pelo cruzamento de facilidade de fabricação com a variável custo.
(11) Custo	Explicitamente condicionada a uma redução ou ampliação de investimentos, correlacionada com uma extensa gama de requisitos do projeto, estabelecendo uma boa interação na decisão de escolha dos materiais.
(12) Viabilidade de reciclagem	Normalmente caracterizada pela escolha de matérias-primas passíveis de reprocessamento, mantendo o valor agregado da produção para as futuras gerações do produto resultante. Os requisitos ambientais e fatores econômicos do país influenciam decisivamente.
(13) Valor de sucata	Necessidade relacionada ao interesse comunitário de produção sustentável, em que o mercado aponte abertura para manipulação constante das matérias-primas já utilizadas, estabelecendo-se uma valorização para a coleta seletiva dos materiais.
(14) 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.

Quadro 2: Critérios de Seleção e suas Características
 Fonte: adaptada de Ferrante (1997).

A ASM (1997) afirma que separar o mais adequado material para determinada peça envolve: (1) selecionar um material que possua as propriedades para fornecer o desempenho necessário no serviço; (2) selecionar o processamento do material, já que as propriedades do material podem ser modificadas pelo processo (benéfica ou prejudicialmente) o que é capaz de afetar o desempenho do produto; (3) lidar com os custos. No livro são destacados os aspectos técnicos dos materiais; conforme descrito, tais aspectos são responsáveis por unir os cálculos de computador e desenhos de engenharia a um projeto de funcionamento. É importante ressaltar que a escolha equivocada de determinado material pode conduzir não somente à falha da peça, mas também a custos desnecessários.

Assunção (2000) dá grande ênfase às (1) questões ambientais. Para ele, a Seleção dos Materiais para produtos sustentáveis é baseada principalmente no impacto final dos materiais na natureza, além de (2) demandas do mercado e dos (3) fatores econômicos. O autor argumenta que selecionar o “melhor material” envolve mais do que simplesmente separar determinado material cujas (4) propriedades proveem do desempenho requerido pelo Design, pois essa escolha está intimamente ligada ao (5) processamento.

Assunção (2000) propõe que os (6) aspectos culturais e sociais devem ser analisados quando forem desenvolvidos produtos sustentáveis e bem-sucedidos, sendo que razões psicológicas, como sentimentos relacionados a determinado material tornam a tarefa ainda mais complexa. O exemplo utilizado pelo autor para ilustrar tal colocação é o de roupas feitas a partir de fibras sintéticas que são, normalmente, de fácil limpeza e dispensam a passagem de ferro para terem boa apresentação. Os materiais naturais (algodão), porém, são geralmente mais populares e de maior aceitação por parte dos consumidores.

Assunção (2000) afirma ainda que o impacto ambiental pode ser significativo, dependendo do material escolhido, do uso que dele se pretende fazer, bem como do tamanho e da quantidade de materiais utilizados no produto. Outra questão relevante mencionada pelo autor é a influência de (7) órgãos regulamentadores dos governos de vários territórios que impedem que certos materiais sejam utilizados se estes não se encontrarem em seu rol de convenientes ao meio ambiente e à saúde.

Callister (2002), por sua vez, cita quatro requisitos essenciais à Seleção de Materiais: (1) condições de serviço; (2) deterioração das propriedades em serviço; (3) fatores econômicos; (4) fatores ambientais e sociais. Segundo o autor, as

condições de serviço devem ser caracterizadas, uma vez que determinarão as propriedades exigidas do material, sendo que, raramente, um material apresenta a combinação máxima ou ideal de propriedades, o que pode ocasionar a obrigatoriedade de escolha de uma propriedade em detrimento de outra. O autor cita um exemplo que envolve a resistência e a ductilidade. Normalmente, um material de alta resistência terá ductilidade limitada; em tais casos, pode ser necessário um compromisso razoável entre duas ou mais propriedades.

Outro fator relevante, apontado por Callister (2002), é a deterioração das propriedades dos materiais que pode ocorrer durante a operação em serviço; por exemplo, reduções significativas na resistência mecânica, resultantes ou da exposição a temperaturas elevadas ou a ambientes corrosivos. Os fatores econômicos que envolvem os materiais e os processos são enfatizados pelo autor como sendo os mais relevantes já que é possível selecionar determinado material que apresente um conjunto ideal de propriedades, mas que é proibitivamente caro; isso assinala, novamente, a necessidade de algum tipo de comprometimento. Por fim, são citadas as questões ambientais e sociais, relacionadas à poluição, ao descarte, à reciclagem, ao consumo energético, entre outras.

Para Ashby e Johnson (2002), a lista de aspectos determinantes da Seleção de Materiais é formada pelos atributos (1) técnicos, (2) ergonômicos, (3) ecológicos, (4) estéticos e (5) pessoais. Os autores expõem que os atributos ergonômicos estão relacionados à escolha de materiais que provenham características relacionadas ao uso, conforto, à adequação às medidas e formas do homem, assim como ao gerenciamento do som, do calor, do peso e da informação. Os aspectos estéticos, por sua vez, são aqueles relacionados aos estímulos sensoriais; vinculados ao toque, à visão e ao som. Os atributos pessoais estão relacionados às percepções e às associações do usuário. Ashby e Johnson foram os pioneiros na menção da importância dos aspectos estéticos e pessoais a uma adequada Seleção de Materiais no Design de Produto. Outra importante contribuição dos autores foi o estabelecimento de dois papéis para os materiais: o de prover a função técnica e o de contribuir na criação da personalidade do produto.

Ljungberg e Edwards (2003) dão grande importância às características intangíveis dos materiais, as quais classificam como “aspectos metafísicos dos materiais” (p. 519) e “propriedades não-físicas dos materiais” (p. 528). Os autores tecem uma série de recomendações para o desenvolvimento e o Design de produtos

de sucesso, as quais os levam a propor um modelo de Seleção de Materiais integrado ao Design de Produto que engloba tanto as necessidades dos designers industriais quanto as dos técnicos. Nesse modelo, Ljungberg e Edwards (2003, p. 527) enfatizam os seguintes aspectos:

(1) Ideia do produto, demanda de mercado ou requerimentos legais: considerações sobre a ideia em termos de contatos de mercado; estudos de caso prévios; mecanismos de escolha do consumidor; identificação da funcionalidade principal a satisfazer.

(2) Definição do público alvo para o produto: Grupo P – produto de prestígio com qualidade elevada; Grupo M – produtos de preço moderado; Grupo F – produtos funcionais para o mercado de baixo preço.

(3) Pesquisa de mercado e pré-design: avaliação/estudo dos seguintes parâmetros – balanço físico/metafísico; ergonomia; imagem do produto; implicações legais; ciclo de vida do produto; influências ambientais; reciclabilidade ou disposição final; segurança; grau de exposição dos componentes para identificação da importância que deverá ser dispensada a cada um deles; custo, preço e refinamento total que deverá ser atribuído ao produto; suporte ao consumidor; preparação de protótipo ou modelo para analisar a reação do mercado.

(4) Especificação de requerimentos: definição das exigências físicas e químicas para o produto; determinação dos limites máximos nos quais o produto deve se encaixar, como temperatura, densidade, resistência à radiação ultravioleta (UV), preço, módulo de Young, entre outros.

(5) Perfil de propriedades dos possíveis materiais: seleção dos materiais candidatos para então checar se os mesmos preenchem os requisitos exigidos; se nenhum material for encontrado, deve-se tentar alterar as exigências.

(6) Método de manufatura: planejamento e avaliação de métodos de manufatura para o material que cumpra as condições indicadas anteriormente.

(7) Escolha final de materiais e métodos de manufatura: a escolha de materiais é dependente dos métodos de manufatura e da forma final do produto, sendo que todas estas questões devem ser consideradas simultaneamente; deve-se retornar ao passo 3, caso algum parâmetro se altere antes do início da produção.

(8) Lançamento do produto: um dos passos vitais ao desenvolvimento do produto, mas não é o último.

(9) Reações do mercado e *feedback* durante o uso: devem-se coletar dados referentes às reações dos consumidores, já que essas informações podem indicar modificações na produção que serão vitais para que possíveis problemas sejam sanados; se uma grande quantidade de produtos problemáticos for enviada ao mercado, pode tornar-se demasiado caro suprir reparos aos mesmos e isso pode acarretar um má reputação à empresa.

(10) Estratégias para o possível redesign de produtos ou projeto de produtos sucessores: a proximidade com o mercado é um fator importante para o desenvolvimento de produtos sucessores; nas fases iniciais o redesign do produto existente é, normalmente, suficiente, caso se faça necessário. Tanto para o redesign quando para o novo design é recomendável recomençar da primeira etapa.

No Quadro 3, são listados os fatores que efetivamente afetam a Seleção de Materiais de acordo com diferentes fontes – Patton (1968), Esin (1980, *apud* KARANA, HEKKERT e KANDACHAR, 2008), Ashby (1992), Ashby (2005), Lindbeck (1995), Ferrante (1997), ASM (1997), Assunção (2000), Callister (2002), Ashby e Johnson (2002) e Ljungberg e Edwards (2003). Com base nesse quadro, conclui-se que, apesar de diversas dessas fontes definirem o Design como um processo que abrange tanto as questões de nível técnico e não-técnico do Design Industrial, a maioria se concentra basicamente nos aspectos técnicos.

Assim sendo, apenas em publicações mais recentes, a partir dos estudos de Ashby e Johnson (2002), é que foi dada a devida preponderância às propriedades sensoriais e intangíveis dos materiais. Atualmente, muitas pesquisas são conduzidas na área de materiais e de Design com o intuito de compreender as necessidades e expectativas dos consumidores e como corresponder às mesmas por meio dos materiais, como no trabalho de Ljungberg e Edwards (2003), já citado anteriormente.

<p>PATTON (1968)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimentos de serviço; - Requerimentos de fabricação; - Requerimentos econômicos. 	<p>FERRANTE (1997)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Considerações dimensionais; - Considerações de forma; - Considerações de peso; - Considerações de resistência mecânica; - Resistência ao desgaste; - Conhecimento das variáveis de operação; - Facilidade de fabricação; - Requisitos de durabilidade; - Número de unidades; - Disponibilidade de material; - Custo; - Viabilidade de reciclagem; - Valor de sucata; - Grau de normatização. 	<p>CALLISTER (2002)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condições de serviço; - Deterioração das propriedades em serviço; - Fatores econômicos; - Fatores ambientais e sociais.
<p>ESIN (1980)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimentos de produção; - Requerimentos econômicos; - Manutenção. 	<p>ASM INTERNATIONAL (1997)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propriedades; - Processamento; - Custo. 	<p>ASHBY E JOHNSON (2002)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atributos técnicos; - Atributos ergonômicos; - Atributos ecológicos; - Atributos estéticos; - Atributos pessoais.
<p>ASHBY (1992)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propriedades gerais; - Propriedades mecânicas; - Propriedades térmicas; - Uso; - Corrosão/oxidação. <p>ASHBY (2005)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propriedades gerais; - Propriedades mecânicas; - Propriedades térmicas; - Propriedades elétricas; - Propriedades óticas; - Propriedades ecológicas; - Resistência ao ambiente. 	<p>ASSUNÇÃO (2000)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questões ambientais; - Demandas do mercado; - Fatores econômicos; - Propriedades; - Processamento; - Aspectos culturais, moda; - Órgãos regulamentadores. 	<p>LJUNGBERG E EDWARDS (2003)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ideia do produto, demanda de mercado ou requerimentos legais; - Definição do público alvo para o produto; - Pesquisa de mercado e pré-design; - Especificação de requerimentos; - Perfil de propriedades dos possíveis materiais; - Método de manufatura; - Escolha final de materiais e métodos de manufatura; - Lançamento do produto; - Reações do mercado e <i>feedback</i> durante o uso; - Estratégias para o possível redesign de produtos ou projeto de produtos sucessores.

Quadro 3: Análise das Fontes que definem os Fatores que afetam a Seleção de Materiais
 Fonte: Patton (1968), Esin (1980, *apud* KARANA, HEKKERT e KANDACHAR, 2008), Ashby (1992), Ashby (2005), Lindbeck (1995), Ferrante (1997), ASM (1997), Assunção (2000), Callister (2002), Ashby e Johnson (2002) e Ljungberg e Edwards (2003).

A evolução do conceito de Design (explorada no capítulo 2, item 2.1.2) parece ter influenciado diretamente a Seleção de Materiais, uma vez que ambas as áreas evoluíram da ideia de concepção de produtos funcionais práticos, para produtos que consigam comunicar e sanar as expectativas dos consumidores com o seu apelo estético, de agradabilidade, de associações, de percepções e de emoções. Sabendo-se do caráter da Seleção de Materiais como ferramenta aplicável ao Design de Produto, é compreensível que a primeira tenha evoluído para se adaptar às novas necessidades da segunda.

2.3.3 Outras Fontes de Pesquisa sobre Seleção de Materiais

Além da análise de artigos e livros sobre o assunto, mostrou-se pertinente para esta pesquisa explorar outras fontes de pesquisa existentes sobre os materiais,

de modo a analisar quais delas são mais adequadas ao Design Industrial. Entre estas fontes de pesquisa, merecem destaque:

– *Material ConneXion* (2009): possui materiotecas em diversos locais do planeta que contam com mais de 4.500 amostras de materiais novos e inovadores. É uma das maiores fontes de pesquisa física do mundo a respeito do assunto e disponibiliza consultas *online*, permitidas mediante o pagamento de assinatura anual. As informações são voltadas ao Design Técnico, com algumas descrições intangíveis. A interface de pesquisa é intuitiva, o que facilita o acesso dos designers industriais.

– *Materia* (2009): *site* de pesquisa gratuito, voltado ao Design Industrial e à Arquitetura, no qual são disponibilizadas informações sensoriais (brilho, translucidez, estrutura, textura, dureza, temperatura, acústica e odor) e técnicas (resistência ao fogo, resistência aos raios UV, resistência ao ambiente, resistência a riscos, peso, resistência química, alternativas de reciclagem), sendo que para ambos os aspectos não são fornecidos dados quantitativos, mas sim descritivos. Possui um acervo em exibição permanente na Holanda com mais de 1.500 amostras.

– *Design inSite* (2009): *website* que possui descrição de aproximadamente 190 produtos, 120 materiais e 100 processos de fabricação, de acesso livre. Os dados disponibilizados são voltados às características tangíveis.

– *Material Property Data (MatWeb)*, (2009): permite acessar, gratuitamente, um banco de dados com mais de 69.000 tabelas contendo informações a respeito das propriedades técnicas dos materiais. O site disponibiliza arquivos de informações compatíveis com os principais *softwares* CAE (*Computer Aided Engineering*) mediante o pagamento de assinatura anual.

– *matériO* (2009): possui biblioteca localizada em Paris, com milhares de exemplares físicos de materiais e um *website* no qual são disponibilizadas informações referentes aos mesmos: nome, família, descrição, imagens, vídeos, características visuais e táteis, especificações técnicas e contato de fabricantes e distribuidores. Não foi possível testar as ferramentas de pesquisa já que tanto o acesso à biblioteca quanto ao site são permitidos mediante pagamento.

– *Materioteca* (2009): possui um centro de exposições de acesso gratuito em Milão. O *website* encontra-se em fase de construção, mas disponibilizava informações sobre processos (6) e materiais plásticos (13), dados estes de caráter técnico e descritivo.

– Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LdSM/UFRGS, 2009): disponibiliza um *site* que possui informações técnicas sobre materiais e métodos de manufatura, bem como ótimas ilustrações e animações, o que facilita o entendimento dos processos de fabricação por parte dos designers. O *website* permite o *download* de mais de 150 artigos, dissertações e outras pesquisas relacionados à área Materiais e Design, entre os quais já se encontram alguns trabalhos relativos ao Design e Emoção.

– *Cambridge Engineering Selector* (CES, 2009): *software* que possibilita realizar o cruzamento de informações relacionadas aos materiais a partir de um banco de dados e etapas progressivas de restrições, o que permite encontrar materiais que coincidem com os requisitos solicitados para um determinado projeto. É possível acessar informações relativas às propriedades dos materiais, aos processos de fabricação, às propriedades ecológicas, à durabilidade e aos custos. Baseado em tais informações, é possível gerar gráficos e mapas que facilitam a visualização dos dados. O *software* não abrange questões relativas às características intangíveis. Um exemplo de perfil técnico de um material gerado com esse programa encontra-se no Anexo A.

– *ASM Material Handbook* (ASM, 2009): ao longo de 21 volumes, os livros da *ASM International* são a maior fonte de dados sobre as questões técnicas dos materiais e da Seleção de Materiais. Disponibiliza o acesso *on-line* via pagamento de anuidade.

A análise dessas fontes demonstra que apenas três delas – *Materia*, *matériO* e *Material ConneXion* – disponibilizam informação referentes às características intangíveis úteis ao designer industrial, mas estas são limitadas e insuficientes. O LdSM/UFRGS oferece também dados técnicos, mas já disponibiliza pesquisas de características intangíveis para consulta. Essa constatação comprova as afirmações de Ashby e Johnson (2002) e Karana, Hekkert e Kandachar (2008) sobre a necessidade de desenvolvimento de novos métodos e pesquisas nessa área.

Existem atualmente diversos livros com informações sobre perfil de materiais e processos de fabricação direcionados aos designers industriais, entre os quais se destacam Thompson (2007), Lefteri (2006 e 2007), Hudson (2008), Guidot *et al.* (2006), Brownell (2005 e 2008), Juracek (2000), Martin (2005), Beylerian *et al.* (2005), Beylerian *et al.* (2007), Wakil (2002) e Lesko (2004). Essas publicações se caracterizam por possuir uma linguagem e apresentação sintonizadas com esse tipo

de profissional, sendo que em algumas delas são disponibilizadas informações sobre os aspectos sensoriais de materiais.

Conclui-se, então, que as melhores fontes de pesquisa apontadas atualmente, mostram-se insuficientes, e que novas ideias devem ser desenvolvidas sobre métodos e fontes que visem disponibilizar informações sobre as características intangíveis de materiais e produtos.

2.4 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Neste tópico, são discutidos conceitos referentes às características dos materiais, ponto fundamental para esta pesquisa. O esclarecimento sobre os mesmos possibilita a análise de sua influência nos processos de Design de Produto (capítulo 2, item 2.2) e de Seleção de Materiais (capítulo 2, item 2.3), em busca de possíveis pontos de interferência ao método proposto por esta dissertação.

Muitas são as classificações possíveis para as peculiaridades dos materiais, variando conforme os interesses de estudo. Diversos autores realizaram análises a respeito dessas questões, o que é explorado no capítulo 2, item 2.3. Aqui cabe esclarecer a classificação proposta por Kesteren e Karana (2006, p. 6 e 7) para as características dos materiais (Figura 11) na avaliação dos produtos pelo usuário (também disponível na pesquisa de Karana, 2006, p. 4). Em tal qualificação, destacam-se: propriedades físicas, processos de fabricação, usos e funções, estética ou propriedades sensoriais, percepções, associações e emoções. Os autores afirmam que as três últimas – percepções, associações e emoções – são definidas como as características intangíveis dos materiais.

A classificação proposta por Kesteren e Karana (2006) encaixa-se perfeitamente nesta dissertação de mestrado uma vez que também se fixa na relação usuário-produto. Deve-se ressaltar, porém, que tal classificação apresenta algumas deficiências na definição de “propriedades físicas”, na definição de “propriedades sensoriais” e na falta de uma classificação geral que englobe as variáveis não contempladas pelas características intangíveis.

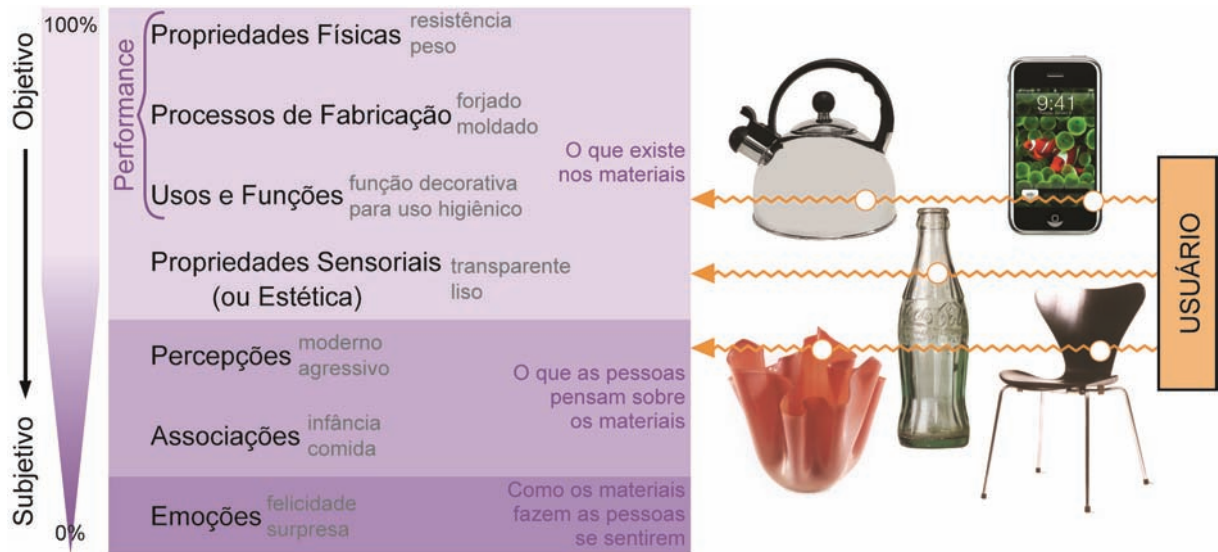


Figura 11: Características dos Materiais na Avaliação dos Produtos pelo Usuário
 Fonte: adaptado de Kesteren e Karana (2006) e Karana (2006)

A primeira deficiência refere-se à definição de “propriedades físicas”. Esse termo não é devidamente explicitado pelos autores, sendo entendido – no contexto em que se apresenta – como relativo a todas as propriedades dos materiais. É fato que essa associação não é correta, uma vez que, ao utilizar o termo “propriedades físicas”, acaba-se excluindo, por exemplo, as propriedades químicas. Para solucionar essa questão, buscou-se suporte na classificação utilizada por Ashby (2005) voltada aos interesses do Design Técnico. Conforme esse autor, as propriedades envolvidas nas questões técnicas seriam: propriedades gerais (densidade e preço), propriedades mecânicas, propriedades térmicas, propriedades elétricas, propriedades óticas, propriedades ecológicas e resistência ao ambiente. Com base nessas constatações, optou-se por utilizar o termo “propriedades técnicas” para englobar todas as variáveis técnicas apontadas por Ashby (2005) e substituir, assim, o termo “propriedades físicas”. Com objetivo de manter a terminologia, optou-se por utilizar o termo equivalente “propriedades deteriorativas” de Callister (2002) ao invés da “resistência ao ambiente” de Ashby (2005). Também foram acrescentadas às propriedades técnicas as propriedades magnéticas apontadas por Callister (2002).

A classificação de Kesteren e Karana (2006) também é falha quanto à especificidade do termo “propriedades sensoriais”. A utilização do vocábulo “propriedades” mostra-se inapropriada, já que pode associar-se à definição amplamente difundida em publicações de caráter técnico. No seu lugar, é utilizada a

terminação “características sensoriais”. O termo “estética” é adaptado para “características estéticas”.

Outra falta na classificação de Kesteren e Karana (2006) diz respeito à ausência de uma classe que inclua os demais termos que não se inserem nas características intangíveis. Para resolver essa questão, optou-se pela utilização do antônimo de “intangível”, “tangível”, o qual engloba: propriedades técnicas, processos de fabricação e usos e funções. Optou-se também pela utilização do termo análogo “características técnicas” para as tangíveis e o termo “características subjetivas” para as intangíveis.

As características sensoriais ou estéticas são discutidas de maneira distinta, pois representam, conforme Ashby e Johnson (2002), a forma como os sentidos humanos – visão, audição, tato, olfato e paladar – colhem os estímulos provocados pelo produto, ou seja, pelas características tangíveis. Um exemplo desses autores (p. 68) esclarece essa questão: “[...] um copo de poliestireno pode ser visualmente indistinguível de um feito de vidro, mas ao pegá-lo, as pessoas o sentem como mais quente, leve, menos rígido; ao bater o seu som é muito diferente [...]”; “[...] as impressões que ele gera são tão diferentes das impressões causadas pelo copo de vidro que, em um restaurante caro, é completamente inaceitável”. Assim sendo, as características sensoriais ou estéticas representam o elo entre as características técnicas e subjetivas, já que possuem tanto caráter tangível quanto caráter intangível.

Com base no apresentado, a classificação utilizada para hierarquizar as características dos materiais compreende: características tangíveis ou técnicas (propriedades técnicas, processos de fabricação, usos e funções), características intangíveis ou subjetivas (percepções, associações e emoções) e características sensoriais ou estéticas. A Figura 12 representa, graficamente, tal classificação. Nos próximos tópicos, são abordados os termos apresentados na Figura 12, elucidando-se diversas questões pertinentes ao Design de Produto e a Seleção de Materiais.



Figura 12: Características dos Materiais e Produtos

2.4.1 Características Tangíveis ou Técnicas

A compreensão das características tangíveis ou técnicas é relevante ao Design Técnico; conseqüentemente, a esta pesquisa desenvolvida dentro de um programa de pós-graduação ligado às Engenharias. Como já demonstrado anteriormente, essas características são classificadas em propriedades técnicas, processos de fabricação, usos e funções; aqui tratadas distintamente.

Propriedades Técnicas

Para compreender as características tangíveis ou técnicas dos materiais, é necessário analisar o campo científico encarregado dessa atribuição. Segundo Callister (2002, p. 2), a Ciência dos Materiais, “[...] envolve a investigação das relações existentes entre as estruturas e as propriedades dos materiais”, sendo que “em contraste, a Engenharia de Materiais consiste, com base nestas correlações estrutura-propriedade, no projeto ou engenharia da estrutura de um material para produzir um conjunto predeterminado de propriedades”.

As propriedades dos materiais são – assim – o principal objeto de estudo dessa Ciência. Para Callister (2002, p. 2), “propriedade é uma peculiaridade do material em termos do tipo e da intensidade da resposta a um estímulo específico que lhe é imposto”, sendo que “geralmente, as definições das propriedades são feitas de maneira independente da forma e do tamanho do material”. ASM (1997)

afirma que a visão contemporânea sobre os materiais assegura que as propriedades são determinadas pela composição e estrutura interna, com a última sendo resultado da transformação de uma determinada composição. Desse modo, não são apenas os diferentes tipos e as diferentes quantidades de átomos ou íons encontrados na constituição de um material que determinam suas propriedades, mas sim o arranjo dos átomos ou íons e os diversos tipos de defeitos (desvios das repetições atômicas perfeitas) existentes nestes arranjos. ASM (1997) explica ainda que o processamento do material durante suas várias etapas de fabricação será o determinante dos arranjos entre os átomo ou íons e também seus defeitos. O controle dos parâmetros de processamento da estrutura de um dado conjunto de átomos ou íons, a microestrutura interna – juntamente com a sua composição – determinam as propriedades do material.

Bergmann (2008) informa que estrutura, propriedades e processamento se interrelacionam de maneira a formar um triângulo, com centro no desempenho (Figura 13). Assim, uma vez conhecidas as exigências de uma aplicação específica, pode-se definir o tipo de material a ser empregado e sua estrutura mais adequada para conferir as propriedades desejadas; sendo importante, ao mesmo tempo, a escolha do processo que possibilitará a obtenção da referida estrutura. Dentro dessa relação o desempenho consiste em avaliar o objeto durante seu uso, o que afeta a sua confiabilidade. Em laboratório os materiais têm um desempenho, e em serviço, muitas vezes, outro. Isso leva ao emprego de fatores de segurança em projetos.

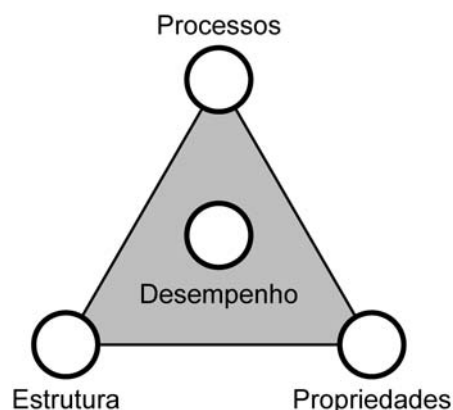


Figura 13: Estrutura, Propriedades, Processamento e Desempenho
Fonte: adaptado de Bergman (2008).

Para Callister (2002) e Ashby (2005), são oito as propriedades dos materiais: propriedades gerais – relativas à densidade e ao preço; propriedades mecânicas –

relacionam deformação com uma carga ou força aplicada, como o módulo de elasticidade e a resistência; propriedades térmicas – podendo ser representadas em termos de capacidade calorífica e de condutividade térmica; propriedades elétricas – dependem do estímulo de um campo elétrico, como a condutividade elétrica e a constante dielétrica; propriedades magnéticas – demonstram a resposta de um material à aplicação de um campo magnético; propriedades óticas – estimuladas pela radiação eletromagnética ou a luminosa, como o índice de refração e a refletividade; propriedades ecológicas – relacionando o gasto energético e de resíduos gerados no processamento do material, a capacidade de reciclá-lo, a sua toxicidade, biodegradabilidade, entre outras questões; propriedades deteriorativas – indicam a reatividade química de materiais.

Muitas classificações diferentes podem ser empregadas no enquadramento dos materiais. Callister (2002) afirma que a Ciência dos Materiais desenvolveu uma categorização baseada na maneira como os átomos interagem entre si; na composição química e na estrutura atômica (Quadro 4), diretamente relacionadas à definição das propriedades dos materiais.

Família	Descrição
Metais	Materiais metálicos são, normalmente, combinações de elementos metálicos. Eles possuem um número grande de elétrons não-localizados; isto é, estes elétrons não estão ligados a qualquer átomo em particular. Muitas propriedades dos metais são atribuídas diretamente a estes elétrons. Os metais são condutores extremamente bons de eletricidade e calor, e não são transparentes à luz visível; uma superfície metálica polida possui uma aparência lustrosa. Além disso, os metais são muito resistentes, e ainda assim deformáveis - o que é responsável pelo seu uso extenso em aplicações estruturais.
Cerâmicos	Os cerâmicos são compostos entre os elementos metálicos e não-metálicos; eles são frequentemente óxidos, nitretos e carbetos. A grande variedade de materiais que se enquadra nesta classificação inclui cerâmicos que são compostos por minerais argilosos, cimento e vidro. Estes materiais são tipicamente isolantes à passagem de eletricidade e calor, e são mais resistentes a altas temperaturas e ambientes abrasivos do que os metais e polímeros. Com relação ao comportamento mecânico, os cerâmicos são duros, porém muito quebradiços.
Polímeros	Os polímeros compreendem os materiais comuns de plástico e borracha. Muitos deles são compostos orgânicos que têm sua química baseada no carbono, no hidrogênio e em outros elementos não-metálicos; além disso, eles possuem estruturas moleculares muito grandes. Estes materiais possuem tipicamente baixas densidades e podem ser extremamente flexíveis.
Compósitos	Vários materiais compósitos, que consistem em mais de um tipo de material, têm sido desenvolvidos pela Engenharia. A fibra de vidro é um exemplo familiar, no qual fibras de vidro são incorporadas no interior de um material polimérico. Um compósito é projetado para mostrar uma combinação das melhores características de cada um dos materiais que o compõe. A fibra de vidro adquire resistência do vidro e flexibilidade do polímero. Muitos dos desenvolvimentos recentes de materiais têm envolvido materiais compósitos.

Quadro 4: Classificação dos Materiais segundo a Ciência dos Materiais

Fonte: adaptado de Callister (2002).

Callister (2002) expõe ainda que, para a Engenharia de Materiais, outras três classificações são interessantes: os semicondutores – materiais que possuem propriedades elétricas intermediárias àquelas apresentadas pelos condutores elétricos e pelos isolantes, os biomateriais – empregados em componentes implantados no interior do corpo humano para a substituição de partes do corpo débeis ou danificadas e os materiais avançados – utilizados em aplicações de alta tecnologia. Ferrante (1997) afirma que, no Design, a classe dos materiais naturais – algodão, couro, madeira, entre outros – geralmente é salientada, visto a sua importância para o projeto de produtos.

Ashby e Johnson (2002) esclarecem que a classificação em quatro famílias principais – metais, cerâmicos, polímeros e compósitos – feita pela Ciência dos Materiais é válida ao Design Técnico, já que permite a procura por características específicas, necessárias à performance do objeto. Para isso, pode-se pesquisar por materiais partindo-se de sua família, restringindo-se, em seguida, à sua classe e, por fim, ao membro, obtendo-se o perfil técnico do material de interesse (Figura 14).

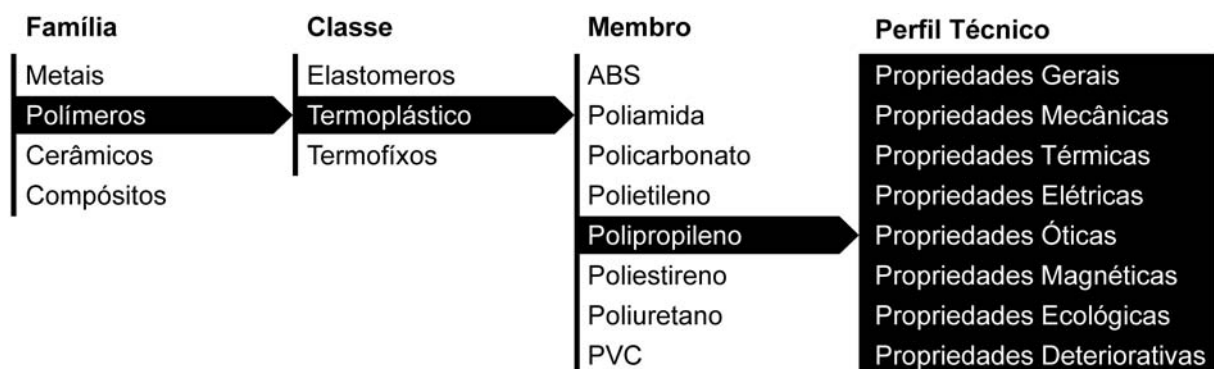


Figura 14: Classificação dos Materiais – Exemplo de Subclasse e Perfil Técnico
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Perfis técnicos de materiais podem ser pesquisados na internet, em livros ou em *softwares*. Um exemplo de perfil técnico obtido com o *software* CES (maiores informações no capítulo 2, item 2.4) está no Anexo A. Ashby e Johnson (2002) demonstram que esses perfis fornecem informações, em sua maioria, de caráter numérico, sendo estas necessárias, por exemplo, para o cálculo de cargas, temperaturas, fluxos de aquecimento e de tempo de vida em operação. A classificação mais útil dos materiais para o Design Técnico é aquela que agrupa materiais que possuem perfis técnicos semelhantes.

Ashby (2005) explica que a melhor maneira de agrupar esses perfis é por meio da representação de dois atributos técnicos em um gráfico ou mapa. O autor afirma que as propriedades dos materiais limitam a sua performance, sendo que, raramente, a performance de um componente irá depender de apenas uma propriedade: o que importa, geralmente, é a combinação de duas (ou muitas combinações) de propriedades. Esses mapas condensam grande quantidade de informação em um formato compacto e acessível e correlacionam propriedades que ajudam a checar e estimar dados. A Figura 15 é um exemplo de mapa: ela esclarece a relação entre o módulo de elasticidade, E , que mede a rigidez, e a densidade, ρ , que mede o peso, revelando a paisagem da relação entre E - ρ .

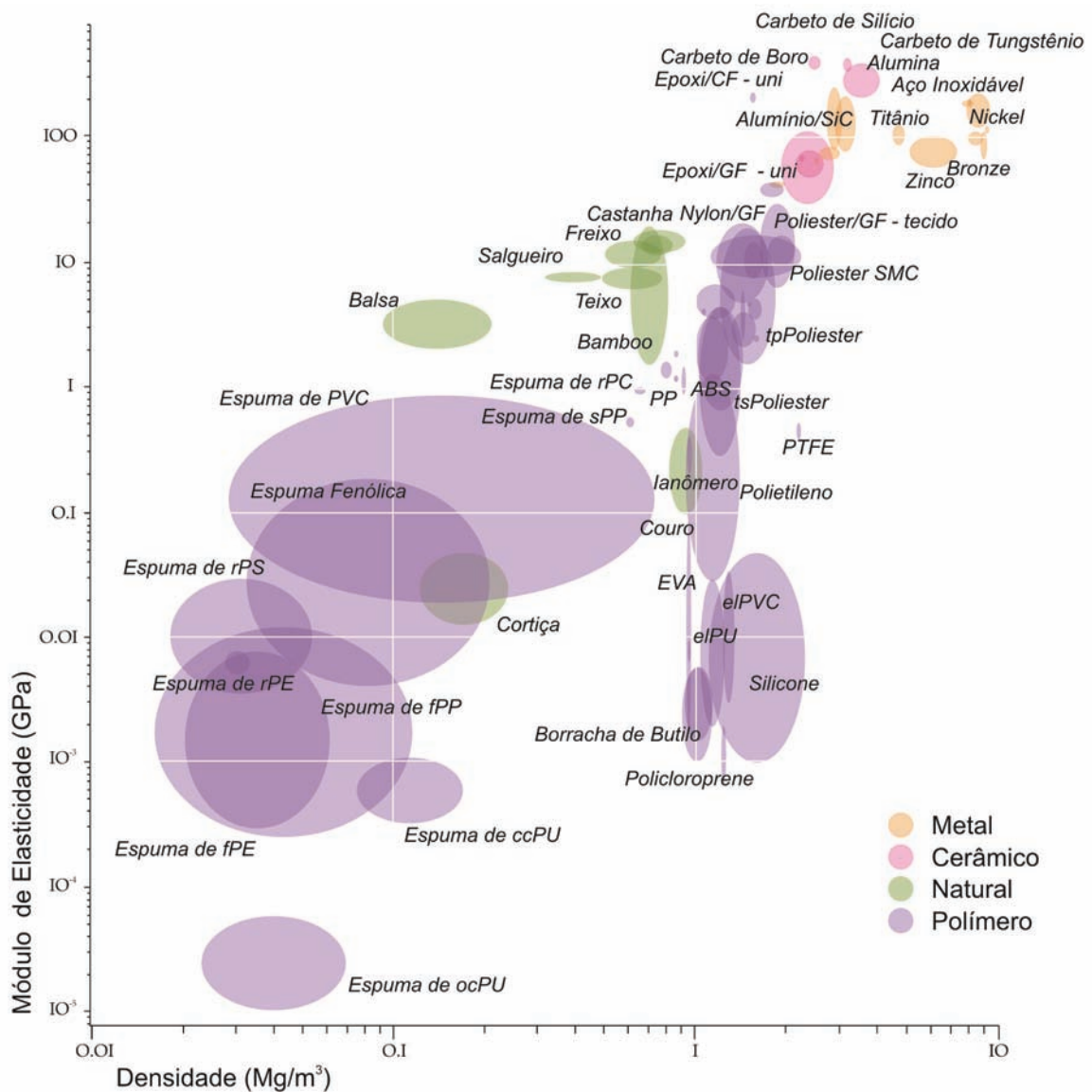


Figura 15: Mapa entre Módulo de Elasticidade e Densidade
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

No mapa da Figura 15, as bolhas apresentam a variação de módulo e de densidade para cada material indicado, estando suas famílias definidas por cores. Os metais agrupam-se em uma parte do gráfico, os polímeros em outra, cerâmicas, madeiras, espumas, elastômeros, por sua vez, em outras, sendo que em algumas situações esses grupos se sobrepõem.

Ashby (2005) expõe ainda que, ao se combinar diferentes propriedades, é possível gerar novos gráficos, nos quais os materiais se agruparão em regiões diferentes. Seguindo essa ideia, também é possível criar mapas que combinem muitas propriedades diferentes em um único gráfico, chamados de mapas multidimensionais escalonados (*multi-dimensional scaling maps*, MDS). A Figura 16 é um exemplo de MDS no qual 15 propriedades diferentes foram cruzadas.

