

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

MAURICIO ROBBE DE ALMEIDA

DEFINIÇÃO DE MATERIAIS NO DESIGN DE PRODUTO

MANAUS – AM
2007

MAURICIO ROBBE DE ALMEIDA

DEFINIÇÃO DE MATERIAIS NO DESIGN DE PRODUTO

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Veronildes Farias
Litaiss

Tese apresentada ao Departamento de
Educação - FACED, da Universidade
Federal do Amazonas, como requisito
parcial para a obtenção do grau de
Mestre.

MANAUS – AM
2007

FICHA CATALOGRÁFICA

ALMEIDA, Mauricio Robbe de
Definição de Materiais no Design de Produto/
Mauricio Robbe de Almeida. Manaus - AM, 2007.

xiv, 117 fl. (FACED/UFAM, Msc Educação, 2007)

1. Materiais industriais. 2. Processos de Fabricação, 3.
Design.

Tese (mestrado) Universidade Federal do Amazonas –
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação –
Departamento de Pós-Graduação Faculdade de
Educação

Folha de Aprovação

MAURICIO ROBBE DE ALMEIDA

Definição de materiais no design de produto

Tese apresentada como exigência parcial para a obtenção do Título de Mestre, ao Departamento de Educação - FACED, da Universidade Federal do Amazonas.

Banca Examinadora

ORIENTADORA: VERONILDES FARIAS LITAISS

EXAMINADOR:

EXAMINADOR:

Manaus, 13 de agosto de 2007.

Dedico essa tese de mestrado a minha mulher Débora, aos meus filhos Adriana, Alexandre, Marcelo e Cecília, aos meus netos, Pedro, Isabela e João Pedro e as minhas noras Andréa e Jociana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado a alegria de viver, ao Professor Doutor José Augusto Maciel Torres, por sempre estar disponível e ter sido, ao longo da nossa relação de amizade, uma pessoa extremamente solidária e atenta, à Professora Doutora Veronildes Farias Litaiss que, gentilmente, orientou esse trabalho com muita competência, ao Professor Doutor José Ribamar de Sá Bógea, que contribuiu de forma decisiva para a realização dessa tese, ao Professor Doutor Sydney Fernandes Freitas, que co-orientou esse trabalho com grande propriedade, ao Doutor Alexandre Thomé da Silva de Almeida que contribuiu para a organização e adequação às normas de apresentação de trabalhos acadêmicos, à Professora Doutora Suzi Mariño Pequini que contribuiu para o meu retorno à vida acadêmica, em Salvador, e a todos os meus alunos, do Rio de Janeiro e de Salvador, que muito me estimularam a produzir textos para os Designers.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre”.

Paulo Freire

RESUMO

Desenvolver produtos com qualidade, que atendam, simultaneamente, às expectativas dos consumidores, os objetivos das indústrias e dos investidores é uma tarefa complexa, ainda mais, num mercado globalizado. A definição das melhores matérias-primas a serem utilizadas na fabricação de produtos, pressupõe o conhecimento prévio de informações básicas, tais como: expectativas do cliente; fatores incontroláveis da conjuntura ambiental; o universo de materiais industriais e de tecnologias de fabricação disponíveis no mercado; a listagem dos requisitos e das restrições projetuais envolvidas no projeto; os recursos financeiros alocados para o projeto e os prazos a serem cumpridos. Essa multiplicidade de exigências, uma vez satisfeita, contribuirá para otimizar o produto, no contexto estabelecido pelas empresas e pelos mercados. A compreensão ampla do universo de possibilidades, no extenso campo dos materiais industriais e dos processos de fabricação, somada à utilização de procedimentos adequados de decisão, contribui para instrumentalizar o Designer, no encaminhamento das melhores soluções projetuais. Pretende-se, através desse trabalho, propor a ampliação dos itens de análise dos fatores que podem interferir na definição dos materiais e dos processos de fabricação, desde as primeiras reuniões realizadas com o cliente, seguindo pela análise das variáveis do ambiente em que a empresa está inserida, o estudo das propriedades e características físicas, químicas, tecnológicas, comerciais e ambientais das matérias-primas até a elaboração da listagem dos requisitos e restrições projetuais, para que sirva de apoio aos designers, otimizando os resultados, nessa área específica da tecnologia do produto.

Palavras-chave: Materiais industriais, Processos de Fabricação, Design.