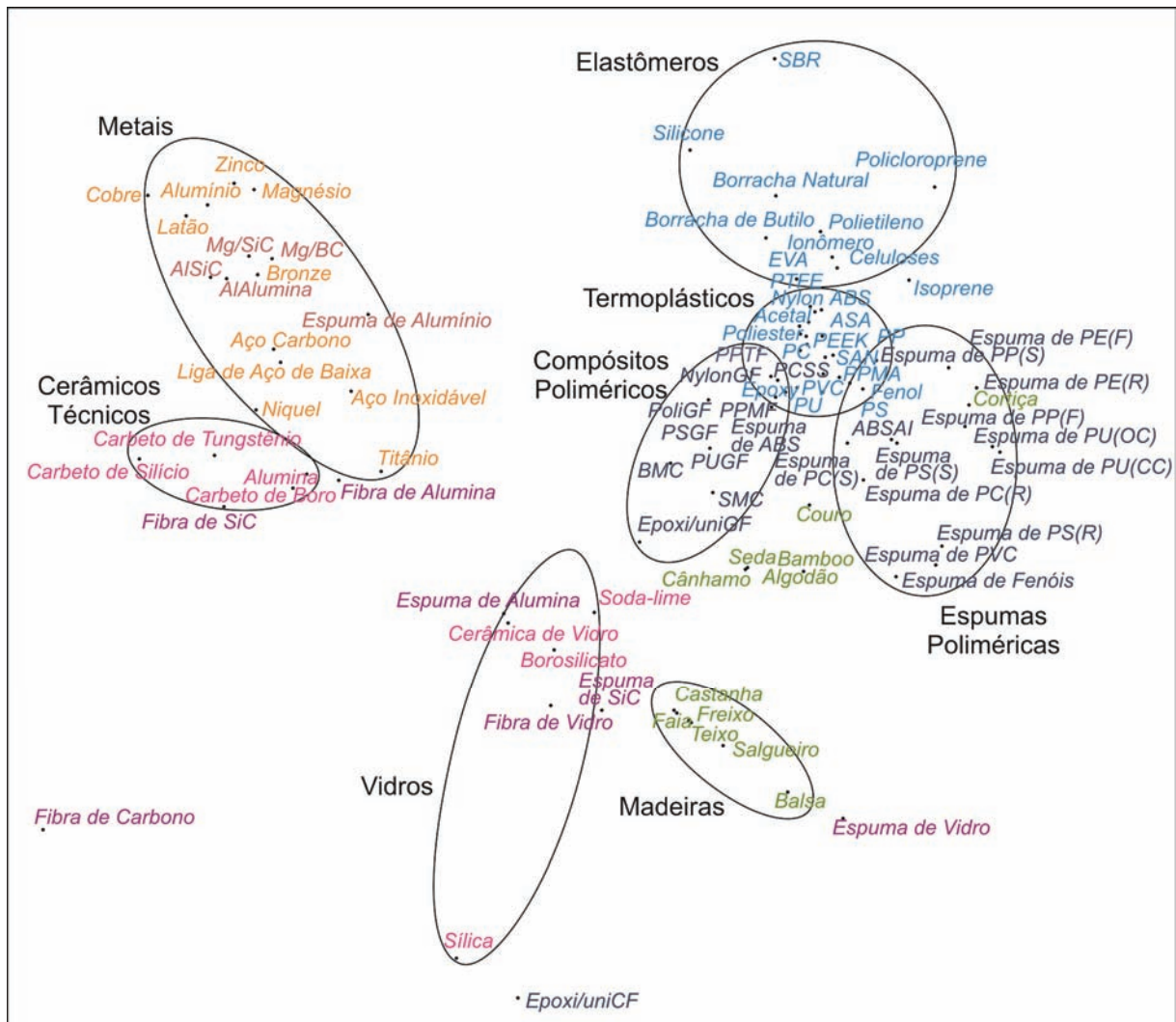


Figura 16: Mapa Multidimensional Escalonado
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Os mapas MDS são gerados com base em cálculos de justaposição e em algumas decisões arbitrárias de aproximação e separação, sendo, por um lado, necessária a observação de seus resultados com cautela. Por outro lado, esses gráficos geram agrupamentos evidentes, possibilitando análises diversas. A Figura 16 demonstra uma paisagem semelhante à classificação da Ciência dos Materiais, o que comprova a utilidade dessa classificação ao Design de Produto, uma vez que facilita a pesquisa por materiais com características análogas.

O entendimento dessas características recai, assim, sobre o Design Técnico, que tem como principal interesse o correto funcionamento do produto – a adequada execução de sua função técnica, sua segurança e seu custo. As características dos materiais para essa forma de Design estão bem desenvolvidas, e a área serve-se atualmente de métodos bem estabelecidos e ferramentas computacionais bastante avançadas.

É importante ressaltar que, entre as propriedades dos materiais, merecem destaque as ecológicas, extremamente relevantes à humanidade no cenário atual. Estas propriedades têm se tornado prioridade em seleções de materiais para os mais diversos tipos de projeto. Preocupações com sustentabilidade visam à adaptação do estilo de vida, de maneira que as necessidades do presente não comprometam as necessidades das futuras gerações. Ashby e Johnson (2002) exemplificam algumas medidas capazes de diminuir o impacto ambiental: o reúso de materiais por meio da reciclagem, a utilização de materiais renováveis, a miniaturização e a substituição de bens por serviços, a racionalização energética por meio da busca sistemas de transporte de baixo consumo, a otimização do gerenciamento térmico de edifícios, o aumento da eficiência nos processos de conversão energética, o aumento da vida útil dos produtos e a diminuição do impacto no ambiente gerado por seu descarte.

Para auxiliar na execução dessas medidas, desde a etapa de projeto, vale estudar o conceito de Ecodesign, definido por Turra, Etchepare e Kindlein Jr. (2002) como uma forma ecológica de desenvolvimento de produtos. Segundo ela, a partir do momento em que se conhecem os problemas ambientais, assim como seus agentes causadores, passa-se redefinir a concepção, seleção de materiais, processos de fabricação, uso, reúso, reciclagem e disposição final dos produtos industriais.

De acordo com Kindlein Jr., Ngassa e Deshayes (2006), a implantação do Ecodesign visa todo o ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas até seu descarte. Tem-se como eixo principal o Design para o Ambiente (*Design for Environment*), que engloba o Design para a Montagem (*Design for Assembly*), o Design para o Serviço (*Design for Service*), Design para a Reciclabilidade (*Design for Recyclability*) e o Design para a Desmontagem (*Design for Disassembly*). Alguns exemplos de estratégias utilizadas são: simplificação do *layout* de fabricação e do processo de montagem; utilização de conjuntos modulares, permutáveis; minimização da quantidade e tipos de fixadores, prendedores ou cabos; minimização do número de níveis de montagem; redução das superfícies de processo; eliminação do uso de ferramentas especiais para a montagem; redução do número de ferramentas e de dispositivos elétricos necessários.

Processo de Fabricação

O ato de construir-se algo a partir de determinado material está ligado à necessidade de desenvolvimento de um processo de fabricação que torne isso possível. A manufatura cria formas, permite que componentes sejam unidos e texturas sejam aplicadas, assim como acabamentos e revestimentos. Os processos devem estar de acordo com os materiais aos quais serão aplicados – os procedimentos utilizados para conformar e unir polímeros diferem daqueles utilizados para metais e cerâmicos. Mesmo dentro de uma mesma família de materiais, a manufatura deve adequar-se ao membro específico.

A melhor maneira de classificar os processos de fabricação é através da análise de sua finalidade, o que gera inevitáveis ambiguidades; graças às quais, muitas classificações são possíveis. Para esta dissertação, é utilizada a classificação proposta por Thompson (2007), pois é a que mais se aproxima dos interesses dos designers. Esse autor propõe quatro classes principais de processos: tecnologias de conformação, tecnologias de corte, tecnologias de união e tecnologias de acabamento. Cada uma pode ser explorada da maneira mostrada na Figura 17, parcialmente expandida para indicar algumas de suas classes e membros.

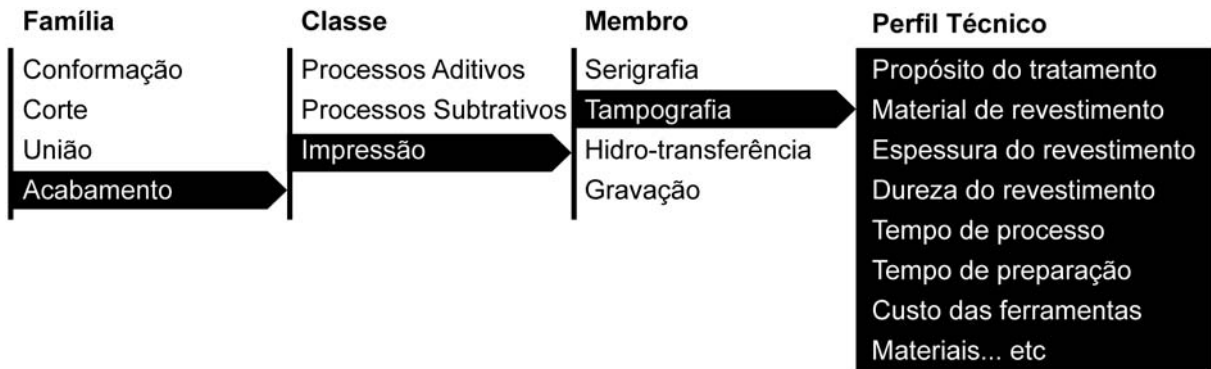


Figura 17: Classificação dos Processos – Exemplo de Subclasse e Perfil Técnico
 Fonte: adaptado Thompson (2007).

Todos os processos são determinados a partir do material, da forma desejada e do custo envolvido. Os processos de conformação são responsáveis por dar forma ao produto, sendo o grupo mais abrangente, pois apresenta grande gama de práticas. Os processos de corte são categorizados como químicos, térmicos e mecânicos; os de união são, por sua vez, ordenados em adesivos, soldagens e fixações. Os processos de acabamento têm sua aplicação definida por meio das mais variadas finalidades: tornar a superfície mais dura e resistente a riscos, proteger contra corrosão ou uso, aprimorar as qualidades táteis e visuais do produto. Os processos de tratamento de superfícies são classificados como processos aditivos, subtrativos e de impressão.

Usos e Funções

Como visto anteriormente, os produtos industriais podem possuir funções práticas, estéticas e simbólicas. As colocações que se seguem têm foco nas funções estéticas; principalmente, nas funções práticas, já que estão conectadas às questões técnicas do projeto de produtos. As questões de cunho simbólico são exploradas no capítulo 2, item 2.4.3.

Em seu trabalho, Norman (2006) questiona a frustração de indivíduos ao tentarem utilizar objetos cotidianos: embalagens plásticas impossíveis de serem abertas, portas que deixam confusos os usuários quanto ao modo de operação, aparelhos eletrônicos que anunciam fazer tudo, mas que tornam impossível desenvolver até a mais simples tarefa. Todos esses têm a pretensão de serem funcionais, mas possuem uma interface tão mal projetada que tornam seu uso

bastante complicado. Produtos bem projetados não apenas funcionam, mas são também convenientes, seguros e de fácil operação e interação. Em outras palavras, esses produtos são amigáveis.

Nessa linha de concepção, Lida (2005) afirma que o desenho da interface de determinado produto deve analisar três aspectos fundamentais: a capacidade de adequação às capacidades do corpo humano (antropometria); a adequação ao poder lógico da mente humana (inteligibilidade); a adequação ao entorno no qual o ser humano vive e trabalha (contexto social). Juntos, esses são conhecidos como fatores humanos e seu estudo é conhecido como Ergonomia, Design de Interface ou Engenharia de Fatores Humanos.

Back (1983) explica cada um desses aspectos da Ergonomia. A antropometria é o estudo das medidas do homem, dos padrões anatômicos, da capacidade de geração de força e potência e da habilidade de manipular controles delicados e sensíveis. É uma ciência de vital importância para o dimensionamento de produtos e suas partes. A inteligibilidade está ligada ao fluxo de informação entre homem e máquina, envolvendo tomadas de informações visuais em painéis, mostradores e avisos luminosos e não-visuais, ou seja, que estimulam os sentidos olfativo, tátil, auditivo ou gustativo. O contexto social diz respeito à sensibilidade do homem ao meio ambiente: às sensações relacionadas à temperatura, à aceleração, à vibração, ao ruído e à iluminação.

Norman (2006) defende a ideia do Design centrado no usuário, capaz de propor produtos compreensíveis e facilmente utilizáveis. Para esse autor (p. 79), são quatro os princípios que contribuem para a facilidade de utilização de um produto: a visibilidade – ao fixar os olhos em determinado produto, o usuário pode definir o estado do artefato e as alternativas de ação; um bom modelo conceitual – consistência na apresentação de operações e resultados, assim como um sistema coerente e consistente de imagens; bons mapeamentos – é possível determinar os relacionamentos entre as ações e os resultados, entre os controles e seus efeitos, entre o estado do sistema e o que é visível; *feedback* – o usuário recebe pleno e contínuo retorno de informações sobre o resultado das ações.

Norman (2006, p. 195) afirma ainda que “a pessoa média ou padrão não existe”. O autor esclarece que a consulta a manuais e tabelas que indiquem as medidas de um ser humano padrão gera uma exclusão de dados de até 10% da população, entre os quais se encontram os idosos, as crianças e os deficientes

físicos. Dessa maneira, o Design Universal, que inclui essas minorias, vem ganhando cada vez mais terreno, tornando-se prioridade em muitos projetos.

Ashby e Johnson (2002) afirmam que os materiais têm muito a contribuir para a adequação do produto ao uso e função. Como exemplos, citam a utilização de ligas leves de metais, compósitos de painéis multicamadas ou polímeros para diminuição da carga de objetos pesados que requeiram esforço físico para sua movimentação ou elevação; o uso de géis e espumas poliméricas para superfícies táteis; a utilização do velcro, adesivos reutilizáveis e elastômeros para acomodar diferenças de volume (Design Universal); materiais piezoelétricos, sensíveis à luz ou ao calor, com a capacidade de informar quando um dispositivo está executando determinada tarefa (gerenciamento de informações); elastômeros e polímeros capazes de absorver vibrações e ondas sonoras (gerenciamento de ruídos); o emprego de nitreto de alumínio ou óxido de berílio, bons condutores de calor, mas isolantes elétricos (gerenciamento térmico); a aplicação de materiais não-reflexivos e com acabamento superficial que impeça a reflexão da luz de maneira indesejada (gerenciamento da iluminação); entre outros.

Conclui-se que muitas são as características técnicas passíveis de incorporação ao produto por meio dos materiais. Elas são importantes para o desempenho das funções práticas do produto, para seu correto funcionamento, sem falhas, de maneira a adequar-se aos aspectos fisiológicos do homem. Tais características são também fundamentais às funções estéticas, que são mais bem exploradas em seguida.

2.4.2 Características Sensoriais ou Estéticas

Como já afirmado anteriormente, as características sensoriais ou estéticas são aquelas relacionadas aos sentidos humanos – visão, audição, tato, olfato e paladar. De acordo com Lindstrom (2007), a maior parte da compreensão do mundo por parte do homem acontece por meio dos sentidos, sendo esses os vínculos com a memória que podem atingir de forma direta as emoções. O autor coloca que:

Um belo dia de primavera tem seu aroma especial. Os fabricantes tentam engarrafar esse sentimento de renovação da vida. Depois, os especialistas em *marketing* usam o vínculo emocional com a primavera para vender seus produtos de limpeza para louças, para banheiros, produtos de higiene pessoal, limpa vidros... qualquer coisa. (p. 24)

Para Dutcosky (2007, p. 25), os objetos têm características inatas que atuam como estímulos sobre os sentidos, produzindo efeitos sobre o observador – as sensações, função direta dessas características. A autora demonstra que o processo de filtração, interpretação e reconstrução das informações sensoriais é chamado de percepção. Dutcosky (2007, p. 25) expõe a distinção entre sensação e percepção, comparando-as com as diferenças entre “olhar e ver” ou “escutar e ouvir”:

A mente armazena as percepções na memória, as quais são continuamente modificadas pelas novas percepções. Estas modificações são, de fato, o que nós chamamos de “impressões”. No processo total de percepção, os sinais, a integração e a interpretação não são facilmente separáveis.

Ballone (2005) explica que “no ato perceptivo se distinguem dois componentes fundamentais: a captação sensorial e a integração significativa, a qual nos permite o conhecimento consciente do objeto captado”. Portanto, afirma o autor, “[...] as percepções serão subjetivas por existirem em nossa consciência, e objetivas pelo conteúdo que estimula a sensação”. Para o autor, nas pessoas ditas normais, as sensações envolvem, predominantemente, elementos neurofisiológicos, enquanto as percepções envolvem, predominantemente, os elementos psicológicos.

Ainda segundo Ballone (2005), cada órgão sensorial tem a capacidade de fazer inúmeras observações distintas, como a intensidade da luz, a rugosidade de uma superfície, a temperatura do ambiente, enfim, qualidades e quantidades percebidas nos objetos. Löbach (2001, p. 163) traz bons exemplos de percepções e sensações relacionadas às características inatas das superfícies dos objetos:

As superfícies dos materiais empregados e suas combinações produzem no usuário do produto importantes associações de idéias, como limpeza, calor, frio, frescor etc. Por meio dos mais diversos materiais e suas características superficiais (brilhante, fosco, polido ou rugoso) e sua forma (côncava, plana ou convexa) pode-se alcançar os efeitos desejados. A superfície polida, reluzente, imaculada de muitos produtos industriais lhes confere um ar de limpeza, perfeição e ordem. Estes são, sem dúvida, critérios valorizados em nossa sociedade.

É importante ressaltar que, de acordo com Dutcosky (2007), existem singularidades na sensibilidade para gostos, formas, luzes, odores, de modo que cada pessoa é apresentada com um quadro global único do mundo. Segundo a autora, essa variabilidade é reforçada pela educação, nível social, estrutura cultural e pela personalidade. Hoffman (2000) prova essas afirmações por meio de diversos

exemplos, e enuncia dezenas de regras das quais o homem se vale no processo construtivo de tudo o que vê, ouve, cheira, prova e sente.

No Design, é o estudo da estética que permite compreender as relações entre as características inatas do produto, as sensações e as percepções geradas no usuário. A esse respeito, Löbach (2001, p. 159) diz que “o conceito central da estética do objeto é o da forma, em que esta aparece como conceito superior para a aparência global de um objeto estético, como também para um produto industrial”. Para o autor, “a forma do produto industrial é a soma dos elementos da configuração e das relações recíprocas que se estabelecem entre esses elementos”. Löbach (2001, p. 161) afirma ainda que:

[...] por meio da ordenação dos elementos configurativos em um produto industrial, tendo em conta os conhecimentos da percepção estética, é possível que tais produtos tornem-se agradáveis aos sentidos humanos durante os processos de uso e percepção, respectivamente.

As questões relacionadas à estética precisam de maior aprofundamento, mas, primeiramente, é interessante compreender as sensações diretas derivadas dos produtos e materiais. Grande parte da população concorda que o metal é “frio”, que o isopor é “quente”, que uma taça de vinho, quando sofre uma pequena pancada, “ressoa” e que determinados tipos de borracha são “macias”. Ashby e Johnson (2002) expõem que estas são as formas mais elementares de distinções estéticas; como tais, de uma maneira aproximada, podem ser mensuradas. Mesmo com limitações óbvias, são apresentadas quantificações desses atributos realizadas por esses autores. Isso abre a possibilidade para um nível distinto de pesquisa por materiais, que se dá por meio de atributos que admitem atingir determinadas características estéticas.

Toque: os Atributos Táteis

O aço é “duro”, assim como o vidro; o diamante é mais duro que qualquer um destes dois. Materiais duros não arranham facilmente, de fato, eles são usados para arranhar outros materiais. Os materiais categorizados como duros geralmente aceitam alta polidez, resistem à distorção e são duráveis. A impressão de que o material é duro relaciona-se diretamente com a propriedade dos materiais “dureza”,

medida por engenheiros de materiais e tabulada em manuais. Esse é um exemplo de atributo sensorial conectado diretamente a um atributo técnico.

Ashby e Johnson (2002) explicam que “macio” parece ser o oposto de “duro”, mas, em termos de engenharia, não é – não existe nenhuma propriedade de engenharia chamada “maciez”. Um material macio se deforma quando manuseado, cede, é maleável; quando livre de forças, retoma sua forma original. Esse é um comportamento elástico (ou viscoelástico), e a propriedade dos materiais que tem maior influência sobre esse atributo é o módulo (E), não a dureza (H). Na verdade, a sua relação é mais direta com a rigidez (S), de maneira que “ $S = EH$ ”. Se o valor resultante dessa equação for baixo, o material será percebido como macio; se alto, será percebido como duro. A relação “macio-duro” é utilizada em um dos eixos da Figura 18. Elastômeros (borrachas) parecem macios, assim como espumas poliméricas. Ambas as classes de materiais têm módulos entre 100 até 10.000 menor que os materiais “duros” sólidos mais comuns, e é isso que os fazem parecer macios.

De acordo com Ashby e Johnson (2002), um material parece “frio” ao toque se ele conduz calor do dedo rapidamente; é “quente” quando não faz isso. O calor é conduzido do dedo para a superfície de maneira que, após um tempo (t), uma extensão (x) do material é aquecida significativamente, de maneira que “ $x = (at)^{1/2}$ ”, em que “a” é a difusividade térmica do material, e é dada por “ $a \approx \lambda/(\rho C_p)$ ”, sendo que “ λ ” é a condutividade térmica, “ C_p ” é o calor específico e “ ρ ” é a densidade. A quantidade de calor que deixa cada unidade de área do dedo no tempo é “ $Q = x\rho C_p = (\rho\lambda C_p)^{1/2} \cdot (t)^{1/2}$ ”. Se Q é baixo, o material é sentido como quente; se for alto, é sentido como frio. Assim, “ $(\rho\lambda C_p)^{1/2}$ ” é a medida de “frieza” ou “quentura” de um material, mostrada em um dos eixos da Figura 18, que tem como objetivo demonstrar as propriedades táteis dos materiais.

As espumas poliméricas e madeiras de baixa densidade são quentes e macias, assim como a balsa e a cortiça. Cerâmicos, pedras e metais são frios e duros, assim como o é o vidro. Os polímeros e os compósitos posicionam-se em uma posição intermediária.

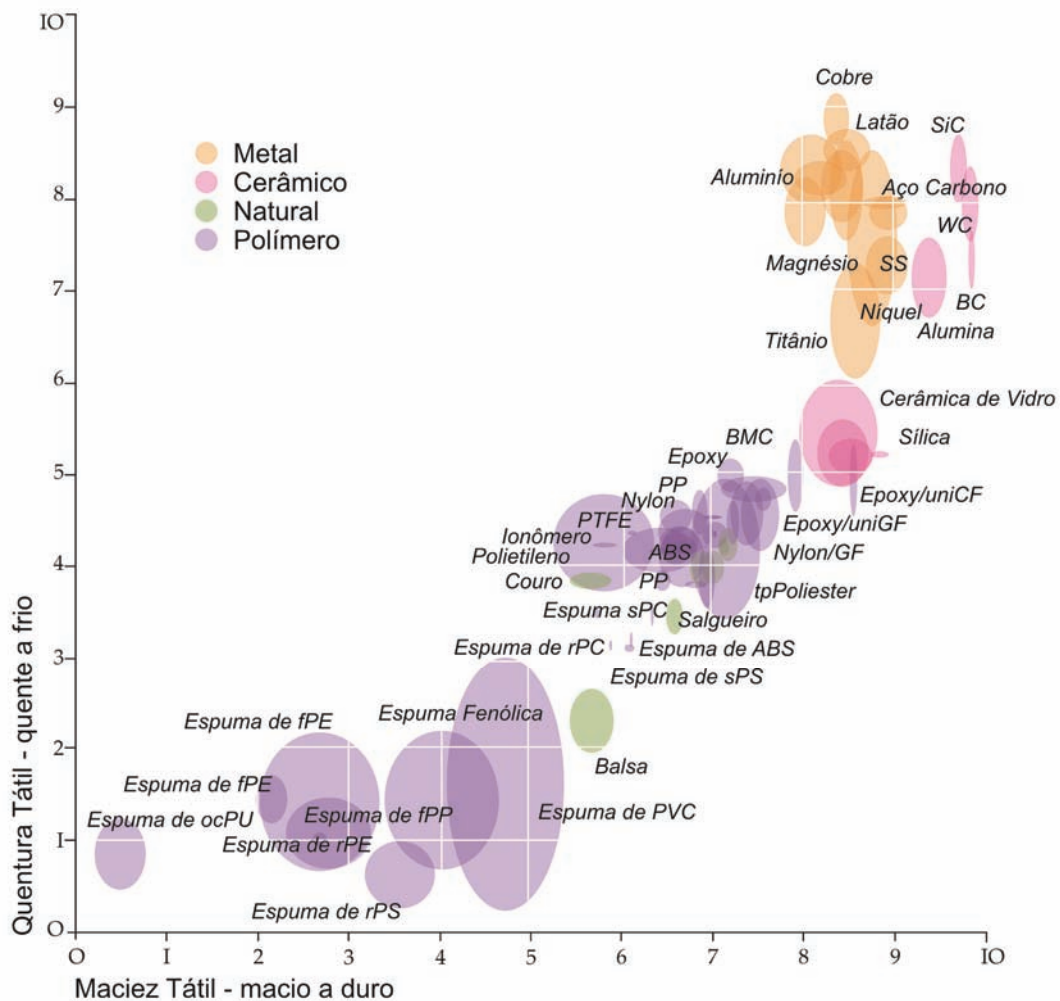


Figura 18: Os Atributos Táteis dos Materiais.
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

É interessante analisar como os atributos táteis são capazes de influenciar as preferências dos consumidores. Segundo Lindstrom (2007), quando a garrafa de Coca-Cola foi apresentada com sua forma, seu tamanho e peso diferenciados, tornou-se um ícone instantâneo. Conforme a empresa foi aderindo a novas tecnologias e adotando como embalagem de seus produtos garrafas plásticas e latas metálicas, as sensações táteis, tão fortemente associadas a suas bebidas, caíram constantemente. O autor afirma que 59% dos consumidores do mundo preferem a Coca-Cola em garrafa de vidro, o que levou a uma perda da vantagem tátil da Coca; conseqüentemente, de sua distinção em relação a seu principal concorrente, a Pepsi.

Ainda, no que se refere aos atributos táteis, é interessante destacar o trabalho de Kunzler (2003), que realizou uma série de testes para averiguar a correspondência das variáveis tecnológicas rugosidade, dureza e condutividade

térmica com a subjetividade da percepção tátil de materiais. Isso possibilitou a compreensão dos descritores associados ao toque em objetos, bem como os limites da percepção humana e algumas das variáveis que podem influenciar essa percepção.

Visão: os Atributos Visíveis

Os metais são opacos; a maioria dos cerâmicos, já que são policristalinos e os cristais espalham a luz, são ou opacos ou translúcidos; os vidros e alguns cristais únicos de cerâmicos são transparentes; os polímeros têm a maior diversidade de transparência, variando da transparência de qualidade óptica até a mais completa opacidade.

Ashby e Johnson (2002) esclarecem que a transparência é, comumente, descrita por um *ranking* de quatro níveis: opaco, translúcido, transparente e ótima qualidade óptica. Essas palavras do dia-a-dia são facilmente compreendidas. A Figura 19 classifica a transparência de polímeros comuns. Para organizar os dados de modo pertinente, a transparência é relacionada com o valor do material. Os polímeros mais baratos que oferecem transparência óptica são o politereftalato de etila (PET), poliestireno (PS) e polimetil metacrilato (PMMA). Epoxis podem ser transparentes, mas não com ótima qualidade óptica. Os nylons são, na melhor das hipóteses, translúcidos. Fenóis, acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e polímeros preenchidos com carbono ou reforçados, são translúcidos ou opacos.

A cor pode ser quantificada por meio da análise de espectro; do ponto de vista do Design, isso não é de grande valia (ASHBY E JOHNSON, 2002). Um método mais eficiente é o da combinação cromática, que usa tabelas tais como as encontradas no sistema Pantone; assim que um tom é identificado, o mesmo pode ser descrito pelo código que cada cor possui. Por fim, existe a refletância, um atributo que depende parcialmente do material e parcialmente do acabamento da superfície. Assim como a transparência, a refletância é comumente descrita por um *ranking*: superfosco, fosco, semibrilhoso, brilhoso e espelhado.

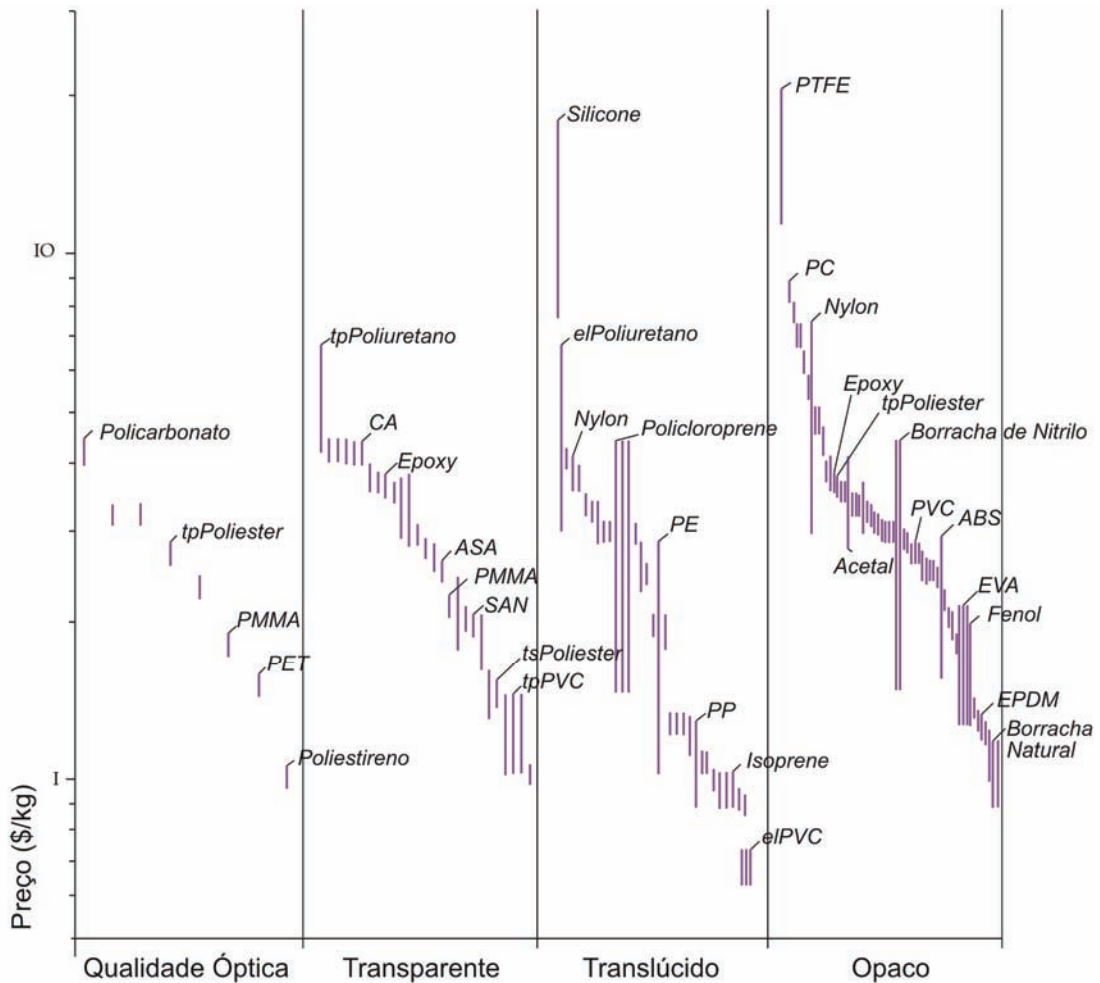


Figura 19: Transmissão da Luz e Preço
 Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Neste ponto, cabe uma análise das possibilidades dos atributos visuais criarem ligações diretas com o consumidor. Segundo Lindstrom (2007), a empresa Pfizer conseguiu assegurar lealdade à marca registrada Viagra além do tempo de validade de sua patente por meio da cor azul e do formato de diamante do comprimido. Essa identidade faz com que homens que tenham passado a confiar em seu “pequeno amigo azul” o reconheçam imediatamente.

Audição: os Atributos Acústicos

A frequência ou tom do som (P) emitido quando se golpeia um objeto relaciona-se com o módulo (E) e a densidade (ρ) dos materiais, de maneira que “ $P = (E/\rho)^{1/2}$ ”. Se o valor de “ P ” for pequeno, o tom será baixo; se for grande, o tom será alto. A frequência não é o único aspecto da resposta acústica – a outra tem relação

com a atenuação do som. Essa característica tem conexão com o coeficiente de perda do material (η), de maneira que “ $L = 1/\eta$ ” (em que “ L ” é a ampliação do som, o contrário da atenuação). Um material que atenua muito o som soa abafado – baixos valores de “ L ”; um material que atenua pouco ressoa – altos valores de “ L ” (ASHBY E JOHNSON, 2002). O tom e a ampliação são utilizados como eixos da Figura 20, que relaciona os atributos acústicos dos materiais.

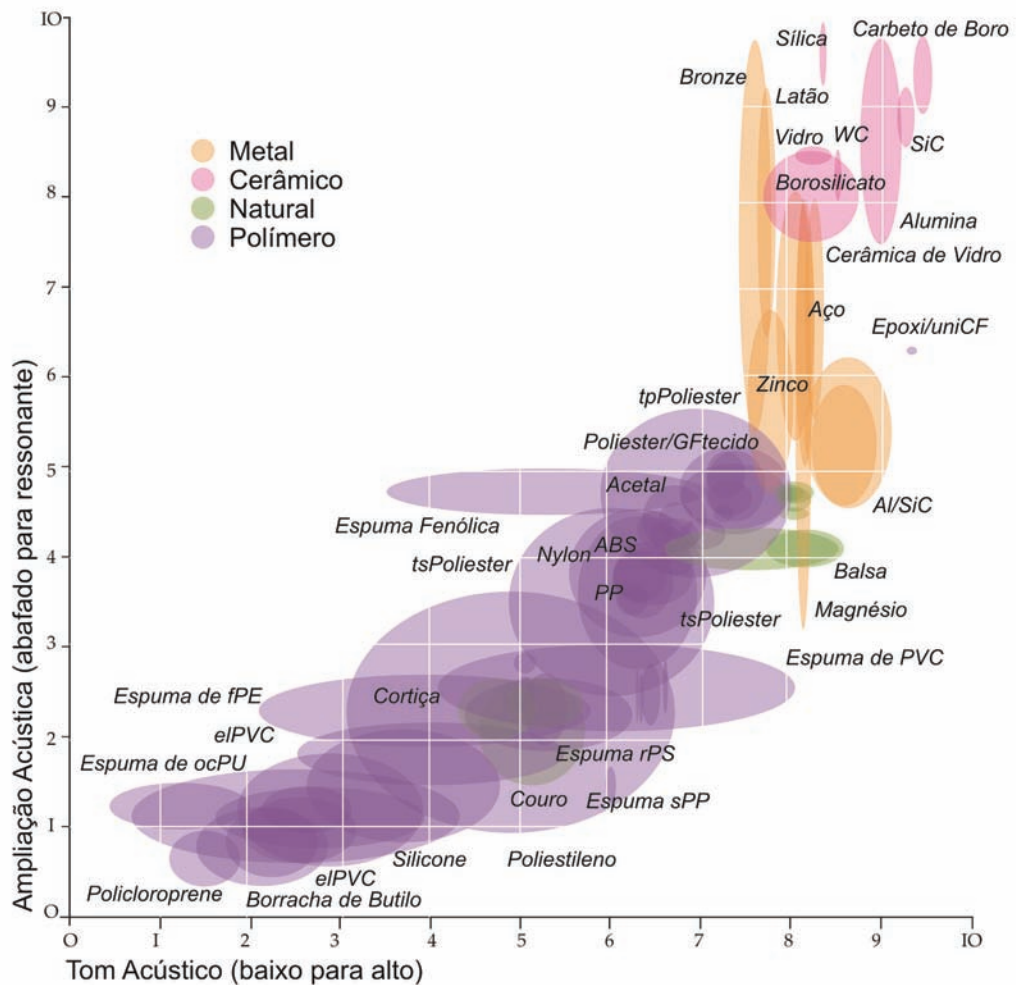


Figura 20: Tom e Ampliação
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Bronze, vidro e aço ressoam quando golpeados, e o som emitido por esses materiais tem – em uma escala relativa – um tom alto. São materiais utilizados, por exemplo, na fabricação de sinos. Borrachas, espumas e outros polímeros, soam abafados e – em comparação aos metais – vibram em frequências baixas. Esses materiais são, comumente, usados como isolantes acústicos. O chumbo também

possui tom baixo e um soar abafado, sendo também utilizado no revestimento de edificações que necessitam de isolamento acústico.

Segundo Lindstrom (2007, p. 85), “[...] sons específicos estão associados a bens específicos [...]”. Isso pode ser comprovado por meio das tentativas frustradas de fabricantes de eletrodomésticos ruidosos, como lavadoras de roupa, liquidificadores e batedeiras, de projetar aparelhos silenciosos. Isso fez com que esses produtos perdessem parte de sua “personalidade” e uma via de comunicação com os seus consumidores. Para Norman (2008, p. 144), “o som pode ser brincalhão, informativo, divertido e emocionalmente inspirador”, “pode encantar e informar”. De acordo com o autor, atualmente, dedica-se muito pouca reflexão a essa faceta do Design; assim sendo, os sons dos objetos do dia-a-dia incomodam muitos consumidores, enquanto dão prazer a alguns poucos.

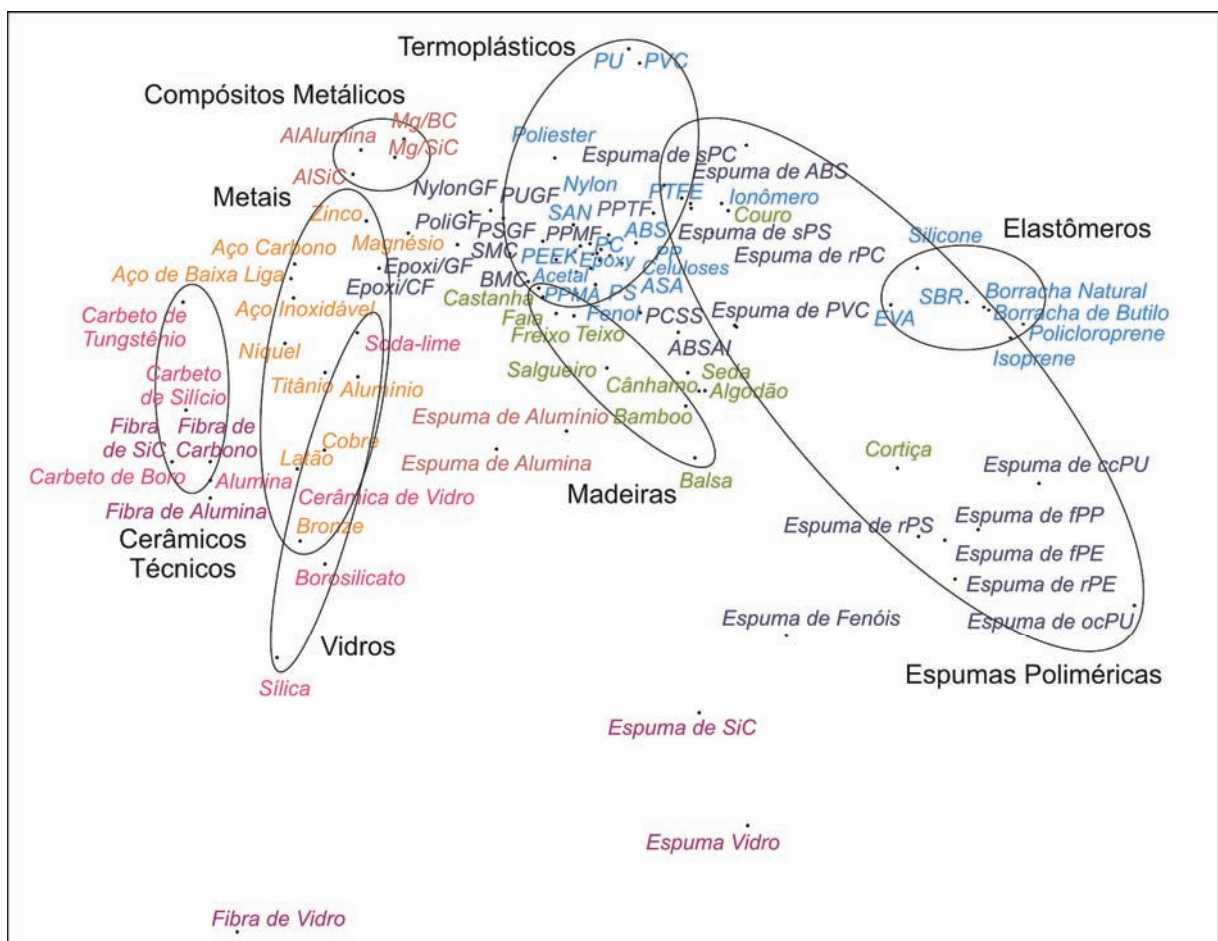


Figura 21: Mapa MDS dos Atributos Estéticos
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

A Figura 21 é um mapa MDS, demonstrativo do resultado da correlação entre todos os aspectos citados anteriormente. Ashby e Johnson (2002) esclarecem que há, assim como no mapa MDS anterior, uma aglomeração pronunciada de uma configuração que é amplamente consistente com a experiência – o couro está próximo ao cloreto de polivinila (PVC), as cerâmicas dos metais, as madeiras dos fenóis. Deve-se ter cuidado ao observar esse mapa devido às razões já discutidas no item 2.4.1, mas ele tem o poder de sugestão.

Olfato e Paladar: os Atributos Olfativos e Gustativos

Lindstrom (2007, p. 104) afirma que o “olfato e paladar são conhecidos como os sentidos químicos por serem capazes de provar o ambiente”, sendo que “eles estão intimamente ligados”. Segundo o autor, “é possível destacar o cheiro sem incluir o sabor”, no entanto “[...] o sabor sem cheiro é praticamente impossível” (p. 105).

Do ponto de vista da Engenharia de Materiais, essas duas questões não são estudadas nem mensuradas por não estarem ligadas a nenhuma medida de performance do material. A Engenharia de Alimentos, por meio da análise sensorial de alimentos (DUTCOSKY, 2007), propõe métodos para mensurá-las, mas a sua transposição para a análise de objetos apresenta limitações óbvias. No capítulo 2, item 2.6, são discutidas algumas técnicas utilizadas por essa área do conhecimento com tal finalidade.

Lindstrom (2007, p. 101) afirma que “nosso sistema olfativo é capaz de identificar uma lista infinita de cheiros que nos cercam diariamente”, como “o aroma de uma rosa, a grama recém cortada, naftalina, vinagre, menta, serragem, argila, lavanda, bolinhos saindo do forno”. Para o autor, o cheiro afeta significativamente o homem, sendo capaz de evocar imagens, sensações, lembranças e associações. Essa constatação é interessante ao Design de Produto. Lindstrom (2007) demonstra que 86% dos consumidores nos Estados Unidos e 69% dos europeus sentem-se atraídos pelo cheiro de carro novo, o que levou empresas como a Ford e a Chrysler usarem aromas específicos para as suas marcas. Essa estratégia rende frutos, já que 27% dos consumidores dos Estados Unidos da América acreditam que os veículos Ford têm um cheiro diferente, embora somente 22% digam o mesmo sobre a Toyota (LINDSTROM, 2007).

Lindstrom (2007) cita outro exemplo interessante. Participantes de um teste responderam a um questionário sobre dois pares de tênis Nike idênticos colocados em duas salas idênticas, mas separadas. Uma das salas foi perfumada com uma essência floral e a outra não. A maioria esmagadora de 84% preferiu o tênis exposto na sala borrifada com a fragrância, tendo calculado que o valor do par de tênis “perfumado” era US\$ 10,33 maior.

Segundo Lindstrom (2007, p. 105), exceto no ramo de bebidas e alimentos, “o uso do sabor para apoiar produtos é, por sua própria natureza, extremamente limitado”; apesar disso, as empresas que conseguem implementá-lo acabam construindo uma plataforma sólida para suas marcas. O autor cita, como exemplo, a empresa Colgate, que patenteou o sabor peculiar de seu creme dental. Lindstrom (2007) afirma ainda que a empresa poderia ampliar o seu impacto se estendesse o seu sabor exclusivo a outros produtos, como fios dentais e escovas de dente.

A Combinação de Atributos

Lindstrom (2007, p. 81) coloca que a exploração individual dos sentidos oferece apenas uma faceta da realidade, já que cada sentido está inerentemente interconectado com os outros – “saboreamos com o nariz, vemos com os dedos e ouvimos com os olhos”. Para o autor, “quanto mais pontos sensoriais forem estimulados ao construir marcas, maior será o número de memórias sensoriais ativadas” (p. 80), o que leva a maior adesão do consumidor ao produto (Figura 22).

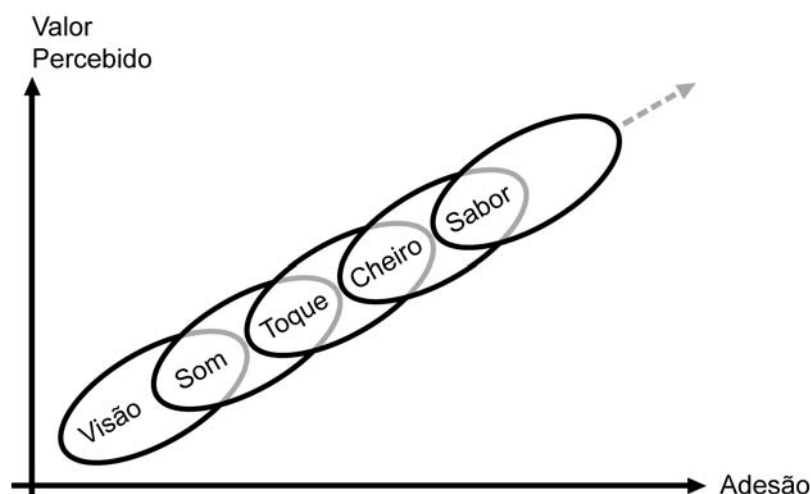


Figura 22: Efeito das Memórias Sensoriais
Fonte: adaptado de Lindstrom (2007).

O estudo de caso da empresa de aviação *Singapore Airlines*, ao qual se refere Lindstrom (2007, p. 122) é interessante por esclarecer de que maneira o estímulo de diferentes sentidos pode aumentar a adesão e o valor percebido pelos consumidores:

A Singapore Airlines enfatiza sua herança asiática usando uma bela mulher da região como seu símbolo exótico. Essa imagem visualmente desejável é depois reforçada pela música asiática, ouvida em todos os comerciais da Singapore Airlines e tocada nos espaços da companhia. A otimização sensorial atinge seu ápice quando a mesma música é ouvida na cabine do avião, antes da decolagem. Com o exótico aroma especialmente criado por eles, com a maquiagem, uniformes e aparência das comissárias leva a uma sinergia completa entre os sentidos. Cada canal foi otimizado e depois todos interligados levando a um resultado final em que 2+2 é superior a 4! Cada canal faz sentido, cada canal reflete os valores fundamentais da marca, e quando combinados, os resultados tornam-se positivamente poderosos.

Outra contribuição interessante de Lindstrom (2007, p. 135) refere-se à busca de combinações inesperadas, porém lógicas, de estímulos, com o intuito de captar a atenção de potenciais consumidores:

[...] se mostrarmos a imagem de um morango, depois acrescentarmos cheiro de morango, o efeito será bom, mas não assombroso. Ele chamará a atenção, mas não será obrigatoriamente lembrado, pois é algo esperado. O que torna algo verdadeiramente memorável é a combinação dos sentidos de maneiras incomuns – como mostrar a foto de um carro e acrescentar o cheiro de assentos de couro. Ou mostrar uma ilustração de bolas de tênis e acrescentar o cheiro de grama recém cortada.

As colocações feitas até aqui sugerem grandes oportunidades para o Design do sistema-produto: o projeto, desde a marca, passando pelo produto, por sua propaganda até chegar a seu ponto de venda. Uma das possibilidades é o acréscimo de odores ao produto, mesmo que não característicos de seus materiais. Dessa forma, é possível instigar outro sentido capaz de chamar a atenção do consumidor e gerar vínculos com o objeto e a marca. Outra possibilidade é a adequação do ambiente no qual ocorre a interação do potencial consumidor com o produto, ou seja, em lojas e locais de exposição. Pode-se exalar um odor característico da marca no ambiente ou explorar até mesmo o paladar por meio de alimentos promocionais.

Outros Atributos da Estética

Norman (2008, p. 88) afirma que “os seres humanos selecionam por tamanho, cor e aparência [...]” o que os leva a adorar “[...] curvas sensuais, superfícies lisas e objetos sólidos e robustos” (p. 89). Como ilustrado anteriormente, o entendimento dessas preferências encontra relação direta com a estética dos objetos e suas possíveis configurações. Para Löbach (2001, p. 159), “a configuração de um produto industrial é influenciada pelo tipo de estrutura configurativa, que provoca um efeito emocional no usuário do produto”. Segundo o autor, esse efeito causa uma reação, que pode ser exteriorizada na forma de aceitação, rejeição ou neutralidade perante o produto, sendo uma das principais dificuldades do designer o entendimento da forma com que sua atuação sobre o produto consegue provocar os efeitos desejados nos diversos usuários.

O entendimento das possibilidades configurativas de um produto mostra-se uma atividade complexa em consequência de suas diversificadas nuances. Uma delas diz respeito às cores. Conforme Farina (2006), por meio do uso adequado das cores, é possível atingir a psique do usuário de maneira a despertar determinadas respostas. As cores fortes, por exemplo, fazem com que os produtos se destaquem no ambiente onde estão inseridos, fator que pode ser utilizado para a promoção da venda, para acentuação de um detalhe dentro de um ambiente monótono ou para sinalização de zonas ou atividades perigosas. As cores passivas e neutras, por sua vez, têm a tendência de fazer com que os produtos passem despercebidos dentro do ambiente.

Outra questão envolvida com a configuração estética do produto diz respeito à variação entre a ordem e a complexidade. Segundo Löbach (2001), os objetos que apresentam uma ordem elevada ofertam estímulos com baixo conteúdo de informação. “Em consequência, esse tipo de configuração é rapidamente captada, mas tem uma escassa capacidade de manter a atenção do observador, que se aborrece com a monotonia e pode se desviar para outras coisas” (p. 166). Conforme o autor, a ordem dá uma sensação de segurança, ao contrário de um ambiente altamente complexo que gera insegurança devido à multiplicidade de informações. Löbach (2001) afirma ainda que os seres humanos têm, por um lado, uma tendência natural à escolha de objetos configurados com alto grau de ordem. Por outro lado, objetos complexos desafiam a curiosidade e acabam promovendo a manutenção do

interesse: “em algum ponto da escala entre os dois extremos, ordem e complexidade, estão situadas as preferências de cada pessoa” (p. 166).

Existem diversas questões singulares, relacionadas à estética dos produtos, como a similaridade, a simetria, a proximidade, a continuidade, a relação figura-fundo, entre outras (BAXTER, 1998). Essas questões não são aqui levantadas por fugirem do escopo desta pesquisa; é interessante, no entanto, analisar o significado dos “valores” estéticos. Csikszentmihalyi (1995, p. 125) afirma que, em cada cultura, o gosto público desenvolvido como qualidades visuais é, frequentemente, ligado aos valores de sua população. O gosto visual de uma época é um subsistema de seu cenário, relacionado às normas e aos valores que regulamentam o convívio social.

Assim sendo, segundo o autor, os valores visuais podem ser unânimes ou contestados, elitizados ou populares, fortes ou vulneráveis, tal como outros valores, dependendo da integração da cultura. Conclui-se, então, que os valores visuais são criados por consensos sociais, e não por estímulos perceptivos. Essa constatação ganha força com a colocação de Löbach (2001, p. 181):

[...] os valores estéticos são dinâmicos, ou seja, variáveis e mutáveis com o tempo. O produto industrial hoje considerado belo pelo usuário (esteticamente valioso) talvez não o seja amanhã, por terem sido estabelecidos novos valores estéticos por um produto novo, que servirá de referência. Os padrões sofrem variações no tempo e nos diversos âmbitos do entorno social, modificando também os valores estéticos.

Csikszentmihalyi (1995, p. 125) afirma: “a relatividade dos valores estéticos não significa a incapacidade de existência do ‘bom’ design”. Para o autor, o bom design “[...] é um enunciado visual que maximiza os objetivos de vida das pessoas de uma cultura (ou, mais realisticamente, os objetivos de certo subgrupo de pessoas em uma cultura) que descreve em uma expressão simbólica comum o ordenamento de tais objetivos”. Caso o sistema de símbolos seja relativamente universal, então o design será julgado bom através dos tempos e culturas.

Assim, deduz-se que as características sensoriais ou estéticas possuem um componente tangível ou objetivo ligado às características intrínsecas do material e do produto, podendo estas, com certas limitações, serem mensuradas. Essas características geram sensações e percepções no usuário, o que agrega um primeiro nível de subjetividade na avaliação dos produtos e materiais. Quanto mais nos aproximamos das emoções, maior o grau de subjetividade envolvido.

2.4.3 Características Intangíveis ou Subjetivas

No início deste capítulo, foram definidas as características intangíveis ou subjetivas como sendo a atribuição, por parte do usuário, de percepções, associações e emoções aos materiais e produtos. Nos próximos parágrafos, é analisado o conceito de emoção, assim como os modelos de elucidação de emoções propostos por diferentes autores, com o objetivo de levantar as variáveis envolvidas nesse processo. Por fim, é estabelecida a relação entre essas variáveis e os materiais.

Emoção

Segundo Norman (2008), até recentemente, a emoção era uma área negligenciada nos estudos da psique humana. Alguns estudiosos e filósofos acreditavam que a emoção nada mais era do que uma espécie de atividade residual de nossas origens animais, tratando-se de uma falha humana a ser superada pelo pensamento racional lógico. Grande parte das pesquisas desenvolvidas em torno do assunto concentravam-se nos distúrbios causados por elas e em seus aspectos negativos, como o medo, a ansiedade e a raiva. Estudos mais recentes, porém, revertem essa visão, e os animais classificados como mais avançados em termos evolucionários são os que apresentam maior gama de emoções. Os seres humanos, por exemplo, são os animais mais emocionais; conseqüentemente, mais evoluídos.

Norman (2008) afirma ainda que as emoções desempenham papel fundamental em nossa vida cotidiana, avaliando situações, e, dessa forma, atuando como auxiliar dos processos de tomada de decisão. As emoções de aspecto positivo são fundamentais ao aprendizado, à curiosidade, e, hoje em dia, as pesquisas estão se voltando para essa realidade.

Os estudos dos sentimentos e seus mecanismos de atuação são vastos e englobam diferentes áreas do conhecimento humano. Desmet (2002) e Scolari (2008) analisam diversas teorias relacionadas ao assunto, não cabendo a esta dissertação análise semelhante. Assim sendo, parte-se de duas constatações desses autores:

- Verifica-se “[...] a ausência de evidências que suportem a distinção entre as emoções evocadas por produtos e aquelas evocadas nas relações com indivíduos. Isto é, as emoções em produtos não são tipos especiais de emoção” (SCOLARI, 2008, p. 34). Nesse sentido, os estudos realizados pela neurociência e pela psicologia mostram-se válidos, aplicáveis ao Design de produtos;
- De acordo com Desmet (2002), a teoria cognitiva sobre a emoção é a de aplicação mais promissora na análise da relação usuário-produto. Suas principais vantagens: o tratamento das emoções como instrumentais, ou seja, calca-se na noção de possíveis benefícios ou prejuízos; e seu foco no significado apreciado/avaliado, o que permite identificar porque diferentes usuários apresentam emoções divergentes em relação ao mesmo produto.

A partir dessas considerações, mostrou-se relevante a esta pesquisa buscar um enunciado capaz de abranger todos os aspectos da emoção pertinentes à relação usuário-produto e seus processos cognitivos. A definição de Lindstrom (2007, p. 160) para a emoção apresentou-se como a mais adequada:

A emoção é um conjunto complexo de interações entre fatores subjetivos e objetivos, mediados por sistemas neurais/hormonais, que podem: (a) dar origem a experiências afetivas tais como sentimentos e excitação, prazer/desprazer; (b) geram processos cognitivos tais como efeitos perceptivos emocionalmente relevantes, avaliações, processos de rotulação; (c) ativam ajustes fisiológicos diante de condições de excitação; e (d) levam a um comportamento que é, geralmente, mas não sempre, expressivo, direcionado para um objetivo e adaptável.

Os fatores “subjetivos e objetivos” mencionados nessa definição são consequentes, principalmente, das questões estéticas dos produtos, que consideram as sensações e as percepções, aspectos amplamente discutidos na sessão anterior. Por hora, é relevante compreender outros aspectos dessa definição, que ficam aparentes no processo de elucidação das emoções. A seguir, são apresentados alguns modelos de esclarecimento das emoções propostos por autores diversos, no intuito de identificar e perceber estas variáveis.

Modelo de elucidação das emoções de Norman (2008)

Na descrição das emoções, relacionado-as à organização das informações pelo cérebro, Norman (2008, p. 41) elenca três níveis ou camadas de processamento: “a camada automática, pré-programada, chamada de nível visceral; a parte que contém os processos cerebrais que controlam o comportamento cotidiano, conhecida como nível comportamental; e a parte contemplativa do cérebro, ou nível reflexivo”. Os três níveis refletem a evolução biológica do cérebro nos organismos, dos mais rudimentares aos mais complexos (Figura 23).

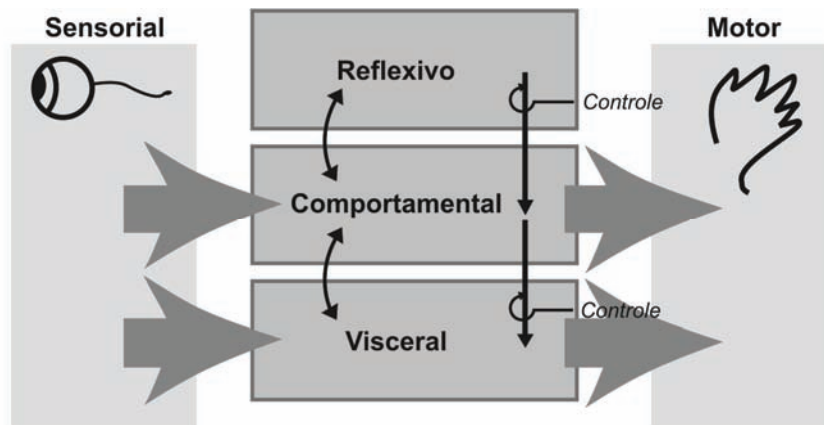


Figura 23: Os Três Níveis de Processamento do Cérebro
Fonte: adaptado de Norman (2008).

Segundo o autor, tais níveis podem ser mapeados em analogia às características do produto. O Quadro 5 mostra essa correlação de maneira sintética.

Design visceral	→	Aparência
Design comportamental	→	Prazer e efetividade do uso
Design reflexivo	→	Autoimagem, satisfação pessoal, lembranças

Quadro 5: Os Níveis de Processamento e as Características do Produto
Fonte: adaptado de Norman (2008).

Norman (2008) afirma que o nível visceral é aquele em que se inicia o processo emocional. Tal nível é responsável pelo julgamento rápido do que é seguro ou arriscado, bom ou ruim. Ele manda os sinais apropriados para o sistema motor e

alerta outras centros do cérebro, e pode ser realçado ou inibido por sinais de controle de camadas mais desenvolvidas do processamento.

Por relacionar-se aos reflexos automatizados e irracionais do ser humano, o design visceral é de fácil análise, uma vez que tais reações apresentam-se ao colocar-se o usuário em contato direto com o objeto a ser estudado, observando-se as reações geradas pelo estímulo. Tal método é, tradicionalmente, aplicado a pesquisas de marketing e tem relação clara com as características sensoriais ou estéticas dos produtos.

“Um design visceral efetivo exige talento e habilidade do artista visual e gráfico e do engenheiro de produção” em modelar e dar forma à matéria (NORMAN, 2008, p. 91). Projetar com vistas a estimular essa camada demanda atenção particular às sensações físicas geradas pelo material, como sua textura, seu peso, sua cor e seu acabamento. Ele está conectado ao impacto imediato do objeto, exigindo boa sensação e boa aparência para ser efetivo.

De acordo com Norman (2008), o nível comportamental compreende os processos de domínio de grande parte da conduta humana, envolvendo análises e respostas mais sofisticadas do que aquelas encontradas na camada visceral. Esse não é um nível de atividade consciente e permite a realização de atividades como, por exemplo, guiar um automóvel enquanto raciocina-se a respeito de assuntos não relacionados diretamente à tarefa.

O design comportamental estabelece relação direta com o uso, sendo que a aparência e o raciocínio lógico do produto não são relevantes, apenas seu desempenho. De fato, os princípios do bom design comportamental são quatro: função, compreensão, usabilidade e sensação física. É nesse aspecto do Design que atuam os profissionais de usabilidade.

Segundo Norman (2008), o nível reflexivo é o mais evoluído e refere-se à parte contemplativa do cérebro. Nessa camada, encontram-se o pensamento consciente, a reflexão, o aprendizado de novos conceitos e generalizações sobre o mundo. Esse nível não tem acesso direto às informações dos sentidos, sendo sua principal tarefa vigiar, refletir e influenciar o nível comportamental. “Somente o nível reflexivo é consciente: a maior parte de nossas motivações, crenças e sentimentos operam nos níveis visceral e comportamental, abaixo do nível da consciência” (NORMAN, 2008, p. 163).

O design reflexivo cobre um território muito vasto. Tudo nele diz respeito à mensagem, tudo diz respeito à cultura, tudo diz respeito ao significado de um produto ou seu uso. Por um lado, diz respeito ao significado das coisas, às lembranças pessoais que alguma coisa evoca. Por outro, diz respeito à auto-imagem e às mensagens que um produto envia às outras pessoas. Sempre que você repara que a cor das meias de alguém combina com o resto das suas roupas, ou se essas roupas são adequadas para a ocasião, você está atento à auto-imagem reflexiva. (NORMAN, 2008, p. 107)

A atração é um fenômeno visceral, e suas reações estão ligadas às características superficiais de determinado produto. O belo, por sua vez, encontra-se no nível da consciência e da experiência, e exerce seu julgamento além do nível superficial, influenciado pelo conhecimento e pela erudição. Produtos que não são atraentes superficialmente podem causar prazer. “Música dissonante, por exemplo, pode ser bonita. Arte feia pode ser bonita” (NORMAN, 2008, p. 111).

Um objeto apresenta a necessidade mercadológica de atrair, divertir e causar prazer, mas tais características tornam-se inúteis se o mesmo não cumprir com sua função, não for compreendido ou tenha um valor estipulado discordante de seus atributos. Para tanto, um balanço dos três níveis de design deve ser perseguido durante o projeto para que seja criada uma boa personalidade para o produto. “Uma forma simplificada de pensar em personalidade de produto é que ela reflete as muitas decisões a respeito de como é a aparência e o comportamento de um produto, e como ele é posicionado em todo seu marketing e propaganda” (NORMAN, 2008, p. 78).

Assim, a personalidade deve combinar com o segmento de mercado. Ainda conforme o autor, uma determinada marca nada mais é do que a representação de uma empresa, de sua missão e de seus produtos, e, por isso, carrega uma grande dose de emoção até o cliente, que reage de maneira convergente com suas características pessoais. Marcas são, para os usuários, ferramentas de julgamento. “As marcas são significantes das nossas respostas emocionais, que é o motivo pelo qual elas são tão importantes no mundo comercial” (NORMAN, 2008, p. 81).

Segundo Norman (2008), devido à grande gama de diferenças individuais, culturais e físicas entre as pessoas, é impossível que um único produto satisfaça a todos. Alguns aspectos do ser são universais, tais como o desejo de ser bem-visto, mesmo se o comportamento elogiado diferir nas diversas culturas. “Quer você admita ou não, aprove ou desaprove, os produtos que você compra e seu estilo de vida ao mesmo tempo refletem e determinam sua auto-imagem, bem como as

imagens que os outros têm de você” (NORMAN, 2008, p. 75). Além das variáveis já mencionadas, Norman (2008) destaca diversas questões que podem influenciar na interação usuário-produto. São exemplos o contexto geral no qual ocorre a interação, a faixa etária do usuário, as exigências da sociedade, a moda e suas tendências, entre outros.

É importante aqui destacar a diferenciação que o autor faz entre emoções decorrentes das reações iniciais (ligadas aos aspectos viscerais) e as verdadeiras emoções. Para Norman (2008, p. 66):

Os sentimentos emocionais verdadeiros e duradouros levam muito tempo para serem cultivados: eles decorrem de interação prolongada. O que as pessoas amam e cuidam, o que desprezam e detestam? Aparência da superfície e utilidade comportamental desempenham papéis relativamente pequenos. O que realmente importa é a história da interação, as associações que as pessoas têm com os objetos e as lembranças que eles evocam.

Ao incorporar tal pensamento ao Design, segundo o autor, é importante pensar no desgaste dos objetos, de forma a torná-lo um processo pessoal e prazeroso a seus proprietários. Dessa maneira, agrega-se forte carga sentimental à experiência de fruição do produto, enriquecendo emocionalmente a experiência. É importante notar que tal experiência distancia-se dramaticamente da customização em massa de produtos, que não apresenta qualquer impacto emocional ou pessoal ao processo, mas apenas permite que o usuário faça escolhas dentro de um grupo restrito de opções. Norman (2008, p. 256) afirma ainda que:

Os designers profissionais podem fazer objetos que sejam atraentes e funcionem bem. Podem criar produtos bonitos pelos quais nos apaixonamos à primeira vista. Eles podem criar produtos que satisfaçam nossas necessidades, sejam fáceis de compreender e de usar, e que funcionem exatamente da maneira como queremos que funcionem. Que sejam um prazer de olhar e um prazer de usar. Mas eles não podem tornar alguma coisa pessoal. Fazer alguma coisa com que criemos vínculos. Ninguém pode fazer isso por nós: temos de fazê-lo nós mesmos.

O modelo de Norman (2008) tem como ponto alto o esclarecimento, por meio dos três níveis, de diversas questões relacionadas às operações internas do usuário provenientes do processo de elucidação das emoções. O autor elenca também diversas variáveis relacionadas a esse processo, mas não o faz de maneira a sintetizar essas informações de forma gráfica, sendo essa sua principal falha.

Modelo de elucidação das emoções de Desmet e Hekkert (2007)

Desmet e Hekkert (2007) utilizam como base para criação de seu modelo o conceito de “núcleo de emoção” (*core affect*) introduzido por Russel (1980, *apud* DESMET e HEKKERT, 2007) que combina a dimensão emocional com a excitação fisiológica em um modelo circular bidimensional (Figura 24). Segundo os autores, a experiência do núcleo de emoção é uma combinação de duas dimensões: o eixo horizontal, representante da valência (de agradável ao desagradável) e o eixo vertical, da excitação (de calmo ao excitamento).



Figura 24: Núcleo de Emoção
Fonte: adaptado de Russel (1980, *apud* DESMET e HEKKERT, 2007).

Conforme Desmet e Hekkert (2007), os usuários deslocam-se constantemente dentro de tal núcleo, respondendo a uma ampla gama de variáveis internas (mudanças hormonais, deficiências nutritivas) e externas (eventos, pessoas, objetos, tempo). O núcleo de emoção pode ser neutro (o ponto central), moderado, ou extremo (a região mais periférica). Mudanças podem ser vivenciadas ou rapidamente ou durante grandes intervalos de tempo. As modificações podem também demandar grande atenção (no caso de um núcleo de emoção intenso) ou serem parte das experiências cotidianas do indivíduo (no caso de um núcleo de emoção brando). Segundo os autores, o núcleo de emoção oferece uma forma simples, mas poderosa, de organizar a experiência relacionada aos produtos: a

irritação em resposta a uma falha de computador, a agradável experiência de entrar em um banho morno, a tristeza ao recordar-se de um vaso de cristal quebrado. Desmet e Hekkert (2007, p. 58) afirmam ainda que:

A experiência ganha forma através das características do usuário (personalidade, habilidade, passado, valores culturais e motivações) e as do produto (forma, textura, cor e funcionamento). Todas as ações e processos que estão envolvidos, como as ações físicas e os processos de percepção e cognitivo (avaliando, explorando, usando, lembrando, comparando e entendendo) irão contribuir para a experiência. A experiência sempre é influenciada pelo contexto (físico, social, econômico) no qual a interação ocorre.

Os autores colocam três tipos de interação possíveis através da experiência com produtos:

- Interação instrumental – são exemplos o uso, a operação e o manejo de produtos. Uma pessoa pode, por exemplo, experimentar interação quando sua televisão não responde ao controle remoto.
- Não-instrumental – tem como referência as interações que não servem diretamente a uma função na operação do produto. Alguém pode, por exemplo, encantar-se pelo toque suave de um assento, ou inspirar-se pelo brilho cintilante de um automóvel.
- Interação não-física – é relativa às fantasias, recordações, ou antecipações, durante o uso. Alguém pode antecipar ou fantasiar determinada interação; por exemplo, a consequência de usar um novo terno moderno pode ser receber elogios dos colegas.

Para Desmet e Hekkert (2007, p. 59) a “experiência de produtos é um fenômeno multifacetado que envolve manifestações tais como sentimentos subjetivos, reações comportamentais, reações expressivas e reações fisiológicas”. Segundo os autores, os sentimentos subjetivos da experimentação são um alerta consciente de mudanças no núcleo da emoção. Manifestações fisiológicas, tais como dilatação das pupilas e produção de suor, são geradas por modificações na atividade no sistema nervoso autônomo que acompanham experiências afetivas. Reações expressivas, por exemplo, são as expressões faciais, vocais e posturais que acompanham experimentações afetivas. Pode-se dizer pela expressão facial e corporal de um indivíduo se o mesmo encontra-se triste, mal humorado ou animado. Reações comportamentais, como fugir ou aproximar-se, são as ações nas quais um

ser humano engaja-se ao vivenciar uma mudança do núcleo de emoção. Os autores afirmam que experiências afetivas dão início a tendências comportamentais como aproximação, inação, evasão e ataque. O medo, por exemplo, surge juntamente com a tendência à fuga; a raiva, por sua vez, surge em conjunto à tendência ao ataque; já a fascinação aparece atrelada às tendências exploratórias. Um produto que provoque raiva será afastado naturalmente, assim como um objeto fascinante será explorado, e um produto que evoque tédio será ignorado.

Desmet e Hekkert (2007) distinguem três componentes ou níveis de experiência relativos aos produtos: prazer estético, atribuição de sentido e resposta emocional (Figura 25). Assim sendo, os autores definem a experiência de produtos como o conjunto de aspectos elucidados pela interação entre o usuário e o produto, incluindo o nível de gratificação sensorial (experiência estética), dos significados que anexamos ao produto (experiência de significado) e dos sentimentos e emoções esclarecidos (experiência emocional).

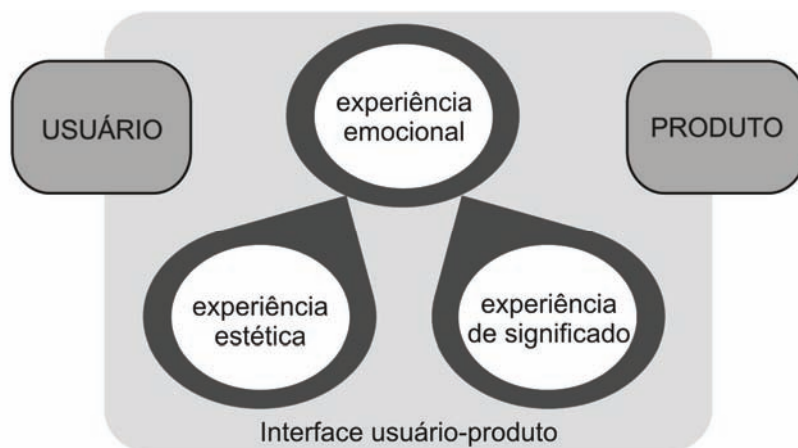


Figura 25: Estrutura da Experiência de Produtos
Fonte: adaptado de Desmet e Hekkert (2007).

O nível estético, ainda segundo os autores, envolve a capacidade do produto em sensibilizar os sentidos humanos. Um objeto pode agradar à visão, gerar sons agradáveis, ser suave ao toque, ou até exalar um odor relaxante. “O nível em que um sistema perceptual detecta estrutura, ordem ou coerência e estima a familiaridade de um produto tipicamente determina o efeito gerado” (DESMET e HEKKERT, 2007, p. 60). O nível estético tem correspondência com o nível visceral de Norman (2008) e as características sensoriais ou estéticas discutidas na sessão anterior.

O nível do significado trata da capacidade do produto em permitir a atribuição de características de personalidade, significados e símbolos pessoais do usuário a eles. Por meio da interpretação, retorno de memórias e processos associativos, pode-se reconhecer analogias e metáforas, e mede-se o significado pessoal e simbólico de produtos e componentes. Tais processos, conforme os autores, sofrem influência direta das idiosincrasias do usuário e diferenças culturais. O nível do significado corresponde ao nível reflexivo de Norman (2008).

O nível emocional de Desmet e Hekkert (2007), por sua vez, envolve experiências tipicamente atribuídas à psicologia emocional e à linguagem cotidiana relacionada às emoções. Tais experiências são definidas por meio de termos como amor e raiva, elucidados pelo significado relacional dos produtos.

De acordo com os autores, a teoria da apreciação (*appraisal*), atualmente a mais difundida, afirma que a emoção é elucidada pela avaliação de determinado evento como potencialmente benéfico ou prejudicial. Contrariando a crença popular, uma emoção é definida, dessa forma, como resultado de um processo cognitivo, mesmo que tal processo seja, geralmente, inconsciente. A apreciação é a avaliação da significância de um estímulo para o bem-estar de determinado indivíduo, baseada na avaliação das propriedades do estímulo, da situação na qual ocorre a interação e das características desse indivíduo. É a significação pessoal de um produto, em lugar do próprio, que gera a emoção. Já que as apreciações fazem a mediação entre produtos e emoções, diferentes indivíduos que desfrutem o mesmo produto de formas diferentes irão também, normalmente, experimentar emoções diferentes. Um ser humano estressado pode responder de forma agressiva à melodia do toque de seu telefone celular. Ele julga, nesse caso, o som do telefone como sendo de natureza desagradável. Outra pessoa pode avaliar o mesmo evento de maneira completamente diferente e até mesmo oposta.

Mesmo que esses três componentes de uma experiência possam ser independentes conceitualmente, estão interligados e são, frequentemente, de difícil discernimento durante nossas experiências cotidianas. Apenas a unidade formada pelo prazer sensorial, pela interpretação significativa e pelo envolvimento emocional pode ser denominada experiência. Mesmo que seja reconhecida a relação de mutualidade entre os três componentes da experiência, pode ser destacada a aparente hierarquia existente entre eles: os componentes de significado e de estética antecedem o componente emocional.

Seguindo a tradição da teoria de apreciação, Desmet (2002) introduziu um modelo básico de emoções de produtos, ilustrado na Figura 26. O modelo é básico, pois se aplica a todas as respostas emocionais elucidadas pela interação usuário-produto. Tal modelo define as três chaves universais, variáveis no processo da elucidação emocional: (1) interesse, (2) estímulo e (3) avaliação.

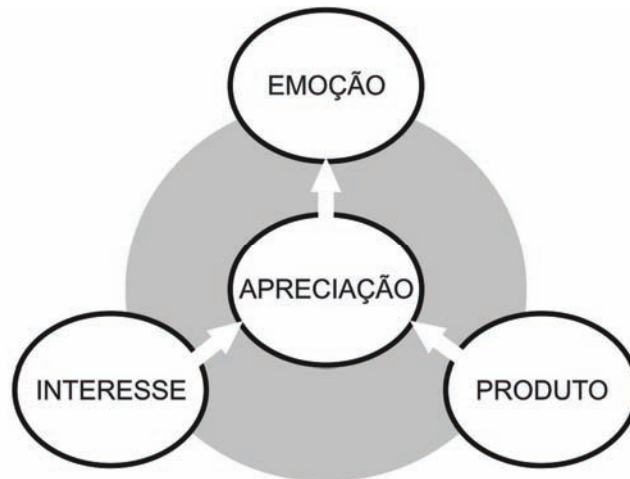


Figura 26: Modelo Básico de Emoções de Produtos
Fonte: adaptado de Desmet (2002).

O modelo básico indica que emoções nascem da presença de produtos avaliados como benéficos ou prejudiciais aos interesses do indivíduo. Para entender as respostas emocionais na interação usuário-produto, deve-se entender os interesses dos usuários dado o contexto no qual ocorre a interação com o objeto. No nível do significado, reconhecem-se metáforas, designam-se personalidade e outras características expressivas aos objetos, e confere-se significado pessoal e simbólico aos mesmos. Como qualquer forma de significado, o relacional pode estar conectado ao desenho e a outras determinantes, tais como valor, estratégias de vendas, opiniões relevantes ao indivíduo e experiências prévias.

Desmet e Hekkert (2007) fazem uma série de análises da emoção, relacionando-a à estética, à usabilidade, ao individual e ao cultural. Os autores apontam, dessa forma, uma série de variáveis capazes de interferir no resultado emocional. Com relação ao caráter individual, por exemplo, explicam que as pessoas podem diferir umas das outras no que diz respeito a seus interesses, motivos, habilidades, preferências, objetivos, e, dessa maneira, a respeito de suas respostas afetivas a um dado evento.

O modelo proposto por Desmet e Hekkert (2007) tem como ponto alto a explanação de diversas questões relacionadas ao processo interno de elucidação das emoções por parte do ser humano, principalmente àquelas relacionadas às reações resultantes antes, durante e após o processo. O ponto fraco do modelo apresentado está em sua representação gráfica, assim como no de Norman (2008). Os autores utilizam três gráficos distintos e não sintetizam todas as variáveis envolvidas no processo.

Modelo de elucidação das emoções de Fenech e Borg (2006)

Fenech e Borg (2006, p. 6) propuseram um modelo chamado DemoHS (*Design for Emotion Support via Human Sensations*, ou seja, Suporte ao Design e Emoção através das Sensações Humanas). O modelo, representado na Figura 27, baseia-se na experiência prévia, enquanto representa uma visão abrangente do processo de estimulação da relação emoção-produto.

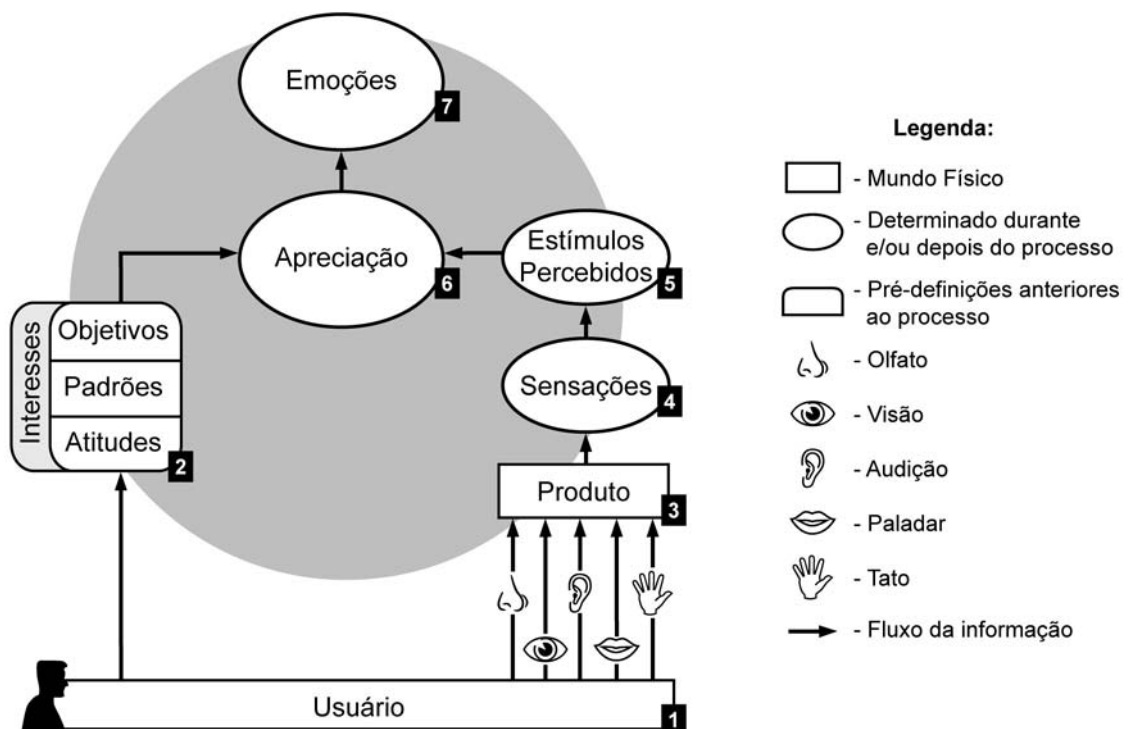


Figura 27: O Modelo DemoHS
Fonte: adaptado de Fenech e Borg (2006).

Segundo os autores, o modelo DemoHS é baseado na teoria de que quando o (1) usuário, munido de seus próprios (2) interesses, interage com o (3) produto

através de seus sentidos, (4) sensações são geradas. Isso implica percepções sobre o (5) estímulo com base em comparações entre conhecimentos e experiências armazenadas no cérebro do usuário. É a (6) apreciação dos estímulos percebidos, em conjunção com os interesses do usuário, seus padrões e atitudes, que dá origem, finalmente, à (7) emoção.

O modelo é baseado na hipótese de que as respostas emocionais aos produtos são amplamente influenciadas pelo grau em que o produto apela aos sentidos. Seus pontos fracos encontram-se na falta de informações sobre outros fatores ligados à geração de emoções, como as reações físicas e comportamentais, e também sobre a capacidade de influência do ambiente no contexto em que ocorre a interação. O trabalho do autor se concentra em emoções geradas no nível visceral (NORMAN, 2008) e da experiência estética (DESMET e HEKKERT, 2007).

Modelo de elucidação das emoções de Person (2003)

Person (2003) apresenta um modelo de interação indivíduo-objeto no qual o contexto da interação é destacado como extremamente relevante à geração da emoção (Figura 28).

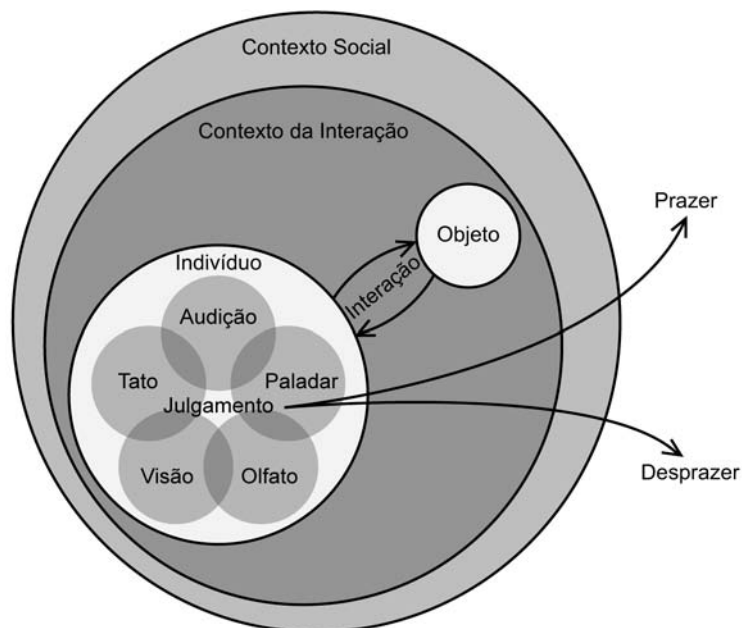


Figura 28: O Modelo Funcional de Emoções em Produtos
Fonte: adaptado de Person (2003).

Como no modelo de Fenech e Borg (2006), Person (2003) coloca os sentidos como agentes de interação do usuário com o produto. O autor evidencia a relevância da compreensão do designer sobre a configuração do contexto de interação e sua relação com o produto. O contexto de interação, por sua vez, encontra-se inserido em um contexto social (ou cultural), que também afeta a experiência emocional. Esse modelo apresenta ainda menos informações sobre os fatores ligados à geração de emoções do que o proposto por Fenech e Borg (2006) e também se concentra basicamente no nível visceral e da experiência estética.

Outras Variáveis

Nos modelos explorados, muitas foram as variáveis envolvidas no processo de elucidação das emoções. Cabe aqui a análise do estudo de diferentes autores a respeito de tais variáveis, bem como o levantamento de outras variáveis que ocorrem durante o processo.