ABSTRACT

Developing quality products which simultaneously address the expectations of consumers and the objectives of investors and industries, is a complex task especially in today's globalized marketplace. The definition of the best raw materials for use in the manufacturing of products presupposes a previous knowledge of basic information in areas such as: customer expectations; the uncontrollable tendencies of the market; the vast universe of industrial materials and technologies for manufacturing available in the market; the requirements and restrictions of a project; the financial resources available to a project and the required time frame for production. This multiplicity of requirements, when satisfied, will optimize the product within the context established by companies and markets. Given the extensive field of industrial materials and the myriad processes of manufacturing, an exhaustive understanding of the universe of possibilities and knowledge of proper procedures in decision-making, prepare the Designer to find the best of solutions in a given project. It is intended, in this work, to offer an elucidation of the important factors that can effect the choice of materials and the processes of manufacture for a given product. From the first meetings with the client, to an analysis of the company's variables at the point of insertion: the physical, chemical, technological, commercial and environmental properties and characteristics of the raw materials available; to a study of the requirements and restrictions for and on a project, the elements involved in the creation of a product are examined in order to support designers and to optimize results in the specific area of product technology.

Key-Words: Manufacturing Process, Design, Industrial Materials.

Lista de figuras

FIGURA 1 – Modelo CAD 3 D	105
FIGURA 2 – Modelo STL	105
FIGURA 3 – Planos de fatiamento	106
FIGURA 4 – Fatia gerada	106
FIGURA 5 – Intersecção de um plano de fatiamento	106
FIGURA 6 – Adição sucessiva de camadas	107
FIGURA 7 – Projeto de Molde Integrado (Mold Tooling)	110
FIGURA 8 – Representação explodida de um molde de injeção	113
FIGURA 9 – Máquina de Eletroerosão	114
FIGURA 10 – Detalhe de gravação numa fresadora copiadora	115
FIGURA 11 – Pantógrafo Tridimensional	115
FIGURA 12 – Modelo negativo confeccionado com resina epoxi	116
FIGURA 13 – Máquina CNC DECKEL	118
FIGURA 14 – Usinagem com Altíssima Velocidade de Corte	118

Lista de quadros

QUADRO 1 - Classificação geral dos materiais industriais	39
QUADRO 2 – Classificação dos metais ferrosos	40
QUADRO 3 – Classificação dos metais não ferrosos	41
QUADRO 4 – Classificação dos materiais orgânicos	43
QUADRO 5 – Classificação dos materiais orgânicos naturais densos	43
QUADRO 6 – Classificação das fibras orgânicas naturais	44
QUADRO 7 – Classificação dos materiais termoplásticos commodity	45
QUADRO 8 - Classificação dos plásticos de engenharia	46
QUADRO 9 - Classificação dos elastômeros	46
QUADRO 10 - Classificação dos plásticos de alta performance	47
QUADRO 11 - Classificação dos materiais termofixos	47
QUADRO 12 - Classificação das borrachas	48
QUADRO 13 - Classificação das fibras orgânicas	49
QUADRO 14 - Classificação dos materiais inorgânicos	50
QUADRO 15 - Classificação dos materiais compostos	51
QUADRO 16 – Classificação dos processos de separação	59
QUADRO 17 – Processos de separação sem perda de material	60
QUADRO 18 – Processos de obtenção de formas originárias	65
QUADRO 19 – Classificação dos processos de união permanente	67
QUADRO 20 – Classificação dos processos de união desmontável	68
QUADRO 21 – Classificação dos processos de melhoria	69
QUADRO 22 – Classificação dos processos de acabamento	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 A INDUSTRIALIZAÇÃO BRASILEIRA	16
1.2 GLOBALIZAÇÃO	16
1.3 DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	17
1.4 OBJETIVO DO TRABALHO	18
1.5 CAPÍTULOS E CONTEÚDOS	19
2 A INDUSTRIALIZAÇÃO BRASILEIRA	21
3 MODELOS DE ENSINO DE DESIGN NO BRASIL	24
4 O ENSINO DE MATERIAIS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO	28
4.1 PRINCÍPIOS PEDAGÓGICOS NORTEADORES	31
4.2 MÉTODOS PEDAGÓGICOS APLICADOS	35
5 MATERIAIS INDUSTRIAIS	38
5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	38
5.2 CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS MATERIAIS	38
5.2.1 Metais	40
5.2.1.1 Ferrosos	40
5.2.1.2 Não ferrosos	41
5.2.2 Não Metais	42
5.2.2.1 Orgânicos	42
5.2.2.2 Inorgânicos	49
5.2.3 Materiais Compostos	50
5.3 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS	52
5.3.1 Propriedades físicas	52
5.3.2 Propriedades mecânicas	53
5.3.3 Propriedades químicas	53
5.3.4 Características comerciais	51
5.3.5 Características formais	54
5.4 IMPACTOS AMBIENTAIS	54
5.5 IMPACTOS ENERGÉTICOS	55
5.6 APLICAÇÕES TÍPICAS	55