Minim (2006) cita uma série de fatores que influenciam a qualidade da experiência sensorial de alimentos. Apesar de suas análises serem voltadas ao setor alimentício, muitas questões abordadas podem ser adaptadas a outros produtos. A qualidade sensorial dos alimentos é – segundo a autora – função tanto dos estímulos procedentes dos alimentos (aparência, sabor, textura, forma, método de preparo, custo, sazonalidade, entre outras) como das condições sociológicas e étnicas (idade, sexo, educação, renda, habilidades na cozinha, entre outras), fisiológicas e psicológicas dos indivíduos que o avaliam, do contexto ambiental em que se localizam esses alimentos e do próprio produto final (Figura 29).

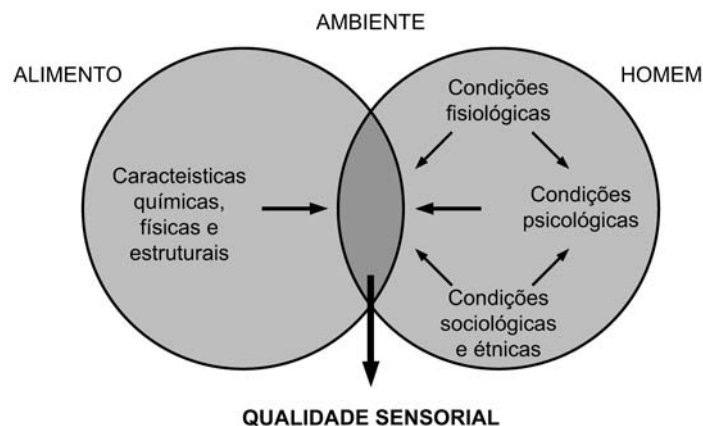


Figura 29: Qualidade Sensorial dos Alimentos
Fonte: adaptado de Minim (2006).

Para Minim (2006, p. 19), “em termos ambientais, a qualidade sensorial de um alimento sofre influência do grau de urbanização em que está inserido o indivíduo, do ambiente de trabalho e da própria estação do ano em que se encontra o homem e se consome o alimento”. A autora destaca, ainda, os seguintes fatores que podem influenciar uma avaliação sensorial: atitude, personalidade e motivação do julgador; diminuição ou mudança de sensibilidade devido à exposição contínua do indivíduo a um estímulo; realce pela sinergia ou pela supressão de estímulos; e diversos fatores psicológicos (erro de expectativa, de estímulo, de hábito, lógico, de tendência central e de contraste). Dessa maneira, pode-se perceber que a qualidade de um alimento varia de pessoa para pessoa, sendo ditada por uma vasta gama de fatores.

Löbach (2001) analisa a relação das emoções, derivadas diretamente da percepção das características estéticas dos produtos e seu processo de significação. O autor coloca que esse “é um processo subjetivo que, às vezes, é influenciado pela imagem atual da percepção, mas também pela memória de cada pessoa, como experiências anteriores, conceitos de valor e normas socioculturais”. Para o autor, “o processo de conscientização por parte do receptor e, por conseguinte, a importância do objeto percebido, é influenciada por fatores específicos individuais e de grupos [...]” (p. 171), sendo que as diferenças na percepção de produtos industriais por diferentes indivíduos baseiam-se, essencialmente, nas experiências com objetos ocorridas até aquele momento. Löbach (2001, p. 172) ressalta ainda que a percepção varia conforme as necessidades momentâneas dos interesses do observador:

As condições do momento, experiências, valores, necessidades, obrigações, todos estes aspectos tomam parte na organização da percepção. Devido a uma escolha consciente de objetos a serem percebidos, podemos falar de uma percepção dirigida por interesses, que é também necessária como proteção ante uma super-saturação de estímulos. O sentido humano tem uma capacidade limitada de assimilação por unidade de tempo. Assim sendo, o receptor se vê obrigado a escolher somente aqueles aspectos essenciais da oferta de estímulos.

Niemayer (2008, p. 61), por sua vez, afirma que “nossas respostas emocionais a um produto são determinadas pela forma como o avaliamos em relação ao nosso conjunto de objetivos, padrões e atitudes. A interação desses

interesses é extensiva”. Assim, os produtos levam a uma combinação de emoções, pois se articulam com muitos interesses diversos.

Já Csikszentmihalyi (1995) intui, por meio de seus estudos, que indivíduos com necessidades, objetivos e experiências sociais diferentes estimam de maneira distinta os objetos e o fazem também por razões particulares. Essa variação é maior ainda quando se relacionam indivíduos de idade e gênero diferentes. Segundo o autor, fica claro que indivíduos mais jovens conectam-se, emocionalmente, a determinados objetos pelo potencial de utilização apresentada pelos mesmos, enquanto indivíduos de faixas etárias mais avançadas recorrem à contemplação e à memórias evocadas como justificativa de seus sentimento em relação a determinado objeto. Variação semelhante ocorre quando se relacionam as respostas levantadas de indivíduos de gêneros opostos, um indicativo de que estereótipos sexuais influenciam a percepção de objetos.

Conclui-se, então, que cada modelo de elucidação das emoções existente leva em consideração apenas partes do processo, havendo necessidade de uma visão unificadora. Sendo assim, mostra-se crucial para esta dissertação de mestrado propor um modelo capaz de demonstrar as características intangíveis dos produtos e materiais e suas relações com as demais variáveis.

Quatro Categorias Subjetivas

A análise dos processos de elucidação das emoções humanas trouxe à tona diversas variáveis envolvidas. É interessante analisar, por hora, quais as variáveis pertinentes à descrição de produtos e materiais. Com base nos diversos autores analisados – principalmente Ashby e Johnson (2002), Fenech e Borg (2006) e Desmet e Hekkert (2007) – chega-se a quatro categorias que descrevem, em ordem crescente de abstração, tais atributos:

- Atributos sensoriais: estabelecem relação direta com os sentidos: visão, tato, paladar, olfato e audição; os relativos à visão incluem a forma, a cor e a textura do material do produto.
- Atributos de associação: fazem a conexão com tempo, espaço, localização, objetos, acontecimentos e até mesmo com pessoas. Assim, um jipe é associado ao exército; o ouro, à riqueza; a cor preta, em algumas culturas, à morte.

- Atributos interpretativos: descrevem uma reação ao material ou produto. Um objeto ou componente, por exemplo, pode ser julgado sofisticado, moderno ou engraçado. Aqui também se enquadram alguns atributos técnicos que não estão ligados diretamente a nenhum dos sentidos, como valor, ergonomia e ecologia.
- Atributos emocionais: descrevem de que forma um material ou produto sensibiliza o indivíduo.

Essas categorias parecem adequar-se aos atributos verbais descritos pelas pessoas em suas experiências com produtos e materiais, informações que podem ser obtidas por meio de questionários e entrevistas. Existem outras diversas questões envolvidas; essas ocorrem, por exemplo, nas manifestações fisiológicas ou comportamentais, algo que pode ser analisado por meio da observação direta ou indireta da interação usuário-produto. Os diferentes métodos para levantamento de variáveis são explorados no capítulo 2, item 2.5.

Quando se tratou das questões sensoriais e estéticas, foram utilizados alguns exemplos que traziam percepções e associações relacionadas – o Viagra lembrado como “pequeno amigo azul” ou o cheiro dos automóveis novos da Ford. Isso demonstra a dificuldade de se dissociar tais atributos. Uma visão mais coerente seria aquela em que esses atributos se sobrepõem, assunto melhor desenvolvido no capítulo 3, item 3.1.6.

Aqui cabe o seguinte questionamento: será possível que os materiais dissociados de uma forma despertem emoções? Conforme apontado em todos os modelos de elucidação das emoções, é clara a importância dos atributos sensoriais ou estéticos dos objetos em tais processos. Como muitas dessas variáveis estão ligadas aos materiais, presume-se que sim, os materiais podem evocar emoções. Provavelmente a maioria delas advenha do nível visceral (NORMAN, 2008), podendo ser classificadas, de maneira simplificada, em positivas ou negativas, auxiliando na compreensão da aceitação dos produtos. Um nível mais profundo de emoções, aparentemente, pode estar ligado aos materiais. Ao interagir com uma amostra de tecido, por exemplo, um indivíduo pode recordar-se de uma pessoa, e essa associação despertar o sentimento de melancolia.

Agora outro questionamento: é possível que um material desperte emoções profundas como as apontadas por Norman (2008)? A resposta para essa questão aparenta ser negativa, pois emoções profundas dependem de um histórico de

interação, algo que só é possível quando o material está associado à determinada forma.

Subjetividade e Materiais

Anteriormente, foram exploradas as possibilidades geradas pela interação do usuário com os atributos técnicos e estéticos dos produtos e materiais. Agora, é interessante analisar como os atributos de associação e interpretação ajudam a criar a personalidade dos produtos projetados pelos designers. Arabe (2008) esclarece que os materiais têm personalidade própria, antes mesmo de serem conformados em algo reconhecível. A personalidade do produto é determinada por sua aparência, pelas coisas às quais ele remete e as percepções geradas por ele. A autora afirma que mesmo que essa personalidade possa ser mascarada ou dissimulada, quando convenientemente manipulada, ela pode transmitir suas qualidades ao objeto.

Segundo Arabe (2008), a madeira oferece uma experiência tátil, caracterizada por um grão que possui textura, padrão, cor e sensação distintas. É considerada mais quente que outros materiais e um tanto gentil ao toque, transmitindo a alguns produtos aspecto e sensação amigáveis; é associada a um som e cheiros característicos. Ashby e Johnson (2002) afirmam que a madeira possui uma tradição, carrega associações do entalhamento e envelhece bem, adquirindo caracterizações adicionais com o passar do tempo. Objetos construídos a partir de madeira possuem avaliação superior quando antigos do que quando recém fabricados.

Os metais aparentam ser frios, limpos e precisos; ressoam quando batidos. São reflexivos, particularmente, quando polidos. São aceitos e confiáveis: metais usinados parecem fortes, sua própria natureza sugere certa ligação com a Engenharia (ASHBY E JOHNSON, 2002). A força dos metais possibilita a construção de estruturas delgadas – o arco das pontes, por exemplo. Podem ser trabalhados em formas que fluem como um laço ou fundidos em formas sólidas com detalhe e complexidade. O ouro, para Arabe (2008), carrega associações de riqueza – um aspecto que está escondido quando usado em microcircuitos em que sugere funcionalidade, mas surge quando o material é usado em joias. Assim como a madeira, os metais envelhecem bem, adquirindo uma ferrugem que os torna mais

atraentes quando novos e polidos. Exemplo são as esculturas de bronze, o chumbo e cobre dos tetos.

Já os cerâmicos e vidros possuem uma longa tradição, tal como a cerâmica grega e os vidros romanos (ASHBY e JOHNSON, 2002). Esses materiais aceitam quase todo tipo de cor, algo que, aliado a sua grande resistência a arranhões, abrasão, descoloração e corrosão, dá a eles certa imortalidade, ameaçada apenas por sua fragilidade. Segundo os autores, eles são, ou eram, os materiais de grandes indústrias: vidro veneziano, porcelana Meissen, cerâmica Wedgwood; valorizados, algumas vezes, tanto quanto a prata. Os materiais cerâmicos possuem, atualmente, uma associação com os avanços tecnológicos e condições extremas: fogões embutidos de cozinha, válvulas de alta pressão/alta temperatura.

Por fim, os polímeros, inicialmente ligados à má qualidade e imitações. Ashby e Johnson (2002) expõem que esses materiais são facilmente moldados e coloridos e, diferentemente dos cerâmicos, seu brilho é facilmente arranhado e suas cores desbotam, ou seja, eles não envelhecem bem. Assim, os polímeros adquiriram uma má reputação, não totalmente justificável: coloridos, eles podem ficar semelhantes aos cerâmicos; impressos, podem parecer-se com madeira ou tecido; metalizados, são visualmente iguais aos metais; podem ser transparentes como vidro ou tão opacos como chumbo; tão flexíveis quanto uma borracha ou tão duros – quando reforçados – quanto alumínio. Apesar de seu comportamento “camaleônico”, os polímeros possuem certa personalidade: podem parecer quentes – muito mais quentes que metais ou vidro; são adaptáveis – isto é parte do seu caráter especial; e eles dão ao design cores vivas, despreocupação e até bom humor.

Já que materiais têm a capacidade de transmitir sua personalidade aos produtos quando usados apropriadamente, certamente são peças vitais a certos estilos ou escolas de Design com estéticas, associações e percepções comuns (ARABE, 2008). A forma inicial do Design Industrial (1800-1890), por exemplo, utilizava ferro fundido e aço, geralmente ornamentado, para gerar um visual histórico. Em contraste, o movimento *Arts and Crafts* (1860-1910) dava preferência a materiais naturais e tecidos que conferiam aos objetos características do artesanato tradicional. A *Art Nouveau* (1890-1918), por sua vez, optava por linhas fluidas e um sentido orgânico, tirando vantagem do peso de materiais como o ferro e o bronze fundidos, da vivacidade e texturas da madeira e da transparência do vidro.

Uma espécie de personalidade, segundo Ashby e Johnson (2002), é inerente a forma do produto. Esse caráter advém dos materiais e passa facilmente despercebida; quando manipulada corretamente, porém, tal característica pode contribuir substancialmente na construção da personalidade do objeto em sua forma definitiva. Estas características são de difícil manipulação, dada sua distância da técnica e aproximação com a subjetividade; uma vez reconhecida sua relevância dentro do processo de desenho de produto, é válido aprofundar-se nelas.

A Percepção de Atributos Técnicos

Ashby e Johnson (2002) colocam que as propriedades técnicas dos materiais, tais como resistência, dureza, rugosidade, condutividade térmica, resistência à abrasão, são percebidas e, muitas vezes, utilizadas para descrever objetos, materiais e até mesmo seres humanos. Segundo os autores, essas são percepções de comportamento técnico; nesse sentido, diferentes daquelas que descrevem percepções subjetivas, como moderno, masculino e formal. Cabe aqui questionar até que ponto essas percepções são confiáveis. Conforme Austin (1993, p. 8-9):

A doutrina geral, enunciada na sua generalidade, apresenta-se assim: nós nunca vemos, ou, de outro modo, percebemos (ou “sentimos”), ou, de qualquer maneira, nunca percebemos ou sentimos *diretamente* objetos materiais (ou coisas materiais), mas somente dados dos sentidos (ou nossas próprias idéias, impressões, *sensa*, percepções sensíveis, perceptos, etc).

Assim sendo, o resultado da experiência humana são as sensações e percepções, e não o objeto em si. Devido às limitações dos sistemas sensoriais dos humanos, não é possível distinguir tais variáveis com a mesma correspondência e exatidão que equipamentos dedicados a essa tarefa. Pode ser interessante analisar, por exemplo, o quanto as pessoas acreditam que determinado material é resistente em comparação a outros. Esse resultado será uma percepção, e, mesmo que não corresponda ao valor medido pelos equipamentos, poderá servir como um direcionamento para o designer quando for projetar um produto que deva “possuir a impressão de resistente”. O material selecionado não precisa ser o mais resistente dos candidatos, mas sim, o que “aparenta” ser.

As propriedades técnicas ecológicas também possuem correlação com aspectos perceptíveis. Segundo Russo e Hekkert (2008, p. 42), consumo consciente (ou ético) é um movimento social baseado no impacto das decisões de compra sobre o meio ambiente, saúde e bem-estar do consumidor. A maior motivação para se consumir eticamente é, certamente, o prazer que esse tipo de consumo gera. Consumir conscientemente leva a experiência de prazeres sociais – uma forma abstrata de prazer que é experienciada quando um produto personifica certos valores e transfere um senso de responsabilidade ambiental ao usuário. Aquele que consome eticamente experimenta um sentimento compensador de ser “aquele que contribui para a formação de um mundo melhor”. Tal sentimento eleva os valores pessoais.

Consumidores conscientes, de acordo com Russo e Hekkert (2008), apoiam e dão preferência a produtos éticos, sejam eles orgânicos, livres de crueldade, reciclados ou produzidos localmente. Produtos podem ser desenvolvidos agregando esses valores. A preferência por projetos e matérias que não poluam e nem explorem o meio ambiente, que podem ser reciclados, reusados, ou produtos que são produzidos de forma “transparente” (que não exploram adultos, crianças, nem animais), podem produzir experiências gratificantes.

Para Ashby e Johnson (2002) os processos de fabricação também influenciam a ergonomia, a estética e a percepção de produtos e os materiais a partir dos quais são fabricados. Ideias são expressas e percepções e associações criadas pela forma que estes são utilizados. As formas que um processo é capaz de conferir a determinado material são claramente importantes aqui: extrusão, por exemplo, permite apenas formas prismáticas; já moldes de metais e injeção de polímeros permitem formas de grande complexidade. A junção, passo essencial na montagem de um produto, pode também criar contrastes e outras características expressivas: alguns processos geram juntos quase invisíveis, outros, por sua vez, as tornam proeminentes. Processos de superfícies, particularmente, influenciam a estética e a percepção por meio da cor, reflexibilidade, textura e sensação, e podem adicionar padrão, símbolo ou texto para instruir, impressionar ou decepcionar o usuário.

Na luminária da Figura 30a, o plástico moldado por injeção foi utilizado para dar um aspecto divertido, amigável e bem humorado, ao produto por meio da forma. Na Figura 30b, pode-se perceber a proeminência da solda dos elementos do quadro de uma bicicleta, expressando a robustez de engenharia por meio da junção. Na

Figura 30c, o acabamento superficial jateado do frasco de perfume o torna mais sofisticado.

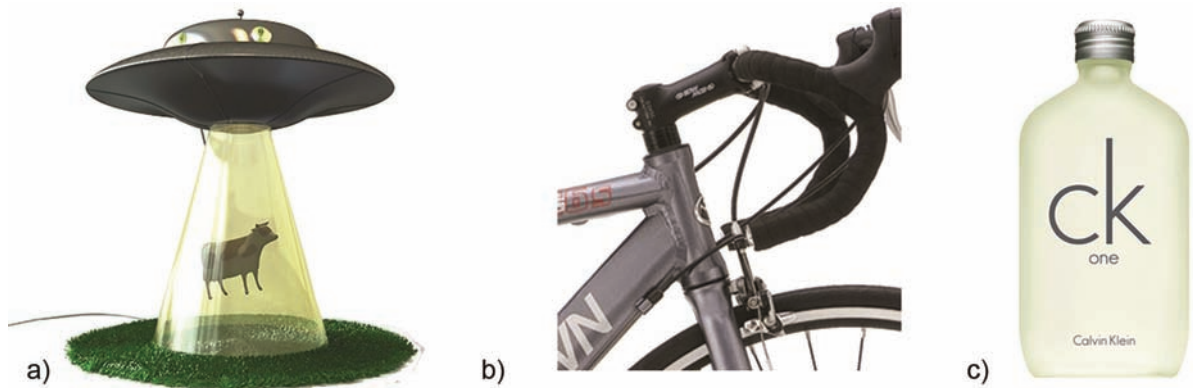


Figura 30: Percepção e Processos
Fonte: adaptado de Google Imagens (2009).

O uso prático e a função a que se destina o produto também são importantes no processo de geração de emoções. Segundo Norman (2008, p. 164):

Se tudo funcionar bem, sem percalços, satisfazendo as expectativas, o sistema afetivo responde positivamente, trazendo prazer ao usuário. De maneira semelhante, se o design em si é elegante, bonito ou talvez brincalhão e divertido, mais uma vez o sistema afetivo reage positivamente. Em ambos os casos, atribuímos nosso prazer ao produto, de modo que o elogiamos e, em casos extremos, tornamo-nos emocionalmente apegados a ele. Mas quando o comportamento é frustrante, quando o sistema parece ser recalcitrante, recusando-se a se comportar adequadamente, o resultado é afeto negativo, irritação, ou até pior, raiva. Nós culpamos o produto.

A partir do exposto, foi possível compreender o processo de elucidação das emoções e a influência dos materiais em tal processo, a existência de uma personalidade intrínseca dos materiais e a maneira como os aspectos técnicos são percebidos pelos usuários. Todas essas análises auxiliam a compreensão das características intangíveis e subjetivas dos materiais e produtos.

2.5 MÉTODOS DE LEVANTAMENTO DE CARACTERÍSTICAS INTANGÍVEIS

Após a compreensão das características intangíveis dos materiais e produtos, ainda persiste a problemática da coleta dessa classe de informação junto ao usuário. Conforme Niemeyer (2008, p. 58), “o levantamento de dados pode proporcionar ao designer a compreensão do contexto específico do destinatário/produto para o qual

esteja projetando”, sendo que “[...] projetar produtos com uma adequação emocional requer uma aproximação integrada, na qual a pesquisa não precede, mas é parte da atividade de design [...]”.

Ao realizar esse tipo de pesquisa, é interessante levantar:

- as impressões sensoriais, assim como a intensidade de tais impressões, se são positivas ou negativas, distintas ou não;
- as associações de tempo, espaço, objetos, acontecimentos ou pessoas que são geradas;
- os adjetivos atribuídos ao objeto ou material, derivados das percepções geradas pelo processo de interação, assim como das percepções dos atributos técnicos;
- as emoções estimuladas e de que forma as mesmas influenciam a interação do usuário com o produto.

A obtenção desse tipo de dado exige a utilização de pesquisas descritivas, as quais, segundo Mattar (1999, p. 85), “[...] são caracterizadas por possuírem objetivos bem definidos, procedimentos formais, serem bem estruturadas e dirigidas para a solução de problemas ou avaliação de alternativas de cursos de ação”. Samara e Barros (2004, p. 31) classificam essas pesquisas em estudos descritivos de caso – qualitativos – e estudos descritivos estatísticos – quantitativos.

Samara e Barros (2004, p. 31) explicam que as pesquisas qualitativas são realizadas tendo, como instrumentos: entrevistas individuais, debates em grupo e observação sistemática. Sua análise, verticalizada em relação ao objeto em exame, permite identificar a presença de pontos comuns e pontos distintivos das amostras escolhidas. Os autores afirmam ainda que “as pesquisas qualitativas detectam tendências não-mensuráveis, ou não-quantificáveis, e por essa razão, seus resultados não podem ser generalizados para a população” (p. 31).

Mattar (1999) afirma que nas pesquisas quantitativas procura-se por dados representativos da população de interesse, tanto em relação ao número de casos incluídos na amostra, quanto à forma de sua inclusão. A ênfase dessa pesquisa está na geração de sumários estatísticos, como médias, modas, variâncias, decis, centis, percentuais e a relação entre esses sumários.

A seguir, são discutidos diferentes métodos de busca das características intangíveis. Esses métodos podem ser utilizados com objetivos qualitativos,

quantitativos ou ambos. A combinação de diferentes métodos também se mostra uma estratégia promissora.

2.5.1 Método da Comunicação

Segundo Mattar (1999, p. 162), “o método da comunicação consiste no questionamento, verbal ou escrito, dos respondentes, para a obtenção do dado desejado, que será fornecido por declaração verbal ou escrita, do próprio”. Jordan (2002) afirma que existem, ao menos, duas categorias de questionário capazes de efetuar um levantamento pertinente dessas informações: o questionário com respostas fixas e com respostas abertas. O primeiro é utilizado quando as respostas a serem coletadas são de caráter quantitativo, e o segundo oferece dados qualitativos. Samara e Barros (2004) esclarecem que não existe um modelo ideal de questionário em relação ao conteúdo ou número de perguntas, sendo necessária a criatividade para a formulação adequada de questões cujas respostas atendam aos objetivos propostos na pesquisa.

Da mesma forma, os métodos de entrevista também baseiam-se em perguntas abertas ou fechadas, mas caracterizam-se “[...] pela existência de uma pessoa (entrevistador) que fará a pergunta e anotará as respostas do pesquisado entrevistado” (MATTAR, 1999, p. 172). Jordan (2002) aponta algumas vantagens do método de entrevista sobre questionários: o contato com o participante, a possibilidade de o pesquisador esclarecer dúvidas e a coleta imediata de respostas.

De acordo com Minim (2006), entrevistas ou questionários com perguntas fechadas ou que combinam perguntas fechadas e abertas são utilizados em pesquisas de opinião, também chamadas de métodos afetivos ou testes de consumidor. Segundo a autora, tais testes “[...] obtêm diretamente a opinião (preferência ou aceitação) do consumidor em relação a idéias, características específicas ou globais de determinado produto [...]” (p. 38). Os questionários e as entrevistas baseados em questões abertas, para Medeiros e Ashton (2008), são interessantes na pesquisa de emoções, já que não oferecem alternativas pré-determinadas como opções de resposta, permitindo ilustrar, com maior precisão, o que de fato o usuário pondera e expressa verbalmente.

Samara e Barros (2004, p. 31) colocam que o questionamento de vários indivíduos simultâneos, denominado grupos de foco, é um recurso bastante utilizado

em pesquisas qualitativas. Essa técnica “consiste na reunião de, geralmente, oito a dez pessoas, com um mediador, e tem como finalidade investigar de forma aprofundada um determinado tópico em estudo”. Segundo Minim (2006), esse tipo de entrevista provê informações de difícil obtenção por meio de outros métodos, uma vez que sua dinâmica encoraja os participantes a demonstrarem suas atitudes e reações. Sua principal desvantagem é a difícil análise da grande quantidade de dados obtidos. Assim, esse tipo de abordagem oferece uma profunda compreensão das reações humanas, sendo interessante para pesquisas voltadas à emoção.

2.5.2 Método da Observação

Mattar (1999, p. 181) coloca que “o método da observação consiste no registro de comportamentos, fatos e ações relacionados com o objetivo da pesquisa, sem que haja comunicação com os pesquisados, e não envolve questionamentos e repostas, verbais ou escritas”. O autor faz distinção do método quanto a estruturação, ao grau de disfarce, os instrumentos utilizados, ao ambiente e ao objeto observado.

De acordo com Medeiros e Ashton (2008, p. 116) essa estratégia é eficaz na coleta de dados a respeito da interpretação e da reação dos usuários na interação com o produto, ao explorarem e manusearem seus atributos e qualidades em um ambiente real. Esse tipo de pesquisa, conforme com os autores, dá origem a dados mais precisos a respeito das aspirações e expectativas do usuário, sendo direto, crível, descritivo, e rico em detalhes.

Para Norman (2008), esse tipo de método pode levantar informações significantes quanto ao uso de produtos. Segundo o autor, grande parte dos seres humanos não é consciente em relação a suas verdadeiras necessidades: “o fato de que tanto as reações viscerais quanto comportamentais sejam subconscientes faz com que sejamos inconscientes de nossas verdadeiras reações e suas causas” (p. 105). Norman (2008) expõe ainda que profissionais treinados em observar o uso real, em situações reais, podem ser mais eficazes na descrição do que agrada ou desagrade os usuários – e as motivações de tal julgamento – do que as próprias pessoas.

Silverman (2001, *apud* MEDEIROS e ASHTON, 2008, p. 117) explica que a pesquisa de observação, principalmente por meio do registro em vídeo, permite que

o pesquisador observe demonstrações não-verbais dos participantes, como gestos e expressões faciais comumente usados em interações cotidianas, gerando dados relevantes sobre emoções disparadas pelos produtos. Medeiros e Ashton (2008, p. 118) apontam, porém, que tal método apresenta limitações por ter sua essência qualitativa, podendo apresentar-se insuficiente na determinação de um quadro quantitativo da situação observada.

Segundo os autores, é necessária a combinação da observação com outras técnicas de coleta de dados, como questionários e entrevistas. Tal combinação de métodos pode ser de grande valia para os estudos em Design e Emoção, mas deve ser tratada com precaução. Medeiros e Ashton (2008, p. 120) expõem que essa combinação oferece a flexibilidade que pesquisas nessa área do Design requerem “a fim de traduzir respostas relacionadas à emoção e à afetividade em dados qualitativos e quantitativos e, portanto, passíveis de utilização em processos de criação de produtos mais adequados às expectativas do usuário”.

2.5.3 Diferencial Semântico

Para Medeiros e Ashton (2008, p. 121), o diferencial semântico é um método largamente utilizado na coleta de dados quantitativos da interação usuário-produto, uma vez que “consiste em um questionário com adjetivos – ou outro tipo de expressão linguística – bipolares justapostos e apresentados sob uma escala de valores com pesos diferentes”. Segundo os autores, os examinados devem escolher um dos adjetivos antagônicos (por exemplo, simples *versus* complexo) e determinar-lhe um valor, que pode ir do “concordo” ao “não concordo” (essa escala também pode ser numérica).

Utilizando-se desse método, pode-se averiguar o grau em que os produtos apelam aos cinco sentidos, o que pode ser representado por meio da utilização de sensagramas (Figura 31). Esse tipo de gráfico é amplamente utilizado na avaliação sensorial dentro da Engenharia de Alimentos e também na pesquisa *BrandSense* de Lindstrom (2007). Os sensagramas configuram-se na forma de polígonos, nos quais cada um dos vértices tem um sentido diferente com uma escala associada que varia de 0 a 5. Quanto maior o número definido a ele, mais o produto estimula o sentido em questão. Lindstrom (2007) explica que as pontuações dos sensagramas podem

ser computadas para comparação entre diferentes valores de total, proximidade e distância entre apelos sensoriais para diferentes produtos.

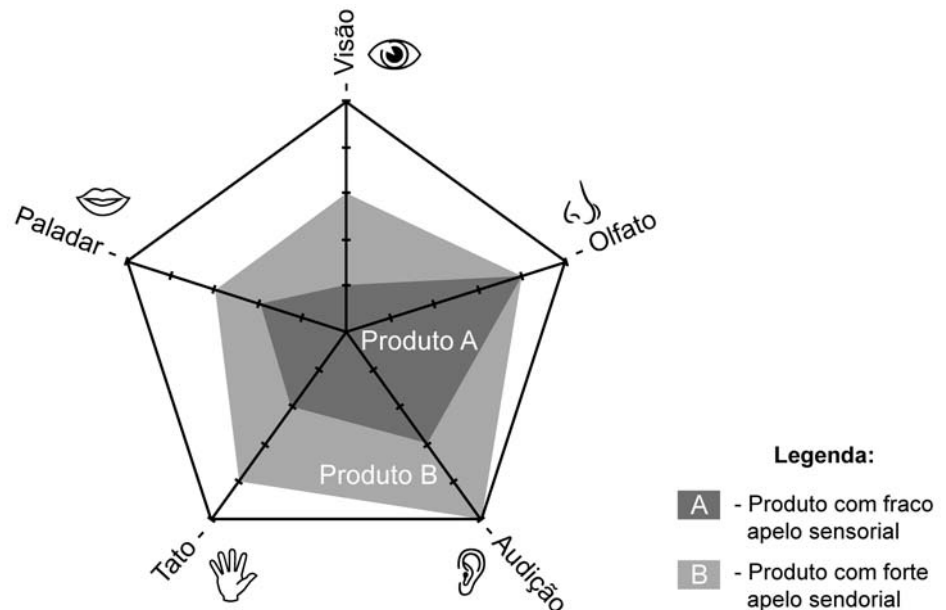


Figura 31: Exemplo de Sensagrama
Fonte: adaptado de Lindstrom (2007).

Segundo Dutcosky (2007), os métodos de análise sensorial de alimentos descrevem e medem objetivamente as propriedades sensoriais de alimentos com grupo treinado ou não. Dischinger (2009) adaptou esse método ao Design de produtos, tendo chegado a resultados quantitativos interessantes a respeito da percepção tátil, como a correlação de valores medidos por equipamentos e os atribuídos por um grupo de estudo treinado.

Jordan (1998) desenvolveu uma técnica na qual são atribuídos traços de personalidade aos produtos, associados às suas qualidades estéticas. O autor, previamente, fez o levantamento de descritores e, utilizando-se de antônimos (como fraco e enérgico), construiu uma escala com 17 descritores, usados na construção de um formulário para avaliação de produtos. Esse formulário foi aplicado na avaliação de diversos produtos, sendo que análises estatísticas dos resultados demonstraram que os produtos apresentam traços coerentes de personalidade. Por exemplo, foi encontrado um conjunto de traços de personalidade comum entre os produtos da marca Braun, o que permite supor que exista uma “personalidade de produto Braun”, caracterizado por ser: honesto, racional, brilhante, seguro, solidário, esperto, conformado e autoritário.

Jordan (1998) coloca que esse instrumento pode ser aplicado na definição de determinadas características físicas no produto, conforme a personalidade que se quer atribuir ao mesmo. Por exemplo, certos desenhos de produtos poderiam ser percebidos pelos consumidores como meigos ou agressivos. Os produtos para crianças poderiam se beneficiar de uma aparência meiga; os equipamentos para esporte radical, de traços agressivos.

De acordo com Ashby e Jonhson (2002), diversas pesquisas foram desenvolvidas em busca de atributos perceptíveis dos produtos, o que pode levar a um rol de percepções (Quadro 6). Tais vocábulos podem ser inseridos em um contexto ilustrado por imagens, abrindo um canal de comunicação. Os autores alertam ao fato de que, assim como em qualquer língua, as palavras e seus significados evoluem com o tempo, exigindo atualização regular do léxico de termos.

Percepção	.	Opósito	Percepção	.	Opósito
Agressivo	.	Passivo	Elegante	.	Deselegante
Barato	.	Caro	Extravagante	.	Contido
Clássico	.	Moderno	Feminino	.	Masculino
Impessoal	.	Amigável	Formal	.	Informal
Inteligente	.	Bobo	Artesanal	.	Industrializado
Público	.	Exclusivo	Engraçado	.	Sério
Decorado	.	Plano	Informal	.	Formal
Delicado	.	Rude	Irritante	.	Amável
Descartável	.	Durável	Maduro	.	Jovem
Maçante	.	Sexy	Nostálgico	.	Futurístico

Quadro 6: Percepções de Produtos
Fonte: adaptado de Ashby e Jonhson (2002).

Lindstrom (2007) utilizou pesquisas semânticas para identificar emoções ligadas às marcas. Para tanto, o autor partiu da hipótese simplificada de que a emoção está relacionada a uma resposta positiva ou negativa a determinado estímulo; nesse caso, a percepção sensorial descrita pelos indivíduos examinados. O autor utilizou um questionário composto por seis estados afetivos básicos – desejo, excitação, domínio, deleite, satisfação e calma – em seus estados positivos ou negativos – por exemplo, o desejo pode ser de atração ou repulsa – dentre os quais a pessoa entrevistada precisava selecionar um descritor à sensação que

sentia. Segundo Lindstrom (2007, p. 162), “este é um resumo muito simples, mas realmente exprime a maioria das dimensões relevantes para o marketing”.

Um modelo de diferencial semântico também foi desenvolvido por Desmet (2002). O autor propôs a utilização de bonecos animados, com expressões faciais e sons para expressar cada uma das quatorze emoções identificadas por sua pesquisa. Usando-se esse método, foram avaliados diferentes conjuntos de produtos, como carros, cadeiras, telefones e chaleiras.

Experimentos como os de Desmet (2002), Jordan (1998) e Lindstrom (2007), nos quais grupos de teste são convidados a atribuir palavras de uma lista para produtos, mostram que existe uma concordância significativa em um sentido estatístico, já que mais ou menos 80% do grupo atribui uma ou mais palavras iguais para o mesmo produto (ASHBY e JONHSON, 2002). É importante destacar que essa concordância ocorre entre indivíduos de um mesmo grupo sociocultural.

Medeiros e Ashton (2008) demonstram que o método diferencial semântico é flexível e adaptável a diversos tipos de pesquisas, bastando que o pesquisador tenha bom senso e critérios claros na abordagem do problema. De acordo com os autores, tal modelo vem sendo utilizado em estudos a cerca do Design e Emoção, com objetivo de coletar dados de associações semânticas, cognição e sentimentos do usuário em relação aos objetos.

Diante do apresentado, conclui-se que muitos são os métodos existentes para o levantamento dos diferentes tipos de informações da interação homem-produto. Esses métodos podem ser qualitativos ou quantitativos, sendo que a combinação de métodos mostra-se promissora no campo do Design e Emoção. Quanto mais subjetivas e próximas as emoções apresentarem-se às informações necessárias, maior é a importância dos métodos qualitativos, especialmente daqueles baseados na observação do processo de interação.

2.6 MÉTODOS DE SELEÇÃO DE MATERIAIS

Neste item, são discutidos os métodos de Seleção de Materiais disponíveis, sendo realizada uma análise crítica sobre os mesmos, visando identificar pontos que possam ser aperfeiçoados. Conforme demonstrado no capítulo 2, item 2.2, os métodos de triagem de materiais mais apurados surgem das propostas de Ashby e Johnson (2002), apresentados e analisados nos próximos parágrafos. Esses autores

alegam que uma ferramenta de seleção deve: (a) capturar e armazenar informações sobre os materiais, os processos e os produtos, organizando-as de maneira a permitir a obtenção de um rápido retorno; (b) apresentar as informações em um formato criativo; e (c) permitir a pesquisa, o retorno e a combinação de informações.

A categorização separa uma população desordenada em grupos que, de alguma forma, apresentam similaridades significantes. Esses grupos podem ser subdivididos por meio da pesquisa de níveis ainda mais restritos de semelhança. A classificação tem um papel chave no Design, já que o mesmo envolve alternativas e escolhas entre enormes campos de ideias e dados, entre eles, a definição de materiais e processos. A classificação é ligada à indexação, uma atividade vital para o recolhimento de informações e que possibilita uma maior gama de métodos de seleção; dentre eles, as discrepâncias que mais se destacam são as baseadas em análises e em analogias.

Na Figura 32, é apresentada uma estrutura informacional para o Design de Produto de forma esquemática. Ela é composta por seis grupos de dados interligados, dentro dos quais a classificação e a indexação são ferramentas para pesquisa, análise e escolha de materiais. O grupo central, produtos, é composto por dados relativos aos atributos do produto: nome, tecnologia de fabricação, modelo, preço e detalhes de desempenho. Tais dados são úteis para a simples indexação.

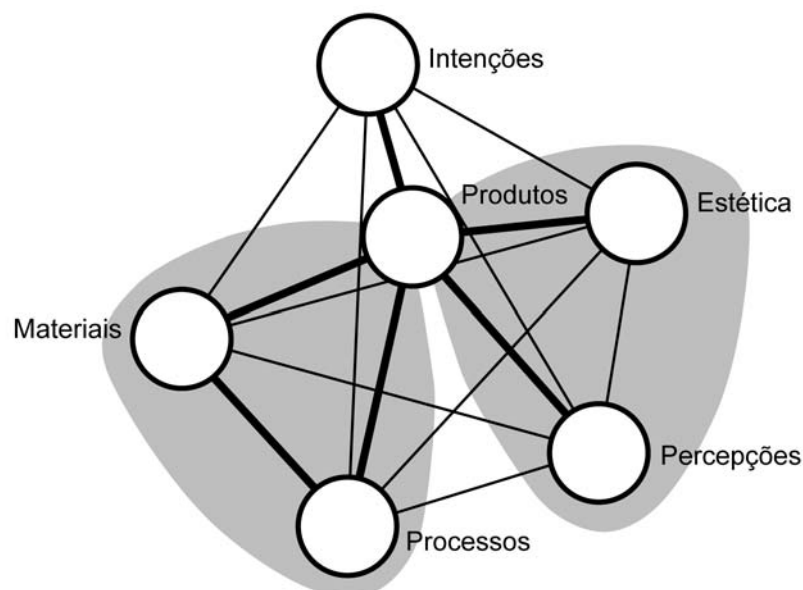


Figura 32: Estrutura Informacional para o Design de Produto
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Um grau mais profundo de indexação se dá pela correlação entre cada produto com os materiais e processos utilizados em sua produção (lado esquerdo da Figura 32). É possível, por meio dessa relação, elencar todos os produtos confeccionados a partir, por exemplo, do polímero ABS, ou do aço inoxidável, ou ainda produtos decorados que utilizam algum processo de impressão. Isso gera novos métodos de Seleção de Materiais, por analogia e pesquisa.

Dos grupos à direita da Figura 32, o primeiro é composto de informações estéticas dos produtos: os atributos visuais, táteis, acústicos; quando relevantes, olfativos, que permitem a indexação por meio dessas características e, indiretamente, a indexação dos produtos em si. Isso correlaciona tais características aos materiais e processos capazes de supri-las e gerá-las. O segundo grupo é formado por subsídios das percepções. Seu conteúdo e suas ligações aos produtos estão sujeitos a julgamentos: eles são dependentes da cultura, do gosto e da moda, pois esses se alteram com o tempo. Entretanto, como dito anteriormente, o fato de serem imprecisos não os inutiliza, mas permite a criação de novas formas de indexação de produtos e abrem diferentes caminhos para a aquisição de dados.

Resta um grupo – aquele ao topo da Figura 32. Ao projetar determinado produto, o designer é guiado por prioridades que condicionam – em maior ou menor intensidade – suas escolhas. Essas questões estão relacionadas às intenções, descritoras do ideal do produto. Indexar por intenções permite certo grau de abstração, já que une produtos radicalmente diferentes em suas funções práticas, mas projetados com base em um conjunto semelhante de prioridades. A intenção "Design para idosos" implica a visão de um produto com funcionalidade, apelo e preço adaptados a pessoas dessa faixa etária, o que influencia a configuração, forma, o tamanho, acabamento superficial, a cor, os materiais e processos utilizados para alcançar tal população. O "Design para produção em massa" requer um produto de baixo custo que possa ser fabricado por métodos automáticos, a grande velocidade e em grande escala, direcionando a eleição de materiais e processos de modelagem, junção e acabamento. "Design para reciclagem" implica a escolha de materiais e de formas de junção e acabamento que permitam seu desmembramento e retrocesso ao ciclo de produção. Se as intenções são claras ou deduzidas, os produtos podem ser ligados a elas.

Em função do grande número de variáveis envolvidas, Ashby e Johnson (2002) propõem uma analogia para facilitar a compreensão da relação entre elas. Se

compararmos a Figura 32 a um ser humano, o lado esquerdo da mesma – a parte dos materiais e processos – torna-se a carne e os ossos, as coisas que se pode tocar e sentir, ou seja, a fisiologia do produto. O lado direito – a parte da estética e percepções – torna-se o apelo e o caráter, a psicologia do produto. Encontrar uma analogia para intenções, dentro desse esquema é, porém, bastante complicado. Ela pode ser relacionada às características e ao estilo do designer: aquilo que o produto herdará por “parentesco”. Ao juntar todos esses grupos, tem-se, então, a personalidade do produto.

Essa estrutura informativa permite simplificar a indexação de um produto por seus atributos: nome, fabricante, número de série e assim por diante. De forma mais útil, pode-ser indexar produtos de maneira mais profunda, apontando-os por material, processo, intenção, estética e percepção. Esta indexação permite uma série de métodos de Seleção de Materiais, que podem ser comparados a estudos de resolução de problemas, que, por sua vez, dividem-se em dois procedimentos distintos: o método dedutivo e o método indutivo. Eles são as bases da seleção por análise, síntese, similaridade e inspiração, aqui analisados com base nos grupos de dados da estrutura da Figura 32. A seleção converte um grupo de entrada de dados – os requisitos do design – em um grupo de saída de dados – uma lista viável de materiais e processos. Esses métodos são apresentados na Figura 33.

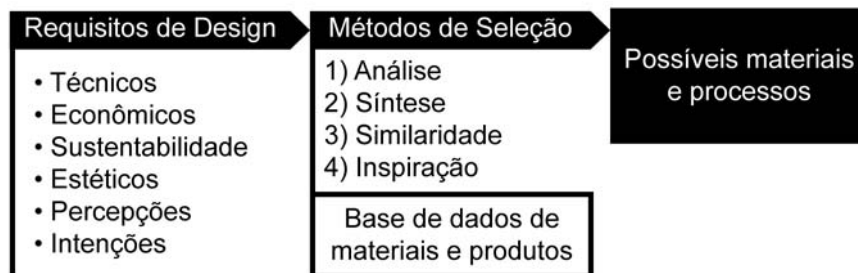


Figura 33: Métodos de Seleção de Materiais
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

2.6.1 Seleção por Análise

Ashby e Johnson (2002) explicam que os engenheiros têm sua formação em seleção baseada em análise, na qual as entradas são os requisitos técnicos. Nesse método, são quatro as etapas necessárias para definirem-se os dados de saída:

- Traduzir os requisitos, muitas vezes expressos em termos leigos, em um enunciado de objetivos e restrições ao qual o design deve adequar-se.
- Analisar o componente para o qual determinado material é prospectado, identificando indicadores de desempenho e expressando-os em equações que possam aferir sua performance.
- Identificar, por meio dessas equações, quais propriedades dos materiais são determinantes ao seu desempenho.
- Filtrar um banco de dados de materiais e propriedades, eliminando aqueles que se apresentam inapropriados às restrições, elencando os materiais resultantes dessa triagem com base em sua habilidade de maximizar os indicadores de desempenho.

Os componentes de Engenharia possuem uma ou mais funções: suportar cargas, conter pressão, transmitir calor, entre outras. Ao projetar certo componente, existirão objetivos como custo reduzido, performance, peso reduzido, segurança ou a conciliação entre esses requisitos que, para serem alcançados, estão sujeitos a restrições: certas dimensões fixas; a necessidade de suporte de determinada carga ou pressão; a segurança de operação em determinada zona de temperatura e em determinado ambiente; entre outras. Funções, objetivos e restrições definem as condições limites para optar por certo material e, quando os componentes transmitem carga, um formato para sua sessão transversal. Todo o projeto apresenta variáveis que permitem ajustes. O Quadro 7 demonstra o exame a ser realizado em busca de cada uma dessas informações.

Função	O que o componente fará?
Objetivo	O que deve ser maximizado ou minimizado?
Restrições	Quais são as condições não negociáveis a serem atingidas?
Variáveis Livres	Quais variáveis permitem liberdade de ajuste?

Quadro 7: Dados para Análise
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

A escolha de um material para o raio da roda de uma bicicleta pode tornar-se um bom exemplo. Seus requisitos estão listados no Quadro 8. Os três primeiros requisitos de design impõem limites aos atributos do material, permitindo a exclusão

de candidatos inadequados. Aqueles que permanecem são posicionados segundo o quarto requisito: maior resistência com menor massa (aqui a massa é o indicador de desempenho). Essas informações devem ser equilibradas em relação ao custo.

Dados de Entrada	Caminho para a seleção de materiais
Resistência ao impacto	• Tenacidade a fratura, $K_{Ic} > 20 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$
Resistência a corrosão	• Materiais que não se corroam com a água
Pode ser conformado na forma de roda	• Materiais que possam ser extrudados ou moldados
Leve e capaz de suportar as cargas	• Posicionar por resistência e densidade

Quadro 8: Análise Técnica para a Escolha de um Material para o Raio de uma Bicicleta
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Ashby (2005) expõe que a performance do componente, avaliada pela medida de performance (P), é dependente das variáveis de controle. Essas variáveis incluem as dimensões do componente, as cargas mecânicas, térmicas e elétricas que este deverá suportar e as propriedades do material com o qual será confeccionado. A performance é descrita em termos de variáveis de controle, para uma ou mais funções objetivas.

Uma função objetiva é, segundo Ashby (2005), uma equação que descreve uma medida de performance, expressa de maneira que a performance é inversamente proporcional ao seu valor, o que resulta em um valor mínimo para P . Assim: “ $P = f[(\text{Cargas}, F), (\text{Geometria}, G), (\text{Material}, M)]$ ”, ou “ $P = f[F, G, M]$ ”, em que “ f ” significa “uma função de”. O design otimizado é aquele no qual a seleção do material e da geometria minimiza uma medida de performance. Uma seleção de múltiplos objetivos terá várias medidas de performance (P, Q, R, \dots).

Retornando ao exemplo do material a ser selecionado para os raios da roda de uma bicicleta, temos as exigências de projeto, que especificam o comprimento dos raios (L) e a carga (F) que os mesmos devem suportar. A função do componente é a fixação do aro à bicicleta; o objetivo do componente é minimizar a massa da bicicleta; as restrições impostas pelo projeto são o comprimento (L) dos raios – definidos pelo tamanho do aro da roda, e a carga (F) a ser suportada sem falhas; e as variáveis livres são a área da seção transversal (A) e a definição de materiais.

A medida de performance é a massa (m), fator que se deseja minimizar. A equação de performance descreve esse objetivo: “ $m = AL\rho$ ”, em que “ ρ ” é a densidade do material. O comprimento (L) é dado, mas a área da seção (A) não; reduzindo-a, reduz-se a massa. Se ela for reduzida ao extremo, porém, sua capacidade de suporte de carga (F) será afetada, o que restringe a seção. Em consequência disso, temos que “ $F/A > \sigma_y/S$ ” (“ σ_y ” é a tensão de escoamento e “ S ” é o fator de segurança). Utiliza-se isso para substituir “ A ” na equação prévia da massa “ m ” obteremos: “ $m > SFL [\rho/\sigma_y]$ ”. Todas as variáveis aqui são definidas, com exceção do termo dentro dos colchetes, o qual depende apenas do material. A massa é minimizada (e a performance é maximizada) pela escolha do material com dados de “ ρ/σ_y ” mais adequados, o que é chamado de índice de material.

Cada configuração de função-objetivo-restrição leva ou a uma medida de performance, contendo um grupo de propriedades de materiais, ou a um índice de material, sendo este específico para cada combinação. O Quadro 9 traz alguns exemplos de índice que podem ser utilizados em projetos de produtos.

Função, Objetivo e Restrição	Índice de minimização
Fixação, <i>peso mínimo, rigidez prescrita</i> (Cabo de suporte de estrutura leve tensionada)	ρ/E
Viga, <i>peso mínimo, rigidez prescrita</i> (Mastro de asa de avião, cabo de taco de golfe)	$\rho/E^{1/2}$
Viga, <i>peso mínimo, resistência prescrita</i> (Braço de suspensão de automóvel)	$\rho/\sigma_y^{2/3}$
Painel, <i>peso mínimo, rigidez prescrita</i> (Painel de porta de automóvel)	$\rho/E^{1/3}$
Painel, <i>peso mínimo, resistência prescrita</i> (Topo de mesa)	$\rho/\sigma_y^{1/2}$
Coluna, <i>peso mínimo, resistência a compressão prescrita</i> (Válvula de sistema hidráulico de aviões)	$\rho/E^{1/2}$
Mola, <i>peso mínimo para o armazenamento de energia dado</i> (Molas de retorno de aplicações espaciais)	$E\rho/\sigma_y^2$
Dobradiça natural, <i>máxima distorção, flexível sem falhar</i> (Dobradiças baratas)	E/σ_y
(ρ = densidade; E = módulo de Young; σ_y = limite elástico)	

Quadro 9: Índices de Materiais
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Ashby (2005) esclarece que esses índices permitem comparações, as quais podem ser mais facilmente visualizadas por gráficos gerados em *softwares* como o CES. Na Figura 34, são apresentados materiais, candidatos ao exemplo do aro da bicicleta; os materiais que apresentam os menores valores de “ ρ/σ_y ” são as melhores escolhas, e estão isolados no gráfico pela linha relacional. Outros gráficos podem ser gerados analisando-se a resistência a corrosão, resistência ao impacto, rigidez, entre outros, o que afunila a escolha.

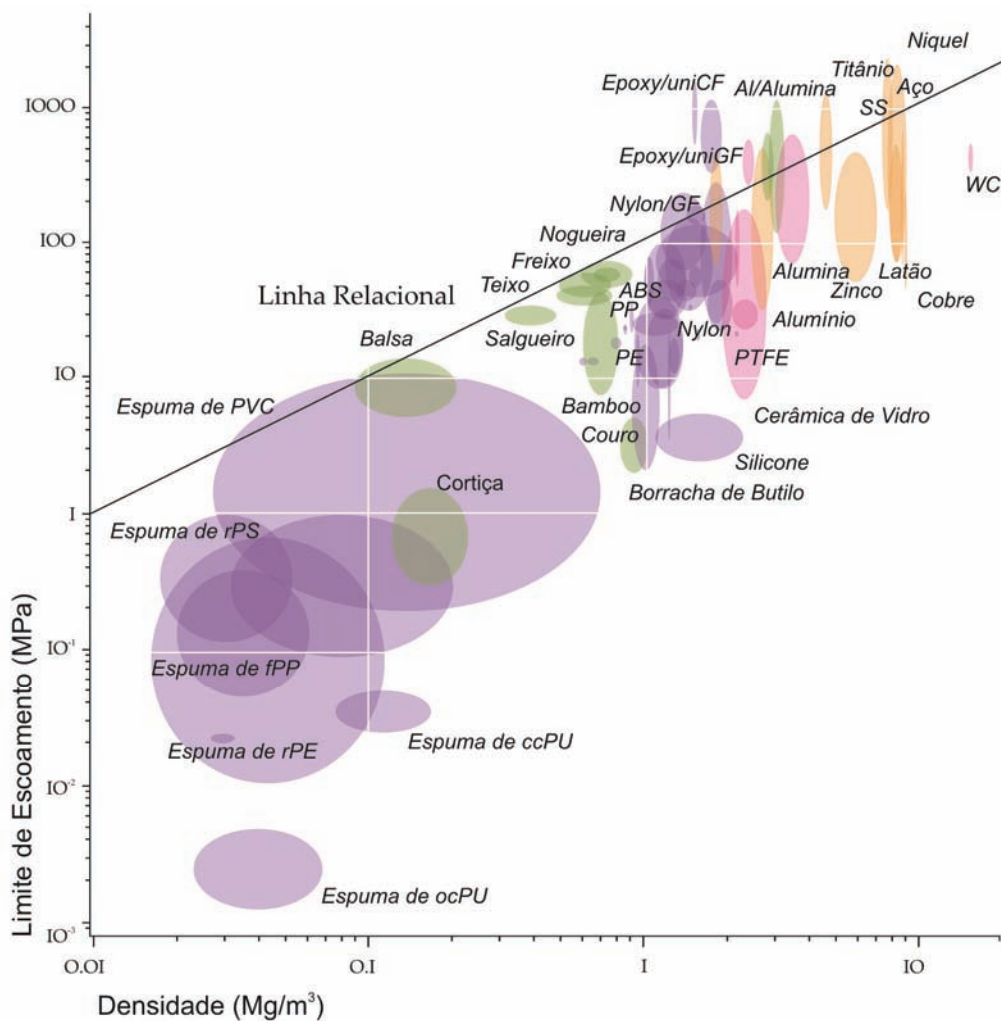


Figura 34: Otimização da Seleção
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Outro passo importante é analisar os materiais com relação a seus custos e performances. Isso nos leva a Figura 35, na qual os candidatos mais prováveis, apontados pelo gráfico anterior estão próximos à curva relacional, que conecta

custos e densidades. Assim, aço, aços de baixa liga, ligas de alumínio e aço inoxidável despontam como boas escolhas. Os polímeros reforçados com fibras de carbono são mais leves, porém são alternativas de alto valor; as ligas de titânio também são caras e têm maior massa, sendo descartadas do processo de seleção.

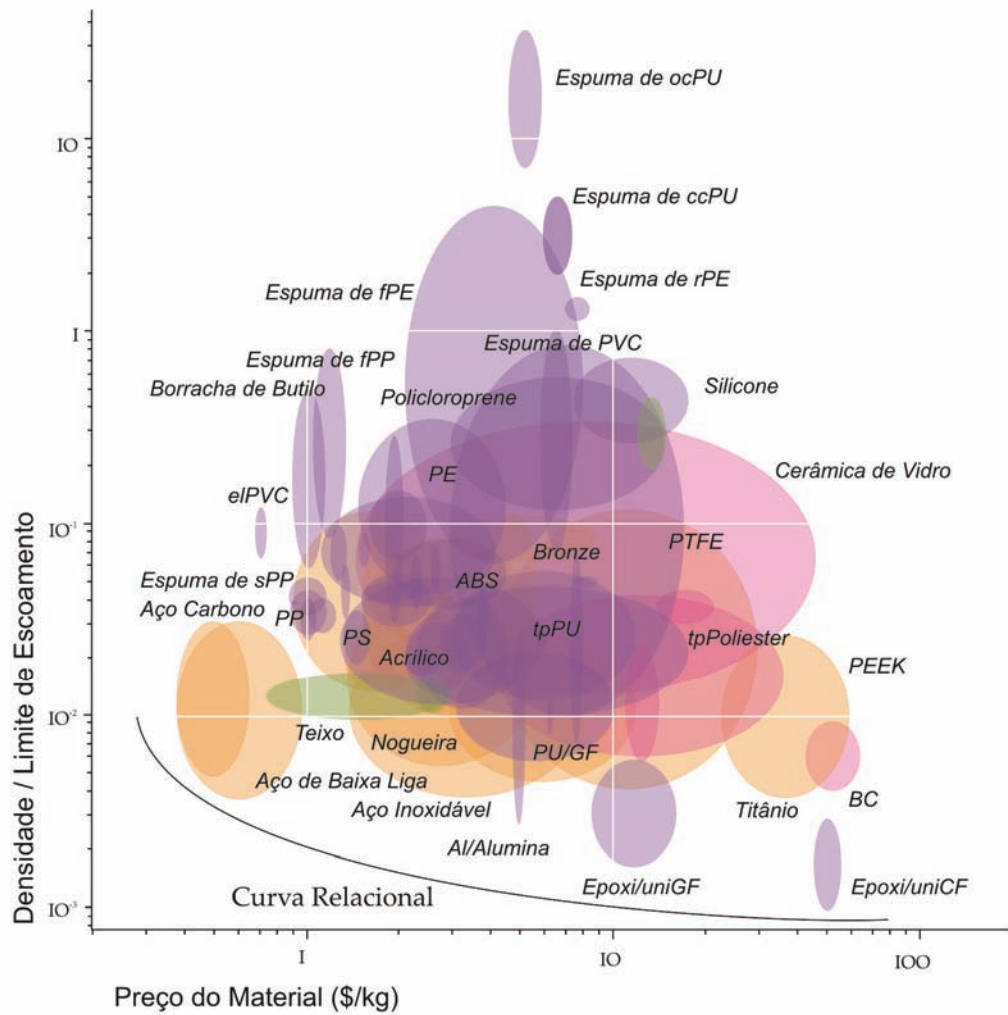


Figura 35: Relação entre Performance e Custo
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

O método de análise está esquematizado na Figura 36. Tal metodologia possui muitos pontos favoráveis, pois, conforme Ashby e Johnson (2002), ele é sistemático; baseado em profundo conhecimento dos fenômenos fundamentais e é robusto: os dados de entrada fornecidos são precisos, e as regras nas quais o modelo é baseado são sólidas. Esses mesmos trunfos da análise podem tornar-se um grande limitador, já que restringem o acesso a um limitado conjunto de problemas específicos e a regras bem estabelecidas. O método analítico apresenta,

segundo os autores, debilidades, fazendo-se necessária a aplicação de outros métodos complementares.



Figura 36: Seleção por Análise
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

2.6.2 Seleção por Síntese

A síntese, na visão de Ashby e Johnson (2002), tem suas origens em experiências passadas e analogias. Aqui, os dados de entrada são requisitos de design expressos na forma de um conjunto de características que descrevem intenções, estéticas e percepções. O caminho para a Seleção de Materiais explora o conhecimento gerado por problemas previamente solucionados (*cases* ou casos de produtos) que apresentem uma ou mais características comuns à nova situação. Dessa forma, criam-se potenciais soluções a serem sintetizadas e testadas por suas habilidades em suprir os requisitos do novo projeto de design.

Um produtor de equipamentos médicos, por exemplo, percebe a necessidade de redesenhar sua bomba de insulina, considerada clínica e intimidante, de modo a torná-la mais aceitável, amigável, atual e até mesmo divertida. Isso leva à lista de percepções desejadas encontradas no Quadro 10. Um ponto de partida é a pesquisa de outros produtos que geram as percepções desejadas. Uma pesquisa por “atual” e “divertida” fornece um número de produtos que podem ser caracterizados por cores brilhantes, o uso de policarbonato (PC) transparente, polipropileno (PP) ou polietileno (PE) translúcidos, elastômeros macios, geralmente fabricados por moldes de injeção. Isso sugere mudanças no design que a empresa pode perseguir.

Dados de Entrada	Caminho para a seleção de materiais
Atual	<ul style="list-style-type: none"> • Transparência e cores brilhantes do PC • Translucidez do PP e do PE
Engraçado	<ul style="list-style-type: none"> • Superfícies de elastômeros macios • Formas simples e coloridas • Formas feitas por injeção com referências a animais e formas humanas

Quadro 10: Percepções Desejadas para uma Bomba de Insulina
 Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Para os autores acima citados, com base em uma análise inicial, o método de síntese baseado em analogia (Figura 37) aparenta ter uma limitação: ele é dependente de experiências prévias, sendo que não pode sugerir soluções novas e radicais. Isso, no entanto, pode ser um julgamento muito severo. O método encoraja o cruzamento de informações: desenvolvimentos em determinado campo podem ser adaptados à utilização em outro no qual ele era previamente desconhecido. É uma forma diferenciada de inovação, que também é denominada união de tecnologias.

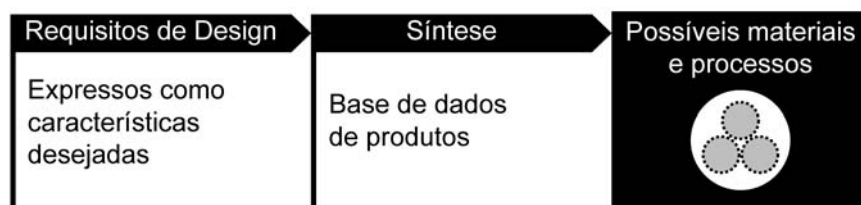


Figura 37: Seleção por Síntese
 Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Esse método de seleção é análogo ao de análise de produtos concorrentes utilizado no Design de Produto. Citado por diversos autores, entre eles Baxter (1998), é denominado de diferentes formas, como, por exemplo, análise de similares. De acordo com ele, buscam-se no mercado produtos concorrentes, os quais são desmontados e analisados à exaustão. Além dos materiais, esse método também avalia as estratégias de marketing, a morfologia, os mecanismos, a ergonomia, dentre outras características, levantando, assim, as melhores soluções disponíveis e quais as oportunidades de inovação existentes.

2.6.3 Seleção por Similaridade

Ashby e Johnson (2002) colocam que existem várias razões que podem levar um designer a considerar um material similar, entre elas a necessidade de substituição, o rompimento com conceitos preestabelecidos ou a simples exploração. Substitutos são desejados quando um material reconhecido não está mais disponível ou falha, por alguma razão, em se adequar a mudanças de requisitos de design – uma exigência de ajuste dos produtos gerada por uma nova legislação ambiental, por exemplo. A análise é possível, mas, ao optar-se por tal metodologia, são desperdiçadas informações valiosas, já levantadas em estudos anteriores. Materiais reconhecidos têm status respeitado já que, por razões não completamente compreendidas, possuem a complexa combinação de atributos que solucionam as condições de design. O perfil de atributos do material original a ser substituído é, ou foi, um retrato de um material ideal. Um bom retrato pode capturar aquilo que é sutil e dificilmente analisado.

O material substituto deve, idealmente, comparar-se em todos os aspectos importantes ao material original, exceto, obviamente, no aspecto que gerou a necessidade de substituição. Uma forma de aproximação a esse tipo de questão é o método “captura, edição e pesquisa”. Inicialmente, define-se o perfil de atributos do material original – tarefa simples, com as atuais fontes de pesquisa. Se tal perfil for utilizado como modelo para o processo de seleção, será possível encontrar como resposta apenas o material original. Assim sendo, o próximo passo é a edição, que consiste na suavização das restrições dos atributos não-críticos, garantindo uma abrangência suficiente de candidatos. É indispensável, também, a reavaliação do atributo motivador da alteração. A última etapa do método, a pesquisa, fornece substitutos com qualidades essenciais similares às do material original, sem, porém suas debilidades (Figura 38).

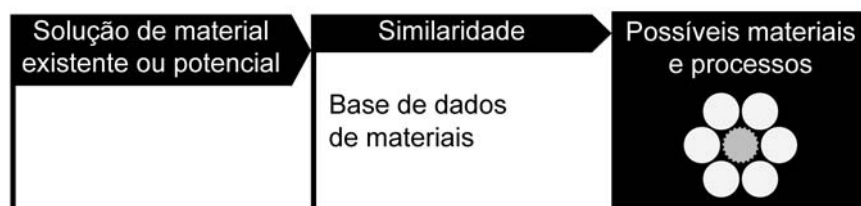


Figura 38: Seleção por Similaridade
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

A pesquisa por materiais similares pode também, conforme Ashby e Johnson (2002), agir como método de ampliação das possibilidades de solução de materiais. Os designers, muitas vezes, têm seu trabalho contaminado por preconceções. PC, ABS ou uma combinação de ambos, por exemplo, podem ser considerados as melhores alternativas para a construção de corpos e carcaças de produtos; o PE, o PP ou o PET podem ser tomados como a solução ideal aos problemas de embalagem; o alumínio ou o aço podem ser a resposta “mágica” à maioria dos produtos de engenharia. Preconceitos são um atalho para a solução instantânea, mas são limitadores da inovação. Uma pesquisa por materiais similares pode romper preconceções e, dessa forma, introduzir criatividade ou novidade a determinada solução de design.

2.6.4 Seleção por Inspiração

Segundo Ashby e Johnson (2002), os designers obtêm grande parte de seus conceitos por meio da obra de outros designers (tanto antigos quanto atuais) e de seu ambiente. É possível pesquisar por essas fontes de inspiração de maneira sistemática, base da seleção por síntese. Mas muitas das boas ideias são desencadeadas acidentalmente, por um encontro não planejado. O encontro é "inspirador", o que ativa o pensamento criativo. O método científico não é útil nesse caso, já que a inspiração vem da imersão, da exploração quase aleatória de ideias (Figura 39). O termo "quase" aqui é relevante; para a inspiração ser útil, as ideias necessitam de certa estrutura.



Figura 39: Seleção por Inspiração
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

A inspiração pode ser ativada pela interação do designer com materiais ou – menos aconselhável – pela observação de imagens dos mesmos. A inspiração pode ainda ser ativada pela interação com produtos, pela pesquisa em boas lojas que

comercializem objetos de Design, ou pelo exame de livros. Na verdade, um dos papéis de revistas e livros de coleções é simplesmente apresentar ao leitor imagens excitantes, em uma ordem mais ou menos aleatória. Outra maneira de acionar a criatividade é a visualização na internet de imagens digitais de materiais, aliadas a algumas informações técnicas e contatos de fornecedores.

2.6.5 Combinação de Métodos

A Figura 40 apresenta uma forma de pensamento que engloba todos os métodos já discutidos, por meio da correlação com o modelo de bolhas do capítulo 2, item 2.2, só que, agora, focado na escolha de materiais e processos. Nesse modelo, os métodos de seleção apresentados anteriormente são representados por grandes bolhas. Sua incumbência é gerar possíveis soluções para o *design brief*. Cada um gera uma população de pequenas bolhas – as soluções que sobreviveram ou emergiram da técnica, cada uma contendo informações a respeito de determinados materiais ou da combinação deles.

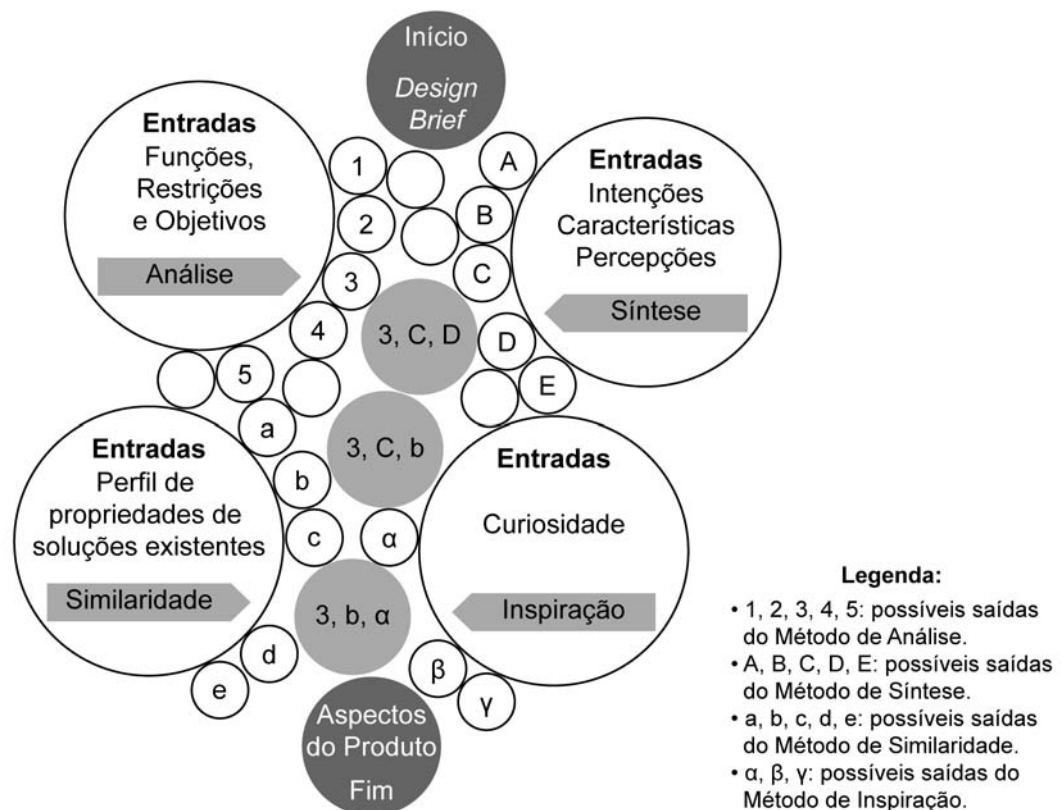


Figura 40: A Combinação de Métodos para gerar o Caminho para a Seleção de Materiais
Fonte: adaptado de Ashby e Johnson (2002).

Os métodos de seleção, representados pelas bolhas maiores, baseiam-se em dois grandes recursos: uma base de dados de materiais e processos, e uma base de dados de produtos armazenados, exemplos indexados do uso prévio de materiais em produtos. A escolha de um determinado percurso, partindo do *design brief* até a especificação do produto, depende da natureza do problema de seleção. Se o problema for bem detalhado, o método de análise filtra eficientemente a população contida na base de dados de materiais, eliminando membros que não sejam adequados aos requisitos e posicionando possíveis candidatos por meio da medida de seu desempenho, o que dá origem às possíveis bolhas de solução (1, 2, 3...). A base de dados de produtos, então, fornece informações de suporte – produtos nos quais estes materiais foram utilizados.

Se os requisitos não podem ser facilmente quantificados, a análise é desabilitada. O método de síntese pode ser utilizado para gerar possíveis soluções (A, B, C...) através da exploração de produtos que têm as características desejadas, extraíndo informações sobre materiais e processos. Aqui, a base de dados de produtos é a principal ferramenta do designer. Ela fornece os dados de materiais, ou seja, o perfil, uma vez que um possível material é identificado. Quando a especificação é ainda menos precisa, possíveis soluções (a, b, c...) podem ser geradas pela utilização do método de similaridade. De fato, no reexame de materiais já utilizados em produtos, é útil saber quais são as alternativas disponíveis. Nesse caso, tanto a base de dados de materiais quanto a de produtos atuam como recursos. Finalmente, uma possível solução pode surgir de um processo de navegação – simplesmente explorando o uso de materiais em produtos, escolhidos aleatoriamente, utilizando-se os resultados como uma fonte de inspiração (α , β , γ ...).

Qualquer um desses métodos pode ser utilizado isoladamente, mas o caminho mais eficiente explora os dados mais adequados gerados por cada um deles. Assim, a eleição de determinado material para uma estrutura leve, por exemplo, é um problema bem especificado, encontrando possíveis soluções por meio da metodologia de análise. Mas se uma dessas soluções não lhe é familiar, o designer pode mostrar-se relutante em sua utilização, temendo problemas inesperados. É útil, então, recorrer à síntese, buscando produtos que se valham de estruturas leves, averiguando sua composição, ou produtos fabricados em materiais não-familiares. O resultado obtido pode ser considerado uma fusão das bolhas de solução da análise com as bolhas da síntese, o que gera novas e híbridas saídas.

Recursos provenientes de outros métodos podem ser combinados de maneira semelhante.

Como um modelo para o processo de Seleção de Materiais, o diagrama de bolhas, embora complexo, é uma forma de representação mais acurada do que o modelo linear. Dentro de um método é possível encontrar caminhos lineares, mas é raro que estes não induzam uma escolha livre de ambiguidades. Geralmente, um caminho com desvios, como o a pouco descrito, é a melhor solução.

De acordo com os levantamentos realizados, é possível concluir que Ashby e Johnson (2002) propuseram os melhores métodos para resolver problemas relacionados à Seleção de Materiais relativos à personalidade do produto. Segundo esses métodos, – em especial os de seleção por inspiração e síntese – a busca de informações deve ocorrer em fontes diversas. A crítica a eles pode ser feita, pois apenas um designer experiente pode realizar as diversas conexões de imagens, memórias e dados necessários para atingir um bom resultado, já que os elementos existentes estão dispersos e sem o foco necessário.

3 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo, encontra-se o desenvolvimento dessa pesquisa. Primeiramente, propõe-se um modelo de elucidação das emoções capaz de expor as variáveis envolvidas durante a interação homem-objeto. Em seguida, são apresentadas duas pesquisas de campo que promovem a compreensão dos atributos verbais utilizados por usuários na descrição de produtos e materiais. Por fim, é exposto o método para levantamento de características intangíveis dos produtos e materiais a serem incorporadas ao Design de Produto por meio da Seleção de Materiais.

3.1 MODELO DE ELUCIDAÇÃO DAS EMOÇÕES

Conforme foi concluído no capítulo 2, item 2.4.3, cada modelo de elucidação das emoções existente leva em consideração apenas partes do processo, havendo necessidade de uma visão unificadora. Sendo assim, tornou-se fundamental propor um modelo novo, que considere as características intangíveis dos produtos e materiais e as suas relações com as demais variáveis envolvidas. Para atingir esse objetivo, buscou-se fundamentação nos modelos de Norman (2008), Desmet e Hekkert (2007), Fenech e Borg (2006) e Person (2003), mapeados anteriormente, e as considerações de diversos outros autores, como Minim (2006), Löbach (2001), Niemayer (2008) e Csikszentmihalyi (1995).

Considerando-se os autores citados, é proposto um modelo inédito de elucidação das emoções (Figura 41) no qual o indivíduo aparece como principal elemento. São exploradas suas idiossincrasias, seus processos cognitivos e perceptivos, suas reações, suas ações físicas e as manifestações geradas pelo processo. Os materiais e as possíveis formas dos objetos têm ênfase em tal modelo, já que são capazes de provocar estímulos por meio de suas características técnicas e estéticas. Ambos, indivíduo e objeto, encontram-se inseridos no contexto de interação, que, por sua vez, apresenta-se como parte integrante do contexto cultural. Destaca-se, também, a interação e a possibilidade de avaliá-la por meio da classificação da experiência ocorrida, com base em diferentes métodos de pesquisa de campo.

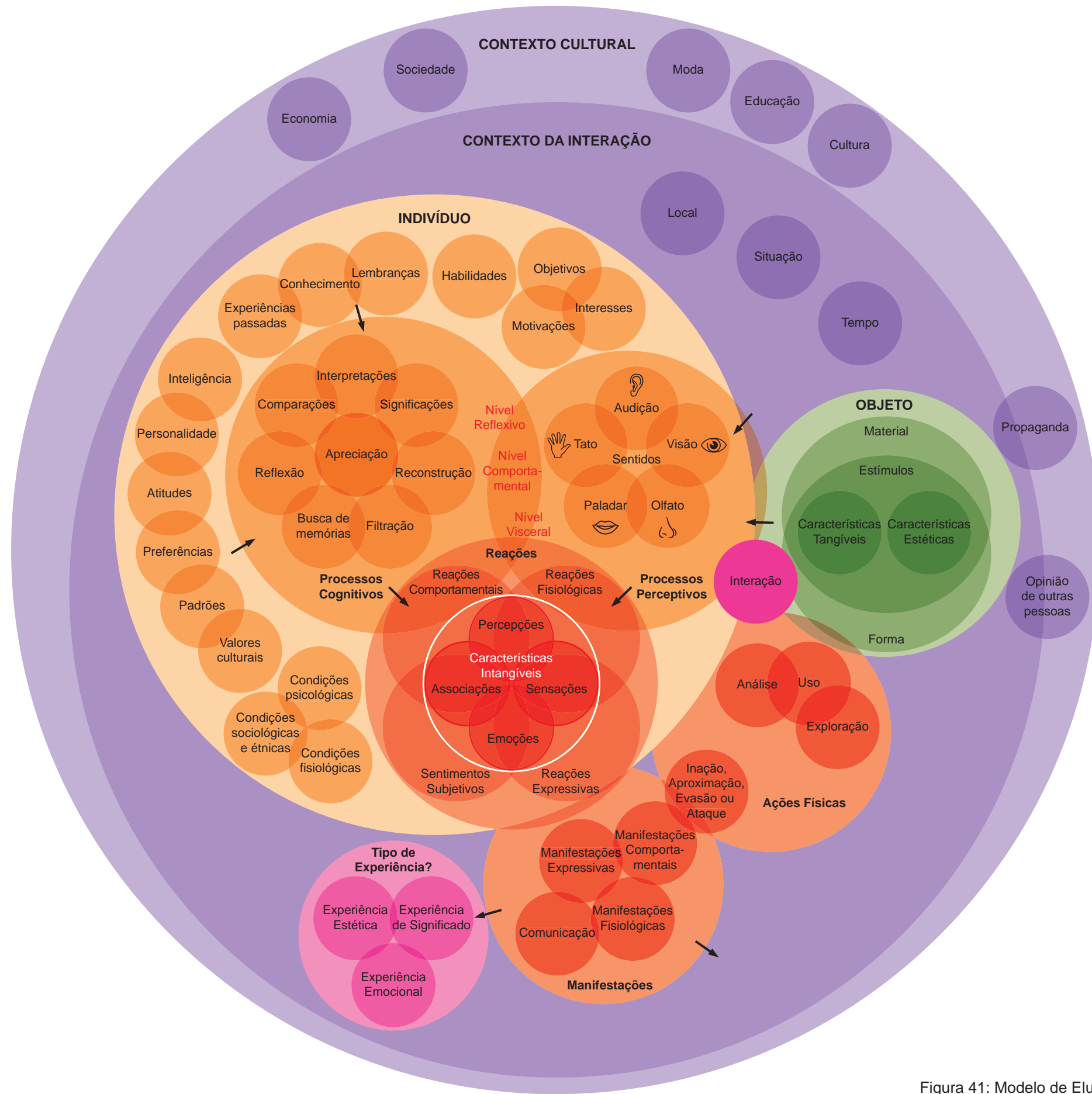


Figura 41: Modelo de Elucidação das Emoções

O esquema proposto tem como base o modelo de bolhas, discutido no capítulo 2, item 2.2. Ele se mostra mais adequado à representação de processos dinâmicos e caóticos, no qual a interrelação de fatores não se apresenta de forma linear e bem definida. Dessa forma, é possível facilitar a compreensão, por exemplo, de um processo tido como inicial, mas que ocorre paralelamente a outros que o influenciam. Outra característica importante dessa forma de representação esquemática é sua adequação ao pressuposto do Design e Emoção que afirma que o Design deve ser centrado no usuário. A seguir é descrito, em detalhes, cada aspecto da estrutura da Figura 41.

3.1.1 Interação

A interação do homem-produto pode ser classificada de três formas distintas, a instrumental, a não-instrumental e a não-física; seguidas de diferentes tipos de variáveis (DESMET e HEKKERT, 2007). As diferentes configurações da interação já foram discutidas no capítulo 2, item 2.4.3. Na interação instrumental e não-instrumental, o homem percebe os estímulos do objeto e do contexto no qual ocorre o processo por meio de seus sentidos e de suas ações físicas.

3.1.2 Contextos

Na Figura 42, é representado o conjunto de variáveis do contexto cultural e do contexto da interação que aparecem durante o processo de elucidação das emoções. O contexto cultural é o macroambiente no qual estão inseridas a cultura, a economia, a sociedade, a educação e a moda. Segundo Norman (2008, p. 54), “os aspectos culturais têm um impacto enorme: o que uma cultura acha atraente, uma outra pode não achar. De fato, a cultura adolescente parece detestar coisas unicamente porque a cultura adulta gosta delas”.

A importância dos fatores culturais é ainda mais evidente quando consideramos que indivíduos são, em grande parte, produto do meio em que vivem. Assim, as diferenças individuais são formadas com base na configuração dos diversos aspectos dispersos no contexto em que o indivíduo transita.



Figura 42: Contextos

O nível reflexivo, apontado por Norman (2008, p. 89), é altamente influenciado por tal contexto: “se você projeta para o nível reflexivo, para o sofisticado, seu design pode rapidamente se tornar datado porque esse nível é sensível a diferenças culturais, a tendências na moda, e a flutuação contínua”. Desse modo, o que é visto como sofisticado, contemporaneamente, pode não o ser no futuro.

No contexto da interação, destacam-se como características primordiais o local, a situação e o tempo. A situação tem a capacidade de alterar o núcleo de emoção de determinado indivíduo (RUSSEL, 1980, *apud* DESMET e HEKKERT, 2007); o mau humor, por exemplo, pode ser causado por um engarrafamento ou por condições climáticas indesejadas (DESMET e HEKKERT, 2007). Ao projetar um ambiente apropriado para a interação do usuário com o produto, é possível estimular mais pontos sensoriais, de forma a aumentar a adesão e o valor percebido dos mesmos por parte dos consumidores (LINDSTROM, 2007).

Dois variáveis são apresentadas como características pertinentes a ambos os contextos, próximas ao produto: propaganda e opinião de outras pessoas. Essas variáveis têm relação com a significação dos objetos (DESMET e HEKKERT, 2007) e podem ter papel decisivo ao sucesso comercial de um produto.

3.1.3 Objeto

O objeto é composto por sua forma e seu material. Ambos ofertam estímulos ao indivíduo por meio de suas peculiaridades técnicas e estéticas (Figura 43), amplamente discutidas no capítulo 2, item 2.4. Geralmente um ou mais aspectos dessas especificidades destacam-se dos demais, podendo dificultar a observação dos outros. As pessoas tendem a analisar suas experiências sensoriais relacionando-as ao principal sentido envolvido: a comida tem um sabor agradável, os sistemas de som apresentam uma ótima qualidade sonora, os tênis são confortáveis (LINDSTROM, 2007). Cabe ao designer estimular adequadamente os pontos de contato sensorial em seu projeto.

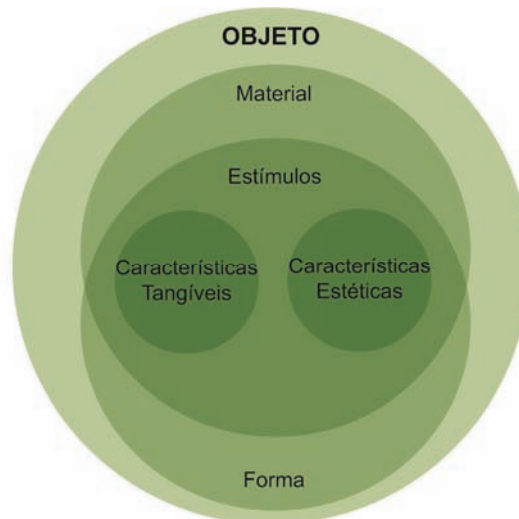


Figura 43: Objeto

3.1.4 Indivíduo

O indivíduo (Figura 44) é constituído por um conjunto de idiossincrasias capazes de influenciar sua interação com o produto; forjadas ao longo de sua existência pelas vivências sociais e culturais disponíveis no meio em que está inserido, em sua maioria, foram previamente percebidas e processadas cognitivamente. Essas características foram agrupadas por similaridade, facilitando sua compreensão.