5.7 FONTES DE INFORMAÇÃO	56
6 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO	57
6.1 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO QUE GERAM A FORMA	59
6.1.1 Processos de separação	59
6.1.1.1 Processos de Separação com Perda de Material	61
<i>6.1.1.1.1 Máquinas ferramentas</i>	62
6.1.2 Processos de transformação	63
6.1.3 Processos de obtenção de formas originárias	64
6.1.4 Processos de união	65
6.1.4.1 Uniões permanentes	67
6.2 PROCESSOS APLICADOS ÀS FORMAS JÁ OBTIDA	68
6.2.1 Processos de melhoria	69
6.2.2 Processos de acabamento	69
7 ETAPAS DO PROJETO DE DESIGN DE PRODUTO	72
7.1 INICIAÇÃO	73
7.2 PLANEJAMENTO	74
7.2.1 Briefing	75
7.2.2 Definição do problema do projeto	76
7.2.3 Análise da tarefa	77
7.2.4 Análise de produtos similares	78
7.2.5 Mapeamento ambiental	79
7.2.5.1 Ambiente interno	79
7.2.5.2 Ambiente de tarefa	80
<i>7.2.5.2.1 Clientes</i>	80
<i>7.2.5.2.2 Fornecedores</i>	81
<i>7.2.5.2.3 Concorrentes</i>	81
<i>7.2.5.2.4 Órgãos reguladores</i>	82
7.2.5.3 Ambiente geral	83
7.2.5.4 Ambiente global	84
7.2.6 Análise das informações obtidas	85
7.2.7 Relatório conclusivo	86
7.3 EXECUÇÃO	86

7.3.1 Requisitos e restrições projetuais	86
7.3.1.1 Requisitos legais	87
7.3.1.2 Requisitos técnicos	87
7.3.1.3 Requisitos ergonômicos	89
7.3.1.4 Requisitos estéticos	91
7.3.1.5 Requisitos de gestão	91
7.3.1.5.1 <i>Financeira e contábil</i>	91
7.3.1.5.2 <i>Administrativa</i>	92
7.3.1.5.3 <i>Mercadológica</i>	92
7.3.1.5.4 <i>Produção</i>	92
7.3.1.5.5 <i>Legal e tributário</i>	93
7.3.1.5.6 <i>Temporal</i>	93
7.3.2 Geração de alternativas projetuais	93
7.3.3 Avaliação das alternativas geradas	94
7.3.4 Estudos preliminares e conceituação do projeto	96
7.3.5 Condições que interferem na definição de materiais	96
7.3.5.1 O material é pré-estabelecido	97
7.3.5.2 A partir da problematização do projeto	98
7.3.5.3 Projetos acadêmicos	99
7.3.5.4 “Vestindo” o produto	99
7.3.5.5 Variantes de produtos existentes (modelo de utilidade)	100
7.3.5.6 Invenção	100
7.3.6 Anteprojeto	102
7.3.7 Prototipagem Rápida	103
7.3.7.1 Etapas da Prototipagem Rápida	105
7.3.8 Orçamento	108
7.3.9 Projeto final	108
7.3.9.1 Processo tradicional	109
7.3.9.2 Processos de projeção assistidos por computador	109
7.4 PRODUÇÃO	111
7.4.1 Matrizaria	111
7.4.1.1 Processo tradicional	113

7.4.1.2 Tecnologia de Usinagem com Altíssimas Velocidades	117
7.4.1.3 Ferramentaria de bancada	118
7.4.2 Produção piloto	119
7.4.3 Avaliação final	120
7.5 ENTREGA DO PRODUTO ACABADO	120
7.6 PRODUÇÃO EM SÉRIE	121
7.6.1 Produção Modular	122
7.7 DOCUMENTAÇÃO E REGISTRO DO TRABALHO	122
8 CONCLUSÃO	123
9 REFERÊNCIAS	126
GLOSSÁRIO	129