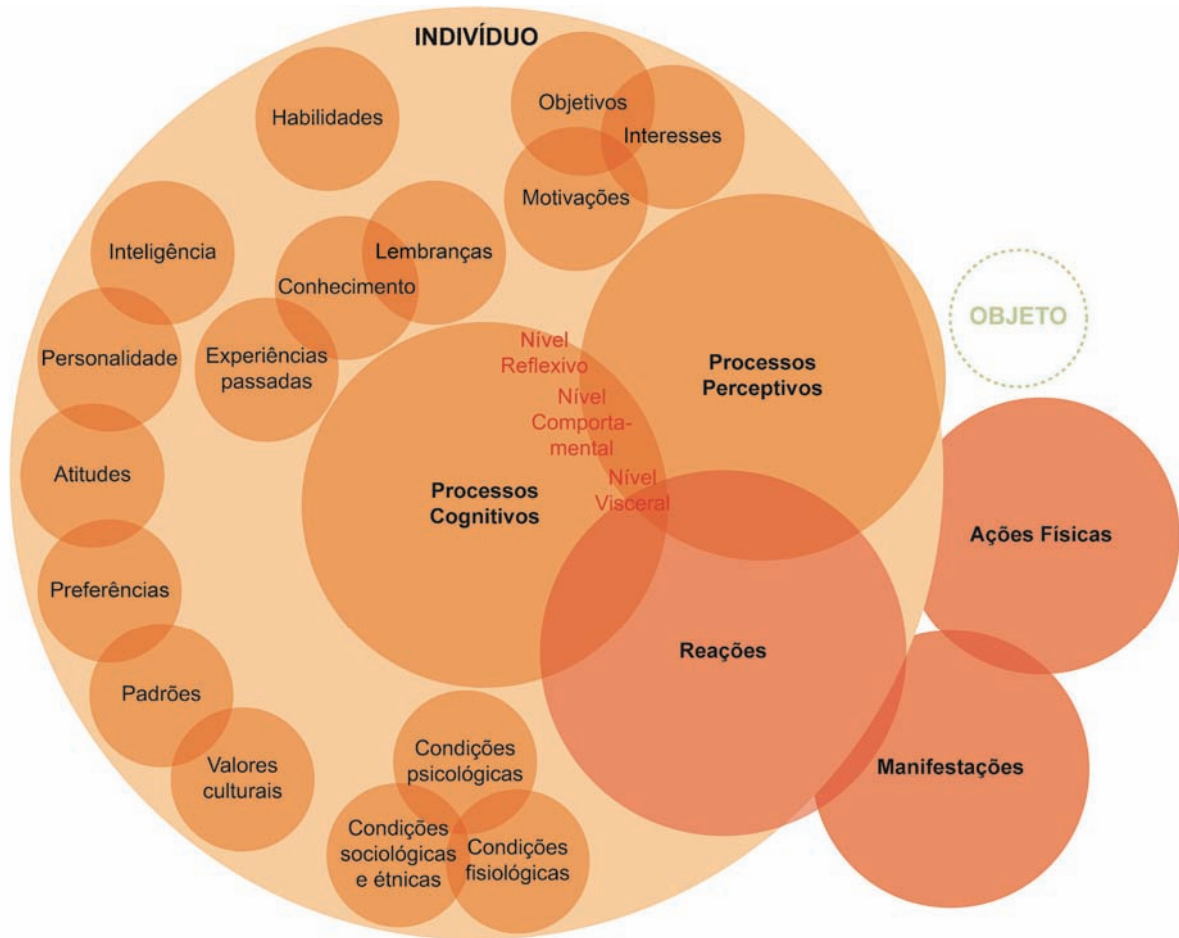


Figura 44: Indivíduo

Experiências passadas, conhecimentos e lembranças representam a base de informações do indivíduo. Elas ditam e influenciam todas as demais características e servem de base para os processos cognitivos, o que justifica sua proximidade dentro do esquema da Figura 44. Personalidade, inteligência, atitudes, preferências, valores culturais e padrões externam quem é o sujeito e representam a maneira que outras pessoas o julgam, sendo fortemente relacionados ao nível reflexivo. Os produtos que consome e seu estilo de vida ajudam na representação da imagem que as demais pessoas formam do indivíduo (NORMAN, 2008).

As condições sociológicas e étnicas agrupam outra série de especificidades: idade, sexo, educação e renda. Junto às condições fisiológicas e psicológicas (MINIM, 2006), poderão favorecer, ou não, a interação. Se uma pessoa estiver esgotada fisicamente, por exemplo, provavelmente, não apresentará grande interesse na experiência oferecida por um novo equipamento esportivo.

O indivíduo possui objetivos, motivações e interesses de curto e longo prazo. Os de longo prazo ajudam a projeção de sua imagem no mundo e possuem grande

influência sobre outras de suas características. Quando pensados em curto prazo e dentro do contexto de interação, é possível julgar que objetivos, motivações e interesses estarão relacionados ao produto e terão grande influência sobre as ações físicas. Por isso sua representação encontra-se próxima a essas variáveis na Figura 44. As habilidades individuais também influenciam a interação com o produto, especialmente com relação a seus aspectos de uso e ao nível comportamental de processamento do cérebro.

Outra questão importante do modelo são os níveis de processamento do cérebro – visceral, comportamental e reflexivo (NORMAN, 2008). A disposição dessas informações mostrou-se complexa dentro do esquema, uma vez que interferem em todo o processamento de informações. Os níveis aparecem então no centro desses processos. Sua localização foi organizada em ordem de complexidade – do mais complexo (reflexivo) ao menos complexo (visceral) – e também pela sua proximidade com os sistemas de processamento que mais os influenciam.

O sistema perceptível humano é composto pela visão, audição, olfato, paladar e tato (Figura 45). Tais sentidos interagem entre si, de maneira que um objeto de apelo multisensorial, provavelmente, atrairá maior atenção e despertará a interação com o usuário em maior escala do que outro que sensibilize apenas dois deles, por exemplo. Geralmente o indivíduo toma conhecimento do objeto por meio dos seus sentidos de distância – visão, audição e olfato – o que justifica a colocação desses na Figura 45 de maneira mais próxima ao objeto.



Figura 45: Processos Perceptivos

Após identificar a presença do objeto, o indivíduo inicia uma tendência comportamental de aproximação, inação, evasão ou ataque (DESMET e HEKKERT,

2007), apresentadas na Figura 46. Essas ações ocorrem em paralelo às reações e manifestações que são esplanadas mais adiante. Estão fortemente ligadas ao nível visceral de processamento, uma vez que são influenciadas, em um primeiro momento, pela estética do objeto. Outros níveis e emoções poderão atuar sobre tais ações. No caso de aproximação, as ações físicas de uso, exploração e análise são disparadas, e por isso sua colocação próxima ao objeto. Durante a interação física, estabelece-se uma relação tátil, e, em alguns casos, gustativa.



Figura 46: Ações Físicas

Os estímulos percebidos pelos sentidos são processados pela cognição (Figura 47), que consiste no desempenho de operações de comparação, interpretação, significação, reflexão, reconstrução, filtração e busca de memórias. Tais processos auxiliam na apreciação, que consiste na avaliação das propriedades dos estímulos, do contexto na qual ela ocorre e das propriedades do próprio indivíduo (DESMET e HEKKERT, 2007).



Figura 47: Processos Cognitivos

Conforme a Figura 48, os processos perceptivos e cognitivos, juntamente com os níveis de processamento, conduzem o usuário à apresentação de reações comportamentais, reações expressivas, reações fisiológicas e sentimentos subjetivos (DESMET e HEKKERT, 2007).

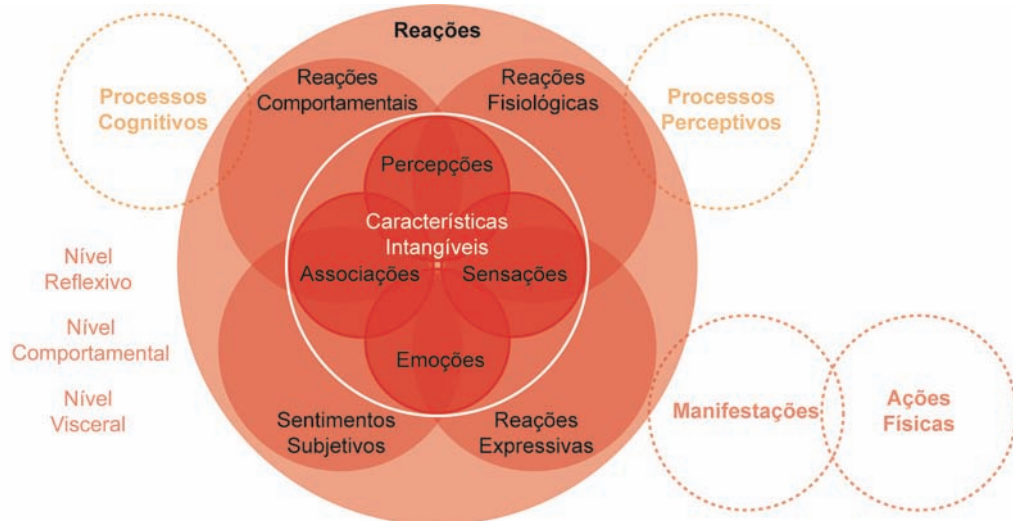


Figura 48: Reações

As reações desencadeiam sensações, associações, percepções, emoções, manifestações e ações físicas, sendo válido enfatizar novamente que esses processos ocorrem simultaneamente e influenciam-se mutuamente. Assim, as reações são consideradas aqui sinais enviados pelo cérebro para que ocorram as diferentes formas de manifestação (Figura 49), classificadas como manifestações expressivas, manifestações fisiológicas, manifestações comportamentais e comunicação.



Figura 49: Manifestações

As reações fisiológicas podem apresentar-se como dilatação das pupilas, suor, tremor; as reações expressivas são capazes de gerar franzir de testa, sorrisos; as comportamentais podem gerar inação, evasão, ataque; os sentimentos subjetivos podem ser uma espécie de alerta a determinada mudança no núcleo de emoção (DESMET e HEKKERT, 2007). Na Figura 48, foram enfatizadas as características subjetivas relacionadas ao objeto, classificadas como sensações, associações, percepções e emoções. A geografia da figura demonstra que essas características são um constructo pessoal, o que leva à conclusão de que não são inerentes ao objeto, mas sim à subjetividade do indivíduo. Isso ratifica as proposições de Hoffman (2000) e Austin (1993).

3.1.5 Tipo de Experiência

Pode-se dizer, por meio da análise das manifestações fisiológicas, comportamentais e das expressões faciais e corporais de um usuário, se ele está triste, mal humorado ou animado. É possível questioná-lo como se sente. Assim, se o indivíduo for observado ou questionado durante ou após sua interação com determinado objeto de análise, é possível coletar informações valiosas a cerca do tipo de experiência pela qual passou. Para isso, são utilizadas diferentes técnicas de levantamento de características intangíveis, discutidas no capítulo 2, item 2.5.

As experiências podem ser classificadas em estéticas, de significado ou emocionais, já discutidas no capítulo 2, item 2.4.3 (DESMET e HEKKERT, 2007). Na Figura 50, são demonstrados esses diferentes tipos de experiência e sua relação com as fontes de informações, ou seja, as manifestações e ações físicas do usuário.

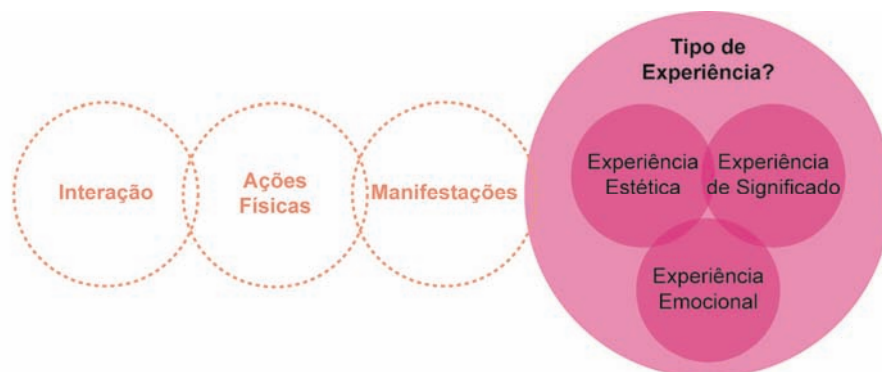


Figura 50: Interação e Tipo de Experiência

3.1.6 Atributos Verbais

Quando o indivíduo é questionado a respeito da natureza das experiências vivenciadas por ele, são utilizados atributos verbais para discriminar sensações, associações, percepções e emoções que se apresentaram. O indivíduo racionaliza tais acontecimentos de sua subjetividade, expressando-os por meio de diferentes formas de comunicação. Assim, é possível classificar cada uma dessas características relacionadas ao produto, de acordo com a Figura 51.

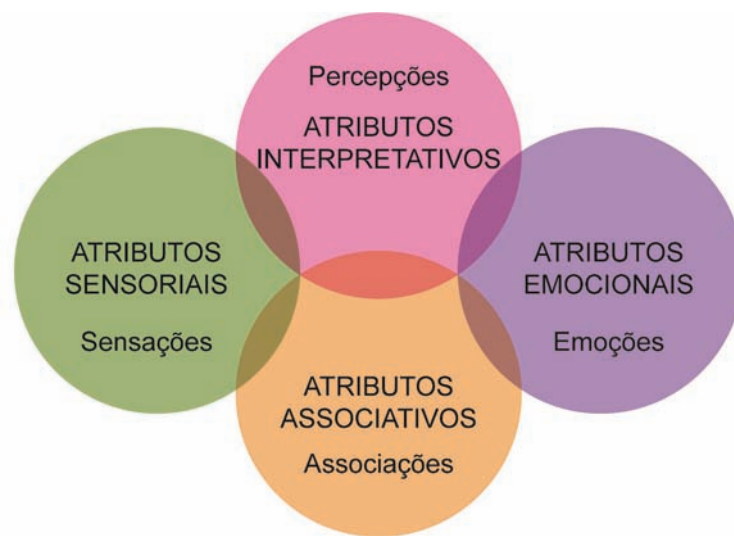


Figura 51: Atributos Verbais

É importante ressaltar que muitas dessas experiências encontram-se sobrepostas. Por exemplo, em uma das pesquisas de coleta de dados, um usuário descreveu a amostra do polímero poli (etileno-co-acetato de vinila) (EVA) que lhe foi apresentada como detentora de “uma textura suave e agradável, que lhe lembrava a infância e lhe acometia um sentimento de nostalgia”. Nessa frase, podemos identificar os quatro grupos de atributos correlacionados.

3.1.7 Considerações sobre o Modelo

O modelo de elucidação de emoções proposto possibilita o entendimento das variáveis envolvidas durante o processo da interação do indivíduo com o objeto, o que se apresenta como relevante contribuição ao projeto de produtos e às pesquisas em Design. Esse modelo facilita a identificação de questões ainda não abordadas,

capazes de estimular novas direções no Design de produtos, principalmente de projetos com foco na criação de apelo emocional nos objetos.

O modelo apresenta algumas limitações: não possui maiores informações sobre o núcleo de emoções do indivíduo e não deixa totalmente clara a forma com que os níveis de processamento do cérebro se relacionam com as demais variáveis. Apresenta, também, alguns pontos fortes: é estruturado em bolhas, evidenciando um processo dinâmico e caótico, sem ordem linear bem definida; ressalta os principais fluxos de informação; evidencia a importância do contexto cultural assim como do contexto no qual se dá a interação usuário-produto; esclarece que as emoções podem ser estimuladas por meio das características dos objetos; considera as características do indivíduo; considera também diversos sistemas de processamento interno do indivíduo e suas correlações; evidencia as manifestações e as ações físicas advindas das reações do processamento; demonstra a compreensão da natureza das experiências geradas pela interação.

O modelo reforça ainda a ideia de que as características intangíveis dos objetos e materiais são conceitos internos ao usuário: as emoções não são disparadas por tais especificidades, mas pelos significados delas derivados. Assim definido, temos que as emoções são uma construção particular, o que traz dificuldades ao designer em projetar produtos com base apenas em suas próprias construções, já que elas raramente serão análogas às do usuário. Isso leva à necessidade de desenvolver projetos de maneira próxima ao usuário, transformando o levantamento das características intangíveis do projeto não em um processo precursor, e sim parte da atividade de design. As informações advindas desse modelo ajudam a compreender e classificar as informações obtidas em duas pesquisas de campo, apresentadas na sequência.

3.2 PESQUISAS DE CAMPO

Inicialmente, as pesquisas de campo desenvolvidas na área visavam apenas aproximar o pesquisador e o tema de estudo por meio da compreensão do vocabulário das percepções utilizado pelas pessoas em referência a produtos e materiais. Após a realização da pesquisa e já com os dados obtidos devidamente analisados, elas se mostraram importantes fontes de informações para o método de Seleção de Materiais, proposto ao final deste capítulo.

O procedimento de construção desse vocabulário assemelha-se ao adotado por linguistas no estudo de novos idiomas – escutar os termos utilizados por nativos e observar os objetos sobre os quais eles se referem. Assim, duas questões apresentam-se relevantes: o que as pessoas enfatizam durante a avaliação de determinado produto? Quais as sensações, percepções, associações e emoções que os materiais têm a habilidade de estimular?

A busca por tais respostas foi a gênese de duas pesquisas de campo distintas. Métodos qualitativos foram aplicados ao público geral e ao corpo discente dos cursos de Engenharia e Design da UFRGS e da UNISINOS. Na análise de dados, os resultados foram agrupados e quantificados para facilitar a compreensão.

3.2.1 Os Atributos Verbais Relacionados aos Produtos

Na primeira pesquisa de campo, pretendeu-se levantar os aspectos mais avaliados em produto quando estes são analisados pelas pessoas. Para buscar essas informações, foram aplicados 115 questionários que continham a seguinte questão:

“Quais são as 5 (cinco) palavras, relacionadas às suas percepções que você considera mais importantes quando analisa um objeto qualquer? Cite-as em ordem.”
O formulário utilizado pode ser encontrado no Apêndice A.

Resultados

Os dados obtidos foram compilados em forma de tabela (Apêndice B), tendo sido classificados em atributos estéticos, interpretativos, associativos e emocionais, com base nas discussões anteriores. A lista foi simplificada por meio do agrupamento de palavras análogas (cômico = engraçado, forte = resistente). Uma síntese de tal tabela é encontrada na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos Verbais Associados aos Produtos

ATRIBUTOS SENSORIAIS		TOTAL:	315
Atributos Táteis	Textura	38	104
	Peso	29	
	Resistência	21	
	Tato	6	
	Dureza	5	
	Temperatura	3	
	Maleabilidade	2	
Atributos Visíveis	Cor	55	69
	Visão	8	
	Refletância	6	
Atributos Olfativos	Odor	12	12
Atributos Acústicos	Som	5	5
Atributos Gustativos	Paladar	1	1
Forma	Forma	51	108
	Tamanho	26	
	Proporção	11	
	Outros	20	
Material	Material	16	16
ATRIBUTOS ASSOCIATIVOS		TOTAL:	11
Associações	Simbologia	4	11
	Familiaridade	1	
	História	1	
	Conceito	1	
	Comportamento	1	
	Origem	1	
	Projeto	1	
	Marca	1	
ATRIBUTOS INTERPRETATIVOS		TOTAL:	109
Percepções	Bonito	51	109
	Qualidade	19	
	Agradável	10	
	Conforto	7	
	Simplicidade	4	
	Criativo	3	
	Confiável	3	
	Outros	12	
Valor	Valor	15	15
Ergonomia	Funcionalidade	47	91
	Praticidade	15	
	Utilidade	14	
	Ergonomia	7	
	Outros	8	
Ecologia	Durabilidade	29	44
	Reciclabilidade	2	
	Outros	13	
ATRIBUTOS EMOCIONAIS		TOTAL:	6
Emoções	Curiosidade	2	6
	Reação	1	
	Prazer	1	
	Emoção	1	
	Desejo	1	

Com base em análises da Tabela 1, tecem-se as considerações abaixo:

- Os atributos sensoriais são os mais citados (315 referências). Acredita-se que tal score seja consequência da natureza de tais atributos, já que são resultado direto dos sentidos, não exigindo, assim, muitos processamentos para a geração das sensações.
- Entre os atributos sensoriais, a forma é a característica mais citada (108 referências). Julga-se que esse resultado se deva, possivelmente, ao fato de que a forma é resultado direto do julgamento conjunto de todos os sentidos. Entre as características associadas a ela, destacam-se: tamanho, proporção, desenho e superfície.
- Os materiais não foram muito citados (16 referências) já que, possivelmente, pode-se dizer que são tão intrínsecos à existência dos objetos, que acabam passando despercebidos, salvo casos em que a atenção dos entrevistados é diretamente dirigida a eles pelo questionário.
- O tato foi o sentido humano mais relacionado às percepções sensoriais citadas (104 referências). Julga-se que tal resultado deve-se ao grande número de propriedades dos materiais que podem ser percebidas por meio dele, entre as quais foram citadas: peso (ligado à densidade), resistência, dureza e temperatura (ligada à condutividade térmica).
- A visão acabou sendo o segundo sentido mais relacionado às citações (69 referências). É interessante observar esse resultado, já que contrapõe a evidência de que esse é o sentido mais importante para a existência humana. A justificativa para tal fato deve-se, provavelmente, ao menor número de atributos associados à visão. Na pesquisa, foram citados cor e refletância.
- O olfato e a audição foram menos relacionados às citações dos entrevistados (12 e 5 referências, respectivamente), o que comprova a maior relevância dos atributos visuais e táteis no desenvolvimento de produtos. Isso, porém, não atenua a importância de pesquisas sobre esses dois sentidos, já que podem prover diferenciais sensoriais importantes.
- Como previsto, o paladar teve pouca representatividade (1 referência apenas), já que o enfoque do questionário não se dava sobre produtos destinados à degustação.

- Os atributos associativos foram pouco citados (11 referências). Acredita-se que tal implicação se deve à não-relação do questionário com um objeto específico, que poderia gerar associações. Destacam-se: simbologia, familiaridade, conceito, marca e origem.
- Os atributos interpretativos descrevem reações ao produto que dependem de processos e análises mais profundos, tendo sido esta, possivelmente, a razão pelo menor número de citações (109 referências) em comparação aos atributos sensoriais. Entre as percepções citadas, destacam-se: beleza, qualidade, agradabilidade, conforto, simplicidade, criatividade e confiabilidade.
- As questões relativas ao uso, à função e ergonomia destacaram-se (91 referências), o que demonstra o grande interesse das pessoas por produtos com funcionamento adequado. Entre os termos apontados, cita-se: funcionalidade, praticidade, utilidade e ergonomia.
- As questões ecológicas tiveram também grande destaque (44 referências), o que concorda com o crescente zelo com as questões ambientais e a sustentabilidade. Os termos associados à ecologia que merecem evidência são: durabilidade, reciclagem, disponibilidade, ambiente e manutenção.
- O valor teve pouca representatividade (15 referências).
- Os atributos emocionais exigem conexões com o tempo, espaço, acontecimentos, pessoas e sentimentos, o que demanda a pesquisa por memórias, conexões, autoentendimento e julgamentos, tornando esses atributos mais complexos do que os estéticos e percebidos. Essas constatações tornam seu entendimento e a coleta de dados mais complexos, fato que se reflete no número de citações (6 referências apenas). As palavras ligadas à emoção foram: curiosidade, prazer, desejo e reação.

3.2.2 Atributos Verbais Relacionados aos Materiais

Na segunda pesquisa de campo, mostrou-se necessário averiguar quais as sensações, percepções, associação e emoções que os materiais são capazes de estimular, mesmo quando desvinculados de sua forma final. Para tanto, aplicou-se um formulário (Apêndice C) à um grupo de 60 pessoas. O formulário não apresenta

perguntas, apenas espaços, destinados às respostas. As perguntas eram feitas de forma oral, sendo que, em um primeiro momento, os participantes deveriam responder à primeira pergunta relacionando-a a todas as amostras de materiais, em sequência e, posteriormente, responder à segunda pergunta também analisando as amostras em sequência. As questões utilizadas foram:

1ª) Quais são as percepções sensoriais (tato, visão, olfato, paladar e audição) relevantes desta amostra de material?

2ª) Quais características/percepções intangíveis ou subjetivas (não mensuráveis) que este material agregaria a um produto? Cite os produtos com os quais você realizou associações.

O método utilizado, com a divisão em duas perguntas e em dois momentos distintos, aparece como uma tentativa de obrigar o surgimento de dados relativos aos aspectos de percepção, associação e emoção, uma vez que estes exigem um nível mais profundo e complexo de conexões mentais.

Amostras

A utilização de diferentes amostras de materiais, em acabamentos diversos, mostrou-se necessária como ferramenta para estimular o maior número possível de respostas. Um número restrito de amostras poderia gerar resultados tendenciosos, uma vez que determinadas amostras poderiam apresentar características mais salientes. Foram utilizadas 20 amostras, com as dimensões de 102x28x4mm, que podem ser observadas na Figura 52.

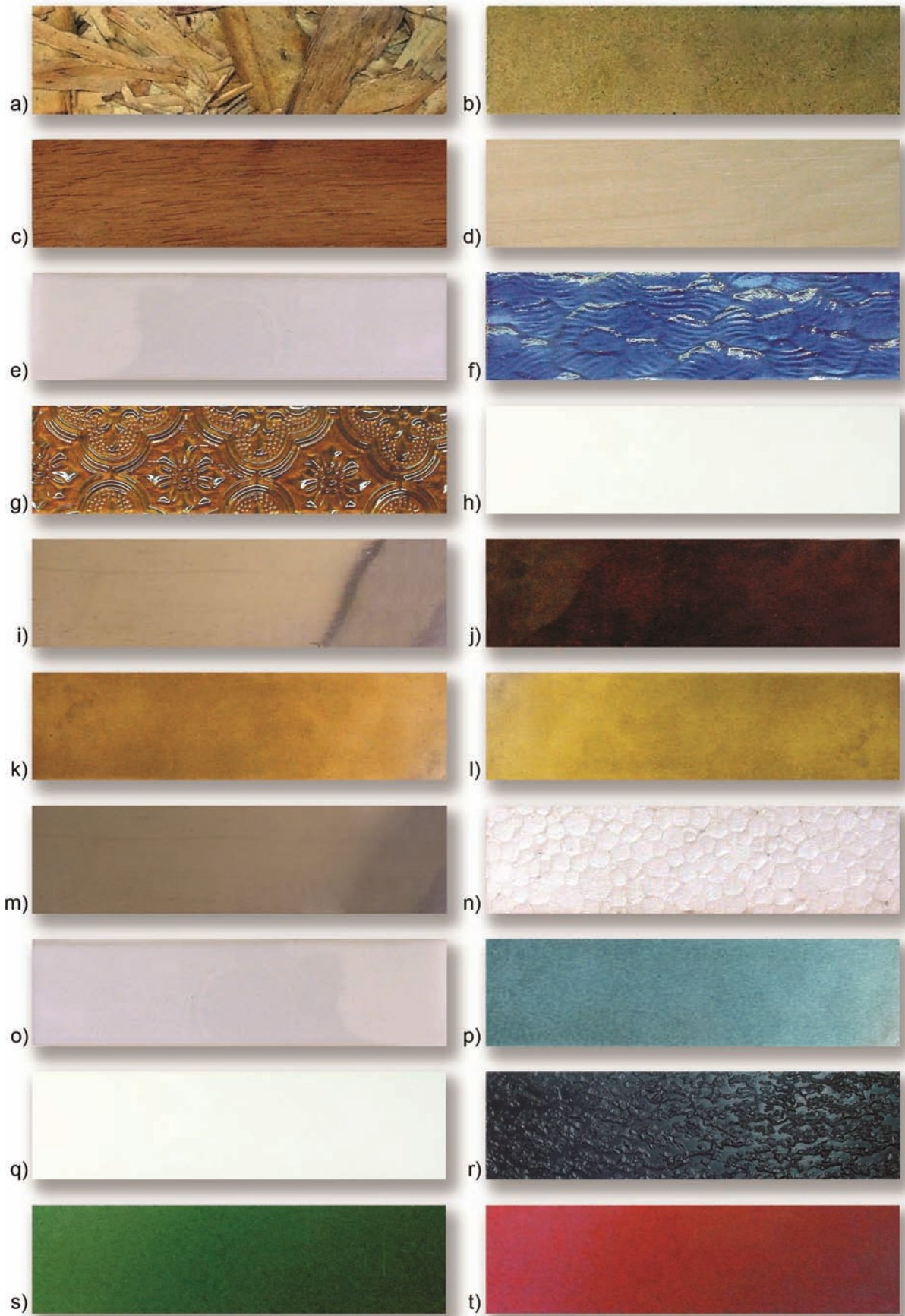


Figura 52: Amostras de Materiais

Os materiais naturais incluídos no conjunto de amostras são (a) aglomerado, (b) *medium density fiberboard* (MDF), (c) madeira e (d) osso. Os materiais cerâmicos, por sua vez, são (e) vidro, (f) vidro texturizado azul, (g) vidro texturizado amarelo e (h) porcelana. O grupo dos metais é formado por (i) alumínio, (j) cobre, (k) bronze, (l) latão e (m) aço. Os materiais poliméricos utilizados são (n) poliestireno expandido (isopor, EPS), (o) polimetil metacrilato (acrílico, PMMA), (p) polissiloxano (silicone, VMQ), (q) polietileno (PE), (r) copolímero estireno-butadieno (borracha, SBR), (s) poli (etileno-co-acetato de vinila) na cor verde (EVA) e (t) EVA na cor vermelha.

As amostras foram produzidas nos laboratórios das Engenharias da UNISINOS, na maquetaria dos cursos de graduação em Arquitetura e Design da UFRGS, no Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS e na oficina da vidraçaria Universo (localizada em Rio Pardo – RS). As amostras metálicas foram obtidas utilizando-se uma serra de corte, para partir as barras de metal em tamanhos menores; uma fresadora, para atribuir forma às amostras e uma politriz, para o acabamento. As amostras de polímero e madeira foram conformadas utilizando-se uma serra. As amostras de vidro foram obtidas pelo corte com ponteiros de diamante. Foi dada forma às amostras cerâmicas por meio de processos manuais com a utilização de rolos e corte com estilete para posterior secagem em estufa a 100°C e queima em forno a 1200°C.

Resultados

A totalidade dos resultados obtidos está compilada no Apêndice D, os quais foram classificados de forma semelhante à da pesquisa anterior, em atributos estéticos, associativos, interpretativos e emocionais. A lista foi também sintetizada com base nos mesmos critérios da primeira pesquisa de campo, por meio do agrupamento de palavras equivalentes (cômico = engraçado, forte = resistente). Este procedimento é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Atributos Verbais Associados aos Materiais

ATRIBUTOS SENSORIAIS		TOTAL:	1763
Atributos Táteis	Peso	245	1196
	Resistência	177	
	Dureza	152	
	Temperatura	128	
	Liso	113	
	Textura	49	
	Outros	332	
Atributos Visíveis	Cor	86	354
	Refletância	143	
	Translucidez	125	
Atributos Olfativos	Odor	87	87
Atributos Acústicos	Som	24	24
Atributos Gustativos	Gosto	10	10
Forma	Cortante	18	92
	Espessura	7	
	Outros	77	
ATRIBUTOS ASSOCIATIVOS		TOTAL:	213
Associações	Materiais	34	213
	Processos	17	
	Natural	19	
	Odores	18	
	Morte	9	
	Brinquedos	8	
	Outros	108	
ATRIBUTOS INTERPRETATIVOS		TOTAL:	635
Percepções	Bonito	79	520
	Agradável	70	
	Higiene	62	
	Conforto	25	
	Nobre	25	
	Segurança	19	
	Rústico	17	
	Qualidade	17	
	Bom	16	
	Moderno	14	
	Aconchego	13	
	Antiquado	10	
	Outros	153	
Preço	Preço	72	72
Usos	Praticidade	6	26
	Usabilidade	2	
	Decorativo	2	
	Outros	16	
Ecologia	Durabilidade	6	17
	Ecologia	3	
	Outros	8	
ATRIBUTOS EMOCIONAIS		TOTAL:	19
Emocionais	Emoção	5	19
	Vontade	3	
	Agonia	3	
	Outros	8	

Com base em análises da Tabela 2, destacam-se as seguintes considerações:

- Os atributos sensoriais foram os mais citados (1763 referências), o que vai ao encontro dos resultados obtidos na primeira pesquisa. Esses aparentam ser consequência dos mesmos fatos, ou seja, da relação direta entre esses atributos e os sentidos humanos.
- Diferentemente da primeira pesquisa, a forma não foi relevante (92 referências) resultado esse possivelmente relacionado à padronização das amostras e à forma de aplicação das questões, estimulando os participantes a estabelecer seu foco apenas nas características dos materiais. Entre os atributos referenciados, encontram-se a espessura, a forma cortante, as manchas e o acabamento.
- O tato foi novamente o sentido humano mais relacionado às citações (196 referências). Julga-se que o motivo para tal seja o mesmo da primeira pesquisa: o grande número de propriedades dos materiais que podem ser percebidas por meio do tato. As expressões mais citadas são: peso (ligado à densidade), resistência, dureza, temperatura (ligada à condutividade térmica), liso e textura (ligados a rugosidade).
- A visão foi, novamente, o segundo sentido humano em número de citações (354 referências). Acredita-se que tais resultados sofram a mesma influência da pesquisa anterior: o menor número de atributos associados à visão. Os mais citados são cor, refletância e translucidez.
- O olfato e a audição apresentam-se novamente pouco relevantes (87 e 24 referências, respectivamente). Com relação ao olfato, tais números são consequência da ausência de odor proeminente nas amostras. Com relação aos números relativos à audição, credita-se ao fato de poucas pessoas baterem as amostras contra algum outro objeto para julgar a sonoridade que produziam.
- O paladar, novamente, foi pouco representativo (10 referências, apenas), já que as amostras não eram de materiais destinados à degustação. O pesquisador não flagrou nenhum entrevistado saboreando tais amostras, o que levanta a hipótese de realocar tais citações junto aos atributos associativos.

- Os atributos associativos foram mais representativos (213 referências) em relação à primeira pesquisa. Julga-se que as amostras e seus atributos sensoriais tenham estimulado lembranças e associações que trouxeram esses atributos à tona. Os materiais e processos são citados com frequência, sendo que foram classificados como associativos uma vez que, ao analisar as respostas, as mesmas apareciam como comparações e analogias entre materiais, ou então relacionavam as amostras a determinados processos de fabricação. Os odores foram aqui citados novamente, uma vez que as respostas eram referentes a objetos, acontecimentos ou situações, caracterizando uma associação. As associações relevantes levantadas são: natural, morte, brinquedos, móveis e fazenda.
- Novamente, os atributos interpretativos foram menos citados (635 referências) que os estéticos, mas mais citados que os associativos. Julga-se que os motivos sejam os mesmos apontados anteriormente. Entre as percepções mencionadas, destacam-se: beleza, agradabilidade, higiene, conforto, nobreza, segurança, rusticidade, qualidade e modernidade.
- As questões relativas ao uso, à função e ergonomia, não apresentaram o mesmo destaque que no levantamento anterior (26 referências), algo justificável pela aparente falta de utilidade das amostras. Entre as palavras citadas destacam-se: praticidade, usabilidade e decorativo.
- Diferentemente da primeira pesquisa, as questões relacionadas à ecologia não tiveram grande destaque (17 referências), algo difícil de justificar. Os termos de destaque associadas à ecologia foram durabilidade, poluente e reciclabilidade.
- O valor teve maior representatividade na segunda pesquisa (72 referências), provavelmente porque é mais fácil para as pessoas julgarem o valor de algo com o qual tem contato material do que algo que está apenas em sua imaginação.
- Novamente, os atributos emocionais foram pouco citados (19 referências), devido aos mesmos motivos apresentados anteriormente. Julga-se também que tal resultado seja indicativo de que determinado material, dissociado de uma forma, tenha pouco poder de sensibilização emocional. As palavras de maior evidência ligadas a esse atributo foram vontade, agonia e calma.

Deve-se ressaltar que os resultados foram compilados de acordo com a classificação proposta por esta dissertação, não sendo essa a única forma possível de classificar e analisar tais informações. Outros métodos poderiam ter sido utilizados no levantamento de dados semelhantes, como, por exemplo, a utilização de questionários conjuntos a objetos ou materiais, pesquisas com grupos de foco, entrevistas com profissionais da área, entre outros. Acredita-se que os métodos utilizados nesta pesquisa cumpriram seus propósitos: traçar um panorama geral das características percebidas pelos usuários em objetos e em materiais; indicar as percepções mais relevantes e determinantes; e auxiliar a criação de vocabulários a serem utilizados em pesquisas posteriores.

A quantificação dos resultados deve ser observada com ressalvas, uma vez que pode conter diversos erros entre suas variáveis, como a forma e o acabamento das amostras, o local de aplicação dos questionários, a formulação e a aplicação das questões, entre outros. A própria relevância da quantificação é algo discutível. Se um designer almejar, por exemplo, um aspecto moderno a determinado produto, ele deve trabalhar nesse sentido, mesmo que o atributo moderno não tenha grande número de referências em nenhuma das duas pesquisas realizadas.

3.3 MÉTODO DE SELEÇÃO DE MATERIAIS FOCADO NAS CARACTERÍSTICAS INTANGÍVEIS DOS PRODUTOS E MATERIAIS

Como foi demonstrado no capítulo 1, mesmo que as características intangíveis dos materiais sejam cruciais no processo de Seleção de Materiais durante o projeto de produto, as atuais fontes sobre o assunto não oferecem dados suficientes e nem maneiras sistemáticas apropriadas para que tais informações sejam levantadas (KARANA, HEKKERT e KANDACHAR, 2006; ASHBY e JOHNSON, 2002). Com base nessa constatação, iniciou-se a pesquisa por uma solução desse impasse.

Como ponto de partida, avaliou-se a possibilidade de propor um banco de dados que disponibilizasse informações e dados a respeito dessas características dos materiais (Apêndice E). Para que fosse desenvolvido um processo abrangente, mostrou-se necessário considerar uma enorme gama de variáveis influentes: cultura, local da pesquisa, nível de instrução e faixa etária do público alvo, acabamento e forma do objeto, entre outras. Sendo assim, tal proposta mostrou-se inapropriada,

uma vez que o levantamento desses dados seria muito dispendioso e de difícil compilação, abrangendo um grupo enorme de dados que teriam aplicação restrita aos locais de pesquisa. Outras problemáticas que se apresentaram no processo dizem respeito à velocidade com que esses dados poderiam ficar obsoletos e também à dúvida quanto à extensão de sua aplicabilidade, já que estariam dissociados de uma forma.

Para sustentar essas constatações, resalta-se aqui uma das conclusões do capítulo 2, item 2.1.3: é possível inferir que o estabelecimento de atributos intangíveis universais aos materiais – que serão válidos para qualquer produto em qualquer local e para qualquer indivíduo – é impraticável, na grande maioria dos casos, já que os mesmos estão fortemente ligados aos aspectos culturais, à localização geográfica, à época e à subjetividade. Em busca de outras soluções, foram realizadas análises sobre os processos de Design de Produto (capítulo 2, item 2.2) e de Seleção de Materiais (capítulo 2, item 2.3) com o intuito de descobrir os pontos passíveis de interferência.

Na análise do processo de Design de Produto, pesquisou-se em quais etapas são necessárias informações a respeito das características intangíveis dos materiais. Como demonstrado, tais informações têm sua utilidade entre o início da etapa de conceito e o início do detalhamento. Com base nas colocações de Baxter (1998), Abramovitz e Rebello (2002) e Baxter (1998), conclui-se que a etapa de conceito traça linhas gerais do que é esperado do produto, entre as quais muitas poderão ser transferidas como expectativas de atribuições e restrições aos materiais. Por exemplo, se for estabelecido como princípio de projeto que o produto deva ser amigável, engraçado e divertido e que deva resistir a uma carga equivalente a de uma pessoa sentada sobre ele, transferem-se essas necessidades aos materiais. Assim sendo, é possível estabelecer tanto direcionamentos ao estabelecimento de características intangíveis, quanto restrições às características tangíveis.

A análise do processo de Seleção de Materiais permitiu avaliar a disponibilidade e a qualidade dos dados relativos às características intangíveis das atuais fontes existentes e também levantar os mais eficazes métodos disponíveis. Assim, conclui-se que as fontes de pesquisa oferecem dados insuficientes sobre tais características e que Ashby e Johnson (2002) propuseram os métodos mais adequados a essa problemática (devidamente compilados no capítulo 2, item 2.6) – a seleção por síntese e a seleção por inspiração. A primeira origina-se em

experiências passadas e analogias, baseando-se essencialmente em estudos de caso de produtos; a segunda busca informações, de maneira aleatória, em diversas fontes, como por exemplo, livros, revistas, museus e feiras. A crítica a esses métodos dá-se quando é percebida a exigência de uma carga grande de experiência por parte do designer, para que o mesmo seja capaz de efetuar as diversas conexões entre imagens, memórias e dados, necessárias a um resultado satisfatório, uma vez que os elementos existentes estão dispersos e sem o foco desejado. É aqui que o método proposto por esta dissertação poderá ser de grande auxílio, uma vez que tem como objetivo o desenvolvimento da pesquisa de informações a respeito dessas características, de forma direcionada e aplicável, especificamente, a cada projeto de produto.

Assim, o método proposto, em conjunto com os existentes de Design de Produto e de Seleção de Materiais, pode ser aplicado durante a etapa de conceito, resultando em uma pré-seleção contendo entre 10 e 50 materiais candidatos, até o final da etapa. Esse conjunto de métodos também encontra aplicação dentro da fase de desenvolvimento, resultando em um conjunto formado por 5 a 10 materiais candidatos, até o início da etapa de detalhamento (ASHBY e JOHNSON, 2002).

Propõe-se que os materiais candidatos pré-selecionados sejam submetidos à pesquisa e à análise junto ao público alvo, definido na etapa de conceito, utilizando-se diferentes tipos de metodologias de pesquisa (capítulo 2, item 2.5). Dessa forma, é possível averiguar quais dentre esses materiais contêm as características intangíveis almejadas. Caso surja a necessidade de realizar o levantamento dessas informações no início do desenvolvimento, será necessário utilizar apenas amostras de materiais, o que resultará em dados incompletos, já que muitas das características intangíveis são estimuladas apenas pela forma do produto.

A aplicação do método durante o desenvolvimento ou no início do detalhamento levará a dados mais consistentes, uma vez que estarão disponíveis estudos formais que possibilitarão análises conjuntas aos materiais. Na Figura 53, ilustra-se uma visão esquemática das etapas do Design do Produto, com os possíveis pontos de interferência e aplicação do método proposto.

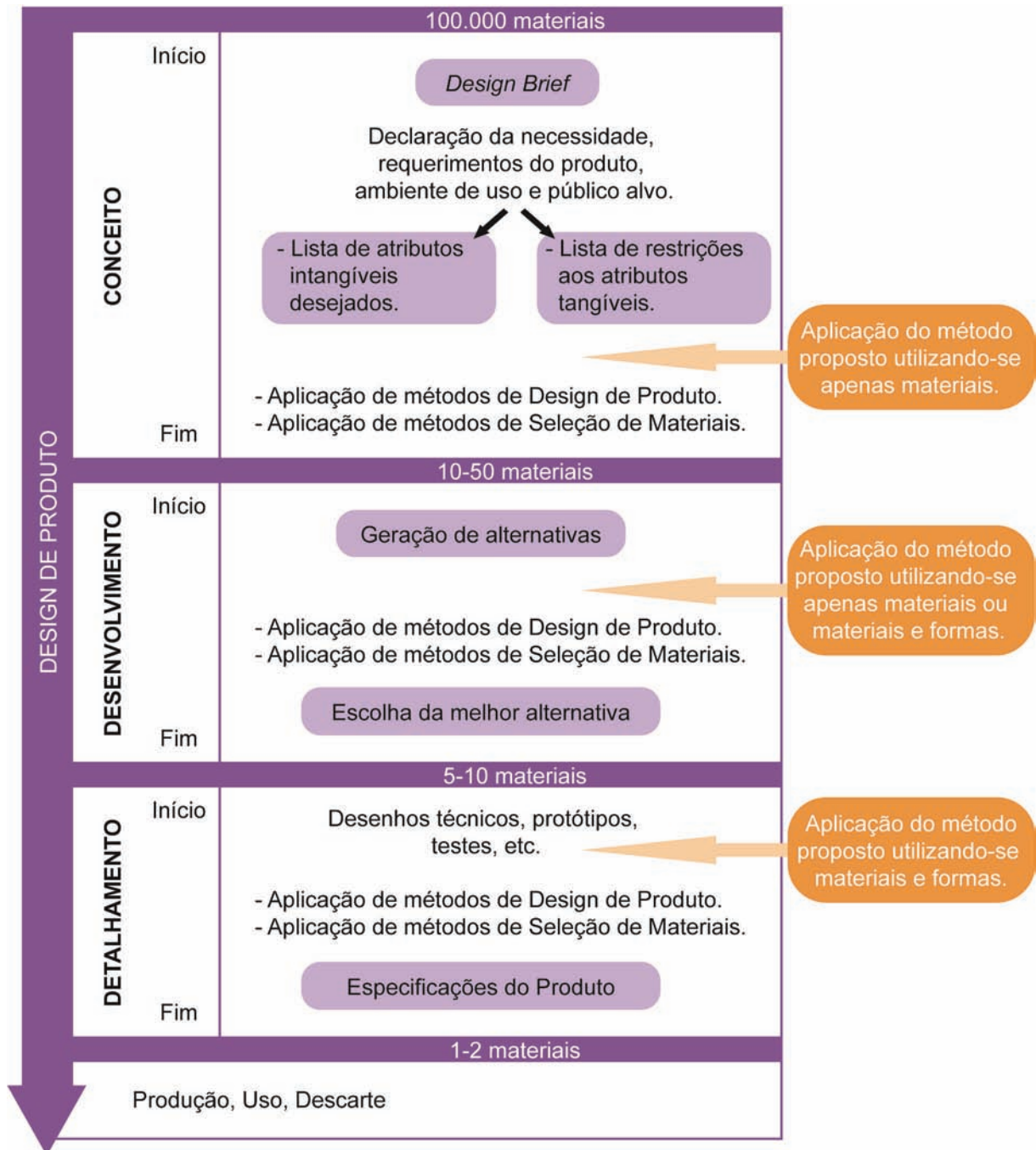


Figura 53: Visão Esquemática do Processo de Design de Produto – Pontos de Interferência do Método Proposto

Assim, dependendo do estágio do projeto em que se encontra o designer, existirão cinco configurações possíveis, relacionadas ao tipo de amostra, para aplicação do método:

1º) Apenas amostras de materiais – pouco eficaz pela ausência da forma, mas pode levantar informações úteis, principalmente para a etapa de conceito.

2º) Imagens impressas ou digitais de estudos formais, acompanhadas por amostras de materiais – apresenta maior eficácia devido à visualização da forma. É

um método econômico por não apresentar necessidade de protótipos físicos, mas expõe o projeto ao risco de espionagem industrial.

3º) Imagens impressas ou digitais de produtos concorrentes ou previamente lançados pela própria empresa, acompanhadas de amostras de materiais – resolve a questão da espionagem e do roubo de informações privilegiadas, mas é menos eficiente, já que não apresenta a forma final do produto.

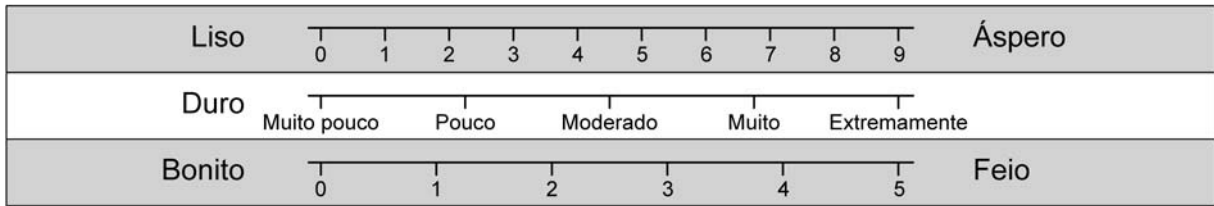
4º) Protótipos do produto em diferentes materiais – é o método mais eficiente em termos de resultados por unir forma e material, mas é dispendioso e também está sujeito à espionagem por parte de empresas concorrentes.

5º) Protótipos de produtos concorrentes ou previamente lançados pela própria empresa em materiais diferentes – também é dispendioso, evita o problema de vazamento de informações, mas é menos eficaz por também não apresentar a forma real do produto.

Após escolhido o tipo de amostra, deve-se partir para a utilização dos métodos existentes para levantamento de características intangíveis. No caso de serem utilizados métodos baseados em questionários ou entrevistas, é possível fazer pesquisa nos dados de saída de ambas as pesquisas de campo realizadas, por atributos verbais que venham ao encontro dos interesses do designer. Assim, permite-se montar uma pesquisa personalizada, para um projeto de produto em específico, tendo como base aquilo que se deseja averiguar.

No caso da pesquisa por atributos sensoriais ou interpretativos, podem ser utilizadas escalas estruturadas ou não-estruturadas, indicadoras da intensidade julgada pelos entrevistados de tais atributos. Essas escalas são comumente aplicadas na pesquisa sensorial de alimentos, sendo que Dutcosky (2007) e Minim (2006) fazem diversas considerações sobre suas vantagens, desvantagens e aplicações mais adequadas. Na Figura 54, são demonstrados alguns exemplo de possíveis questões para um formulário de levantamento de dados envolvendo a utilização dessas escalas, que tem como objetivo a busca de atributos de interesse do designer de produto.

Exemplos de escala estruturada:



Exemplos de escala não-estruturada:

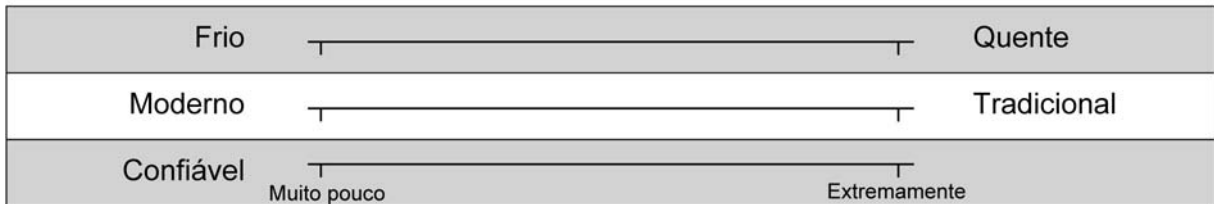


Figura 54: Exemplos de Perguntas com Escala Estruturada e Não-estruturada para um Questionário

A utilização dessas escalas está sujeita a falhas. Dois sujeitos podem diferir uma amostra de outra por três pontos, mas o valor atribuído à amostra mais dura pode ser três para determinada pessoa, enquanto que para outra pode ser de cinco. Assim, é necessário que as pessoas sejam previamente instruídas na utilização adequada de tais escalas. Outro método amplamente utilizado por engenheiros de alimentos, denominado ordenação, sana tal problema. Nele, o entrevistado deve ordenar as amostras em ordem crescente ou decrescente, relacionando-as ao atributo avaliado (DUTCOSKY, 2007). Na Figura 55, são apresentados alguns exemplos de aplicação desse método no Design.

Coloque as amostras em ordem de frágil até resistente.						
Frágil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Resistente
Coloque as amostras em ordem de ecológico até agressivo ao ambiente.						
Ecológico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Agressivo ao ambiente
Coloque as amostras em ordem de sofisticado até antiquado.						
Sofisticado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Antiquado
Coloque as amostras em ordem de masculino até feminino.						
Masculino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Feminino

Figura 55: Exemplos de Perguntas para um Questionário Utilizando o Método de Ordenação

Os resultados desses questionários podem gerar dados estatísticos e sensagramas para facilitar a visualização e interpretação dos dados. Nos questionários e nas entrevistas, é possível averiguar também os atributos associativos ou emocionais nas questões descritivas ou no método diferencial semântico. Conforme visto no capítulo 2, item 2.5, porém, os métodos de observação em conjunto com os de comunicação mostram-se mais adequados.

O método proposto é abrangente e tem como principal característica a flexibilidade em adequar-se às exigências do projeto no momento em que se apresentarem. Para que possa ser utilizado em sua amplitude, é necessária a aproximação integrada do projeto com o destinatário, ou seja, a pesquisa deve ser constata e parte da atividade de design. Dessa forma, os designers poderão dispor de fundamentos para apoiar a geração, a integração e a comunicação de ideias de aspectos perceptivos e emocionais do projeto em suas diversas etapas.

No Apêndice F, é apresentado um exemplo de proposta de aplicação do método sugerido no projeto de um produto. Este permite a pesquisa por atributos sensoriais e interpretativos por meio do método de ordenação e por atributos associativos através das perguntas abertas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aprofundamento do estudo realizado permitiu compreender as complexas relações nas quais os materiais estão envolvidos em nossa sociedade. Através de suas características técnicas, amplamente pesquisadas pela ciência, os materiais são capazes de desempenhar diversas funções práticas, permitindo o design econômico e seguro de produtos. Por outro lado, os materiais têm outras características pouco exploradas, relacionadas às sensações que estimulam, a capacidade de adquirirem determinadas formas, a maneira com que envelhecem, as lembranças que trazem à mente, as emoções que são capazes de despertar. Todas essas características podem ser transmitidas aos produtos, ajudando a criar a sua personalidade.

O designer, como analista da relação usuário-produto, é o agente capaz de criar projetos de produtos que incorporem essas características dos materiais. Para isso, os avanços no estudo do Design e Emoção mostram-se fundamentais, já que procuram desvendar diversas questões relacionadas a essa relação. Nesse âmbito, os materiais funcionam como a interface central do processo, ao permitirem que os objetivos de cunho técnico e os de cunho perceptivo sejam transmitidos dos materiais e, assim, aos produtos.

Para que isso seja possível, o designer passa pelo processo de Design de Produto. Esse é complexo, dinâmico, caótico e não-linear, mas pode ser, teoricamente, dividido nas etapas de conceito, desenvolvimento e detalhamento. O processo inicia-se com o *design brief*, que estipula os objetivos e as restrições para o projeto, e termina com as especificações do produto. Muitas são as ferramentas ou os métodos de Design disponíveis para auxiliar nas buscas criativas, nas pesquisas de mercado e em outras questões que venham a surgir. Durante as primeiras etapas do projeto, as propriedades sensoriais dos materiais constituem o aspecto vital para expressar as características intangíveis almejadas, não sendo de grande relevância os aspectos técnicos. Solucionar as questões técnicas torna-se fundamental na etapa de detalhamento.

Para resolver as questões relacionadas aos materiais, utiliza-se o processo de Seleção de Materiais. Esse deve suprir o projeto com informações referentes aos materiais e direcionar a escolha para os mais adequados. As atuais fontes de pesquisa sobre o assunto mostram-se insuficientes em fornecer os dados

necessários às primeiras etapas do processo de Design. Os melhores métodos de seleção existentes foram propostos por Ashby e Johnson (2002) – seleção por análise, por síntese, por similaridade e por inspiração. Os métodos de síntese e inspiração são os mais adequados na busca por informações referentes às características intangíveis. Esses, apesar de eficientes, exigem complexas conexões de imagens, memórias e informações, o que pode torná-los difíceis de serem aplicados por designers menos experientes.

Durante os processos de Seleção de Materiais e Design de Produto, são necessárias informações sobre as características de materiais e produtos, as quais podem ser classificadas em tangíveis ou técnicas, sensoriais ou estéticas e intangíveis ou subjetivas. As características técnicas são importantes para as funções práticas do produto, para a o seu correto funcionamento sem falhas de maneira a se adequar aos aspectos fisiológicos do homem. As características sensoriais ou estéticas são aquelas relacionadas aos sentidos humanos, caracterizadas por um componente objetivo (os estímulos do produto) e outro subjetivo (por existirem na consciência). As características intangíveis ou subjetivas referem-se às percepções, associações e emoções evocadas durante a interação homem-objeto. As variáveis envolvidas em tal interação são relativas ao ambiente no qual ocorre a interação, ao indivíduo e ao produto.

Um modelo de elucidação das emoções capaz de abranger todas essas variáveis se mostrou fundamental para apoiar o projeto de produtos com apelo emocional. O estudo realizado identifica a importância da emoção, colocando-a como elemento fundamental na configuração de todas as relações do ser humano. O modelo proposto é baseado nos principais autores da área, sendo apresentado de forma objetiva, informativa e clara. As relações por ele esclarecidas permitem novas abordagens ao projeto de produtos, criando possibilidades para novas perspectivas de métodos e práticas em Design. Ele esclarece que essas novas abordagens devem ser acompanhadas por diferentes métodos de levantamento de características intangíveis junto ao destinatário, as quais devem ser constantes e parte fundamental ao processo do Design. Essas técnicas são baseadas em métodos de observação, comunicação e diferencial semântico.

O modelo de elucidação das emoções esclarece que as características intangíveis são um constructo próprio de cada indivíduo, já que elas não existem no objeto em si, mas sim na mente de cada um. Em outras palavras, o resultado da

experiência humana advém das reações dos processos internos do indivíduo e não o objeto em si. Essa constatação auxiliou na criação de uma lista de classificação dos atributos verbais utilizados pelas pessoas ao se referirem a essas características – atributos sensoriais, associativos, interpretativos e emocionais.

A partir do modelo de elucidação das emoções proposto, ficou claro que os materiais são capazes de despertar emoções, mesmo que a maioria delas advinha do nível visceral de processamento do cérebro, podendo ser classificadas, simplificada, em positivas ou negativas. Os materiais também podem estar ligados a associações e, assim, são hábeis em despertar sentimentos um pouco mais complexos. Quando as emoções profundas, estas se mostram inaptos em estimulá-las, já que tais emoções dependem de um histórico de interação, algo que, aparentemente, só é possível quando o material está associado à forma.

Ao analisar os aspectos técnicos dos materiais sob a ótica desse modelo, pode-se concluir que estes são julgamentos intangíveis de características tangíveis. Assim, no projeto de produtos, pode ser interessante agregar características tangíveis baseadas em pesquisas junto aos usuários, mesmo que estas difiram dos valores medidos em equipamentos.

Os estudos de campo realizados permitiram a coleta de termos utilizados pelas pessoas ao se referirem a produtos e materiais, os quais foram classificados conforme os grupos advindos do modelo de elucidação das emoções – atributos sensoriais, atributos associativos, atributos interpretativos e atributos emocionais. Essas pesquisas permitiram uma maior aproximação com o tema e trouxeram à tona a grande complexidade relacionada ao assunto em estudo, auxiliando na construção do pensamento e do conhecimento por parte do pesquisador. Os resultados obtidos serviram de auxílio ao método de Seleção de Materiais proposto, atuando como fonte de dados para a montagem de pesquisas direcionadas. Esses dados também poderão servir como fonte de informações para futuras pesquisas relacionadas a características intangíveis de materiais e produtos.

A proposta do método de Seleção de Materiais foi construída a partir de diversas considerações surgidas durante a pesquisa. O método não se apresenta de forma fechada, mas sim através de direcionamentos e considerações que devem ser levados em conta na busca por informações referentes às características intangíveis dos materiais. Assim, ele propõe a busca por essas informações de maneira direcionada e específica para cada projeto de produto em particular. Esse método

esclarece que são necessárias diferentes técnicas de levantamento de características intangíveis, dependendo do grau de subjetividade da característica em estudo. São apontadas ainda algumas sugestões de adaptação de técnicas potenciais já utilizadas na Engenharia de Alimentos a serem aplicadas ao Design.

Assim, fica aparente a importância dessa pesquisa e de outras que visem contribuir na busca por características intangíveis de materiais e produtos, indo ao encontro das necessidades do Design e Emoção. Ao lidar com o ser humano e sua psique, a complexidade é tal que sempre haverá espaço para novas pesquisas e contínuo desenvolvimento. Espera-se contribuir para uma nova geração de produtos adequados às diferentes necessidades humanas e às subjetividades do individual e do coletivo.

5 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Para futuros trabalhos, ressalta-se a importância de testar o modelo de elucidação das emoções em conjunto com métodos para levantamento de características intangíveis, com a finalidade de verificar o seu potencial em explicar resultados advindos da relação do homem com os objetos. O modelo permite ainda o desenvolvimento de métodos de projeto que visem determinadas variáveis, bem como a aplicação desses métodos em estudos de caso. Sugere-se a validação do modelo através do estudo de modelos determinísticos, modelos dinâmicos e da teoria das catástrofes.

Seria interessante a expansão da pesquisa por vocábulos relacionados a produtos e materiais, com o objetivo de verificar possíveis ajustes de nomenclatura e para a construção de uma base de dados. Estas informações poderão auxiliar os designers na compreensão dos atributos aos quais se referem os usuários, permitindo a utilização destes atributos em métodos de Design e Seleção de Materiais que visem à busca de características intangíveis.

Sugere-se também a aplicação da metodologia de Seleção de Materiais aqui apresentada em projetos de produto a serem conduzidos em empresas ou universidades. Isso permitirá a verificação de adaptações a serem feitas a partir desses novos contextos.

Espera-se que outros trabalhos sejam conduzidos na área de Seleção de Materiais com foco nas características intangíveis; de modo particular, aqueles que enfatizem o indivíduo e suas emoções. Muitos pontos ainda são passíveis de aprofundamento, desde o abrangente processo de Design de Produto, passando pelos específicos métodos de pesquisa qualitativa, pesquisa quantitativa, Seleção de Materiais e Design até considerações sobre cada uma das características sensoriais e intangíveis. Que a abrangência deste trabalho sirva como base para pesquisas focadas que favoreçam a evolução desse campo de estudo.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, José; REBELLO, Luiza H. B. **Metodologia do Projeto**. Rio de Janeiro, UniverCidade / NPD, apostila de aula, 2002. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/7349550/metodologiadoprojeto>>.

ARABE, Katrina C. **Materials' Central Role in Product Personality**. Thomas Net Industrial News Room, 2004. Disponível em: <http://news.thomasnet.com/IMT/archives/2004/03/materials_cent.html>, acessado em outubro de 2008.

ASHBY, Michael F. **Materials Selection in Mechanical Design**. Reino Unido: Elsevier Butterworth Heinemann, 1992. 312 p.

_____. **Materials Selection in Mechanical Design**. 3ª ed. Reino Unido: Elsevier Butterworth Heinemann, 2005. 603 p.

ASHBY, Mike; JOHNSON, Kara. **Materials and Design: the Art and Science of Material Selection in Product Design**. Reino Unido: Elsevier Butterworth Heinemann, 2002. 336 p.

ASM. **ASM Handbook, Volume 20, Materials Selection and Design**. EUA: ASM International, 1997. 901 p.

_____. **ASM Material HandBook**. Disponível em: <<http://products.asminternational.org/hbk/index.jsp>> acessado em março de 2009.

ASSUNÇÃO, Rogério B.. **Ecodesign e Seleção de Materiais para Mobiliário Urbano**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2000. 224 p.

AUSTIN, John Langshaw. **Sentido e Percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1993. 149 p.

BACK, Nelson. **Metodologia de Projetos de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983. 389 p.

BALLONE, Geraldo José. Percepção e Realidade. Em: **PsiquWeb**, 2005, disponível em <<http://www.psiqweb.med.br/>> acessado em junho de 2008.

BARROSO NETO, Eduardo (org.). **Desenho Industrial: Desenvolvimento de produtos – Oferta Brasileira de Entidades de Projeto e Consultoria**. Brasília: CNPq/Coordenação editorial, 1982.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Desenvolvimento de Novos Produtos**. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1998. 260 p.

BERGMANN, Carlos. **Ciência dos Materiais**. Notas de aula. Porto Alegre, 2008.

BEYLERIAN, George M.; CANIATO, Michele; DENT, Andrew; QUINN, Bradley. **Ultra Materials: How Materials Innovation is changing the World**. EUA: Thames & Hudson, 2007. 288 p.

BEYLERIAN, George M.; DENT, Andrew; MORYADAS, Anita. **Material ConneXion: The Global Resource of New and Innovative Materials for Architects, Artists and Designers**. EUA: Wiley, 2005. 288 p.

BOMFIM, Gustavo Amarante. **Metodologia para o Desenvolvimento de Projetos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1995. 156 p.

BONSIEPE, Gui. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq / Coordenação Editorial, 1984. 86 p.

_____. **Design: do Material ao Digital**. Florianópolis: FIESC/IEL, 1997. 291 p.

BROWNELL, Blaine. **Transmaterial: A Catalog of Materials that Redefine our Physical Environment**. EUA: Princeton Architectural Press, 2005. 240 p.

_____. **Transmaterial 2: A Catalog of Materials that Redefine our Physical Environment**. EUA: Princeton Architectural Press, 2008. 248 p.

BRUINSMA, Max. **We do not Need New Forms, We Need a New Mentality**. Alden-Biesen, 1995. Disponível em: <<http://www.xs4all.nl/~maxb/unp-idem.htm>> acessado em julho 2008.

CALLISTER, William D. Jr. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma Introdução**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. 589 p.

CES. **Cambridge Engineering Selector - Edupack 2009 (software)**. Reino Unido: GrantaDesign, 2009. Maiores informações em: <<http://www.grantadesign.com>> acessado em março de 2009.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Design & Order in Everyday Life. Em: MARGOLIN, V. e BUCHANAN, R.. **The Idea of Design**. Reino Unido: MIT Press, p. 118-126, 1995.

DAMAZIO, Vera Maria Masicano. **Artefatos de Memória da Vida Cotidiana: um olhar Interdisciplinar sobre as Coisas que fazem bem lembrar**. Tese de Doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais. Rio de Janeiro, 2005. 285 p.

DESIGN INSITE. Disponível em: <<http://www.designinsite.dk/>> acessado em abril de 2009.

DESMET, Pieter M. A.. **Designing Emotions**. Tese de Doutorado. Delft University of Technology. Holanda, (2002). 235 p.

DESMET, Pieter M. A; HEKKERT, Paul. Framework of Product Experience. Em: **International Journal of Design**. Taiuã: IJDesign, V.1(1), p. 13-23, 2007.

DISCHINGER, Maria do Carmo Torri. **Metodologia de Análise da Percepção Tátil em diferentes Classes de Materiais e Texturas para aplicação no Design de Produtos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Design. Porto Alegre, 2009. 146 p.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2ª ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239 p.

ETCHEPARE, Hélio; KINDLEIN JR., Wilson. Implementação de uma Materioteca no Estado do Rio Grande do Sul. Em: **Revista Tecnologia e Tendências**. Novo Hamburgo: Editora Feevale, Ano 1 V.1, p. 65-71, 2002.

FARINA, MODESTO. **Psicodinamica das Cores em Comunicação**. 5ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. 192 p.

FENECH, Oliver; BORG, Jonathan. **A Sensation based Model of Product Elicited Emotions**. Suécia: Anais Fifth Conference on Design & Emotion, 2006. 14 p.

FERRANTE, Maurício. **Seleção de Materiais**. São Carlos: EdUFSCar, 1997. 318 p.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projeto de Pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

_____. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999. 206 p.

GOBBI, Manlio. **Design**. Notas de aula. FIERGS, 2006.

GOOGLE IMAGENS. Disponível em: <<http://www.google.com.br/imghp?hl=pt-BR&tab=wi>> acessado em maio de 2009.

GUIDOT, Raymond ; TOULARD, Jean-Baptiste; GRENIER, Jean; SALOMON, Jean-Jacques. **Industrial Design Techniques and Materials**. EUA: Flammarion, 2006. 352 p.

HOFFMAN, Donald D. **Inteligência Visual: como Criamos o que Vemos**. São Paulo: Campus, 2000. 320 p.

HUDSON, Jennifer. **Process: 50 Product Designs from Concept to Manufacture**. EUA: Laurence King Publishers, 2008. 240 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 2005. 632 p.

ICSID – International Council Design of Societies of Industrial Design. Disponível em: <<http://www.icsid.org>> acessado em novembro de 2008.

JORDAN, Patrick W.. **Designing Pleasurable Products**. EUA: CRC Press, 2002. 224 p.

_____. Human Factors for Pleasure in Product Use. Em: **Applied Ergonomics**. Reino Unido: Elsevier, V.29, n. 1, p. 25-33, 1998.

JURACEK, Judy A.. **Soft Surfaces: Visual Research for Artists, Architects, and Designers**. EUA: W.W. Norton & Co., 2000. 336 p.

KARANA, Elvin. **Intangible Characteristics of Materials in Industrial Design**. Suécia: Anais Fifth Conference on Design & Emotion, 2006. 11 p.

KARANA, Elvin; HEKKERT, Paul; KANDACHAR, Prabhu. Material Considerations in Product Design: a Survey on Crucial Material Aspects used by Product Designers. Em: **Materials and Design**. EUA: Elsevier, V.29, p. 1081-1089, 2008.

KESTEREN, Ilse van; KARANA, Elvin. **Materials & Design: the Art of Plastics Design**. Notas de aula. Delft University of Technology, 2006. Disponível em: <<http://www.io.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=a7c9996c-4a94-43db-94acb1ddcded97a9&lang=en>>.

KINDLEIN JR., Wilson. **Materiais x Tempo**. Notas de aula. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

KINDLEIN JR., Wilson; GUANABARA, Andréa Seadi. **A Importância do Binômio Design e Engenharia como Catalisador de Inovação**. Curitiba: Anais 7º P&D Design – Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2006. 10 p.

KINDLEIN JR., Wilson; NGASSA, Armand ; DESHAYES, Phillipe . Eco Conception et Developpement: Intelligence pour la Planète et Nouvelles Intelligences Methodologiques. Em: Ecole Centrale de Paris. (Org.). **Intelligence et Innovation en Conception de Produits et Services**. Paris: L'Harmattan, p. 359-382, 2006.

KUNZLER, Lizandra Stechman Quintana. **Estudo das Variáveis de Rugosidade, Dureza e Condutividade Térmica Aplicado à Percepção Tátil em Design de Produto**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Porto Alegre, 2003. 120 p.

KURTGÖZÜ, Aren. From Function to Emotion: a Critical Essay on the History of Design Arguments. Em: **The Design Journal**. Reino Unido: Berg Publishers, V.6, n. 2, p. 49-59, 2006.

LdSM/UFRGS. **Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ndsm>> acessado em março de 2009.

LESKO, Jim. **Design industrial: Materiais e Processos de Fabricação**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 272 p.

LEFTERI, Chris. **Materials for Inspirational Design**. EUA: RotoVision, 2006. 256p.

_____. **Making It: Manufacturing Techniques for Product Design**. EUA: Laurence King, 2007. 224 p.

LEI DA INOVAÇÃO, 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm>. Acessado em dezembro de 2008.

LINDBECK, John R. **Product Design and Manufacture**. EUA: Prentice Hall, 1995. 352 p.

LINDSTROM, Martin. **Brand sense: a Marca Multissensorial**. Porto Alegre: Bookman, 2007. 240 p.

LJUNGBERG, Lennart Y., EDWARDS, Kevin L. Design, Materials Selection and Marketing of Successful Products. Em: **Materials and Design**. EUA: Elsevier, V.24, p. 519-529, 2003.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para a Configuração de Produtos Industriais**. São Paulo: Blucher, 2001. 206 p.

MALDONADO, Tomás. **Design industrial**. Portugal: Edições 70, 1999. 127 p.

MARTIN, Cat. **The Surface Texture Bible: More than 800 Color and Texture Samples for Every Surface, Furnishing, and Finish**. EUA: Harry N. Abrams, 2005. 256 p.

MATERIA. Disponível em: <<http://www.materia.nl/>> acessado em março de 2009.

MATERIAL CONNEXION. Disponível em: <<http://www.materialconnexion.com/>> acessado em março de 2009.

MATÉRIO. Disponível em: <<http://www.materio.com>> acessado em maio de 2009.

MATERIOTECA. Disponível em: <<http://www.materioteca.com>> acessado em maio de 2009.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing**. V 1, 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999. 347 p.

MATWEB. **Material Property Data**. Disponível em: <<http://www.matweb.com>> acessado em março de 2009.

MCKIM, Robert H. **Experiences in Visual Thinking**. 2ª ed. EUA: PWS Publishing Company, 1980. 183 p.

MEDEIROS, Ligia Maria Sampaio de; GOMES, Luiz Antônio Vidal de Negreiros; KLAFKE, Paulo Alberto. **Fatores e agentes de mudanças no ensino, visando a inovação**. Porto Alegre: Anais XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2005. 6 p.

MEDEIROS, Wellington; ASHTON, Philippa. Considerações para a Formulação de Métodos de Pesquisa para Investigação da Interação Emocional de Usuários Masculinos de Produtos. Em: MONT'ALVÃO, Cláudia; DAMAZIO, Vera. **Design Ergonomia Emoção**. Rio de Janeiro: Mauad Editora, p. 105-127, 2008.

MENEZES, Cristiane S.. **Design e Emoção: Sobre a Relação Afetiva das Pessoas com os Objetos usados pela Primeira Vez**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Artes e Design. Rio de Janeiro, 2007. 95 p.

MINAYO, Maria C. de S.; SANCHES, Odécio. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? Em: **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 9 (3), p. 239-248, 1993.

MINIM, Valéria Paula Rodrigues. **Análise Sensorial: Estudos com Consumidores**. Viçosa: UFV, 2006. 225 p.

MONT'ALVÃO, Cláudia. Hedonomia, Ergonomia Afetiva: Afinal, do que estamos falando? Em: MONT'ALVÃO, Cláudia; DAMAZIO, Vera. **Design Ergonomia Emoção**. Rio de Janeiro: Mauad Editora, p. 19-30, 2008.

NIEMEYER, Lucy. Design Atitudinal: uma Abordagem Projetual. Em: MONT'ALVÃO, Cláudia; DAMAZIO, Vera. **Design Ergonomia Emoção**. Rio de Janeiro: Mauad Editora, p. 49-64, 2008.

NORMAN, Donald A.. **O Design do Dia-a-Dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2006. 271 p.

_____. **Design Emocional: por que Adoramos (ou Detestamos) os Objetos do Dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2008. 322 p.

PATTON, Willian J.. **Materials in Industry**. EUA: Prentice-Hall Inc., 1968. 460 p.

PBD – Programa Brasileiro de Design, MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <<http://www.designbrasil.org.br/portal/acoes/pbd.jhtml>> acessado em julho de 2008.

PERSON, Oscar. **Usability is not Enough: the First Underline of a Functional Model for describing Emotional Response towards Products**. The Norwegian University of Science and Technology (NTNU), 2003. Disponível em: <<http://www.ivt.ntnu.no/ipd/forskning/artikler/2003/Person/Articles/Usabilityisnotnauh.pdf>> acessado em: fevereiro de 2008.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. **Metodologia de Ecodesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestrado Profissionalizante em Engenharia, ênfase Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas. Porto Alegre, 2003. 110 p.

REDIG, Joaquim. **Sobre Desenho Industrial: Desenho de Produto/Comunicação Visual**. Rio de Janeiro: ESDI, 1977. 36 p.

RUSSO, Beatriz; HEKKERT, Paul. Sobre Amar um Produto: os Princípios Fundamentais. Em: MONT'ALVÃO, Claudia; DAMAZIO, Vera. **Design Ergonomia Emoção**. Rio de Janeiro: Mauad Editora, p. 31-48, 2008.

SAMARA, Beatriz Santos; BARROS, José Carlos de. **Pesquisa de Marketing: Conceitos e Metodologia**. 3ª ed. São Paulo: Pearson, 2004. 259 p.

SCHÖN, Donald A.. **Educando o Profissional Reflexivo: um novo Design para o Ensino e a Aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 256 p.

SCOLARI, Sérgio Henrique Prado. **Design e Emoção: um Modelo de Círculos de Referências de Emoções em Produtos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Programa de Pós-Graduação em Design. Bauru, 2008. 64 p.

SILVA, Everton Sidnei Amaral da. **Um Sistema Informacional e Perceptivo de Seleção de Materiais com Enfoque no Design de Calçados.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestrado Profissionalizante em Engenharia, ênfase Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas. Porto Alegre, 2005. 105 p.

THOMPSON, Rob. **Manufacturing Processes for Design Professionals.** EUA: Thames & Hudson, 2007. 528 p.

TURRA, Dilce; ETCHEPARE; Hélio, KINDLEIN JR., Wilson. **Caracterização e Viabilidade de Reciclagem dos Materiais nos Centros de Triagem de Porto Alegre e Região Metropolitana.** Campinas: Anais I Encontro ANPPAS – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 2002. 18 p.

WAKIL, Sherif D. El. **Processes and Design for Manufacturing.** 2ª ed. EUA: Waveland Pr Inc., 2002. 624 p.

APÉNDICES

APÊNDICE A – Formulário para Levantamento dos Atributos Verbais Relacionados aos Produtos



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Laboratório de Design e Seleção de Materiais - LdSM



PESQUISA SOBRE MATERIAIS

“Quais são as 5 (cinco) palavras, relacionadas às suas percepções, que você considera mais importantes quando analisa um objeto qualquer? Cite-as em ordem.”

APÊNDICE B – Tabela de Resultados do Levantamento dos Atributos Verbais Relacionados aos Produtos

ATRIBUTOS SENSORIAIS				TOTAL:	315
Atributos Táteis	Textura	Textura	36	38	104
		Texturas	2		
	Peso	Peso	26	29	
		Leveza	2		
		Massa	1		
	Resistência	Resistência	18	21	
		Resistente	1		
		Esforços	1		
		Fragilidade	1		
	Tato	Tato	4	6	
		Toque	2		
	Dureza	Dureza	2	5	
		Maciez	2		
		Dificuldade de riscar	1		
Temperatura	Temperatura	3	3		
Maleabilidade	Consistência	1	2		
	Maleabilidade	1			
Atributos Visíveis	Cor	Cor	47	55	69
		Cores	7		
		Tonalidades	1		
	Visão	Visual	4	8	
		Visão	3		
		Aspecto Visual	1		
	Refletância	Brilho	3	6	
		Reflexão da luz	1		
		Reflexividade	1		
		Reflexão	1		
Atributos Olfativos	Odor	Cheiro	6	12	12
		Odor	5		
		Olfato	1		
Atributos Acústicos	Som	Som	2	5	5
		Sonoridade	1		
		Barulho	1		
		Audição	1		
Atributos Gustativos	Paladar	Paladar	1	1	1
Forma	Forma	Forma	41	51	108
		Formas	2		
		Forma que o material permite conceber	1		
		Formato	7		
	Tamanho	Tamanho	20	26	
		Escala	1		
		Tamanho (otimização de espaço)	1		
		Dimensões	4		
	Proporção	Harmonia	5	11	
		Proporção	3		
		Unidade Visual	1		
Equilíbrio		1			
Coerência		1			

	Desenho	Desenho	2	4	
		Desenhos	1		
		Representação	1		
	Superfície	Superfície	4	4	
	Composição	Composição	3	3	
	Estrutura	Estrutura	3	3	
	Design	Design	3	3	
	Espessura	Espessura	1	1	
	Volume	Volume	1	1	
	Efeito	Efeito	1	1	
Material	Material	Material	13	15	16
		Materiais	2		
	Microestrutura	Microestrutura	1	1	
ATRIBUTOS ASSOCIATIVOS				TOTAL:	11
Associações	Simbologia	Simbolismo	2	4	11
		Simbologia	1		
		Fundamento	1		
	Familiaridade	Familiaridade	1	1	
	História	História	1	1	
	Conceito	Conceito	1	1	
	Comportamento	Comportamento	1	1	
	Origem	De onde veio	1	1	
	Projeto	Bom Projeto	1	1	
	Marca	Marca	1	1	
ATRIBUTOS INTERPRETATIVOS				TOTAL:	109
Percepções	Bonito	Estética	22	51	109
		Aparência	15		
		Beleza	13		
		Bonito	1		
	Qualidade	Acabamento	11	19	
		Qualidade	6		
		Problemas	1		
		Bem-feito	1		
	Agradável	Atrativo	4	10	
		Agradável	3		
		Agradável ao toque	2		
		Agradável ao tato	1		
	Conforto	Conforto	6	7	
		Confortabilidade	1		
	Simplicidade	Simplicidade	4	4	
	Criativo	Criatividade	2	3	
		Criativo	1		
	Confiável	Segurança	2	3	
		Confiável	1		
	Inovação	Inovação	3	3	
	Higiênico	Fácil de limpar	1	2	
		Limpeza	1		
	Sofisticação	Sofisticado	2	2	
	Marcante	Marcante	1	1	
	Suavidade	Suavidade	1	1	
	Elegância	Elegância	1	1	
	Importância	Importância	1	1	
	Tecnologia	Tecnologia	1	1	

Valor	Valor	Preço	8	15	15
		Custo benefício	2		
		Custo	2		
		Gasto	1		
		Economia	1		
		Valor	1		
Ergonomia	Funcionalidade	Funcionalidade	31	47	91
		Função	13		
		Funcional	1		
		Eficácia	1		
		Eficiência	1		
	Praticidade	Praticidade	14	15	
		Facilidade de uso	1		
	Utilidade	Utilidade	13	14	
		Finalidade do produto	1		
	Ergonomia	Ergonomia	6	7	
		Ergonômico	1		
	Aplicabilidade	Aplicabilidade	1	2	
		Aplicabilidade ao produto	1		
	Versátilidade	Versátilidade	2	2	
	Usabilidade	Usabilidade	1	1	
	Portabilidade	Portabilidade	1	1	
Manuseio	Manuseio	1	1		
Interface	Interface	1	1		
Ecologia	Durabilidade	Durabilidade	28	29	44
		Durável	1		
	Reciclabilidade	Reciclagem	1	2	
		Reciclável	1		
	Disponibilidade	Disposição no ambiente	1	2	
		Necessidades ao meio	1		
	Ambiente	Ambiente	1	2	
		Questões ambientais	1		
	Manutenção	Substituição de peças	1	2	
		Manutenção	1		
	Origem	Materiais ecológicos, não de origem animal	1	1	
	Descarte	Descarte de peças	1	1	
	Sustentabilidade	Sustentabilidade	1	1	
	Energia	Fonte de energia	1	1	
	Encaixes	Parafusos	1	1	
Ecologia	Ecologia	1	1		
Conservação	Conservação	1	1		
ATRIBUTOS EMOCIONAIS			TOTAL:		6
Emoções	Curiosidade	Curiosidade	2	2	6
	Reação	Reação	1		
	Prazer	Prazer	1		
	Emoção	Emoção	1		
	Desejo	Desejo	1		

APÊNDICE C – Formulário para Levantamento dos Atributos Verbais Relacionados aos Materiais



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Laboratório de Design e Seleção de Materiais - LdSM



PESQUISA SOBRE MATERIAIS

AMOSTRA 01:

Pergunta 01	Pergunta 02

AMOSTRA 02:

AMOSTRA 03:

AMOSTRA 04:

AMOSTRA 05:

AMOSTRA 06:

COMENTÁRIOS: _____

APÊNDICE D – Tabela de Resultados do Levantamento dos Atributos Verbais Relacionados aos Materiais

ATRIBUTOS SENSORIAIS			TOTAL: 1763			
Atributos Táteis	Peso	Pesado	54	245	1196	
		Peso	21			
		Pesada	3			
		Peso razoável	1			
		Muito pesado	1			
		Visualmente pesado	1			
		Leve	126			
		Leveza	17			
		Muito leve	5			
		Visualmente leve	2			
		Levíssimo	1			
		Relativamente leve	1			
		Mais ou menos leve	1			
		Densidade	5			
		Denso	2			
		Muito denso	1			
		Maior massa	1			
		Parece vidro com menor densidade	1			
		Flutuante	1			
		Resistência				Resistente
	Resistência			9		
	Muito resistente			2		
	Resistência mecânica			1		
	Alta resistência			1		
	Resistente ao calor			1		
	Resistente a queda			1		
	Resistente a compressão			1		
Resistente a impacto	1					
Resistente a intempéries e baixo impacto	1					
Resistência ao rasgo	1					
Forte	7					
Força	4					
Sensação de segurança pela força	1					
Tensão	2					
Carregamentos	1					
Firme	2					
Frágil	46					
Fragilidade	13					
Aparência frágil	1					
Fraco	2					
Quebradiço	5					
Fácil quebra	2					
Quebrável	2					
Quebra	1					
Quebrar	1					
Feito para quebrar	1					
Facilidade para se quebrar	1					
Desmanchando	1					
Vai desmanchar	1					
Dificuldade para se desintegrar	1					
Farelenta	1					

	Esfarelento	1	
	Esfarela	1	
	Rasgativo	1	
	Rasga ao dobrar nas imperfeições	1	
Dureza	Duro	73	152
	Dureza	14	
	Dura	4	
	Mole	22	
	Molenguinho	1	
	Riscável	2	
	Risca	1	
	Risca fácil	1	
	Suscetível a riscos	1	
	Arranhado	1	
	Facilmente marcável	1	
	Riscos	1	
	Macio	13	
	Maciez	3	
	Toque macio	2	
	Textura macia	2	
	Fofo	7	
	Fofinha	1	
	Bom de apertar	2	
Temperatura	Frio	42	128
	Gelado	26	
	Frieza	2	
	Desagradável pela frieza	1	
	Não é frio	1	
	Levemente frio ao toque	1	
	Sensação de frio permanece com o tempo	1	
	Quente	22	
	Calor	1	
	Esquenta com o toque	1	
	Fica quente rápido	1	
	Isolante	5	
	Temperatura	4	
	Temperatura agradável	4	
	Agradável à temperatura ambiente	1	
	Morno	3	
	Sensação térmica	3	
	Condutor térmico	3	
	Atérmico	2	
	Nem quente nem frio	1	
	Extremista (frio/quente)	1	
	Não condutor térmico	1	
	Condutividade térmica	1	
Liso	Liso	99	113
	Superfície lisa	6	
	Quase liso	1	
	Praticamente liso	1	
	Lisura	1	
	Alisamento	1	
	Liso com algumas imperfeições	1	
	Liso com algumas partes ásperas	1	
	Deslizante	2	

Textura	Textura	32	49
	Texturizado	7	
	Texturas	2	
	Textura macia	2	
	Textura agradável	2	
	Textura áspera	1	
	Textura irregular	1	
	Texturizável	1	
	Superfície texturizada	1	
	Áspero	Áspero	
Árpera		4	
Aspereza		2	
Pouco áspero		2	
Levemente áspero		1	
Toque áspero		1	
Superfície áspera, com fibras		1	
Maleabilidade		Maleável	29
	Maleabilidade	8	
	Não maleável	3	
	Pouco maleável	1	
	Pouquíssimo maleável	1	
Rigidez	Rígido	24	40
	Rigidez	5	
	Rígida	3	
	Semi rígido	1	
	Dá para esmagar	3	
	Deformável	2	
	Memória plástica	1	
	Amassável	1	
	Rugoso	Rugoso	
Rugosidade		2	
Rugosinho		1	
Levemente rugoso		2	
Pouco Rugoso		1	
Superfície livre de macrorrugosidades		1	
Relevo		3	
Toque	Tato	2	29
	Agradável ao tato	1	
	Nojento ao tato	1	
	Agradável ao toque	7	
	Bom toque	1	
	Bom de ser tocado	2	
	Bom de pegar	2	
	Toque macio	2	
	Aveludado	1	
	Toque agradável	1	
	Não agradável ao toque	1	
	Desagradável ao toque	1	
	Suavidade no toque	1	
	Aspecto tátil é suave	1	
	Toque encerado	1	
	Sensação de segurança no toque	1	
	Desconfortável ao toque	1	
	Toque delicado	1	
	Toque áspero	1	

Flexibilidade	Flexível	18	23
	Flexibilidade	4	
	Inflexível	1	
Grudento	Grudento	6	21
	Pegajoso	4	
	Gorduroso	1	
	Sensação gordurosa	1	
	Engordura facilmente	1	
	Melado	1	
	Melequento	1	
	Gosmento	1	
	Impressões digitais ficam marcas	1	
	Marcas de digitais	1	
	Digitais	3	
Elasticidade	Elástico	12	19
	Elasticidade	2	
	Muito elástico	1	
	Não elástico	1	
	Esticável	1	
	Estica pouco	1	
	Dá para esticar	1	
Porosidade	Poroso	11	16
	Porosidade	4	
	Superfície porosa	1	
Ductilidade	Dúctil	6	10
	Não dúctil	3	
	Pouco dúctil	1	
Seco	Seco	8	10
	Sensação de molhado	1	
	Aguado	1	
Escorregadio	Escorregadio	8	9
	Não escorrega	1	
Polimento	Polimento	2	9
	Polido	3	
	Polidez	2	
	Laterais não polidas	1	
	Sem polimento	1	
Aderente	Aderente	3	8
	Aderência	2	
	Baixa aderência	2	
	Levemente aderente	1	
Corrosão	Não corrói	2	6
	Corroído	1	
	Resistente a intempéries	1	
	Inerte	1	
	Oxidável	1	
Temp. Serviço	Incendiável	1	5
	Inflamável	2	
	Pega fogo fácil	1	
	Derretível	1	
Permeabilidade	Permeabilidade	1	2
	Impermeável	1	
Outros	Gelatinoso	2	11
	Esponjoso	2	
	Viscoso	1	

		Absorvente	1		
		Tenacidade	1		
		Leitoso	1		
		Revestido	1		
		Lixado	1		
		Anti eletricidade	1		
Atributos Visíveis	Refletância	Brilho	32	143	354
		Brilhante	17		
		Brilhoso	15		
		Brilho metálico	2		
		Um pouco de brilho em alguns lugares	1		
		Muda de brilho	1		
		Fosco	7		
		Sem brilho	3		
		Lustroso	2		
		Reflexivo	13		
		Reflexo	7		
		Refletor	3		
		Reflexível	6		
		Refletividade	3		
		Reflexão	2		
		Refletância	2		
		Não reflexiva	2		
		Reflete Luminosidade	1		
		Metálico (reflete a luz)	1		
		Opaco com reflexos	1		
		Espelhado	1		
		Aparência de espelho embaçado	1		
		Reluzente	4		
		Lustro	2		
		Luminoso	2		
		Iluminado	1		
		Luminosidade	1		
		Clareza	3		
		Claridade	1		
		Possibilita luz ao ambiente natural	1		
		Refração	1		
		Distorção da imagem	1		
		Reflexo na parte não rugosa lembra água	1		
		Deformação da imagem atrás	1		
		Não distorce a imagem que se vê	1		
	Translucidez	Transparente	28	125	
		Transparência	22		
		Semi transparente	1		
		As faces laterais não são transparentes	1		
		Quase transparente	1		
		Transparente 80%	1		
		Semi transparência	1		
		Invisível	1		
		Opaco	44		
		Opacidade	4		
		Bordas opacas	1		
		Secção transversal opaca	1		
		Opaco manchado	1		
		Opaco com reflexos	1		

		Absolutamente opaco	1		
		Translúcido	10		
		Translucidez	2		
		100% translúcido	1		
		Semi translúcido	1		
		Ligeiramente translúcido	1		
		Um pouco translúcido	1		
	Cor	Cor	27	86	
		Cor uniforme	2		
		Cor desuniforme	1		
		Não possui homogeneidade de cores	1		
		Cor indefinida	1		
		Dourado	9		
		Branco	6		
		Cor branca	1		
		Cor branca desbotada	1		
		Claro	3		
		Escuro	1		
		Incolor	3		
		Amarelado	3		
		Preto	2		
		Negro	1		
		Prateado	2		
		Aparência de ouro	1		
		Cor amarelada	2		
		Amarelo claro	1		
		Amarelo	1		
		Escuro	2		
		Colorido	2		
		Coloração	2		
		Cor quente	2		
		Verde	1		
		Cor esverdeada	1		
		Cor azul	1		
		Azul da noite	1		
		Coloração laranja	1		
		Bronzeado	1		
		Marrom	1		
		Cor de sujo	1		
		Pigmentado	1		
Atributos Olfativos	Odor	Inodoro	25	87	87
		Não tem cheiro	2		
		Sem cheiro	2		
		Não cheira	1		
		Ausência de odor	1		
		Cheiro	7		
		Tem cheiro	6		
		Cheiro característico	4		
		Cheiro forte	4		
		Cheiro marcante	2		
		Cheiro fraco	1		
		Cheiro interessante	1		
		Cheiro não agradável	1		
		Cheiro agradável	1		
		Agradável ao olfato	2		

		Cheiro desagradável	1		
		Leve odor	1		
		Odor forte	1		
		Aroma forte	1		
		Aroma agradável	1		
		Fedorenta	1		
		Mau cheiroso	1		
		Cheiro ruim	2		
		Cheiro de lápis	2		
		Aroma de metal	1		
		Cheiro de ferrugem	1		
		Cheiro de ferro	1		
		Cheiro de casa nova	1		
		Odor de ferro	1		
		Cheiro de novo	1		
		Cheiro de chulé	1		
		Cheira a madeira	1		
		Cheiro amadeirado	1		
		Cheiro de madeira pobre	1		
		Cheiro de tênis novo	1		
		Cheiro de palmilha de tênis	1		
		Cheiro de borracha	1		
		Cheiro de sala médica	1		
		Cheiro de plástico / químico	1		
		Cheiro natural, quase de mofo	1		
Atributos Acústicos	Som	Som	4	24	24
		Som agudo	2		
		Agudo	1		
		Som abafado	1		
		Produz som limitado, rápido	1		
		Faz barulho	4		
		Barulhento	2		
		Barulho	2		
		Não faz barulho	2		
		Barulhos quase agudo	1		
		Barulho oco	1		
		Sonoridade vibrante	1		
		Grave	1		
		Som opaco	1		
Atributos Gustativos	Gosto	Amargo	3	10	10
		Sem gosto	2		
		Sabor	1		
		Gosto de sangue	1		
		Gosto de palito de dentista	1		
		Gosto salgado	1		
		Doce	1		
Forma	Cortante	Cortante	9	18	92
		Arestas cortantes	3		
		Não cortante	3		
		Cantos cortantes	2		
		Extremidades cortantes	1		
	Espessura	Espessura	1	7	
		Material fino (rebuscado)	1		
		Fino	4		
		Grosso	1		

Sólido	Solidez	2	4		
	Sólido	1			
	Maciço	1			
Forma	Formato	1	4		
	Forma retangular	3			
Manchas	Manchas	1	3		
	Manchado	1			
	Opaco manchado	1			
Acabamento	Não foi bem acabado	1	3		
	Bom acabamento superficial	1			
	Mal cortado	1			
Uniformidade	Uniforme	1	3		
	Não uniforme	1			
	Forma não uniforme	1			
Homogeneidade	Não homogênea	1	3		
	Heterogeneidade	1			
	Heterogêneo	1			
Composição	Composição	1	3		
	Difícil combinação com mais elementos	1			
	Confuso	1			
Estética	Estética	1	2		
	Aparência	1			
Pontas	Pontas	1	2		
	Pontudo	1			
Acabamento	Sem acabamento	1	2		
	Mal acabado	1			
Detalhes	Detalhe	1	2		
	Detalhado	1			
Outros	Pequenos vincos	1	36		
	Camadas	1			
	Sensação de imprecisão	1			
	Parece que é oco	1			
	Pontilhado	1			
	Furinhos	1			
	Moído	1			
	Tamanho	1			
	Poros	1			
	Afiado	3			
	Angulado	3			
	Fibroso	2			
	Bruto	3			
	Orgânico	3			
	Nervuras	1			
	Ranhuras	3			
	Irregular	7			
	Imperfeições na superfície	1			
	Fibras	1			
	ATRIBUTOS ASSOCIATIVOS			TOTAL: 213	
Associações	Materiais	Diamante	1	34	34
		Ouro	1		
		Aparência de ouro	1		
		Prata	1		
		Metálico	3		
		Brilho metálico	2		
		Metálico (reflete a luz)	1		

	Metal ativo	1		
	Metal	2		
	Madeira	3		
	Papel	1		
	Plástico	3		
	Parece vidro com menor densidade	1		
	Porcelana	1		
	Aroma de metal	1		
	Lembra um metal mais valioso	1		
	Cheiro de ferro	1		
	Odor de ferro	1		
	Cheiro amadeirado	1		
	Cheira a madeira	1		
	Cheiro de madeira pobre	1		
	Cheiro de borracha	1		
	Algo valioso (lembra ouro)	1		
	Cheiro de plástico / químico	1		
	Cachorro enterrando o osso	1		
	Inferioridade à madeira	1		
Processos	Material injetado	1	17	17
	Prensagem	1		
	Possível fazer peças para aeromodelos	1		
	Corte	1		
	Colado	1		
	Parece bom se de trabalhar	1		
	Facilidade de trabalho	1		
	Dificuldade de trabalho	2		
	Moldável	1		
	Dobrável	1		
	Trabalhável	1		
	Transformável	1		
	Comprimível	1		
	Lixado	1		
	Cortável	1		
	Parece ruim de trabalhar	1		
	Natural	Natural		
Natureza		3		
Orgânico		3		
Odores	Cheiro de casa nova	1	18	
	Cheiro de novo	1		
	Cheiro de chulé	1		
	Cheira a madeira	1		
	Cheiro amadeirado	1		
	Cheiro de madeira pobre	1		
	Cheiro de tênis novo	1		
	Cheiro de palmilha de tênis	1		
	Cheiro de borracha	1		
	Cheiro de lápis	2		
	Aroma de metal	1		
	Cheiro de ferrugem	1		
	Cheiro de ferro	1		
	Odor de ferro	1		
	Cheiro de sala médica	1		
	Cheiro de plástico / químico	1		
	Cheiro natural, quase de mofo	1		

Morte	Morte	2	9
	Morto	1	
	Coisas mortas	1	
	Mórbido	1	
	Macabro	1	
	Natureza morta	1	
	Cemitério	1	
	Pedaço de um animal	1	
Brinquedos	Brinquedo	2	8
	Brinquedo de criança (não machuca)	1	
	Joguinhos	1	
	Brinquedos	1	
	Brincar	1	
	Peça de lego de madeira	1	
	Quadro de criança	1	
Móveis	Móveis para banheiro	1	4
	Indústria moveleira	1	
	Móveis rústicos	1	
	Móveis de melhor qualidade	1	
Fazenda	Fazenda	2	4
	Sítio	1	
	Campo	1	
Infância	Lembra infância	1	3
	Infância	1	
	Trabalho de criança	1	
Mofo	Mofo	1	2
	Mofado	1	
Gostos	Gosto de sangue	1	2
	Gosto de palito de dentista	1	
Algo Valioso	Algo valioso (lembra ouro)	1	2
	Lembra um metal mais valioso	1	
Outros	Sintético	4	91
	Industrial	3	
	Mastigável	3	
	Artesanato	2	
	Fantasia	2	
	Estabilidade	2	
	Vivo	2	
	Musical	2	
	Infiltração	2	
	Janela	2	
	Vitral	2	
	Imponência	1	
	Contaminantes	1	
	Aventura	1	
	Ar puro	1	
	Alcoa	1	
	Tradição	1	
	Rainha	1	
	Rei	1	
	Tecnologia	1	
	Flubber (filme)	1	
	Materno	1	
	Parece que quase consigo ver os aditivos	1	
	Possível fazer peças para aeromodelos	1	

Identificação	1				
Limpo (hospital)	1				
Personalidade	1				
Paz	1				
Neutralidade	1				
Sagrado	1				
Mistério	1				
Energia boa	1				
Lúdico	1				
Lento	1				
Destruição	1				
Primitivo	1				
Noite	1				
Lua	1				
Elemento químico (tabela periódica)	1				
Inferioridade à madeira	1				
Cupim	1				
Terra vermelha	1				
Cachorro enterrando o osso	1				
Teatro	1				
Usado na arte	1				
Usado na arte e na indústria	1				
Moldes de biscoito	1				
Isolado	1				
Apelo cultural	1				
Fim séc. 20	1				
Início séc. 20	1				
Imitação de vidro	1				
Toyart	1				
Vanguardismo	1				
Espaço	1				
Província	1				
Escola	1				
Casa	1				
Cozinha	1				
Pia de cozinha	1				
Bancada de laboratório	1				
Utensílio	1				
Engradados	1				
Chinelo	1				
Bacias antigas	1				
Estátuas antigas	1				
Vidro de lustres	1				
Churrasco	1				
Bala de gelatina	1				
Produzido pelo homem	1				
Empilhadeira	1				
Trabalho de projeto	1				
Pedagogia	1				
Cirurgias de estética	1				
Venda ilegal	1				
Dinheiro	1				
ATRIBUTOS INTERPRETATIVOS		TOTAL: 635			
Percepções	Bonito	Bonito	40	79	520
		Beleza	10		

	Belo	5	
	Bom de se olhar	3	
	Bom de apertar	2	
	Gostoso	1	
	Feio	16	
	Feia	1	
	Sensação de feio	1	
Agradável	Agradável	24	70
	Agradável por ser rústico	1	
	Textura agradável	2	
	Agradável ao tato	1	
	Agradável ao toque	7	
	Toque agradável	1	
	Não agradável ao toque	1	
	Desagradável ao toque	1	
	Agradável aos olhos	1	
	Agradável à temperatura ambiente	1	
	Desagradável	19	
	Temperatura agradável	4	
	Desagradável pela frieza	1	
	Agradável ao olfato	2	
	Cheiro não agradável	1	
	Cheiro agradável	1	
	Cheiro desagradável	1	
	Aroma agradável	1	
Higiene	Limpeza	20	62
	Limpo	4	
	Limpo (hospital)	1	
	Ruim de limpar	1	
	Difícil de limpar	1	
	Não exemplo de limpeza	1	
	Sensação de limpeza	1	
	Higiênico	1	
	Não muito higiênico	1	
	Assepsia	2	
	Anti-higiênico	1	
	Superfície opaca que suja com facilidade	1	
	Sujo	16	
	Cor de sujo	1	
	Sujeira	1	
	Suja facilmente	1	
	Suja com facilidade	1	
	Sujável	1	
	Sujeira	5	
	Parece meio porco	1	
Conforto	Conforto	8	25
	Confortável	9	
	Desconfortável	5	
	Desconfortável ao toque	1	
	Não muito confortável	1	
	Desconforto	1	
Nobre	Nobreza	3	25
	Nobre	7	
	Rico	5	
	Pobre	10	

Segurança	Segurança	3	19
	Seguro	1	
	Inseguro	1	
	Proteção	3	
	Sensação de segurança no toque	1	
	Sensação de segurança pela força	1	
	Perigoso	3	
	Perigo	1	
	Sem perigo	1	
	Não perigosa	1	
	Não machuca	1	
	Brinquedo de criança (não machuca)	1	
	Risco de machucar	1	
Rústico	Rústico	11	17
	Não rústico	1	
	Rusticidade	2	
	Móveis rústicos	1	
	Agradável por ser rústico	1	
	Rude	1	
Qualidade	Qualidade	3	17
	Bem-feito	1	
	Boa qualidade	1	
	Sensação de qualidade	2	
	Mal feito	1	
	Qualidade inferior	1	
	Vagabundo	2	
	Pouca qualidade	1	
	Má qualidade	4	
	Móveis de melhor qualidade	1	
Bom	Bom	2	16
	Bom toque	1	
	Bom de ser tocado	2	
	Ruim de ser tocado	4	
	Bom de lidar	1	
	Bom de pegar	2	
	Mau cheiroso	1	
	Cheiro ruim	2	
	Fedorenta	1	
Moderno	Moderno	10	14
	Modernizado	1	
	Modernidade	1	
	Contemporaneidade	1	
	Futurístico	1	
Aconchego	Aconchego	5	13
	Aconchegante	4	
	Acolhedor	2	
	Bem estar	2	
Antiquado	Antiquado	2	10
	Antigo	7	
	Antiguidade	1	
Luxuoso	Luxuoso	3	9
	Aparência luxuosa	1	
	Suntuosidade	1	
	Luxo	1	
	Luxúria	2	

	Suntuosidade falsa	1	
Atraente	Atraente	2	9
	Aparência atraente	1	
	Não atrativo	1	
	Objeto sem visual	1	
	Objetos sem design	1	
	Visual pobre	1	
	Visual não criativo	1	
	Aparência não muito boa	1	
	Faixa Etária	Adulto	
Velho		2	
Jovem		1	
Infantil		2	
Requinte	Requinte	4	7
	Não requintado	1	
	Sem requinte	1	
	Sem graça	1	
Simplicidade	Usual	1	7
	Básica	1	
	Simples	3	
	Simplório	1	
	Simplicidade	1	
Delicadeza	Nada delicado	1	7
	Delicado	3	
	Delicadeza	2	
	Toque delicado	1	
Suavidade	Suave	2	5
	Suavidade	1	
	Suavidade no toque	1	
	Aspecto tátil é suave	1	
Confiança	Confiável	1	5
	Não Confiável	1	
	Engana	1	
	Mascarado	1	
	Suspeito	1	
Artesanal	Artesanal (o trabalho)	2	4
	Artesanato	2	
Estabilidade	Instável	2	4
	Estável	2	
Gosto	Gosto	1	4
	Não gosto	1	
	De mau gosto	1	
	Mal gosto	1	
Tecnológico	Tecnologia	1	3
	Tecnológico	2	
Gênero	Feminino	2	3
	Masculino	1	
Artificial	Artificial	2	3
	Artificialidade	1	
Tradicional	Tradição	1	2
	Tradicional	1	
Nojento	Nojento ao tato	1	4
	Nojento	3	
Marcante	Cheiro marcante	2	3
	Indiferente	1	

Imponência	Imponente	2	3		
	Imponência	1			
Interessante	Cheiro interessante	1	3		
	Interessante	2			
Mutável	Mutável	2	3		
	Não mutável	1			
Criativo	Não criativo	1	2		
	Visual não criativo	1			
Outros	Divertido	5	56		
	Estranho	5			
	Brega	3			
	Puro	3			
	Neutro	2			
	Positivo	2			
	Comum	2			
	Poder	2			
	Elegante	2			
	Temperamental	2			
	Sexy	1			
	Clássico	1			
	Mascarado	1			
	Grosseiro	1			
	Popular	1			
	Discreto	1			
	Sofisticação	1			
	Vulgar	1			
	Algo que pode ser levado a sério	1			
	Bobo	1			
	Vibrante	1			
	Frígido	1			
	Legal	1			
	Diferente	1			
	Aparência singular	1			
	Anti-ético	1			
	Desprezível	1			
	Satisfatório	1			
	Influenciável	1			
	Impressionante	1			
	Inovadora	1			
	Sutil	1			
Falso	1				
Necessário	1				
Obscuro	1				
Grotesco	1				
Refrescante	1				
Inferioridade à madeira	1				
Preço	Preço	Caro	22	72	72
		Barato	36		
		Baixo custo	4		
		Pouco valor agregado	1		
		Baixo preço	1		
		Sensação de barato	1		
		Precioso	1		
		Valioso	2		
		Sem valor	1		

		Lembra um metal mais valioso	1				
		Algo valioso (lembra ouro)	1				
		Vale dinheiro	1				
Usos	Praticidade	Prático	3	6	26		
		Praticidade	2				
		Pouco prático	1				
	Usabilidade	Usabilidade	1	2			
		Usável	1				
	Decorativo	Decoração	1	2			
		Decorativo	1				
	Outros	Adaptável	2	16			
		Difícil	2				
		Acessibilidade	1				
		Amigável	1				
		Amortecedor	1				
		Impermeável	1				
		Versátil	1				
		Inúmeras utilidades	1				
		Difícil de guardar	1				
		Manuseio	1				
Muito usado		1					
Inútil		1					
Óbvio		1					
Fácil		1					
Ecologia	Durabilidade	Duração eterna	2	6	17		
		Durável	1				
		Durabilidade	1				
		Rápida duração	1				
		Descartável	1				
	Ecologia	Ecologia	1	3			
		Não ecológico	1				
		Anti-ecológico	1				
	Poluente	Poluente	1	3			
		Agressivo ao meio ambiente	1				
		Prejudica a terra	1				
	Reciclabilidade	Reciclagem	1	2			
		Reciclável	1				
	Outros	Reflorestamento	2	3			
		Procurado	1				
	ATRIBUTOS EMOCIONAIS					TOTAL:	19
	Emoções	Emoção	Calor (emoção)	3		5	19
Frio (emocionalmente)			2				
Vontade		Vontade de morder	1	3			
		Vontade de comer	1				
		Vontade de ficar apertando	1				
Agonia		Agonia	2	3			
		Agoniante	1				
Calmo		Calmo	1	2			
		Calma	1				
Outros		Visceral	1	6			
		Valor sentimental	1				
		Necessário para satisfação pessoal	1				
	Preguiça	1					
	Nostalgia	1					
	Bucólico	1					

APÊNDICE E – Criação de um Banco de Dados de Características Intangíveis

O objetivo inicial desta dissertação foi a criação de um banco de dados de características intangíveis dos materiais. A partir dos dados levantados com as duas pesquisas de coleta de dados apresentadas no capítulo 3, foi criado o questionário exposto nas últimas páginas deste apêndice. Esse questionário seria aplicado com cem pessoas para cada amostra de material a ser estudada.

Os testes preliminares de aplicação do questionário demonstraram que os entrevistados não tinham calma para responder a todas as perguntas, sendo que o tempo médio necessário foi de quarenta e cinco minutos, ou seja, demasiadamente demorado. Outro problema identificado se relacionou com a análise dos dados: estatísticos consultados informaram que seria necessária uma amostragem equivalente a mil respondentes por amostra de material, para que os dados possuísem relevância técnica. Com base nessas constatações e nas já expostas no capítulo 3 – cultura, local da pesquisa, acabamento das amostras, obsolescência dos dados, nível de instrução e faixa etária do público alvo, entre outros – a criação desse banco de dados mostrou-se proibitiva.

A partir dos dados coletados, acredita-se que diversas considerações relacionadas às amostras dos materiais tornar-se-iam possíveis, como: reconhecimento; relação entre propriedades, atributos sensoriais e agradabilidade; atributos interpretativos; atributos emocionais e associativos. O questionário proposto permitiria também que os respondentes assinalassem aqueles atributos sensoriais que os levaram a identificar determinado atributo interpretativo. Assim, seria possível fazer a correlação entre os atributos. Outra análise promissora seria a comparação entre diferentes acabamentos superficiais e cores de um material e as diferentes percepções advindas dessas variações.

Mesmo que a criação desse banco de dados tenha sido julgada impraticável, acredita-se que a exposição possa auxiliar outros pesquisadores. Os erros e percalços encontrados em uma pesquisa podem, muitas vezes, servir como alerta, ou estímulos para aqueles interessados pelo assunto.



PESQUISA SOBRE MATERIAIS

PERCEPÇÕES SENSORIAIS

Marque com um traço cada escala de modo a mostrar a sua percepção sobre o material.

Exemplo: → Eu julguei a Textura "Razoavelmente Lisa" → Irei marcar mais para o lado do "Liso" entre o meio da linha e o seu extremo esquerdo.

→ Eu julguei a Textura "Muito Agradável" → Irei marcar no extremo esquerdo em "Agradável".

EXEMPLO: Textura Liso / Áspero Agradável Desagradável

Textura	Liso	Áspero	Agradável	Desagradável
Dureza	Duro	Mole	Agradável	Desagradável
Temperatura	Frio	Quente	Agradável	Desagradável
Resistência	Alta	Baixa	Agradável	Desagradável
Peso	Leve	Pesado	Agradável	Desagradável
Cor	Colorido	Sem cor	Agradável	Desagradável
Brilho	Brilhoso	Fosco	Agradável	Desagradável
Translucidez	Opaco	Transparente	Agradável	Desagradável
Aroma	Inodoro	Aromático	Agradável	Desagradável
Som	Agudo	Grave	Agradável	Desagradável

PERCEPÇÕES SUBJETIVAS

Marque com um traço cada escala de modo a mostrar a sua percepção sobre o material.

Exemplo: Eu julguei o material "Um Pouco Desagradável" → Irei marcar um pouco mais para o lado do "Desagradável".

EXEMPLO: Agradável / Desagradável

Caso existam Percepções Sensoriais relacionadas com a Percepção Subjetiva analisada, marque-as com números identificando a sua ordem de importância. Marque quantas você julgar necessárias.

Exemplo: Eu julguei que "Textura", "Cor" e "Brilho" estão relacionadas com "Agradável".

1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª
Textura	Dureza	Temperatura	Resistência	Peso	Cor	Brilho	Translucidez	Aroma	Som

Agradável										Desagradável	
Textura	Dureza	Temperatura	Resistência	Peso	Cor	Brilho	Translucidez	Aroma	Som		
Bonito										Feio	
Textura	Dureza	Temperatura	Resistência	Peso	Cor	Brilho	Translucidez	Aroma	Som		
Confortável										Desconfortável	
Textura	Dureza	Temperatura	Resistência	Peso	Cor	Brilho	Translucidez	Aroma	Som		

APÊNDICE F – Exemplo de Questionário para Levantamento de Características Intangíveis para um Projeto de Produto

Com o objetivo de exemplificar o método proposto, foi simulada uma pesquisa de levantamento de atributos intangíveis, voltados para o projeto de uma lanterna, criada pelo aluno Augusto Ruckert do curso de Design de Produto da UFRGS. Esse projeto foi realizado na disciplina Projeto de Produto I (2008-1), com complementação da disciplina Computação Gráfica I (2008-1), ministrada pelo autor dessa dissertação. Na pesquisa simulada, foi utilizado o método de ordenação, visando levantar os atributos sensoriais e interpretativos almejados pelo autor do projeto. Perguntas abertas foram aplicadas no intuito de averiguar os atributos associativos estimulados.

Nos testes realizados, foram propostos aos respondentes dois formulários, ilustrados nas próximas páginas. Foram também disponibilizadas cinco amostras de materiais pré-selecionadas pelo estudante através do método de análise de Seleção de Materiais – PMMA transparente, PMMA vermelho transparente, VMQ transparente, ABS opaco vermelho e alumínio anodizado na cor vermelha. Os entrevistados foram estimulados a observar as imagens do produto e a interagir com as amostras de materiais. Foi-lhes solicitado, então, que as ordenassem com base nos atributos indicados em cada uma das questões, preenchendo os campos do formulário. Ao final do questionário, duas perguntas procuravam averiguar qual a preferência dos respondentes entre as amostras para a construção da lanterna, bem como os atributos associativos estimulados.

A pesquisa foi realizada parcialmente, devido à falta de tempo hábil para uma coleta eficiente de dados e para sua análise. Julgou-se desnecessária a apresentação destas informações, por apresentarem-se incompletas e, assim, incapazes de gerar conclusões fundamentadas. Acredita-se que os dados obtidos permitiriam verificar quais amostras de materiais expressam melhor cada um dos atributos averiguados, e seriam, assim, capazes de auxiliar no levantamento das características intangíveis almejadas pelo autor do projeto da lanterna. Mesmo incompleto, esse exemplo é capaz de ilustrar a aplicação do método proposto nesta dissertação, servindo como base para futuras pesquisas a serem realizadas.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Laboratório de Design e Seleção de Materiais - LdSM



Para cada uma das questões abaixo, preencha os quadrados com os números correspondentes às amostras que se encaixam nas descrições informadas.

Exemplo: Coloque as amostras em ordem de característica A até característica B.

Característica A Característica B

1. Coloque as amostras em ordem de moderno até clássico.

Moderno Clássico

2. Coloque as amostras em ordem de barato até caro.

Barato Caro

3. Coloque as amostras em ordem de agradável até desagradável.

Agradável Desagradável

4. Coloque as amostras em ordem de confiável até questionável.

Confiável Questionável

5. Coloque as amostras em ordem de frágil até resistente.

Frágil Resistente

6. Coloque as amostras em ordem de ecológico até agressivo ao ambiente.

Ecológico Agressivo ao ambiente

Questões

1) Qual material você julga mais adequado para ser utilizado com esse produto? Por quê?

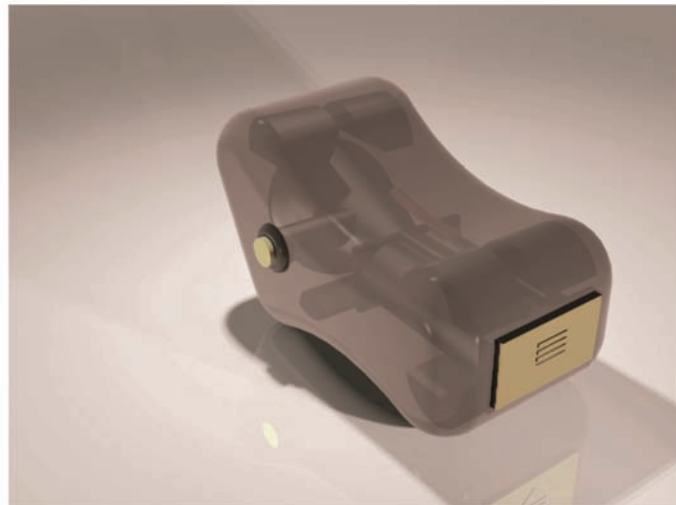
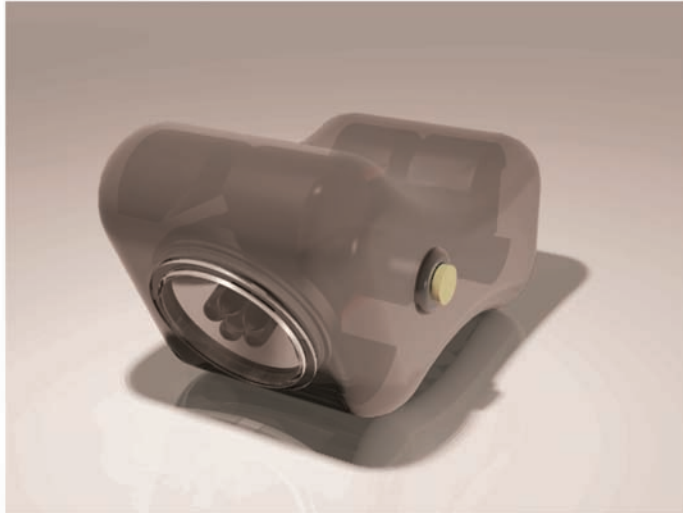
2) Esse produto lhe trouxe alguma lembrança ou associação?



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Laboratório de Design e Seleção de Materiais - LdSM



Produto: Lanterna para consertos rápidos em carros.



ANEXOS

ANEXO A – Exemplo de Perfil Técnico de um Material obtido com o **Software CES** (traduzido pelo autor)



CFRP, MATRIZ DE EPÓXI (ISOTRÓPICA)

DESCRIÇÃO

O material

Compósitos reforçados por fibra de carbono (CFRPs) oferecem dureza e resistência melhor do que qualquer outro tipo de compósito, mas são consideravelmente mais caros do que os compósitos reforçados por fibra de vidro (GFRP) (ver ficha específica). Fibras contínuas em uma matriz de poliéster ou de epóxi fornecem alto desempenho. As fibras suportam os esforços mecânicos, enquanto a matriz do material transmite os carregamentos para as fibras. A matriz provê ductilidade e tenacidade e protege as fibras dos danos causados pelo manuseio e pelo meio ambiente. A matriz do material limita a temperatura de serviço e as condições de processamento.

Composição

Epóxi + reforço contínuo HS de fibra de carbono (0, +-45, 90), camadas quasi-isotrópicas.

Imagem



Legenda

Uma bicicleta com armação em CFRP pesando apenas 1.08 kg, cortesia da empresa TREK.

PROPRIEDADES GERAIS

Densidade	1500	-	1600	kg/m ³
Preço	* 41.92	-	49.41	BRL/kg

PROPRIEDADES MECÂNICAS

Módulo de Young	69	-	150	GPa
Módulo de Cisalhamento	28	-	60	GPa
Módulo de Elasticidade	43	-	80	GPa
Coefficiente de Poisson	* 0.305	-	0.307	
Tensão de Escoamento (Limite Elástico)	550	-	1050	MPa
Resistência a Tração	550	-	1050	MPa
Resistência à Compressão	440	-	840	MPa
Alongamento	* 0.32	-	0.35	%
Dureza - Vickers	* 10.8	-	21.5	HV
Resistência à Fadiga a 10 ⁷ ciclos	* 150	-	300	MPa
Tenacidade a Fratura	* 6.12	-	20	MPa.m ^{1/2}
Coefficiente de perda Mecânica	* 1.4e-3	-	3.3e-3	

PROPRIEDADES TÉRMICAS

Condutor ou isolante térmico?	Mau isolante			
Condutividade Térmica	* 1.28	-	2.6	W/m.K
Coefficiente de Expansão Térmica	* 1	-	4	µstrain/°C
Calor Específico	* 901.7	-	1037	J/kg.K
Temperatura de Transição Vítea	99.85	-	179.9	°C
Máxima Temperatura de Serviço	* 139.9	-	219.9	°C
Mínima Temperatura de Serviço	* -123.2	-	-73.15	°C

PROPRIEDADES ELÉTRICAS

Condutor ou isolante elétrico?	Mau condutor			
Resistividade Elétrica	* 1.65e5	-	9.46e5	µohm.cm

PROPRIEDADES ÓPTICAS

Transparência	Opaco			
---------------	-------	--	--	--

PROPRIEDADES ECOLÓGICAS, PRODUÇÃO DO MATERIAL

Energia incorporada	* 259	-	286	MJ/kg
Pegada de CO ₂	* 21.1	-	23.4	kg/kg

PROPRIEDADES ECOLÓGICAS, RECICLAGEM E DESCARTE

Reciclável	✗
Ciclo de Vida	✓
Recuperação de Energia pela Combustão	✓
Biodegradável	✗
Aterro	✓
Recurso Renovável?	✗

Observações Ambientais

Compósitos de fibras não podem ser reciclados.

PROCESSABILIDADE

Moldabilidade	4	-	5
Maquinabilidade	1	-	3

DURABILIDADE

Flamabilidade	Auto-extinção
Água doce	Muito Boa
Água Salgada	Muito Boa
Ácidos Fracos	Muito Boa
Ácidos fortes	Média
Bases Fracas	Muito Boa
Bases Fortes	Muito Boa
Solventes Orgânicos	Boa
Luz Solar (radiação UV)	Boa
Oxidação a 500°C	Muito Baixa

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Diretriz de Design

Compósitos de polímeros podem ser conformados pelos métodos de molde aberto ou molde fechado. Os métodos de molde fechado produzem orientação de fibras paralelas a superfície do molde (na extrusão, é paralelo a superfície interior da abertura da matriz). Quanto aos métodos de molde aberto, todos permitem orientações multidirecionais de fibras paralelas ao molde ou ao mandril, exceto na pultrusão, onde as fibras são orientadas paralelas a superfície laminada e as placas do molde, e na calendarização, onde elas são paralelas a superfície da folha. Os métodos de laminação permitem controle completo da orientação das fibras; eles são usados em produtos que não precisam de uma taxa alta de resina por fibra. Laminação e calendarização criam chapas, a pultrusão é usada para fazer seções transversais de forma contínua e constante e o processo de enrolamento produz grandes objetos ocos, tais como tubos, tambores e outros containers. Juntas em materiais compósitos de fibras longas são fontes de fraqueza, pois as fibras não unem as juntas. Duas ou mais laminas são unidas, geralmente, usando adesivos. Para garantir qualidade, laminas são coladas em sobreposição simples ou dupla de 25 mm de comprimento (*lap joint*), ou ainda 40-50 mm para ligações topo a topo com bordos inclinados (*scarf joint*) e com sobreposição de chapas (*strap joint*). Buracos em laminados reduzem dramaticamente a sua resistência tornando a união por fixadores dificultosa. A manufatura do compósito é um processo intenso. É difícil prever a resistência final e o modo de falha porque os defeitos são fáceis de criar e difíceis de detectar ou reparar.

Diretriz Técnica

As propriedades de compósitos de fibras longas são fortemente influenciadas pela escolha da fibra e da matriz e pela maneira em que estas são combinadas: taxa fibra-resina, comprimento da fibra, orientação da fibra, espessura do laminado e a presença de agentes de união. O vidro oferece grande resistência a baixo custo; o carbono possui grande resistência, dureza e baixa densidade. Kevlar possui alta resistência e baixa densidade, é retardador de chamas e transparente para ondas de rádio (diferentemente do carbono). Poliésteres são as matrizes mais usadas já que oferecem propriedades razoáveis a preços relativamente baixos. As propriedades superiores dos epóxis e a temperatura de desempenho das poliamidas podem justificar seu uso em certas aplicações, mas elas são caras. A resistência de um compósito é aumentada quando elevada a taxa fibra-resina, e orientando as fibras paralelamente a direção do carregamento. Quanto maiores as fibras, mais eficiente é

o reforço no carregamento de cargas, mas fibras curtas são mais fáceis de processar e assim, mais baratas. O aumento da espessura do laminado leva a redução da resistência do compósito e seu módulo, já que há um aumento da possibilidade do aparecimento de espaços vazios internos. Agentes de união geralmente aumentam a resistência à tração. Condições ambientais afetam a performance dos compósitos: fadiga por carregamento, umidade e calor, todos reduzem a resistência.

Usos Típicos

Partes estruturais leves de aeronaves, transporte terrestre e equipamentos esportivos tais como tacos de golfe, barcos e raquetes; molas; válvulas de pressão.

Nomes Registrados

Cycom, Fiberdux, Scotchply.